

B.8 Fundatierapportage 150kV en 380kV permanente opstijgpunten

ZUID-WEST 380 KV OOST VERBINDINGEN

Rapport fundaties 150 en 380 kV- opstijgpunten

TenneT TSO B.V.

Meridian doc.nr.: 002.678.00 0969129

Rapport nr.: 21-1660, Rev. 3

Datum: 2022-05-02

DATUM: 04-05-2022

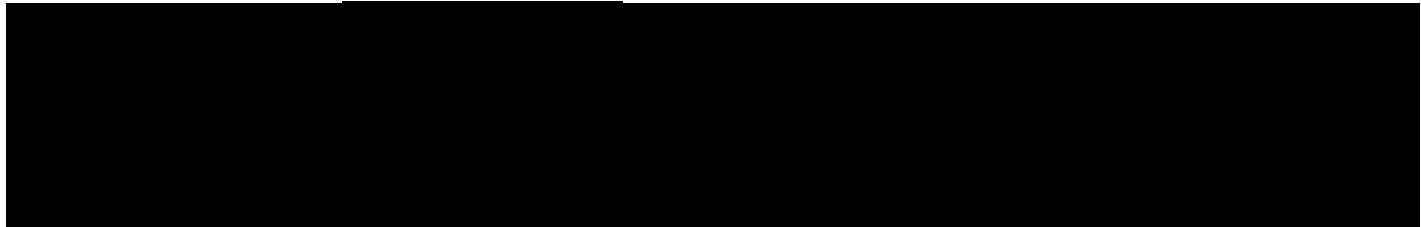
STATUS TENNET: DEFINITIEF

REVISIE TENNET: 1.0





Projectnaam:	Zuid-West 380 kV Oost Verbindingen	Energy Systems
Rapport titel:	Rapport fundaties 150 en 380 kV- opstijgpunten	DNV Netherlands B.V.
Klant:	TenneT TSO B.V.,	Utrechtseweg 310-B50
Contactpersoon klant:	[REDACTED]	6812 AR Arnhem
Datum uitgave:	2022-05-02	
Project nr.:	10124719	
Organisatie unit:	TDT	Tel: 026 356 9111
Meridian doc.nr.:	002.678.00 0969129	Handelsregister Arnhem 09006404
Rapport nr.:	21-1660, Rev. 3	



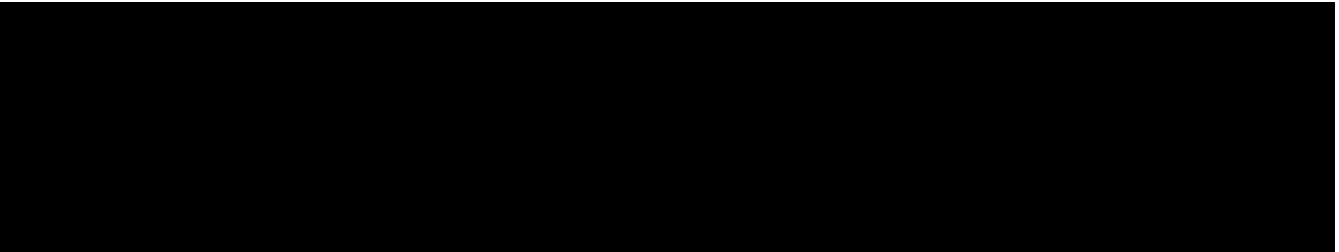
Copyright © DNV 2022. All rights reserved. Unless otherwise agreed in writing: (i) This publication or parts thereof may not be copied, reproduced or transmitted in any form, or by any means, whether digitally or otherwise; (ii) The content of this publication shall be kept confidential by the customer;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

DNV Distributie:

- Open
- Intern
- Commercieel vertrouwelijk
- Vertrouwelijk
- Geheim

*Specificatie distributie: --

Trefwoorden:

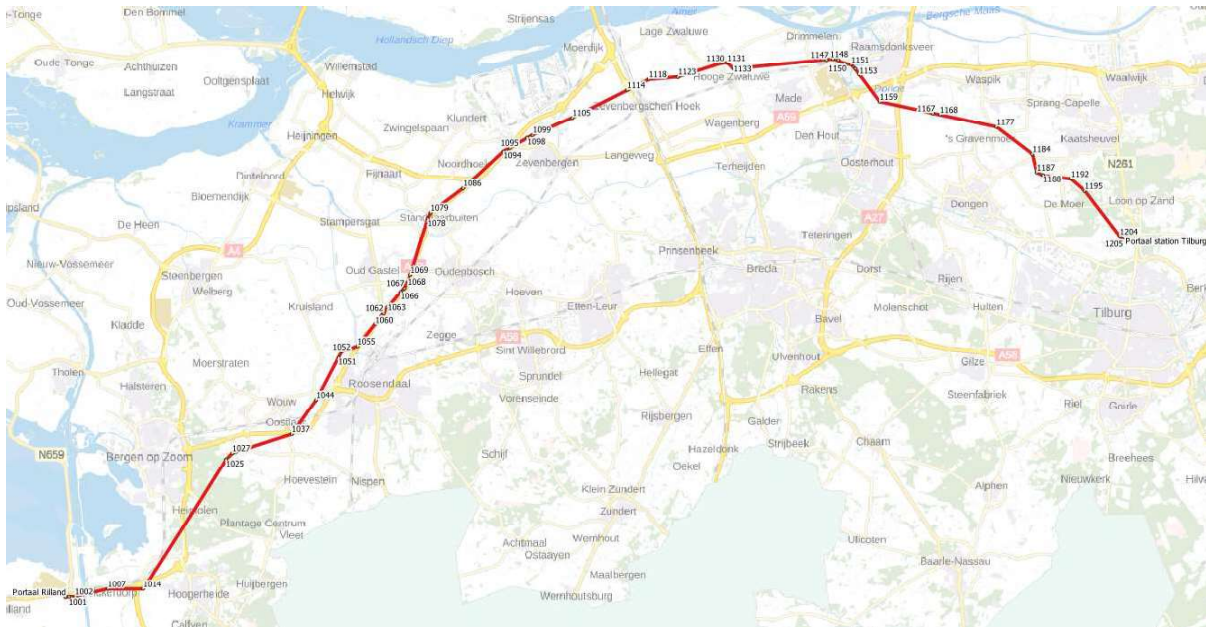


Inhoudsopgave

1	INLEIDING	1
2	UITGANGSPUNTEN EN RANDVOORWAARDEN	3
2.1	Normen	3
2.2	TenneT-specificaties	3
2.3	Materialen	3
2.4	Software	4
2.5	Gevolgklasse en referentieperiode	4
2.6	Gebruikte gegevens	4
2.7	Sonderingen	4
2.8	Beschrijving grondopbouw	4
2.9	Uitgangspunten geotechniek	8
3	FUNDATIES COMPONENTEN OPSTIJGPUNTEN	11
3.1	Inleiding	11
3.2	EA-3_so	11
3.3	EA-3_co	12
3.4	HA+0_ci	13
3.5	HA+3_ca	14
4	TOETSING NIEUWE FUNDATIES OPSTIJGPUNT	15
4.1	Aanpak	15
4.2	Resultaten	15
5	CONCLUSIE	17
Appendix A	Uitvoer Technosoft paalfunderingen	
Appendix B	Berekening fundaties van de opstijgpunten	

1 INLEIDING

In het basisontwerp van de vakwerkmasten voor de verbinding RLL-TLB380 in het project Zuid-West 380 kV-Oost zijn voor het vaststellen van de haalbaarheid constructieve berekeningen uitgevoerd aan de masten en fundaties. In de Definitief Ontwerpfase, moeten berekeningen verder worden uitgewerkt om te kunnen dienen voor de benodigde vergunningsdocumentatie, voor de aanbesteding en als voorbereiding voor de uitvoeringsfase. Het DO omvat het ontwerp van de mastconstructies, de fundaties en de opstijpunten in de verbinding.



Figuur 1 Globale ligging tracé met hoekmastnummers

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

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

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

Deze rapportage bevat de beschrijving van het constructieve ontwerp van de fundaties van de nieuwe opstijpunten (OSP's) in de nieuwe 380/150 kV combilijn RLL-TLB en de toetsing aan de eisen uit de geotechnische normen en TenneT-specificaties. Het gaat om de opstijpunten bij mast 1014, 1025, 1051, 1066, 1098, 1099, 1114, 1147, 1153, 1167, 1168 en 1204.

De fundaties van de opstijpunten bestaan uit verschillende typen poeren, balken of platen, met palen eronder. Op de poeren komen de volgende componenten te staan:

- een OSA (overspanningsafleider), dit is een op een balk ingeklemde stalen buiskolom met daarop de OSA. Gedurende de loop van het project is uit studies gebleken dat de OSA niet noodzakelijk zijn voor de 150 kV-

inlissingen en het begin van de 380 kV-kabelverbinding bij mast 1014. De fundaties voor de 150 kV OSA's zijn opgenomen in deze rapportage, maar moeten als optioneel worden beschouwd. De 380 kV OSA bij 1014 is buiten de uitwerking gelaten.

- een KES (kabeleindsluiting) dit is een vakwerkkolom op een balk met daarop de eindsluiting, met een bocht gaat de kabel naar beneden de grond in.
- een afspanconstructie via een grondafspanning (GRA), dat wil zeggen een voetplaat met gaffelstrippen op een balk waar een trekkracht door de geleider op wordt uitgeoefend.
- een afspanconstructie via een verhoogde (bundel)afspanning (BUA), dat wil zeggen een vakwerkkolom op een plaat waar een trekkracht door één of meerdere geleiders op wordt uitgeoefend.

Er zijn vier masttypes die verbonden zijn met opstijgpunten namelijk de types EA-3_so, EA-3_co, HA+0_ci en HA+3_ca.

Bij EA-3_so komen de volgende types OSP-componenten voor namelijk KES 380 en GRA 380 (twee typen geometrie). Het gaat om mast 1014.

Bij EA-3_co komen de volgende types OSP-componenten voor namelijk OSA150 (deze OSA is optioneel), KES 150 (twee typen geometrie), GRA 150, OSA 380, KES 380 en BUA 380. Het gaat om mast 1025.

Bij HA+0_ci komen de volgende types OSP-componenten voor namelijk OSA150 (deze OSA is optioneel), KES 150 (twee typen geometrie) en GRA 150. Het gaat om de masten 1051,1066,1098,1099, 1147, 1153, 1167, 1168 en 1204.

Bij HA+3_ca komen de volgende types OSP-componenten voor namelijk OSA150 (deze OSA is optioneel), KES 150 (twee typen geometrie) en GRA 150 (met een andere belasting dan bij type HA+0_ci). Het gaat om mast 1114.

De fundaties worden in de volgende volgorde behandeld, namelijk de tweepaalspoeren OSA 150, KES 150 (geometrie 1 en 2), GRA 150 (sondering 20 en 21), OSA 380, KES 380, GRA 380 (geometrie 1 en 2) en de vierpaalspoer BUA 380.

Buiten de scope van dit DO-rapport valt de controle van de wapening in de betonconstructies en de wapening van palen.

In hoofdstuk 2 zijn de uitgangspunten en randvoorwaarden vanuit de van toepassing zijnde normen en TenneT-specificaties opgenomen. In hoofdstuk 3 zijn de fundatieontwerpen van de nieuwe opstijgpunten opgenomen en in hoofdstuk 4 de toetsing van de opstijgpunten. In hoofdstuk 5 zijn vervolgens de conclusies opgenomen.

Het constructieve ontwerp van de fundaties van de mastconstructies (hoek- en eindmasten) wordt behandeld in het DNV rapport 21-1250 (Meridiannummer 002.678.00 0950632).

2 UITGANGSPUNTEN EN RANDVOORWAARDEN

2.1 Normen

Er is gebruik gemaakt van de normen volgens Tabel 1.

Tabel 1 Gebruikgemaakte normen, voorschriften en richtlijnen

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

2.2 TenneT-specificaties

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

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

Nummer	Onderwerp
PVE.05.000 v3.2	PvE Lijnen
sPVE.05.001	sPvE Lijnen
PVE.04.000	Bouwkunde
SPE.04.004	Specificatie Constructieberekeningen
SPE 04.009	Paalfunderingen

2.3 Materialen

Voor het ontwerp van de funderingen wordt uitgegaan van de eigenschappen volgens Tabel 3.

Tabel 3 Materialen nieuwe constructies

Onderdeel	Materiaal
Staalsoort	S355J0 ($t \leq 16$ mm) S355J2 ($16 < t \leq 40$ mm)
Boutkwaliteit	8.8 gerolde draad
Betonkwaliteit	C30/37 met $E = 10000$ kN/m ² om gescheurd beton te modelleren.
Wapeningsstaal	B500

2.4 Software

De gebruikte software wordt benoemd in Tabel 4.

Tabel 4 Toegepaste software

Software		Versie
Mastontwerp	PLS-CADD	16.65
Mastberekeningen	PLS-TOWER	16.65
Constructieve analyse	AxisVM	X5 R4h
Geotechnische berekeningen	Technosoft paalfunderingen	V6.70

2.5 Gevolgklasse en referentieperiode

Alle funderingen zijn nieuwbouw, daarom geldt als uitgangspunt voor de gevolgklasse CC2 met een referentieperiode van 50 jaar.

2.6 Gebruikte gegevens

De belastingen vanuit de componenten van het OSP worden ontleend aan de rapportage 002.678.00 0935998, Rapport "21-0966 Rapport ondersteuningsconstructies OSP's".

In Tabel 5 zijn de tekeningnummers weergegeven waar het DO op is vastgelegd.

Tabel 5 Bijbehorende tekeningen

Tekening	Tekeningnummer	Meridiannummer
Overzicht fundatie OSP 1014	10124719-12-1010	002.678.00 0988860
Overzicht fundatie OSP 1025	10124719-12-1011	002.678.00 0988861
Overzicht fundatie OSP HA+0/ci	10124719-12-1012	002.678.00 0988862
Overzicht fundatie OSP HA+3/ca	10124719-12-1013	002.678.00 0988863

2.7 Sonderingen

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

De sonderingen bevinden zich doorgaans in de directe nabijheid van het tracé (< 500 m afstand). Voor het verkrijgen van een indicatie is dit voldoende nauwkeurig. Lokaal kunnen echter grote verschillen optreden. Er wordt alleen gebruik gemaakt van sonderingen die dieper dan 20 m onder maaiveld eindigen en die gebruikt werden bij het bepalen van de fundaties van de steunmasten en hoekmasten RLL-TLB.

Indien uit nog uit te voeren veld- en bodemonderzoeken naar voren komt dat de sonderingen te veel verschillen (30%) dan is de CUR 114 (toezicht op realisatie van paalfunderingen) van toepassing door opdrachtnemer.

2.8 Beschrijving grondopbouw

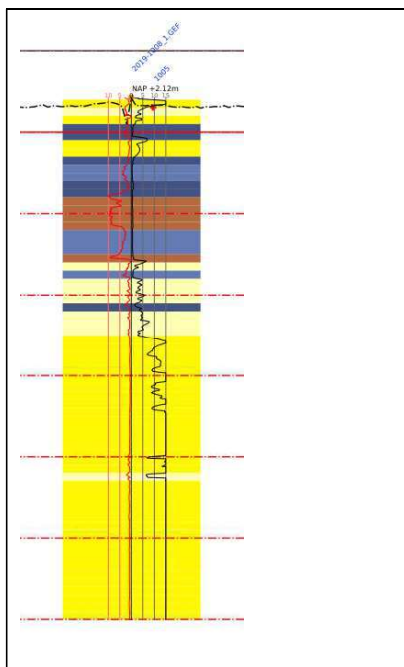
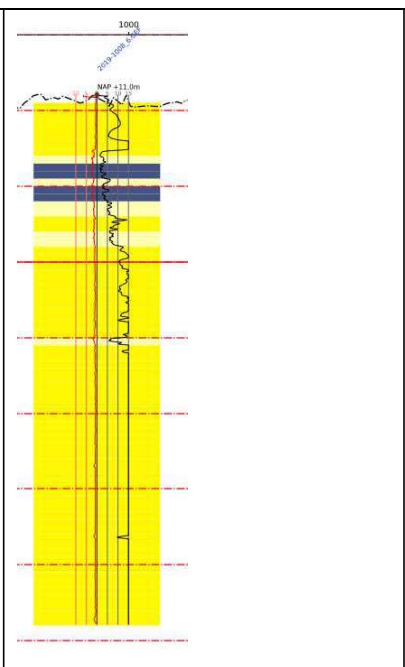
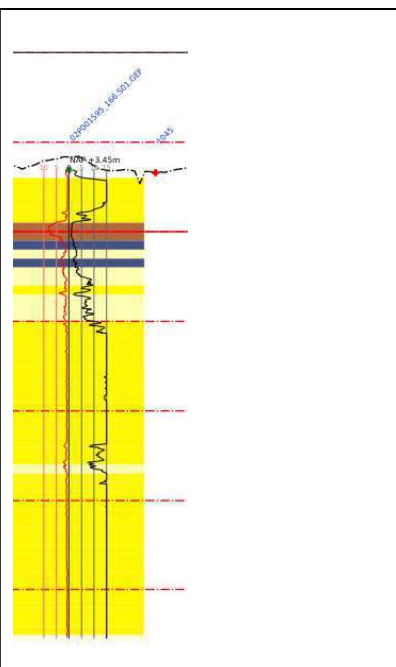
In Tabel 6 is de grondopbouw volgens het geotechnisch lengteprofiel van TenneT opgenomen. Voor het beschrijven van de grondopbouw maken we gebruik van de sonderingen die beschikbaar zijn gesteld.

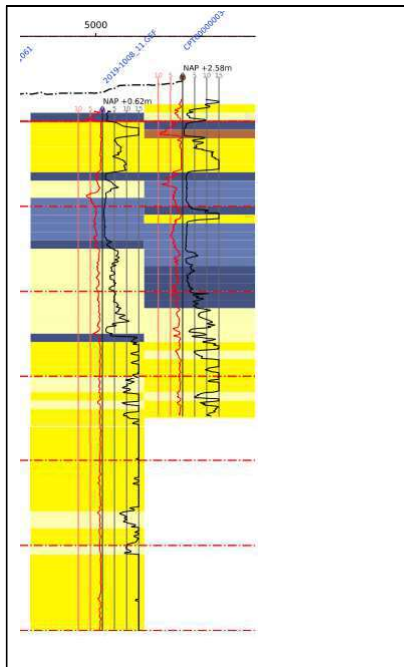
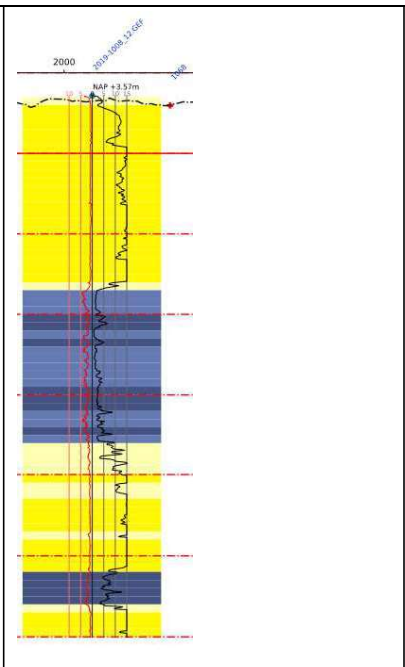
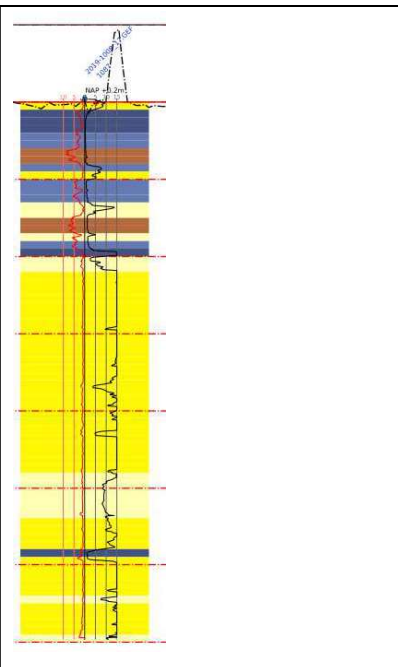
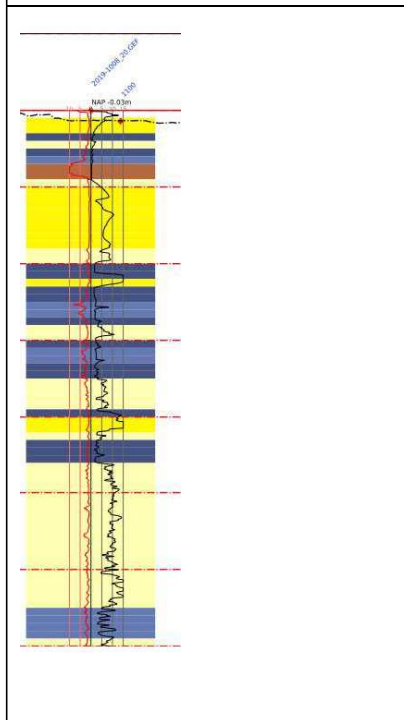
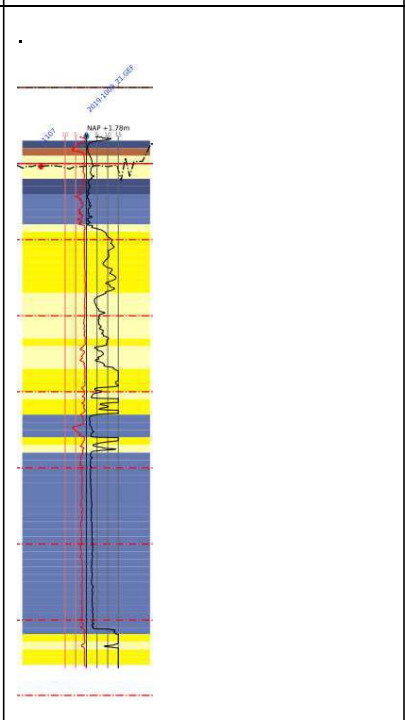
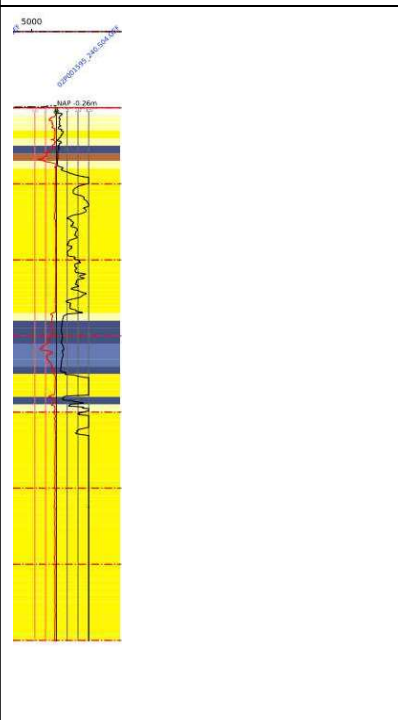
De sonderingen laten over de lengte verschillen zien in ondergrond. Westelijk van Geertruidenberg en dat betekent over circa tweederde van de lengte van het tracé is er een wisselend beeld van zandlagen en cohesieve lagen.

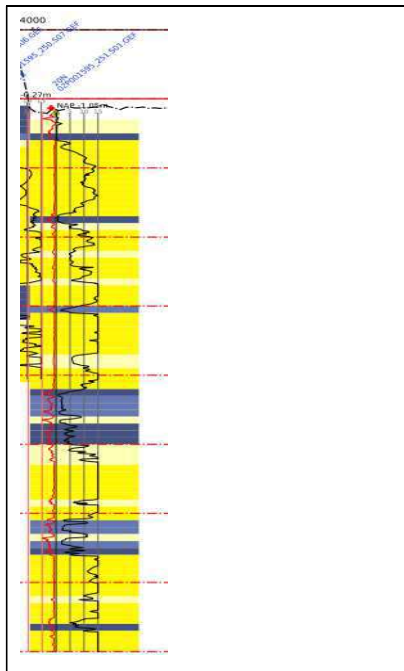
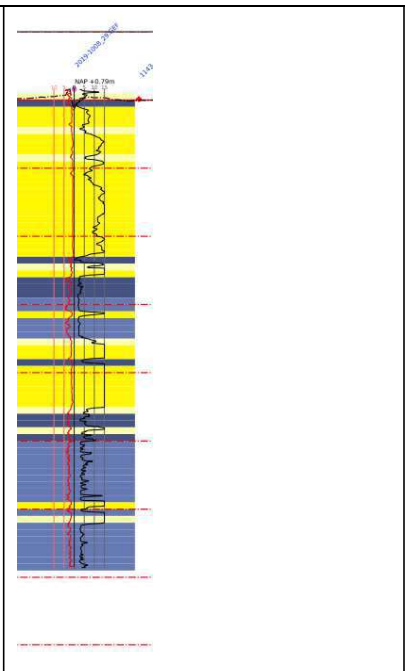
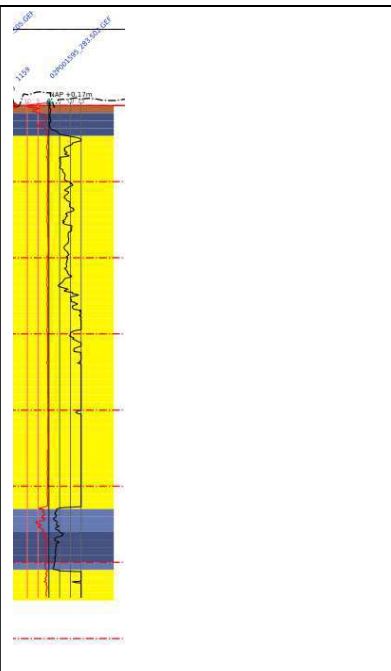
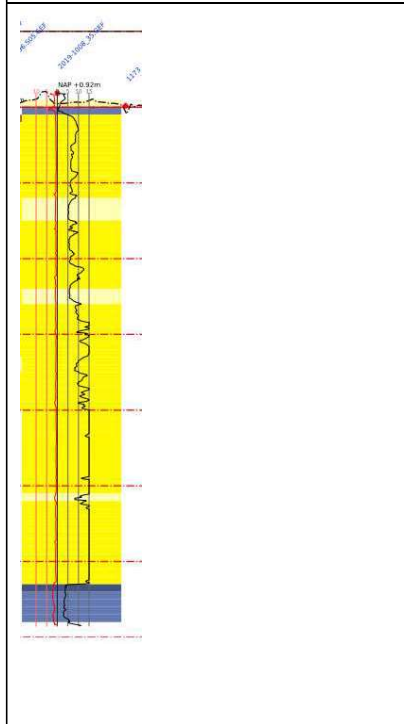
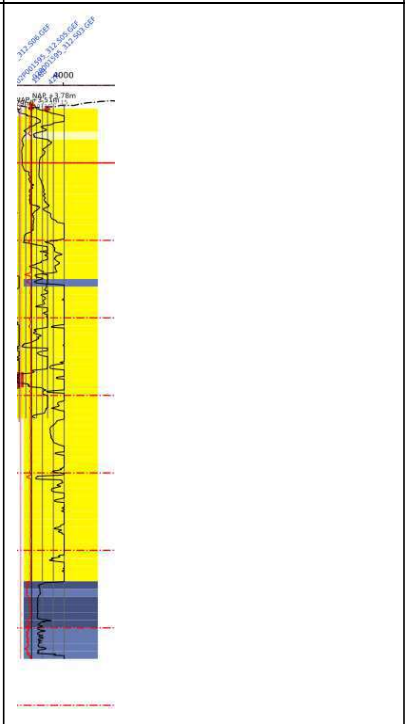
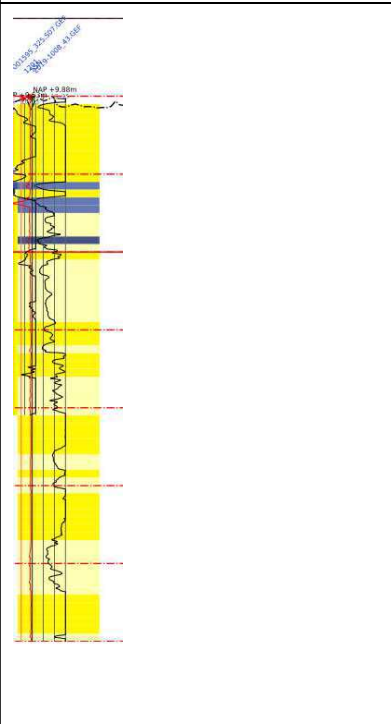
Noemenswaardig is hierbij dat de slappere lagen ook op vrij grote diepte voorkomen met een dikte van meerdere meters. De pakking van de zandlagen is over het algemeen tussen los en matig. Maar er zijn ook locaties met dicht gepakte lagen. Ondiep gelegen slappere lagen komen vooral voor tussen Standdaarbuiten en Moerdijk. Voor afdracht van de horizontale belastingen is dat ongunstig.

Globaal bevindt zich oostelijk van Geertruidenberg over de gehele diepte van de sondering een draagkrachtig zandpakket. Aandachtspunt zijn hier de dieper gelegen kleilagen, die voor de weerstand van de paalpunt op druk nadelige invloed hebben.

Tabel 6 Overzicht voorbeeldsonderingen

		
<p>Bij OSP mast 1014, s2019-1008_1.</p>	<p>Bij OSP mast 1025, s2019-1008_6.</p>	<p>Bij mast 1045, s166.S01 n.v.t. OSP</p>

		
<p>Bij OSP mast 1051, s2019-1008_11.</p>	<p>Bij OSP mast 1066, s2019-1008_12.</p>	<p>Bij mast 1087, s1008_17 n.v.t. OSP.</p>
		
<p>Bij OSP masten 1098/99, s1008_20.</p>	<p>Bij OSP mast 1114, s2019-1008_21.</p>	<p>Bij mast 1117, s240.S04 n.v.t. OSP.</p>

		
<p>Bij mast 1128, s251.S01 n.v.t. OSP.</p>	<p>Bij OSP mast 1147, s2019-1008_29.</p>	<p>Bij OSP mast 1153, s283.S02.</p>
		
<p>Bij OSP masten 1167/68, s1008_35.</p>	<p>Bij mast 1188, s312.S03 n.v.t. OSP.</p>	<p>Bij mast 1204, nr. 2019-1008_43.</p>

Voor het bepalen van de draagkracht van de palen maakt DNV gebruik van de sonderingen die beschikbaar zijn gesteld. Deze worden ingelezen in Technosoft paalfunderingen en daarmee wordt de grondopbouw laag per laag opnieuw bepaald ter plaatse van de sondering. Deze kan afwijken van het geotechnisch lengteprofiel.

2.9 Uitgangspunten geotechniek

2.9.1 Paalklassefactoren paaltypes

In Tabel 7 zijn de paalklassefactoren van de paaltypes uit deze rapportage op basis van NEN-EN 1997-1 samengevat waarmee de berekeningen worden uitgevoerd. Alle nieuwe palen worden uitgevoerd met een schroef-injectiepaal, omdat deze trillingsarm kan worden aangebracht en er weinig werkhoogte is benodigd. Indien een SI Ø323/450 niet voldoet wordt met een SI Ø508/670 gedimensioneerd.

Tabel 7 Paalklassefactoren nieuwe funderingen

SI Ø323/450	
Paalttype	Schroefinjectiepaal
Diameter stalen buis (m)	0,323
Diameter in berekening (m) ¹	0,387
Factor α_s	0,009
Factor α_t	0,009
Factor α_p	0,63
Factor β	1,0

2.9.2 Kleef cohesieve lagen

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

2.9.3 Correlatiefactoren

De correlatiefactoren ksi_3 en ksi_4 worden toegepast bij de bepaling van de karakteristieke weerstand van een paal. De waarden zijn afhankelijk van de aard van de constructie en het aantal beschikbare sonderingen. De correlatiefactoren zijn ontleend aan NEN-EN 1997-1:2016, bijlage A, tabel 10. Fundaties met één paal per hoekpunt, zoals tweepaalspoeren van de OSP, vallen onder "niet-stijf" met factoren volgens Tabel 8. Het aantal sonderingen dat wordt gebruikt hangt af van het dekkingsbereik van de sonderingen voor een van de vier hoekpunten. Voor het DO, waarin nog geen volledig grondonderzoek beschikbaar is, wordt uitgegaan van een dekkingsbereik per hoekpunt van één sondering.

Tabel 8 Correlatiefactoren niet-stijf bouwwerk

Aantal sonderingen	1	2	3	4
ksi_3	1,39	1,32	1,30	1,28
ksi_4	1,39	1,32	1,30	1,03

Fundaties met meer dan twee palen per hoekpunt in een blokpoer, zoals de vierpaalspoeren van de OSP, worden als "stijf bouwwerk" beschouwd, met correlatiefactoren volgens **Error! Reference source not found.** Ook hier wordt uitgegaan van één sondering, dus 1,26 voor zowel ksi_3 als ksi_4 .

Tabel 9 Correlatiefactoren stijf bouwwerk

Aantal sonderingen	1	2	3	4
ksi_3	1,26	1,20	1,18	1,17
ksi_4	1,26	0,96	0,94	0,93

¹ Uitgangspunt voor de nieuwe palen met groutomhulling is in de berekening de halve dikte van de groutschil

2.9.4 Materiaalfactor $\gamma_{m,var,qc}$

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

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

Voor Moldau hoekmasten is volgens het uitgangspuntenrapport een waarde van 1,25 van toepassing. Voor Moldau steunmasten met variatie waarbij de maximale drukbelasting minimaal gelijk is aan de trekbelasting levert de formule de waarde van 1,50 op.

Voor de masten van de stijpunten waarbij de op belastingrichting één kant op is, kan worden uitgegaan van een variatie tussen maximale trekbelasting en geringe trekbelasting. Dit levert een waarde van 1,25 op. Deze waarde zal worden gebruikt voor de vierpaalspoeren. Voor de tweepaalspoeren is met 1,50 gerekend.

2.9.5 Staaldikte funderingspalen

Voor het dimensioneren van stalen palen dient volgens TenneT-specificatie 04.009 rekening te worden gehouden met afname van staaldikte op basis van NEN 1993-5. Dit komt overeen met de CUR-aanbeveling 166 voor damwanden. Op dit moment is nog geen milieukundig onderzoek beschikbaar waaruit de agressiviteit of zuurtegraad van het grondwater (pH-waarde) kan worden afgeleid. De invloed van het zoutgehalte in het grondwater is gering². Er moet uitgegaan worden van 100 jaar ontwerplevensduur.

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

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

Figuur 2 Tabel 9.2 uit CUR 166

Voor het DO wordt uitgegaan van zure grond en minimaal 12,5 mm dikte. Met de gereduceerde dikte van 12,5-3,25=9,25 mm is gerekend. Omdat deze buisdikte niet voorkomt is met dikte 8 mm gerekend.

De aanwezigheid van zwerfstromen betekent een risico op snellere corrosie. In de nabijheid van stations is dit risico het grootst. Als mitigerende maatregel kan de buispaal geheel met gewapend beton worden gevuld zodat ook na corrosie van de stalen paal voldoende sterkte aanwezig blijft.

² Deltares, rapport 1209030, Corrosie van stalen damwandplanken in de grond;

2.9.6 Horizontale bedding

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

Tabel 10 Aan te houden waarden voor grondbeddingen en schelffactoren

Grond	k_n	schelffactor	passieve druk
	[kN/m ³]	[-]	[-]
Veen	1500	1,2	2
Klei	3000	1,3	2
Zand	15000	2,0	3

Volgens NEN-EN 50341-2-15:2019 art. 8.2. NL.4 moet het effect van variatie van bedding op de krachtsverdeling worden beschouwd. De twee berekeningen per Axis model worden uitgevoerd met een lage veerwaarde (k uit de tabel gedeeld door $\sqrt{2}$) en met een hoge veerwaarde (k uit de tabel maal $\sqrt{2}$).

De reactie van de grondbedding op palen en poeren is gelimiteerd tot de grenswaarde van de maximale passieve gronddruk die zich kan ontwikkelen afhankelijk van de diepte. De bedding van de balk is daarbij nog gelimiteerd tot 50% van deze bedding. Voor de plaat is die weggelaten.

In de bijlage wordt verder ingegaan op de gehanteerde waarden in de berekening.

2.9.7 Verticale bedding

In de berekening van de tweepaalspoeren is een starre steun gehanteerd onder aan de palen. De verticale bedding van de paalpunt heeft geen invloed op de krachtsverdeling indien deze voor beide palen gelijk zijn.

In de berekening van de vierpaalspoeren heeft de verticale bedding van de paalpunt invloed op de krachtsverdeling. In de berekening is de invloed meegenomen van de verticale stijfheid. Er is gebruikt gemaakt van de empirische waarde 1×10^5 kN/m.

3 FUNDATIES COMPONENTEN OPSTIJGPUNTEN

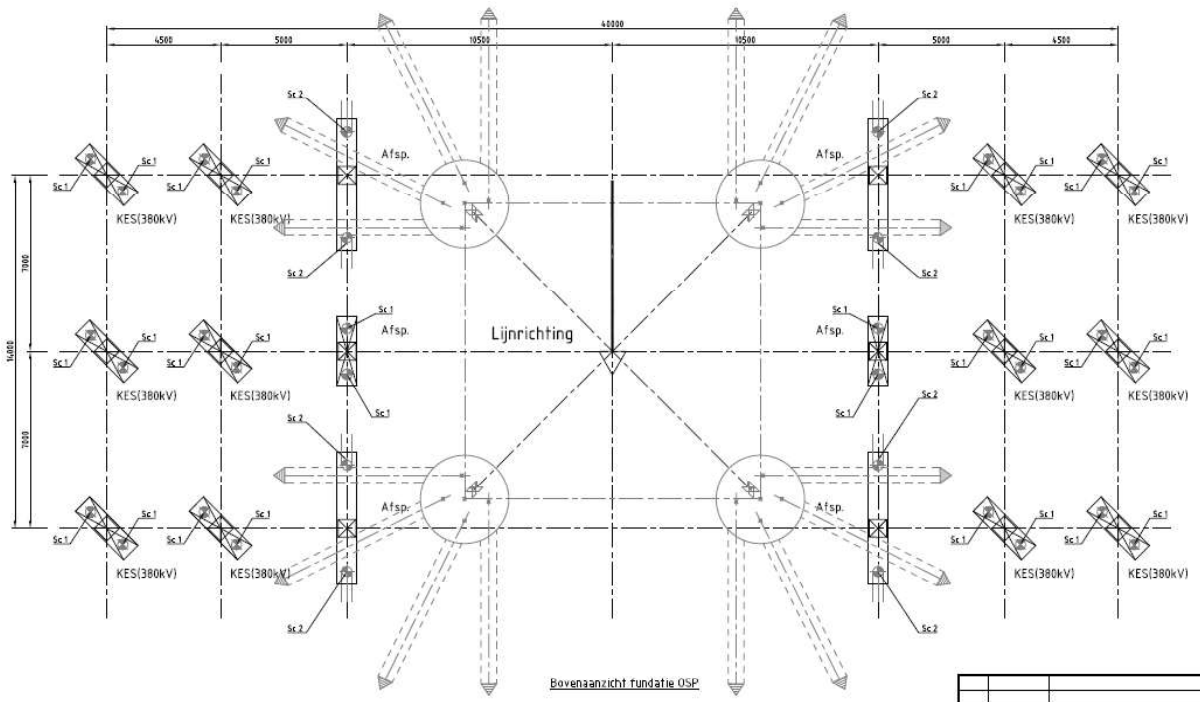
3.1 Inleiding

De opzet van de opstijgpunten verschilt bij de twaalf locaties. Er zijn in de basis drie componenten aanwezig: de grondafspanning (GRA) of bundelafspanning (BUA) voor de isolator, de kabeleindsluiting (KES) en de overspanningsafleider (OSA). Alle poeren, zowel balken als platen, hebben een hoogte van 1 m en liggen met de bovenzijde boven maaiveld. De betonnen balken worden geplaatst op twee funderingspalen en de platen op vier. In de poeren zijn ankers opgenomen waarop de component wordt geplaatst.

De tweepaalspoeren OSA 150 (deze zijn optioneel) hebben een breedte van 0,75 m, de KES 150 (geometrie 1 symmetrisch en 2 met een overstek) hebben een breedte van 0,85 m, de GRA 150 (berekend voor zowel sondering 20 als 21) hebben een breedte van 0,75 m, de OSA 380 hebben een breedte van 0,75 m, de KES 380 hebben een breedte van 0,90 m en de GRA 380 (geometrie 1 symmetrisch en 2 asymmetrisch) hebben ook een breedte van 0,75 m.

3.2 EA-3_so

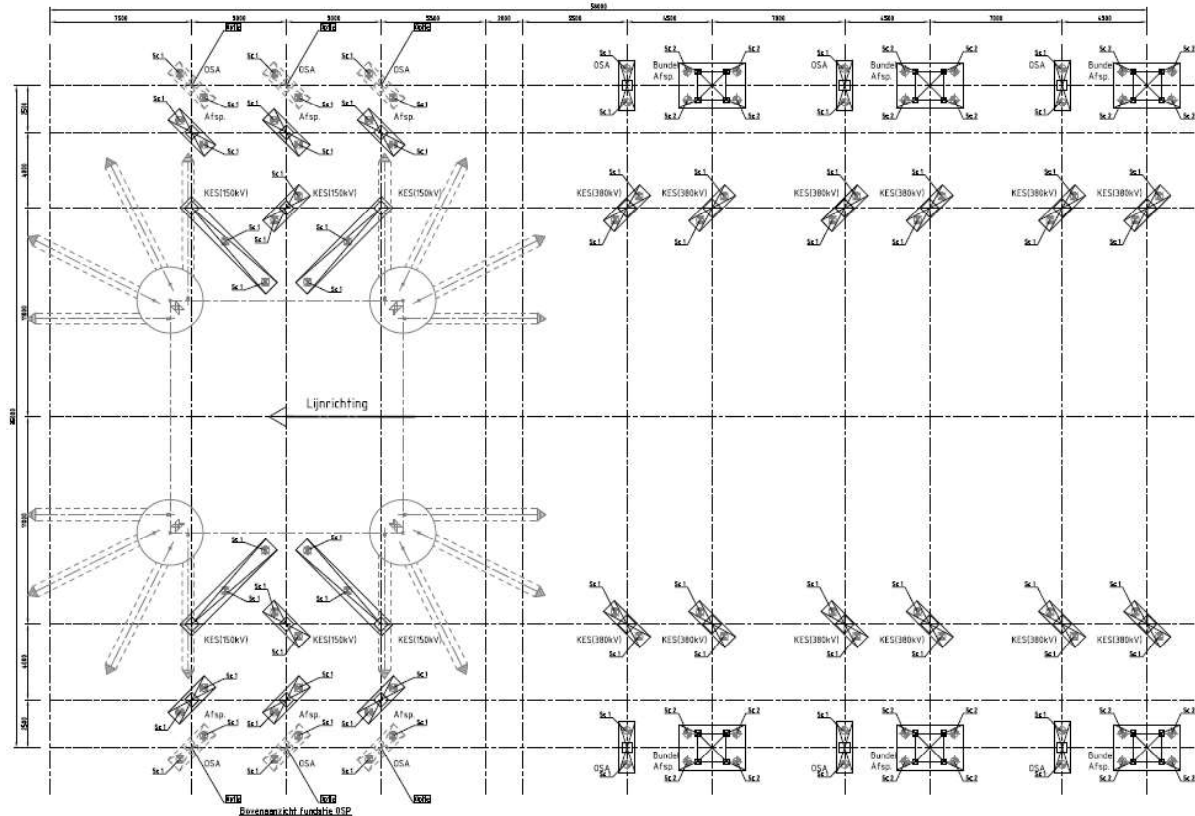
Bij EA-3_so (mast 1014) komen de volgende types componenten voor namelijk KES 380 en GRA 380 (GRA met twee typen geometrie). Vanwege de schuine palen van de mast hebben de balken van de GRA 380 ook een langere versie waarbij de palen verder uit elkaar staan en beiden schoor staat met schoorstand 10 op 1. Dan worden de funderingspalen van de GRA 380 niet tegen die van de mast geschroefd. De scheefstand en positie is zodanig dat bij de dichtste nadering een afstand van tenminste driemaal de diameter van de grootste paal wordt bereikt tussen de palenschachten (circa 2 m). Zie Appendix B voor verdere toelichting.



Figuur 3 Overzicht van OSP masttype EA-3_so

3.3 EA-3_co

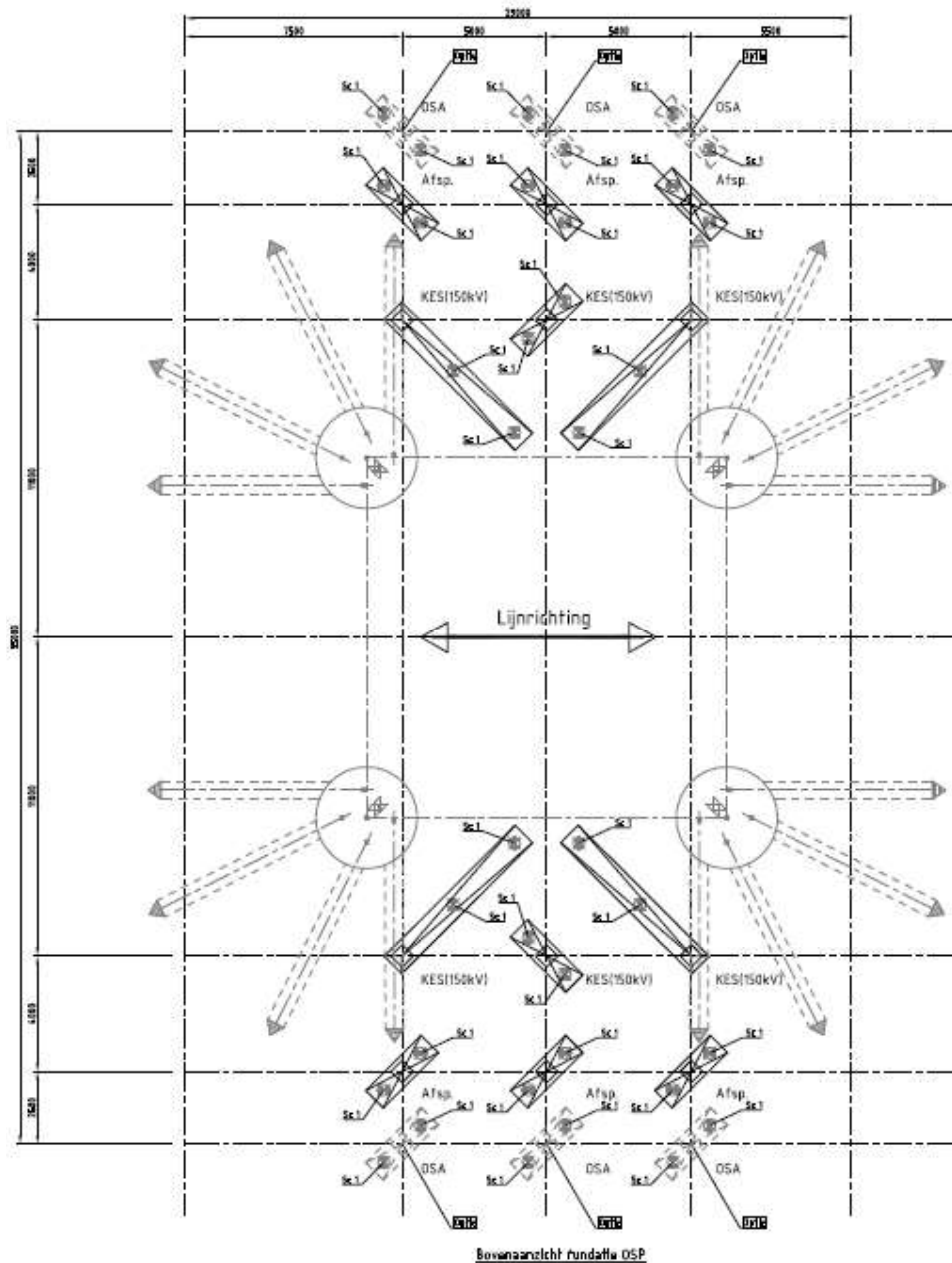
Bij EA-3_co (mast 1025) komen de volgende types componenten voor namelijk OSA150 (optioneel), KES 150 (twee typen geometrie), GRA 150, OSA 380, KES 380 en BUA 380. Vanwege de schuine palen van de mast hebben de balken van de KES 150 ook een langere versie waarbij de balk voorzien is van een overstek. Dan worden de funderingspalen van de KES 150 niet tegen die van de mast geschroefd. De palen onder de plaat waar de BUA 380 op staat zijn diagonaal schoor gezet met een helling 10 op 1 om meer op trek en druk belast te worden dan op buiging.



Figuur 4 Overzicht van OSP EA-3/co

3.4 HA+0_ci

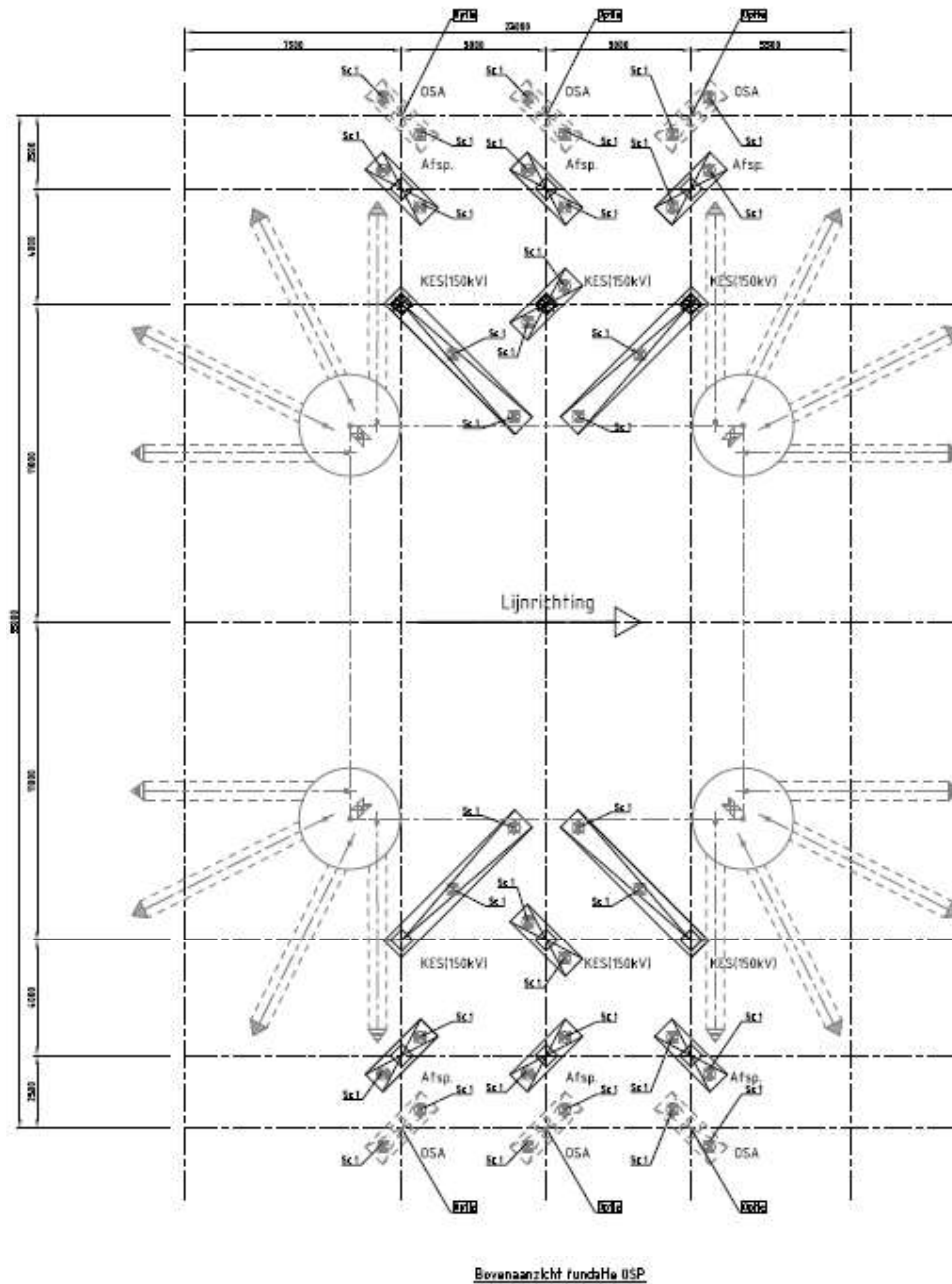
Bij HA+0_ci (mast 1051,1066,1098,1099, 1147, 1153, 1167, 1168 en 1204) komen de volgende types componenten voor namelijk OSA150 (optioneel), KES 150 (twee typen geometrie) en GRA 150. Vanwege de schuine palen van de mast hebben de balken van de KES 150 ook een langere versie waarbij de balk voorzien is van een overstek. Dan worden de funderingspalen van de KES 150 niet tegen die van de mast geschroefd.



Figuur 5 Overzicht van OSP masttype HA+0_ci

3.5 HA+3_ca

Bij HA+3_ca (mast 1114) komen de volgende types componenten voor namelijk OSA150 (optioneel), KES 150 (twee typen geometrie) en GRA 150 (met een andere belasting dan bij type HA+0_ci). Vanwege de schuine palen van de mast hebben de balken van de KES 150 ook een langere versie waarbij de balk voorzien is van een overstek. Dan worden de funderingspalen van de KES 150 niet tegen die van de mast geschroefd.



Figuur 6 Overzicht van OSP masttype HA+3_ca

4 TOETSING NIEUWE FUNDATIES OPSTIJGPUNT

4.1 Aanpak

De fundering wordt gecontroleerd op de volgende aspecten:

- De toetsing van de betonnen balken en plaat op buiging, dwarskracht en torsie
- De toetsing van de palen op buiging en normaalkracht. En op de verplaatsing in SLS conditie.
- Het geotechnisch draagvermogen van de palen op trek en druk.

In rapportage 002.678.00 0935998, DNV rapport 21-0966, zijn belastingen bepaald vanuit de componenten op de fundatie.

De toetsing van de balk en palen op buiging is uitgevoerd met het programma AxisVM. De geotechnische draagkracht wordt met TS/Paalfunderingen uitgevoerd, zie **Error! Reference source not found.**

4.2 Resultaten

De berekeningen zijn opgenomen in Appendix B. In Tabel 11 zijn de resultaten samengevat over alle onderzochte balk- en poertypes. De buigspanning in de paal voldoet. De verplaatsing en rotatie als gevolg van de kortsluitbelasting en windbelasting voldoet. De hoofdwapening in de balk is passend bij de betreffende balkafmeting. Naast de hoofdwapening moet nog rekening worden gehouden met wapening in de zijvlakken voor wringing en wapening voor het inleiden van de krachten in de palen.

Tabel 11 Samenvatting resultaten toetsing opstijpunten

	Berekend	Toelaatbaar		
Spanningsniveau buispaal	65	355 N/mm ²	0,18	OK osp10
Max. u.c. paalbelasting druk	177	313 kN	0,57	OK osp10
Max. u.c. paalbelasting trek	158	334	0,47	OK osp10
Verplaatsing phi-r	0,0013	0,0020	0,65	OK osp10
Hoofdwapening balk	8Ø16			
Beugelwapening balk	Ø10-200			

De palen worden voornamelijk op druk belast. In Tabel 12 zijn de resultaten opgenomen voor druk en in Tabel 13 voor trek. Per opstijpunt zijn de maximale reacties over alle balken en poeren genomen. Uit de tabel blijkt dat de palen voldoen. Op het moment dat nieuwe sonderingen uitgevoerd zijn, kan het paalpuntniveau definitief worden bepaald.

Tabel 12 Toetsing palen opstijpunten op druk

Mast	Masttype	Component OSP	Paaltype	F _{Ed} [kN]	Paalpunt niveau (t.o.v. N.A.P.)	F _{R,d,druk} [kN]	U.C.
1014	EA-3_so	KES 380 geom.5	SI-paal 323/450	78	-13	404	0,19
1025 2pp	EA-3_co	KES 150 geom.2.2	SI-paal 323/450	177	0	604	0,29
1025 4pp	EA-3_co	BUA 380 geom.7	SI-paal 323/450	241	0	671	0,36
1051	HA+0_ci	KES 150 geom.2.2	SI-paal 323/450	177	-13	517	0,34
1066	HA+0_ci	KES 150 geom.2.2	SI-paal 323/450	177	-4,5	1185	0,15
1098/1099	HA+0_ci	KES 150 geom.2.2	SI-paal 323/450	177	-7,5	313	0,57
1114	HA+3_ca	KES 150 geom.2.2	SI-paal 323/450	177	-7,5	364	0,49
1147	HA+0_ci	KES 150 geom.2.2	SI-paal 323/450	177	-7,5	886	0,20
1153	HA+0_ci	KES 150 geom.2.2	SI-paal 323/450	177	-7,5	607	0,29
1167/1168	HA+0_ci	KES 150 geom.2.2	SI-paal 323/450	177	-7,5	563	0,31
1204	HA+0_ci	KES 150 geom.2.2	SI-paal 323/450	177	+2	686	0,26

Tabel 13 Toetsing palen opstijgpunten op trek

Mast	Masttype	Component OSP	Paaltype	F _{Ed} [kN]	Paalpunt		U.C.
					niveau (t.o.v. N.A.P.)	F _{R,d,trek} [kN]	
1014	EA-3_so	GRA 380 geom.6.1	SI-paal 323/450	19	-13	166	0,11
1025 2pp	EA-3_co	KES 150 geom.2.2	SI-paal 323/450	10	0	272	0,06
1025 4pp	EA-3_co	BUA 380 geom.7	SI-paal 323/450	158	0	334	0,47
1051	HA+0_ci	KES 150 geom.2.2	SI-paal 323/450	10	-13	248	0,06
1066	HA+0_ci	KES 150 geom.2.2	SI-paal 323/450	10	-4,5	359	0,04
1098/1099	HA+0_ci	KES 150 geom.2.2	SI-paal 323/450	10	-7,5	97	0,16
1114	HA+3_ca	KES 150 geom.2.2	SI-paal 323/450	10	-7,5	159	0,10
1147	HA+0_ci	KES 150 geom.2.2	SI-paal 323/450	10	-7,5	249	0,06
1153	HA+0_ci	KES 150 geom.2.2	SI-paal 323/450	10	-7,5	198	0,08
1167/1168	HA+0_ci	KES 150 geom.2.2	SI-paal 323/450	10	-7,5	192	0,08
1204	HA+0_ci	KES 150 geom.2.2	SI-paal 323/450	10	+2	327	0,05

Druk is maatgevend. De OSP palen bij de masten 1014 en 1051 (sonderingen 1 en 11) zijn met zodanige lengte uitgevoerd dat de punt in een zandlaag staat.

5 CONCLUSIE

Deze rapportage bevat de beschrijving van het constructieve ontwerp van de fundaties van de nieuwe opstijgpunten in nieuwe 150 en 380 kV-lijnen (OSP) en de toetsing aan de eisen uit de geotechnische normen en TenneT-specificaties. Het gaat om de opstijgpunten bij de nieuwe masten met mastnummers 1014, 1025, 1051, 1066, 1098, 1099, 1114, 1147, 1153, 1167, 1168 en 1204.

De fundaties van de opstijgpunten bestaan uit verschillende typen betonnen poeren, balken met twee palen of platen met vier palen.

Deze balken en platen worden op buiging en wringing belast door de krachten vanuit de componenten en de afloper. De palen dragen de belastingen uit de balken en platen af via buiging en door druk. De palen, balken en platen zijn getoetst en voldoen. Er worden schroefinjectiepalen gebruikt.

De berekeningen zijn gebaseerd op bestaande sonderingen of op sonderingen in de nabijheid van de locatie. In de UO-fase moeten nieuwe sonderingen bij iedere locatie worden uitgevoerd om de definitieve berekeningen te kunnen maken.



APPENDIX A

Berekening fundatie van de opstijgpunten

Deze Appendix bevat de resultaten van de berekening van de paal draagvermogen.

- Nieuwe palen opstijgpunten op trek.
- Nieuwe palen opstijgpunten op druk.

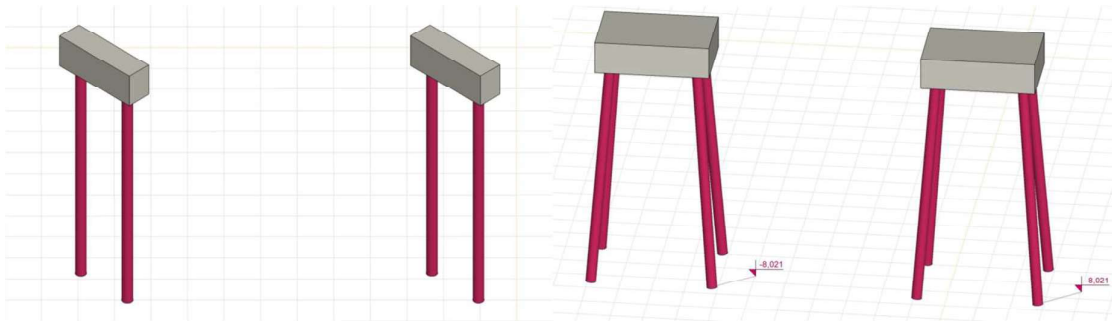
APPENDIX B

Berekening fundatie van de opstijpunten

In deze Appendix is het rekenmodel van de fundatiebalken van de opstijpunten opgenomen.

Schematisering

De poerconstructies worden geschematiseerd als betonbalken of een plaat met ondersteuning in de vorm van elastisch ondersteunde palen. De belasting grijpt aan in x- en y- en z-richting op het niveau van de poeren. Het programma AxisVM is gebruikt voor de berekening. Het model van één van de negen fundatietypes met balken (OSA 150 als voorbeeld) is in Figuur 7 weergegeven, ernaast het model voor de plaat (BUA 380).



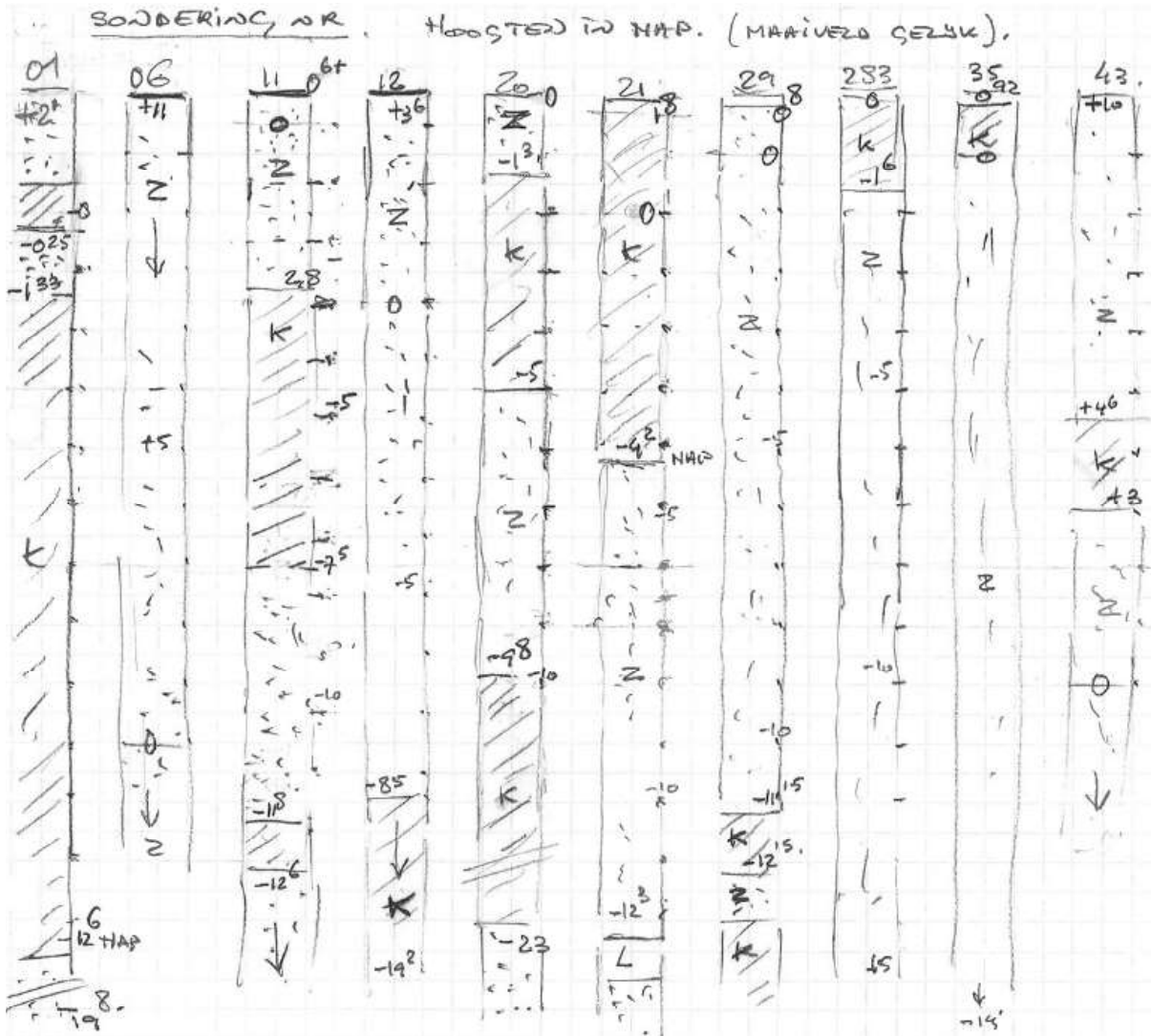
Figuur 7 Rekenmodellen tweepaalspoeren en vierpaalspoer

In Tabel 14 zijn de uitgangspunten gegeven voor de beddingen tegen de palen. Volgens NEN-EN 50341-2-15:2019 art. 8.2. NL.4 moet het effect van variatie van bedding op de krachtsverdeling worden beschouwd. De twee berekeningen per Axis model worden uitgevoerd met een lage veerwaarde (k uit de tabel gedeeld door $\sqrt{2}$) en met een hoge veerwaarde (k uit de tabel maal $\sqrt{2}$).

Tabel 14 Beddingwaarden

Paal	Grond	k_h [kN/m ³]	schelp [-]	Diameter [m]	Gem. [kN/m]	Laag [kN/m]	Hoog [kN/m]
Ø323/450	Veen	1500	1,2	0,323	581	411	822
	Klei	3000	1,3	0,323	1260	891	1781
	Zand	15000	2,0	0,387	11595	8199	16398
Balk	Veen	1500	1	1,00	1500	1061	2121
	Klei	3000	1	1,00	3000	2121	4243
	Zand	15000	1	1,00	15000	10607	21213

De volgende bodemprofielen in Figuur 8 zijn vereenvoudigd afgeleid per sondering uit de resultaten van Technosoft software. Deze zijn naast elkaar gezet waarbij het maaiveld gelijk is gehouden. Daarbij staat voor de bovenste lagen "k" voor klei en "z" voor zand. De hoogten in N.A.P. staan erbij vermeld. Doel van deze schets is om in één oogopslag te kunnen zien welke sondering de grootste horizontale verplaatsing van de bovenste lagen geeft. Deze wordt gebruikt voor het doorrekenen met AxisVM van een type OSP die op meerdere plaatsen voorkomt. Bij de sondering met de zwakste tegendruk wordt de grootste verplaatsing of rotatie bereikt. Als die na berekening met AxisVM te groot is kan voor een groter paalttype gekozen worden of voor meer palen. Ook kunnen de vergelijkingsspanningen te hoog worden in de palen.



Figuur 8 Grondopbouw afgeleid uit sonderingen

In Tabel 15 staat het overzicht van de sonderingen met bijbehorende masten en van de bijbehorende OSP's met tweepaalspoeren en de vierpaalspoer. Er zijn zeven verschillende opstijgpunten. Bij de opstijgpunten KES 150 kV en GRA 380 kV komen twee verschillende geometrieën voor. Bij het opstijgpunt GRA 150 kV komen twee verschillende belastinggevallen voor. We komen dan tot tien AxisVM modellen OSP nummers 01 t./m. 10. Sommige OSP nummers komen voor bij verschillende masten en dus bij verschillende sonderingen. Dit is aangegeven met een x. Per AxisVM model wordt één maatgevende sondering gekozen waarmee gerekend wordt. Dit is aangegeven met een xM. Dat is de sondering per OSP nummer die de zwakste tegendruk geeft. Vier sonderingen zijn maatgevend, namelijk de sonderingen 19-1008_1, 6, 20 en 21.

Tabel 15 Overzicht OSP versus sonderingen

OSP doel	geom./b.g.	OSP nr.	Mastnummers															
			1014		1025		1051		1066		1098 & 99 1114		1147		1153		1167 & 68 1204	
			1008_1	1008_6	1008_11	1008_12	1008_20	1008_21	1008_29	283.S02	1008_35	1008_43						
OSA 150 kV optie	geom.1	OSP 01		x	x	x	x	x	xM	x	x	x	x					
KES 150 kV	geom.2.1	OSP 02		x	x	x	x	x	xM	x	x	x	x					
KES 150 kV	geom.2.2	OSP 03		x	x	x	x	x	xM	x	x	x	x					
GRA 150 kV	b.g.3.1	OSP 04		x	x	x	x	xM		x	x	x	x					
GRA 150 kV	b.g.3.2	OSP 05							xM									
OSA 380 kV	geom.4	OSP 06		xM														
KES 380 kV	geom.5	OSP 07	xM	x														
GRA 380 kV	geom.6.1	OSP 08	xM															
GRA 380 kV	geom.6.2	OSP 09	xM															
BUA 380 kV	geom.7	OSP 10		xM														

De reacties van de grondbedding op palen en poeren is gelimiteerd tot de grenswaarde van de maximale passieve gronddruk die zich kan ontwikkelen afhankelijk van de diepte. De reacties van de grondbeddingen op de balken zijn daarbij gelimiteerd tot 50% van de maximale passieve gronddruk om de relatief stijve balk niet teveel te laten afdragen aan de grond(bedding). Voor de plaat is die om dezelfde reden de grondbedding geheel weggelaten.

Over de bovenste meters waar de grootste verplaatsingen optreden, is vanuit die overweging de reactie van de lijnondersteuning aan de paal in de berekening begrensd tot de grenswaarde van de maximale passieve gronddruk. Daarbij is drie meter aangehouden beginnende onder de onderzijden van balken en poeren. We nemen aan dat de grond daar enigszins ontspannen is.

Er is voor het bepalen van de gronddrukken uitgegaan van een volumiek gewicht van 17 kN/m³, met een grondwaterstand van 0,5 m beneden maaiveld.

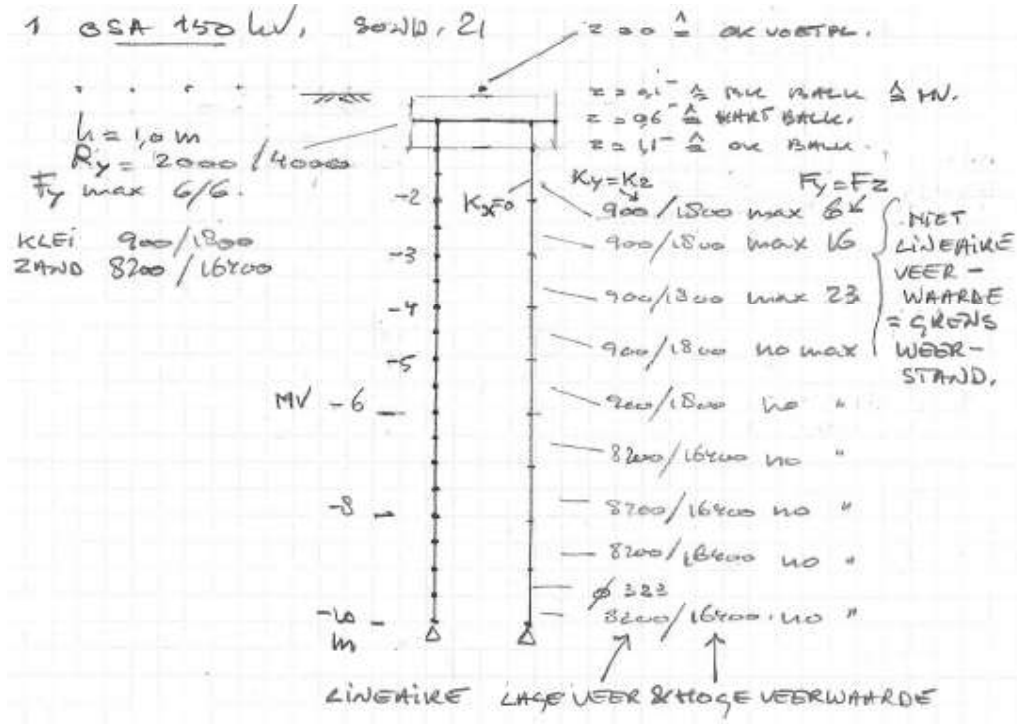
De methode van Bijlage C van NEN 1997-1 is gevolgd. De grenswaarde van de maximale passieve gronddruk is conservatief bepaald met de lage k_{pa} van klei, namelijk 2 kN/m³. In Tabel 16 zijn de maximale grondweerstand samengevat die zijn toegekend aan de elastische ondersteuning van de palen. Toegepast over de bovenste drie meters palen zijn de waarden per meter dus 6, 16 en 23 kN. Voor de paalbreedte geldt dat deze in cohesieve grond gelijk is aan de schachtbreedte. In zand komt daar de halve dikte van het grout bij. Wij rekenen met waarde zand in Technosoft en bij de bepaling van de passieve gronddruk.

Tabel 16 Begrenzing passieve gronddruk

Paal	Grond	Niveau [m]	ρ [kN/m ³]	k_{pa} [kN/m ³]	schelp [-]	Diameter [m]	Max. druk [kN]	Max. druk [kN] 50%
Ø323	Klei	0	0	2	1,3	0,323	0,0	0,0
		-1	12	2	1,3	0,387	6,0	3,0
		-2	19	2	1,3	0,387	15,6	7,8
		-3	26	2	1,3	0,387	22,6	11,3
Balk	Klei	0	0					
		-1	12	2	1	1	12,0	6,0

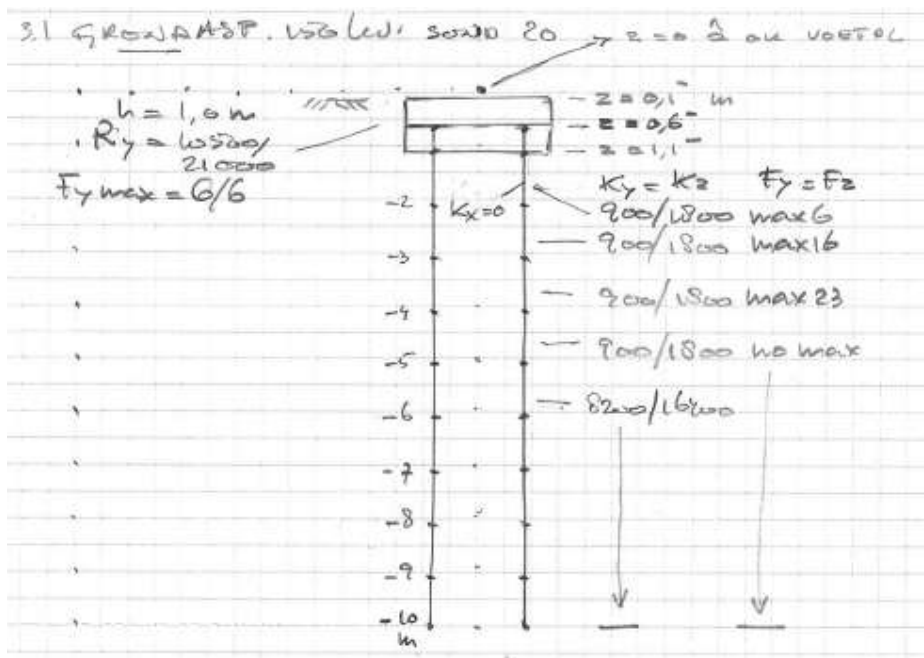
De betonbalken zijn volledig door grond ingebed. Hier is de maximale druk gelimiteerd tot 50% van de maximale passieve gronddruk zoals eerder vermeld, met waarde 6 kN/m.

De Axis modellen lopen tot -8 m door. Dit voldoet aan de minimum verticale lengte van 7 m. In Figuur 9 staat de schematisering van de beddingen op de constructie bij sondering 19-1008_21 gegeven.



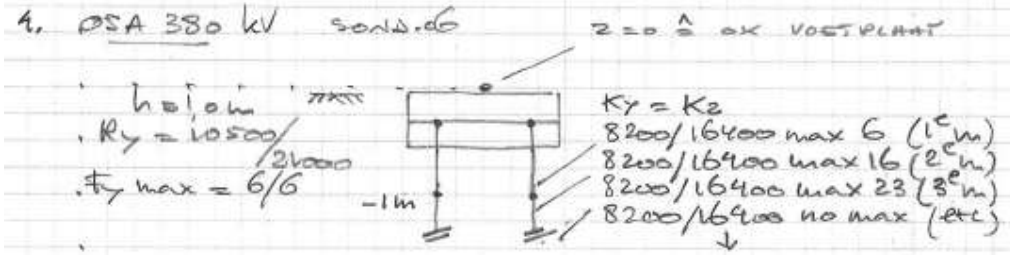
Figuur 9 Beddingen op sondering 2019-1008_21

In Figuur 10 Beddingen op sondering 2019-1008_20 staat de schematisering van de beddingen op de constructie bij sondering 19-1008_20 gegeven.



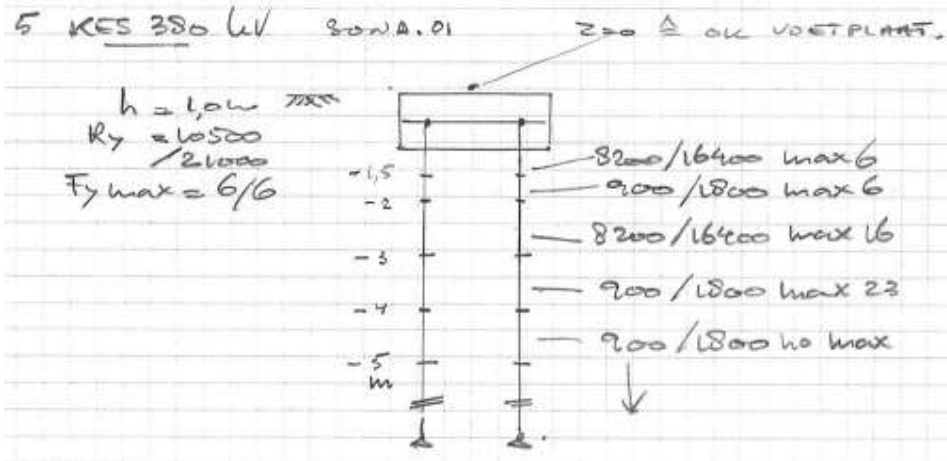
Figuur 10 Beddingen op sondering 2019-1008_20

In Figuur 11 staat de schematisering van de beddingen op de constructie bij sondering 19-1008_6 gegeven.



Figuur 11 Beddingen op sondering 2019-1008_6

In Figuur 12 staat de schematisering van de beddingen op de constructie bij sondering 19-1008_1 gegeven.

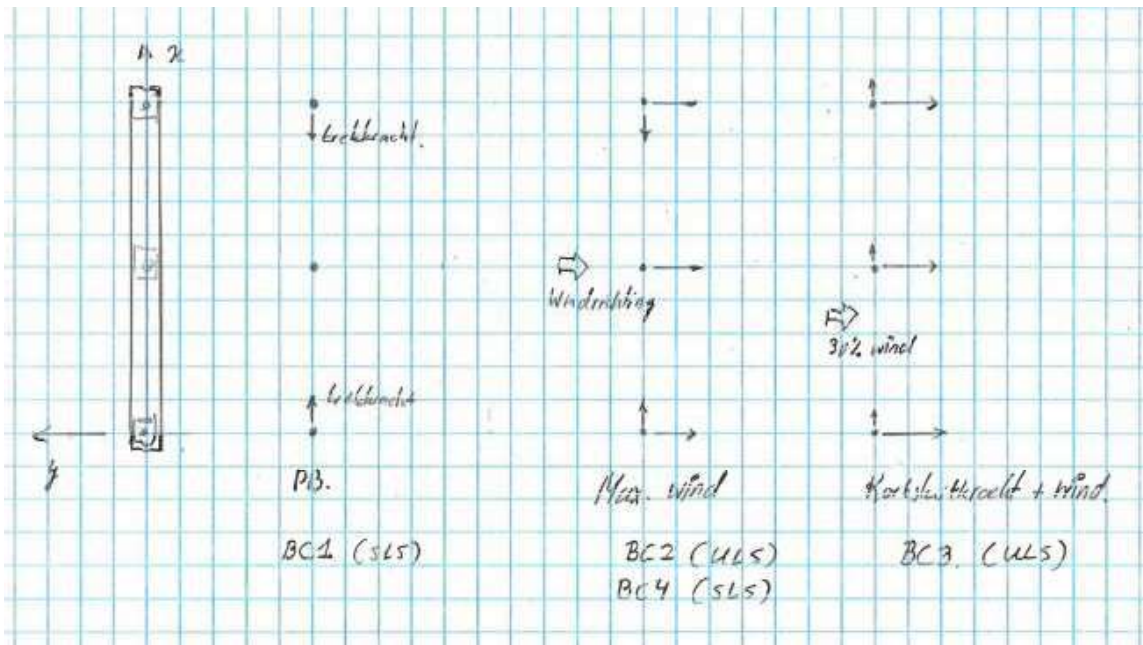


Figuur 12 Beddingen op sondering 2019-1008_1

Belastingen

De belastingen zijn ontleend aan de berekeningen zoals beschreven in 002.678.00 0935998, DNV rapport 21-0966. Er zijn drie belastingcombinaties gerekend, zie Figuur 13:

- permanente belasting (eigen gewicht en EDS-trekkkracht uit geleider). Eigen gewicht van de poeren wordt automatisch meegenomen door het programma. Vanwege extra elementen aan de componenten is 1,5 toeslag gehanteerd;
- maximale windbelasting;
- de combinatie van kortsluitbelasting en gereduceerde windbelasting, richting haaks op of evenwijdig aan de balk;
- De wind belasting als SLS, voor de beoordeling van verplaatsingen.



Figuur 13 Onderzochte belastinggevallen

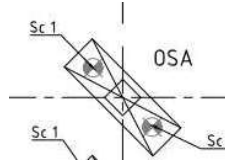
Alle componenten zijn volbelast gerekend. De herkomst van de belastingen worden aangegeven per type OSP (van de tien).

De belastingen van de OSP's zijn zowel opgenomen in de lokale richting van deze component als in de richting van de balk. Dit heeft te maken met de soms 45° gerooteerde opstelling. De balken van OSA 150 en GRA 150 worden daarom in diagonale richting gemodelleerd.

In Tabel 17 tot en met Tabel 24 zijn de belastingen opgenomen.

Tabel 17 Belastingen OSA 150 kV

Masttype HA+0_ci, HA+3_ca en EA-3_co, tek. 1011, 1012 en 1013
Eén poertype

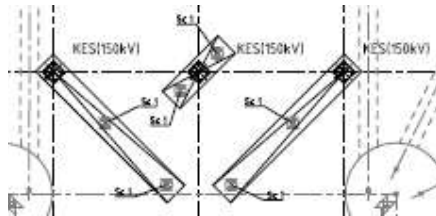


Onderdeel	Belastinggeval	F _x (kN)	F _y (kN)	F _z (kN)	M _x (kNm)	M _y (kNm)
OSA150	Wind ULS	0,8	1,8	-3,1	-3,9	3,4
	Kortsluiting	0,6	7,1	-3,1	-28,8	2,3
	Wind SLS	0,8	1,2	-2,5	-2,6	3,4
	Permanent	0,6	0	-1,7	0	2,3

Herkomst is de berekening van de OSA met AxisVM. De belastingen gelden voor de SLS combinatie pb, en de ULS voor wind en kortsluiting. De belastingen zijn in het orthogonale stelsel, de x-richting is de lijnrichting in de plattegrond. De balk is in diagonale richting gemodelleerd.

Tabel 18 Belastingen KES 150 kV

Masttype HA+0_ci, HA+3_ca en EA-3_co, tek. 1011, 1012 en 1013
Twee poertypes

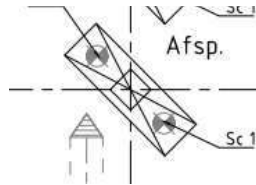


Onderdeel	Belastinggeval	F _x (kN)	F _y (kN)	F _z (kN)	M _x (kNm)	M _y (kNm)
KES (lokaal)	ULS 1a_45	-2,7	-3,5	-15,8	-5,9	-2,3
	ULS_8_45	-5,2	-5,6	-15,8	-19,7	-16,1
	SLS 1a_45	-1,8	-2,4	-13,1	-4,0	-1,4
	SLS_7	0,2	-0,2	-13,4	-0,7	0,6

Dit is het resultaat uit reacties PLS-TOWER. Uitgangspunt is de lokale richting van de balk. De balk wordt in x- en y-richting gemodelleerd.

Tabel 19 Belastingen GRA 150 kV

Masttype HA+0_ci, HA+3_ca en EA-3_co, tek. 1011, 1012 en 1013
Eén poertype



Onderdeel	Belastinggeval	F_x (kN)	F_y (kN)	F_z (kN)
Grondafsp. 150 kV	Permanent	1,1	3	5,0
HA+0_ci	Wind ULS	4,2	8,1	18,4
EA-3_co	Kortsluiting	3,1	8,0	23,6
	Wind SLS	2,9	6,5	14,8

Dit geldt voor alle masten behalve mast 1014 en 1114. Ongunstigste is sondering 20. Gebaseerd op Appendix B mastrapport HA+0_ci, omhullende van R_x , R_y en R_z . De krachten gelden voor het orthogonale assenstelsel, de x-as is de lijnrichting. Balk is diagonaal gemodelleerd.

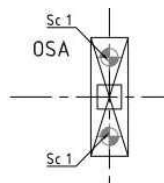
Tabel 20 Belastingen GRA 150 kV (mast 1114)

Onderdeel	Belastinggeval	F_x (kN)	F_y (kN)	F_z (kN)
Grondafsp. 150 kV	Permanent	1,0	2,7	5,0
HA+3_ca	Wind ULS	4,0	8,0	19,6
	Kortsluiting	2,7	7,0	22,8
	Wind SLS	2,9	6,4	14,8

Alleen mast 1114 met sondering 21. Gebaseerd op Appendix B mastrapport HA+3_ca, omhullende van R_x , R_y en R_z . De krachten gelden voor het orthogonale assenstelsel, de x-as is de lijnrichting. Balk dus diagonaal gemodelleerd.

Tabel 21 Belastingen OSA 380 kV

Mast 1025, tek. 1011
Eén poertype



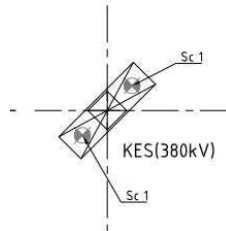
Onderdeel	Belastinggeval	F_x (kN)	F_y (kN)	F_z (kN)	M_x (kNm)	M_y (kNm)
OSA380	Wind ULS	1,9	3,7	-7,3	-14,2	12,6
	Kortsluiting	1,3	9,8	-7,3	-62,5	8,4
	Wind SLS	1,9	2,5	-6,1	9,5	12,6
	Permanent	1,3	0	-6,1	0	8,4

Herkomst is de berekening van de OSA met AxisVM. De belastingen gelden voor de SLS combinatie pb, en de ULS voor wind en kortsluiting. Het max. moment belast de balk op torsie.

Tabel 22 Belastingen KES 380 kV

Mast 1014 en 1025, tek. 1010 en 1011

Eén poertype



Onderdeel	Belastinggeval	F_x (kN)	F_y (kN)	F_z (kN)	M_x (kNm)	M_y (kNm)
KES380 (lokaal)	ULS 8_0	-7,7	-6,9	-25,5	-44,8	-41,4
	ULS 8_90	-6,0	-8,7	-25,5	-49,0	-37,3
	SLS 1a_0	-5,2	-0,6	-21,2	-4,2	-9,6
	SLS 1a_90	0,6	-6,4	-21,2	-18,3	4,0
	SLS 7	0,4	-0,3	-21,2	-2,2	2,2

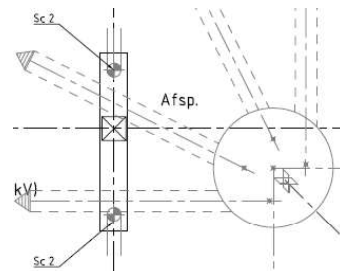
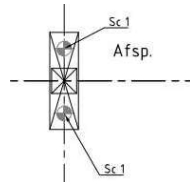
Dit is het resultaat uit reacties PLS-TOWER. Bestand: "OSP KES (380kV) 2.5m - Reacties PLS TOWER v1.4 v3.xlsx".

ULS 8-combinaties zijn dominant voor sterkte. SLS-combinatie is alleen wind relevant, short circuit heeft geen BGT.

SLS 7 is de permanente belasting. Uitgangspunt is de lokale richting van de balk. De balk wordt in x- en y-richting gemodelleerd.

Tabel 23 Belastingen GRA 380 kV

Mast 1014 - tek. 1010



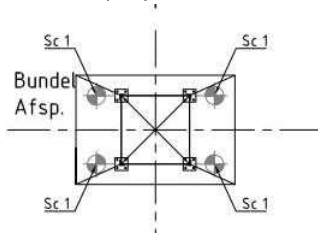
2 poertypes te berekenen

Onderdeel	Belastinggeval	F_x (kN)	F_y (kN)	F_z (kN)
Grondafsp. 380 kV	Permanent	0,7	2,2	10,0
	Wind ULS	6,6	3,8	50,0
	Kortsluiting	0,0	3,2	64,0
	Wind SLS	4,7	3,0	39,4

Gebaseerd op Appendix B mastrapport EA-3_so. Kortsluitbelasting gebaseerd op Appendix 21-0966 of mastrapport EA-3_so. De krachten gelden voor het orthogonale assenstelsel, de x-as is in de balkrichting.

Tabel 24 Belastingen BUA 380 kV

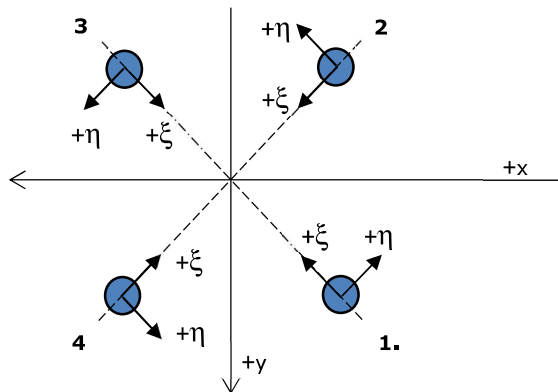
Twee types met verschillende belasting, maar kunnen gelijk genomen worden
Belasting komt uit vier pootjes vanuit de vakwerkkolom



Belastingen op 4-paalspoeren		Belastingen gebaseerd op zwaarst belaste poer			
Stijl	Combinatie	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	
1	ULS 1a_105	0,5	-10,62	122,3	Max Mx, wind UGT
2	ULS 1a_105	34,6	-1,2	256,8	
3	ULS 1a_105	0,4	-13,5	-115,9	
4	ULS 1a_105	30,9	-0,89	-247,8	
1	ULS 1a_135	0,9	-8,55	193,7	Max My, wind UGT
2	ULS 1a_135	44,5	-1,32	302,3	
3	ULS 1a_135	0,6	-10,96	-183,8	
4	ULS 1a_135	41,3	-0,91	-290,7	
1	SLS 1a_105	0,4	-7,08	91,4	Max Mx, wind BGT
2	SLS 1a_105	25,1	-0,8	181,9	
3	SLS 1a_105	0,3	-9,11	-88,3	
4	SLS 1a_105	22,7	-0,66	-177,0	
1	SLS 1a_135	0,6	-5,71	142,2	Max My, wind BGT
2	SLS 1a_135	32,3	-0,89	215,5	
3	SLS 1a_135	0,5	-7,43	-136,3	
4	SLS 1a_135	30,1	-0,68	-208,4	
1	SLS 7	0,2	0	57,3	Permanent
2	SLS 7	11,4	-0,18	59,2	
3	SLS 7	0,2	-0,37	-62,1	
4	SLS 7	11,0	-0,18	-63,9	

Bron: Belastingen op basis berekening PLS-TOWER. Voor ULS en SLS de combinatie opgezocht met max Mx of My en de permanente belasting.

Onderaanzicht van de BUA.



Stijl 1 komt overeen met Axis knopen 80 en 181. Stijl 2 komt overeen met Axis knopen 78 en 179. Stijl 3 komt overeen met Axis knopen 4 en 111. Stijl 4 komt overeen met Axis knopen 38 en 145.

Tabel 25 Belastingcombinaties BUA

Naam	Type	EG (PERM1)	Perm SLS7 (PERM1)	WindULS 1a_105 (VER1)	WindULS 1a_135 (VER1)	WindSLS 1a_105 (VER1)	WindSLS 1a_135 (VER1)
Co #1	UGT	1,20	1,20	0,0	0,0	0,0	0,0
Co #2	UGT	1,35	1,35	0,0	0,0	0,0	0,0
Co #3	UGT	1,2	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0
Co #4	UGT	1,2	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0
Co #5	UGT	0,6	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0
Co #6	UGT	0,6	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0
Co #7	BGT Karakteristiek	1,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0
Co #8	BGT Karakteristiek	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0
Co #9	BGT Quasi-blijvend	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Co #2. De 1,35 combinatie alleen PB.

Co #3 en 4. Combinaties van alle geleiderbelastingen factor 1,0 (zijn al rekenwaarden) met ongunstig effect eigen gewicht balk.

Co #5 en 6. Combinaties van alle geleiderbelastingen factor 1,0 (zijn al rekenwaarden) met gunstig effect eigen gewicht balk inclusief grondwaterdruk.

Co #7 en 8. SLS combinatie alleen eigen gewicht.

Co #9. SLS combinatie, alleen in combinatie wind, niet voor kortsluitbelasting.

Toetsing

De fundering wordt gecontroleerd op de volgende aspecten:

- De buiging, dwarskracht en torsie in de betonnen balk, zijn de krachten opneembaar binnen de gekozen doorsnede en voldoet een indicatief bepaalde wapening.
- De toetsing van de palen op buiging en normaalkracht, voldoen de spanningen;
- Het geotechnisch draagvermogen van de palen op trek en druk;
- de verplaatsing in SLS-conditie. Als eis geldt 1/150 schiefstand, er wordt getoetst aan 1/500 omdat de vervorming van de kolom boven op de vervorming uit de fundatie komt. De uitbuiging onder de kortsluitbelasting hoeft niet te worden getoetst, er is geen schakelende apparatuur.

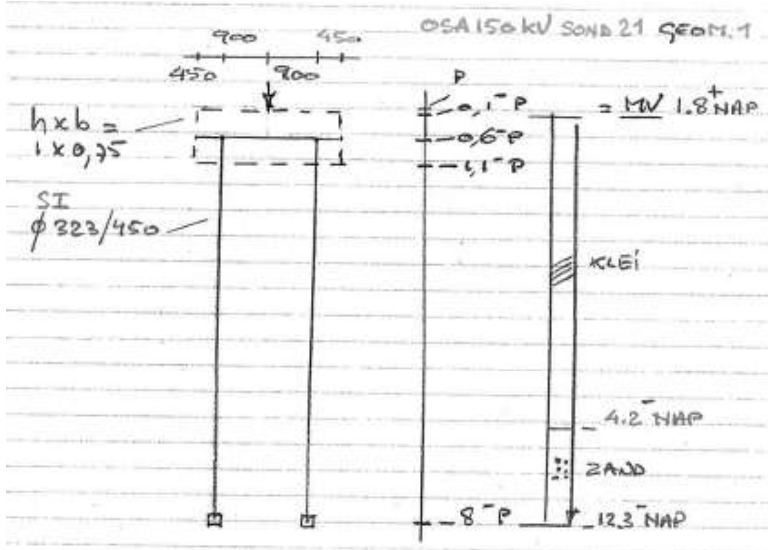
De gronddruk wordt niet getoetst, deze is immers reeds begrensd. Voor de toetsing van de betonconstructie wordt gebruikgemaakt van de DNV-spreadsheet "Beton". De spanning in de palen wordt rechtstreeks in AxisVM beoordeeld. Het draagvermogen van de palen is bepaald met TS/paalfunderingen.

In de volgende paragrafen wordt per OSP de toetsing uitgevoerd.

OSP 01 OSA 150 kV sond 21 geom 1

Schema

De betonbalken zijn groot $b \times h = 750 \times 1000$ mm bij OSP 01 OSA 150 kV sond 21 geom 1. Zie de Figuur 14. Deze constructie komt voor bij de sonderingen 2019-1008-6, -11, -12, -20, -21, -29, -35, -43 en bij 02P001595_283.S02 (die zich tussen -29 en -35 in bevindt op het lengteprofiel). Het grondprofiel met sond 21 is weergegeven ernaast. Dit grondprofiel is voor het Axis model gebruikt omdat daar de zwakste horizontale tegendruk in de bovenste lagen wordt verwacht waardoor de verplaatsing het grootst is aan de paalkop.



Figuur 14 OSP 01 OSA 150 kV sondering 21 geometrie 1

Resultaten

Zie berekening AxisVM voor de doorsnedekrachten in de betonbalk. In Tabel 26 zijn de resultaten van AxisVM samengevat voor de balk. De toetsing van palen is in Tabel 27 opgenomen.

Tabel 26 Resultaten betonbalk OSP 01 OSA 150 kV sond 21 geom 1

Doorsnedekracht	Berekend
$V_{z,Ed}$	38 kN
$V_{y,Ed}$	2 kN
$M_{y,Ed}$	19 kNm
$M_{z,Ed}$	1 kNm
$M_{t,Ed}$	13 kNm

Tabel 27 Resultaten

OSP 01	Berekend	Toelaatbaar	
Spanningsniveau buispaal	27	355 N/mm ²	0,08 OK
Max. paalbelasting druk	47	>313 kN	<0,15 OK
Max. paalbelasting trek	-	-	OK
Verplaatsing phi-x	0,0002	1/500=0,002	0,10 OK
Hoofdwapening balk	8Ø16	kN	
Beugelwapening balk	Ø10-200	kN	

Conclusie: de fundatie voldoet.

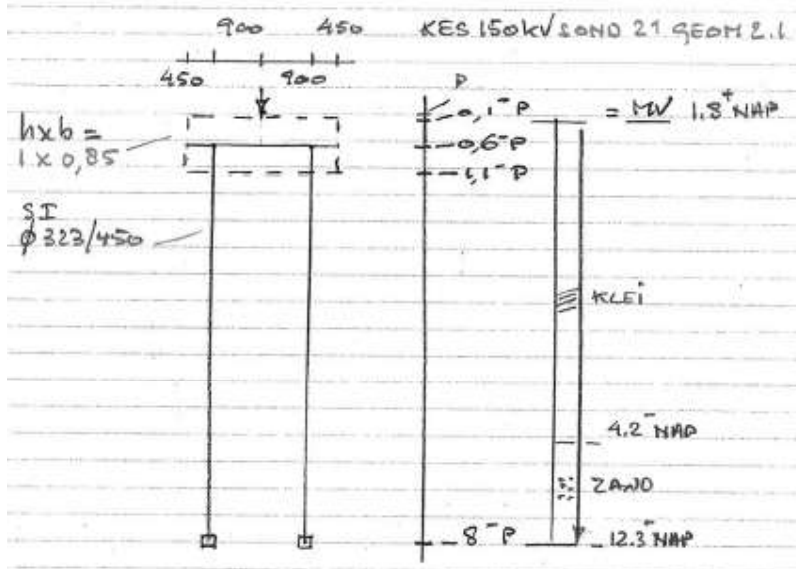
Bijlage: rapport AxisVM OSP 01 OSA 150 kV sond 21 geom 1.

De omhullende van alle toetsingen is in de rapportage opgenomen.

OSP 02 KES 150 kV sond 21 geom 2.1

Schema

De betonbalken zijn groot $b \times h = 850 \times 1000$ mm bij OSP 02 KES 150 kV sond 21 geom 2.1. Zie de Figuur 15. Deze constructie komt voor bij de sonderingen 2019-1008-6, -11, -12, -20, -21, -29, -35, -43 en bij 02P001595_283.S02 (die zich tussen -29 en -35 in bevindt op het lengteprofiel). Het grondprofiel met sond 21 is weergegeven ernaast. Dit grondprofiel is voor het Axis model gebruikt omdat daar de zwakste horizontale tegendruk in de bovenste lagen wordt verwacht waardoor de verplaatsing het grootst is aan de paalkop.



Figuur 15 OSA 02 KES 150 kV sondering 21 geometrie 2.1

Resultaten

Zie berekening AxisVM voor de doorsnedekrachten in de betonbalk. In Tabel 28 zijn de resultaten van AxisVM samengevat voor de balk. De toetsing van palen is in Tabel 29 opgenomen.

Tabel 28 Resultaten betonbalk OSP 02 KES 150 kV sond 21 geom 2.1

Doorsnedekracht	Berekend
$V_{z,Ed}$	46 kN
$V_{y,Ed}$	3 kN
$M_{y,Ed}$	24 kNm
$M_{z,Ed}$	3 kNm
$M_{t,Ed}$	8 kNm

Tabel 29 Resultaten

OSP 02	Berekend	Toelaatbaar		
Spanningsniveau buispaal	21	355 N/mm ²	0,06	OK
Max. paalbelasting druk	57	>313 kN	<0,18	OK
Max. paalbelasting trek	-	-		OK
Verplaatsing phi-x	0,0001	0,0020	0,05	OK
Hoofdwapening balk	8Ø16	kN		
Beugelwapening balk	Ø10-200	kN		

Conclusie: de fundatie voldoet.

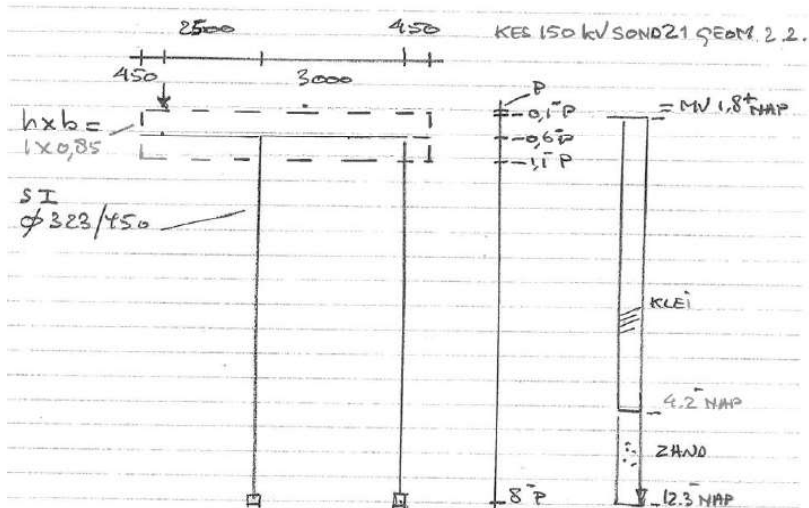
Bijlage: rapport AxisVM OSP 02 KES 150 kV sond 21 geom 2.1.

De omhullende van alle toetsingen is in de rapportage opgenomen.

OSP 03 KES 150 kV sond 21 geom 2.2

Schema

De betonbalken zijn groot $b \times h = 850 \times 1000$ mm bij OSP 03 KES 150 kV sond 21 geom 2.2. Zie de Figuur 16. Deze constructie komt voor bij de sonderingen 2019-1008-6, -11, -12, -20, -21, -29, -35, -43 en bij 02P001595_283.S02 (die zich tussen -29 en -35 in bevindt op het lengteprofiel). Het grondprofiel met sond 21 is weergegeven ernaast. Dit grondprofiel is voor het Axis model gebruikt omdat daar de zwakste horizontale tegendruk in de bovenste lagen wordt verwacht waardoor de verplaatsing het grootst is aan de paalkop.



Figuur 16 OSA 03 KES 150 kV sondering 21 geometrie 2.2

Resultaten

Zie berekening AxisVM voor de doorsnedekrachten in de betonbalk. In Tabel 30 zijn de resultaten van AxisVM samengevat voor de balk. De toetsing van palen is in Tabel 31 opgenomen.

Tabel 30 Resultaten betonbalk OSP 03 KES 150 kV sond 21 geom 2.2

Doorsnedekracht	Belasting
$V_{z,Ed}$	91 kN
$V_{y,Ed}$	4 kN
$M_{y,Ed}$	156 kNm
$M_{z,Ed}$	11 kNm
$M_{t,Ed}$	16 kNm

Bij deze constructie zijn de doorsnedekrachten in de balk het grootst. De doorsnede is getoetst en voorzien van realistische wapening. Een doorsnedecontrole is opgenomen in de bijlage.

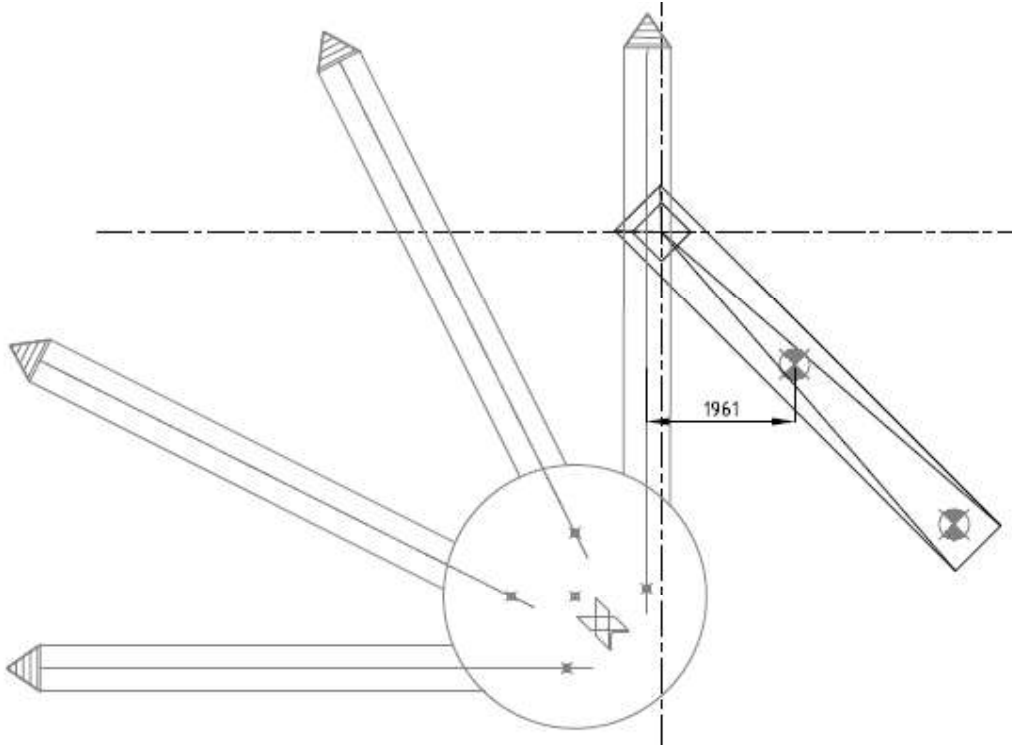
Tabel 31 Resultaten

OSP 03	Berekend	Toelaatbaar			
Spanningsniveau buispaal	36	355 N/mm ²	0,10	OK	
Max. paalbelasting druk	177	>313 kN	<0,57	OK	
Max. paalbelasting trek	16	>97	<0,16	OK	
Verplaatsing phi-x	0,0001	0,0020	0,05	OK	
Hoofdwapening balk	8Ø16				
Beugelwapening balk	Ø10-200				

Conclusie: de fundatie voldoet.

Als uitgangspunt is genomen dat de afstand van de paal dichtbij de schoorpaal van de mast groter is dan drie maal de diameter van de paal. Hart op hart wordt dat vier maal de diameter.

$L = 1961 \text{ mm} > 0,5 \times 450 + 3 \times 670 + 0,5 \times 670 = 1910$. Zie Figuur 17.



Figuur 17 OSP 03 KES 150 kV Toetsing afstand tot schoorpaal mast

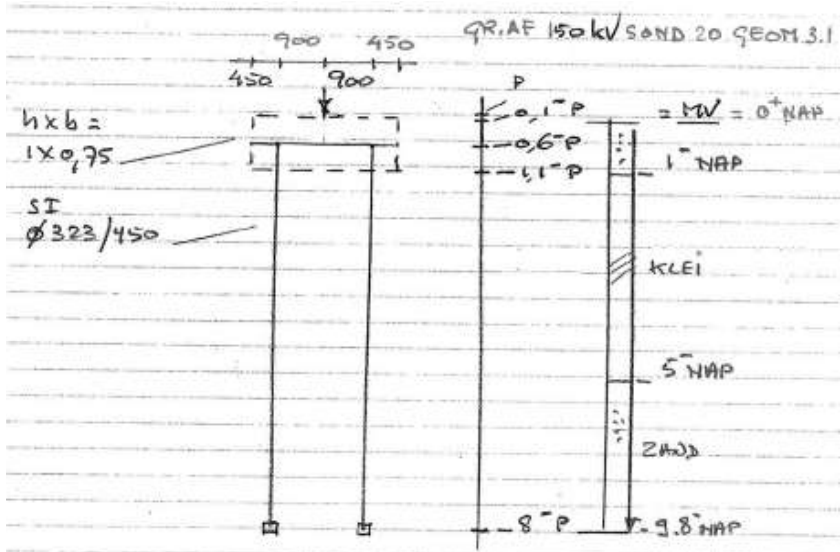
Bijlage: rapport AxisVM OSP 03 KES 150 kV sond 21 geom 2.2.

De omhullende van alle toetsingen is in de rapportage opgenomen.

OSP 04 Grondafspanning 150 kV sond 20 bg 3.1

Schema

De betonbalken zijn groot $b \times h = 750 \times 1000$ mm bij OSP 04 Grondafspanning 150 kV sond 20 bg 3.1. Zie de Figuur 18. Deze constructie met belastinggevallen komt voor bij de sonderingen 2019-1008-6, -11, -12, -20, -29, -35, -43 en bij 02P001595_283.S02 (tussen -29 en -35 op het lengteprofiel). Het grondprofiel met sond 20 is weergegeven ernaast. Dit grondprofiel is voor het Axis model gebruikt omdat daar de zwakste horizontale tegendruk in de bovenste lagen wordt verwacht waardoor de verplaatsing het grootst is aan de paalkop.



Figuur 18 OSP 04 Grondafspanning 150 kV sondering 20 bg 3.1

Resultaten

Zie berekening AxisVM voor de doorsnedekrachten in de betonbalk. In Tabel 32 zijn de resultaten van AxisVM samengevat voor de balk. De toetsing van palen is in Tabel 33 opgenomen.

Tabel 32 Resultaten betonbalk OSP 04 Grondafspanning 150 kV sond 20 bg 3.1

Doorsnedekracht	Berekend
$V_{z,Ed}$	21 kN
$V_{y,Ed}$	4 kN
$M_{y,Ed}$	8 kNm
$M_{z,Ed}$	3 kNm
$M_{t,Ed}$	3 kNm

Tabel 33 Resultaten

OSP 04	Berekend	Toelaatbaar		
Spanningsniveau buispaal	8	355 N/mm ²	0,02	OK
Max. paalbelasting druk	33	>313 kN	<0,11	OK
Max. paalbelasting trek	-	-		OK
Verplaatsing phi-x	0,0002	0,0020	0,10	OK
Hoofdwapening balk	8Ø16	kN		
Beugelwapening balk	Ø10-200	kN		

Conclusie: de fundatie voldoet.

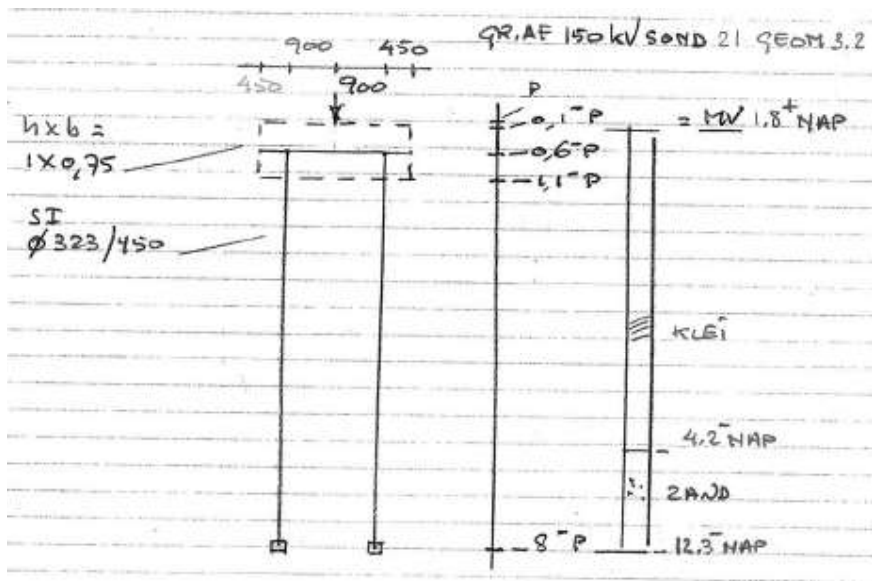
Bijlage: rapport AxisVM OSP 04 Grondafspanning 150 kV sond 20 bg 3.1.

De omhullende van alle toetsingen is in de rapportage opgenomen.

OSP 05 Grondafspanning 150 kV sond 21 bg 3.2

Schema

De betonbalken zijn groot $b \times h = 750 \times 1000$ mm bij OSP 05 Grondafspanning 150 kV sond 21 bg 3.2. Zie de Figuur 19. Deze constructie met afwijkende belastinggevallen t.o.v. geom 3.1. komt alleen voor bij de sondering 2019-1008-21. Het grondprofiel met sond 21 is weergegeven ernaast. Dit grondprofiel is voor het Axis model gebruikt.



Figuur 19 OSP 05 Grondafspanning 150 kV sondering 21 bg 3.2

Resultaten

Zie berekening AxisVM voor de doorsnede krachten in de betonbalk. In Tabel 34 zijn de resultaten van AxisVM samengevat voor de balk. De toetsing van palen is in

Tabel 41 opgenomen.

Tabel 34 Resultaten betonbalk OSP 05 Grondafspanning 150 kV sond 21 bg 3.2

Doorsnede kracht	Berekend
$V_{z,Ed}$	21 kN
$V_{y,Ed}$	4 kN
$M_{y,Ed}$	8 kNm
$M_{z,Ed}$	3 kNm
$M_{t,Ed}$	3 kNm

Tabel 35 Resultaten

OSP 05	Berekend	Toelaatbaar		
Spanningsniveau buispaal	8	355 N/mm ²	0,02	OK
Max. paalbelasting druk	32	364 kN	0,09	OK
Max. paalbelasting trek	-	-		OK
Verplaatsing phi-x	0,0003	0,0020	0,15	OK
Hoofdwapening balk	8Ø16	kN		
Beugelwapening balk	Ø10-200	kN		

Conclusie: de fundatie voldoet.

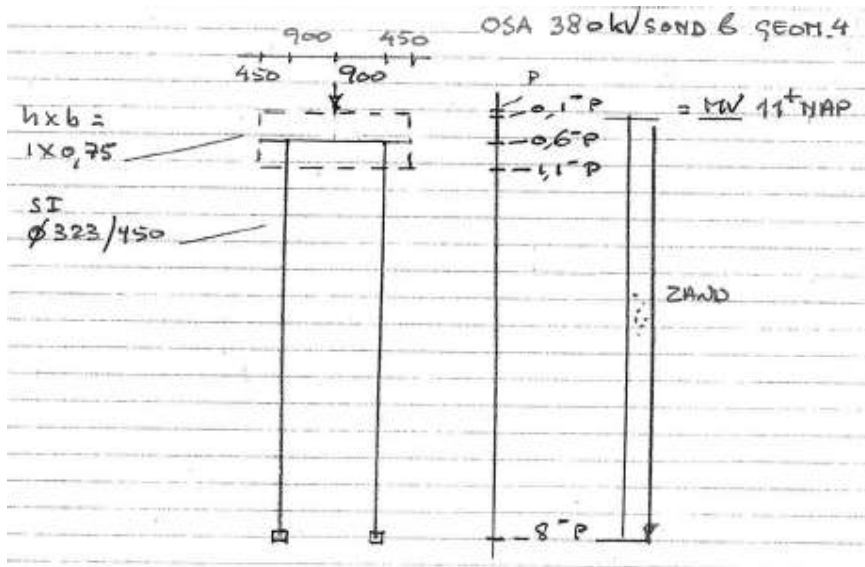
Bijlage: rapport AxisVM OSP 05 Grondafspanning 150 kV sond 21 bg 3.2.

De omhullende van alle toetsingen is in de rapportage opgenomen.

OSP 06 OSA 380 kV sond 06 geom 4

Schema

De betonbalken zijn groot $b \times h = 750 \times 1000$ mm bij OSP 06 OSA 380 kV sond 06 geom 4. Zie de Figuur 20. Deze constructie komt alleen voor bij de sondering 2019-1008-6. Het grondprofiel met sond 6 is weergegeven ernaast. Dit grondprofiel is voor het Axis model gebruikt.



Figuur 20 OSP 06 OSA 380 kV sondering 06 geometrie 4

Resultaten

Zie berekening AxisVM voor de doorsnedekrachten in de betonbalk. In Tabel 36 zijn de resultaten van AxisVM samengevat voor de balk. De toetsing van palen is in Tabel 37 opgenomen.

Tabel 36 Resultaten betonbalk OSP 06 OSA 380 kV sond 06 geom 4

Doorsnedekracht	Berekend
$V_{z,Ed}$	34 kN
$V_{y,Ed}$	4 kN
$M_{y,Ed}$	18 kNm
$M_{z,Ed}$	3 kNm
$M_{t,Ed}$	34 kNm

Tabel 37 Resultaten

OSP 06	Berekend	Toelaatbaar			
Spanningsniveau buispaal	61	355	N/mm ²	0,17	OK
Max. paalbelasting druk	45	604	kN	0,08	OK
Max. paalbelasting trek	-	-			OK
Verplaatsing phi-x	0,0002	0,0020		0,10	OK
Hoofdwapening balk	8Ø16		kN		
Beugelwapening balk	Ø10-200		kN		

Conclusie: de fundatie voldoet.

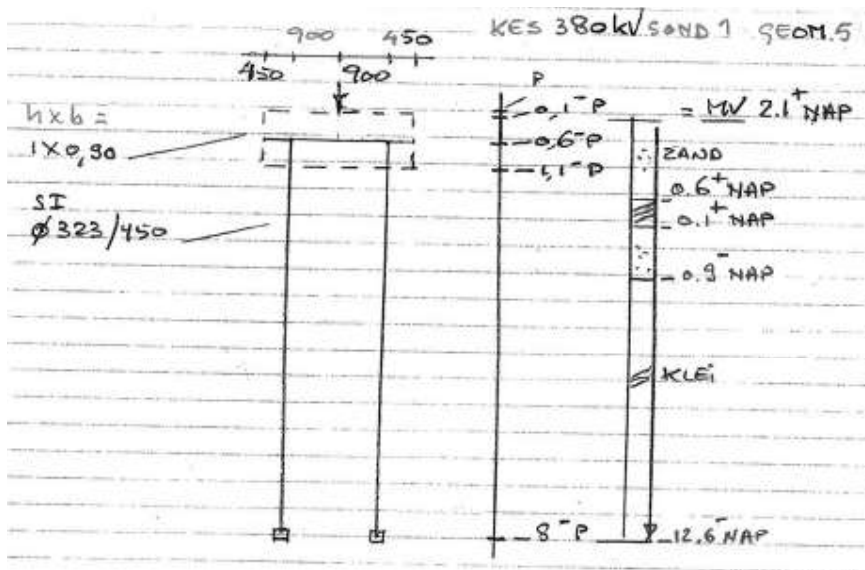
Bijlage: rapport AxisVM OSP 06 OSA 380 kV sond 06 geom 4.

De omhullende van alle toetsingen is in de rapportage opgenomen.

OSP 07 KES 380 kV sond 01 geom 5

Schema

De betonbalken zijn groot $b \times h = 900 \times 1000$ mm bij OSP 07 KES 380 kV sond 01 geom 5. Zie de Figuur 21. Deze constructie komt voor bij de sonderingen 2019-1008-1, en -6. Het grondprofiel met sond 01 is weergegeven ernaast. Dit grondprofiel is voor het Axis model gebruikt omdat daar de zwakste horizontale tegendruk in de bovenste lagen wordt verwacht waardoor de verplaatsing het grootst is aan de paalkop.



Figuur 21 OSP 07 KES 380 kV sondering 01 geometrie 5

Resultaten

Zie berekening AxisVM voor de doorsnedekrachten in de betonbalk. In Tabel 38 zijn de resultaten van AxisVM samengevat voor de balk. De toetsing van palen is in

Tabel 39 opgenomen.

Tabel 38 Resultaten betonbalk OSP 07 KES 380 kV sond 01 geom 5

Doorsnedekracht	Berekend
$V_{z,Ed}$	66 kN
$V_{y,Ed}$	9 kN
$M_{y,Ed}$	42 kNm
$M_{z,Ed}$	5 kNm
$M_{t,Ed}$	22 kNm

Tabel 39 Resultaten

OSP 07	Berekend	Toelaatbaar		
Spanningsniveau buispaal	45	355 N/mm ²	0,13	OK
Max. paalbelasting druk	78	>404 kN	<0,19	OK
Max. paalbelasting trek	-	-		OK
Verplaatsing phi-x	0,0004	0,0020	0,20	OK
Hoofdwapening balk	8Ø16	kN		
Beugelwapening balk	Ø10-200	kN		

Conclusie: de fundatie voldoet.

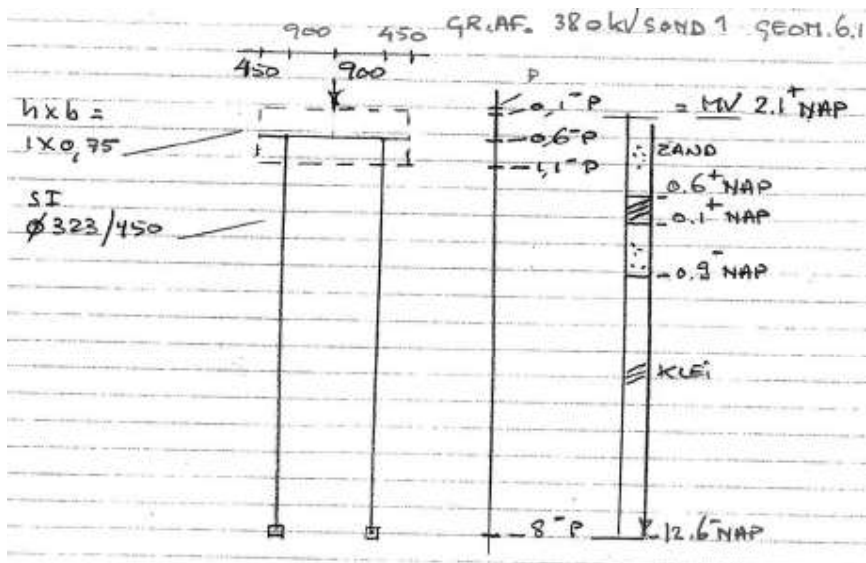
Bijlage: rapport AxisVM OSP 07 KES 380 kV sond 01 geom 5.

De omhullende van alle toetsingen is in de rapportage opgenomen.

OSP 08 Grondafspanning 380 kV sond 01 geom 6.1

Schema

De betonbalken zijn groot $b \times h = 750 \times 1000$ mm bij OSP 08 Grondafspanning 380 kV sond 01 geom 6.1. Zie de Figuur 22. Deze constructie komt alleen voor bij de sondering 2019-1008-1. Het grondprofiel met sond 1 is weergegeven ernaast. Dit grondprofiel is voor het Axis model gebruikt.



Figuur 22 OSP 08 Grondafspanning 380 kV sondering 01 geometrie 6.1

Resultaten

Zie berekening AxisVM voor de doorsnedekrachten in de betonbalk. In Tabel 40 zijn de resultaten van AxisVM samengevat voor de balk. De toetsing van palen is in

Tabel 41 opgenomen.

Tabel 40 Resultaten betonbalk OSP 08 Grondafspanning 380 kV sond 01 geom 6.1

Doorsnedekracht	Berekend
$V_{z,Ed}$	34 kN
$V_{y,Ed}$	2 kN
$M_{y,Ed}$	25 kNm
$M_{z,Ed}$	1 kNm
$M_{t,Ed}$	1 kNm

Tabel 41 Resultaten

OSP 08	Berekend	Toelaatbaar		
Spanningsniveau buispaal	10	355 N/mm ²	0,03	OK
Max. paalbelasting druk	28	404 kN	0,07	OK
Max. paalbelasting trek	19	166	0,11	OK
Verplaatsing phi-x	0,0001	0,0020	0,05	OK
Hoofdwapening balk	8Ø16	kN		
Beugelwapening balk	Ø10-200	kN		

Conclusie: de fundatie voldoet.

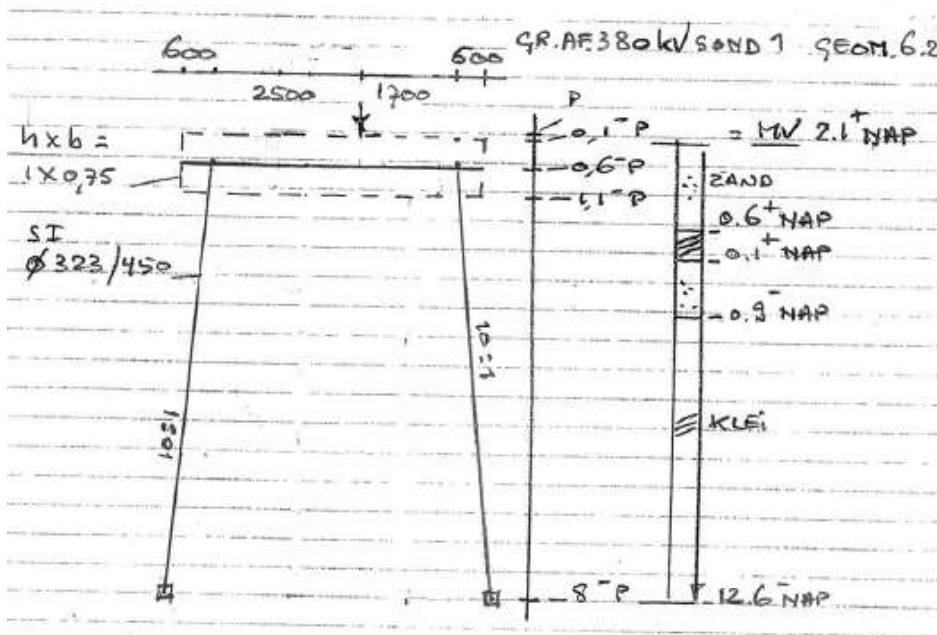
Bijlage: rapport AxisVM OSP 08 Grondafspanning 380 kV sond 01 geom 6.1.

De omhullende van alle toetsingen is in de rapportage opgenomen.

OSP 09 Grondafspanning 380 kV sond 01 geom 6.2

Schema

De betonbalken zijn groot $b \times h = 750 \times 1000$ mm bij OSP 09 Grondafspanning 380 kV sond 01 geom 6.2. Zie de Figuur 23. Deze constructie komt alleen voor bij de sondering 2019-1008-1. Het grondprofiel met sond 1 is weergegeven ernaast. Dit grondprofiel is voor het Axis model gebruikt.



Figuur 23 OSP 09 Grondafspanning 380 kV sondering 01 geometrie 6.2

Resultaten

Zie berekening AxisVM voor de doorsnedekrachten in de betonbalk. In Tabel 42 zijn de resultaten van AxisVM samengevat voor de balk. De toetsing van palen is in

Doorsnedekracht	Belasting
$V_{z,Ed}$	46 kN
$V_{y,Ed}$	2 kN
$M_{y,Ed}$	42 kNm
$M_{z,Ed}$	2 kNm
$M_{t,Ed}$	2 kNm

Tabel 43 opgenomen.

Tabel 42 Resultaten betonbalk OSP 09 Grondafspanning 380 kV sond 01 geom 6.2

Doorsnedekracht	Belasting
$V_{z,Ed}$	46 kN
$V_{y,Ed}$	2 kN
$M_{y,Ed}$	42 kNm
$M_{z,Ed}$	2 kNm
$M_{t,Ed}$	2 kNm

Tabel 43 Resultaten

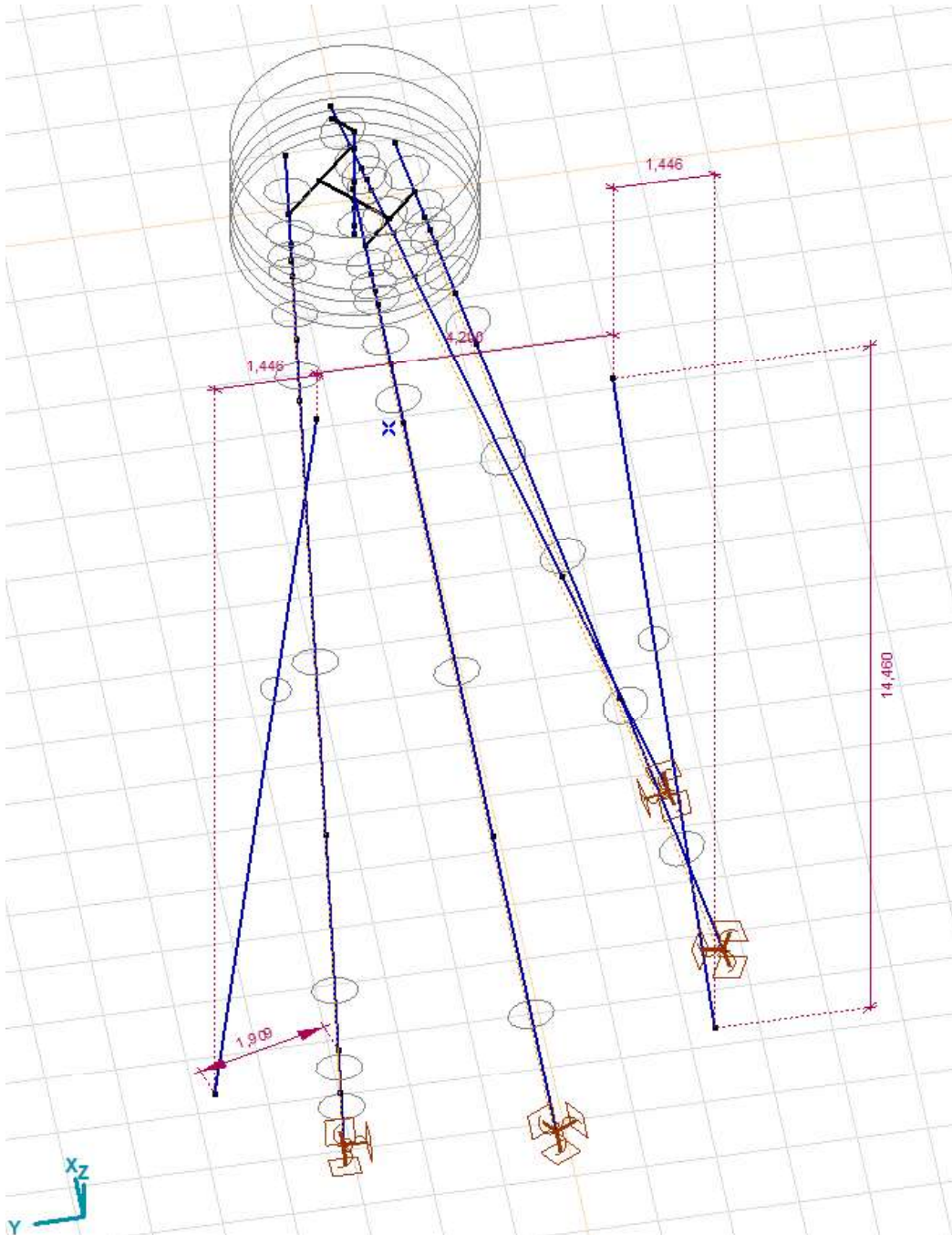
OSP 09	Berekend	Toelaatbaar		
Spanningsniveau buispaal	12	355 N/mm ²	0,03	OK
Max. paalbelasting druk	62	404 kN	0,15	OK
Max. paalbelasting trek	8	166	0,05	OK

Verplaatsing phi-x	0,0001	0,0020	0,05 OK
Hoofdwapening balk	8Ø16		
Beugelwapening balk	Ø10-200		

Conclusie: de fundatie voldoet.

Als uitgangspunt is genomen dat de afstand van de paal dichtbij de schoorpaal van de mast groter is dan drie maal de diameter van de paal. Hart op hart wordt dat vier maal de diameter.

$L = 1909 \text{ mm} = 0,5 \times 450 + 3 \times 670 + 0,5 \times 670 = 1910 \text{ mm}$. Zie Figuur 24. De afstand is gelijk aan 4 maal D.





Figuur 24 OSP 09 GRA 380 kV Toetsing afstand tot schoorpaal mast.

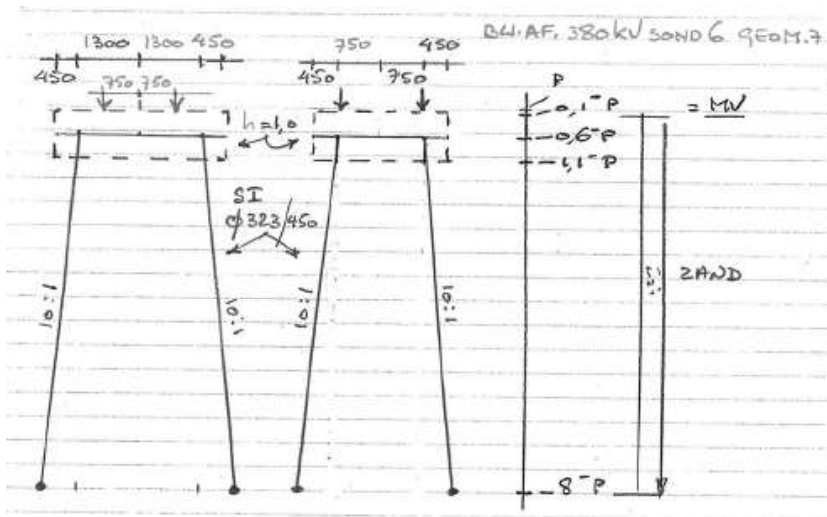
Bijlage: rapport AxisVM OSP 09 Grondafspanning 380 kV sond 01 geom 6.2

De omhullende van alle toetsingen is in de rapportage opgenomen.

OSP 10 Bundelafspanning 380 kV sond 06 geom 7

Schema

De plaat is hoog 1000 mm bij OSP 10 Bundelafspanning 380 kV sond 06 geom 7. Zie de Figuur 25. Deze constructie komt alleen voor bij de sondering 2019-1008-6. Het grondprofiel met sond 6 is weergegeven ernaast. Dit grondprofiel is voor het Axis model gebruikt.



Figuur 25 OSP 10 Bundelafspanning 380 kV sondering 06 geometrie 7

Resultaten

Zie berekening AxisVM voor de doorsnede krachten in de betonplaat. In Tabel 44 zijn de resultaten van AxisVM samengevat voor de plaat. De toetsing van palen is in Tabel 45 opgenomen.

Tabel 44 Resultaten betonplaat OSP 10 Bundelafspanning 380 kV sond 06 geom 7

Doorsnede kracht	Berekende piek
$M_{x,D+}$	161 kNm/m
$M_{x,D-}$	-178 kNm/m
$M_{y,D+}$	83 kNm/m
$M_{y,D-}$	80 kNm/m

De maximale waarden voor V_{xz} en V_{yz} zijn pieken die optreden boven de palen. Kleinere pieken staan onder de belasting. Als we een grenswaarde instellen voor de toelaatbare centrale schuifspanningen S_{xz} C en S_{yz} C van de door ongewapend beton opneembare schuifspanning $v_{Rd,c,min} = 0,34 \text{ N/mm}^2$ dan blijkt deze alleen te worden overschreden binnen de ponskegel $(d+a) = (1 + 0,323m)$. Dit is zichtbaar in de Axis VM berekening. Er is directe afdracht.

Daarnaast is de verhouding $L/H = 2,6/1 = 2,6 < 10$. En grijpt de belasting zeer dicht aan nabij de oplegging ($\beta < 0,25$). Een gedrongen constructie dus waarbij de druk via drukdiagonalen wordt afgevoerd naar de paal. Een doorsnedecontrole als ligger (per meter plaatbreedte) is opgenomen in de bijlage. Met realistische buigwapening.

Tabel 45 Resultaten

OSP 10	Berekend	Toelaatbaar		
Spanningsniveau buispaal	65	355 N/mm ²	0,18	OK
Max. paalbelasting druk	241	671 kN	0,36	OK
Max. paalbelasting trek	158	334	0,47	OK
$H_v \phi_r = \sqrt{\phi_x(6)^2 + \phi_y(11)^2}$	0,0013	0,0020	0,65	OK
Hoofdwapening balk	8Ø16/m	kN		
Beugelwapening balk	Ø12-200	kN		



Conclusie: de fundatie voldoet.

Bijlage: rapport AxisVM OSP 10 Bundelafspanning 380 kV sond 06 geom 7.

De omhullende van alle toetsingen is in de rapportage opgenomen.



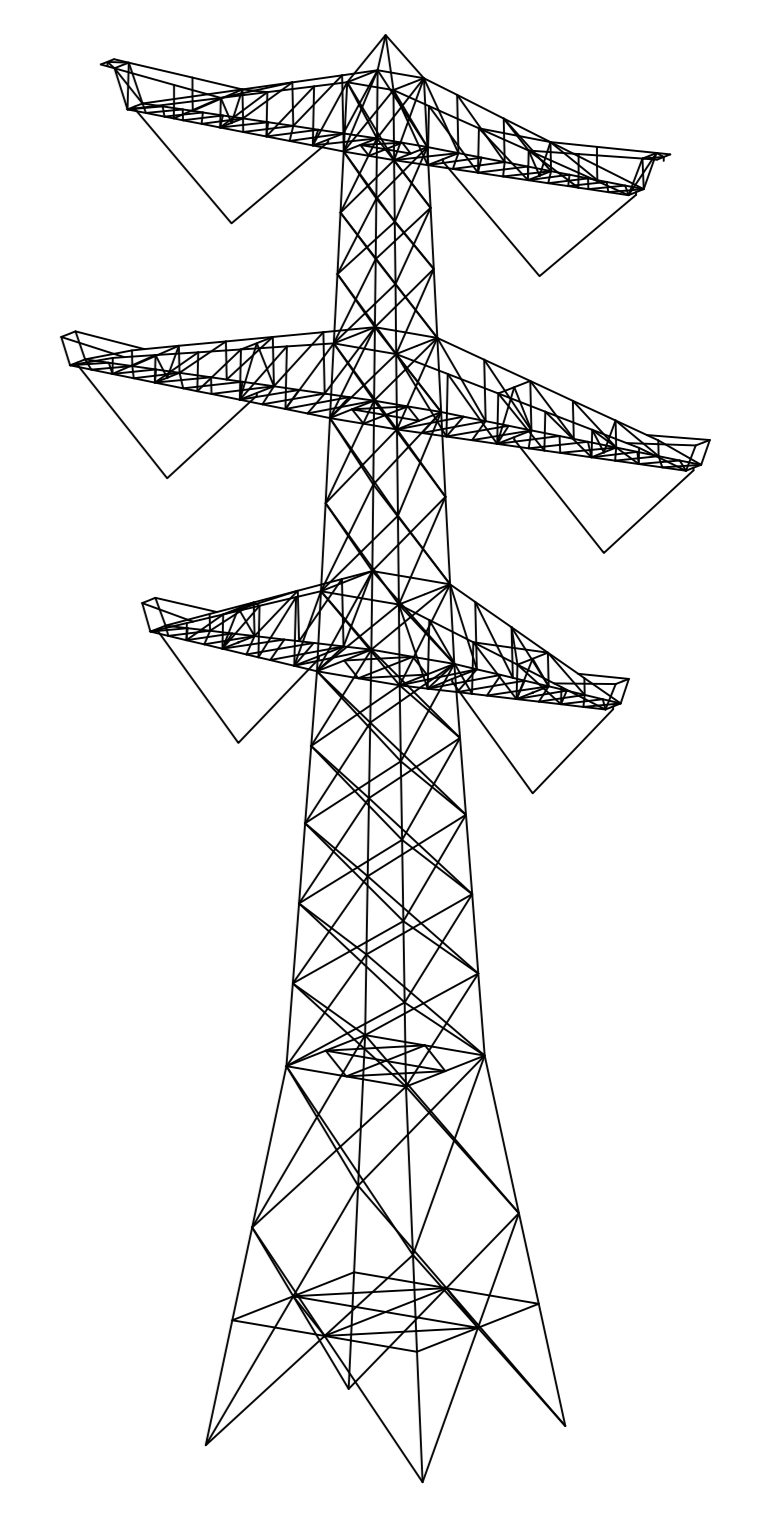
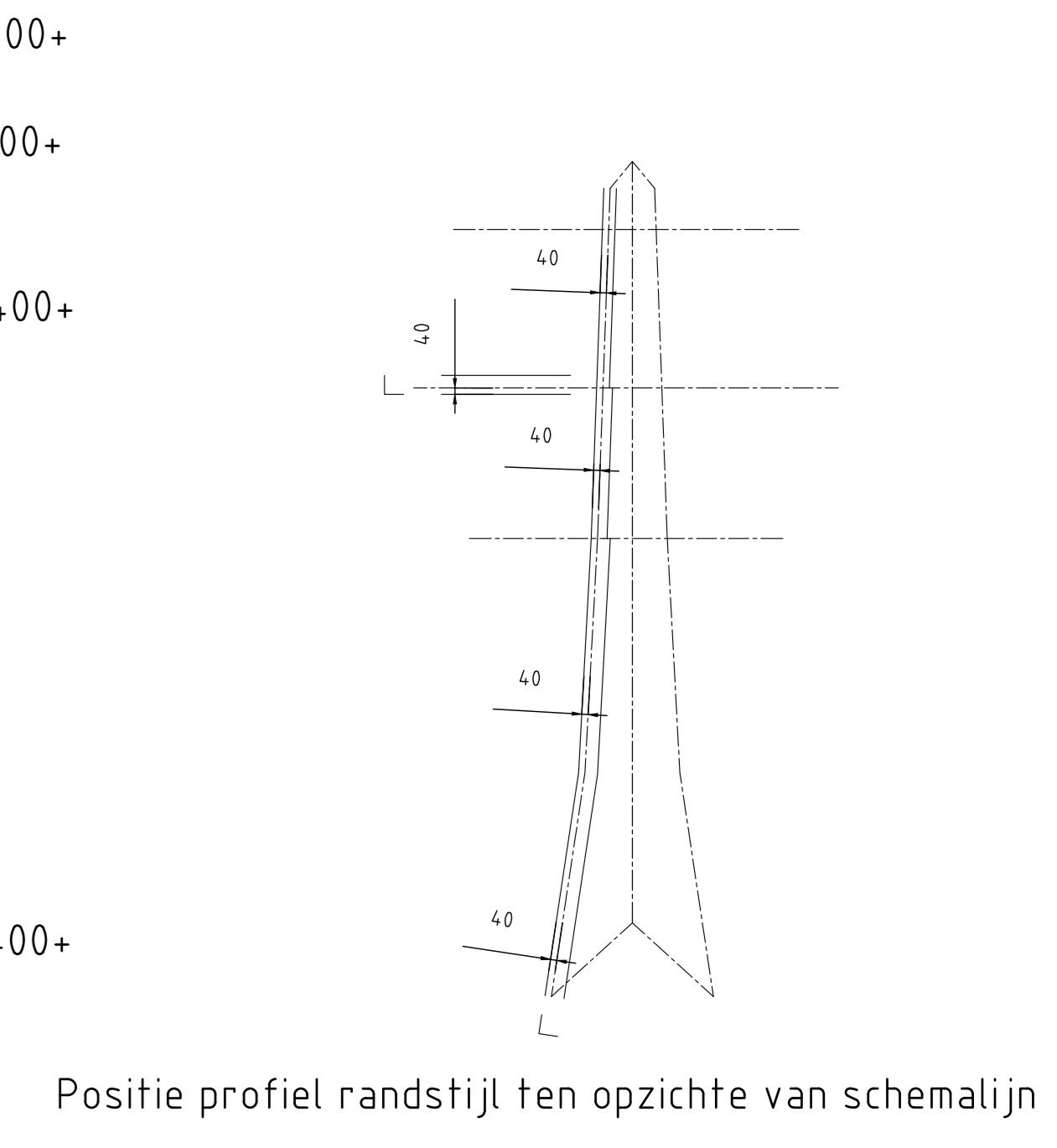
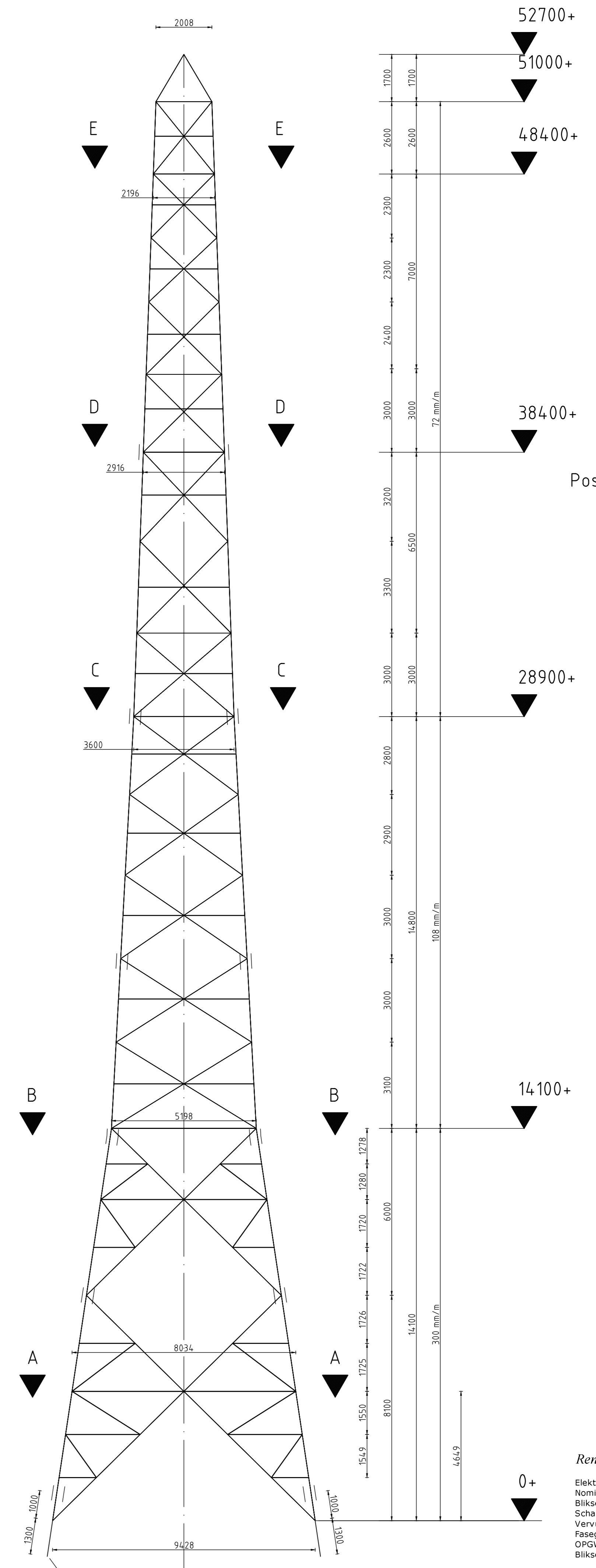
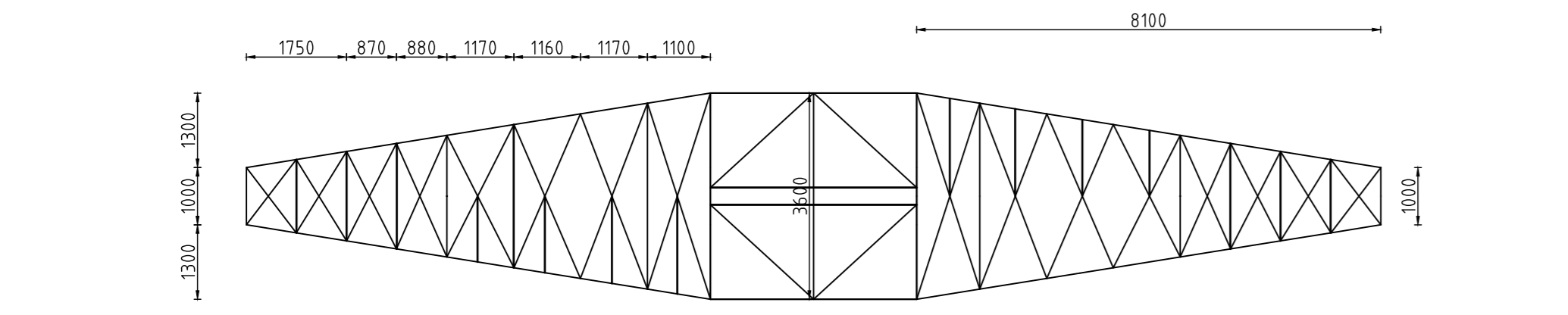
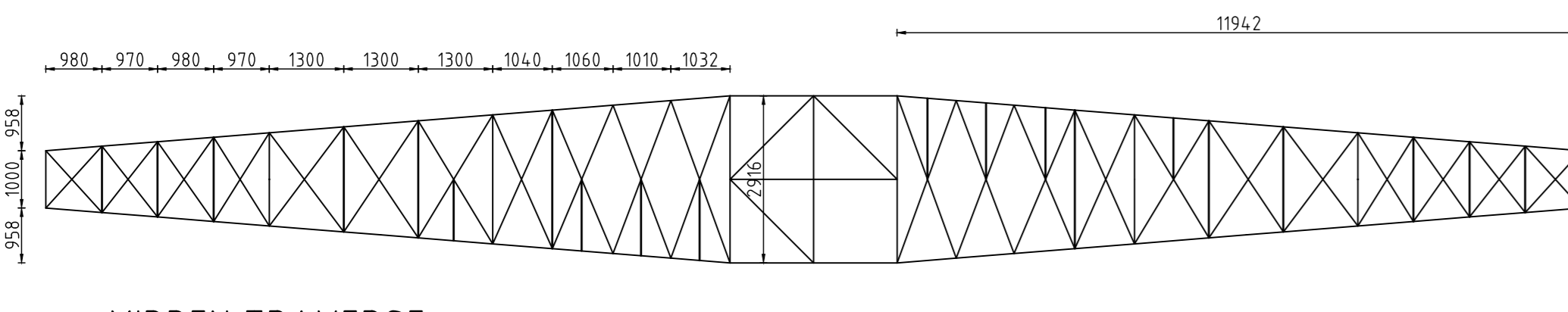
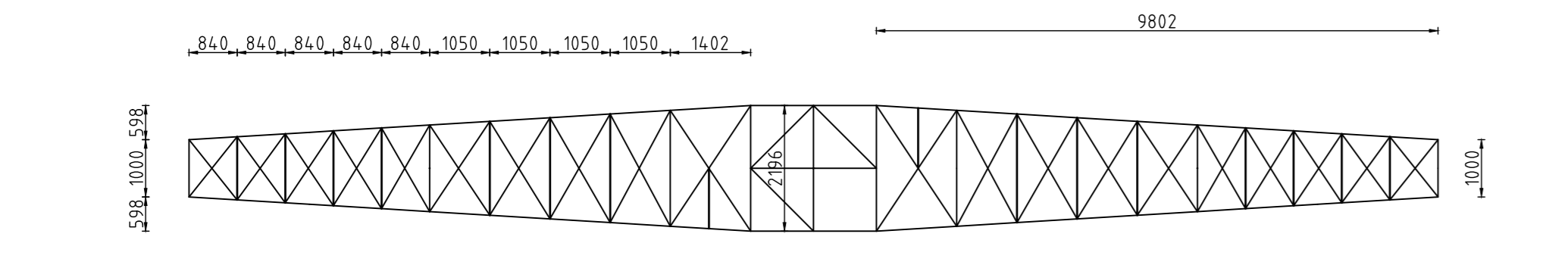
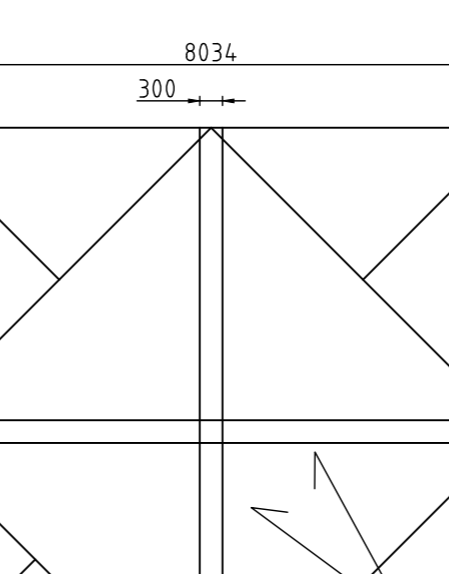
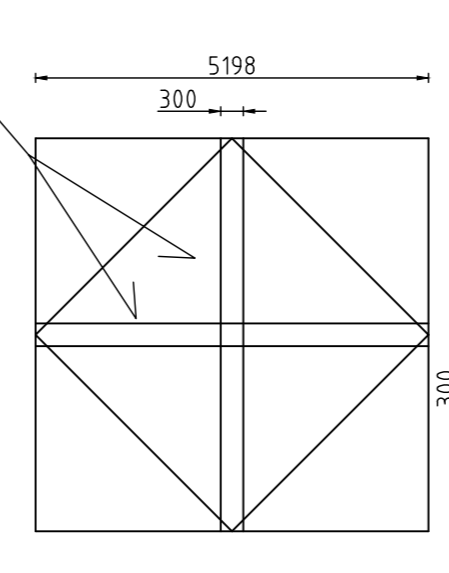
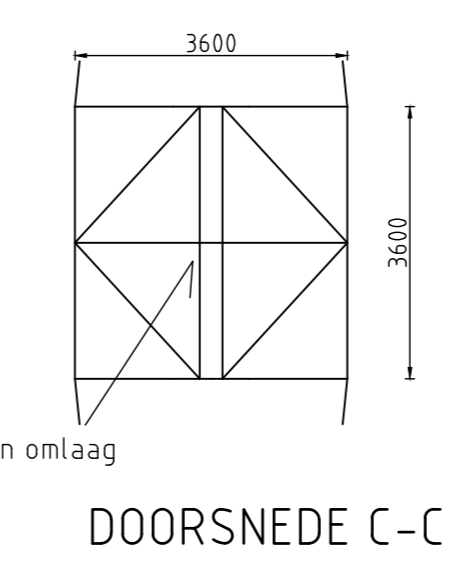
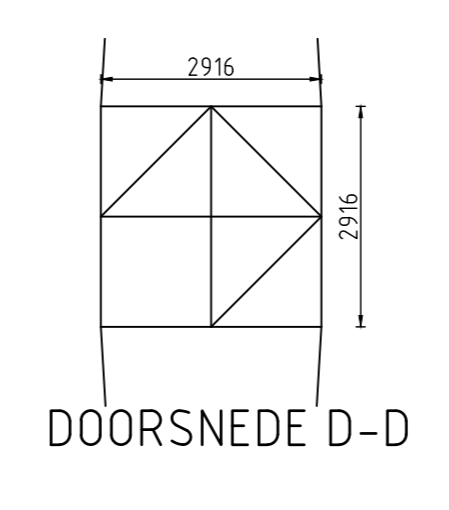
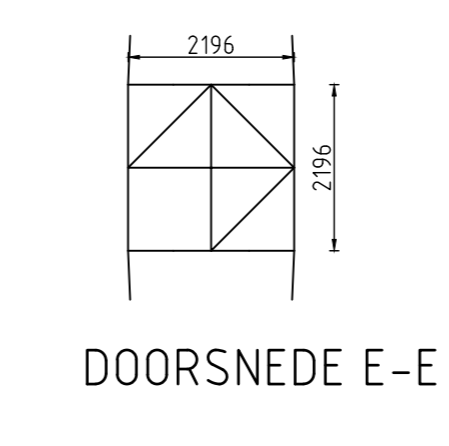
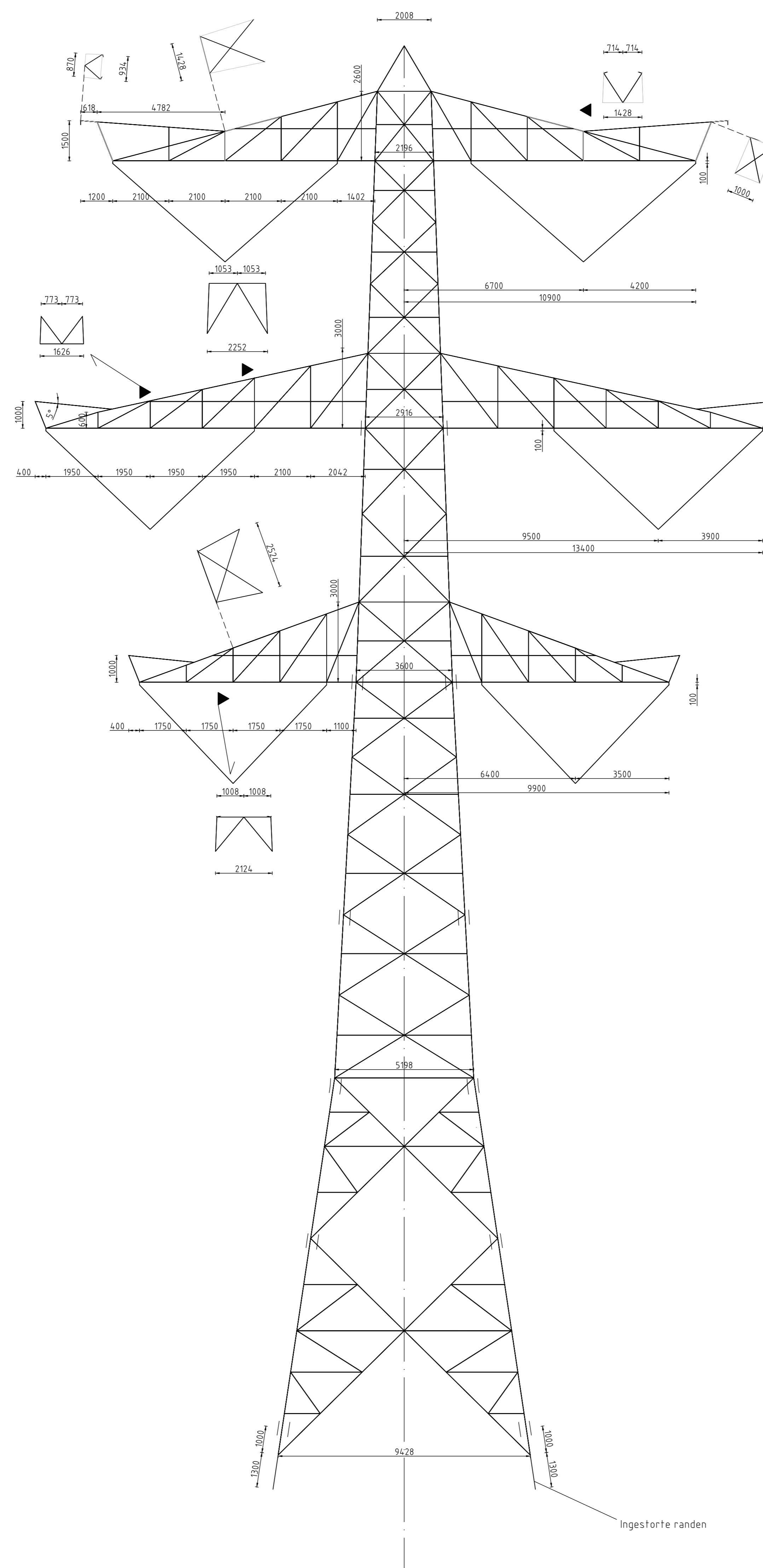
About DNV

DNV is the independent expert in risk management and assurance, operating in more than 100 countries. Through its broad experience and deep expertise DNV advances safety and sustainable performance, sets industry benchmarks, and inspires and invents solutions.

Whether assessing a new ship design, optimizing the performance of a wind farm, analyzing sensor data from a gas pipeline or certifying a food company's supply chain, DNV enables its customers and their stakeholders to make critical decisions with confidence.

Driven by its purpose, to safeguard life, property, and the environment, DNV helps tackle the challenges and global transformations facing its customers and the world today and is a trusted voice for many of the world's most successful and forward-thinking companies.

C.1 Mastbeeldtekening steunmast



Remvooi

Elektrisch
Nominale spanningsniveau 380 kV
Bliksemhoutschikking 1685 (380 kV)
Schakelhoutschikking 1550 kV (380 kV)
Vervuilingklasse d + A.A.C. ALP 620
Fasegeleider 380 kV OPGW AFV-226/38
Bliksemgeleider AACSR 241-AL3-39-A205A

Ontwerp volgens uitgangspuntenrapport DNV GL 21-0036, Meridian 002.678.00 0876917
Masterberekening volgens DNV GL 21-0664, Meridian 002.678.00 0920171

Norm
Gevolgklasse CC2
Betroikbaarheidsniveau Nieuwbouw
Referentieperiode 50 jaar
Windsnelheid II
Ijsgedied B

Lijnhoek 180°
Trekparameter 1800m
Veelrigting 400m
Wind span 400m
EDS Weight span 454m

Mast geschikt voor enkelzijdige beleving van circuits

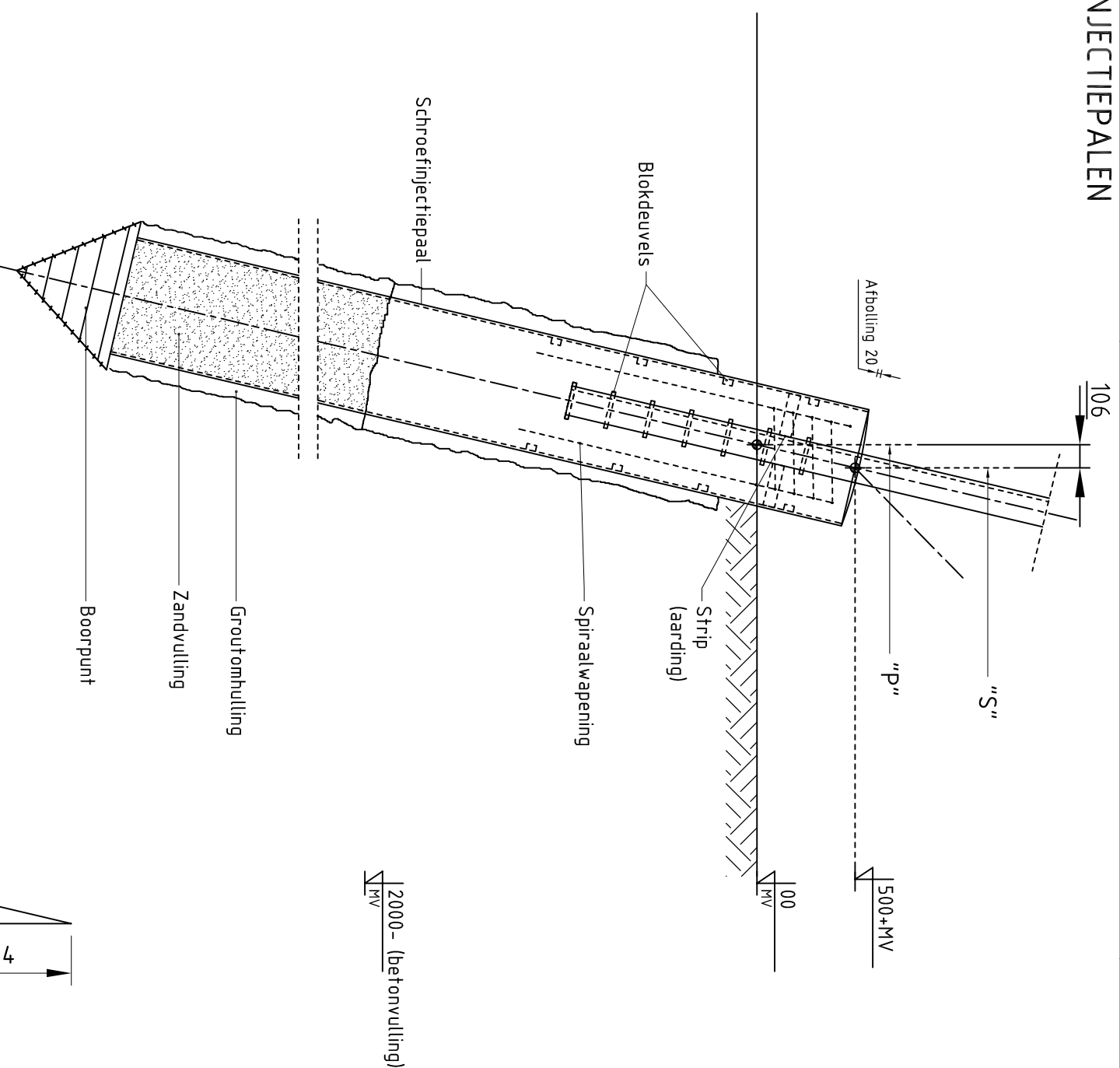
Staatsoort S3552
Bouwvallei B 8
Maatvoering betreft systeemlijnen
Principedetails vlgz tekening 10124719-35-2002 002.678.00 0927497
Klimvoorzieningen, bordessen en leuningen vlgz tekening 10124719-35-1060 002.678.00 0901940

1	25-05-2021	RFA opmerkingen verwerkt																																
Revisie	Datum	Omschrijving																																
<table border="1"> <tr> <td colspan="3">Projectnaam ZUID-WEST 380 KV OOST VERBINDINGEN</td> </tr> <tr> <td>Status</td> <td>DEFINITIEF</td> <td>Schaal 1:100</td> </tr> <tr> <td>Datum</td> <td>21-04-2021</td> <td>Uitsch. mb</td> </tr> <tr> <td>Tekenaar</td> <td>DMR</td> <td>Projectnummer 10124719</td> </tr> <tr> <td>Vrijgave</td> <td>TB</td> <td>DNV document 10124719-35-1010</td> </tr> </table>			Projectnaam ZUID-WEST 380 KV OOST VERBINDINGEN			Status	DEFINITIEF	Schaal 1:100	Datum	21-04-2021	Uitsch. mb	Tekenaar	DMR	Projectnummer 10124719	Vrijgave	TB	DNV document 10124719-35-1010																	
Projectnaam ZUID-WEST 380 KV OOST VERBINDINGEN																																		
Status	DEFINITIEF	Schaal 1:100																																
Datum	21-04-2021	Uitsch. mb																																
Tekenaar	DMR	Projectnummer 10124719																																
Vrijgave	TB	DNV document 10124719-35-1010																																
<table border="1"> <tr> <td colspan="3">RLL-TL8380</td> </tr> <tr> <td>Rev.</td> <td>Datum revisie</td> <td>Omschrijving revisie</td> <td>Geneemd</td> <td>Datum A-Bev.</td> <td>Schaal</td> <td>Formaat</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>DNV</td> <td></td> <td>1:100</td> <td>A0</td> </tr> </table>			RLL-TL8380			Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Geneemd	Datum A-Bev.	Schaal	Formaat				DNV		1:100	A0															
RLL-TL8380																																		
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Geneemd	Datum A-Bev.	Schaal	Formaat																												
			DNV		1:100	A0																												
<table border="1"> <tr> <td colspan="2">Naam</td> <td colspan="2">Titel</td> </tr> <tr> <td colspan="2">10124719-35-1060 002.678.00 090916</td> <td colspan="2">Project</td> </tr> <tr> <td colspan="2">10124719-35-2002 002.678.00 0927497</td> <td colspan="2">Categorie</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="2">Documenttype</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="2">Type</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="2">S-3/s</td> </tr> <tr> <td colspan="4">Aanvraagnummer / taal of versie</td> </tr> <tr> <td colspan="2">002.678.00 0920260</td> <td colspan="2">Mastbeeld S-3/s</td> </tr> </table>			Naam		Titel		10124719-35-1060 002.678.00 090916		Project		10124719-35-2002 002.678.00 0927497		Categorie				Documenttype				Type				S-3/s		Aanvraagnummer / taal of versie				002.678.00 0920260		Mastbeeld S-3/s	
Naam		Titel																																
10124719-35-1060 002.678.00 090916		Project																																
10124719-35-2002 002.678.00 0927497		Categorie																																
		Documenttype																																
		Type																																
		S-3/s																																
Aanvraagnummer / taal of versie																																		
002.678.00 0920260		Mastbeeld S-3/s																																

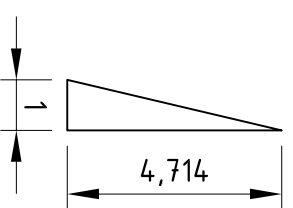
C.2 Fundatietekening enkelpaalsfundering

SCHROEFINJECTIEPALEN

Ø 610/850
Ø 762/950



2000 - (betonvulling)
MV

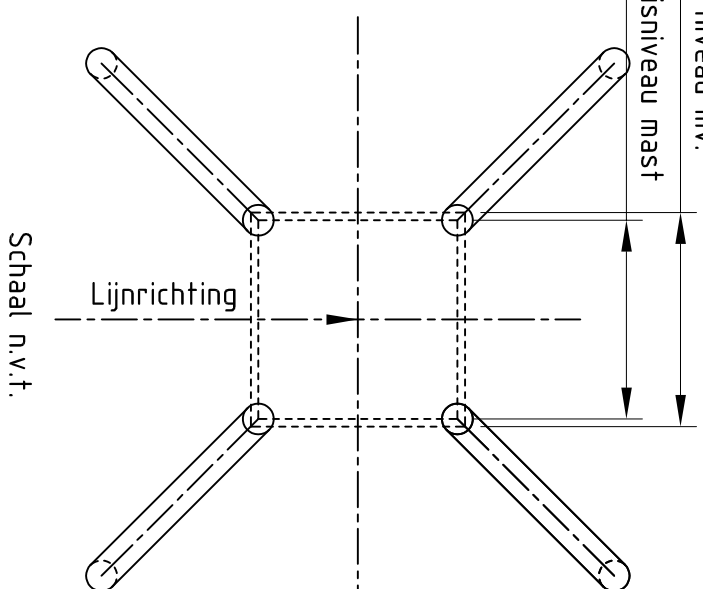


Paalhelling
(overhoeks)

DATUM: 24-06-2022
STATUS TENNET: DEFINITIEF
REVISIE TENNET: 1.0

SI Ø	MASTTYPE	MASTR:	Paaltype "S" (m)
S-0/c-----	1028, 1031, 1034, 1035, 1038, 1041, 1042, 1045, 1046, 1047, 1048, 1049, 1050, 1084, 1085, 1090, 1106, 1107, 1108, 1109, 1112, 1113, 1122, 1124, 1125, 1126, 1127, 1129, 1132, 1134, 1135, 1136, 1140, 1141, 1142, 1143, 1144, 1145, 1146, 1161, 1162, 1164, 1170, 1171, 1173, 1174, 1175, 1176, 1182, 1183, 1186, 1189, 1190, 1195, 1201, 1202		9,956
S-0/s-----	1006, 1008, 1009, 1010, 1061, 1064, 1065		9,733
S-3/c-----	1030, 1032, 1036, 1039, 1040, 1043, 1070, 1071, 1075, 1083, 1138, 1139, 1155, 1160, 1169, 1172, 1178, 1179, 1180, 1181, 1185, 1200, 1203		10,242
S-6/c-----	1029, 1074, 1080, 1082, 1087, 1156, 1157, 1165, 1166, 1198		11,142
S-6/s-----	1054, 1056, 1059		10,938
S-9/c-----	1072, 1073, 1088, 1193, 1197, 1197A		12,042
S-9/s-----	1057		11,838
S-3/c-----	1026, 1119, 1120, 1121, 1191		9,671
S-3/s-----	1011		9,428

Pootspreiding "P" op niveau mv.
Pootspreiding "S" basisniveau mast



UITGANGSPUNTEN
Betonsterkklasse C30/37
Milieuklasse XC4/ XF3
Wapeningstaal B500B, B220
Straalkwaliteit S355J2H
Gevolgklasse CC2
Ontwerplevensduur 100 jaar

Aarding:
- Koppelstrip lassen tussen randstijl en wand stalen buispaal

DO-RAPPORTAGE
002.678.00 0876917 21-0036 DNV Uitgangspunten DO Moldamasten
002.678.00 0950630 21-1249 DNV Rapportage fundatie steunmasten

DO-FASE
Afmetingen indicatief in DO-fase
Paalafmeting definitief in UD-fase
Paalpuntniveau definitief in UD-fase
Paallengte en paaltipe afhankelijk van sonderingen en locatie

Rev.	Datum	Omschrijving	Revisie	Datum	Omschrijving
4	14-06-2022	Mastnrs. VKA2.0, bemating aangepast			
3	24-12-2021	Mastnrs aangepast.			
2	16-12-2021	Mastnrs aangepast			
1	15-11-2021	RFA opmerkingen verwerkt			

DNV
DNV Energy Systems
Utrechtseweg 310, 6817 AR Arnhem, tel: +31 26 3 56 91 11

Projectnaam: ZUID-WEST 380 KV OOST VERBINDINGEN
Status: DEFINITIEF
Datum: 15-10-2021
Tekenaar: DMR
Vrijgever: TBR

Schaal: 1:30
Units: mm
Projectnummer: 10124719
DNV document: 10124719-32-1000

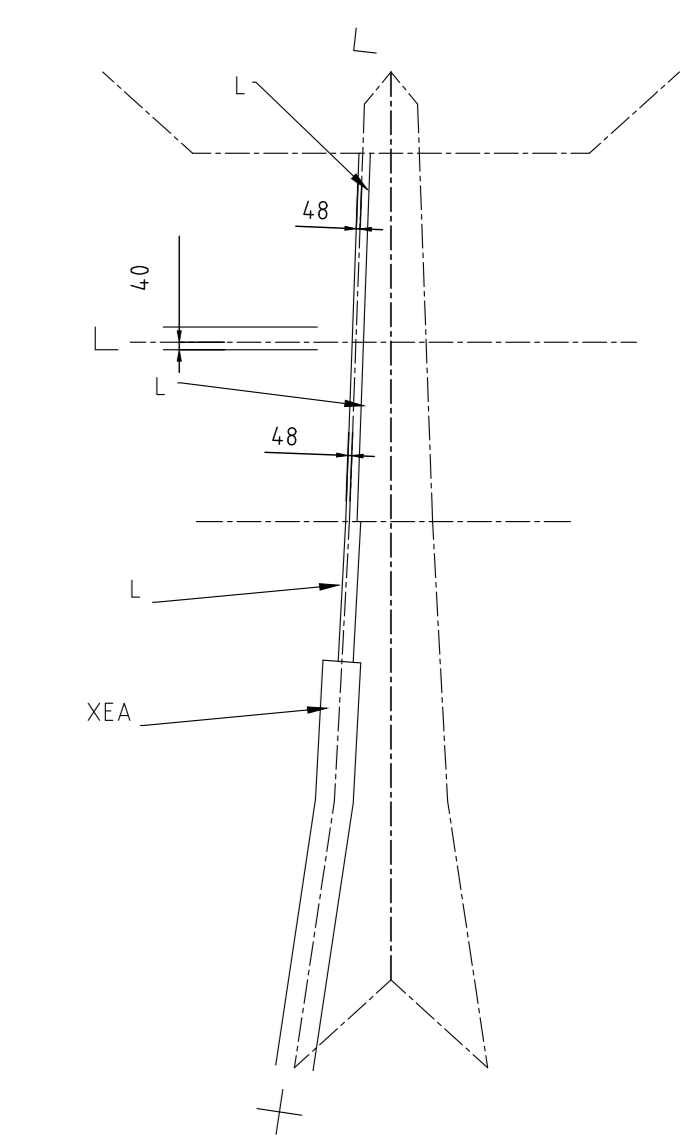
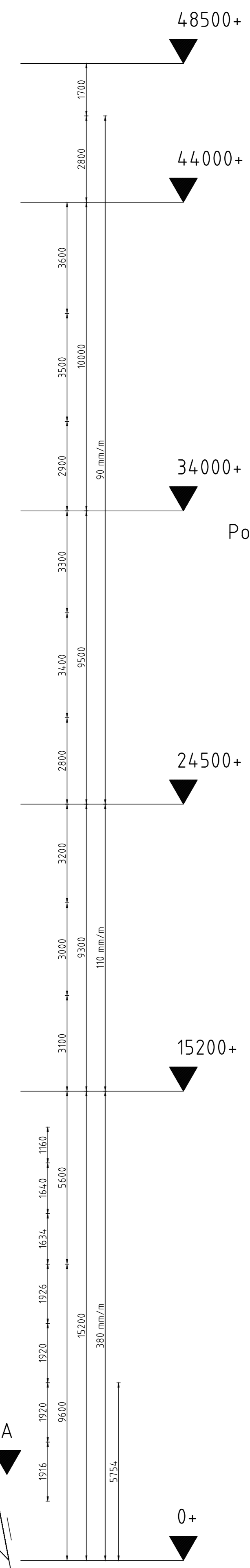
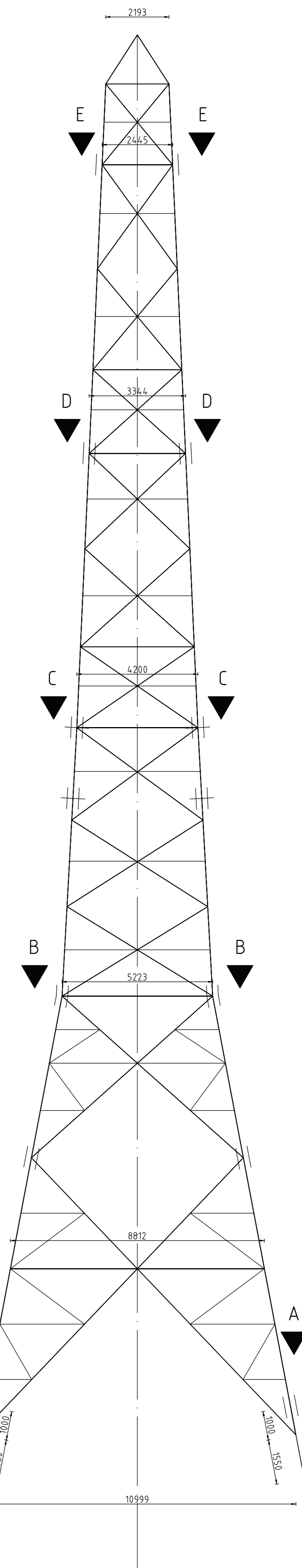
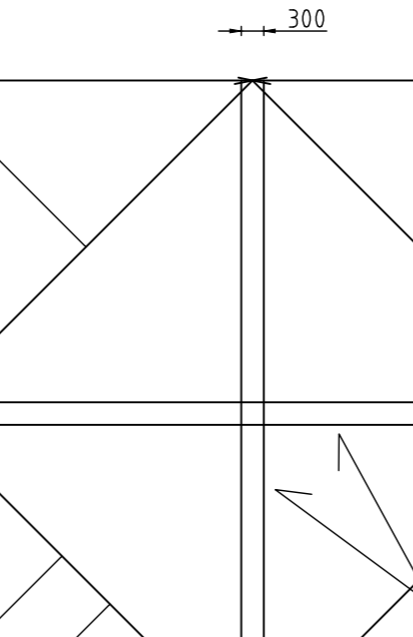
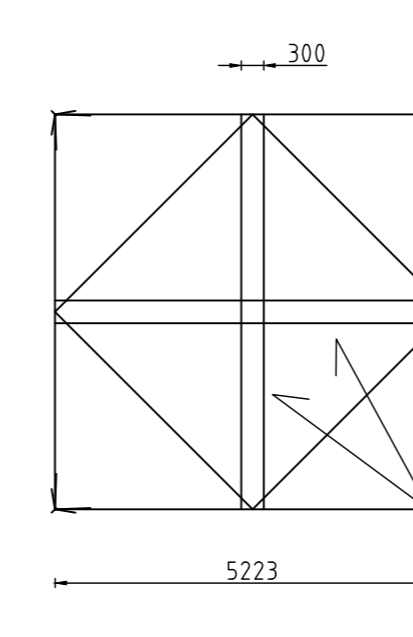
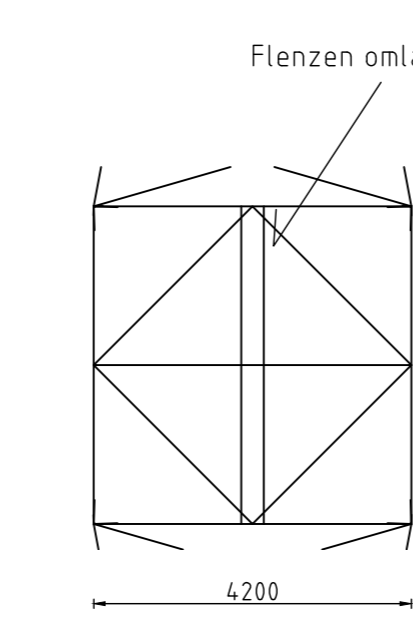
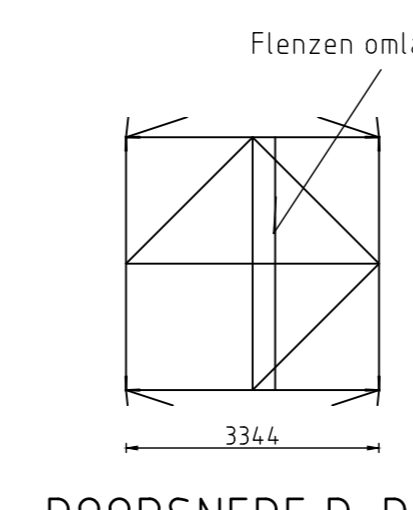
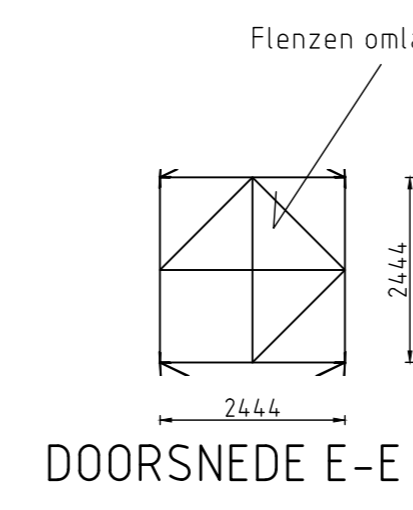
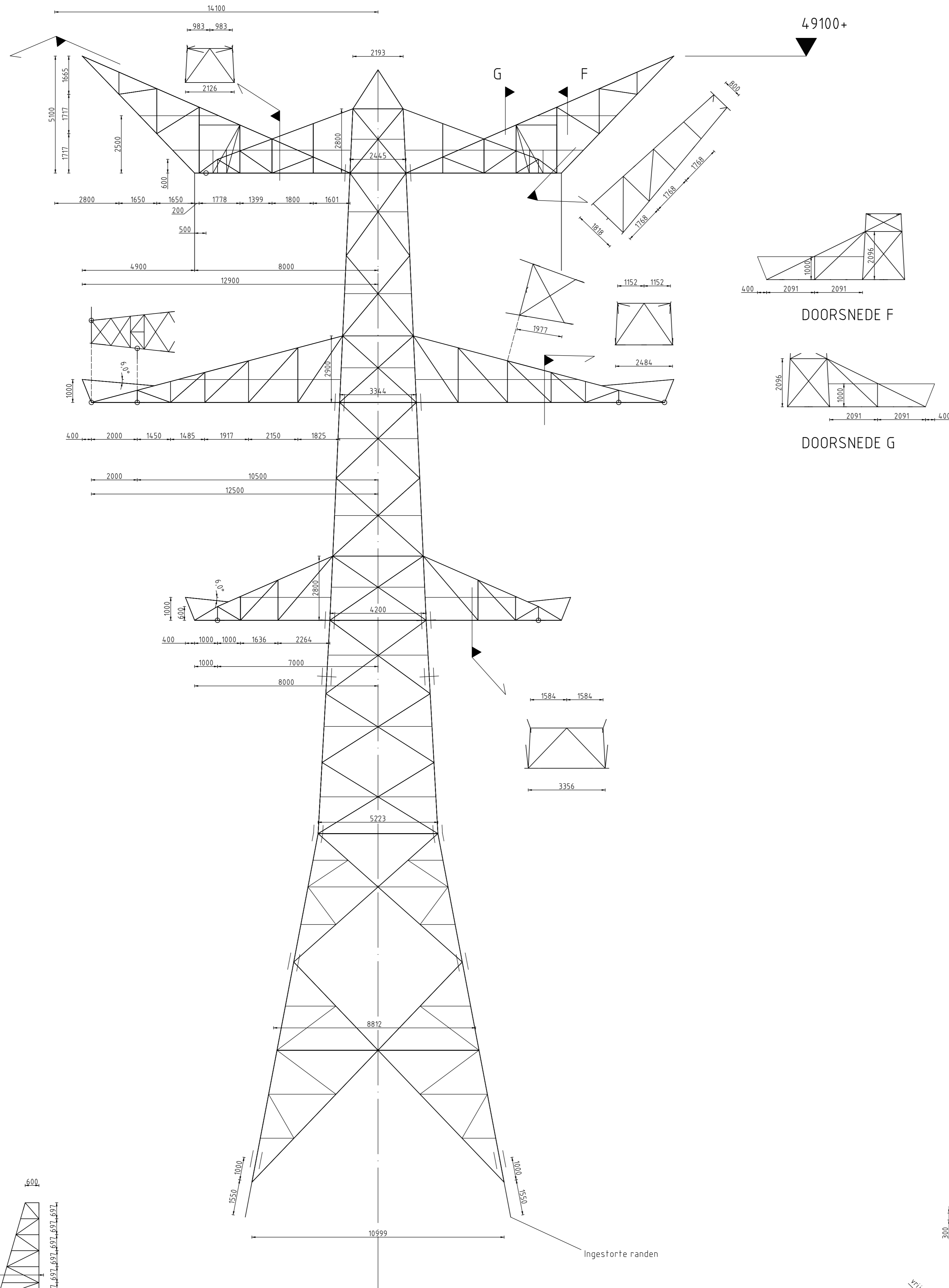
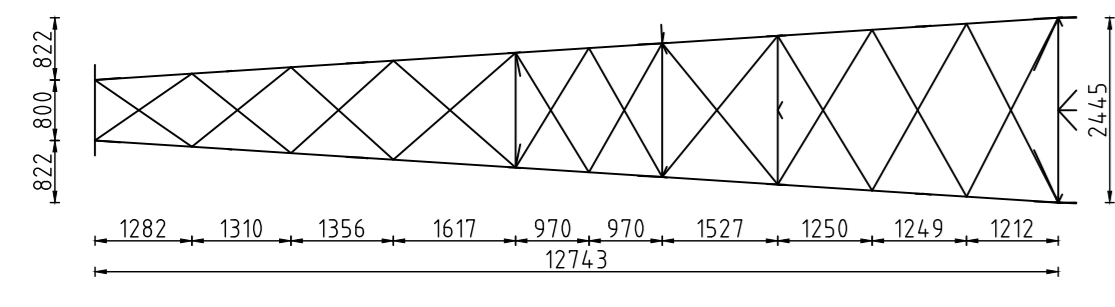
Rev.	Datum	revisie	Omschrijving	revisie	Datum	revisie	Omschrijving

Tennet
Taking power further

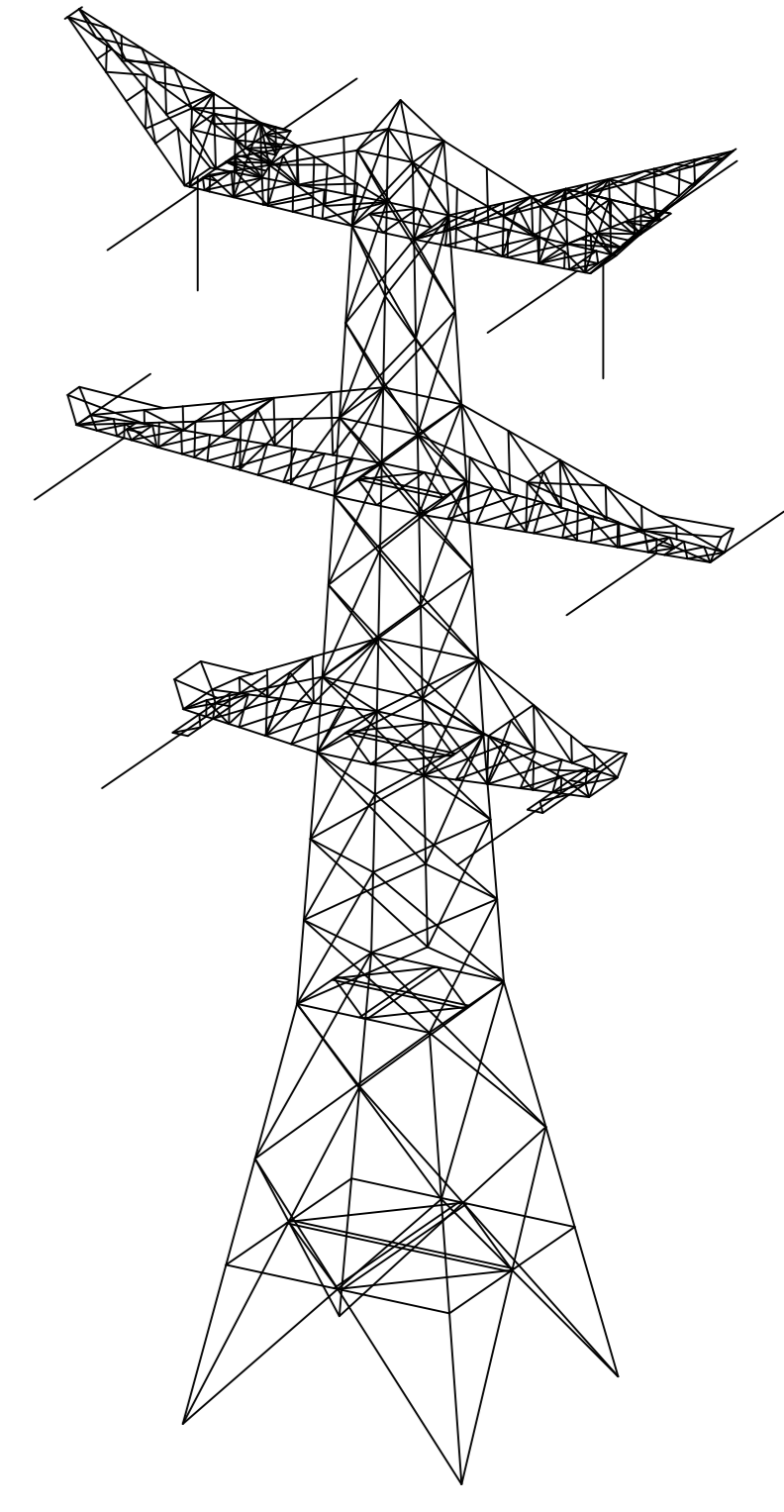
Naam: RIL-TLB380
Tekeningsnummer: 10124719-32-1000

Object ID: Steunmasten Moldau
Omschrijving: Fundatietekening enkelpaalsfundering steunmast Moldamasten
Tennet nummer: 002.678.00 0928594

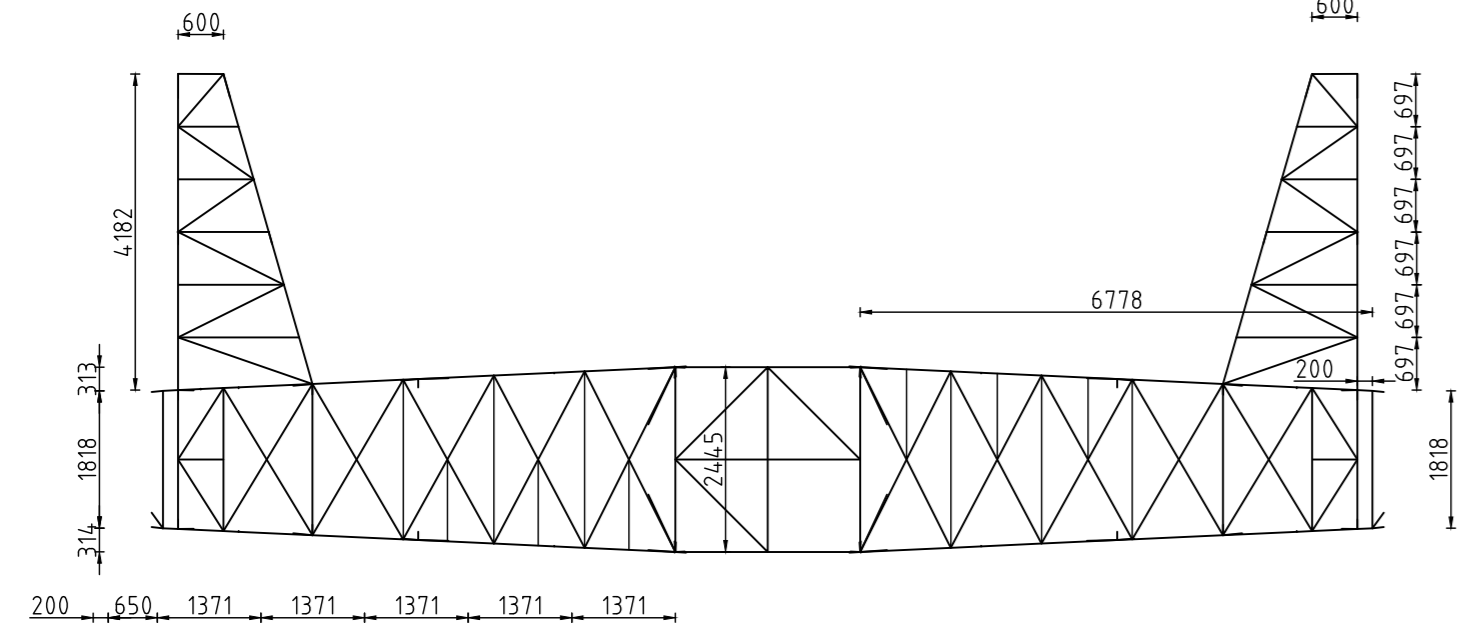
C.3 Mastbeeldtekening eindmast



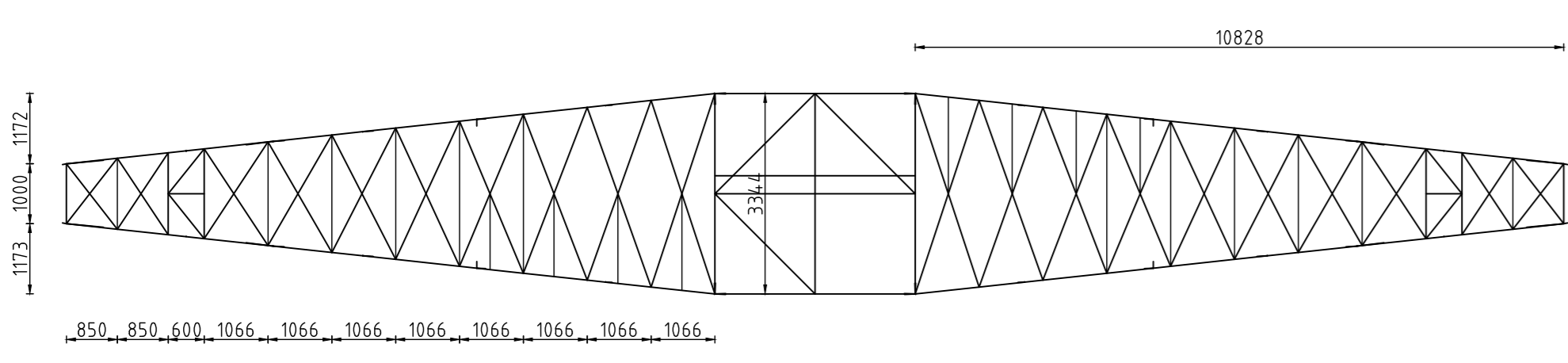
Positie profiel randstijl ten opzichte van schemalijn



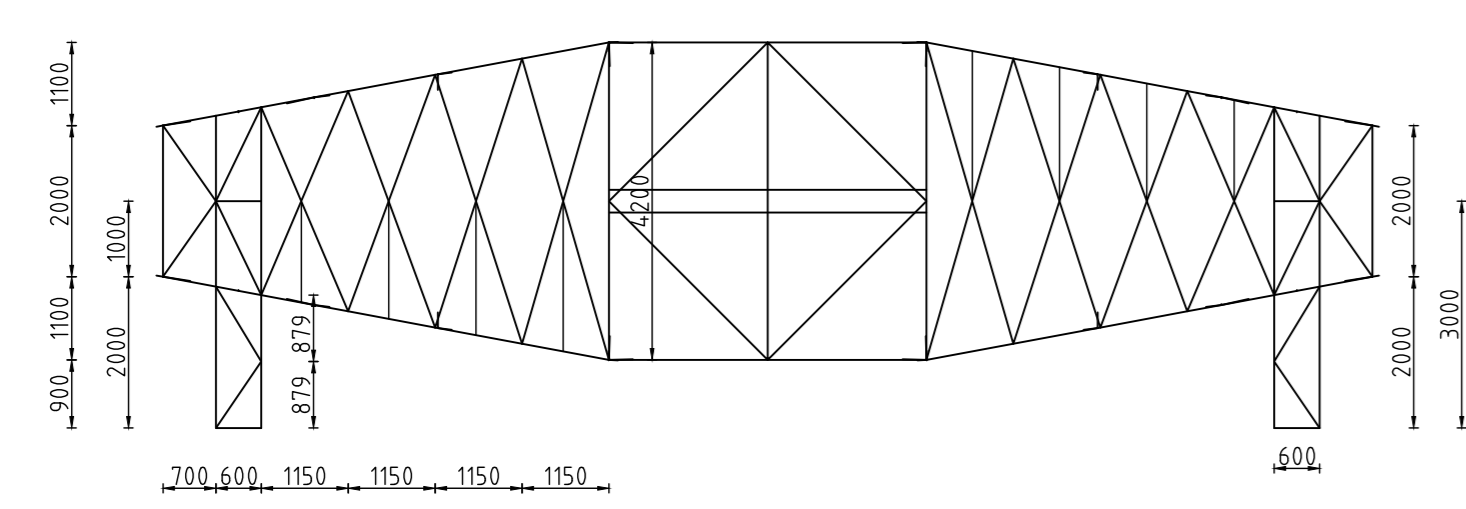
3D AANZICHT



BOVEN TRAVERSE (ONDERVLAK)



MIDDEN TRAVERSE (ONDERVLAK)



ONDER TRAVERSE (ONDERVLAK)

VOORVLAK (ALS GETEKEND) ACHTERVLAK (GESPIEGELD)

Remvoi

Elektrisch	380 kV
Nominaal spanningsniveau	1685 (380 kV)
Blikseminspanning	1050 kV (380 kV)
Schakelspanning	d
Vervuillingsklasse	4 x AAC-AL7 630
Fasingsleider	OPGW AF-226/38
Blikseminspanning	AACSR 241-AL3-39-A205A

Ontwerp volgens uitgangspuntenrapport DNV GL 21-0036, Meridian 002.678.00 0876917
 Mastberekening volgens DNV 21-0825, Meridian 002.678.00 0920862

Norm	NEN-EN 50341-2-15:2019
Gevolgklasse	C2
Betrouwbaarheidsniveau	Nieuwbouw
Referentieperiode	50 jaar
Windgebied	II
Zaggebied	B

Lijnhoek: 180°
 Treksparmeter: 1800m (Lijnzijde)
 Veldlengte: 400m
 Wind span: 400m
 EDS Weight span: 240m (Lijnzijde)

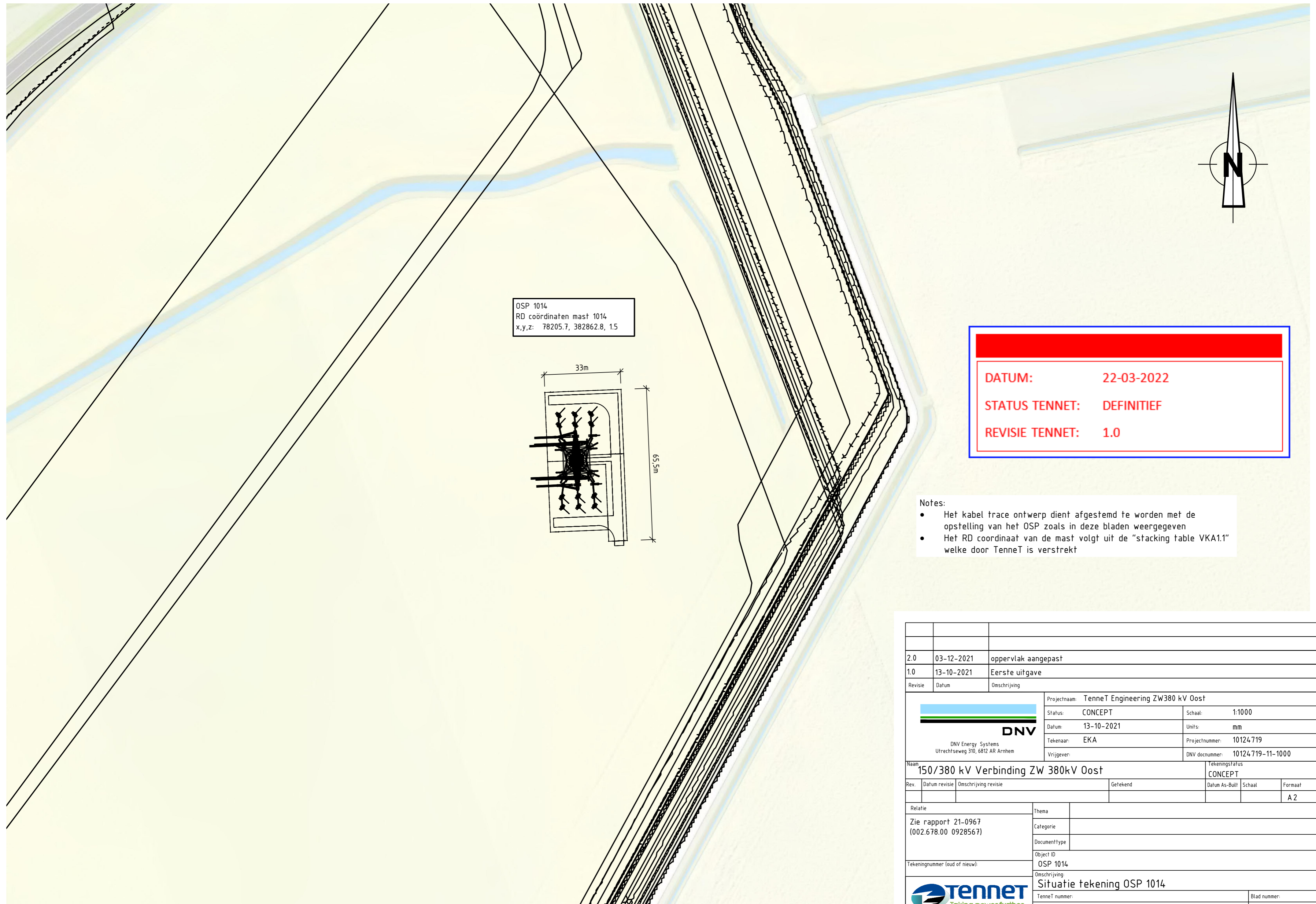
Mast geschikt voor enkelzijdige belegging van circuits

Staalsoort: S355J2
 Bouwkeilkwaliteit: B.8
 Mastbouwering betreft systeembuizen
 Principiedetails tekening 10124719-35-2005 002.678.00 0927500
 Klimvoorzieningen, bordessen en leuningen vigs tekening 10124719-35-1060 002.678.00 0901940

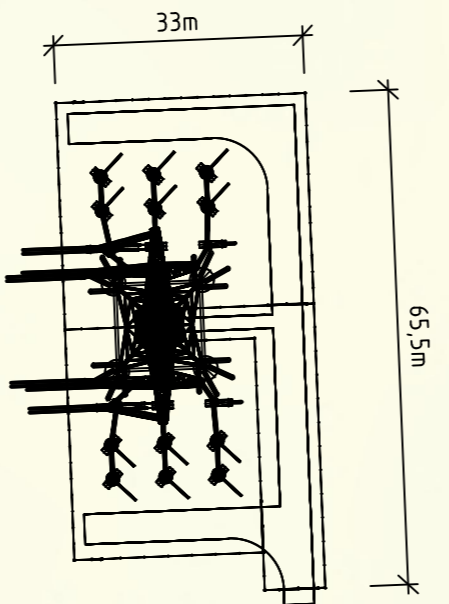
DATUM: 01-10-2021
STATUS TENNET: DEFINITIEF
REVISIE TENNET: 1.0

2	13-9-2021	Delingen XEAL & essentriëschel L aangepast																				
1	22-07-2021	RFA optrekken verwerkt																				
Revisie	Datum	Omschrijving																				
<table border="1"> <tr> <td>Projectnaam</td> <td>ZUID-WEST 380 KV OOST VERBINDINGEN</td> <td>Schaal</td> <td>1:100</td> </tr> <tr> <td>Status</td> <td>CONCEPT</td> <td>Uits</td> <td>mb</td> </tr> <tr> <td>Datum</td> <td>18-06-2021</td> <td>Projectnummer</td> <td>10124719</td> </tr> <tr> <td>Tekenaar</td> <td>DMS</td> <td>DNV document</td> <td>10124719-35-1051</td> </tr> <tr> <td>Vrijgaver</td> <td>TB</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>			Projectnaam	ZUID-WEST 380 KV OOST VERBINDINGEN	Schaal	1:100	Status	CONCEPT	Uits	mb	Datum	18-06-2021	Projectnummer	10124719	Tekenaar	DMS	DNV document	10124719-35-1051	Vrijgaver	TB		
Projectnaam	ZUID-WEST 380 KV OOST VERBINDINGEN	Schaal	1:100																			
Status	CONCEPT	Uits	mb																			
Datum	18-06-2021	Projectnummer	10124719																			
Tekenaar	DMS	DNV document	10124719-35-1051																			
Vrijgaver	TB																					
<table border="1"> <tr> <td>Rev.</td> <td>Datum revisie</td> <td>Omschrijving revisie</td> <td>Geneemd</td> <td>Datum & Initiaal</td> <td>Functie</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>DNV</td> <td>1300</td> <td>AG</td> </tr> </table>			Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Geneemd	Datum & Initiaal	Functie				DNV	1300	AG								
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Geneemd	Datum & Initiaal	Functie																	
			DNV	1300	AG																	
<table border="1"> <tr> <td>Revisie</td> <td>Revisie</td> <td>Revisie</td> <td>Revisie</td> </tr> <tr> <td>10124719-35-1060 002.678.00 0901940</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>10124719-35-2005 002.678.00 0927500</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>EA-3/so</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>			Revisie	Revisie	Revisie	Revisie	10124719-35-1060 002.678.00 0901940				10124719-35-2005 002.678.00 0927500				EA-3/so							
Revisie	Revisie	Revisie	Revisie																			
10124719-35-1060 002.678.00 0901940																						
10124719-35-2005 002.678.00 0927500																						
EA-3/so																						
<table border="1"> <tr> <td>Ontwerpnummer / taal of munt</td> <td>002.678.00 0927494</td> </tr> <tr> <td>Maatbeeld</td> <td>EA-3/so</td> </tr> <tr> <td>Maatbeeld</td> <td>002.678.00 0927494</td> </tr> </table>			Ontwerpnummer / taal of munt	002.678.00 0927494	Maatbeeld	EA-3/so	Maatbeeld	002.678.00 0927494														
Ontwerpnummer / taal of munt	002.678.00 0927494																					
Maatbeeld	EA-3/so																					
Maatbeeld	002.678.00 0927494																					

C.4 Situatietekening OSP inclusief hekwerk

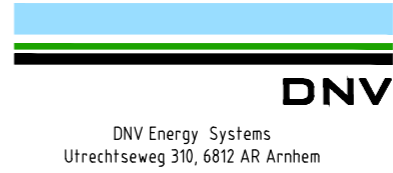



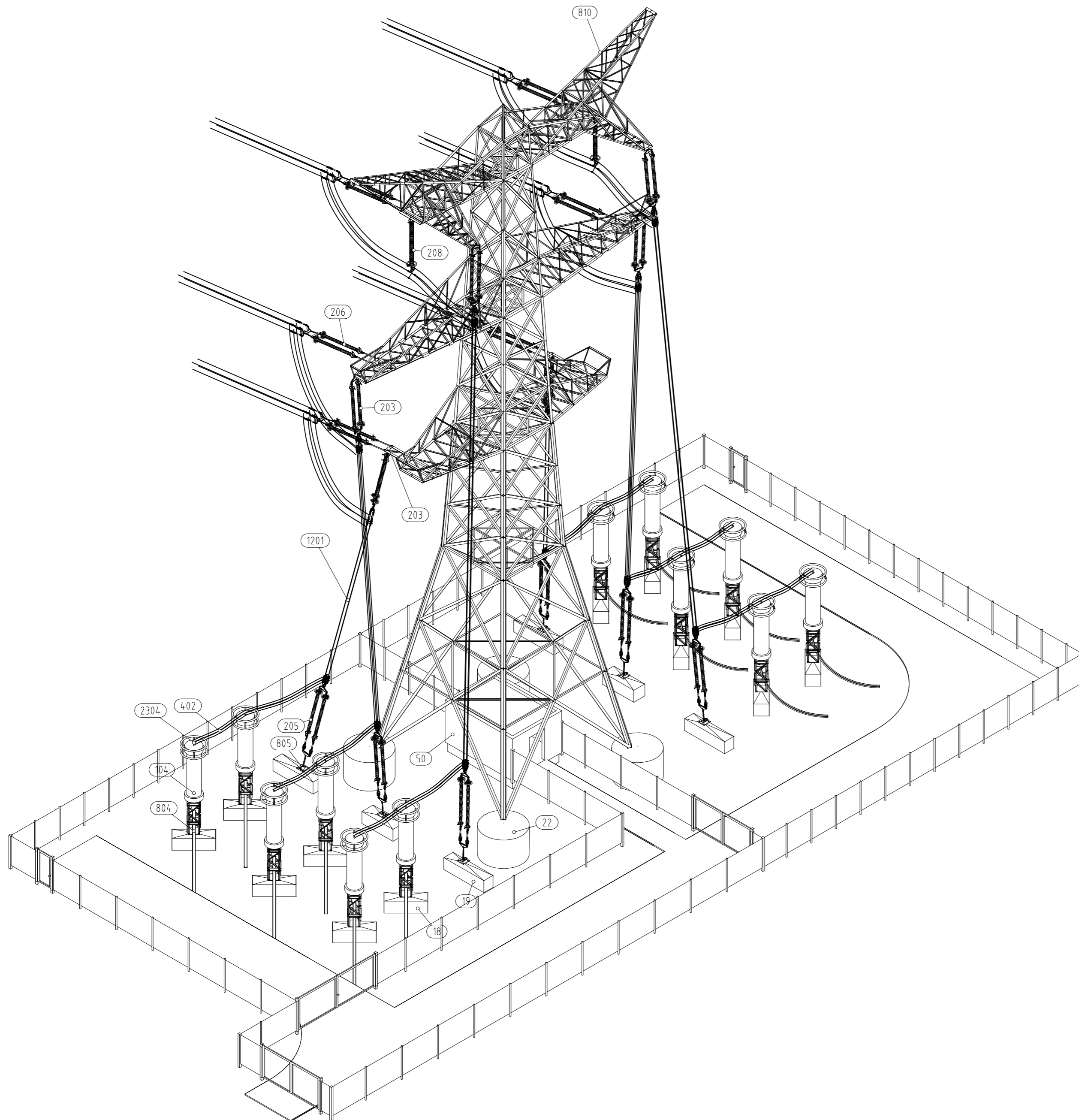
OSP 1014
 RD coördinaten mast 1014
 x,y,z: 78205.7, 382862.8, 1.5



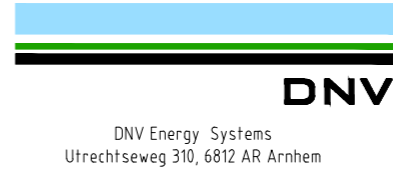
DATUM: 22-03-2022
STATUS TENNET: DEFINITIEF
REVISIE TENNET: 1.0

- Notes:
- Het kabel trace ontwerp dient afgestemd te worden met de opstelling van het OSP zoals in deze bladen weergegeven
 - Het RD coördinaat van de mast volgt uit de "stacking table VKA1.1" welke door TenneT is verstrekt

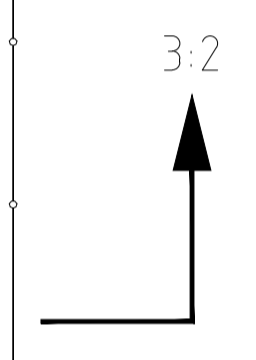
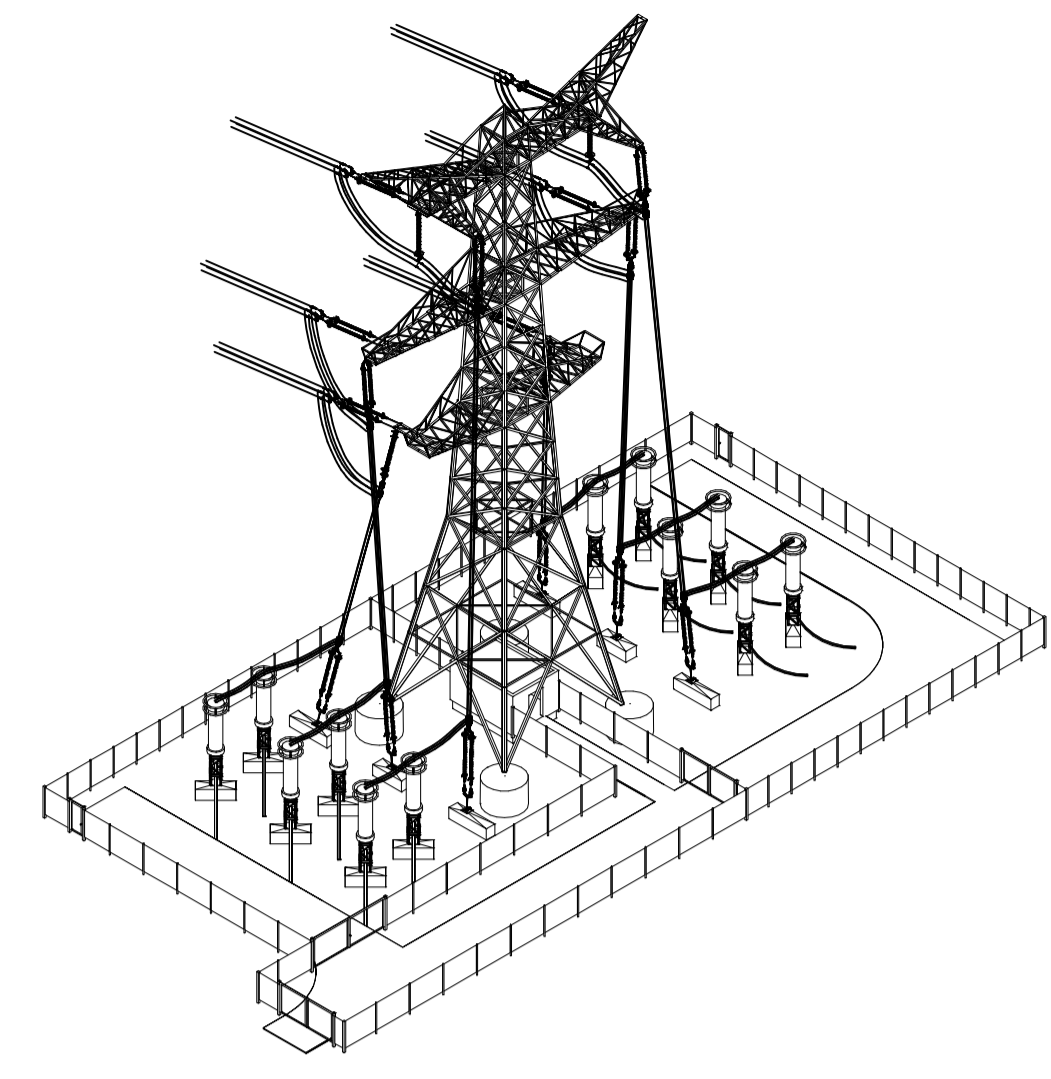
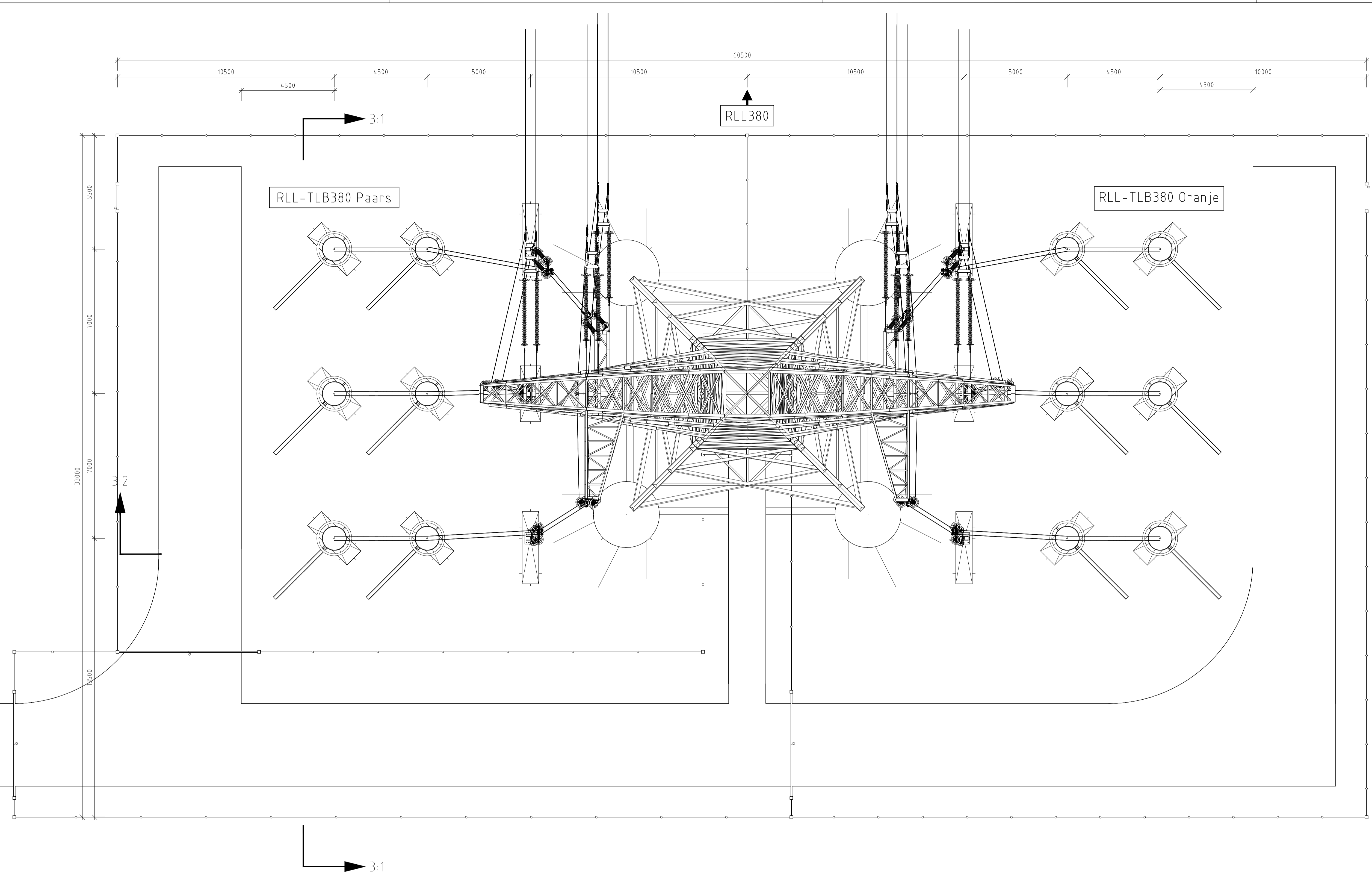
2.0		03-12-2021	oppervlak aangepast			
1.0		13-10-2021	Eerste uitgave			
Revisie	Datum	Omschrijving				
				Projectnaam: TenneT Engineering ZW380 kV Oost Status: CONCEPT Datum: 13-10-2021 Tekenaar: EKA Vrijgever:		
				Schaal: 1:1000	Units: mm	
				Projectnummer: 10124.719	DNV docnummer: 10124.719-11-1000	
Naam: 150/380 kV Verbinding ZW 380kV Oost				Tekeningstatus: CONCEPT		
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Getekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
						A 2
Relatie: Zie rapport 21-0967 (002.678.00 0928567)			Thema: Categorie: Documenttype: Object ID: OSP 1014 Omschrijving: Situatie tekening OSP 1014			
Tekeningnummer (oud of nieuw):				TenneT nummer: 002.678.00 0928570		Blad nummer: 1 van 5
						



Overzicht met hoofdcomponenten				
POS	Omschrijving	Id.nr.	Leverancier	Aant.
18	Fundatie Poer 970x1000x2700 (KES380kV)	002.678.00 0935076 (10124.719-12-1021)	n.t.b.	14
19	Fundatie Poer 800x1000x3500 (VPL150/380kV)	002.678.00 0935080 (10124.719-12-1025)	n.t.b.	4
22	4-paals poer (Masttype EA-3_so)	002.678.00 0903475 (10124.719-032-1005)	n.t.b.	1
50	PreFab huisje	BOU.04.002 (oud)	n.t.b.	1
104	380kV Kabeindsluiting	n.t.b.	n.t.b.	12
203	380kV vertical insulator (opstijgpunten)	10124.719-40-1040	n.t.b.	6
205	380kV vertical-up strain insulator (opstijgpunten)	002.678.00 0944975 (10124.719-40-1045)	n.t.b.	6
206	380kV Tension insulators set	002.678.00 0928738 (10124.719-40-1021)	n.t.b.	6
208	380kV post-insulator	002.678.00 0928620 (10124.719-40-1043)	n.t.b.	2
402	AAAC-AL7 620 mm ²		n.t.b.	
804	Staalwerk KES 380kV	002.678.00 0935069 (10124.719-12-1001)	n.t.b.	12
805	Voetplaat grondafspanning isolatoren op OSP 380/150kV	002.678.00 0935073 (10124.719-12-1105)	n.t.b.	6
810	Mast type EA-3_so	002.678.00 0927494 (10124.719-35-1051)	Moldau	1
1201	Spacer t.b.v. AAAC-AL7 620mm ² , 4 bundel	Spacer type 1 (380kV)	n.t.b.	26
2304	T-klem t.b.v. AAAC-AL7 620mm ² , 4 bundel	Clamp type 1 (380kV)	n.t.b.	12

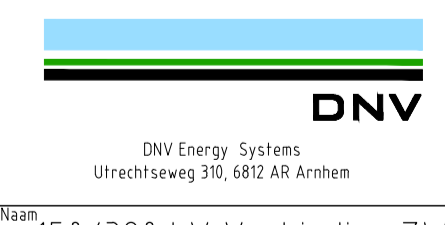

2.0	24-11-2021	Toegangsweg verplaatst				
1.0	12-10-2021	Concept versie				
Revisie	Datum	Omschrijving				
			Projectnaam: TenneT Engineering ZW380 kV Oost Status: CONCEPT Datum: 12-10-2021 Tekenaar: EKA Vrijgever:			
			Schaal: 1:100	Units: mm	Projectnummer: 10124.719	
			DNV docnummer: 10124.719-11-1000			
Naam: 150/380 kV Verbinding ZW 380kV Oost				Tekeningstatus: CONCEPT		
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Getekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
						A 2
Relatie: Zie rapport 21-0967 (002.678.00 0928567)			Thema:			
			Categorie:			
			Documenttype:			
Tekeningnummer (oud of nieuw):			Object ID: OSP1014			
			Omschrijving: 3D aanzicht OSP1014			
			TeneT nummer: 002.678.00 0928570			
			Blad nummer: 2 van 5			

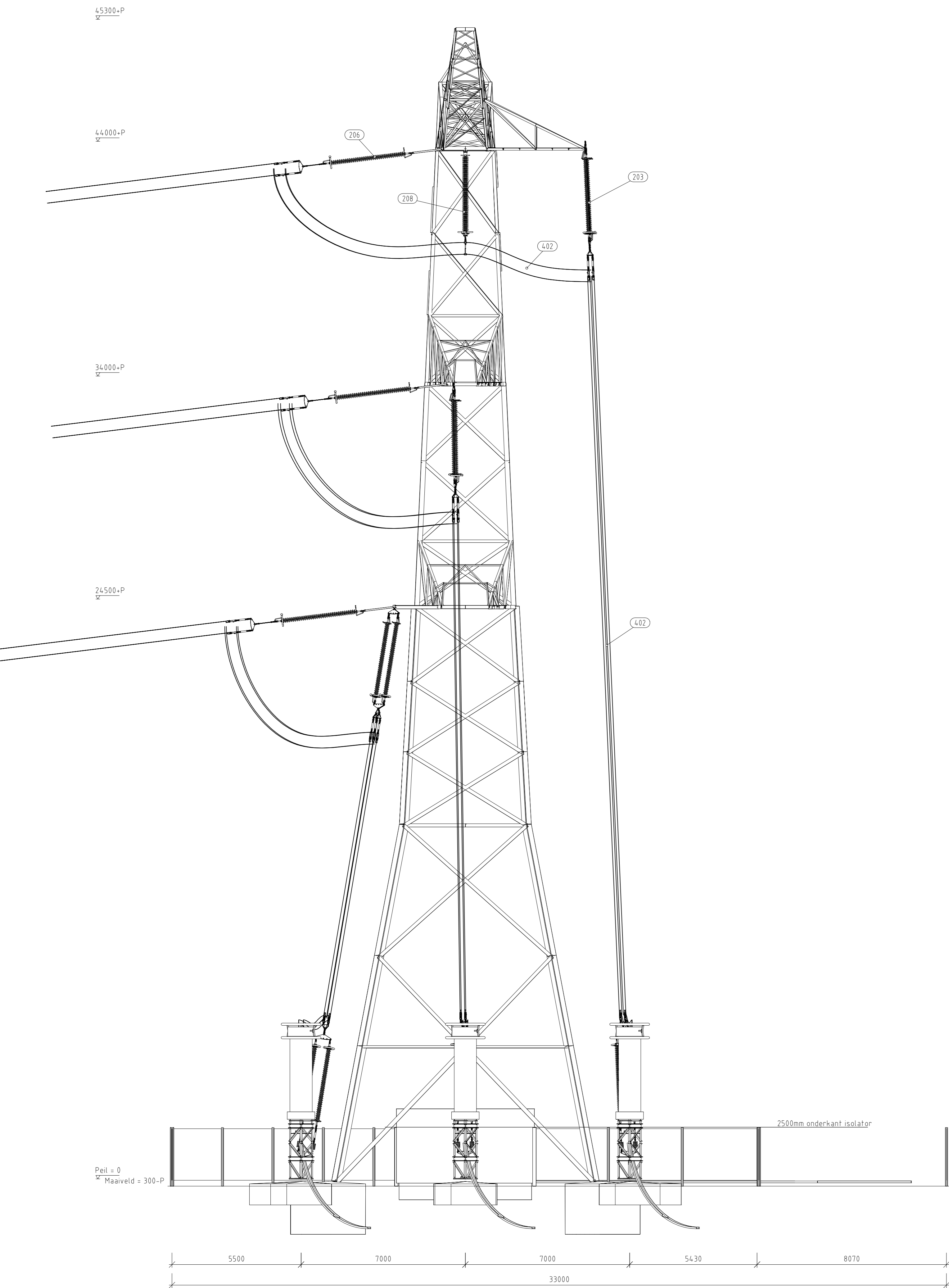




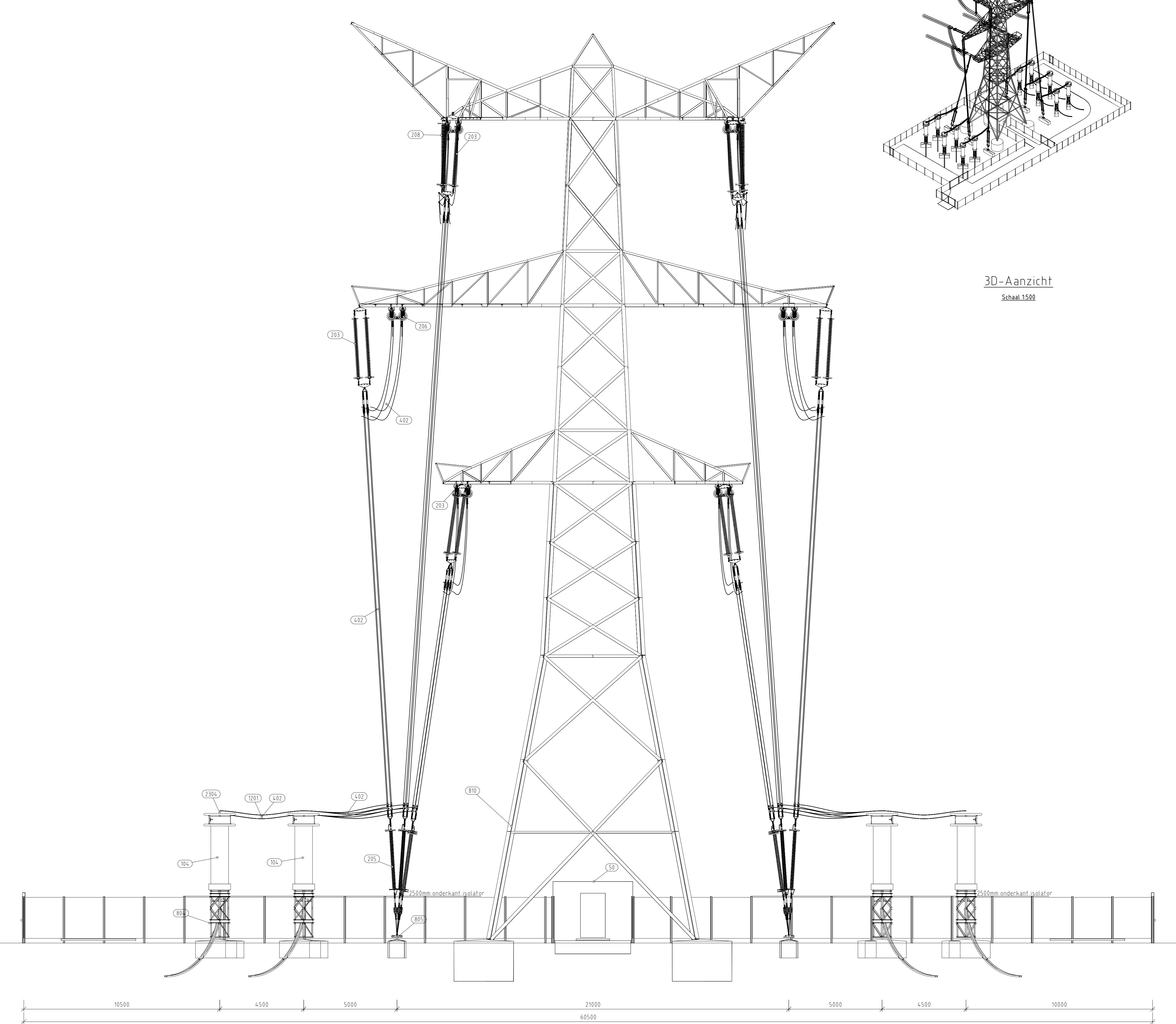
- Opmerking:
- 1) Voor de doorsnedes zie blad 3
 - 2) Voor de civiele installatie zie blad 4

Revisie	Datum	Omschrijving
2.0	24-11-2021	Toegangsweg verplaatst
1.0	12-10-2021	Concept versie

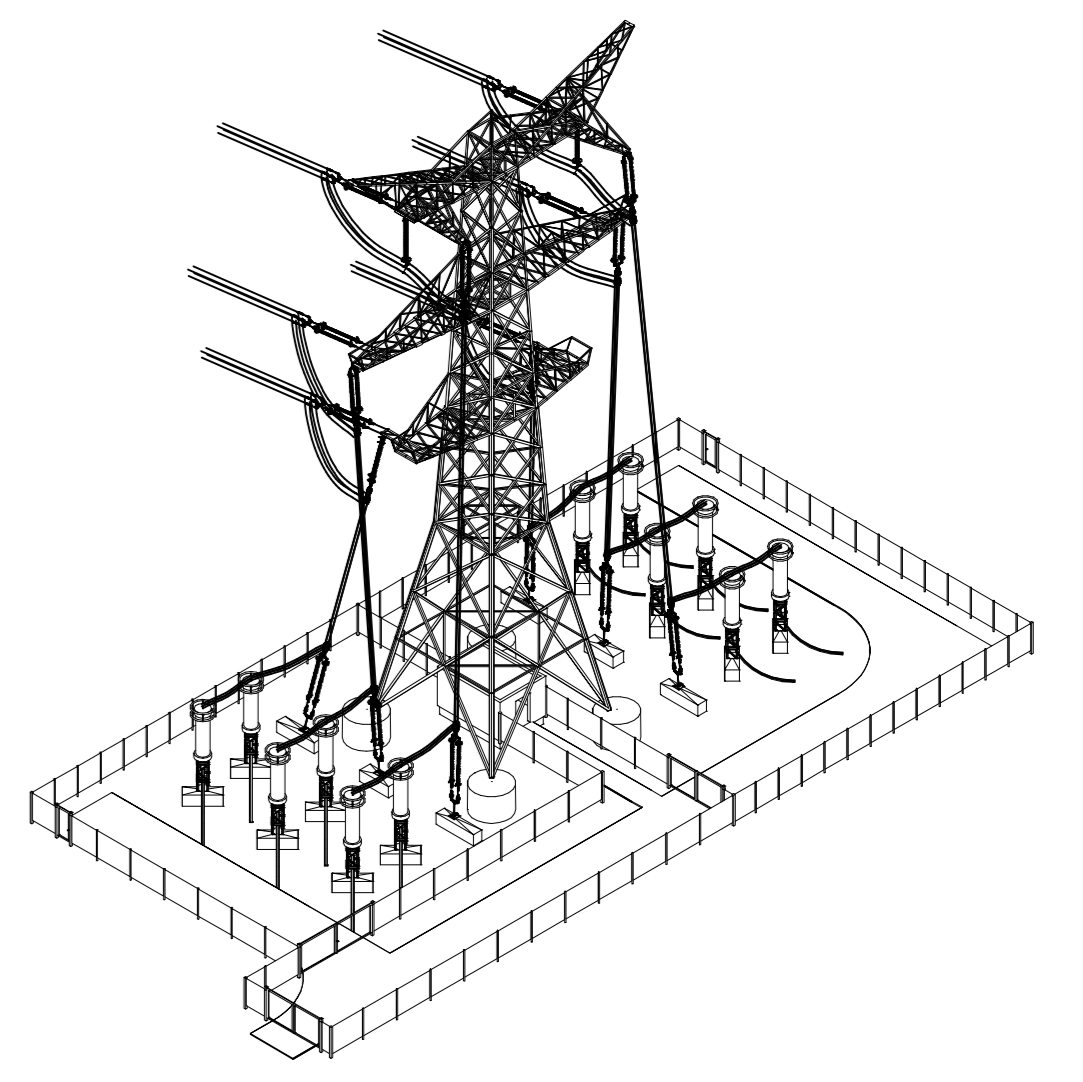
 DNV Energy Systems Utrechtseweg 310, 6812 AR Arnhem		Projectnaam: TenneT Engineering ZW380 kV Oost Status: CONCEPT Datum: 12-10-2021 Tekenaar: EKA Vrijgever:	Schaal: 1:100 Units: mm Projectnummer: 10124.719 DNV document: 10124.719-11-1000			
Naam: 150/380 kV Verbinding ZW 380kV Oost		Tekeningstafus: CONCEPT				
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Gelokend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
						A 1
Relatie: Zie rapport 21-0967 (002.678.00.0928567)		Thema:				
Tekennummer (oud of nieuw)		Documenttype:				
TennaT nummer: 002.678.00.0928570		Object ID: OSP1014 Omschrijving: Bovenaanzicht OSP1014 primaire installatie				
 Taking power further		TennaT nummer: 002.678.00.0928570				
		Blad nummer: 3			van 5	



Doorsnede 3.1



Doorsnede 3.2

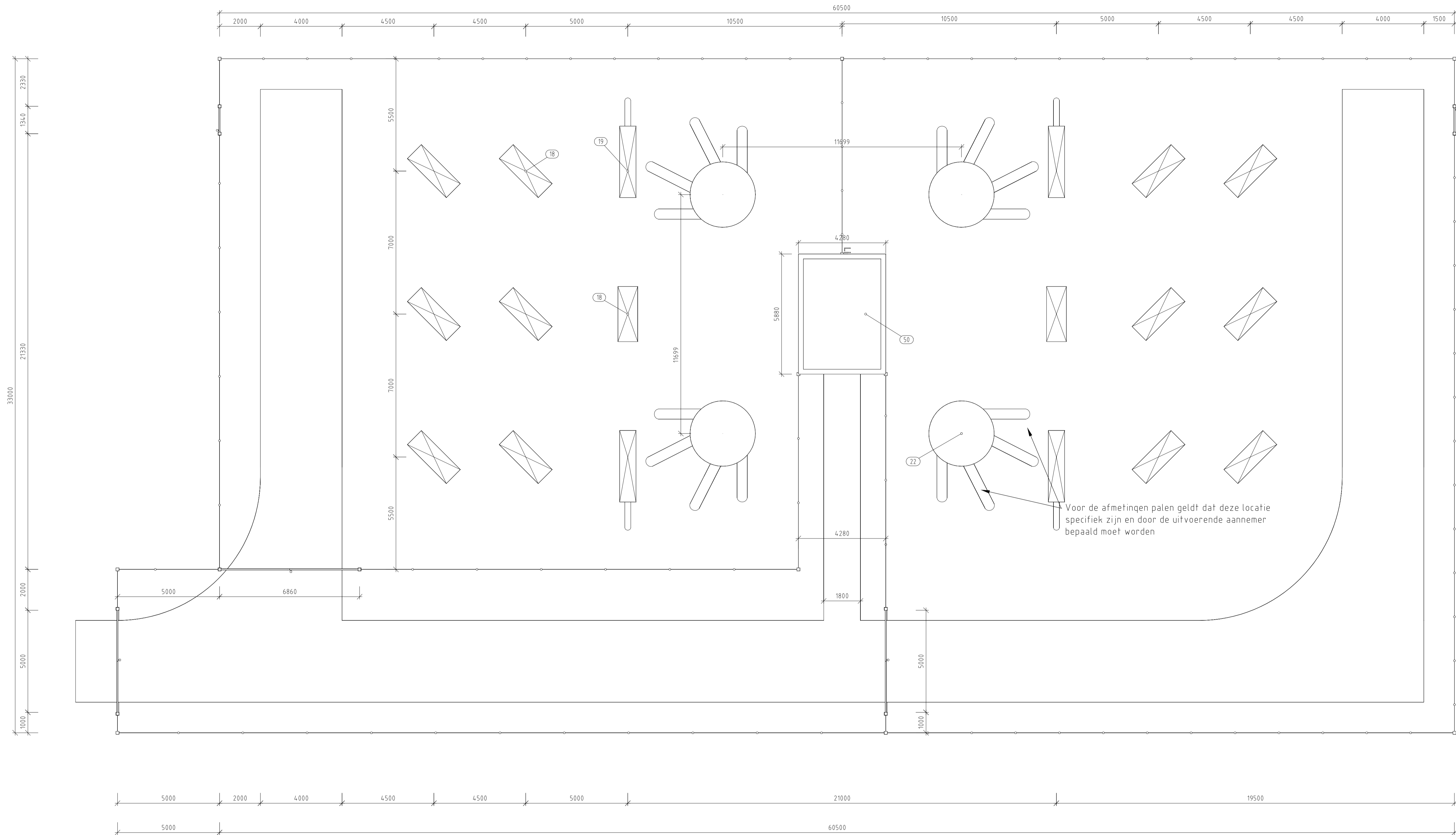


3D-Aanzicht
Schaal 1:500

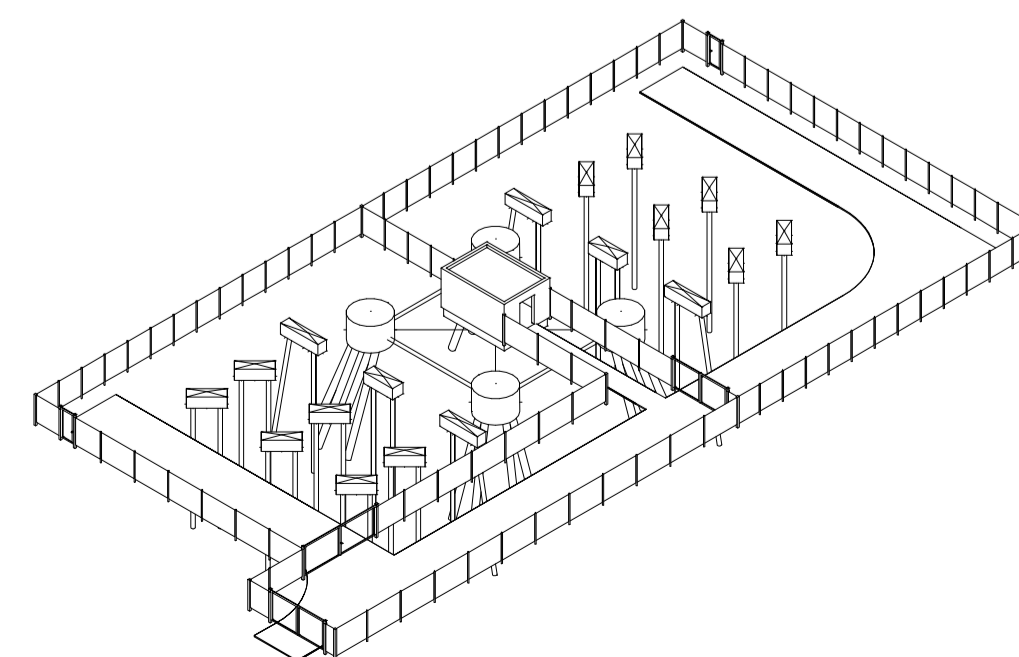
Overzicht met hoofdelementen

POS	Omschrijving	Id nr.	Leverancier	Aant.
50	Prefab huisje	B01.04.002 (euld)	n.t.b.	1
104	380kV Kabelendsluiting	n.t.b.	n.t.b.	12
203	380kV vertical insulator (opstijgpunten)	10124.719.-L0.-104.0	n.t.b.	6
205	380kV vertical-up stram insulator (opstijgpunten)	002.678.00.0944.975 (10124.719.-L0.-104.5)	n.t.b.	6
206	380kV Tension insulators set	002.678.00.0928738 (10124.719.-L0.-102.1)	n.t.b.	6
208	380kV post-insulator	002.678.00.0928620 (10124.719.-L0.-104.3)	n.t.b.	2
402	AAAC-AL7 620 mm ²	n.t.b.	n.t.b.	
804	Staalwerk KES 380kV	002.678.00.0935069 (10124.719.-12.-100.0)	n.t.b.	12
805	Veelplaat grondafspanning isolatoren op DSP 380/150kV	002.678.00.0935073 (10124.719.-12.-110.5)	n.t.b.	6
810	Mast type EA-3_so	002.678.00.0927474 (10124.719.-35.-105.1)	Maldau	1
1201	Spacer t.b.v. AAAC-AL7 620mm ² , 4 bundel	Spacer type T1380kV	n.t.b.	26
2304	T-klem t.b.v. AAAC-AL7 620mm ² , 4 bundel	Clamp type T1380kV	n.t.b.	12

Revisie	Datum	Omschrijving	Projectnaam	Tennet Engineering ZW380 kV Oost		
2.0	24-11-2021	Toespaningswet verplaatst	Status	CONCEPT		
1.0	12-10-2021	Concept versie	Datum	12-10-2021		
			Schaal	1:100		
			Unit	mm		
			Tekenaar	EKA		
			Projectnummer	10124.719		
			Origineel	DNV document 10124.719-11-1000		
Naam: 150/380 kV Verbinding ZW 380kV Oost 150/380 kV Verbinding ZW 380kV Oost			Projectlocatie: CONCEPT			
Rev.	Datum-revisie	Omschrijving-revisie	Getekend	Datum Na-Bijl	Schaal	Formaat
						A 0
Blaaije		Tekst				
Zie rapport 21-1067 (002.678.00.0928571)		Categorie				
		Documenttype				
		Object ID				
		OSP-1014				
		Omschrijving				
		Zijaanzichten OSP1014 primaire installatie				
			Bladnummer 002.678.00.0928570		4 van 5	5



Overzicht met hoofdcomponenten				
POS	Omschrijving	Id.nr.	Leverancier	Aant.
18	Fundatie Poer 970x1000x2700 (KES380kV)	002.678.00.0935076 (10124.719-12-1021)	n.t.b.	14
19	Fundatie Poer 800x1000x3500 (VPL150/380kV)	002.678.00.0935080 (10124.719-12-1025)	n.t.b.	4
22	4-paals poer (Masttype EA-3_so)	002.678.00.0903475 (10124.719-032-1005)	n.t.b.	1
50	PreFab huisje	BOU.04.002 (oud)	n.t.b.	1

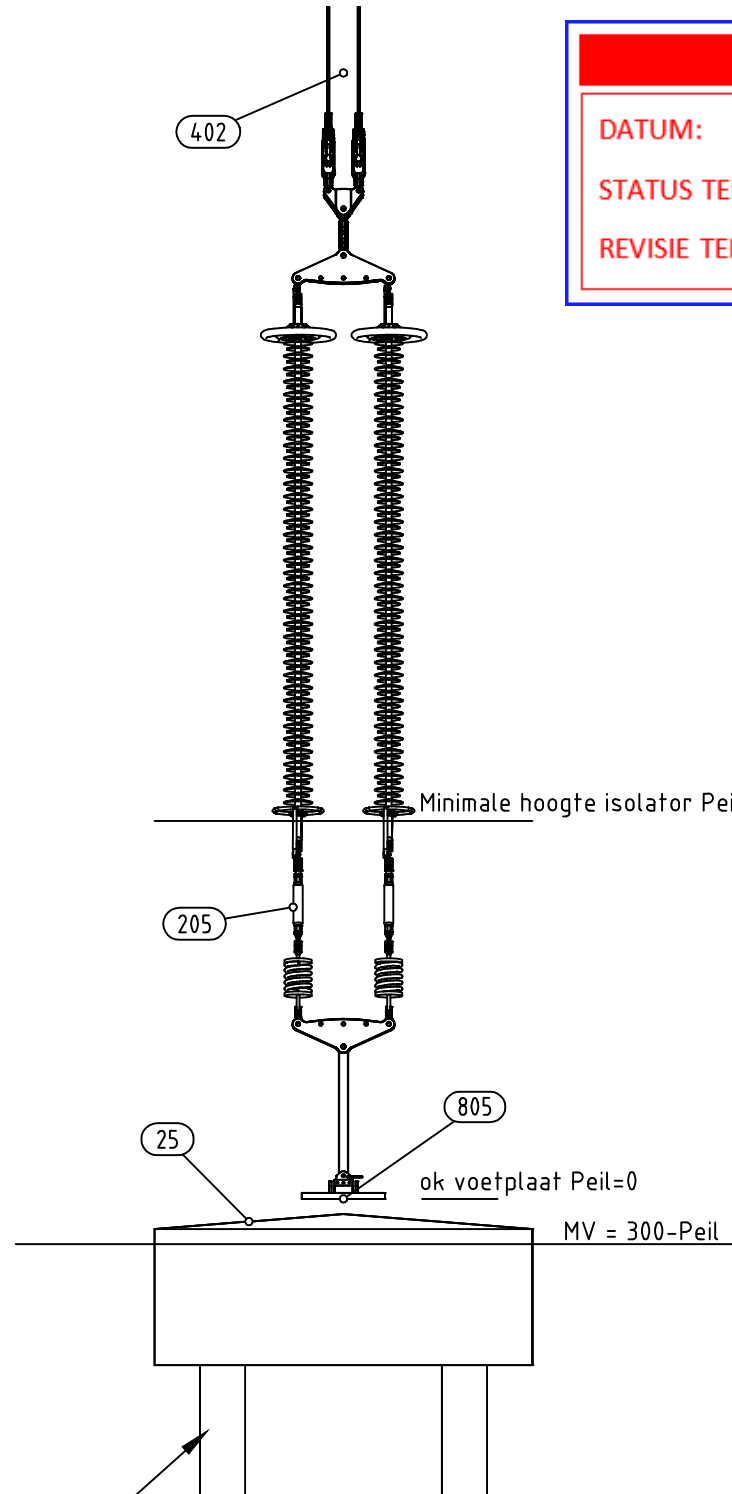
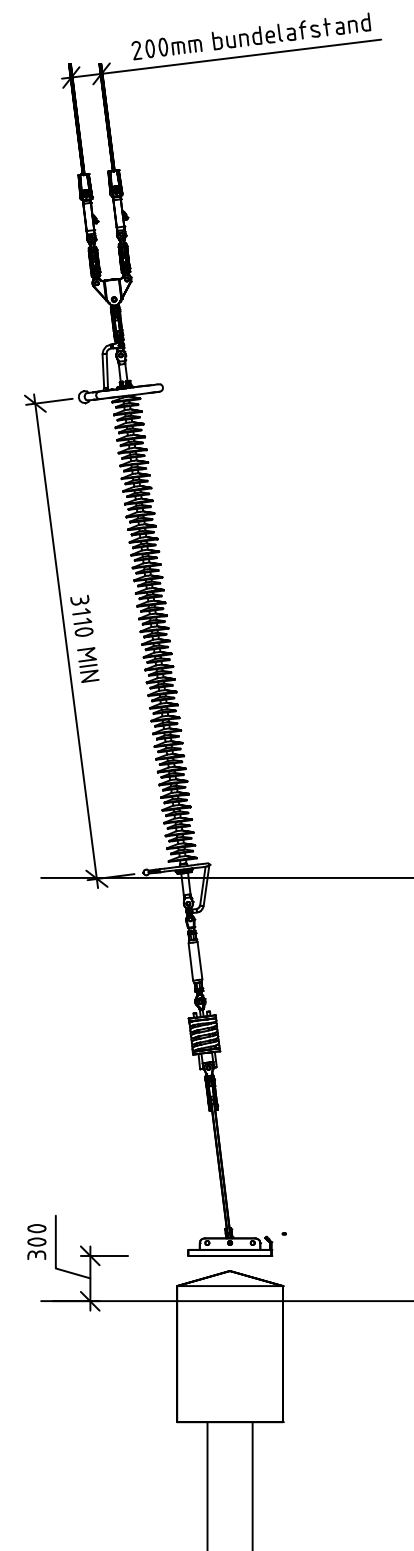


3D-Aanzicht
Schaal 1:500

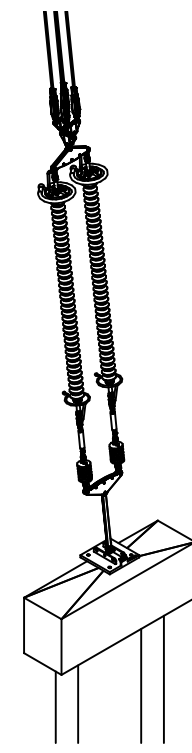
2.0	24-11-2021	Toegangsweg verplaatst					
1.0	12-10-2021	Concept versie					
Revisie	Datum	Omschrijving					
Naam		150/380 kV Verbinding ZW 380kV Oost					
Rev.		Datum	revisie	Gelokend	Datum	Schaal	Formaat
Relatie		Zie rapport 21-0967 (002.678.00.0928567)					
Thema		Bovenaanzicht OSP1014 civiele installatie					
Categorie							
Documenttype							
Object ID		OSP1014					
Tekennummer (oud of nieuw)		002.678.00.0928570					
Totaal nummer		5 van 5					



C.5 Opstellingstekening grondafspanning



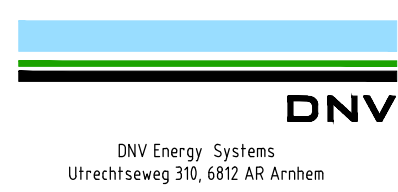
DATUM: 15-11-2021
STATUS TENNET: DEFINITIEF
REVISIE TENNET: 1.0



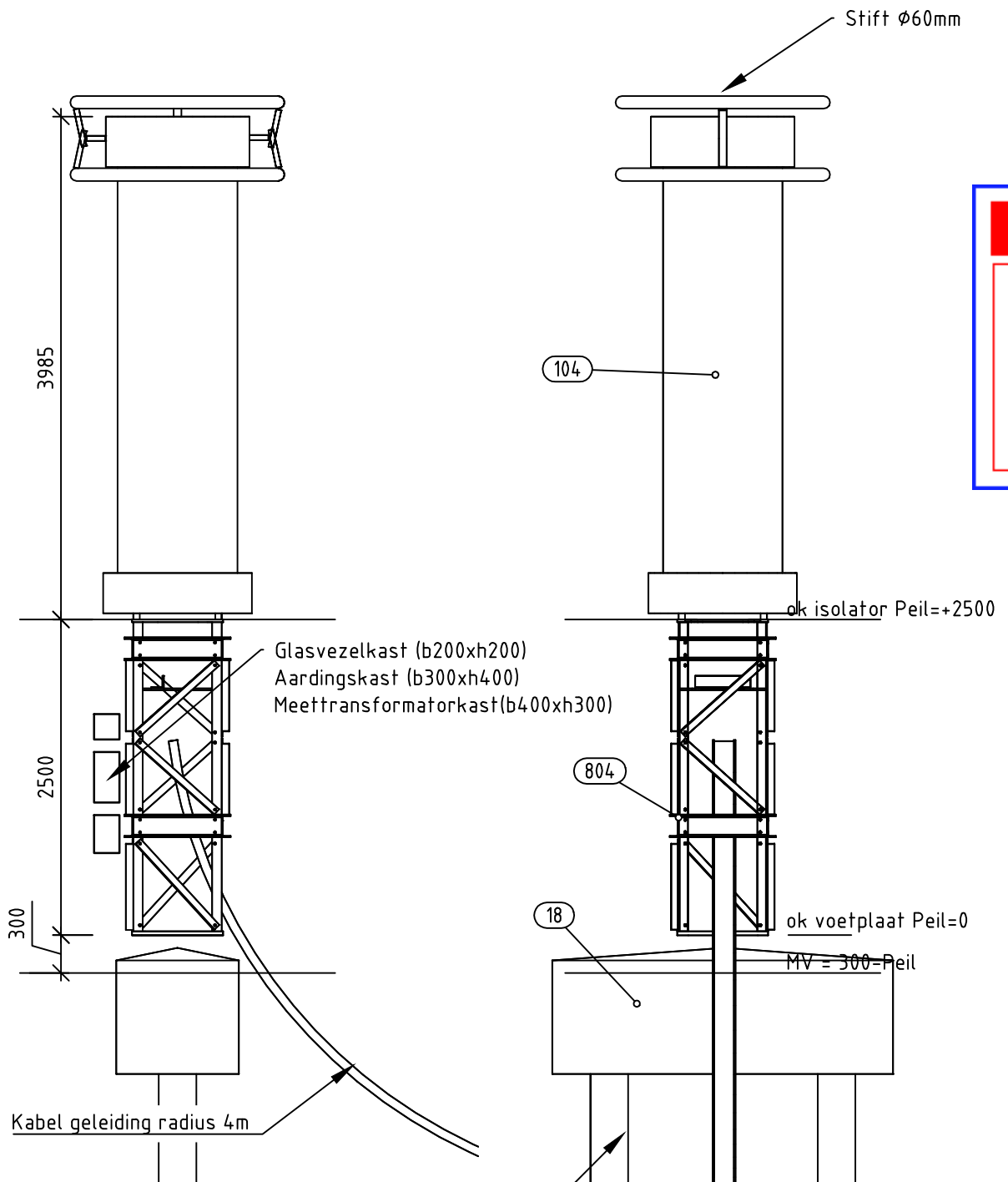
Notes:
 - Voor POS 25 geldt dat dit de standaard uitvoering betaamd en locatie specifiek kan afwijken

Voor de afmetingen palen geldt dat deze locatie specifiek zijn en door de uitvoerende aannemer bepaald moet worden

Hoofdelementen				
Pos	Omschrijving	Id.nr.	Leverancier	Aant.
25	Fundatie Poer 800x1000x2500 (VPL150/380kV)	002.678.00 0935080 (10124719-12-10235)	n.t.b.	1
205	380kV vertical-up strain insulator (opstijgpunten)	002.678.00 0944975 (10124719-40-1045)	n.t.b.	1
402	AAAC-AL7 620 mm ²		n.t.b.	4
805	Voetplaat grondafspanning isolatoren op OSP 380/150kV	002.678.00 0935073 (10124719-12-1105)	n.t.b.	1

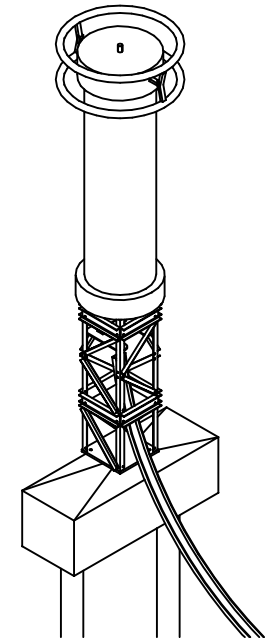
2.0		25-10-2021	RFA commentaar 0963139 verwerkt
1.0		12-10-2021	Eerste uitgave
Revisie	Datum	Omschrijving	
 Projectnaam: TenneT Engineering ZW380 kV Oost Status: DEFINTIEF Datum: 25-10-2021 Tekenaar: EKA Vrijgever:			
			Schaal: 1:50
			Units: mm
			Projectnummer: 10124719
			DNV docnummer: 10124719-13-1007
Naam			Tekeningstatus
150/380 kV Verbinding ZW 380kV Oost			DEFINTIEF
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Getekend
			Datum As-Built
			Schaal
			Formaat
			A3
Relatie		Thema	
		Categorie	
		Documenttype	
		Object ID	
Tekeningsnummer (oud of nieuw):		OSP 1014	
		Omschrijving:	
		Opstellings tekening grondafspanning 380kV	
TenneT nummer:			Blad nummer:
002.678.00 0961763			1 van: 1

C.6 Opstellingstekening KES



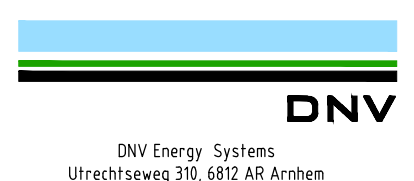

Voor de afmetingen palen geldt dat deze locatie specifiek zijn en door de uitvoerende aannemer bepaald moet worden

DATUM: 11-11-2021
STATUS TENNET: DEFINITIEF
REVISIE TENNET: 1.0

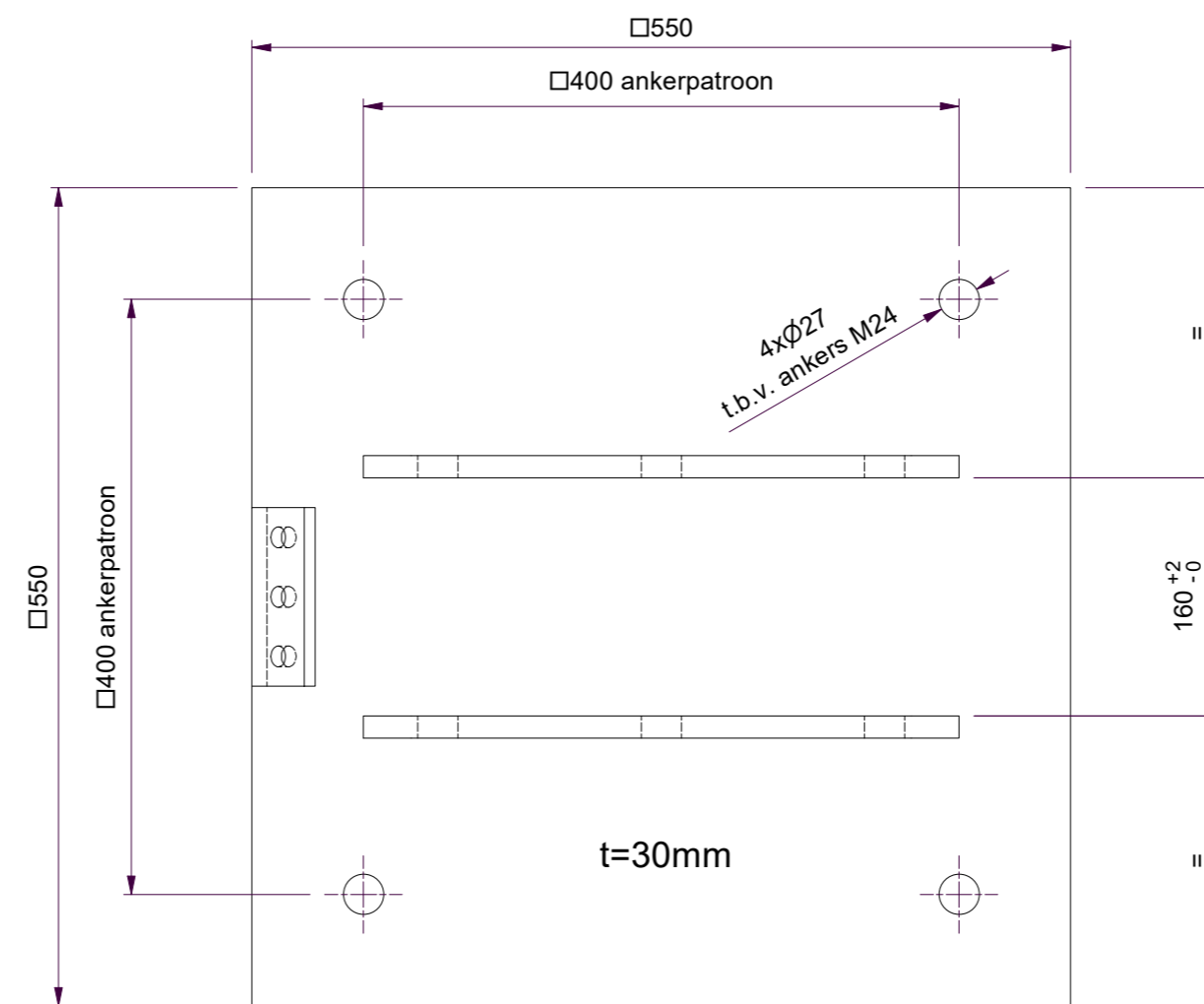
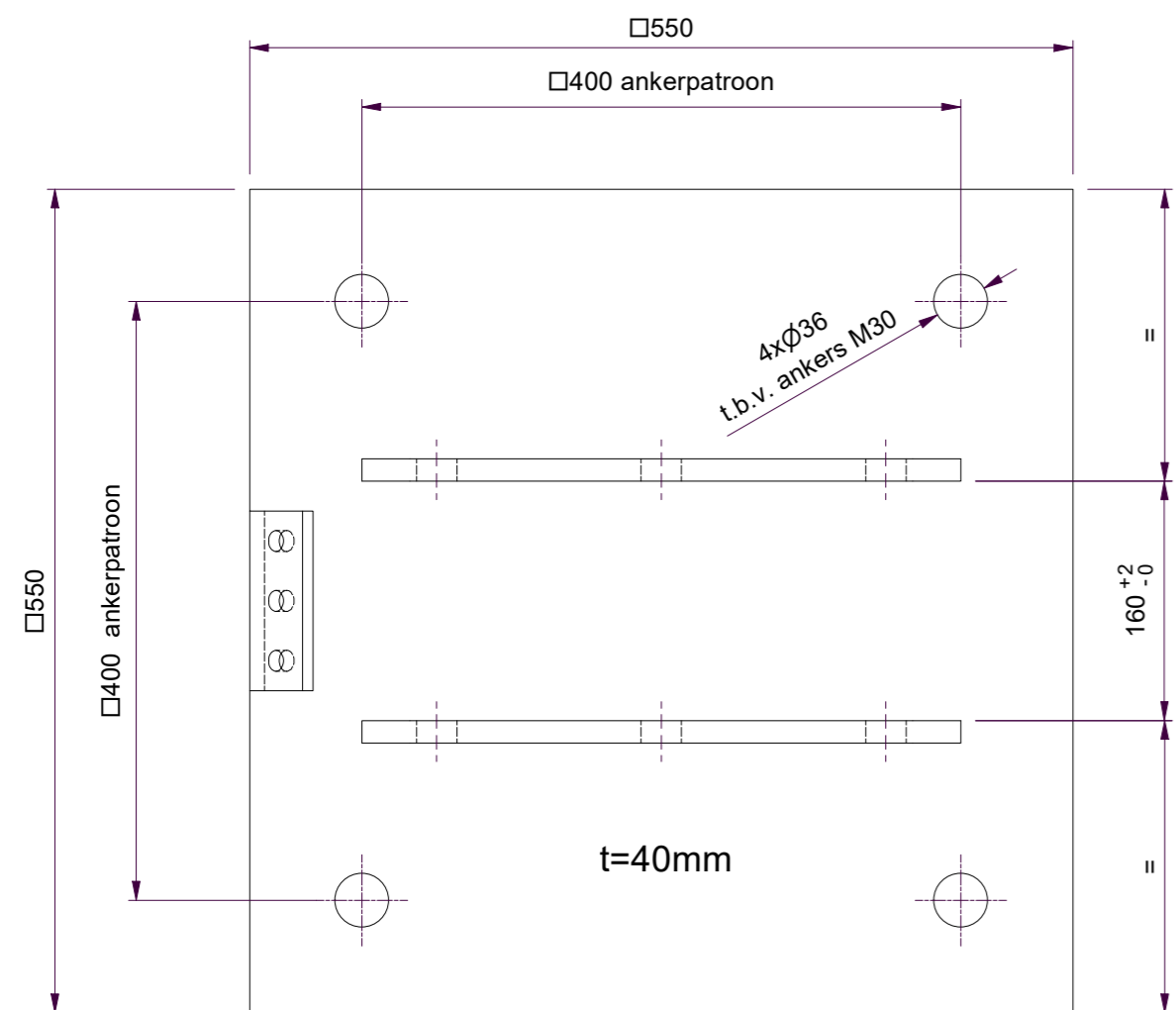


- Notes:
- Voor POS 18 geldt dat dit de standaard uitvoering betaamd en locatie specifiek kan afwijken.
 - Voor kasten geldt dat er maximaal 3 per ondersteuning geplaatst kunnen worden afmeting dienen afgestemd te worden met de leverancier. Per fase dient bepaald te worden welke kasten van toepassing zijn

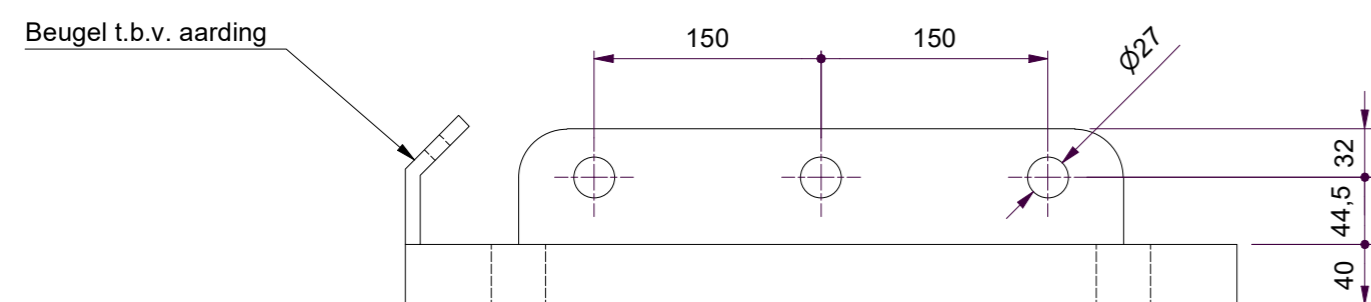
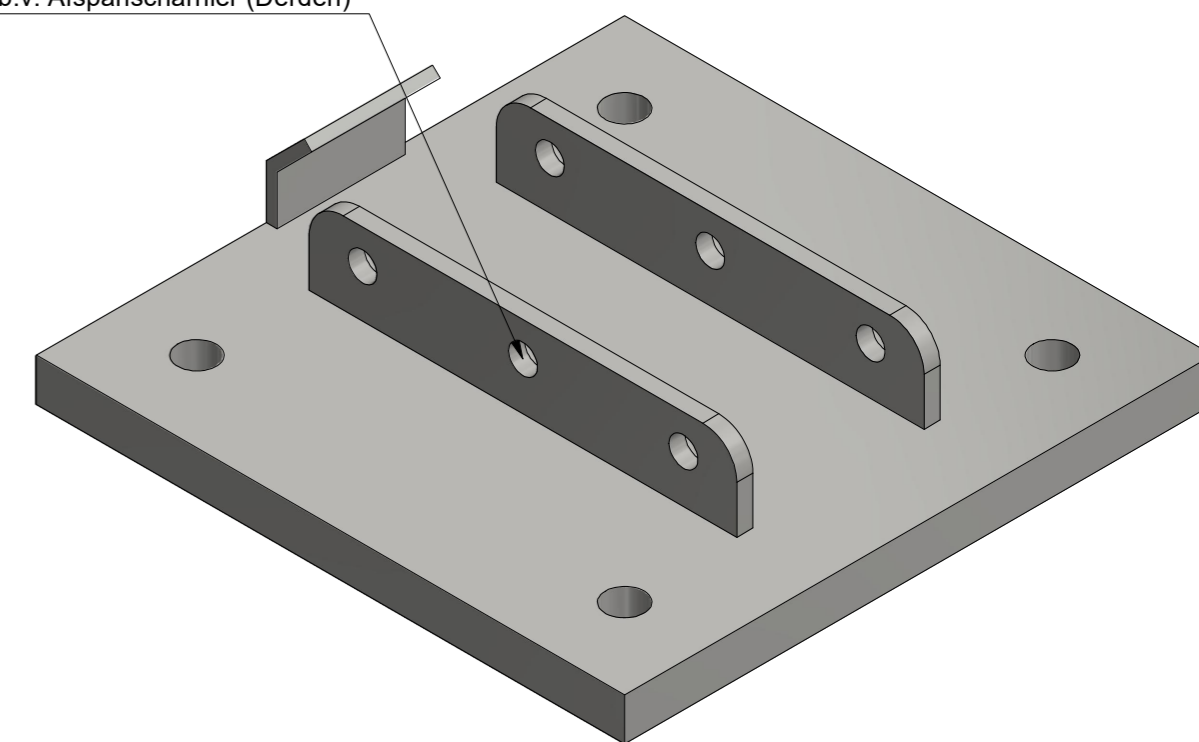
Hoofdelementen				
Pos	Omschrijving	Id.n.r	Leverancier	Aant.
18	Fundatie Poer 970x1000x2700 (KES380kV)	002.678.00 0935076 (10124719-12-1021)	n.t.b.	1
104	380kV Kabeindsluiting	n.t.b	n.t.b.	1
804	Staalwerk KES 380kV	002.678.00 0935069 (10124719-12-1001)	n.t.b.	1

2.0	25-10-2021	RFA 0960291 Verwerkt			
0.1	12-10-2021	Concept versie			
Revisie	Datum	Omschrijving			
			Projectnaam: TenneT Engineering ZW380 kV Oost Status: DEFINITIEF Datum: 25-10-2021 Tekenaar: EKA (DNV) Vrijgever:		
			Schaal: 1:50	Units: mm	Projectnummer: 10124719
			DNV docnummer: 10124719-13-1001		
Naam: 150/380 kV Verbinding ZW 380kV Oost					Tekeningstatus: DEFINITIEF
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Getekend	Datum As-Built	Schaal
					A3
Relatie: Zie rapport 21-0967 (002.678.00 0928567)			Thema: Categorie: Documenttype: Object ID:		
Tekeningsnummer (oud of nieuw):			OSP algemeen Omschrijving: Opstellings tekening KES 380kV		
			TenneT nummer: 002.678.00 0928580	Blad nummer: 1 van 1	

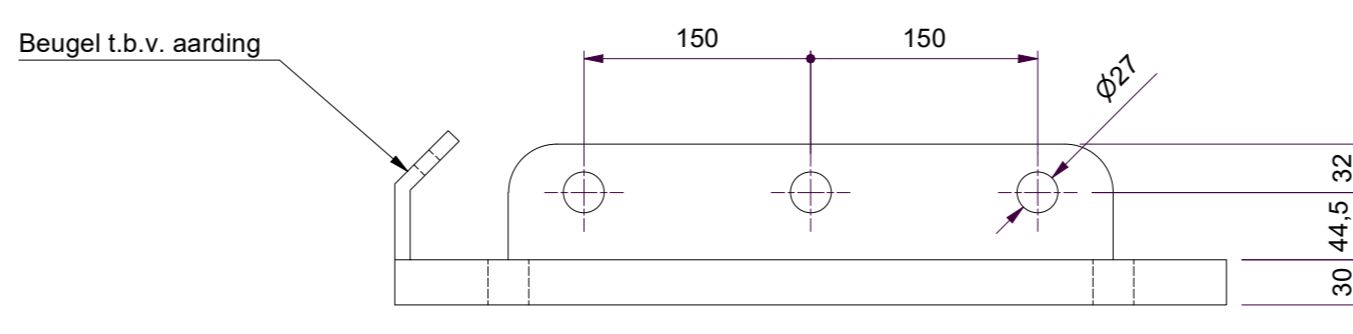
C.7 Voetplaat grondafspanning



Gaten t.b.v. Afspanscharnier (Derden)



380 kV variant
Gewicht ca 101 kg



150 kV variant
Gewicht ca 78 kg

DATUM: 20-12-2021
STATUS TENNET: DEFINITIEF
REVISIE TENNET: 1.0

Rev.		Date	Description
2.0		3-11-2021	Update naar aanleiding RFA rapportage
1.0		24-06-2021	First edition

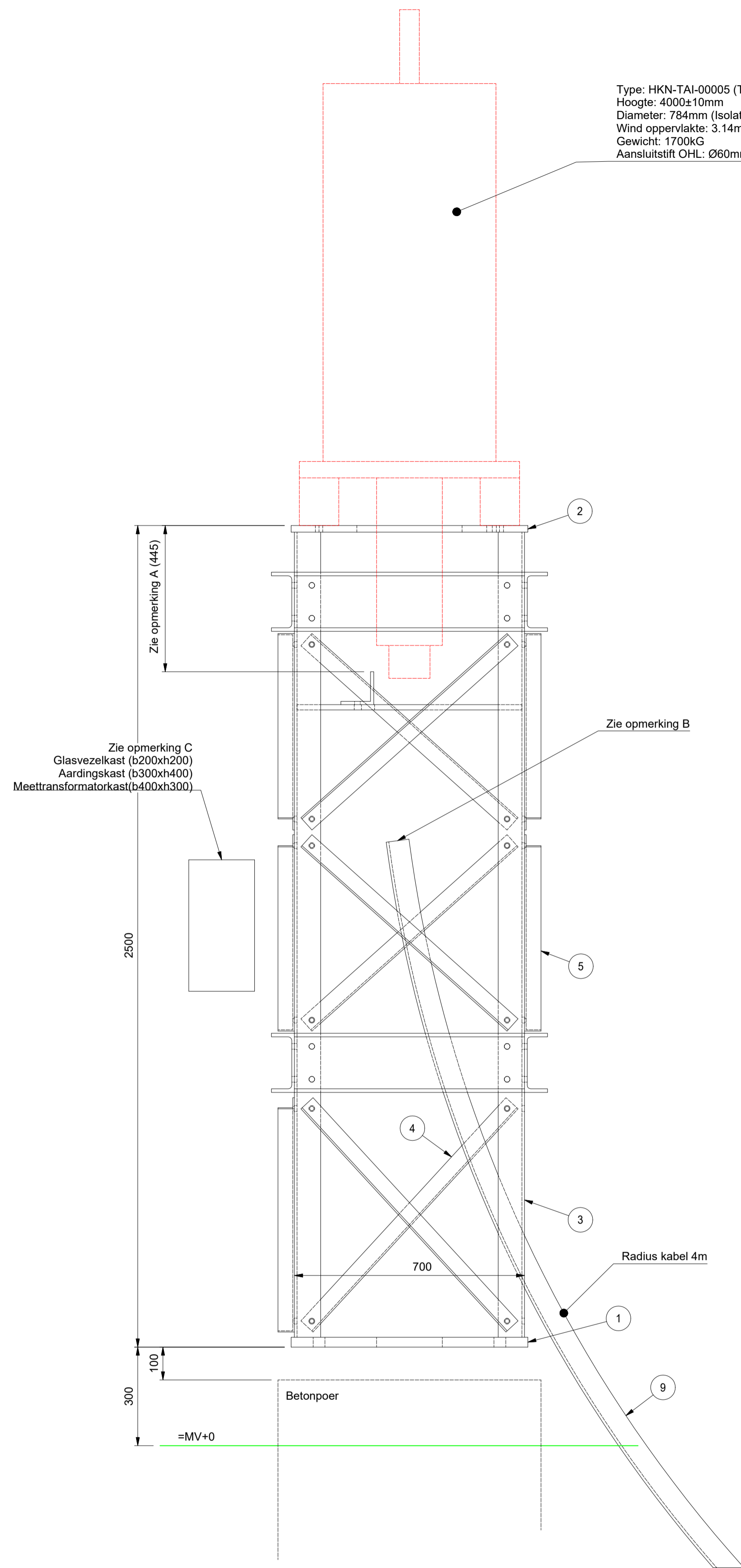
		Project: TenneT Engineering ZW380 kV Oost	Scale: 1 : 5
		Design State: WorkInProgress	Units: mm
		Date: 24-6-2021	Projectno: 10124.719
		Author: EKA	DNV Doc.no: 10124.719-12-1005
		Approved: EPL	

Title: 150/380kV Verbinding ZW 380kV Oost		Design State: DO Fase	
Rev.No.	Date revision	Author:	Date As-Built
		DNV	
		Scale	Format
		1 : 5	A2

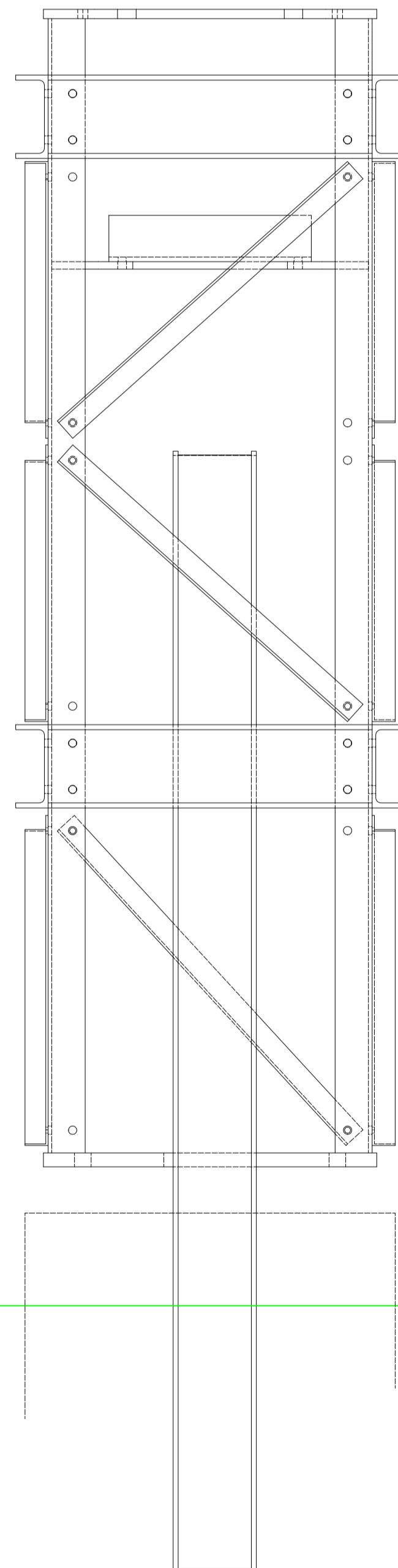
Relationship to other drawings	Theme
	Category
	Documenttype
Drawing no. (old or new)	Object ID
	Description
	
Voetplaat grondafspanning isolatoren op OSP 380/150kV TenneT number: 002.678.00 0935073	

C.8 Staalwerk KES 380kV

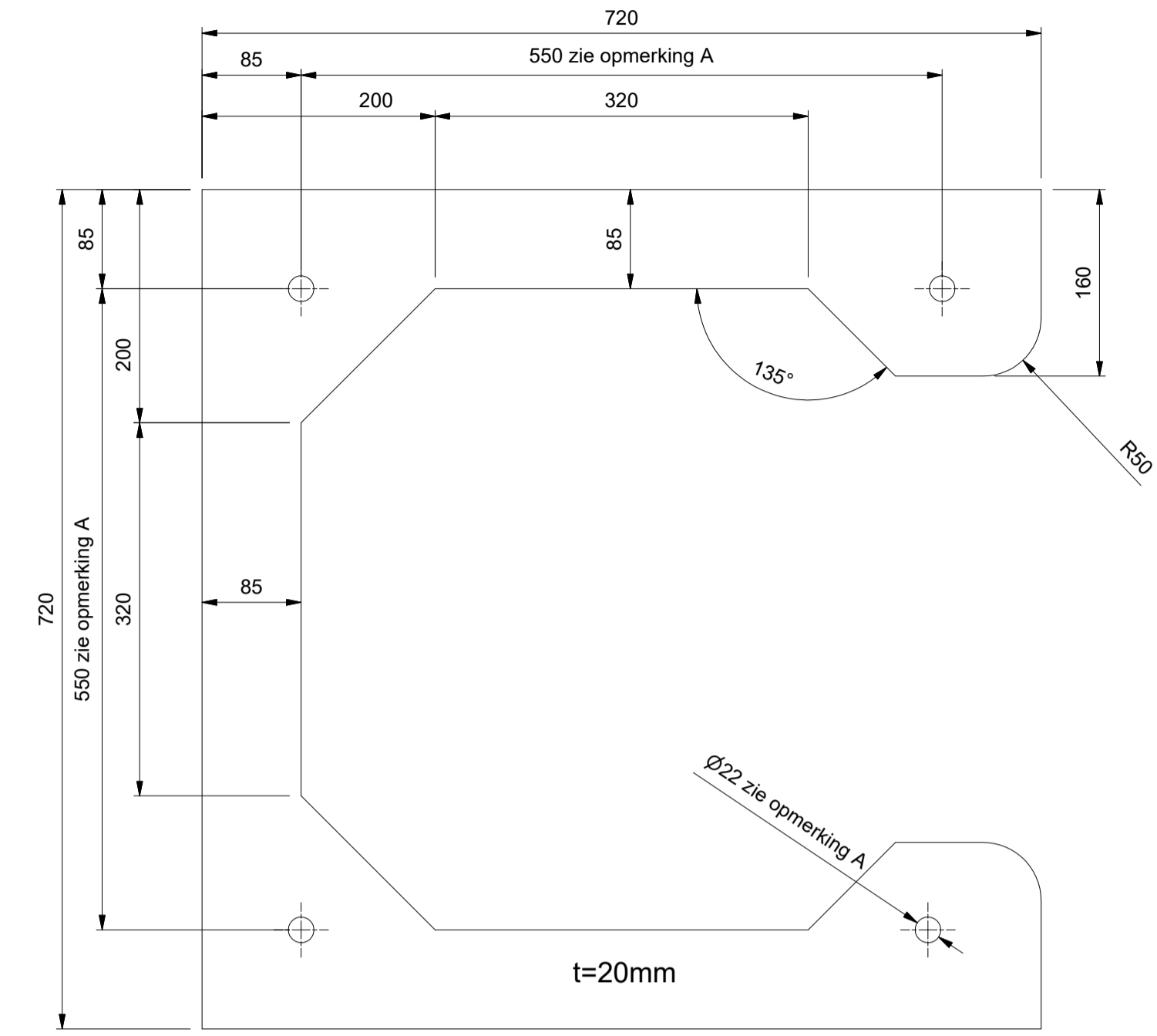
Type: HKN-TAI-00005 (Taihan)
 Hoogte: 4000±10mm
 Diameter: 784mm (Isolator)
 Wind oppervlakte: 3.14m²
 Gewicht: 1700kg
 Aansluitstift OHL: Ø60mm



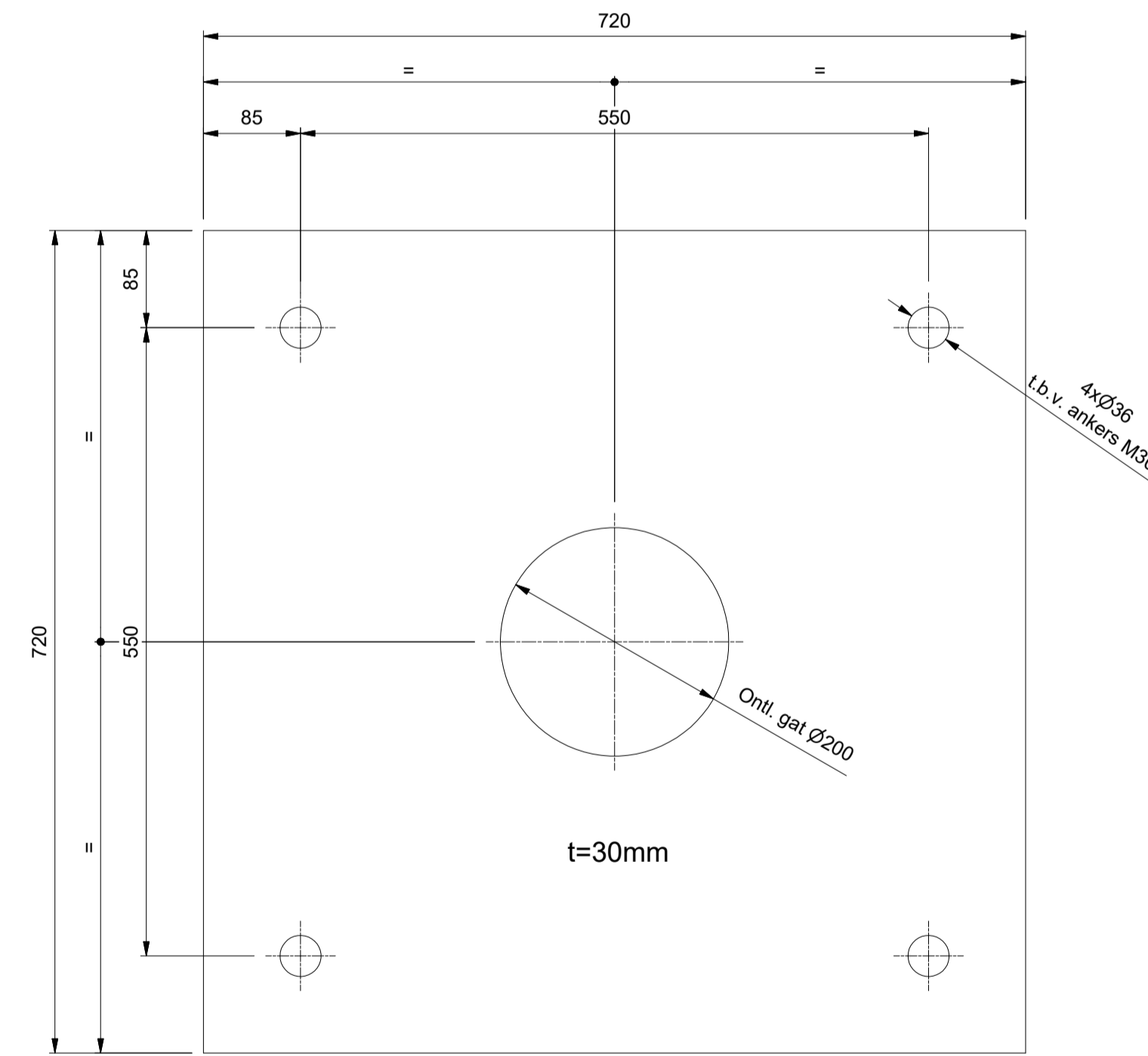
Zijaanzicht (1 : 10)



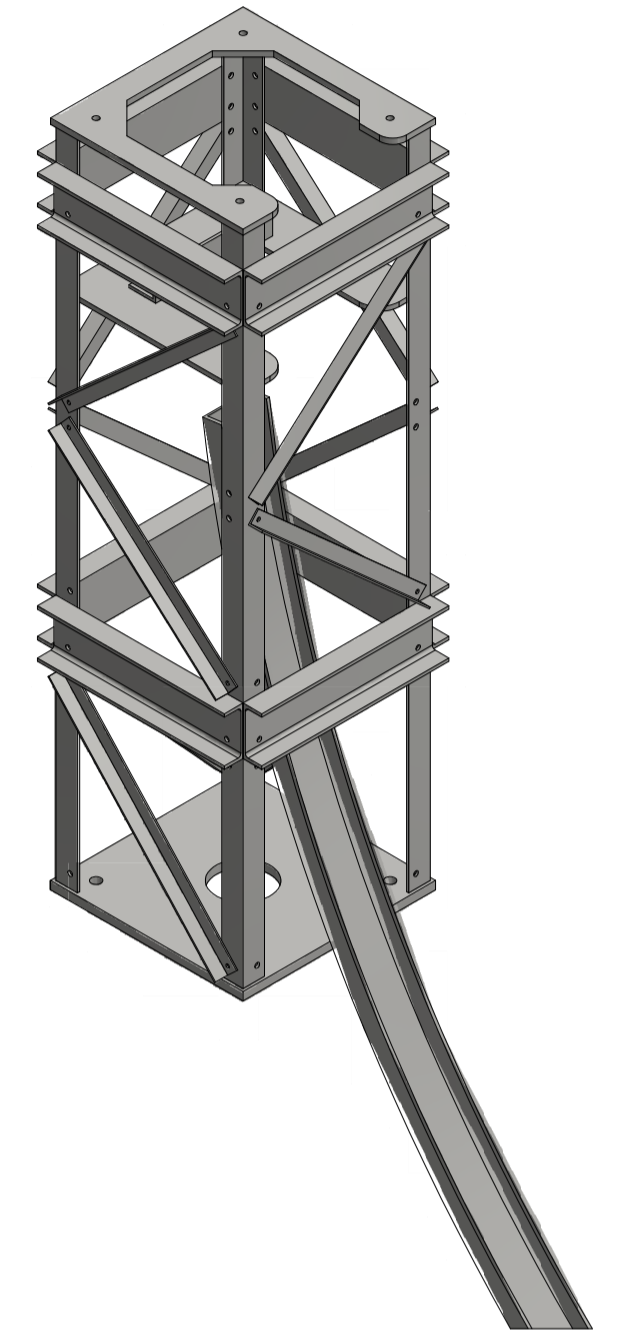
Vooraanzicht (1 : 10)



Top plaat
 Pos 2 (1 : 5)



Voetplaat
 Pos 1 (1 : 5)



3D-aanzicht (1 : 20)

Opmerking:

- A. De maatvoering is afhankelijk van de leverancier kabeleindsluiting en zal dan ook met de leverancier afgestemd moeten worden
- B. Hier dient een tussen plaat te komen volgend opgave van leverancier kabeleindsluiting
- C. Positie en afmetingen kasten dienen met leverancier afgestemd te worden. Voor kasten geldt dat er maximaal 3 per ondersteuning geplaatst kunnen worden afmeting dienen afgestemd te worden met de leverancier. Per fase dient bepaald te worden welke kasten van toepassing zijn
- D. Er wordt een ringtransformator geplaatst te worden voor locatie, afmetingen en bevestigingsdetail dient er afgestemd te worden met de leverancier

Gewicht ca 577 kg

Item	Drawingnr	Qty	Description	MATERIAL	remark
1	10124719-12-1001-POS-01	1	Voetplaat 720x720 t=30	S355J2	
2	10124719-12-1001-POS-02	1	Topplaat t=20	S355J2	Zie opmerking A
3	10124719-12-1001-POS-03	4	Randstijl L80x8	S355J2	
4	10124719-12-1001-POS-04	3	Diagonaal L50x5 Lg=922	S355J2	
5	10124719-12-1001-POS-05	8	Diagonaal L50x5 Lg=841	S355J2	
9	10124719-12-1001-POS-09	1	Kabel begeleiding	S355J2	Zie opmerking A

Rev.	Date	Description
5.0	11-11-2021	Opmerking kasten toegevoegd
6.0	07-12-2021	Update naar aanleiding RFA 0942922 - punt 43

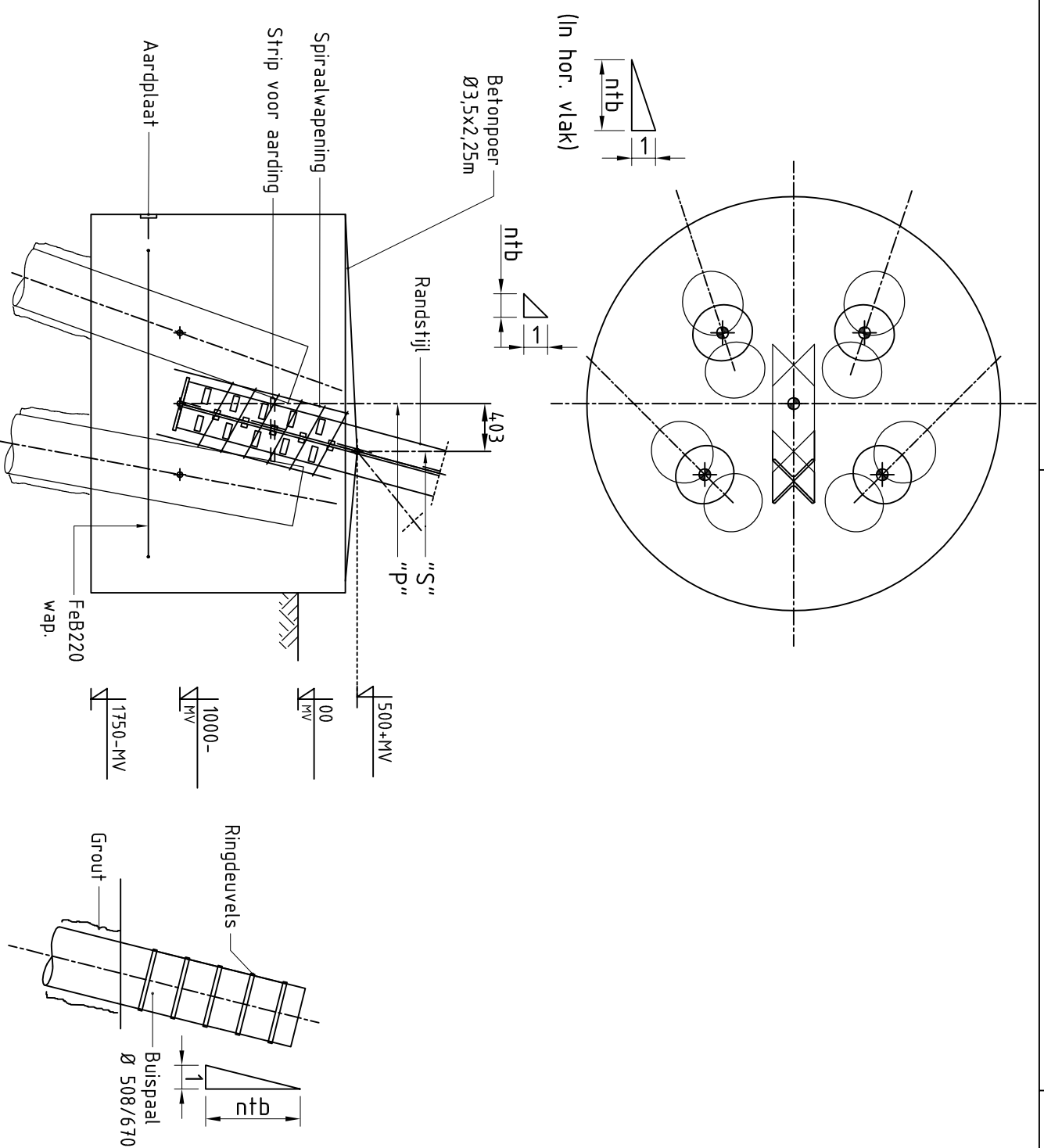
Project:	TenneT Engineering ZW380 kV Oost
Design State:	Released
Date:	28-7-2021
Author:	EKA
Approved:	EPL
Scale:	1 : 10
Units:	mm
Projectno:	10124.719
DWV Doc no:	10124.719-12-1001

Rev.No	Date revision	Description revision	Author	Date As-Built	Scale	Format
					1 : 10	A1

Relationship to other drawings	Theme	
	Category	
	Documenttype	
Drawing no. (old or new)	Object ID	
	Description	Staalwerk KES 380kV
	TenneT number:	002.678.00.0935069

DATUM: 20-12-2021
STATUS TENNET: DEFINITIEF
REVISIE TENNET: 1.0

C.9 Fundatietekening vierpaalsfundering

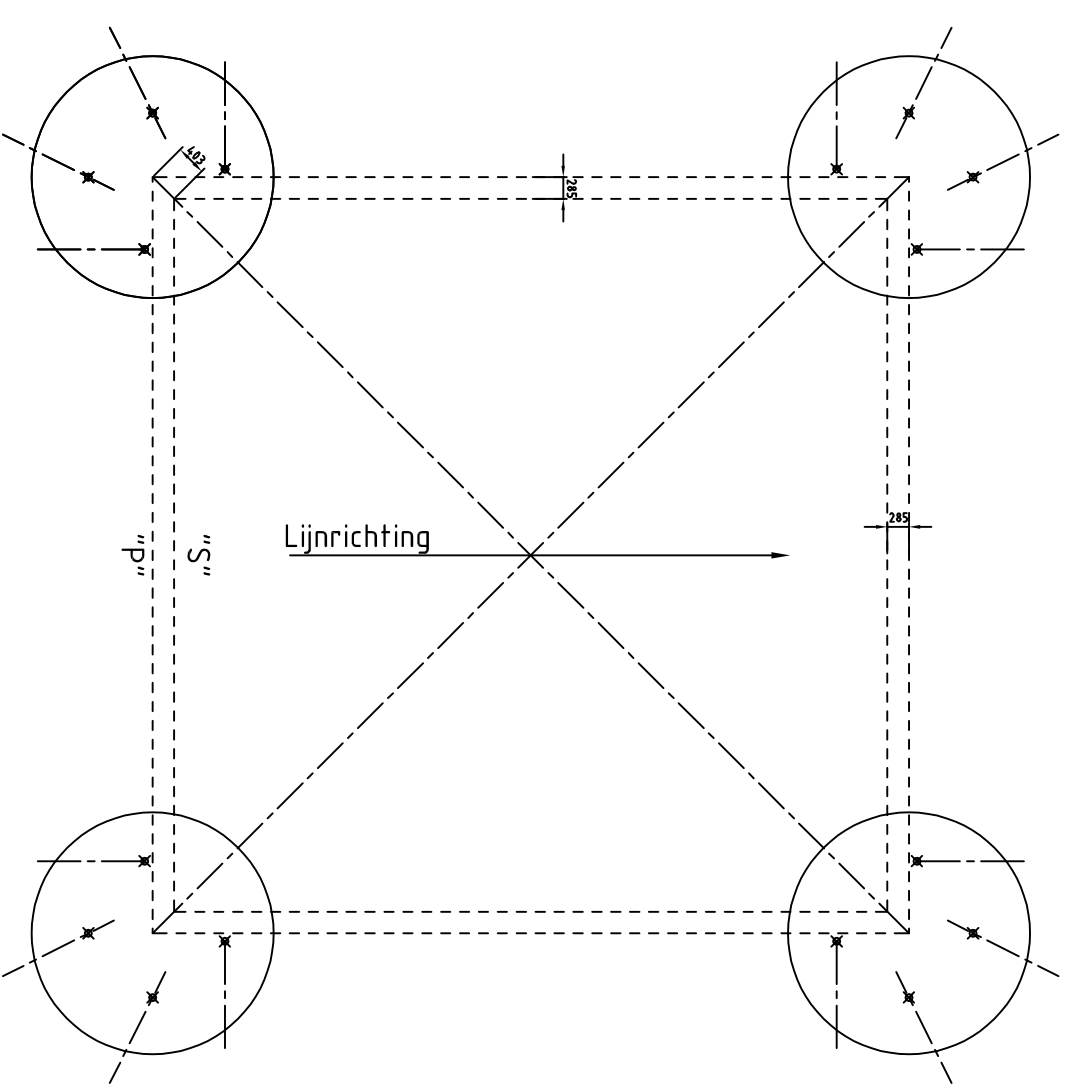


MASTTYPE	MASTNR:	Pootsprei "S"
EA-3/co	1025	11,602
EA-3/so	1014	10,999
EB+0/s	1205	11,275
EB-3/s	1001	10,999
HA+0/ci	1051, 1066, 1098, 1099, 114,7, 1153, 1167, 1168, 1204	11,762
HA+3/c	1094, 1095	12,902
HA+3/ca	1114	12,902
HC+0/c	1131, 1133, 1159, 1187	11,762
WA+0/c	1033, 1105, 1111	11,762
WB+0/c	1118	11,762

UITGANGSPUNTEN
 Betonsterkteklasse C30/37
 Milieuklasse XC4/XF3
 Wapeningstaal B500B, B220
 Staalkwaliteit S355J2H
 Gevolgklasse C2
 Ontwerp levensduur 100 jaar

Aarding:
 - Koppelstrip lassen tussen randstijl en wand stalen buispaal
 - In poer aardnet opnemen van zachtstralen wapening, verbinden met wapeningsskorf, randstijl, palen en aardplaat.
 - Aardplaat opnemen in poer.

STATUS **DEFINITIEF**
REVISIE TENNET: 1.0



Rev.	Datum	Omschrijving
3	14-06-2022	Mastnrs. VKA2.0, bemating aangepast
2	16-12-2021	Mastnrs aangepast
1	15-11-2021	RFA opmerkingen verwerkt

DNV
 DNV Energy Systems
 Utrechtseweg 310, 6817 AR Arnhem, tel: +31 26 3 56 91 11

Projectnaam: ZUID-WEST 380 KV OOST VERBINDINGEN
Status: DEFINITIEF
Datum: 15-10-2021
Tekenaar: DMR
Vrijgever: TBR

Schaal: 1:30
Units: mm
Projectnummer: 10124719
DNV document: 10124719-32-1004

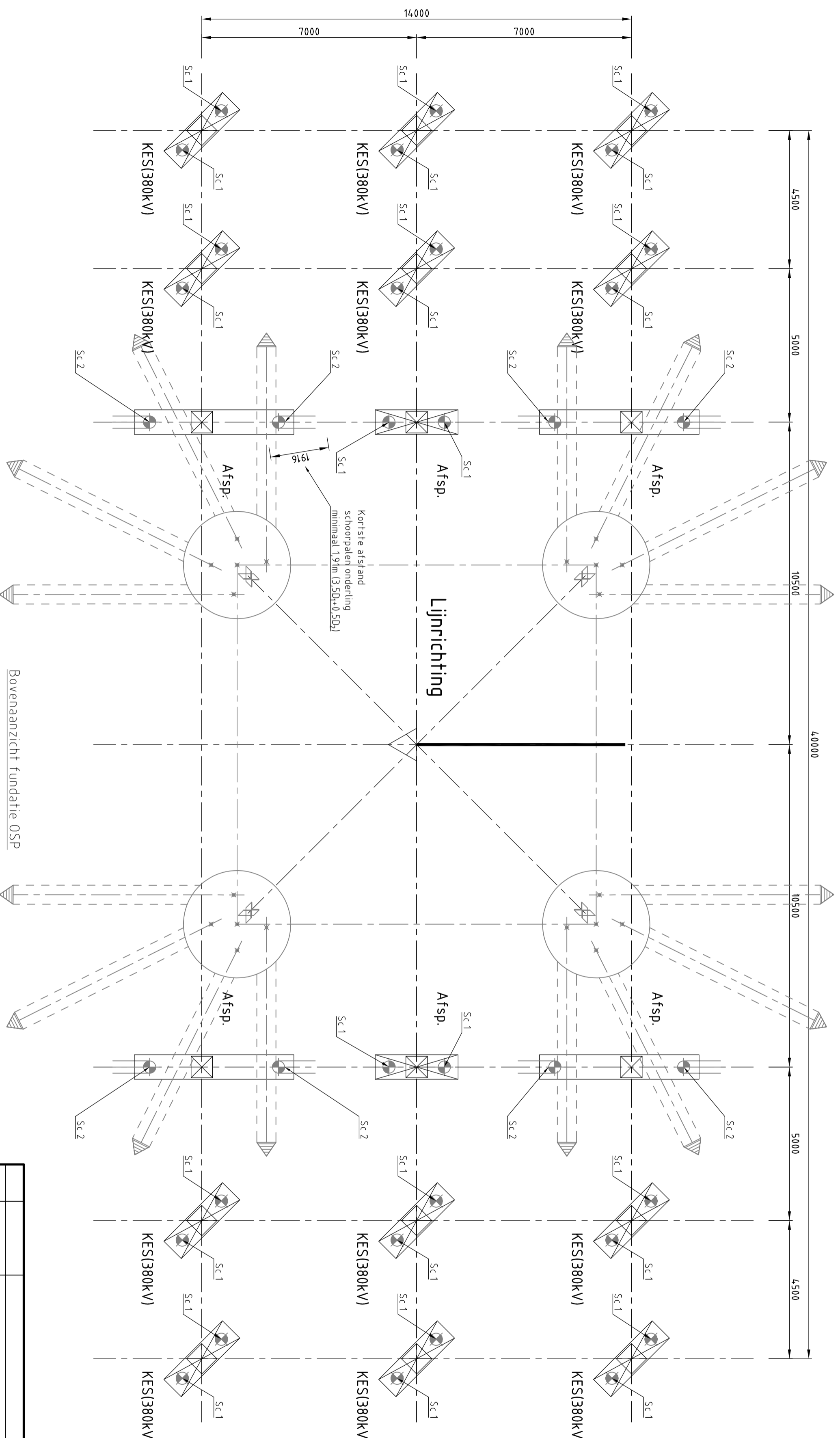
Rev.	Datum	revisie	Omschrijving	revisie	Getekend	Datum	As-Built	Schaal	Formaat

Thema: Relatie
Categorie:
Documenttype:
Object ID: Hoekmasten Moldau
Tekeningnummer (oud of nieuw):
Omschrijving: Fundatietekening vierpaalsfundering hoekmast Moldaunmasten
Tennet nummer:
002.678.00 0928598



002.678.00 0928598

C.10 Fundatie OSP 1014



Mastr.	Masttype	Paalttype	Aantal	Paallengte (m)	b.k. paal t.o.v. N.A.P.(m)	M.V. t.o.v. N.A.P.(m)	PPN paal t.o.v. N.A.P.(m)	Schoorstand	Straalkwaliteit
1014	EA-3/so	SI-paal Ø323/425 (Sc 1)	28	14,46	+1,46	+1,46	-13,0	Nee	S355
1014	EA-3/so	SI-paal Ø323/425 (Sc 2)	8	14,53	+1,46	+1,46	-13,0	Ja	S355

UITGANGSPUNTEN

- Betonsterkklasse C30/37
- Milieuklasse XC4/XF3
- Wapeningstaal B500B, B220
- Straalkwaliteit S355J2H
- Gevolgklasse CC2
- Ontwerplevensduur 100 jaar

Aarding:

- Koppelpijp lassen tussen randstijl en wand
- Stalen buispaal
- In poer aardnet opnemen van zachtstalen wapening, verbinden met wapeningskorf, randstijl, paken en aardplaat
- Aardplaat opnemen in poer

Poeren rondom de omtrek aanvullen met zand, laagsgewijs aanrillen. Pelmaat is indicatief.

RAPPORTAGE
002 678 00 0969129 21-1660 DNV rapport Fundaties 150 / 380 kV opstijlpunten Moldaumaasten

DO-FASE
Armetingen definitief in DO-fase
Paalafmeting definitief in UD-fase
Paalpuntniveau en schoorstand definitief in UD-fase
Paallengte en paalttype afhankelijk van sonderingen en locatie

DATUM: 04-05-2022
STATUS TENNET: DEFINITIEF
REVISIE TENNET: 1.0

02	25-04-2022	Afstrand tot schoorpielen mastconstructie		
01	22-03-2022	Tabellen aangepast en betonfundaties		

Revisie	Datum	Omschrijving
02	25-04-2022	Afstrand tot schoorpielen mastconstructie
01	22-03-2022	Tabellen aangepast en betonfundaties

Projectnaam:	ZUID-WEST 380 KV OOST VERBINDINGEN
Status:	CONCEPT
Datum:	11-02-2022
Schaal:	1:100
Units:	mm
Tekenaar:	DNR
Projectnummer:	10124719
Vrijgever:	TBR
DNV documentnr:	10124719-12-1010

Objekt ID	Fundaties OSP
Overzicht fundaties en palen OSP 1014	
Tekeningnummer	002.678.00.0988860

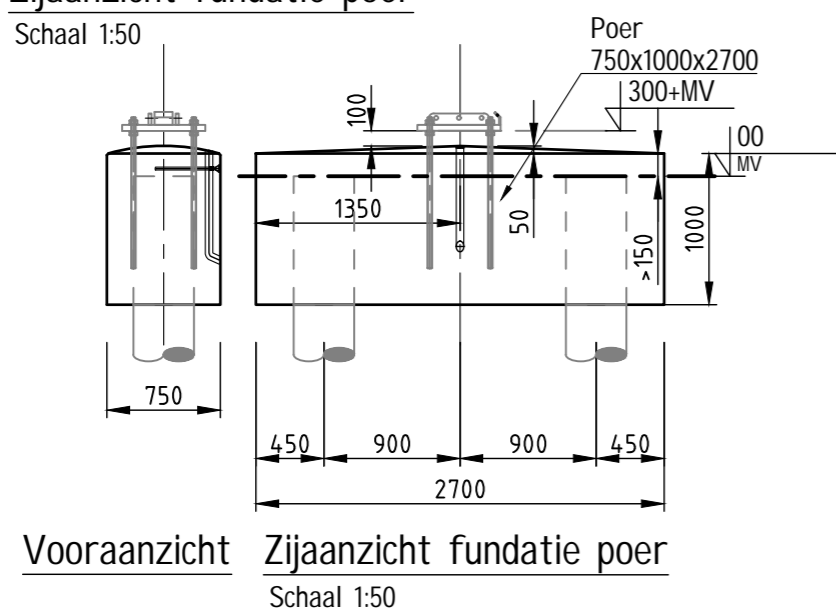
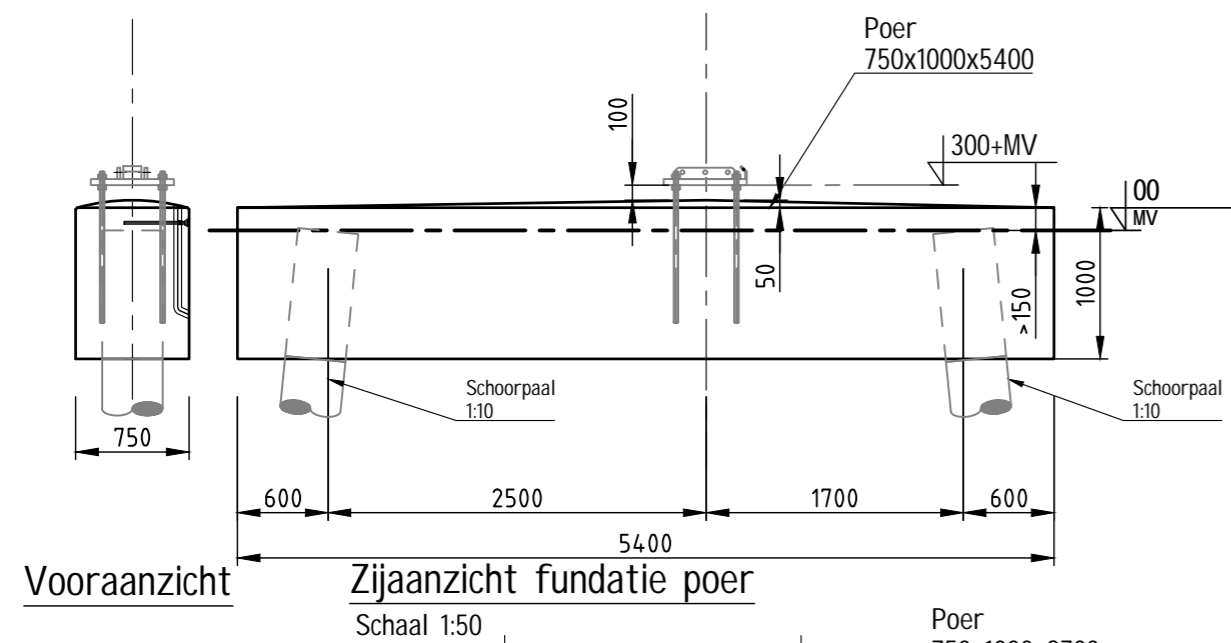
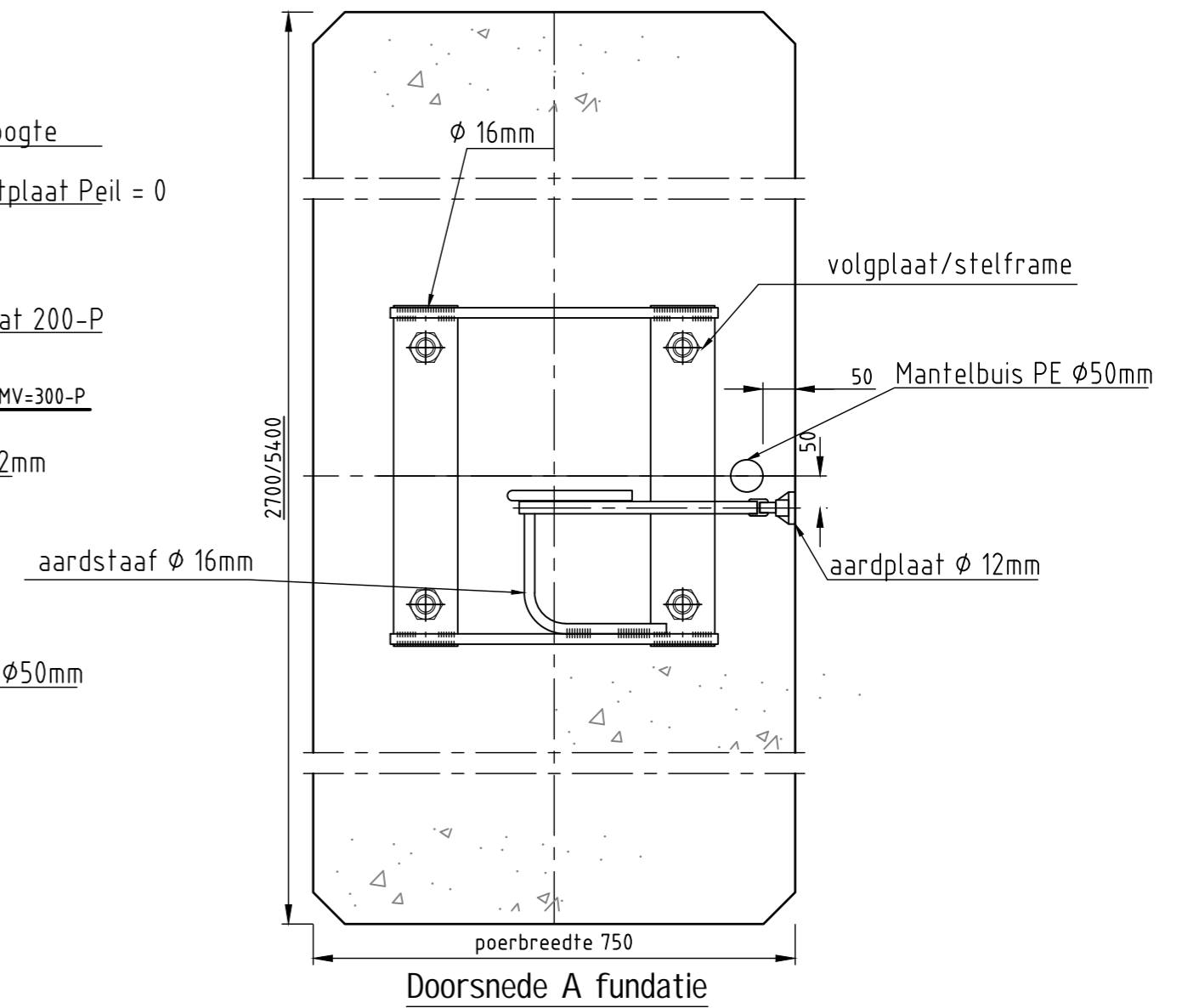
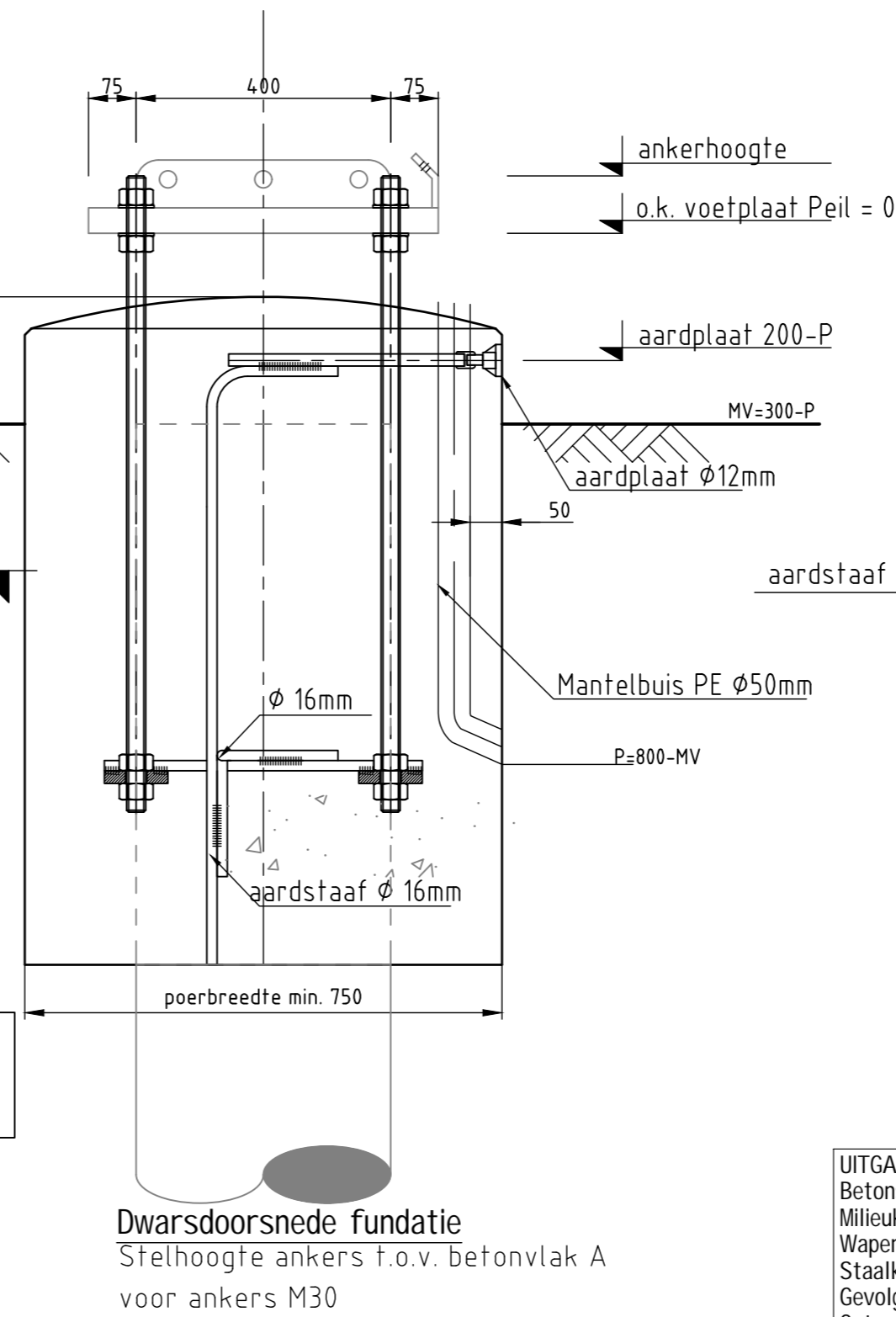
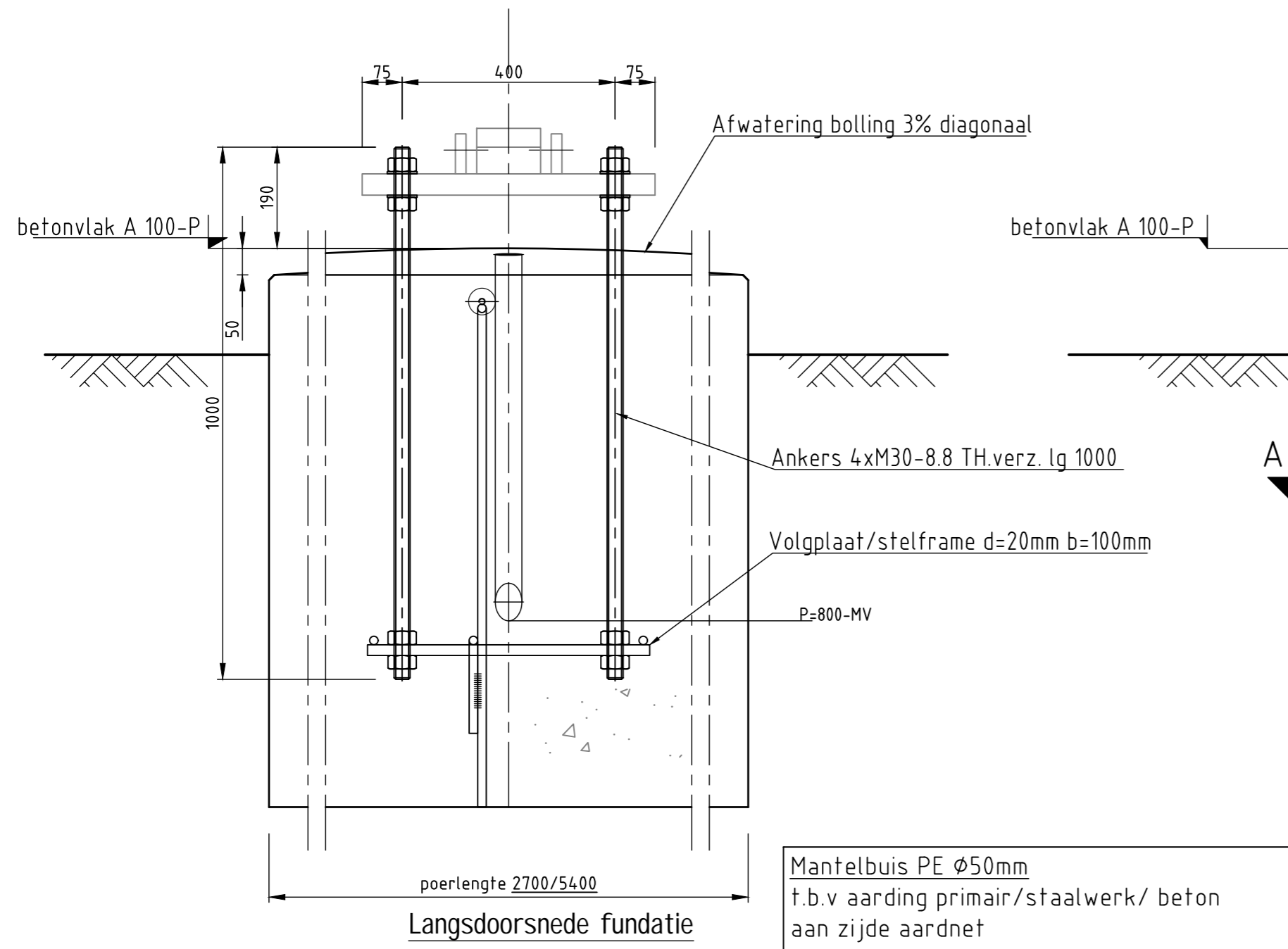
Revisie	Datum	Omschrijving	Getekend	Datum	As-Built	Schaal	Formaat
			DNV			1:100	A2

DNV Energy Systems
Utrechtseweg 310 6812 AR Arnhem, tel: +31 26 3 56 91 11

Tennet
Taking power further

C.11 Fundatietekening voetplaat

M30/Grondafspanning 380kV



Voor M24 ankers
Grondafspanning 150kV
zie blad 2

DATUM: 04-04-2022

STATUS TENNET: DEFINITIEF

REVISIE TENNET: 1.0

UITGANGSPUNTEN
 Betonsterkteklasse C30/37
 Milieuklasse XC4/XF3
 Wapeningstaal B500B, B220
 Staalkwaliteit S355J2H
 Gevolgklasse CC2
 Ontwerplevensduur 100 jaar

Aarding:
 - Koppelstrip lassen tussen randstijl en wand
 stalen buispaal
 - In poer aardnet opnemen van zachtstalen
 wapening, verbinden met wapeningskorf, randstijl,
 palen en aardplaat
 - Aardplaat opnemen in poer

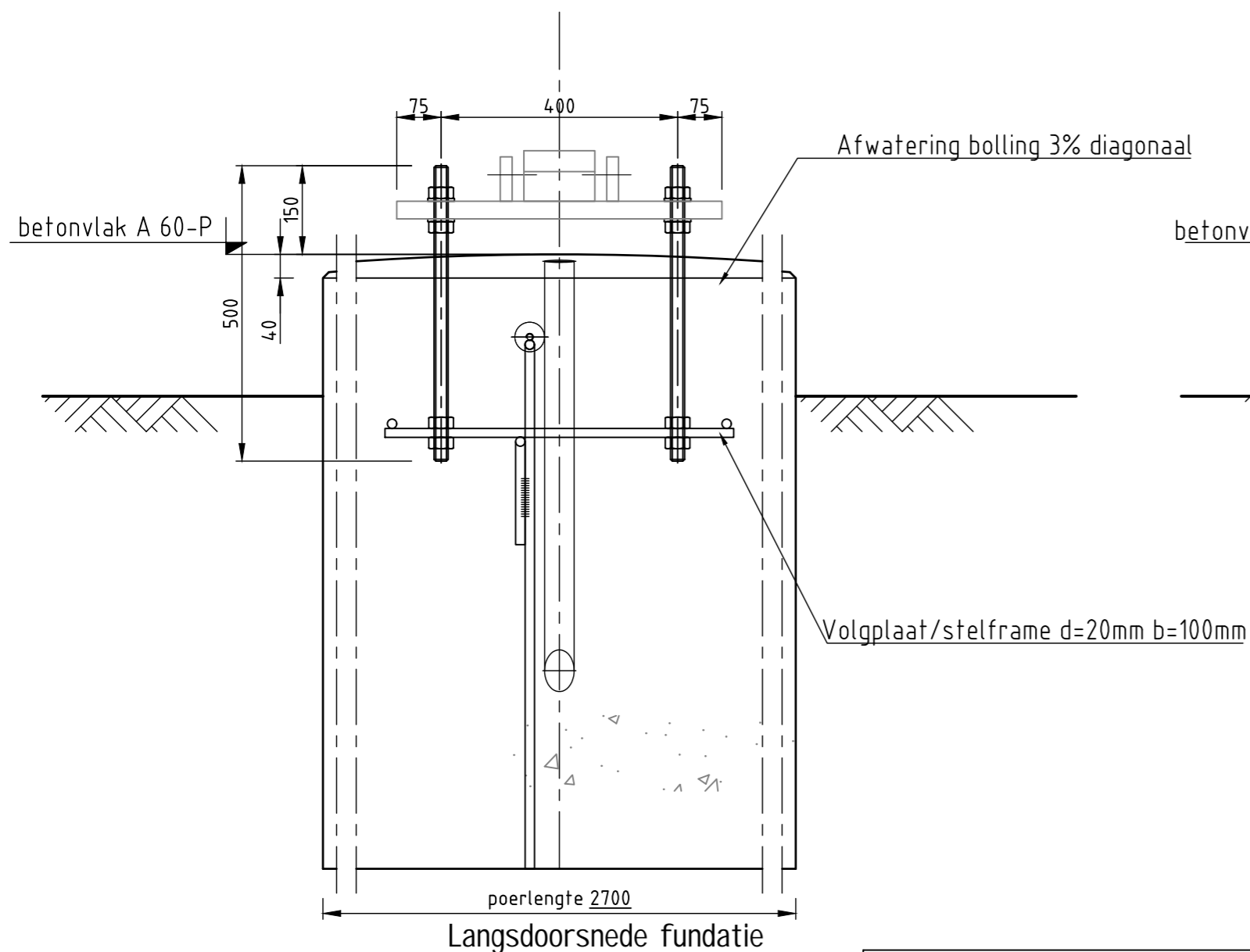
Poeren rondom de omtrek
aanvullen met zand,
Laagsgewijs aantrillen.
Peilmaat is indicatief.

RAPPORTAGE
 002.678.00 0969129 21-1660 DNV rapport Fundaties
 150 / 380 kV opstijgpunten Moldaumasten

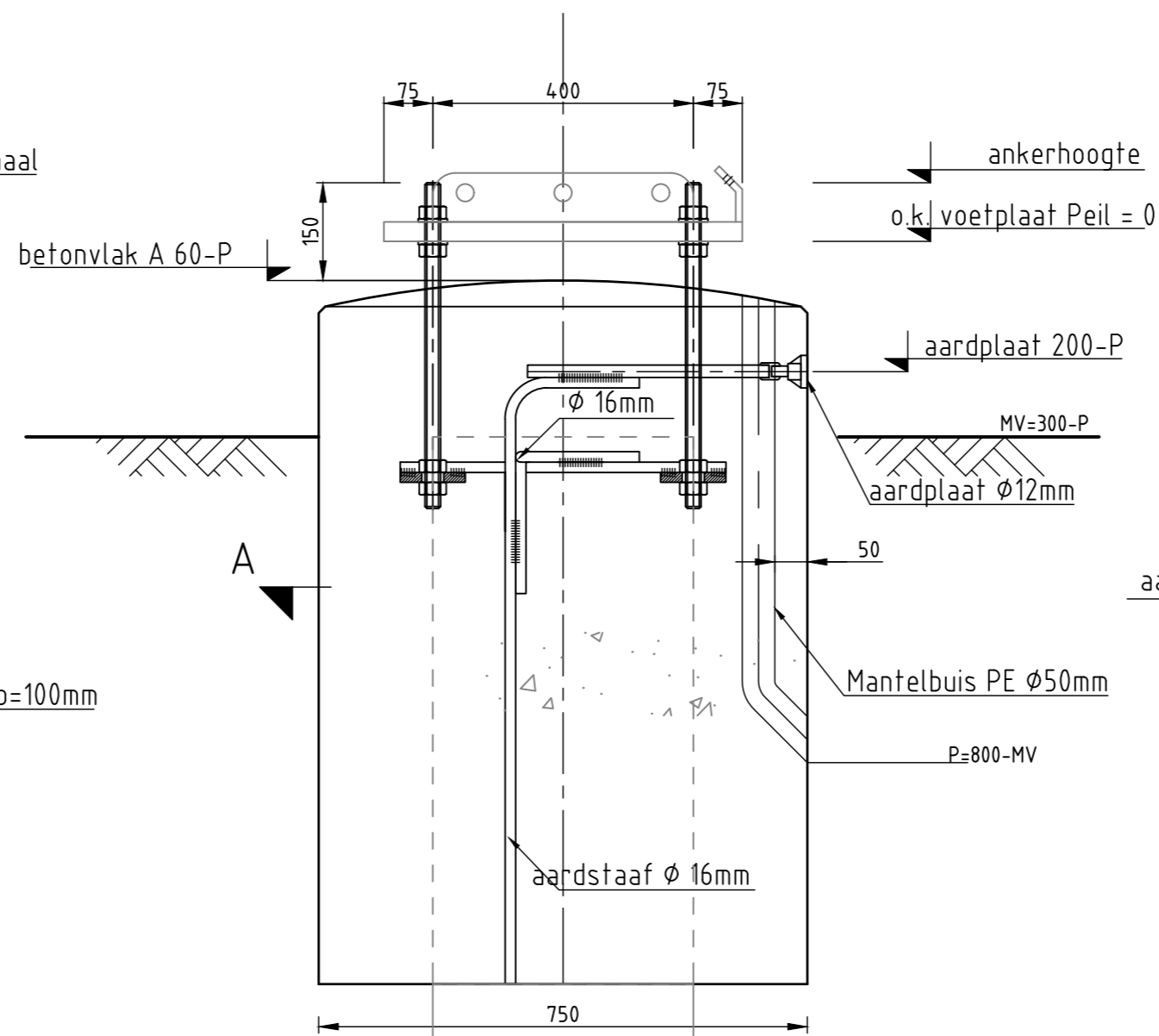
DO-FASE
 Afmetingen definitief in DO-fase
 Paalafmeting definitief in UO-fase
 Paalpuntniveau en schoorstand definitief in UO-fase
 Paallengte en paaltype afhankelijk van sonderingen
 en locatie

3	22-3-2022	Betonvlakhogte gewijzigd				
2	11-2-2022	Paalbeëindiging in betonbalk				
1	12-1-2022	Diverse aanpassingen poerbreedtes en ankers				
Revisie	Datum	Omschrijving				
<p>DNV Energy Systems Utrechtseweg 310, 6812 AR Arnhem, tel: +31 26 3 56 91 11</p>			Projectnaam: ZUID-WEST 380 KV OOST VERBINDINGEN Status: CONCEPT Datum: 18-10-2021 Tekenaar: DMR Vrijgever: EKA Schaal: 1:10/ 1:50 Units: mm Projectnummer: 10124719 DNV documentnummer: 10124719-12-1025			
Naam: RLL-TLB380 Tekeningstatus:						
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Getekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
			DNV		1:10/ 1:50	A2
Relatie		Thema				
		Categorie				
		Documenttype				
		Object ID				
Tekeningnummer (oud of nieuw):		Fundaties OSP				
		Omschrijving:				
		Fundatietekening voetplaat grondafspanning isolatoren op OSP 380kV / 150kV				
		TenneT nummer:				
		002.678.00 0935080				

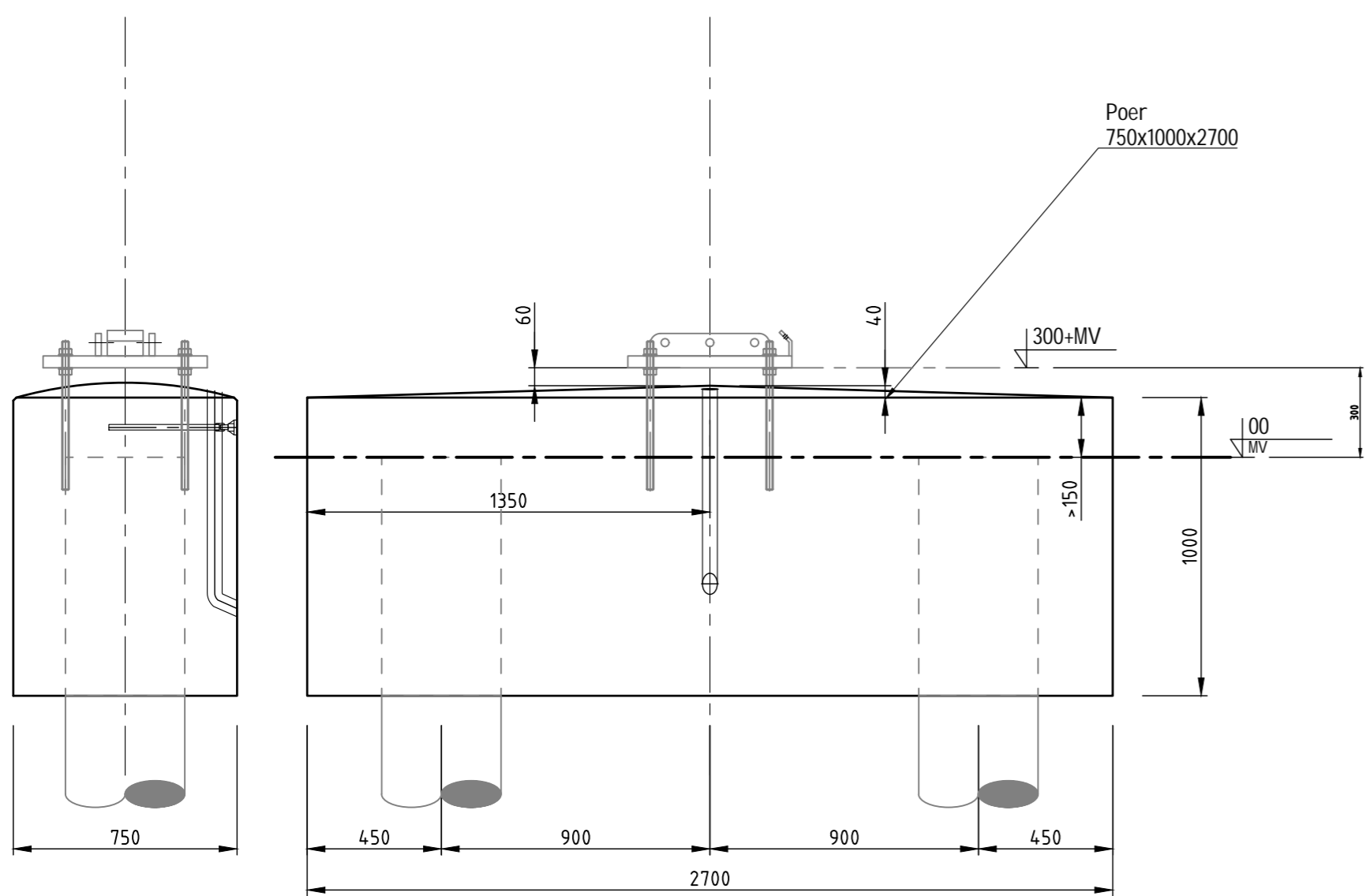
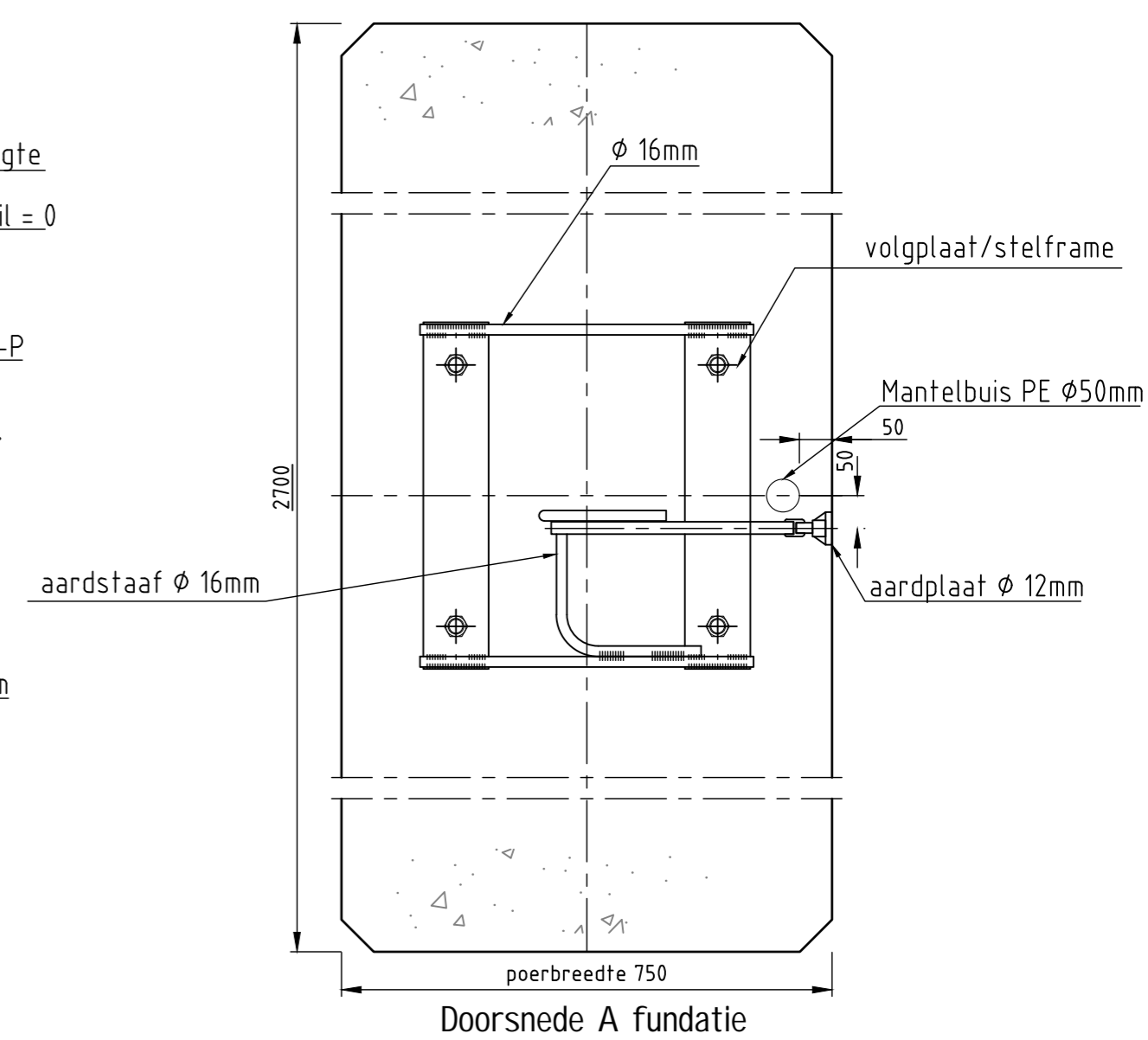
M24/Grondafspanning 150kV



Mantelbuis PE Ø50mm
f.b.v aarding primair/staalwerk/ beton
aan zijde aardnet



Dwarsdoorsnede fundatie
Stelhoogte ankers f.o.v. betonvlak A
voor ankers M24



Vooraanzicht

Zijaanzicht fundatie poer 150kV
Schaal 1:20

Voor M30 ankers
Grondafspanning 380kV
zie blad 1

UITGANGSPUNTEN
 Betonsterkteklasse C30/37
 Milieuklasse XC4/XF3
 Wapeningstaal B500B, B220
 Staalkwaliteit S355J2H
 Gevolgklasse CC2
 Ontwerplevensduur 100 jaar

Aarding:
 - Koppelstrip lassen tussen randstijl en wand stalen buispaal
 - In poer aardnet opnemen van zachtstalen wapening, verbinden met wapeningskorf, randstijl, palen en aardplaat
 - Aardplaat opnemen in poer

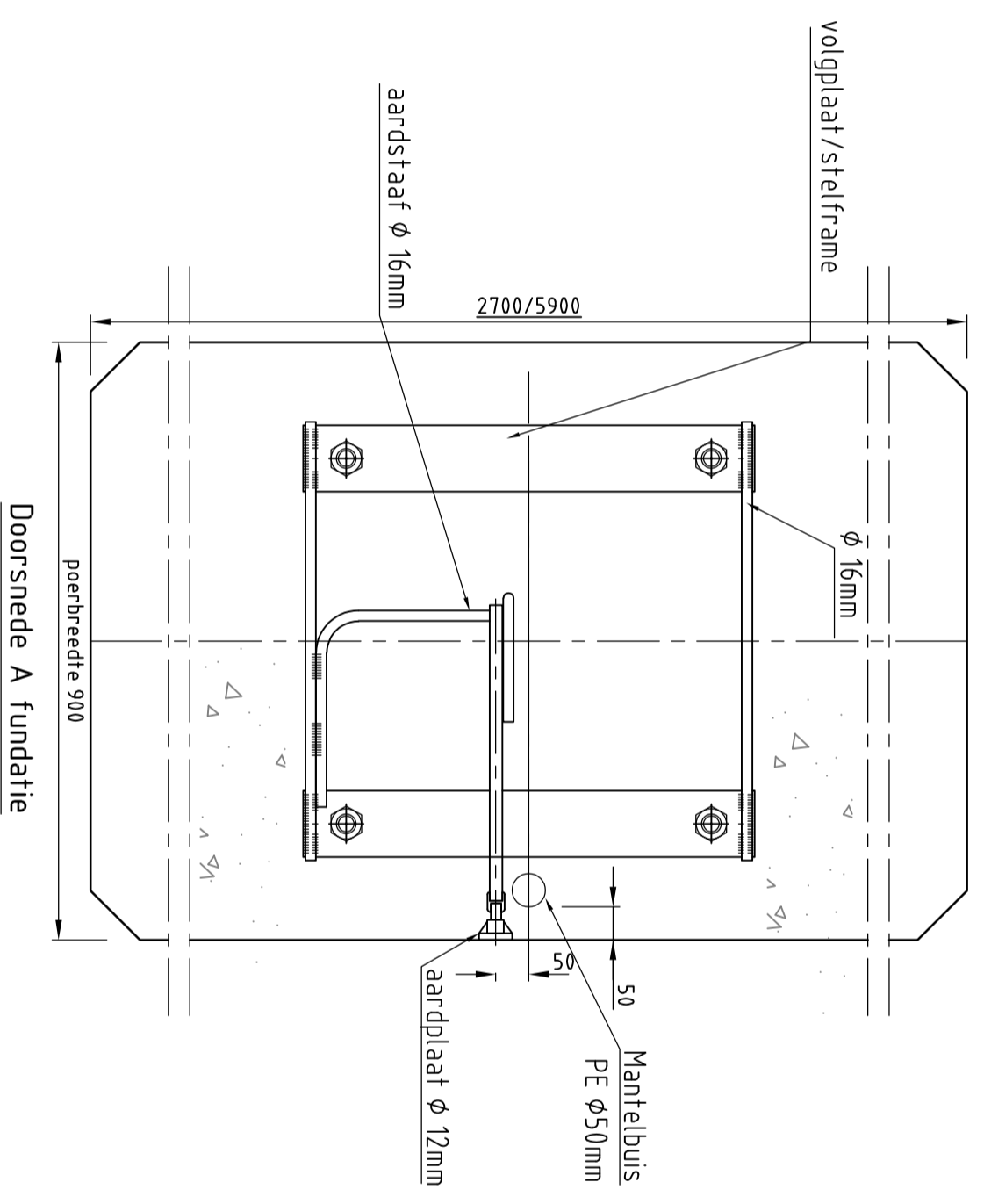
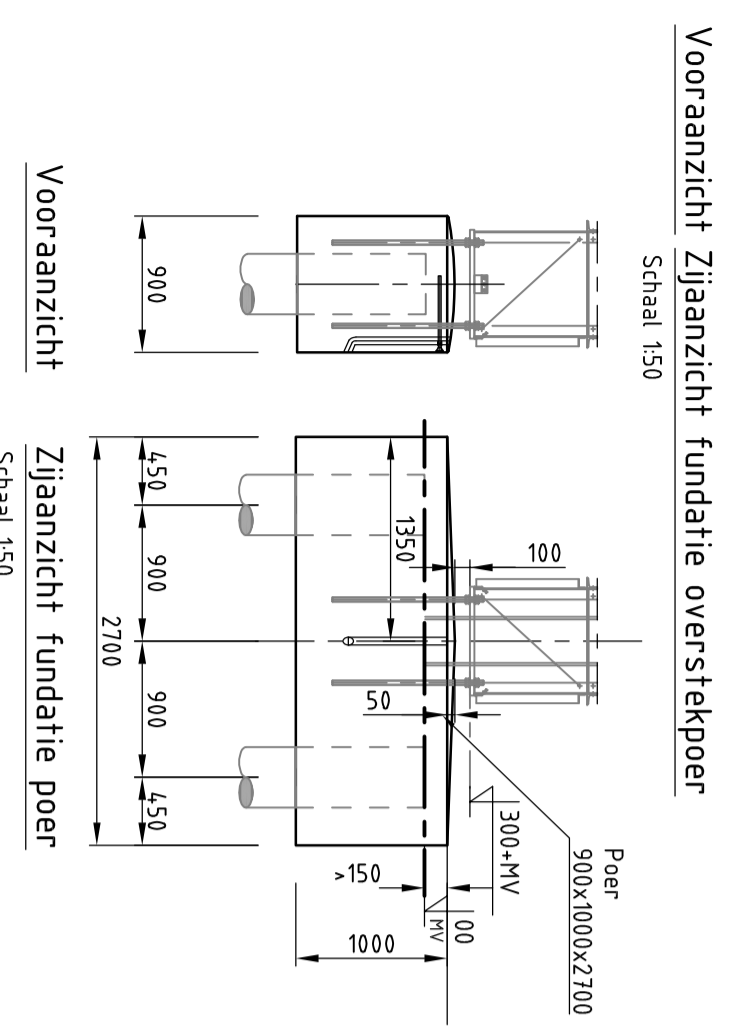
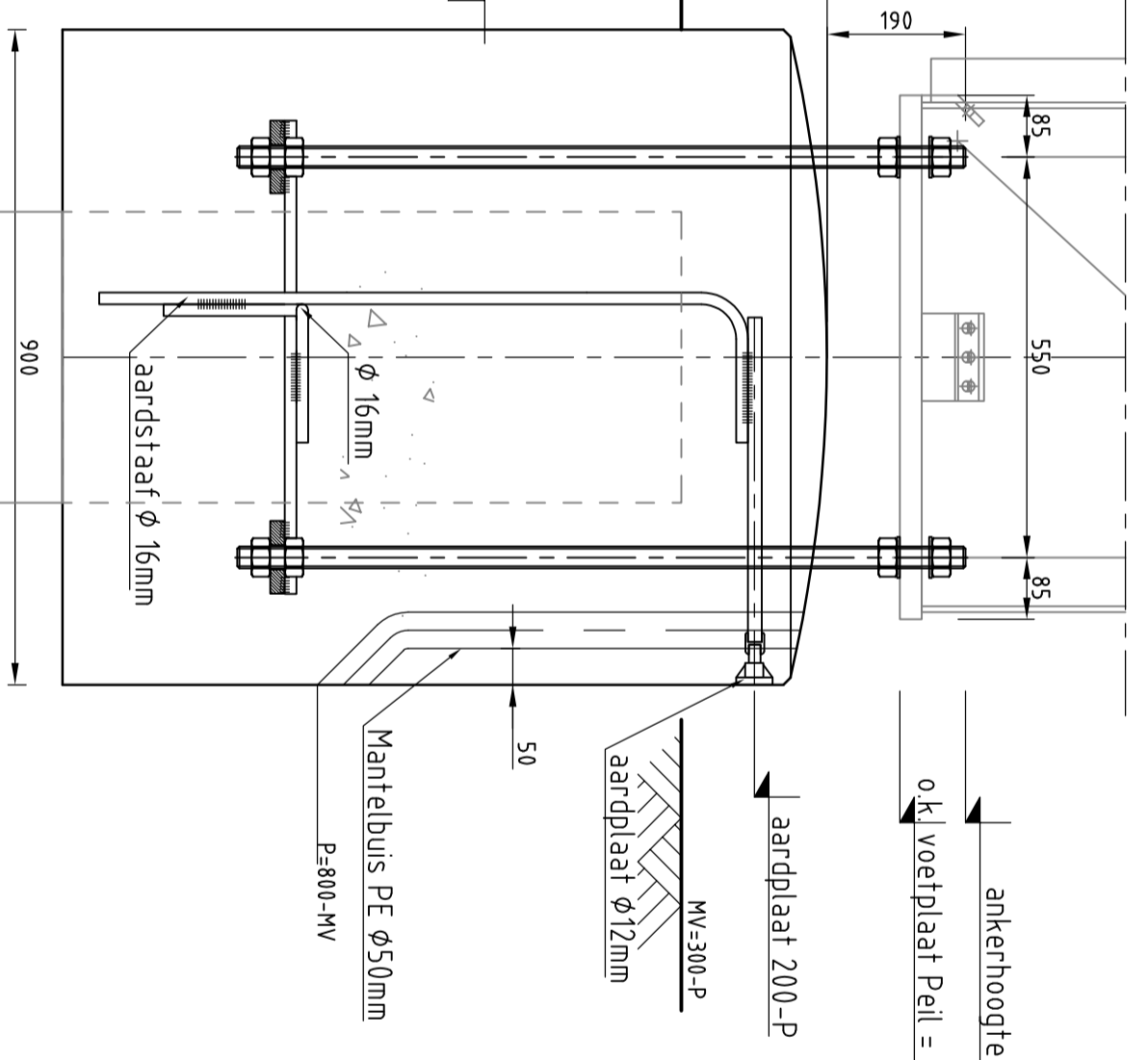
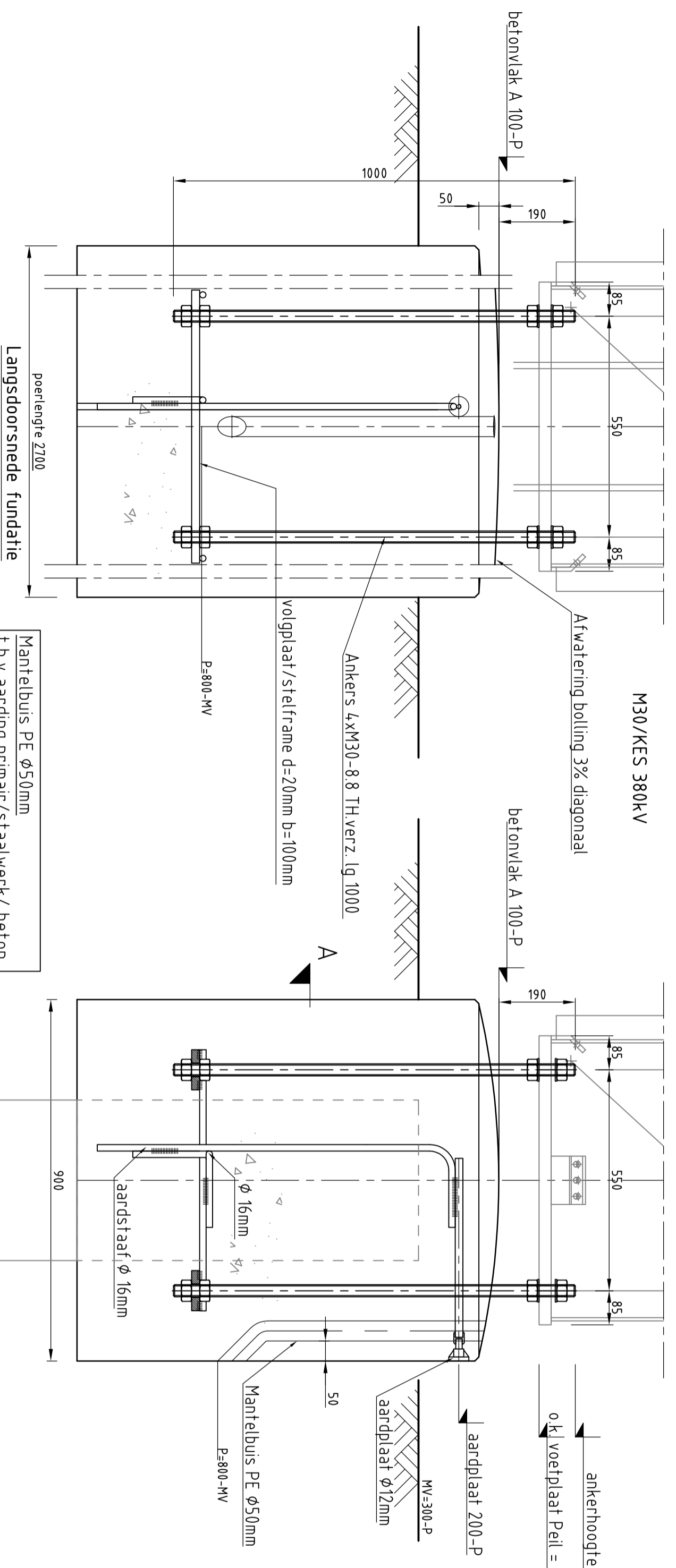
Poeren rondom de omtrek aanvullen met zand, Laagsgewijs aantrillen. Peilmaat is indicatief.

RAPPORTAGE
 002.678.00 0969129 21-1660 DNV rapport Fundaties 150 / 380 kV opstijgpunten Moldaumasten

DO-FASE
 Afmetingen definitief in DO-fase
 Paalafmeting definitief in UO-fase
 Paalpuntniveau en schoorstand definitief in UO-fase
 Paallengte en paaltype afhankelijk van sonderingen en locatie

3	22-3-2022	Betonvlakhogte gewijzigd				
2	11-2-2022	Paalbeeindiging in betonbalk				
1	12-01-2022	Diverse aanpassingen poerbreedtes en ankers				
Revisie	Datum	Omschrijving				
			Projectnaam: ZUID-WEST 380 KV OOST VERBINDINGEN Status: CONCEPT Datum: 18-10-2021 Tekenaar: DMR Vrijgever: EKA			
DNV Energy Systems Utrechtseweg 310, 6812 AR Arnhem, tel: +31 26 3 56 91 11			Schaal: 1:10 / 1:50 Units: mm Projectnummer: 10124719 DNV document: 10124719-12-1025			
Naam: RLL-TLB380			Tekeningstatus:			
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Getekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
			DNV		1:10 / 1:50	A2
Relatie:			Thema:			
Tekeningsnummer (oud of nieuw):			Object ID: Fundaties OSP Omschrijving: Fundatietekening voetplaat grondafspanning isolatoren op OSP 380kV / 150kV			
			TennaT nummer: 002.678.00 0935080			

C.12 Fundatietekening KES 380kV



DATUM: 04-04-2022

STATUS TENNET: DEFINITIEF

REVISIE TENNET: 1.0

UITGANGSPUNTEN
 Betonsterkteklasse C30/37
 Milieuklasse XCL/XP3
 Wapeningstraal B500B, B220
 Staalkwaliteit S355J2H
 Gevoelklasse CC2
 Ontwerplevensduur 100 jaar

Aarding:
 - Koppeling tussen randstijl en wand
 - stalen buspaal
 - In poer aardnet opnemen van zachtstalen wapening, verbinden met wapeningskorf, randstijl, palen en aardplaat
 - Aardplaat opnemen in poer

Poeren rondom de onttrek aanvullen met zand, laagsgewijs aantillen. Peilmaat is indicatief.

RAPPORTAGE
 002.678.00 0969129 21-1660 DNV rapport Fundaties 150 / 380 kV opstijlpunten Moldaunmasten

DO-FASE
 Afmetingen definitief in DO-fase
 Paalafmeting definitief in UO-fase
 Paalpuntniveau en schoorstand definitief in UO-fase
 Paallengte en paaltipe afhankelijk van sonderingen en locatie

Revisie	Datum	Omschrijving
3	22-3-2022	Betonvlakhogte gewijzigd
2	11-2-2022	Paalbeëindiging in betonbalk
1	12-01-2022	Diverse aanpassingen poerbreedtes en ankers

Projectnaam		Schaal		Eenheid	
ZUID-WEST 380 KV OOST VERBINDINGEN		1:10 / 1:20		mm	
Status		CONCEPT		mm	
Datum		18-10-2021		mm	
Tekenaar		DKR		Projectnummer: 10124.719	
Vrijgever		EKA		DNV document: 10124.719-12-1021	

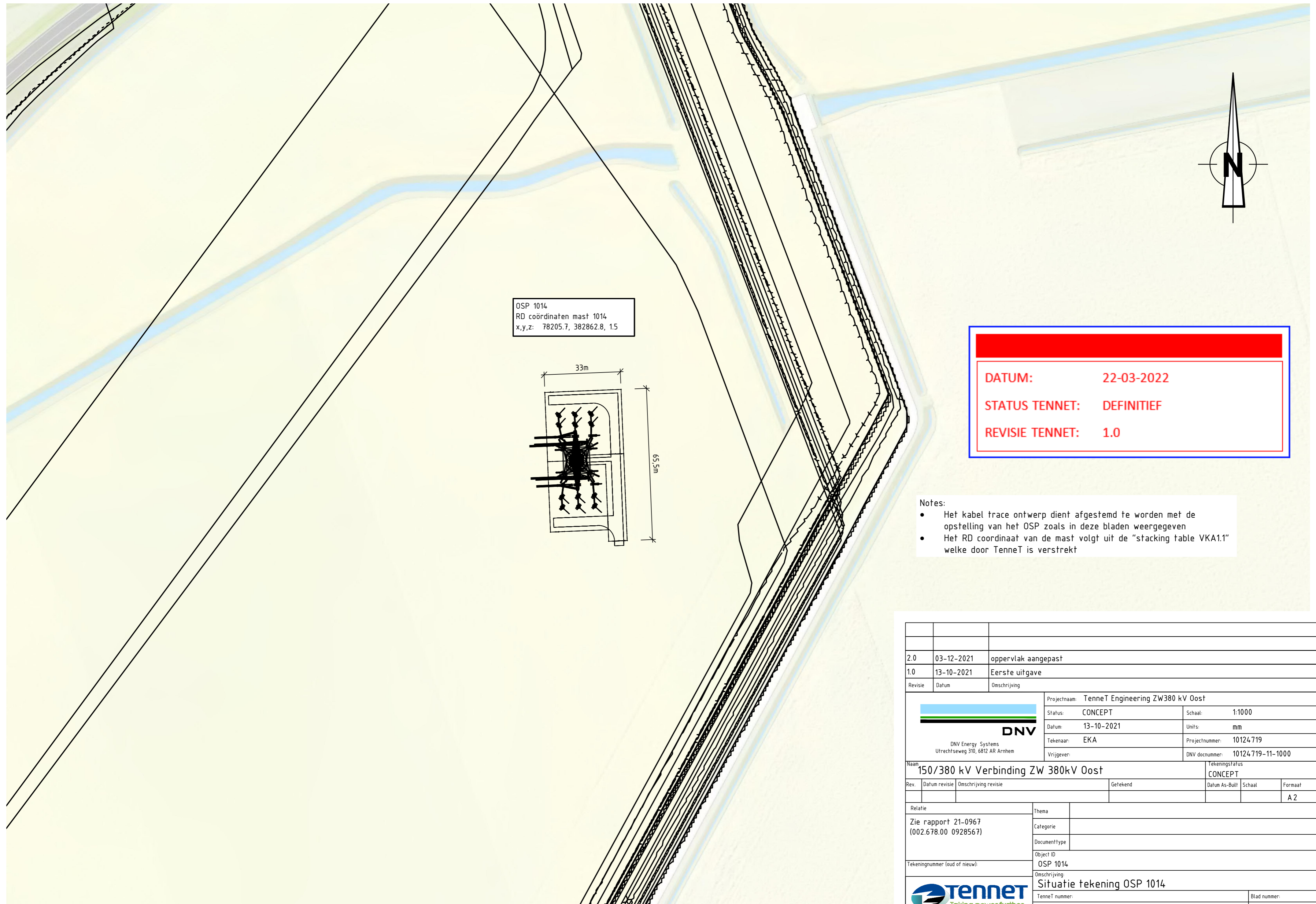
Mast		Rekeningstatus	
RL-11B380		tekeningstatus	
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	getekend
			DNV

Relevante		Financie	
Categorie		Schaal	
Documenttype		Formaat	
Object ID		Formaat	
Fundaties OSP		Formaat	

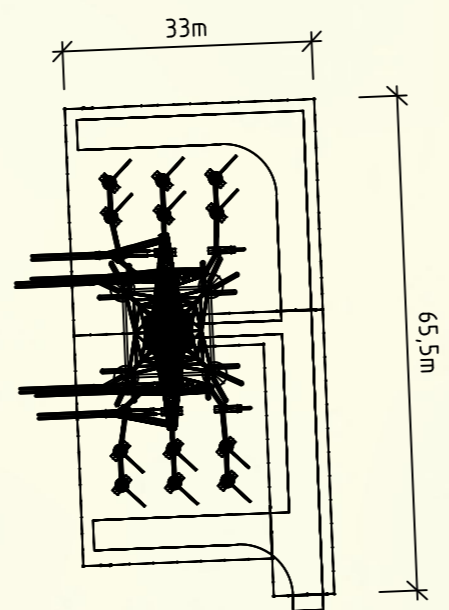
Tekennummer/ fold of mesh		Tekennummer	
Fundatietekening KES 380KV		002.678.00 0935076	



C.13 Situatietekening OSP 1014

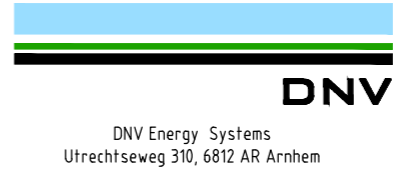



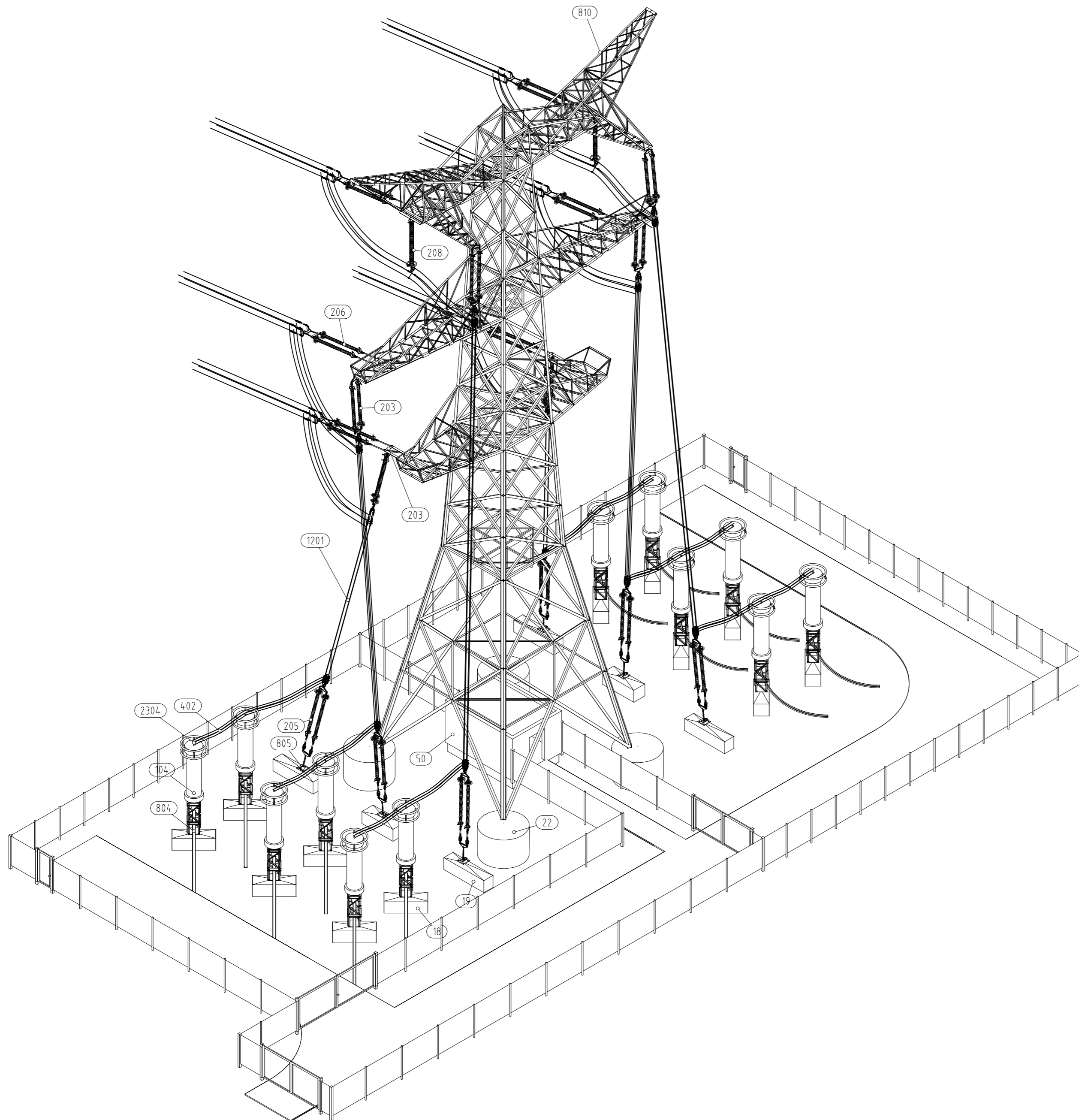
OSP 1014
RD coördinaten mast 1014
x,y,z: 78205.7, 382862.8, 1.5



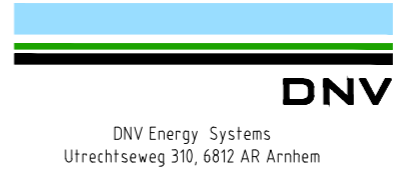
DATUM: 22-03-2022
STATUS TENNET: DEFINITIEF
REVISIE TENNET: 1.0

- Notes:
- Het kabel trace ontwerp dient afgestemd te worden met de opstelling van het OSP zoals in deze bladen weergegeven
 - Het RD coördinaat van de mast volgt uit de "stacking table VKA1.1" welke door TenneT is verstrekt

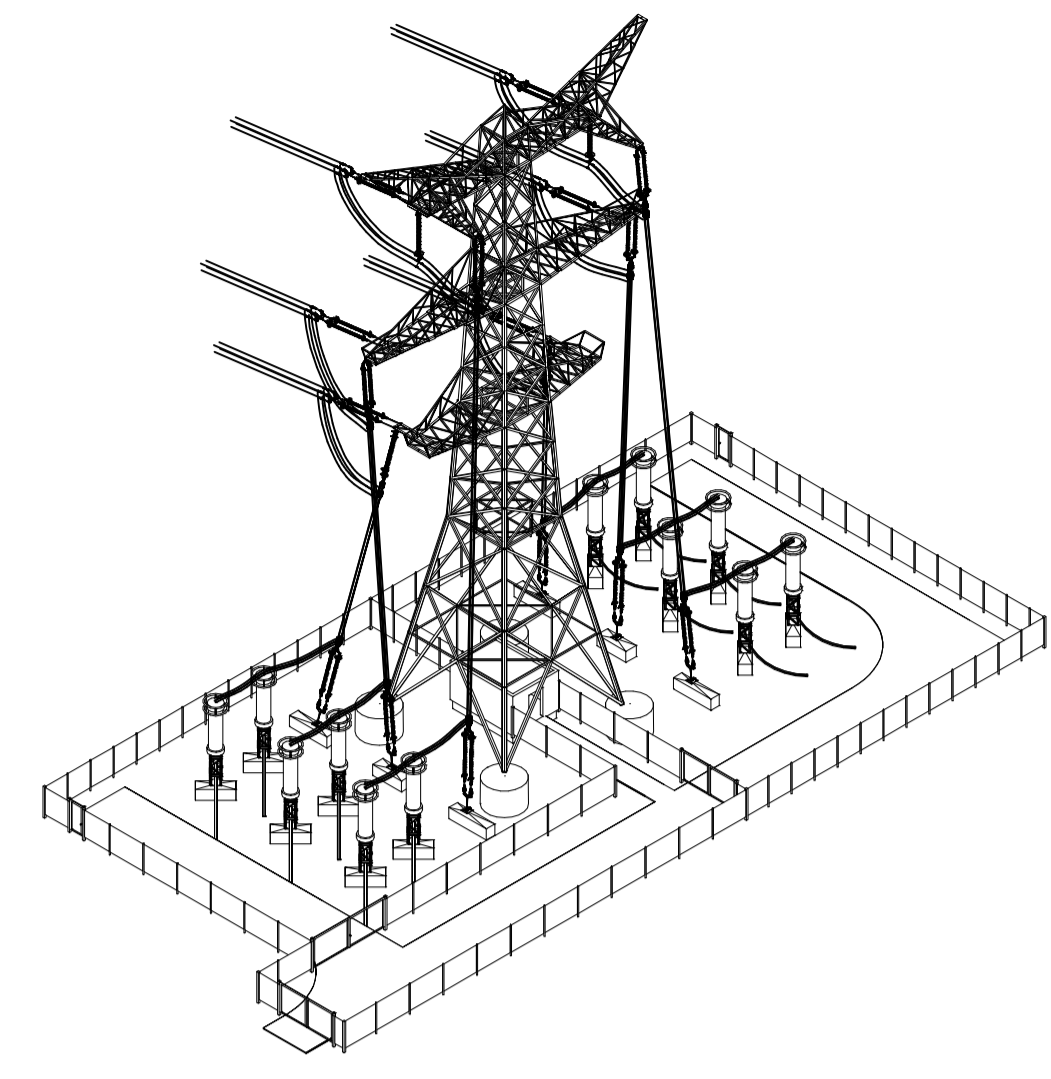
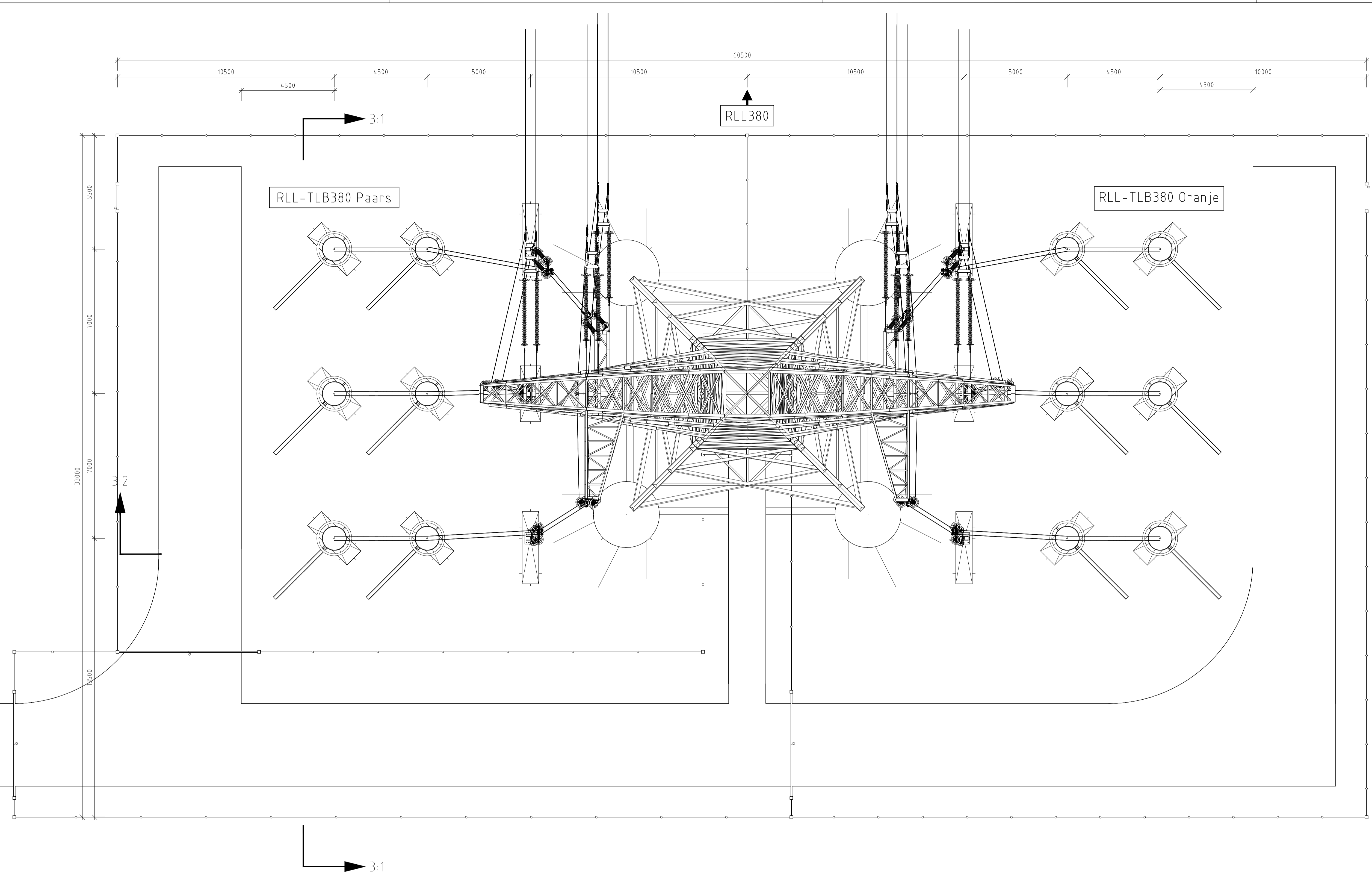
2.0		03-12-2021	oppervlak aangepast			
1.0		13-10-2021	Eerste uitgave			
Revisie	Datum	Omschrijving				
			Projectnaam: TenneT Engineering ZW380 kV Oost Status: CONCEPT Datum: 13-10-2021 Tekenaar: EKA Vrijgever:			
			Schaal: 1:1000	Units: mm	Projectnummer: 10124.719	
			DNV docnummer: 10124.719-11-1000			
Naam: 150/380 kV Verbinding ZW 380kV Oost					Tekeningstatus: CONCEPT	
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Getekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
						A 2
Relatie		Thema				
Zie rapport 21-0967 (002.678.00 0928567)		Categorie				
		Documenttype				
Tekeningnummer (oud of nieuw):		Object ID: OSP 1014				
		Omschrijving: Situatie tekening OSP 1014				
		TenneT nummer: 002.678.00 0928570			Blad nummer: 1 van 5	
						



Overzicht met hoofdcomponenten				
POS	Omschrijving	Id.nr.	Leverancier	Aant.
18	Fundatie Poer 970x1000x2700 (KES380kV)	002.678.00 0935076 (10124.719-12-1021)	n.t.b.	14
19	Fundatie Poer 800x1000x3500 (VPL150/380kV)	002.678.00 0935080 (10124.719-12-1025)	n.t.b.	4
22	4-paals poer (Masttype EA-3_so)	002.678.00 0903475 (10124.719-032-1005)	n.t.b.	1
50	PreFab huisje	BOU.04.002 (oud)	n.t.b.	1
104	380kV Kabeindsluiting	n.t.b.	n.t.b.	12
203	380kV vertical insulator (opstijgpunten)	10124.719-40-1040	n.t.b.	6
205	380kV vertical-up strain insulator (opstijgpunten)	002.678.00 0944975 (10124.719-40-1045)	n.t.b.	6
206	380kV Tension insulators set	002.678.00 0928738 (10124.719-40-1021)	n.t.b.	6
208	380kV post-insulator	002.678.00 0928620 (10124.719-40-1043)	n.t.b.	2
402	AAAC-AL7 620 mm ²		n.t.b.	
804	Staalwerk KES 380kV	002.678.00 0935069 (10124.719-12-1001)	n.t.b.	12
805	Voetplaat grondafspanning isolatoren op OSP 380/150kV	002.678.00 0935073 (10124.719-12-1105)	n.t.b.	6
810	Mast type EA-3_so	002.678.00 0927494 (10124.719-35-1051)	Moldau	1
1201	Spacer t.b.v. AAAC-AL7 620mm ² , 4 bundel	Spacer type 1 (380kV)	n.t.b.	26
2304	T-klem t.b.v. AAAC-AL7 620mm ² , 4 bundel	Clamp type 1 (380kV)	n.t.b.	12

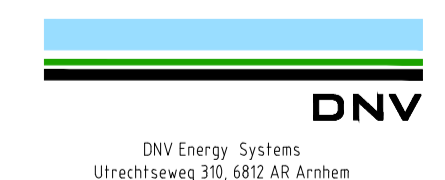
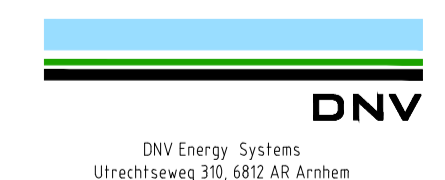
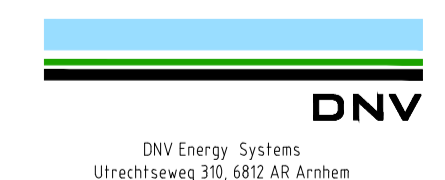

2.0	24-11-2021	Toegangsweg verplaatst				
1.0	12-10-2021	Concept versie				
Revisie	Datum	Omschrijving				
			Projectnaam: TenneT Engineering ZW380 kV Oost Status: CONCEPT Datum: 12-10-2021 Tekenaar: EKA Vrijgever:			
			Schaal: 1:100	Units: mm	Projectnummer: 10124.719	
			DNV docnummer: 10124.719-11-1000			
Naam: 150/380 kV Verbinding ZW 380kV Oost				Tekeningstatus: CONCEPT		
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Getekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
						A 2
Relatie: Zie rapport 21-0967 (002.678.00 0928567)			Thema:			
			Categorie:			
			Documenttype:			
			Object ID: OSP1014			
Tekeningnummer (oud of nieuw):			Omschrijving: 3D aanzicht OSP1014			
			TeneT nummer: 002.678.00 0928570			
			Blad nummer: 2 van 5			

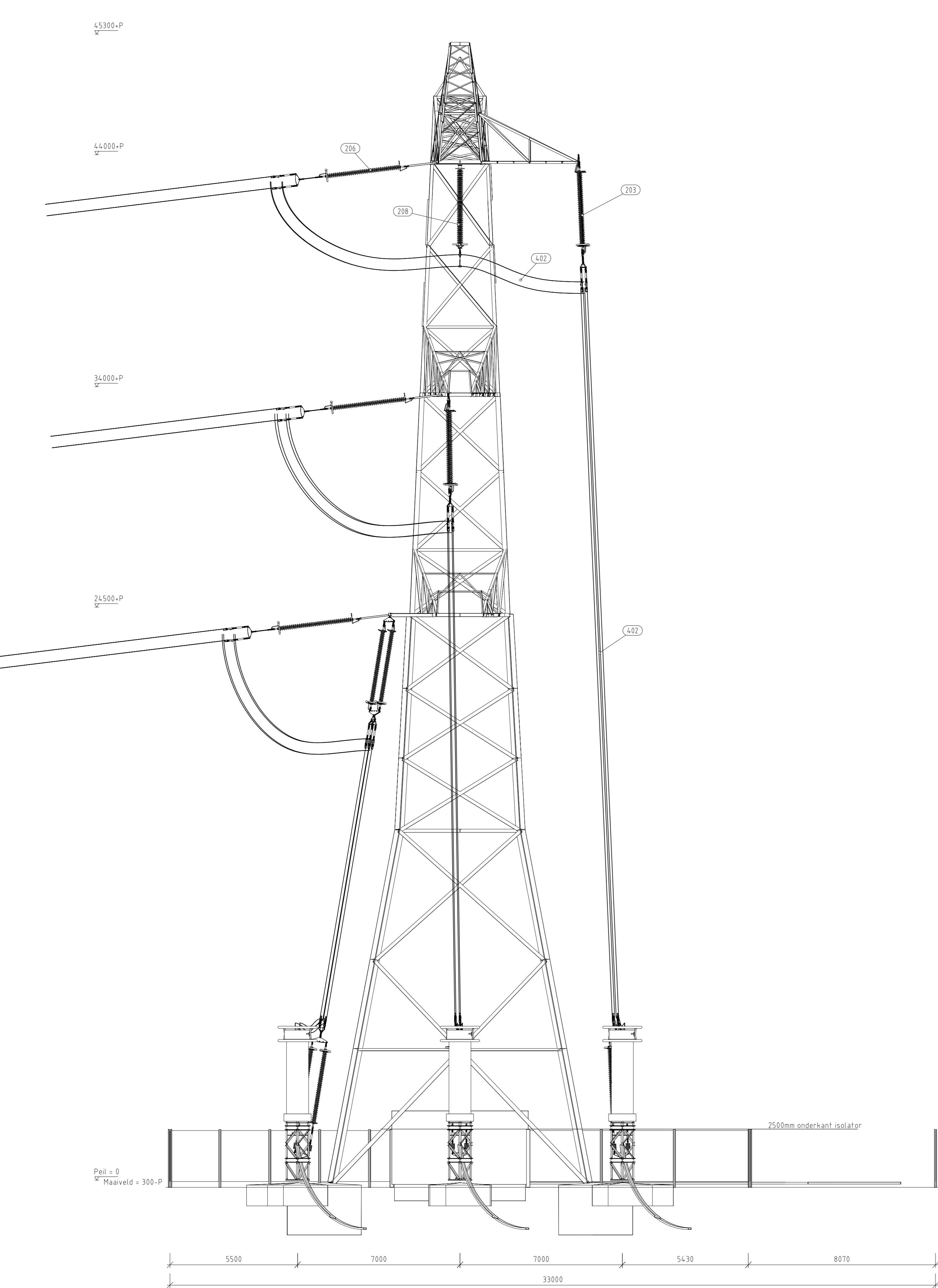




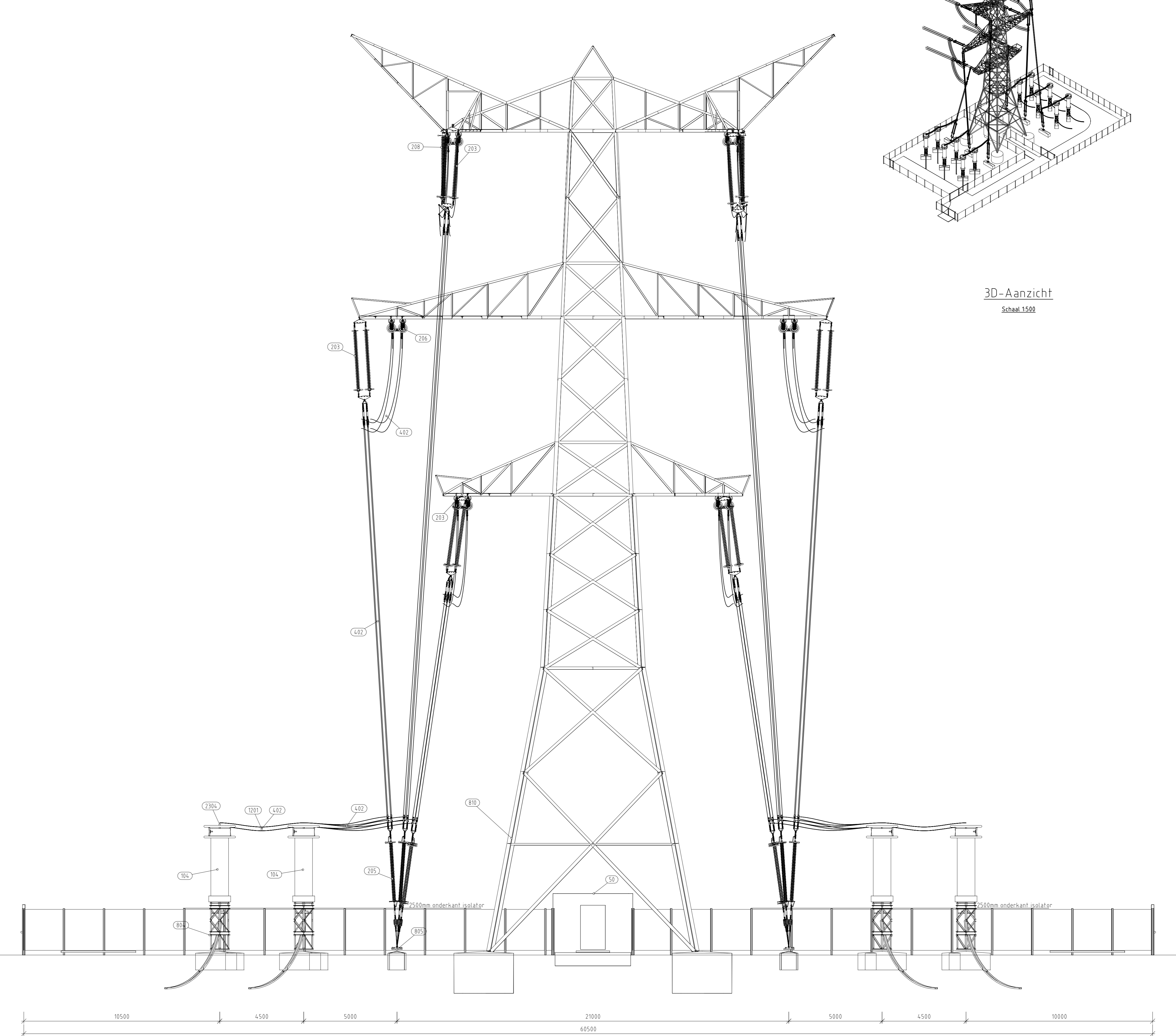
3D-Aanzicht
Schaal 1:250

- Opmerking:
 1) Voor de doorsnedes zie blad 3
 2) Voor de civiele installatie zie blad 4

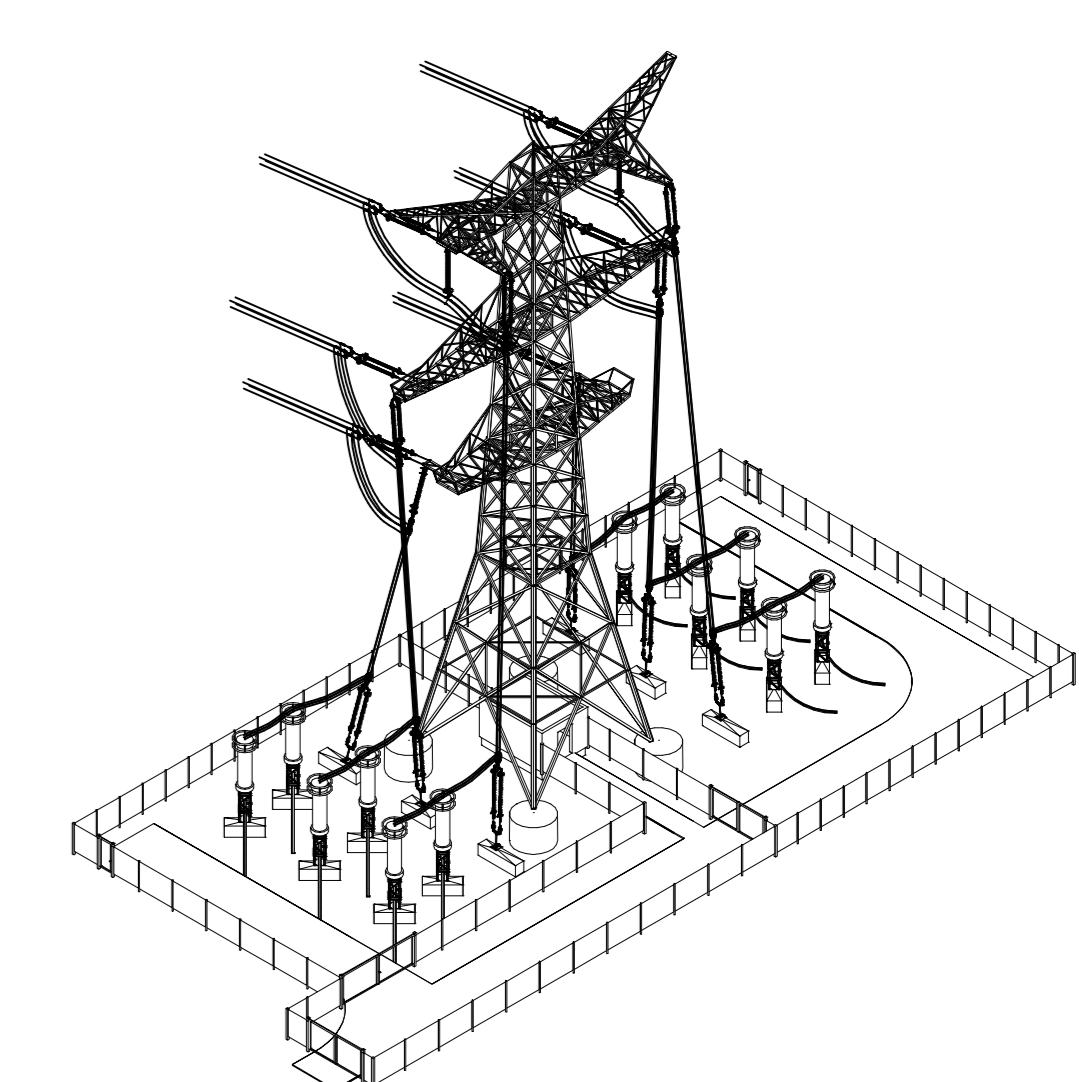
2.0	24-11-2021	Toegangsweg verplaatst				
1.0	12-10-2021	Concept versie				
Revisie	Datum	Omschrijving				
<table border="1"> <tr> <td colspan="2">  DNV Energy Systems Utrechtseweg 310, 6812 AR Arnhem </td> <td> Projectnaam: TenneT Engineering ZW380 kV Oost Status: CONCEPT Datum: 12-10-2021 Tekenaar: EKA Vrijgever: </td> <td> Schaal: 1:100 Units: mm Projectnummer: 10124.719 DNV docnummer: 10124.719-11-1000 </td> </tr> </table>			 DNV Energy Systems Utrechtseweg 310, 6812 AR Arnhem		Projectnaam: TenneT Engineering ZW380 kV Oost Status: CONCEPT Datum: 12-10-2021 Tekenaar: EKA Vrijgever:	Schaal: 1:100 Units: mm Projectnummer: 10124.719 DNV docnummer: 10124.719-11-1000
 DNV Energy Systems Utrechtseweg 310, 6812 AR Arnhem		Projectnaam: TenneT Engineering ZW380 kV Oost Status: CONCEPT Datum: 12-10-2021 Tekenaar: EKA Vrijgever:	Schaal: 1:100 Units: mm Projectnummer: 10124.719 DNV docnummer: 10124.719-11-1000			
Naam: 150/380 kV Verbinding ZW 380kV Oost		Tekeningstafus: CONCEPT				
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Gelokend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
						A 1
Relatie: Zie rapport 21-0967 (002.678.00.0928567)		Thema:				
Documenttype:		Object ID: OSP1014				
Tekeningnummer (oud of nieuw):		Omschrijving: Bovenaanzicht OSP1014 primaire installatie				
 Taking power further		TeneT nummer: 002.678.00.0928570		Blad nummer: 3 van 5		



Doorsnede 3.1



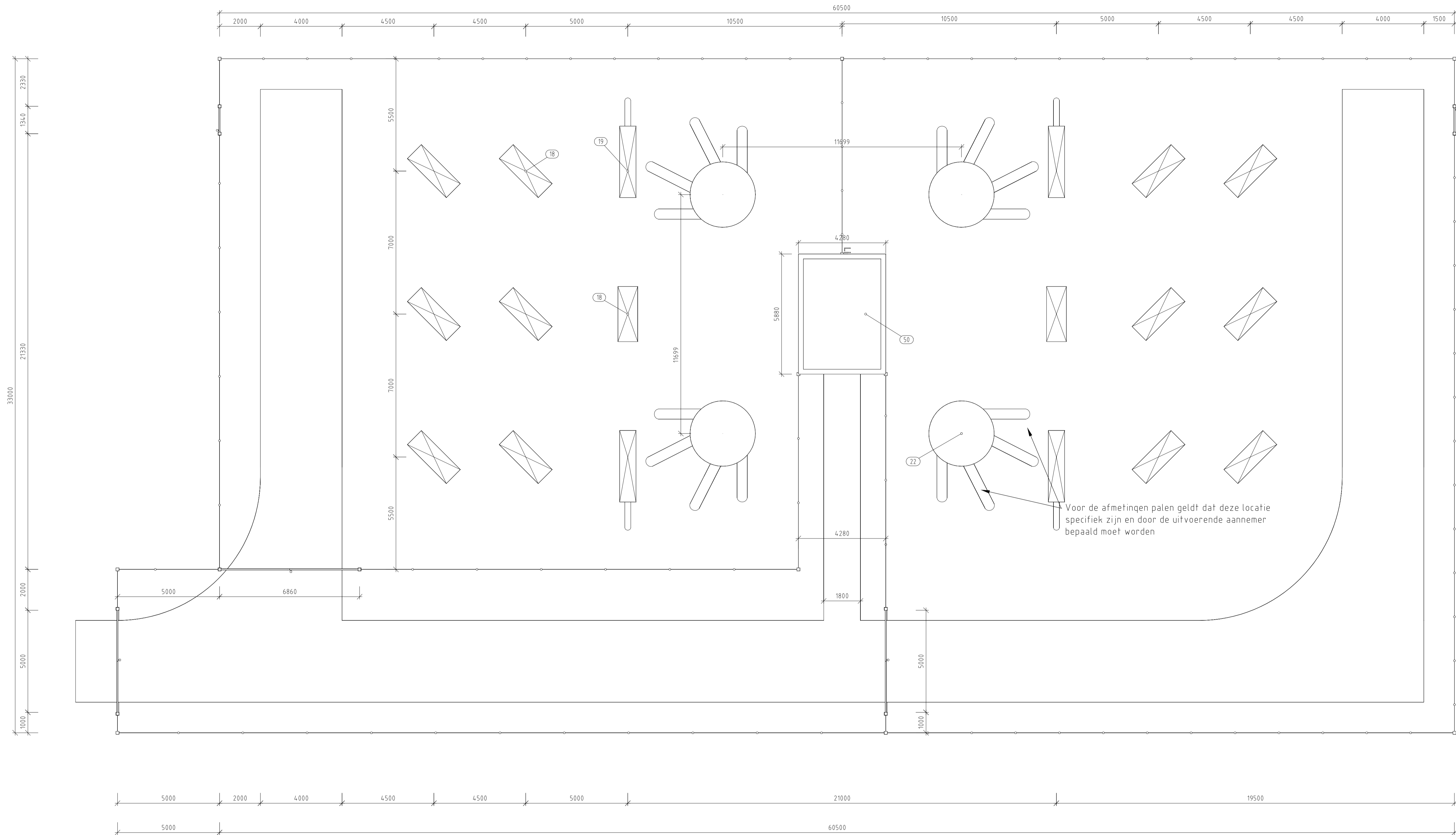
Doorsnede 3.2



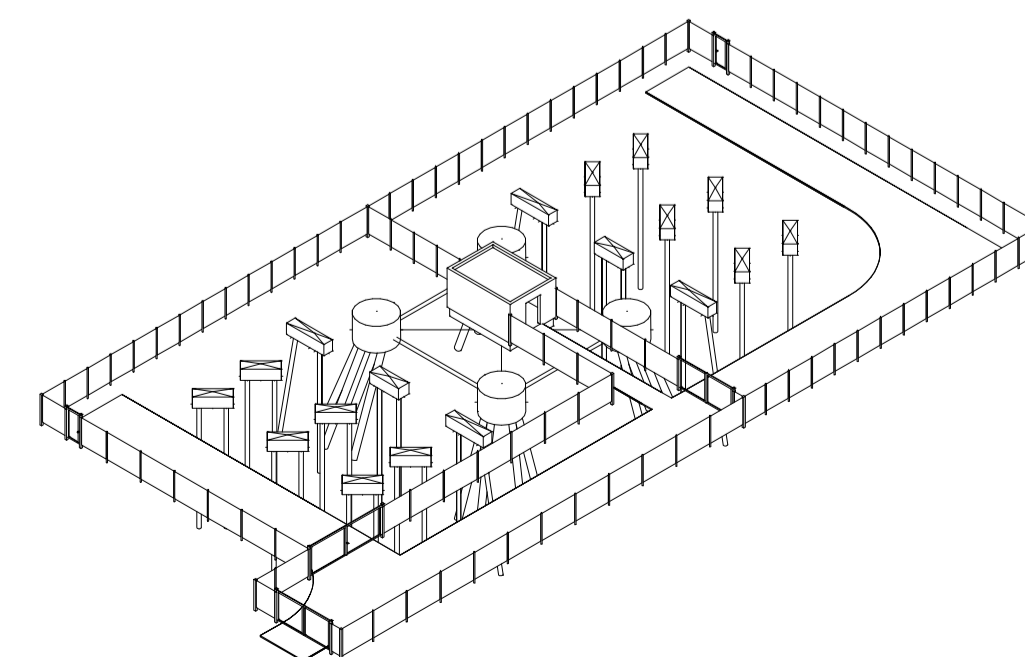
3D-Aanzicht
Schaal 1:500

Overzicht met hoofdelementen					
POS	Omschrijving	Id nr.	Leverancier	Aant.	
50	Prefab huisje	80U.04.002 (euld)	n.t.b.	1	
104	380kV Kabelendsluiting	n.t.b.	n.t.b.	12	
203	380kV vertical insulator (opstijgpunten)	10124.719.-L0-104.0	n.t.b.	6	
205	380kV vertical-up stram insulator (opstijgpunten)	002.678.00.0944.975 (10124.719.-L0-104.5)	n.t.b.	6	
206	380kV Tension insulators set	002.678.00.0928738 (10124.719.-L0-102.1)	n.t.b.	6	
208	380kV post-insulator	002.678.00.0928620 (10124.719.-L0-104.3)	n.t.b.	2	
402	AAAC-AL7 620 mm ²	n.t.b.	n.t.b.		
804	Staalwerk KES 380kV	002.678.00.0935069 (10124.719.-12-1001)	n.t.b.	12	
805	Veelplaat grondafspanning isolatoren op DSP 380/150kV	002.678.00.0935073 (10124.719.-12-1105)	n.t.b.	6	
810	Mast type EA-3_so	002.678.00.0927474 (10124.719.-35-1051)	Maldau	1	
1201	Spacer t.b.v. AAAC-AL7 620mm ² , 4 bundel	002.678.00.13896-V1	n.t.b.	26	
2304	T-klem t.b.v. AAAC-AL7 620mm ² , 4 bundel	Clamp type T1380k-V1	n.t.b.	12	

Rev	Datum-revisie	Omschrijving-revisie	Getekend	Datum-Bu-Bill	Schaal	Formaat																											
						A 0																											
<table border="1"> <tr> <td colspan="2"> DNV <small>DNV Energy Systems Utrechtseweg 310, 6813 AP Arnhem</small> </td> <td colspan="2"> Projectnaam: TenneT Engineering ZW380 kV Oost Status: CONCEPT Datum: 12-10-2021 Tekenaar: EKA Origineel: </td> <td colspan="2"> Schaal: 1:100 Unit: mm Projectnummer: 10124.719 DNV document: 10124.719-11-1000 </td> </tr> <tr> <td colspan="7"> No: 150/380 kV Verbinding ZW 380kV Oost Projectlocatie: CONCEPT </td> </tr> <tr> <td colspan="7"> Bladzijde: 4 van 5 Zie rapport: 21-1067 (002.678.00.09285-V1) Documenttype: DSP-0114 Object-ID: DSP-0114 Document: Zi jaanzichten OSP1014 primaire installatie Bladnummer: 4 van 5 </td> </tr> <tr> <td colspan="7"> TeneT Taking power further 002.678.00.0928570 </td> </tr> </table>							DNV <small>DNV Energy Systems Utrechtseweg 310, 6813 AP Arnhem</small>		Projectnaam: TenneT Engineering ZW380 kV Oost Status: CONCEPT Datum: 12-10-2021 Tekenaar: EKA Origineel:		Schaal: 1:100 Unit: mm Projectnummer: 10124.719 DNV document: 10124.719-11-1000		No: 150/380 kV Verbinding ZW 380kV Oost Projectlocatie: CONCEPT							Bladzijde: 4 van 5 Zie rapport: 21-1067 (002.678.00.09285-V1) Documenttype: DSP-0114 Object-ID: DSP-0114 Document: Zi jaanzichten OSP1014 primaire installatie Bladnummer: 4 van 5							TeneT Taking power further 002.678.00.0928570						
DNV <small>DNV Energy Systems Utrechtseweg 310, 6813 AP Arnhem</small>		Projectnaam: TenneT Engineering ZW380 kV Oost Status: CONCEPT Datum: 12-10-2021 Tekenaar: EKA Origineel:		Schaal: 1:100 Unit: mm Projectnummer: 10124.719 DNV document: 10124.719-11-1000																													
No: 150/380 kV Verbinding ZW 380kV Oost Projectlocatie: CONCEPT																																	
Bladzijde: 4 van 5 Zie rapport: 21-1067 (002.678.00.09285-V1) Documenttype: DSP-0114 Object-ID: DSP-0114 Document: Zi jaanzichten OSP1014 primaire installatie Bladnummer: 4 van 5																																	
TeneT Taking power further 002.678.00.0928570																																	



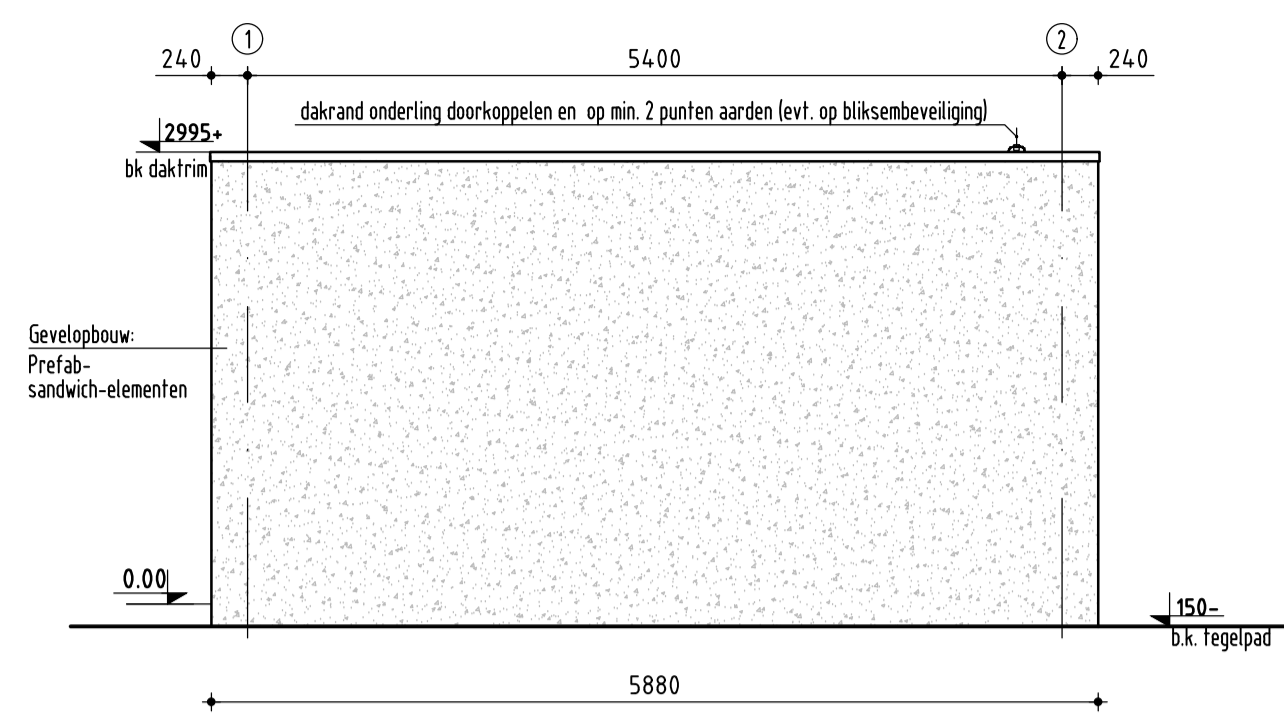
Overzicht met hoofdcomponenten				
POS	Omschrijving	Id.nr.	Leverancier	Aant.
18	Fundatie Poer 970x1000x2700 (KES 380kV)	002.678.00.0935076 (10124.719-12-1021)	n.t.b.	14
19	Fundatie Poer 800x1000x3500 (VPL 150/380kV)	002.678.00.0935080 (10124.719-12-1025)	n.t.b.	4
22	4-paals poer (Masttype EA-3_so)	002.678.00.0903475 (10124.719-032-1005)	n.t.b.	1
50	PreFab huisje	BOU.04.002 (oud)	n.t.b.	1



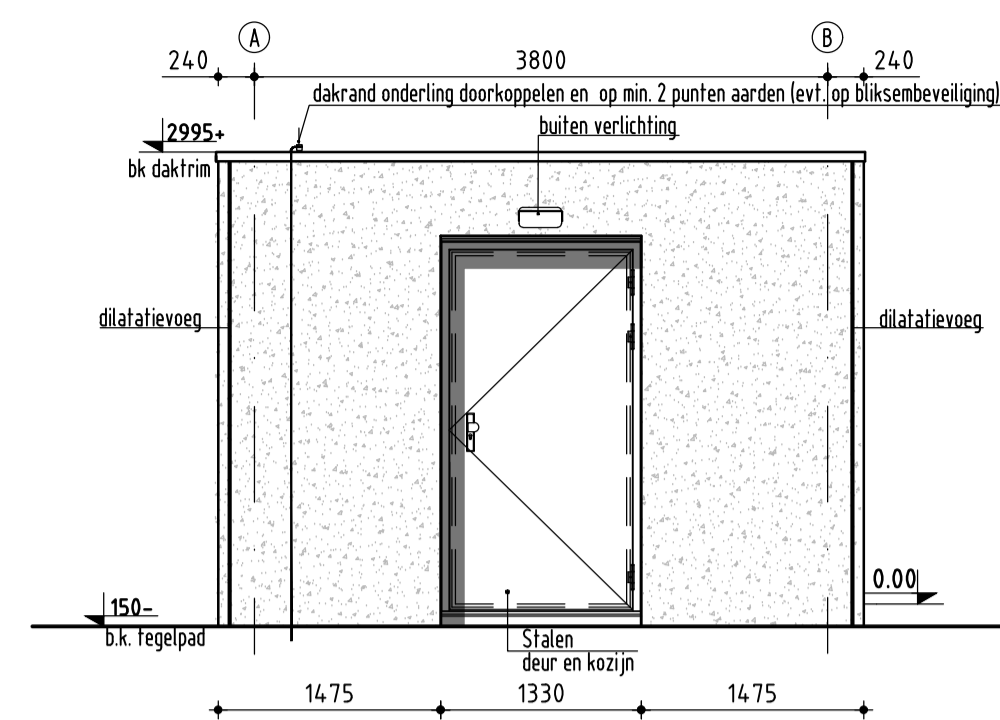
3D-Aanzicht
Schaal 1:500

2.0	24-11-2021	Toegangsweg verplaatst				
1.0	12-10-2021	Concept versie				
Revisie	Datum	Omschrijving				
			Projectnaam	TenneT Engineering ZW380 kV Oost		
			Status	CONCEPT	Schaal	1:100
DNV Energy Systems Utrechtseweg 310, 6812 AR Arnhem			Datum	12-10-2021	Units	m/m
			Tekenaar	EKA	Projectnummer	10124.719
			Vrijgever		DNV documentnummer	10124.719-11-1000
Naam: 150/380 kV Verbinding ZW 380kV Oost			Tekeningstatus	CONCEPT		
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Getekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
						A 1
Relatie: Zie rapport 21-0967 (002.678.00.0928567)			Thema:			
			Categorie:			
			Documenttype:			
			Object ID: OSP1014			
Tekeningnummer (oud of nieuw)			Omschrijving:			
			Bovenaanzicht OSP1014 civiele installatie			
			Totaal nummer:			
			002.678.00.0928570			
			Blad nummer:			
			5 van 5			

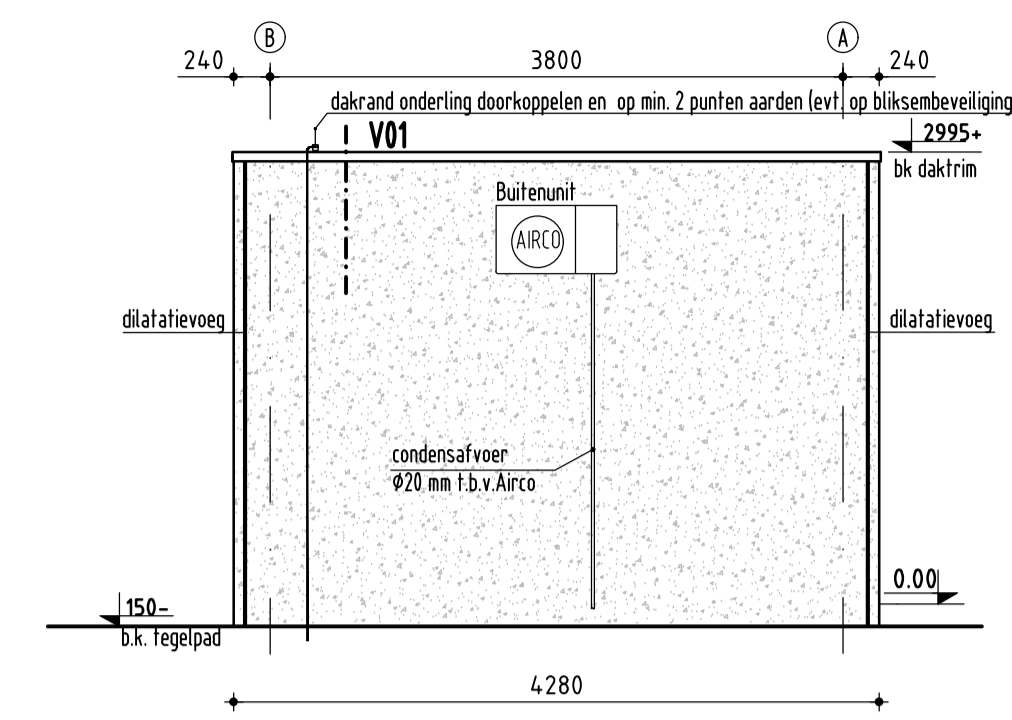
D.1 OSP 1014 Veldhuisje; plattegronden, gevels en doorsneden



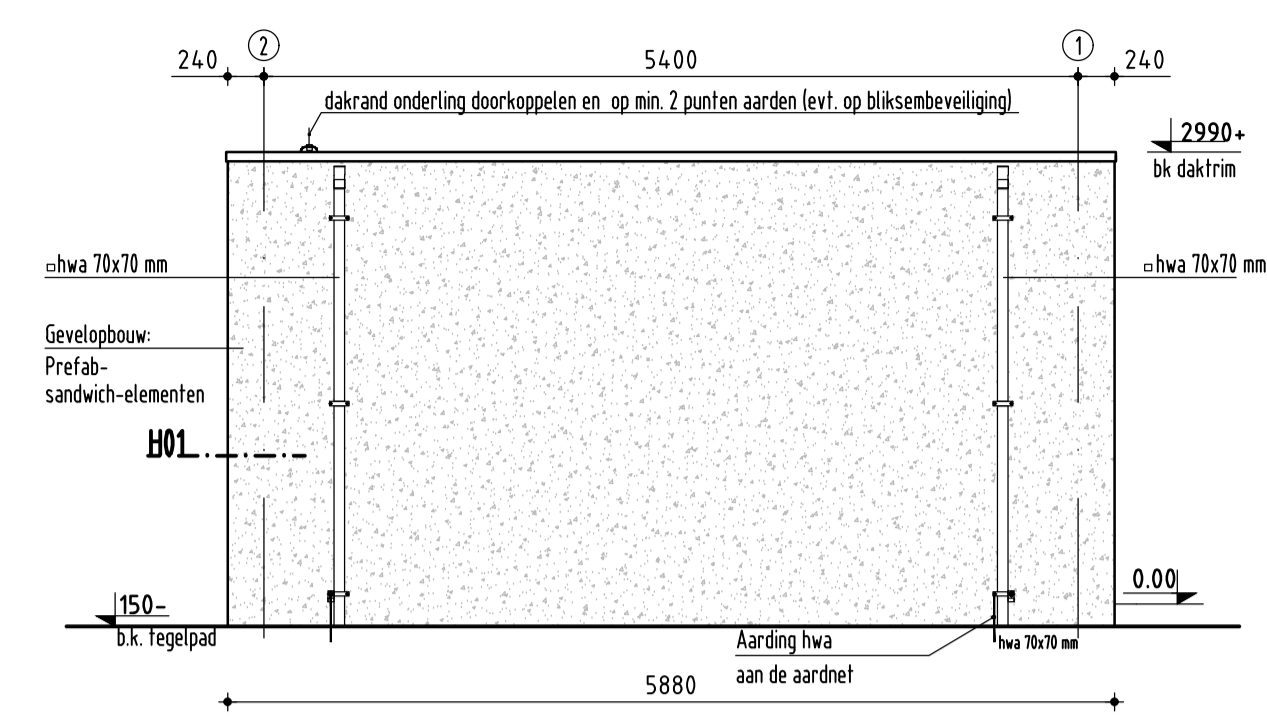
Aanzicht a (voorgevel)
Gevelafwerking volgens opgave architect.
1:50



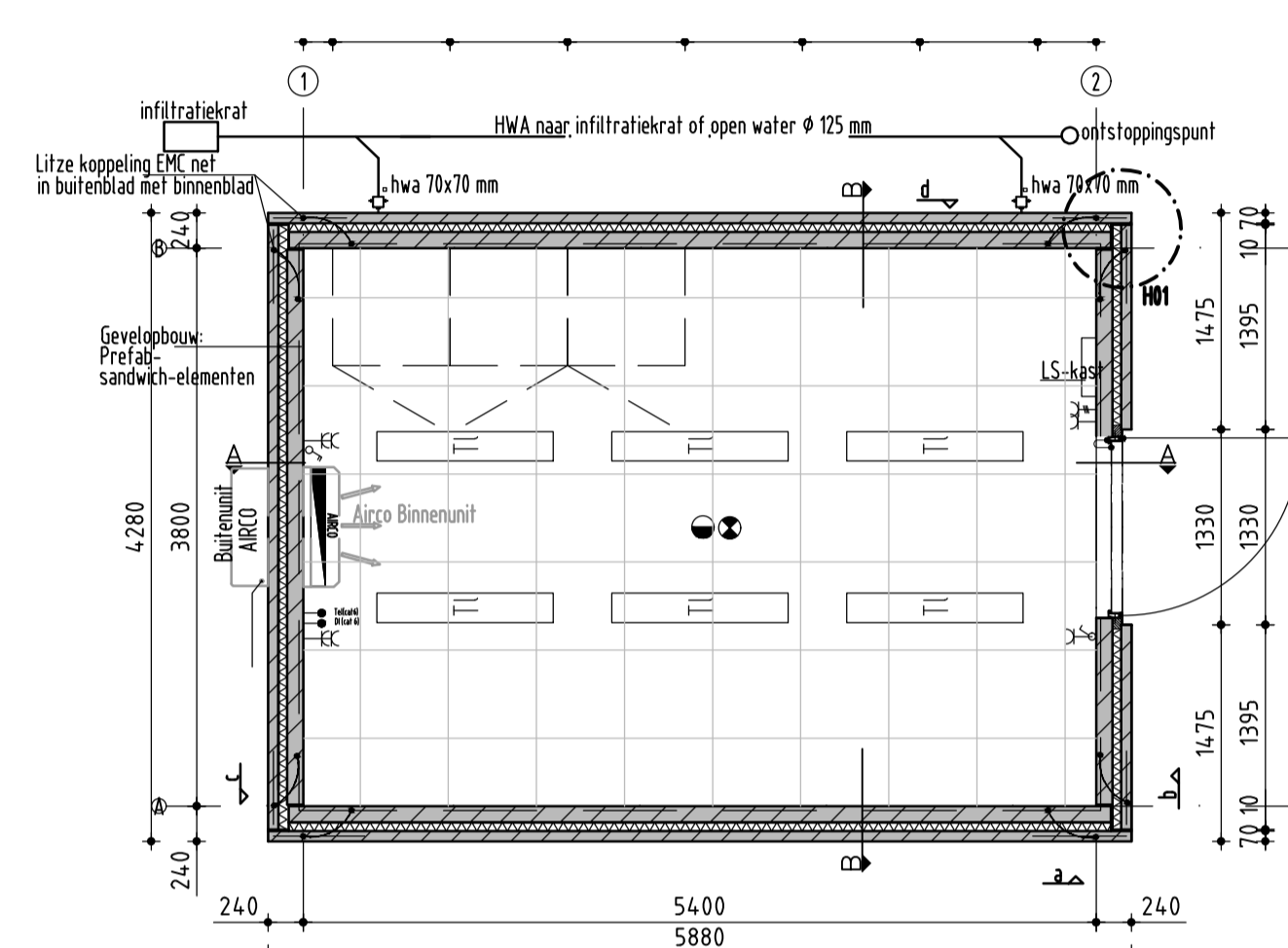
Aanzicht b (rechtergevel)
Gevelafwerking volgens opgave architect.
1:50



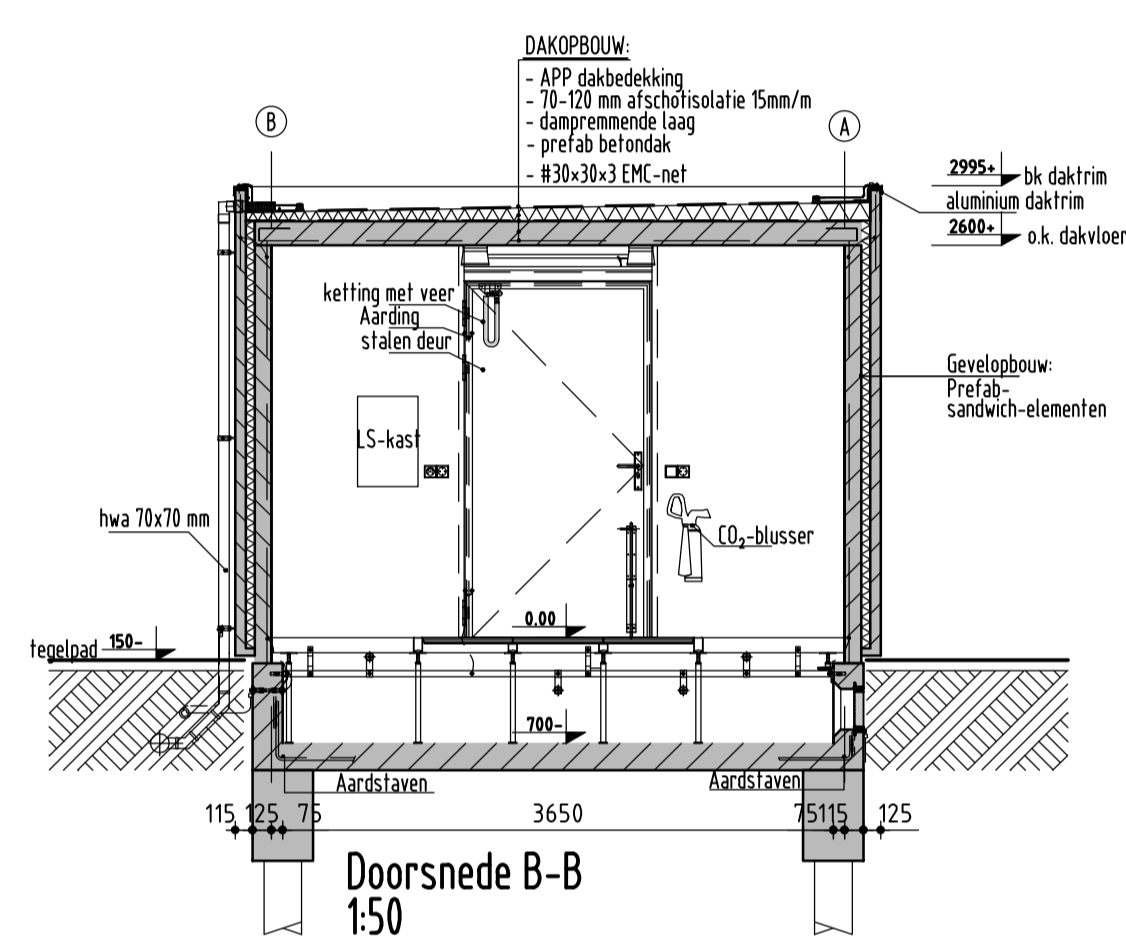
Aanzicht c (linkergevel)
Gevelafwerking volgens opgave architect.
1:50



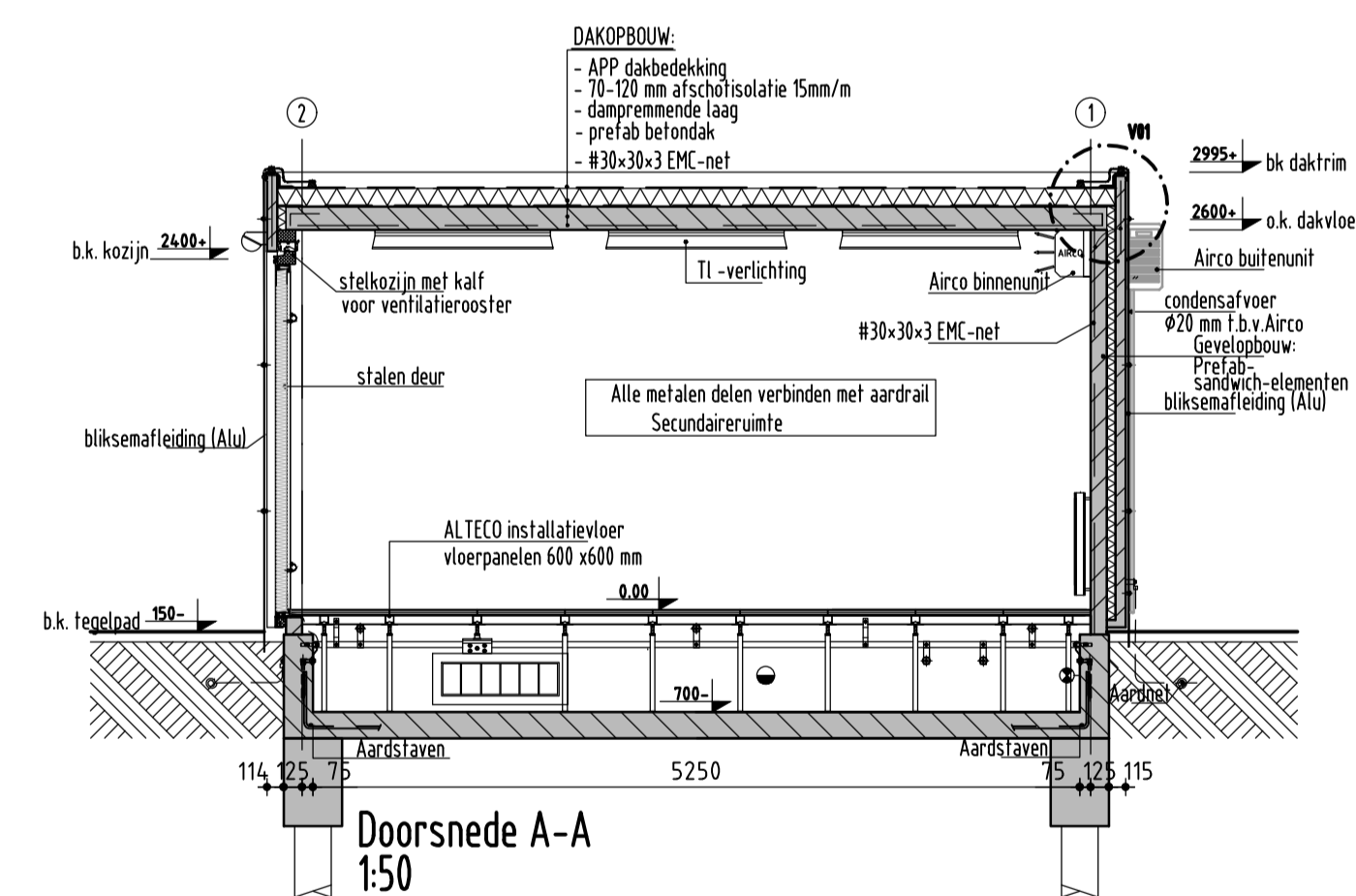
Aanzicht d (achtergevel)
Gevelafwerking volgens opgave architect.
1:50



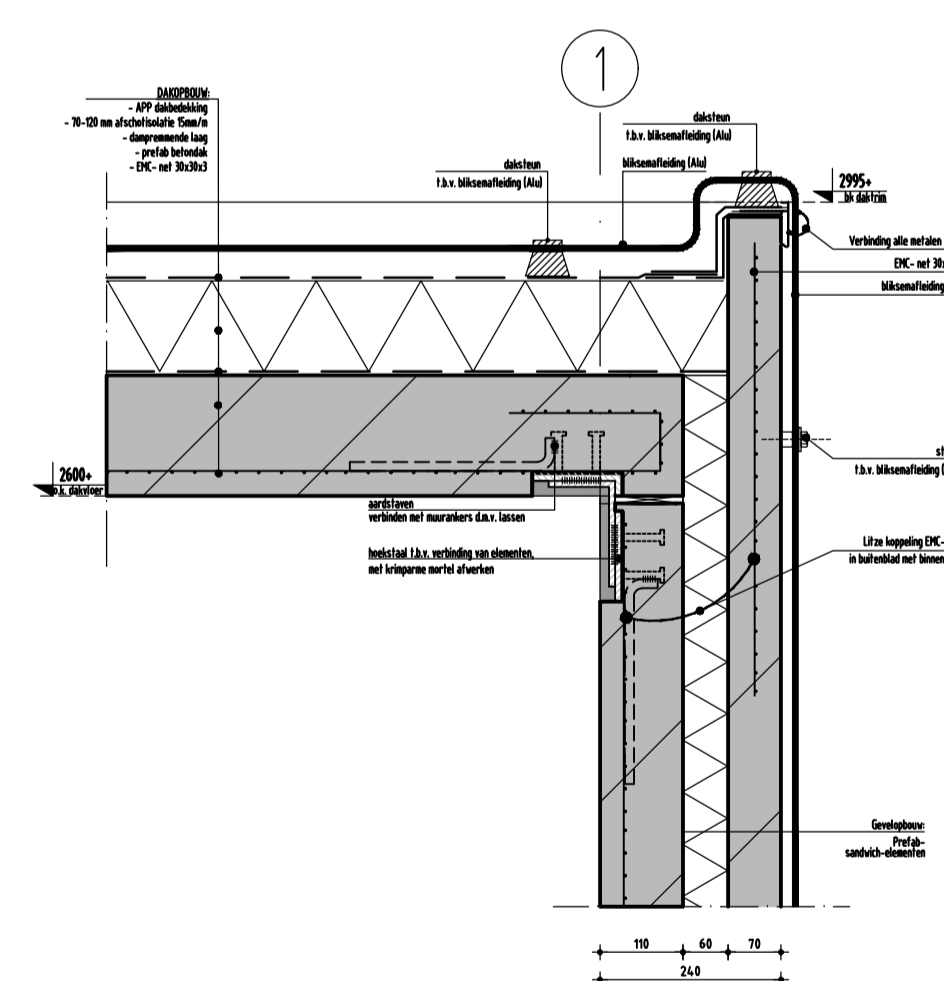
Begane Grond
1:50



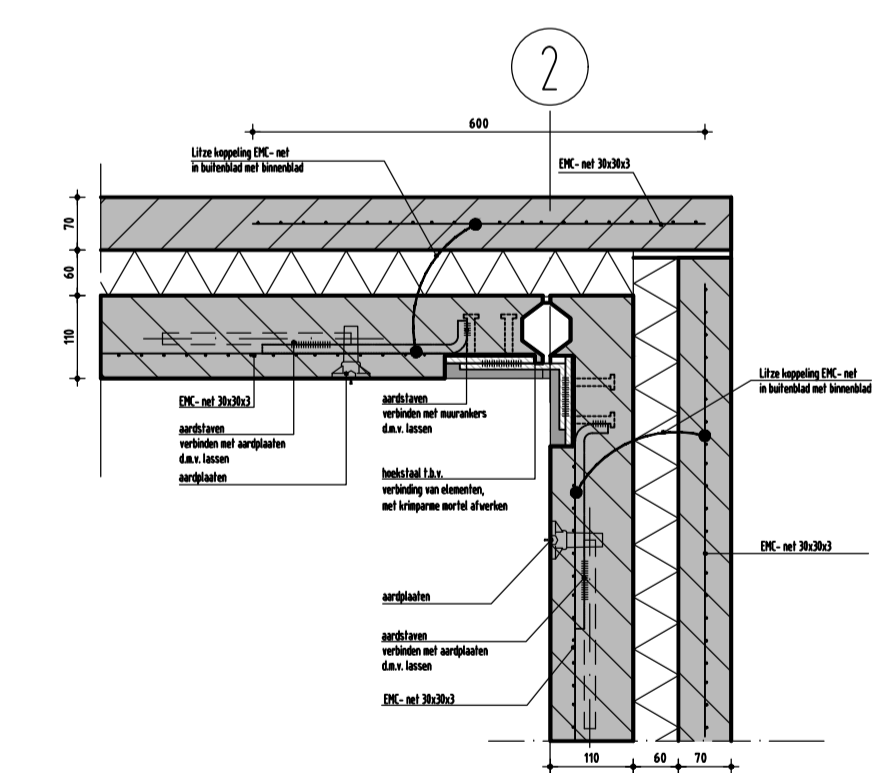
Doorsnede B-B
1:50



Doorsnede A-A
1:50



Detail V01
1:10

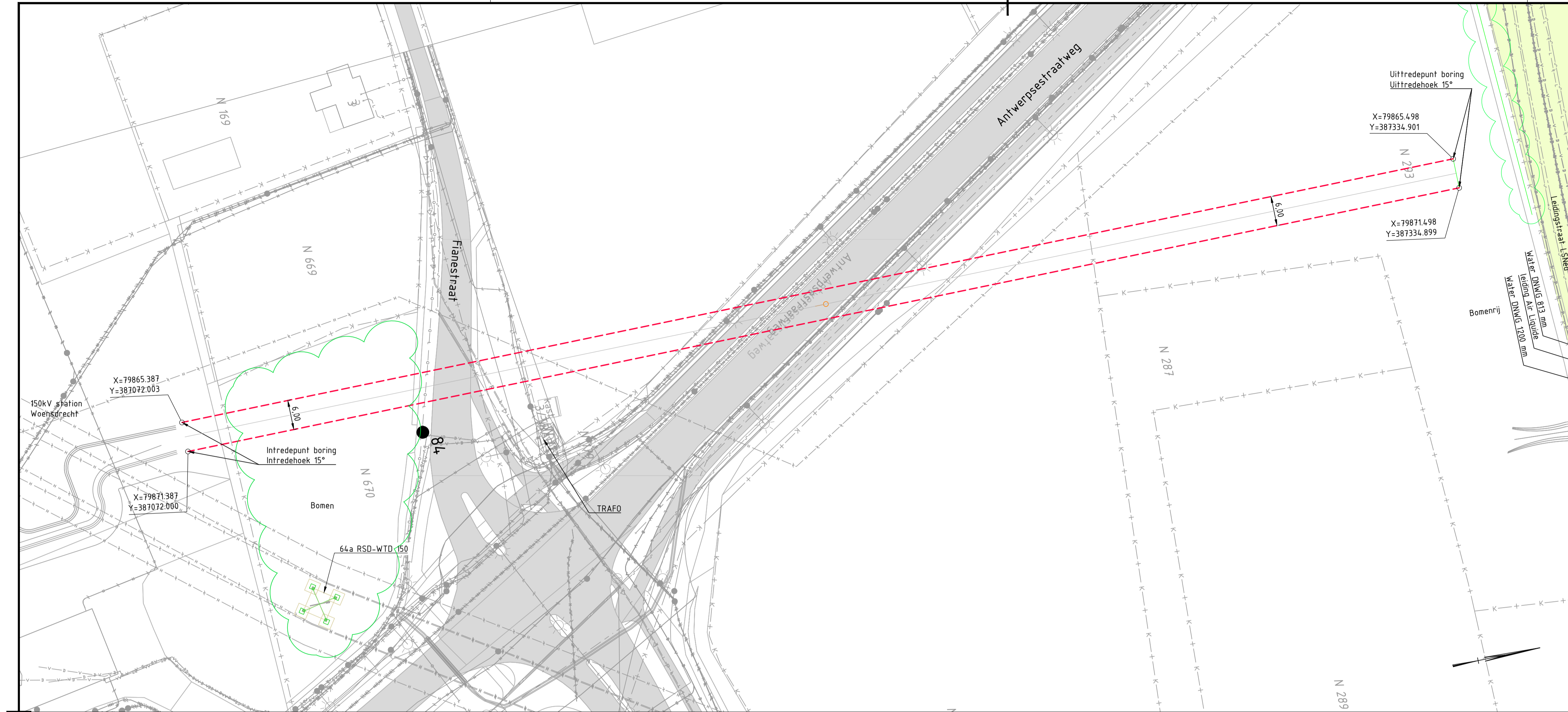


Detail H01
1:10

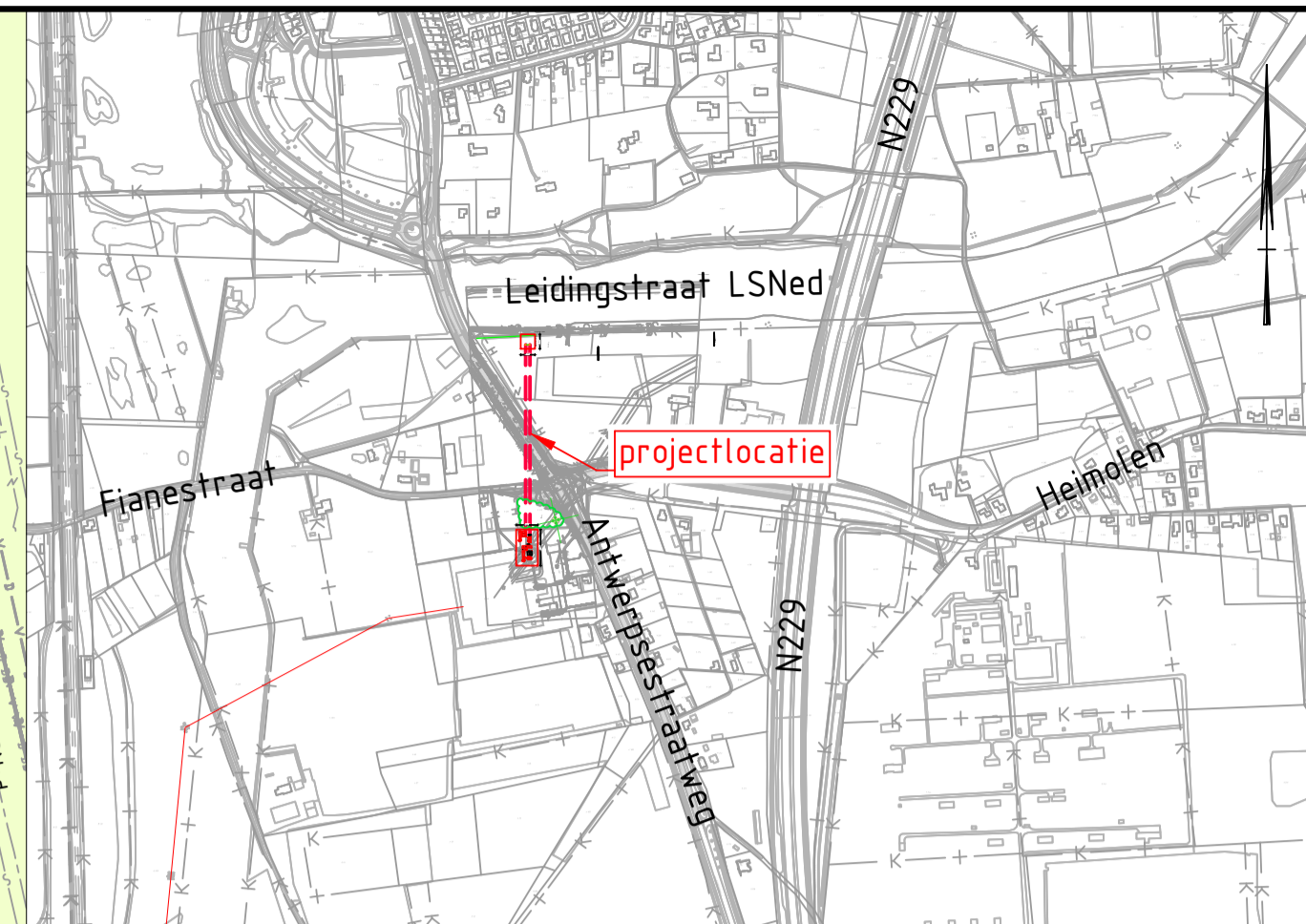
RRL380-TLB380 Zuidwest-Oost		Technische Definitief voor vergunningen				
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Getekend	Defin. As-Buit	Schaal	Formaat
C	25-03-2022	Definitief voor vergunningen	E-TargeT		1:50 1:10	A1
Relatie		Thema				
		Categorie				
		Document code				
		Object ID	RRL380-TLB380			
Oud Tekeningnummer:		Omschrijving	OSP1014 Veldhuis plattgronden, gevels, doorsneden en details			
		Documentnummer				



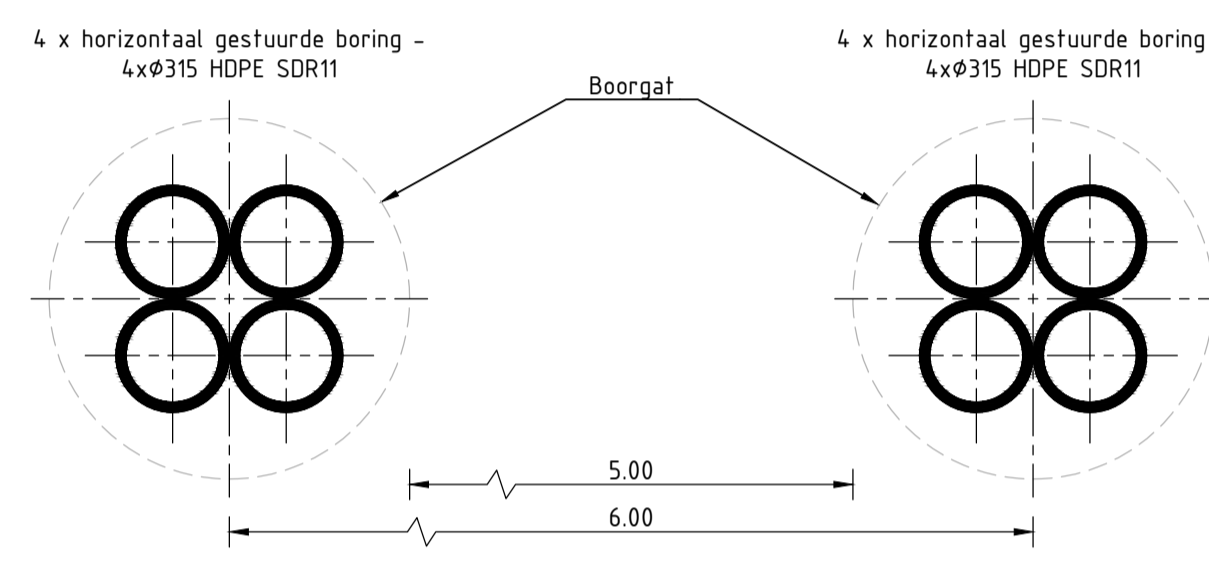
E.1 WDT-HDD1-L01 Woensdrecht



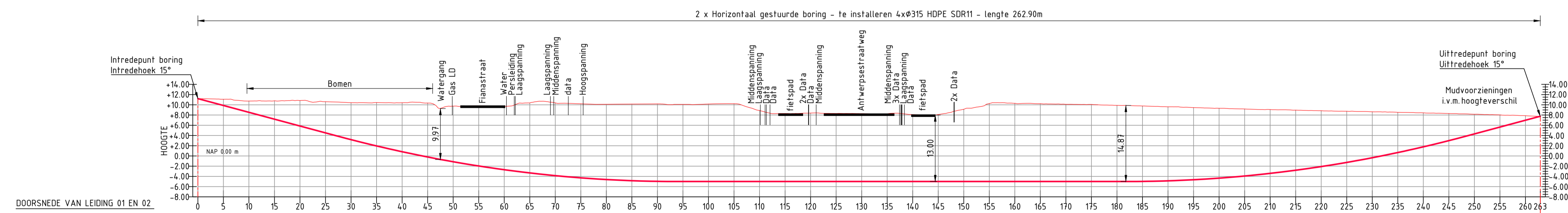
Bovenaanzicht schaal 1:500



Overzicht schaal 1:10.000



Principeddoorsnede schaal 1:20



Lengteprofiel schaal 1:500

- ### Legenda
- - - - - Kadastrale grens
 - - - - - Leiding gevaarlijke inhoud
 - - - - - Data transport
 - - - - - Landelijk hoogspanningsnet
 - - - - - Laagspanning
 - - - - - Middenspanning
 - - - - - Gasleiding hoge druk
 - - - - - Gasleiding lage druk
 - - - - - Waterleiding
 - - - - - Drukiolering
 - - - - - Riolering vrijverval
 - - - - - Horizontaal gestuurde boring (HDD)
 - - - - - Verharding (asfalt)
 - - - - - Bestaande topo
 - - - - - Bebouwing
 - - - - - Leidingstrook
 - - - - - Verharding/wegen
 - 16 Locatie sondering met nummer

Metreering	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160	165	170	175	180	185	190	195	200	205	210	215	220	225	230	235	240	245	250	255	260	262.90
Hoogte bestaand terrein	+11.027	+11.086	+10.738	+10.851	+10.838	+10.607	+10.442	+10.447	+10.405	+10.351	+9.750	+9.837	+9.696	+10.364	+10.389	+10.207	+10.116	+10.151	+10.186	+10.084	+10.150	+10.212	+8.886	+8.304	+8.396	+8.311	+8.201	+8.259	+8.088	+8.104	+8.131	+10.258	+10.287	+10.217	+10.102	+10.078	+9.894	+9.775	+9.602	+9.458	+9.337	+9.187	+9.070	+8.956	+8.858	+8.742	+8.654	+8.531	+8.433	+8.298	+8.153	+8.019	+7.881	+7.762
Horizontaal ontwerp	-11.027	-11.086	-10.738	-10.851	-10.838	-10.607	-10.442	-10.447	-10.405	-10.351	-9.750	-9.837	-9.696	-10.364	-10.389	-10.207	-10.116	-10.151	-10.186	-10.084	-10.150	-10.212	-8.886	-8.304	-8.396	-8.311	-8.201	-8.259	-8.088	-8.104	-8.131	-10.258	-10.287	-10.217	-10.102	-10.078	-9.894	-9.775	-9.602	-9.458	-9.337	-9.187	-9.070	-8.956	-8.858	-8.742	-8.654	-8.531	-8.433	-8.298	-8.153	-8.019	-7.881	-7.762
Verticaal ontwerp	-11.027	-11.086	-10.738	-10.851	-10.838	-10.607	-10.442	-10.447	-10.405	-10.351	-9.750	-9.837	-9.696	-10.364	-10.389	-10.207	-10.116	-10.151	-10.186	-10.084	-10.150	-10.212	-8.886	-8.304	-8.396	-8.311	-8.201	-8.259	-8.088	-8.104	-8.131	-10.258	-10.287	-10.217	-10.102	-10.078	-9.894	-9.775	-9.602	-9.458	-9.337	-9.187	-9.070	-8.956	-8.858	-8.742	-8.654	-8.531	-8.433	-8.298	-8.153	-8.019	-7.881	-7.762
Hoogte as leiding	-11.027	-11.086	-10.738	-10.851	-10.838	-10.607	-10.442	-10.447	-10.405	-10.351	-9.750	-9.837	-9.696	-10.364	-10.389	-10.207	-10.116	-10.151	-10.186	-10.084	-10.150	-10.212	-8.886	-8.304	-8.396	-8.311	-8.201	-8.259	-8.088	-8.104	-8.131	-10.258	-10.287	-10.217	-10.102	-10.078	-9.894	-9.775	-9.602	-9.458	-9.337	-9.187	-9.070	-8.956	-8.858	-8.742	-8.654	-8.531	-8.433	-8.298	-8.153	-8.019	-7.881	-7.762

Rev	Omschrijving	Datum rev.	Get.	Geç.	Goedg.
D	Diaagmaat naar 5.00m	13-05-2022	BB	MJ	JD
C	Nieuwe locatie HDD's	25-02-2022	BB	MJ	JD
B	Eerste uitgave	17-01-2020	NJ	MJ	JD

TenneT TSO B.V.
 Project: **HDD's 150 kV ZWO**
 Onderdeel: **WDT-HDD1**
150 kV station Woensdrecht

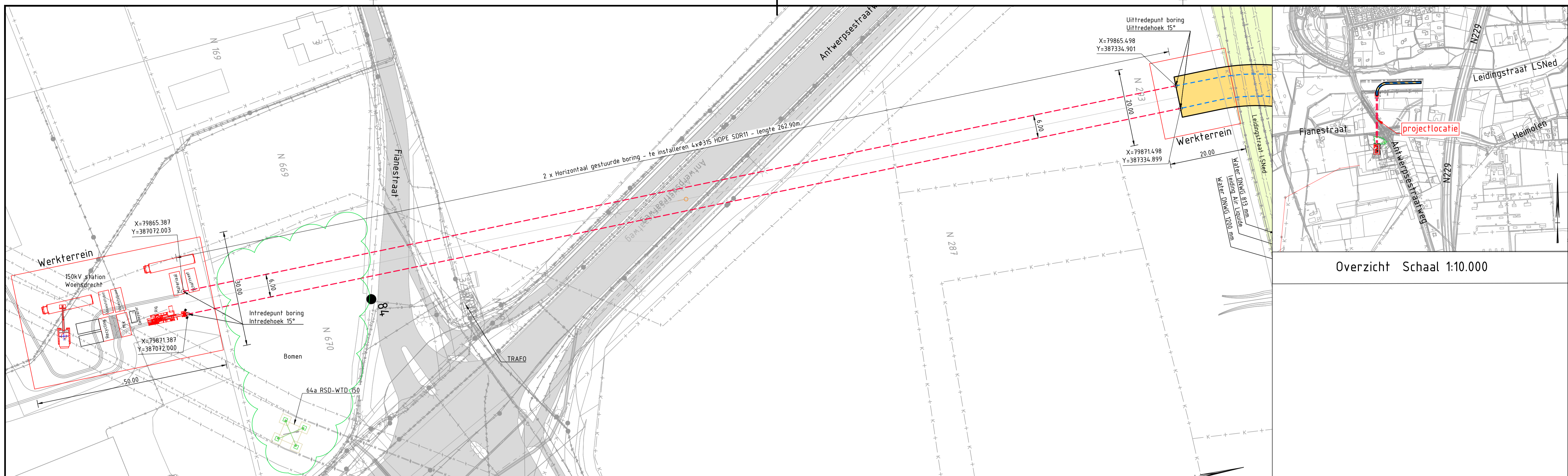
Projectnummer	Tekeningnummer	Versie	Datum van uitgave	Ontwerpfase	Contractnummer
368722	WDT-HDD1	C	13-05-2022	DO	

Blad	Van	Schaal	Format	Kantoor	Get.	Geç.	Goedg.
1	2	1:500	A1	De Blit	BB	MJ	JD

www.sweco.nl
 © Sweco Nederland B.V. Alle rechten voorbehouden.

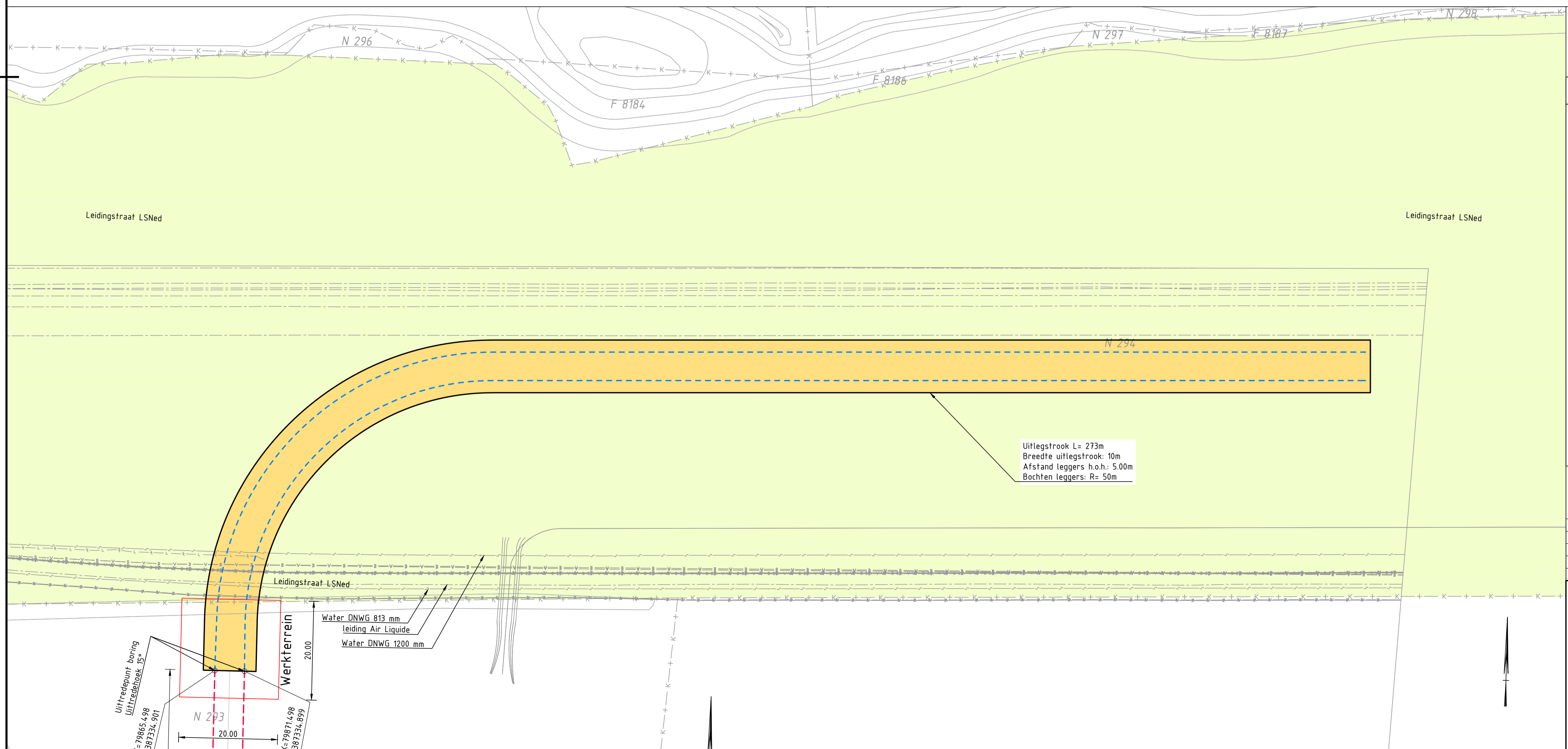
SWECO

E.2 WDT-HDD1-Uitlegstrook Woensdrecht



Overzicht Schaal 1:10.000

Bovenaanzicht schaal 1:500



Bovenaanzicht uitlegstrook schaal 1:500

Legenda

- Kadastrale grens
- Leiding gevaarlijke inhoud
- Data transport
- Landelijk hoogspanningsnet
- Laagspanning
- Middenspanning
- Gasleiding hoge druk
- Gasleiding lage druk
- Waterleiding
- Drukiolering
- Riolering vrijval
- Horizontaal gestuurde boring (HDD)
- Verharding (asfalt)
- Bestaande topo
- Bebouwing
- Leidingstrook
- Verharding/wegen
- 16 Locatie sondering met nummer

D	Dagmaat naar 5.00m	13-05-2022	BB	MJ	JD
C	Nieuwe locatie Leidingstrook	01-03-2022	BB	MJ	JD
B	Nieuwe locatie HDD's	25-02-2022	BB	MJ	JD
A	Eerste uitgave	17-01-2020	NJ	MJ	JD
Rev	Omschrijving	Datum rev.	Get.	Ge.	Goedg.

Ondraagster
TenneT TSO B.V.
 Project
HDD's 150 kV ZWO
 Onderdeel
WDT-HDD1
150 kV station Woensdrecht - Uitlegstrook

Projectnummer	Tekeningnummer	Versie	Datum van uitgave	Ontwerpfase	Contractnummer
368722	WDT-HDD1	D	13-05-2022	Definitief ontwerp	
Bld	Van	Schaal	Formaat	Kantoor	Get.
1	2	1:500	A1	De Blit	BB
					Ge.
					MJ
					JD

E.3 3 Vergunningsrapportage V_ en N289 provincie NB

Kruising 2 HDD's met N289, leidingenstraat LSNed en spoorlijn Roosendaal-Vlissingen

Vergunningsrapport provincie Brabant en
ProRail



Verantwoording

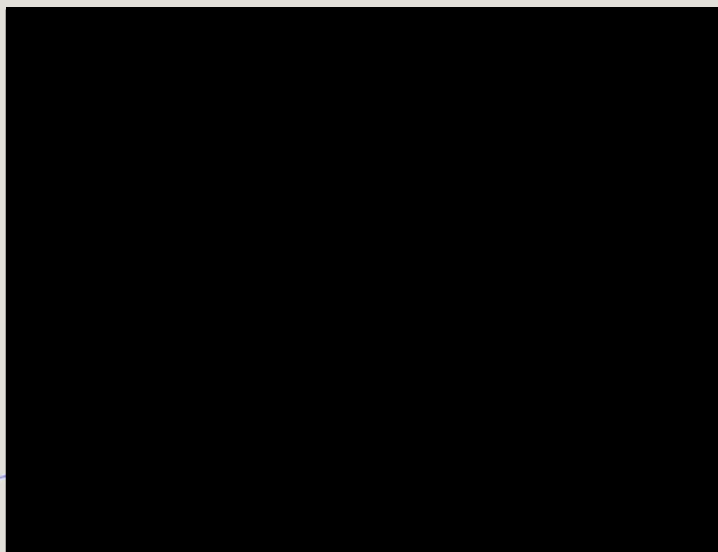
Titel: Krusing 2 HDD's met N289, leidingenstraat LSNed
en spoorlijn Roosendaal-Vlissingen
Onderwerp: Vergunningsrapport
voor provincie Brabant en ProRail
Projectnummer: 51001237
Klant: TenneT
Referentienummer: NL22-648800269-32283
Versie: D3

Datum: 20-9-2022

Auteurs:
E-mailadres:

Gecontroleerd door:
Paraaf gecontroleerd:

Vrijgegeven door:
Paraaf vrijgegeven:



Inhoudsopgave

1.	Inleiding	4
1.1	Situatie.....	4
1.2	Leeswijzer.....	5
2.	Uitgangspunten	6
2.1	Gebuurde documenten	6
2.2	Vigerende normen en richtlijnen.....	6
2.3	Minimale dagmaat tot bestaande en nieuwe boringen.....	7
2.4	Diepteligging.....	7
2.5	Inwendige overdruk	8
2.6	Grondwaterstand	8
2.7	Belasting- en ondersteuningshoek	8
2.8	Importantiefactor.....	9
2.9	Geotechnische parameters	9
2.10	Boortechnische gegevens	10
2.11	Verkeersbelasting.....	10
2.12	Boogstralen	11
3.	Ontwerp	12
3.1	Gegevens HDD	12
3.2	Boorparameters.....	13
3.3	Intredepunt	13
3.4	Uittredepunt en uitlegstrook	13
4.	Berekeningsresultaten.....	15
4.1	Trekkrachtberekening.....	16
4.2	Sterkteberekening bedrijfsfase.....	16
4.3	Muddrukberekening.....	16
4.4	Implosie	16
4.5	Kwelweg	17
4.5.1	Zoute ondergrond.....	17
4.5.2	Kwel uit het eerste watervoerende pakket	17
4.5.3	Kwel tussen de peilgebieden.....	18
4.5.4	Kwelmaatregelen.....	18
5.	Risico's en aandachtspunten	20
6.	Conclusie.....	21
6.1	Algemeen	21
6.2	Uitkomsten ontwerp en berekening.....	21
	Bijlage 1 – Ontwerptekening.....	22
	Bijlage 2 – Geotechnisch onderzoek	23
	Bijlage 3 – Berekening D-Geo Pipeline	24

1. Inleiding

TenneT is voornemens om delen van de bovengrondse 150 kV-verbindingen binnen het projectgebied van *Zuid-West 380 kV Oost* ondergronds te verkabelen. Het projectgebied loopt vanaf Rilland aan de westzijde tot aan Tilburg aan de oostzijde. Bij het ondergronds brengen van de kabels moeten circa 45 kruisingen sleufloos worden uitgevoerd door middel van horizontaal gestuurde boringen (HDD's) en persingen.

Dit rapport betreft de kruising met de provinciale weg N289 (Reimerswaalweg) en de spoorlijn Roosendaal-Vlissingen en ligt in de leidingenstraat Antwerpen-Rotterdam van LSNed. De HDD's (met codering VKDP HDD03) zijn vergunningsplichtig bij provincie Brabant en ProRail. Het ontwerp en de berekeningen zijn uitgevoerd conform NEN 3650:2020, NEN 3651:2020, de Richtlijn Boortechnieken en de eisen van ProRail. Voor ligging in de leidingenstraat gelden de richtlijnen van LSNed.

1.1 Situatie

Het tracé van de HDD's ligt ten noordoosten van knooppunt Markiezaat en start in de leidingenstraat tussen de A58 en het spoor en eindigt in de leidingenstraat aan de noordzijde van de N289 (zie figuur 1). Het tracé bestaat uit twee 150kV-circuits, waardoor twee afzonderlijke parallelle HDD-bundels moeten worden gemaakt. Eén bundel bestaat uit 4 mantelbuizen PE100 Ø315 mm SDR 11. In drie van de mantelbuizen wordt een hoogspanningskabel ingetrokken en één mantelbuis is beschikbaar als reserve.

De twee HDD's liggen naast elkaar, met een dagmaat van 5 meter tussen de boorgaten. De HDD's hebben een lengte van circa 443 m en een maximale diepte van NAP -16,76 m (hart van de boring). De twee HDD's kruisen van zuid naar noord: de leidingenstraat van LSNed, de spoorlijn Roosendaal – Vlissingen, de provinciale weg N289 en nogmaals de leidingenstraat van LSNed.



Figuur 1 Overzicht situatie VKDP HDD03

1.2 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 bevat de uitgangspunten, hoofdstuk 3 het ontwerp en de berekeningen, hoofdstuk 4 bevat de berekeningsresultaten, hoofdstuk 5 de risico's en aandachtspunten en hoofdstuk 6 de conclusies. Als bijlagen zijn toegevoegd de ontwerptekening, grondgegevens en de berekeningen.

2. Uitgangspunten

2.1 Gebruikte documenten

Bij het opstellen van de berekeningen is gebruik gemaakt van de volgende documenten:

- Ontwerptekening van VKDP HDD03, tekeningnummer VKDP-HDD03-ProRail versie F, d.d. 19-9-2022 opgesteld door Sweco (bijlage 1).
- Geotechnisch onderzoek uit Dinoloket en uit de Sweco-database met historisch grondonderzoek (bijlage 2).
- Maaiveldhoogten zijn ontleend aan de Algemene Hoogtekaart van Nederland (AHN-3).
- KLIC-levering 21O094476 en 21O094477 opgevraagd d.d. 21-09-2021.
- Peilbesluiten waterschap Scheldestromen, geraadpleegd d.d. 14-03-2022, website: <https://repository.officiële-overheidspublicaties.nl/CVDR/CVDR333586/1/xml/i241828.pdf>
- Peilbesluiten waterschap Brabantse Delta, geraadpleegd d.d. 22-03-2022, website: <https://www.brabantsedelta.nl/peilbesluiten>
- Regeling veranderen en gebruiken van wegen Noord-Brabant https://www.brabant.nl/actueel/regelingen/cvdr93041_2
- Waterbeheerplan 2016-2021, waterschap Brabantse Delta, website: <https://www.brabantsedelta.nl/flysystem/media/waterbeheerplan-2016-2021.pdf>
- Regeling veranderen en gebruiken van wegen Noord-Brabant, Provincie Noord Brabant 2013, website: https://www.brabant.nl/actueel/regelingen/cvdr93041_2

2.2 Vigerende normen en richtlijnen

Het ontwerp van de boring voldoet aan:

- NEN 3650:2020;
- NEN 3651:2020;
- Richtlijn boortechnieken juni 2019 v1.0 van Rijkswaterstaat;
- Handboek Horizontaal Gestuurd Boren (BTL-rapport 50);
- ProRail Spoor kruising derden: RLN 00427-2, 31-3-2021;
- Indieningvereisten: Ten behoeve van het aanvragen van een vergunning op grond van artikel 19 Spoorwegwet en het aanvragen van een ontheffing op grond van artikel 13 lid 3 van de Regeling omgevingsregime hoofdspoorwegen, ProRail, 01-07-2021-versie-18 (bijlage 1)

- VELIN Richtlijn nr 2017/6 Versie september 2019;
- Regeling veranderen en gebruiken van wegen Noord-Brabant, Noord-Brabant 2013;
- Voorschriften behorende bij de overeenkomst tot gebruik van de Buisleidingenstraat en tot exploitatie van daarin gelegen leidingen – januari 2017 van LSNed.

2.3 Minimale dagmaat tot bestaande en nieuwe boringen

- NEN 3650-1: 2020, bijlage F.4.3 stelt: De afstand (dagmaat) tussen een parallelleiding of -boring moet minimaal 5 m bedragen, tenzij wordt aangetoond dat een kleinere afstand toelaatbaar is.
- De minimale dagmaat tot bestaande en nieuwe boringen conform de Richtlijn Boortechneiken is:
 - o De minimale dagmaat bij een kruising met een bestaande HDD-boring is 5,0 meter, onafhankelijk van de grondslag.
 - o De minimale dagmaat in zandgrond bij parallelligging tot een bestaande HDD-boring is 5,0 meter.
 - o De minimale dagmaat in klei-/veengrond bij parallelligging tot een bestaande HDD-boring is 10,0 meter.
 - o Bij gelijktijdige uitvoering van meerdere HDD-boringen is het risico op schade minder groot omdat de ligging onderling beter bekend is en omdat kabels en leidingen nog niet in bedrijf zijn. In deze situatie kan de onderlinge dagmaat verkleind worden, zodanig dat stuurcorrecties onbelemmerd kunnen plaatsvinden. De vergunningaanvrager dient een afwijkende dagmaat te onderbouwen, waarbij aantoonbaar wordt gemaakt dat er geen risico ontstaat voor het rijkswaterstaatswerk.

De Richtlijn is specifiekier dan de NEN 3650, voor het ontwerp houden we daarom de Richtlijn Boortechneiken aan. De eerste circa 10 m -mv bestaat uit wisselende klei- en veenlagen, maar omdat de HDD's voor circa 80% in de pleistocene zandlaag liggen is een dagmaat van 5 m als uitgangswaarde genomen. De HDD's zullen daarnaast met een gyroscoop geboord worden, zodat de afwijkingen minimaal zijn.

2.4 Diepteligging

De diepteligging dient aan de volgende eisen te voldoen:

- Voor de tussenafstand met (kruisende) kabels en leidingen is conform VELIN Richtlijn nr. 2017/6 Versie september 2019 minimaal een dagmaat van 5 m aangehouden.
 - o De HDD's kruisen diverse leidingen van Gasunie en Air Liquide die gevaarlijke stoffen transporten binnen de leidingstraat van LSNed. De minimale dagmaat afstand tussen de leidingen en de HDD's is 8,8 m. Dit voldoet aan de minimale dagmaat van 5 m uit de VELIN-richtlijn.
 - o De HDD's kruisen nabij het uittredepunt een hogedruk gasleiding. De minimale dagmaat afstand tussen de leidingen en de HDD's is 5 m. Dit voldoet aan de VELIN-richtlijn.

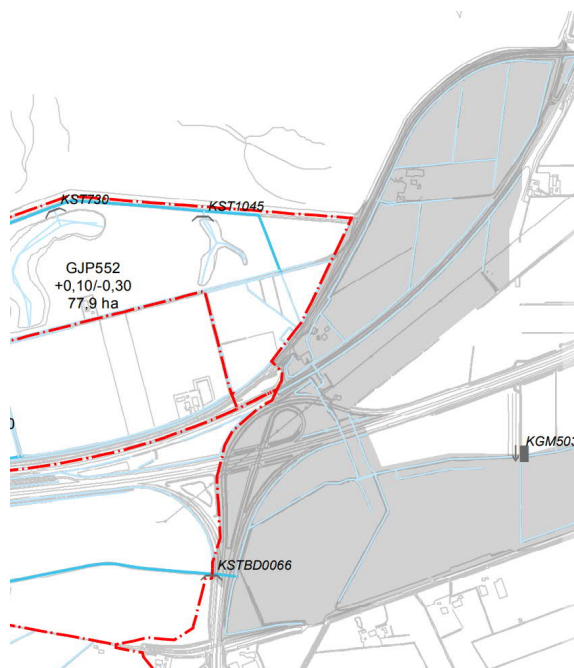
- De HDD's dienen minimaal 12 m beneden het laagstgelegen maaiveld binnen de druklijn 1:1,5 te liggen (paragraaf 7.1 van RLN0047-2 Spoorkruising derden)
 - De bovenkant van de leiding is op een diepte van 16,00 m geprojecteerd t.o.v. het laagstgelegen maaiveld. De leiding voldoet hiermee aan de dekkings- en afstandseisen.
- De HDD's dienen een minimale afstand tot gesloten verhardingen van Provincie Brabant hebben van 3 meter (Regeling veranderen en gebruiken van wegen Noord-Brabant, 2013)
 - Bij de provinciale weg N289 liggen de HDD's dieper dan 10 m t.o.v. maaiveld. De leiding voldoet hiermee aan de dekkings- en afstandseisen.

2.5 Inwendige overdruk

Het betreft mantelbuizen. Er is dus niet gerekend met inwendige overdruk.

2.6 Grondwaterstand

Het uittredepunt ligt binnen het peilbesluit van Zuid-Beveland-Oost van waterschap Scheldestromen (zie figuur 2). Het zomerpeil is NAP +0,10 m en het winterpeil is NAP -0,30 m. We gaan in deze rapportage uit van een grondwaterstand van NAP +0,10 m.



Figuur 2 Peilbesluit Zuid-Beveland-Oost

2.7 Belasting- en ondersteuningshoek

Conform NEN3650-1:2020 paragraaf C.4.1.3 bedraagt voor een HDD de:

- belastingfactor voor trekkracht : 1,8;
- belastinghoek : 30°;

- ondersteuningshoek : 30°.

2.8 Importantiefactor

Voor de HDD's is conform paragraaf 6.5 van NEN 3651 een importantiefactor van 1,0 gehanteerd.

2.9 Geotechnische parameters

De geotechnische gegevens en parameters gebruikt zijn gebaseerd op grondonderzoek uit Dinoloket en uit de Sweco-database met historisch grondonderzoek. De ID-nummers, dieptes en de afstanden tot het boortracé van de gebruikte boringen en sonderingen staan in Tabel 2-1. De volledige boringen en sonderingen staan in bijlage 2 van deze rapportage. Op basis van dit grondonderzoek heeft Sweco een maatgevend bodemprofiel langs het geplande boortracé opgesteld. Dit bodemprofiel is gecontroleerd met behulp van het 3-D ondergrondmodel GeoTOP. Dit is een model van de grondlagen in de Nederlandse ondiepe ondergrond, opgesteld door de Geologische Dienst Nederland, onderdeel van TNO.

Tabel 2-1 Overzicht van het gebruikte grondonderzoek.

ID-nummer	Type	Diepte [NAP m]	Afstand tot boortrace [m]
CPT35000	Sondering	-10	20
CPT11849	Sondering	-22	10
118.S02	Sondering	-25	180
118.S04	Sondering	-25	180

De bovenkant van de vaste zandlaag bevindt zich op -6 m NAP aan de zuidkant van het geplande boortracé en op -9 m NAP aan de noordkant van het geplande boortracé. Uit het grondonderzoek blijkt dat boven de zandlaag de grond bestaat uit klei en veenlagen. Het verloop van de diepte van deze klei en veenlagen is met behulp van de beschikbare boringen en sonderingen vrij nauwkeurig vastgesteld. Hieruit kan geconcludeerd worden dat aanvullend grondonderzoek niet noodzakelijk is. Tabel 2- en Tabel 2-3 laten de in de berekeningen aangehouden grondparameters voor de in het grondonderzoek herkende grondlagen langs de zuidkant en noordkant van het profiel zien.

Tabel 2-2 Grondparameters gebruikt in de berekening langs de zuidzijde van het profiel gebaseerd op 118.S02 en 118.S04.

Niveau bovenkant [m t.o.v. NAP]	Niveau onderkant [m t.o.v. NAP]	Lithologie	γ_d [kN/m ³]	γ_n [kN/m ³]	c' [kPa]	ϕ' [°]	Su top/bottom [kN/m ²]	E [kN/m ²]
1,4	-0,2	Klei, zwak zandig, matig	17	17	5,0	22,5	120,0	6000
-0,2	-2,5	Klei, schoon, slap	14	14	2,5	17,5	35,0	500

-2,5	-5,8	Veen, slap	11	11	1,5	15,0	25,0	200
-5,8	-14,0	Zand, schoon, los	17	19	0,0	30,0	0,0	15000
-14,0	-29,0	Zand, schoon, vast	19	21	0,0	35,0	0,0	60000

Tabel 2-3 Grondparameters gebruikt in de berekening langs de noordzijde van het profiel gebaseerd op CPT 35000 en CPT 11849.

Niveau bovenkant [m t.o.v. NAP]	Niveau onderkant [m t.o.v. NAP]	Lithologie	γ_d [kN/m ³]	γ_n [kN/m ³]	c' [kPa]	ϕ' [°]	Su top/bottom [kN/m ²]	E [kN/m ²]
1,4	-0,2	Klei, zwak zandig, matig	17	17	5,0	22,5	120,0	6000
-0,2	-2,5	Klei, schoon, slap	14	14	2,5	17,5	35,0	500
-2,5	-5,8	Veen, slap	11	11	1,5	15,0	25,0	200
-5,8	-9,0	Klei, schoon, slap	14	14	2,5	17,5	35,0	500
-5,8	-14,0	Zand, schoon, los	17	19	0,0	30,0	0,0	15000
-14,0	-29,0	Zand, schoon, vast	19	21	0,0	35,0	0,0	60000

2.10 Boortechnische gegevens

De boortechnische parameters voor het ontwerp en de muddrukberoeeningen zijn betrokken uit het Handboek Horizontaal Gestuurd Boren (BTL-rapport 50), NEN 3650:2020 en NEN 3651:2020. De voor de berekeningen gehanteerde waarden zijn terug te vinden in de invoer van de muddrukberoeeningen in bijlage 3.

2.11 Verkeersbelasting

Ter plaatse van de kruising met de N289 (Reimerswaalweg) is verkeersklasse I gehanteerd conform figuur C17 uit NEN3650-1:2020. Voor secundaire wegen wordt verkeersklasse II gehanteerd.

2.12 Boogstralen

Het beleid van TenneT is dat HDD's met een gyroscoop geboord worden. De minimaal mogelijke boogstraal van een gyroscoop bedraagt volgens leverancier Brownline 180 m.

In dit ontwerp is sprake van horizontale bochten van 219 en 225 m en verticale bochten van 250 m. De boogstraal voldoet hiermee aan de minimaal vereiste straal van 180 m voor de gyroscoop.

Met de toepassing van een gyroscoop kan tijdens de pilotboring worden bijgestuurd om afwijkingen te compenseren. Het boren met gyroscoop zorgt er daarom voor dat de afwijkingstolerantie bij de uitvoering van de HDD's binnen de afwijkingstolerantie blijven zoals benoemd in de Richtlijn Boortechnieken.

RICHTING	MAXIMALE UITVOERINGS-AFWIJKING
Verticaal*	+1/-1 m
Horizontaal:	
- in lengterichting; t.p.v. uittredepunt	+5/-2 m
- in dwarsrichting; t.p.v. uittredepunt	+1/-1 m
- in dwarsrichting; tracé tussen in- en uittredepunt	+5/-5 m
Bochtstralen	< 10%

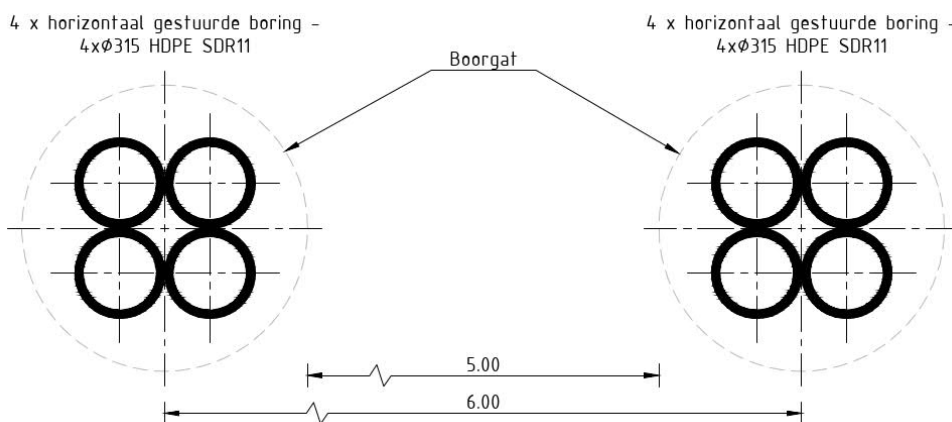
Figuur 3, afwijkingstoleranties HDD's (Bron: Richtlijn Boortechnieken)

3. Ontwerp

3.1 Gegevens HDD

Het ontwerp van de twee HDD's heeft de volgende kenmerkende parameters:

- materiaal: PE100 4x Ø315 mm SDR 11;
- lengte: 443 m;
- maximale diepte hart buis: NAP -16,76 m;
- intredehoek: 15°;
- uittredehoek: 15°;
- verticale boogstralen: 250 m;
- horizontale boogstralen: 219 en 225 m.



Figuur 4 Doorsnede van de 2 HDD's

Aan de hand van NEN 3650 en NEN 3651, de Richtlijn Boortechneik, de eisen van ProRail en de voorschriften van LSNed is een ontwerp gemaakt voor de HDD's. De voornaamste randvoorwaarden voor het ontwerp zijn:

- De diepteligging van de leiding zoals aangegeven in paragraaf 2.4.
- De aansluiting op de door LSNed aangewezen ligging van het 150 kV tracé binnen de leidingenstraat.
- De HDD dient een zodanig tracé te volgen dat er voldoende dekking aanwezig is in het gehele tracé om een blow-out te voorkomen.
- De sterkte van de leiding dient zodanig te zijn dat deze intact blijft gedurende de aanleg en in de bedrijfsfase.

3.2 Boorparameters

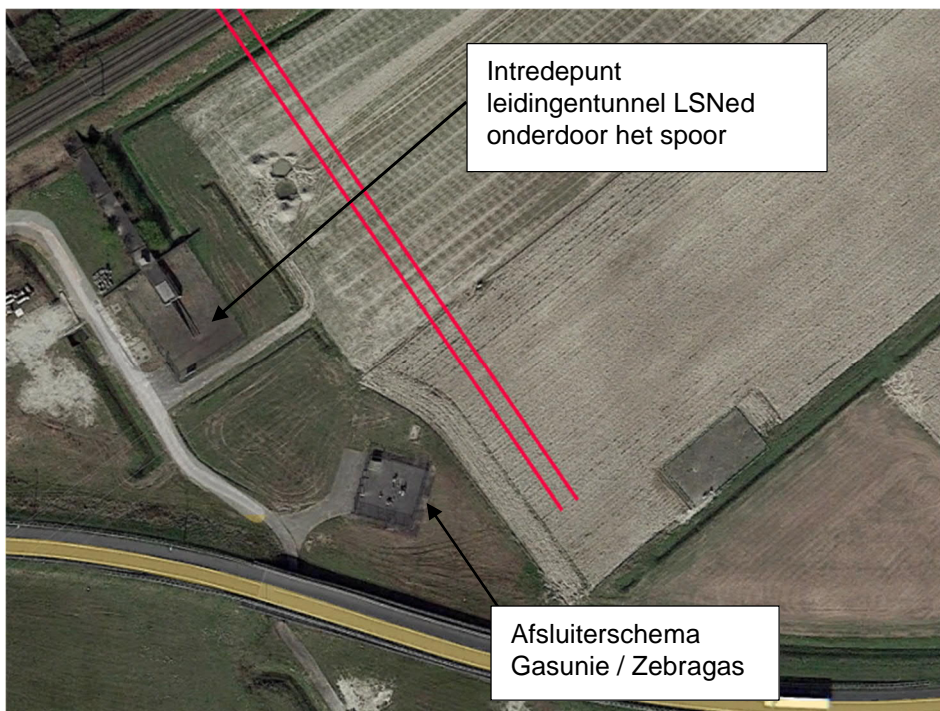
Bij de berekeningen zijn de volgende boorparameters aangehouden:

- boorinstallatie : maxi-rig 80 ton;
- diameter boorstang : 0,17 m;
- volumegewicht bentoniet : 11,5 kN/m³;
- gewicht drillrig : circa 18.000 kg (18 ton);
- diameter pilothole : Ø300 mm;
- ruimgat : Ø500 mm;
- boorgat : Ø1000 mm.

3.3 Intredepunt

Het intredepunt ligt aan de zuidzijde in de leidingenstraat waar ook de ondergrondse tracés voor 150 kV en 380 kV zijn geprojecteerd (zie figuur 5). De locatie van de intredepunten dienen in het werk geoptimaliseerd te worden, zodat de te graven aansluitlengte op het ondergrondse 150 kV tracé zo minimaal mogelijk is. Hiermee blijft ook de hoeveelheid beschikbare ruimte in de leidingenstraat zo groot mogelijk.

De locatie is bereikbaar via een afrit van de N289 richting het bouwland. De afrit kruist de spoorlijn en komt uit op het bouwland.



Figuur 5 Intredepunt VKDP HDD03 in de leidingenstraat van LSNed

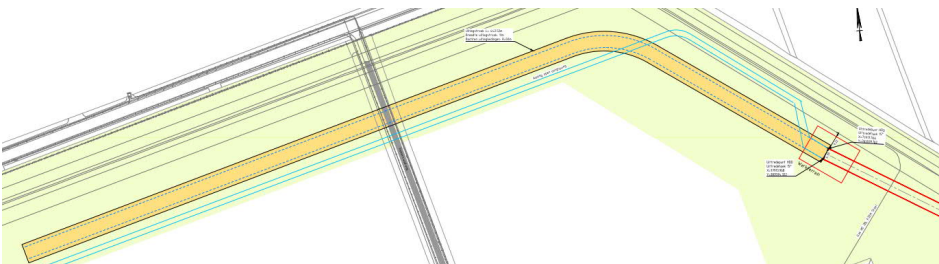
3.4 Uittredepunt en uitlegstrook

Het uittredepunt ligt in het bouwland aan de noordzijde van het boortracé (zie figuur 6).

De locatie is bereikbaar via de 3^e Hogerwaard Dwarsweg ten westen van het uittredepunt. De uitlegstrook ligt in het bouwland langs een sloot en buigt af naar het westen bij de Hogerwaardpolder (zie figuur 7). De uitlegstrook komt in de leidingenstraat van LSned te liggen.



Figuur 6 *Uittredepunt VKDP HDD03*



Figuur 7 *Uitlegstrook VKDP HDD03 in de leidingenstraat van LSned*

4. Berekeningsresultaten

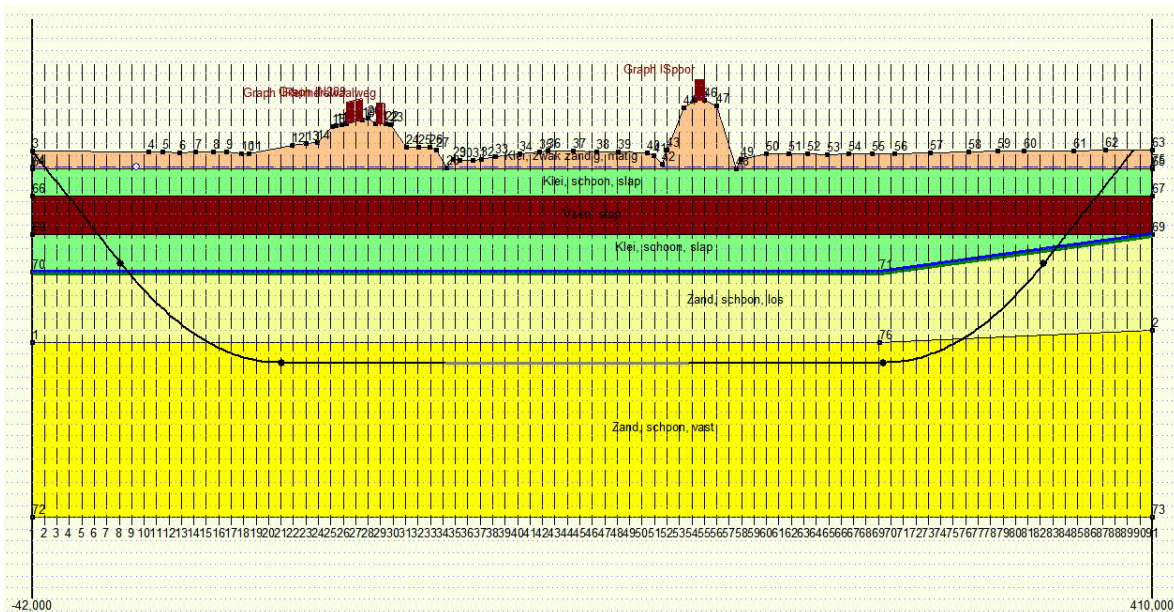
De volgende berekeningen zijn voor de horizontaal gestuurde boring uitgevoerd:

- een trekkrachtberekening;
- een sterkteberekening voor de bedrijfsfase;
- een muddrukberekening;
- een implosieberekening;
- een kwelwegbeschouwing.

Er is één berekening, dus maar één profiel, opgesteld voor beide HDD's. Uitgangspunt is dat de verschillen tussen de profielen van de twee HDD's verwaarloosbaar klein zijn.

Bij de berekeningen is het profiel van de huidige situatie gebruikt, aangezien deze ten tijde van de uitvoering van de HDD nog aanwezig is en maatgevend is voor de muddruk en trekkracht.

De berekeningen zijn uitgevoerd met het rekenprogramma D-Geo Pipeline versie 20.1 en zijn toegevoegd als bijlage 3. In dit hoofdstuk zijn de resultaten van de berekeningen weergegeven.



Figuur 8 D-Geo Pipeline-model van de HDD's

4.1 Trekkkrachtberekening

De berekende maximale trekkracht bedraagt $346 \cdot 1,8 = 623$ kN bij niet-gevulde gevulde leidingen. Dit leidt tot een maximale spanning tijdens de intrekfase van $6,67$ N/mm² aan het einde van de intrekoperatie. Toelaatbaar is 10 N/mm².

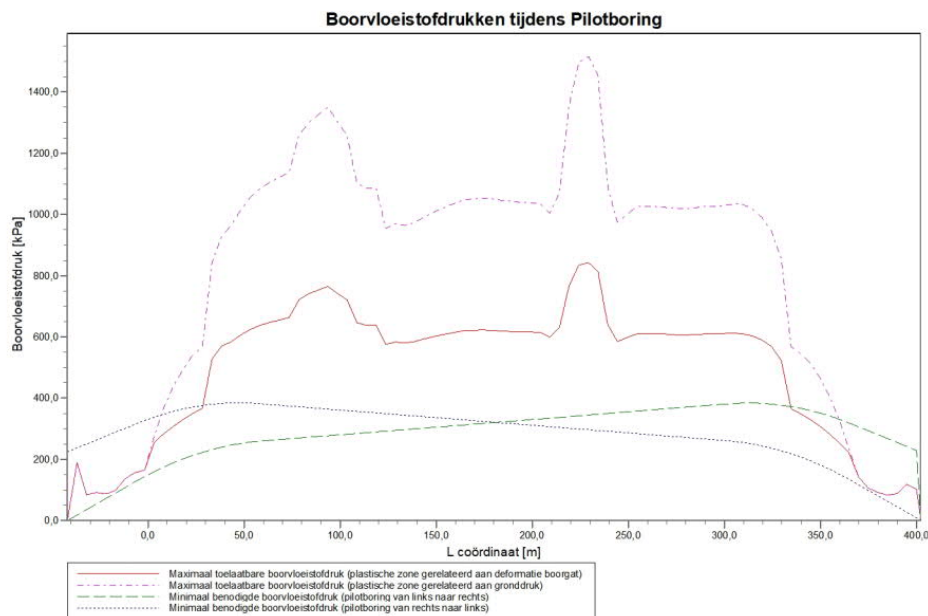
4.2 Sterkteberekening bedrijfsfase

Voor de mantelbuizen is een sterkteberekening in de bedrijfsfase gemaakt. Hieruit volgt een maximaal optredende spanning van $3,10$ N/mm². Toelaatbaar is 8 N/mm² waarbij is uitgegaan van PE 100 SDR 11.

Uit de sterkteberekening blijkt dat een deflectie van $6,3$ mm ($2,01\% \times D_0$) optreedt. Toelaatbaar is een maximale deflectie van $25,20$ mm ($8\% \times S \times D_0$).

4.3 Muddrukberekening

Bij de geplande diepteligging van de HDD's bestaat tijdens de pilotboring, getuige de berekeningsresultaten, de kans op muduitbraak in de laatste 50 m van het tracé. Geadviseerd wordt bij nadering van het uittredepunt, bij met name de voor muduitbraak maatgevende pilotboring, de druk op de boorspoeling te verminderen. Bij het ruimen en de intrekoperatie wordt geen blow-out berekend.



Figuur 9 Muddrukberekening tijdens pilot fase

4.4 Implosie

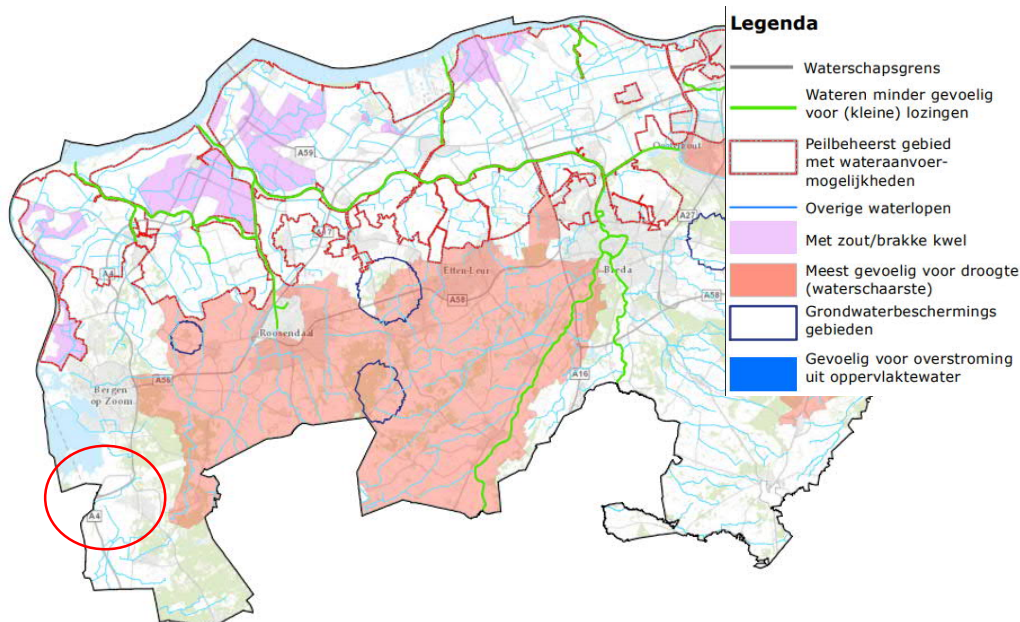
Zowel tijdens de intrekoperatie als de bedrijfstoestand blijkt uit de berekeningen dat geen implosie optreedt. De berekende alzijdige overdruk op lege leiding bedraagt circa 168 kN/m², terwijl 280 kN/m² toelaatbaar is.

4.5 Kwelweg

Langs een HDD kan op twee wijzen kwel ontstaan. Ten eerste kan kwel ontstaan indien sprake is van overspannen water in de diepere grondlagen. In dat geval is de stijghoogte in het diepere watervoerende pakket hoger dan de freatische waterstand. Ten tweede kan kwel ontstaan indien een HDD twee verschillende peilgebieden verbindt. Hierdoor kan een kortsluitstroom langs de HDD ontstaan. In onderstaande paragraaf zijn beide situaties beschouwd.

4.5.1 Zoute ondergrond

Waterschap Brabantse Delta heeft in het waterbeheerplan een kaart gemaakt van de risicogebieden (droogte, zoute/brakke kwel, overstroming, ect) (zie figuur 10). Het gebied waar VKDP HDD3 wordt aangelegd (rode cirkel) betreft geen risicogebied. Daarom valt geen zoute/brakke kwel te verwachten.

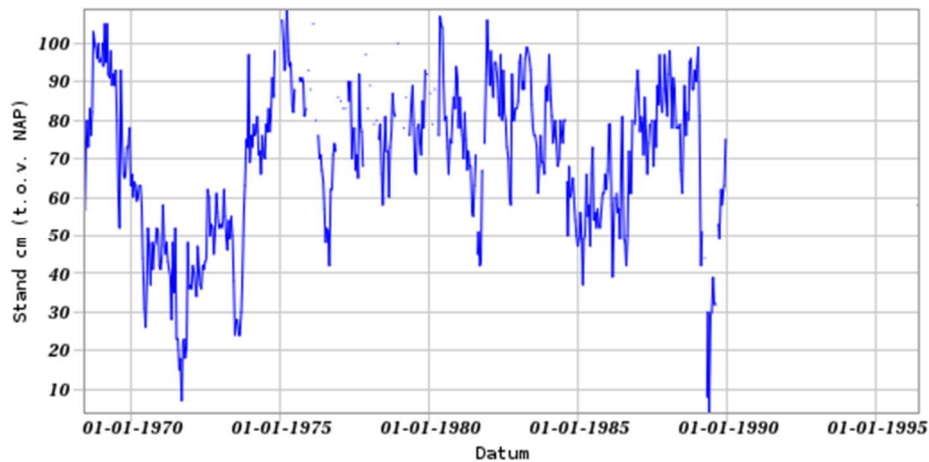


Figuur 10 Risicogebieden waterschap Brabantse Delta

4.5.2 Kwel uit het eerste watervoerende pakket

Het uittredepunt van de HDD's liggen in het deelgebied Zuid-Beveland-Oost waar Waterschap Scheldestromen het peilbeheer voert.

Ter illustratie zijn de meetgegevens uit DINOloket van peilbuis B49D0096 hieronder weergegeven. Deze peilbuis ligt op circa 750 m afstand van het boortracé. Te zien is dat de freatische grondwaterstand B49D0096-001 in periodes iets lager ligt dan de grondwaterstand in het eerste watervoerende pakket B49D0096-002. De bovenliggende kleilagen sluiten het eerste watervoerende pakket af. Doordat de HDD's de afsluitende kleilagen doorkruisen bestaat het risico dat langs de boorgang van de HDD's kwel uit de diepere grondlagen ontstaat. Het is daarom noodzakelijk om kwelmaatregelen te nemen.



Figuur 11 *Freatische grondwaterstand B49D0096-001 uit Dinoloket, filter op NAP 0,2 tot -0,8m*



Figuur 12 *Grondwaterstand in het eerste watervoerende pakket, B30H0096-002 uit Dinoloket, filter op NAP -10,5 tot -11,5 m*

4.5.3 Kwel tussen de peilgebieden

De twee HDD's hebben hun intredepunt in het beheergebied van waterschap Brabantse Delta en hun uitredepunt in het beheergebied van waterschap Scheldestromen.

Het waterschap Brabantse Delta heeft bij het intredepunt geen peilbesluit vastgesteld. Dit komt omdat dit gebied is gedefinieerd als 'vrij afwaterende gebieden'. In die gebieden kan het waterschap geen extra water aanvoeren, waardoor het meest optimale peil kan zakken. Een gegarandeerd waterpeil is dus niet mogelijk in deze gebieden en deze zal variëren met de hoeveelheid neerslag. Uitgangspunt is daarom dat, met name in natte perioden, een hogere grondwaterstand optreedt en mogelijk kwel via de HDD's kan ontstaan.

4.5.4 Kwelmaatregelen

De stijghoogte in het eerste watervoerende pakket is op deze locatie hoger dan de laagste gemiddelde grondwaterstand. De bovenliggende kleilagen sluiten het eerste watervoerende pakket af. Doordat de HDD's de afsluitende kleilagen

doorkruisen bestaat het risico dat langs de boorgang van de HDD's kwel uit de diepere grondlagen ontstaat. Ook bestaat de mogelijkheid dat kwel tussen peilgebieden ontstaat. Het is daarom noodzakelijk om kwelmaatregelen te nemen.

Als kwelmaatregel stellen wij voor om aan beide zijden van de HDD's een grout-prop aan te brengen door middel van het nagrouten van de boorgang met mantelbuizen vanaf het maaiveld tot 2 à 3 m in het eerste watervoerende pakket (de vaste zandlaag). De ruimte tussen de kabel en mantelbuis dient afgesloten te worden met een sleeve aan de uiteinden van de mantelbuizen.

5. Risico's en aandachtspunten

De aannemer dient met de volgende specifieke risico's en aandachtspunten rekening te houden:

- Werken in de leidingenstraat van LSNed. De aannemer dient bij zijn werkzaamheden rekening te houden met de voorschriften van LSNed. Dit betekent dat de werkzaamheden plaatsvinden in de buurt van buisleidingen uit categorie 1: buisleidingen met gevaarlijke inhoud.
- Het nemen van de in paragraaf 4.5.4 benoemde kwelmaatregelen. Voorafgaand aan de uitvoering dienen de plannen hiervoor goedgekeurd te worden door waterschap Scheldestromen en waterschap Brabantse Delta.
- De mantelbuizen dienen met een sleeve afgesloten te worden om een kwelstroom door de buis te voorkomen.
- De boorrig en het materieel worden opgesteld aan de zuidzijde van de boring in de leidingenstraat van LSNed. De locaties van de intredepunten dienen in het werk geoptimaliseerd te worden, zodat de te graven aansluitlengte op het ondergrondse 150 kV tracé zo minimaal mogelijk is.
- Het uittredepunt komt boven voor de transportleiding van Zebragas. Voorafgaand aan de werkzaamheden dient de aannemer zich te vergewissen van de exacte ligging van deze leiding.
- Uitlegstrook: de mantelbuizen worden uitgelegd aan de noordzijde van de HDD in de leidingenstraat van LSNed.
- Om de werkterreinen te betreden zullen bouwinritten nodig zijn en de aannemer dient de benodigde verkeersplannen met de gemeente te bespreken.
- Spiegellassen aanbrengen conform NEN7200.
- Bij het spiegellassen van de leidingdelen dienen alle inwendige lasrillen verwijderd te worden; in overleg met de toezichthouder moeten de verwijderde lasrillen aangetoond kunnen worden.
- TenneT schrijft het gebruik van een gyroscoop als plaatsbepalings-systeem tijdens de pilotboring voor. Afwijking van de boorlijn heeft consequenties voor de daarna volgende HDD. De aannemer dient daarom na de pilotboring te controleren of de volgende HDD nog aangepast moeten worden. Ook dient de aannemer rekening te houden met de volgorde van uitvoeren in verband met afstanden tot obstakels, zoals hoogspanningsmasten.

6. Conclusie

6.1 Algemeen

TenneT is voornemens om delen van de bovengrondse 150 kV-verbindingen binnen het projectgebied van Zuidwest-Oost ondergronds te verkabelen.

Dit rapport betreft de kruising met de provinciale weg N289, de leidingenstraat van LSNed en de spoorlijn Roosendaal-Vlissingen. Dit document betreft de vergunningsrapportage voor provincie Brabant en ProRail. Het ontwerp en de berekeningen zijn uitgevoerd conform NEN 3650:2020, NEN 3651:2020, de Richtlijn Boortechnieken, de eisen van ProRail en de voorschriften van LSNed.

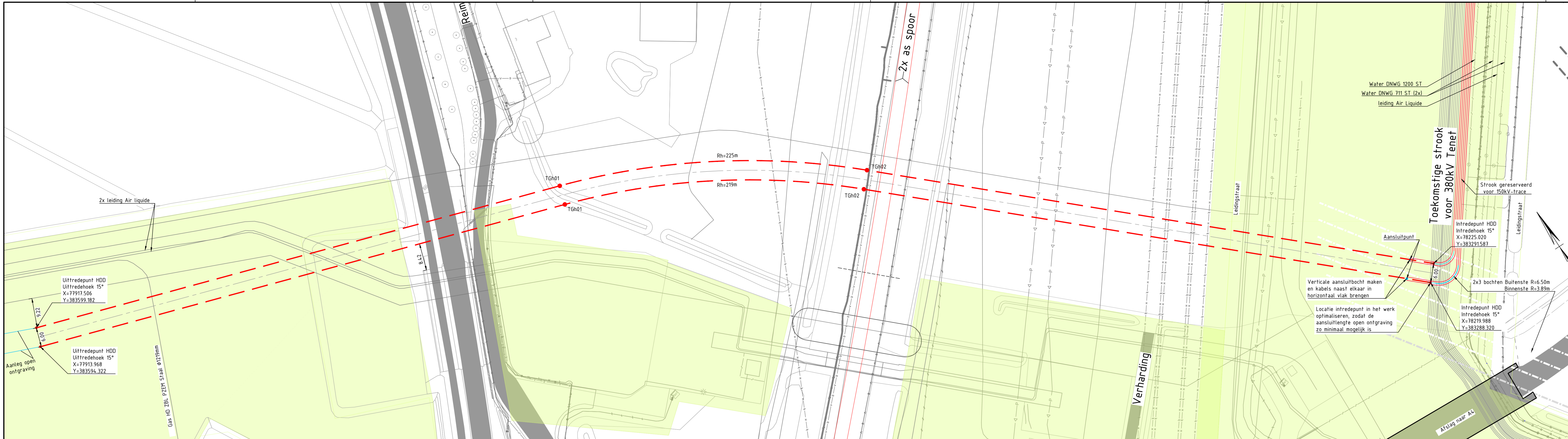
6.2 Uitkomsten ontwerp en berekening

De HDD's, weergegeven op de tekeningen die zijn bijgevoegd als bijlage 1, zijn ontworpen en berekend volgens de vigerende eisen.

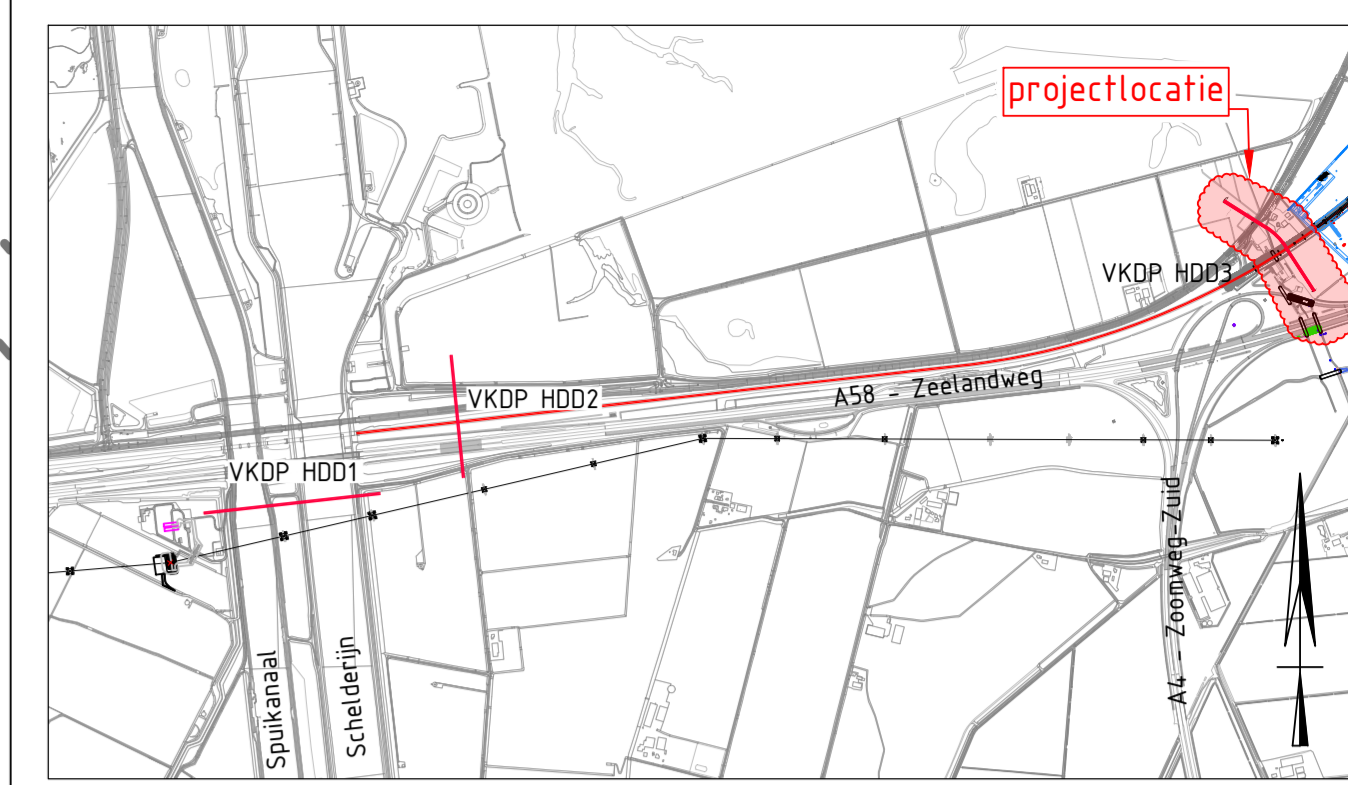
Uit de berekeningen, bijgevoegd als bijlage 3, blijkt dat de tracés van de twee parallelle HDD's met PE100 4x Ø315 mm SDR 11 voldoen aan de eisen.

Er dienen kwelmaatregelen genomen te worden. Als kwelmaatregel stellen wij voor om aan beide zijden van de HDD's een grout-prop aan te brengen door middel van het nagrouten van de boorgang met mantelbuizen vanaf het maaiveld tot 2 à 3 m in het eerste watervoerende pakket. De ruimte tussen de kabel en mantelbuis dient afgesloten te worden met een sleeve aan de uiteinden van de mantelbuizen.

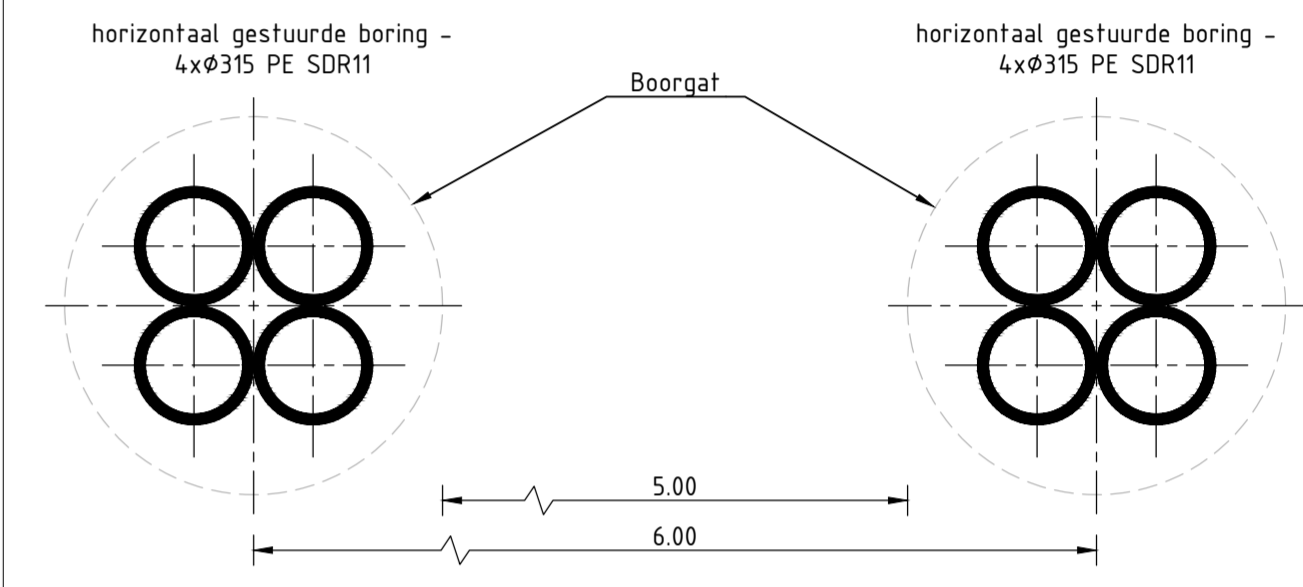
Bijlage 1 – Ontwerptekening



Bovenaanzicht schaal 1:500



Overzicht
Schaal n.v.t.

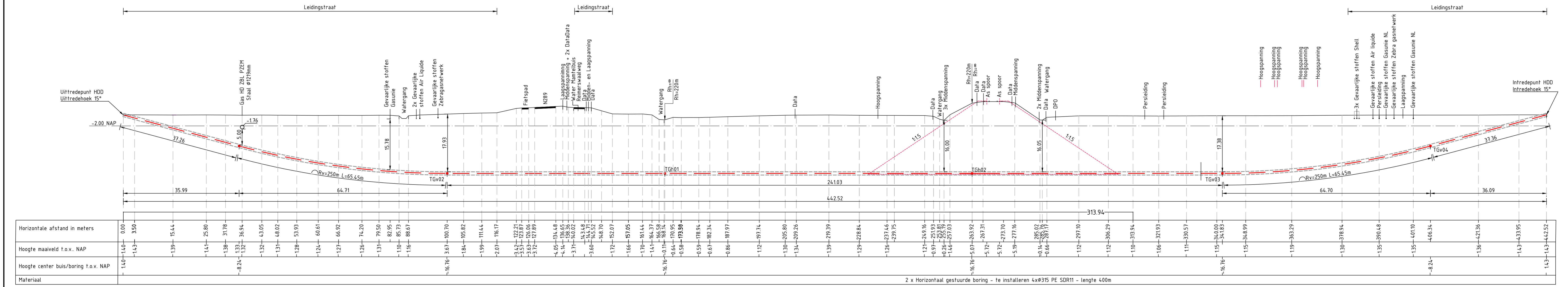


Principe doorsnede
Schaal 1:20

Legenda

—K—K—K—K—K—	Kadastrale grens	● 16	Locatie sondering met nummer
---	Leiding gevaarlijke inhoud	● TGv04	Verticaal tangentpunt
---	DPD-leiding	● TGH01	Horizontaal tangentpunt
---	Datatransport	— Rh=225m	Horizontale boogstraal
---	Landelijk hoogspanningsnet	— Rh=250m	Verticale boogstraal
---	Laagspanning		
---	Middenspanning		
---	Gasleiding hoge druk		
---	Gasleiding lage druk		
---	Waterleiding		
---	Drukrietering		
---	Rolering vrijverval		
---	Horizontaal gestuurde boring (HDD)		
---	Verharding (asfalt)		
---	Bestaande topografie		
---	Bebouwing		
---	Aanleg in open ontgraving		
---	Primaire waterkering		
---	Leidingsstrook LSNed		
---	Verharding/wegen		

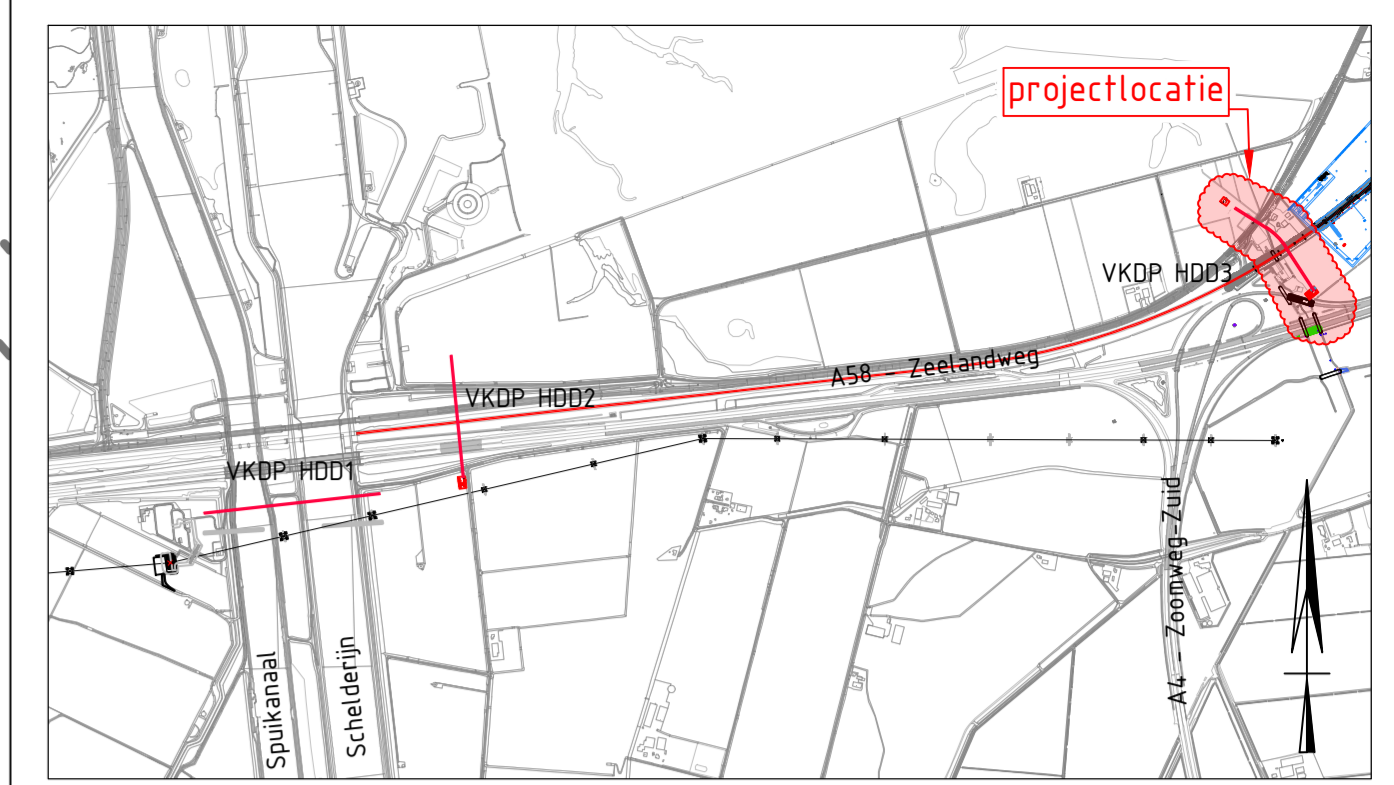
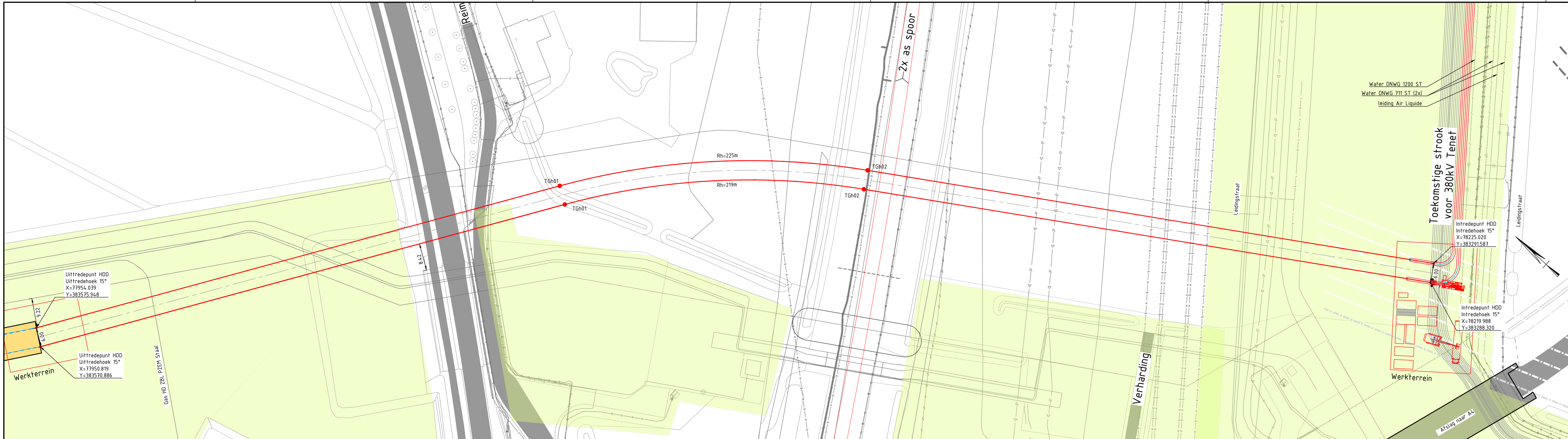
Vergunningstekening



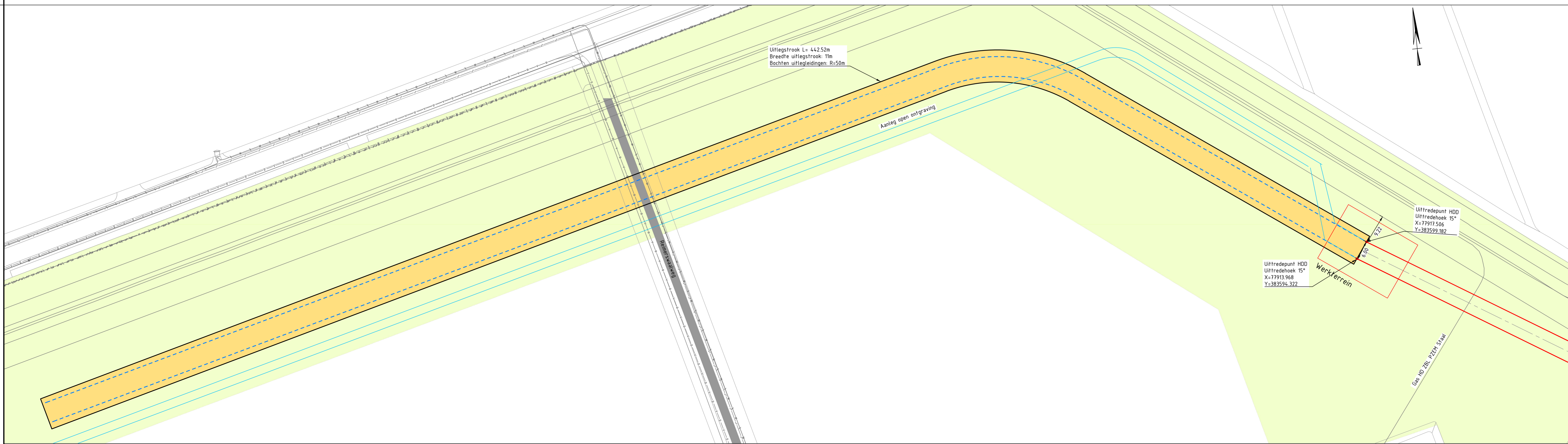
Lengteprofiel schaal 1:500

F	T.b.v. vergunningaanvraag II	19-09-2022	BB	MJ	JD
E	T.b.v. vergunningaanvraag	10-04-2022	JPR	MJ	JD
D	Definitief ontwerp	11-10-2020	BB	MJ	JD
C	Definitief (Overeen w.s. depliegging HDD)	03-07-2020	BB	MJ	JD
B	Variant 5	05-06-2020	BB	MJ	JD
A	Voorlopig ontwerp	24-05-2020	BB	MJ	JD
Rev	Omschrijving	Datum rev.	Get.	Get.	Oversch.

<p>Uitgever: TenneT TSO B.V.</p> <p>Project: HDD's 150 kV ZWO</p> <p>Onderwerp: VKDP-HDD3, Rilland-Volckerdorp-Markiezaat</p>					
Projectnummer	Tekeningnummer	Versie	Datum van uitgave	Ontwerpfas	Contractnummer
S1001237	VKDP-HDD3	F	19-09-2022	Definitief ontwerp	
Blad	Van	Schaal	Formaat	Kaartje	Get.
1	2	1:500 / 1:20	A1 L (1260x594)	De Bit	BB MJ JD



Overzicht
Schaal n.v.t.



Legenda

	Kadastrale grens		Locatie sondering met nummer
	Leiding gevaarlijke inhoud DP0-leiding		TGH01 Horizontaal tangentialpunt
	Data transport		Rh=225m Horizontale boogstraal
	Landelijk hoogspanningsnet		
	Laagspanning		
	Middenspanning		
	Gasleiding hoge druk		
	Gasleiding lage druk		
	Waterleiding		
	Drukriolering		
	Rolering vrijerval		
	Horizontaal gestuurde boring (HDD)		
	Verharding (asfalt)		
	Bestaande topo		
	Bebouwing		
	Primaire waterkering		
	Uitlegstrook		
	Leidingsstrook LSned		
	Verharding/wegen		

Vergunningstekening

F	T.b.v. vergunningaanraag II	19-09-2022	BB	HJ	JD
E	T.b.v. vergunningaanraag	10-04-2022	JPR	HJ	JD
D	Definitief ontwerp	19-08-2020	BB	HJ	JD
C	Definitief	03-07-2020	BB	HJ	JD
B	Variant 5	05-06-2020	BB	HJ	JD
A	Voorlopig ontwerp	24-05-2020	BB	HJ	JD
Rev	Omschrijving	Datum rev.	Get.	Get.	Geveel

Opdrachtgever: **TenneT TSO B.V.**

Project: **HDD's 150 kV ZWO**

Opdracht: **VKDP-HDD3, Rilland-Volckerdorp-Markiezaat Uitlegstrook**

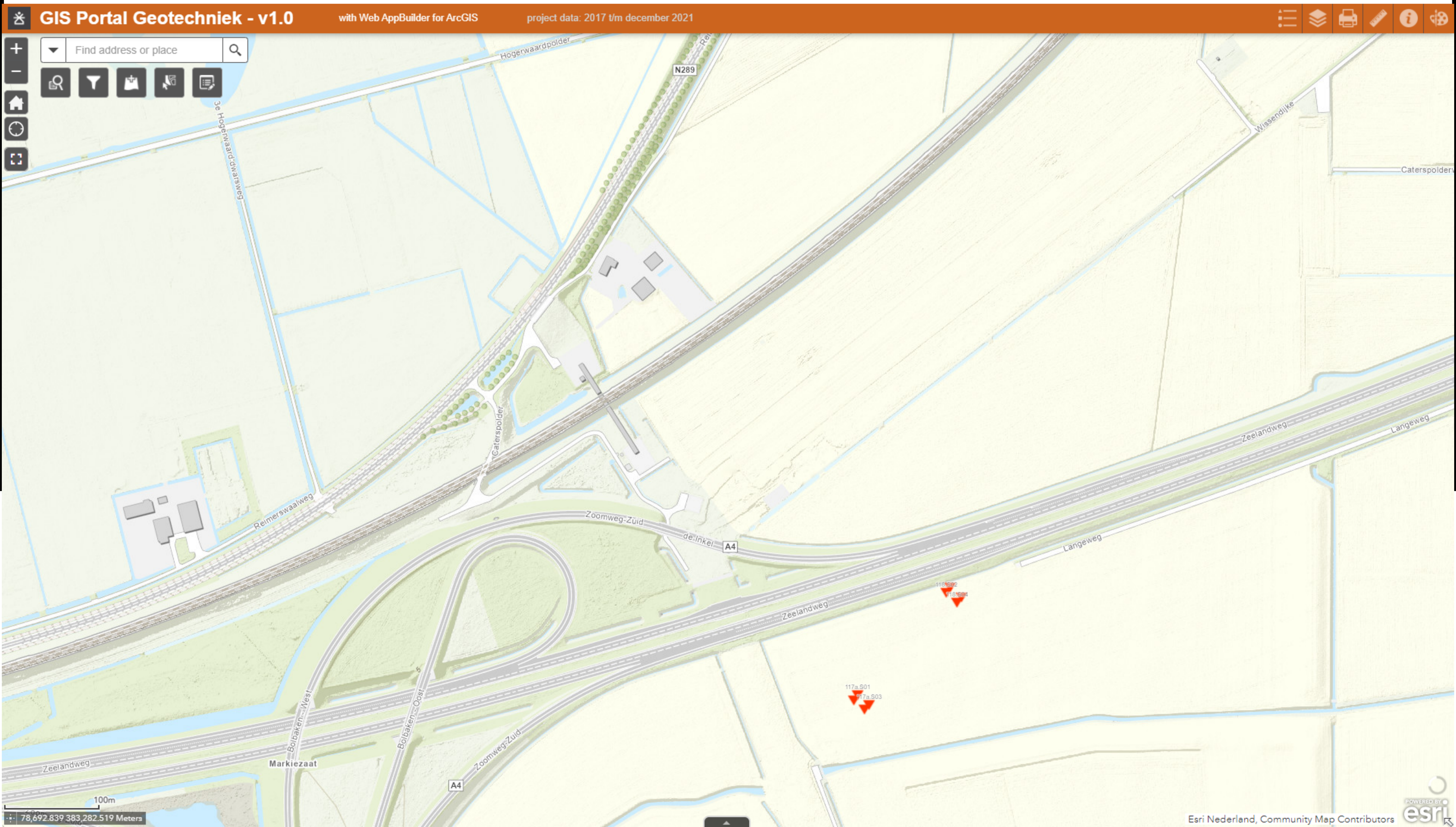
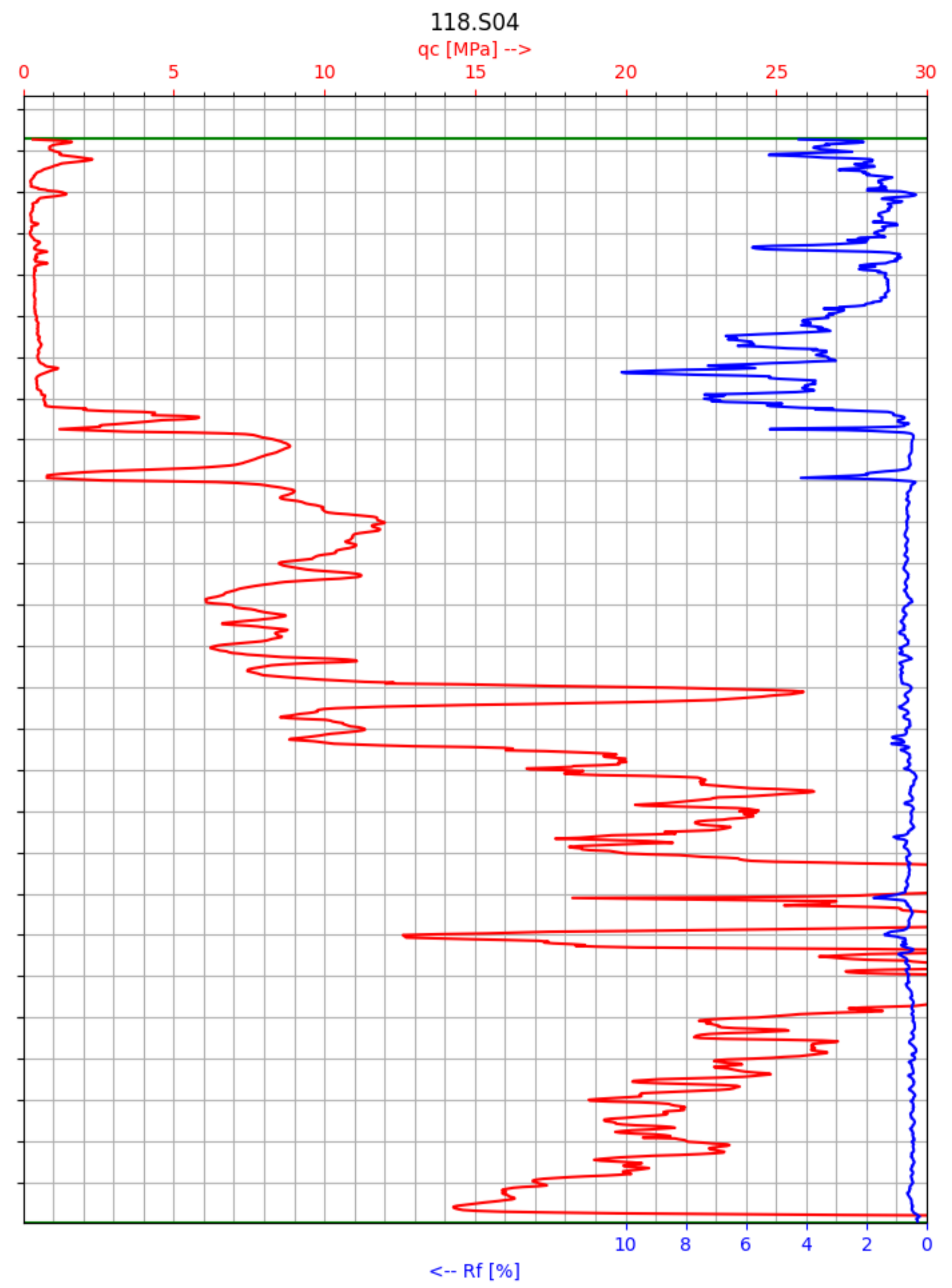
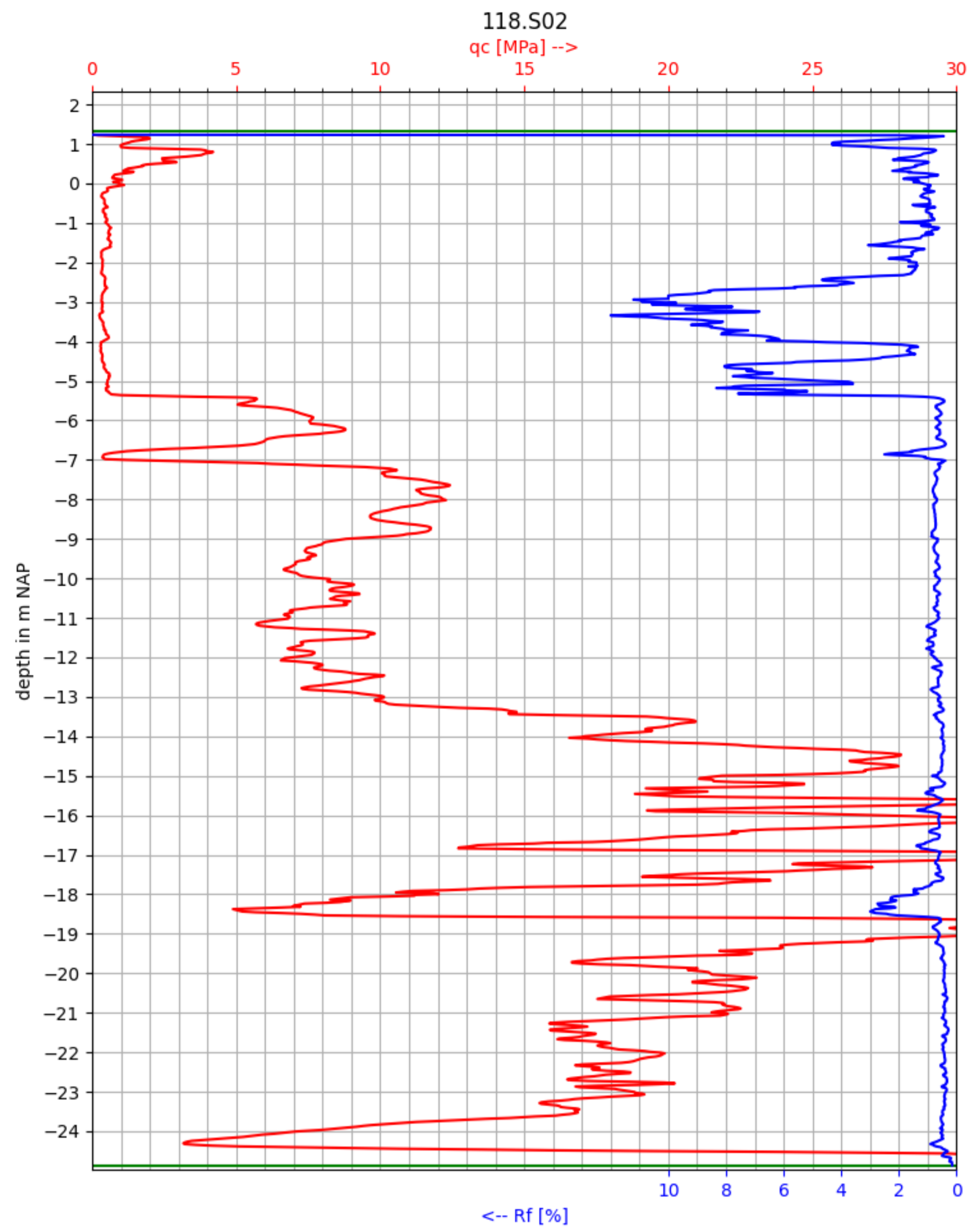
Projectnummer	Tekeningnummer	Versie	Datum van uitgave	Ontwerpfase	Contractnummer
S1001237	VKDP-HDD3-U	F	19-09-2022	Definitief ontwerp	

Blad	Van	Schaal	Formaat	Kaartje	Get.	Get.	Get.
2	2	1:500	A1 L (1260x594)	De Bit	BB	HJ	JD

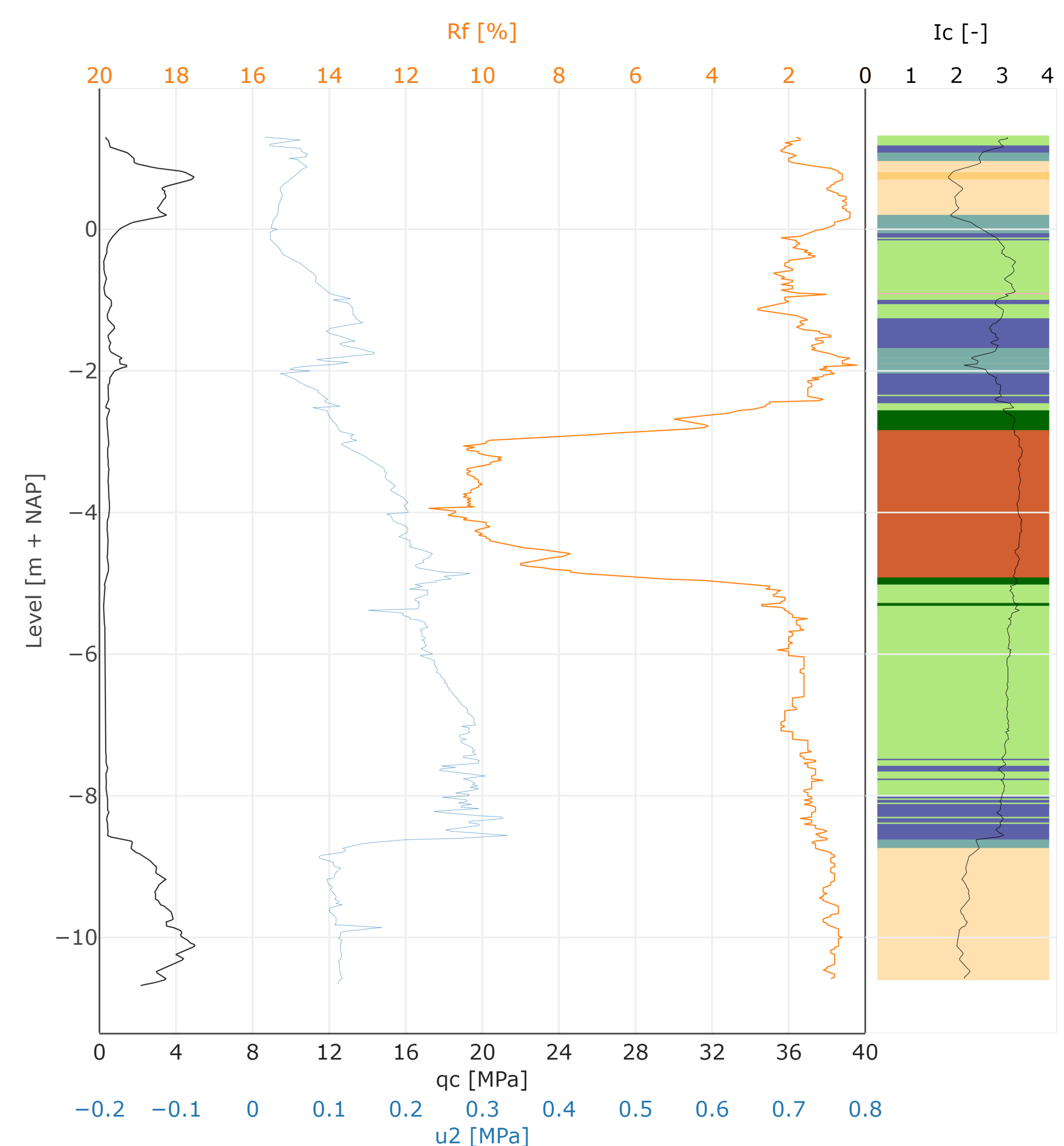
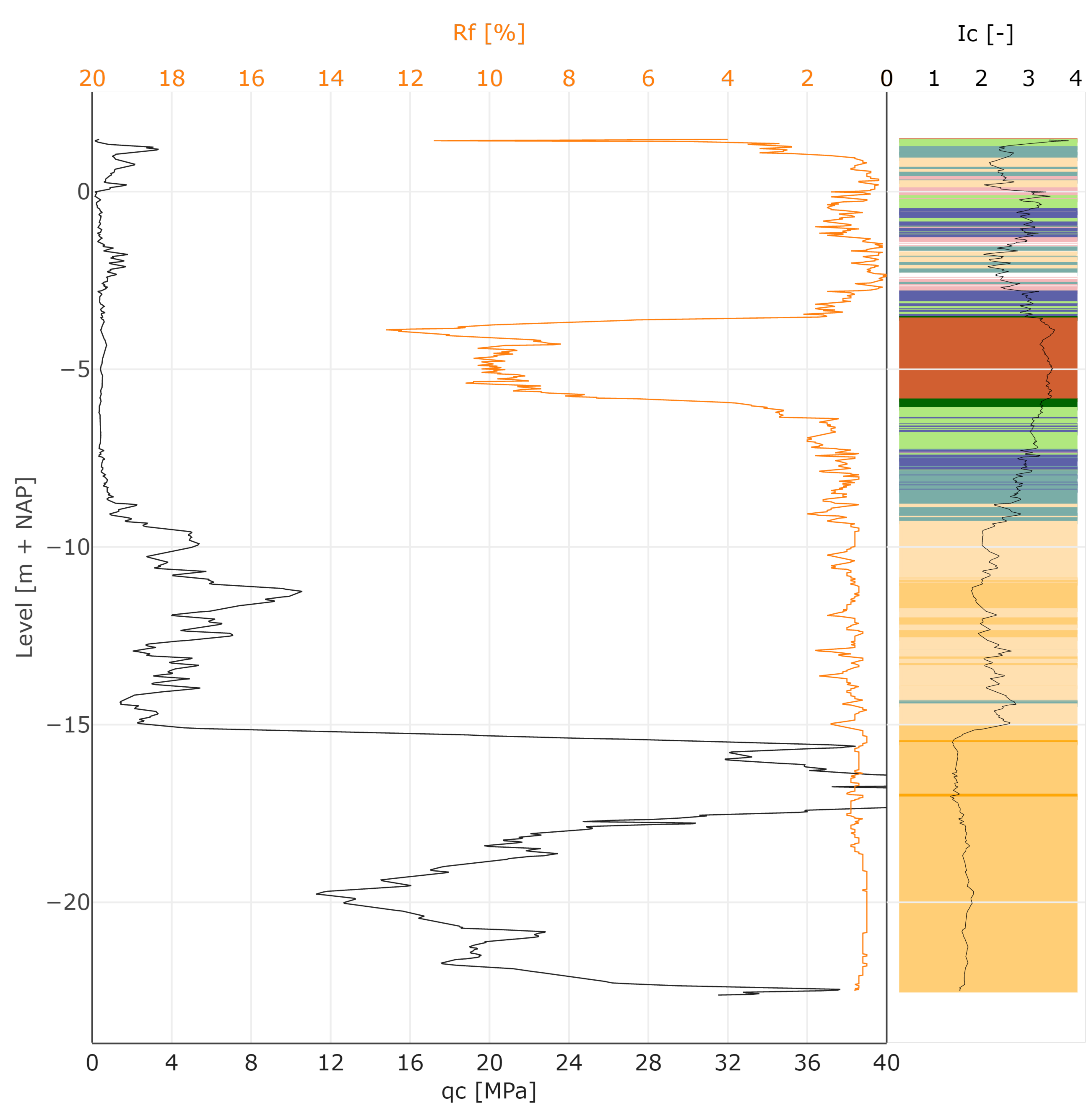
www.sweco.nl
© Sweco Nederland B.V. Alle rechten voorbehouden

Bijlage 2 – Geotechnisch onderzoek

VKDP HDD 3

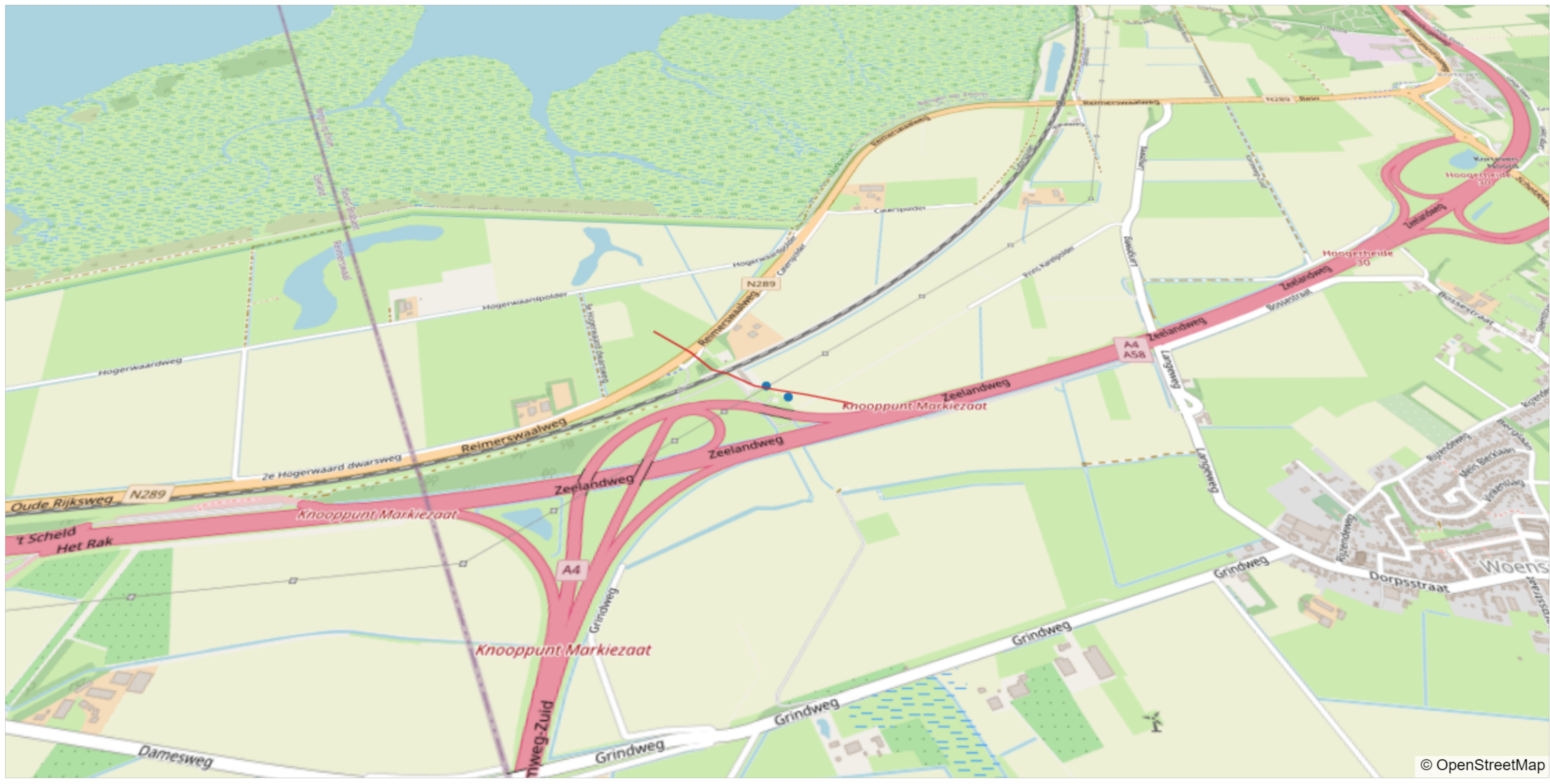


VKDP HDD 3

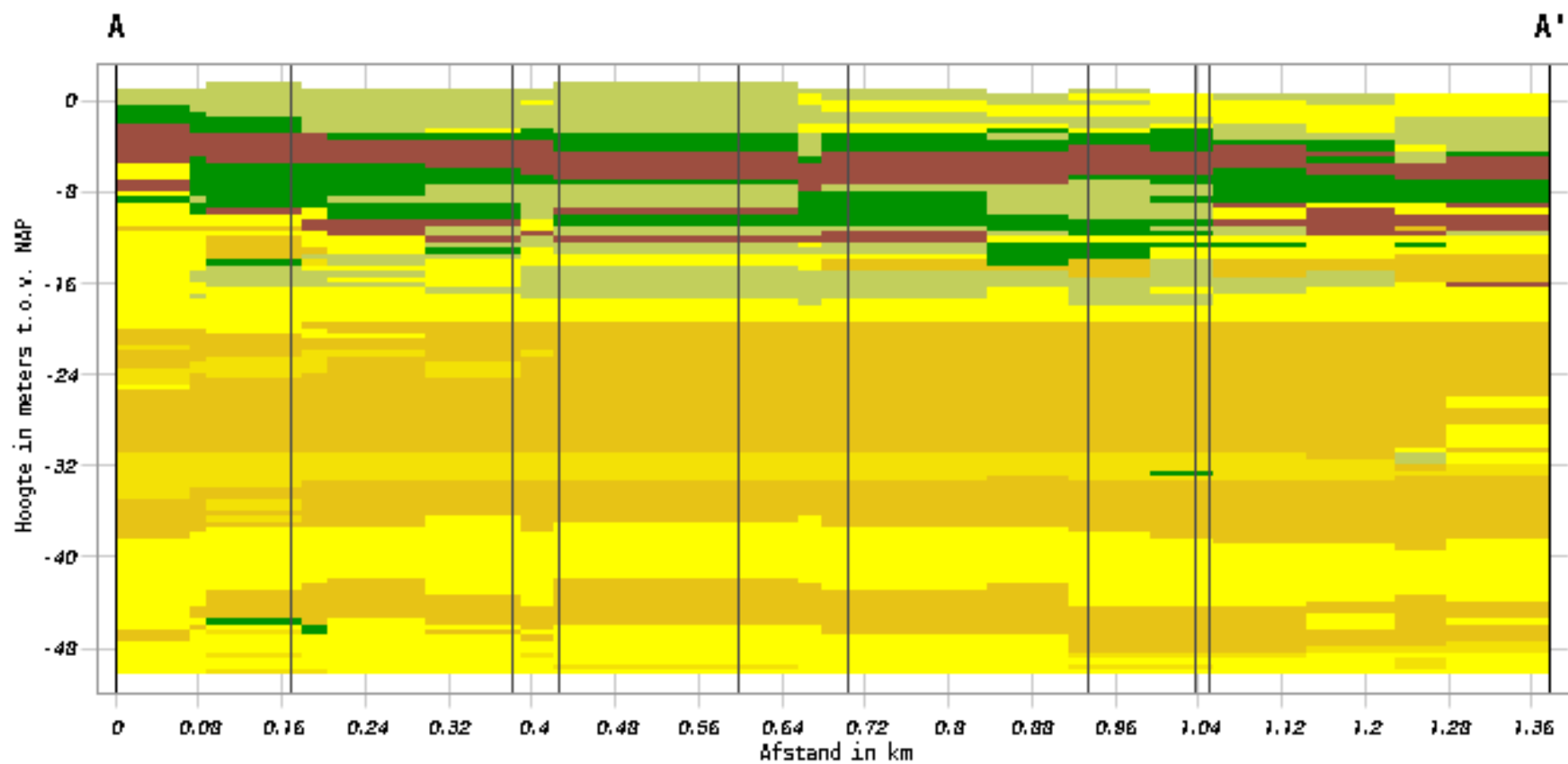


- Gravelly to dense sand
- Sand mixtures
- Clay
- Organic clay [15<N<30]
- Sensitive, fine grained
- Sands
- Silt mixtures
- Clay (org. mat) [3<N<15]
- Peat [N>30]
- Unknown

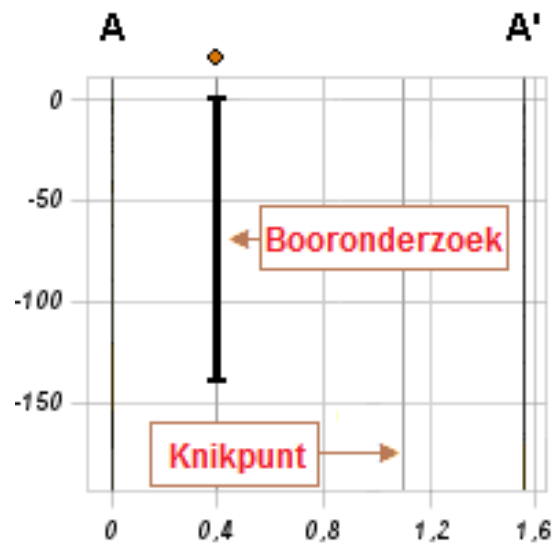
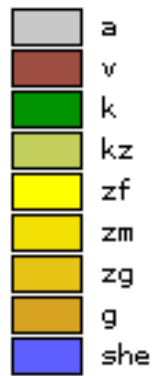
- Sands
- Silt mixtures
- Clay (org. mat) [3<N<15]
- Peat [N>30]
- Sand mixtures
- Clay
- Organic clay [15<N<30]
- Sensitive, fine grained



Verticale Doorsnede BRO GeoTOP v1.4



Lithoklasse



Bijlage 3 – Berekening D-Geo Pipeline

Rapport voor D-Geo Pipeline 20.1

Model : Horizontaal Gestuurde Boring
Ontwikkeld door Deltares

Datum van rapport: 20-9-2022
Tijd van rapport: 09:18:11
Rapport met versie: 20.1.2.31161
Berekend met versie: 20.1.2.31161

Bestandsnaam: HDD berekening

1 Inhoudsopgave

1 Inhoudsopgave	2
2 Invoergegevens	4
2.1 Gebruikt Model	4
2.2 Laagscheidingen	4
2.3 PN-Lijnen	4
2.4 Freatische Lijn	4
2.5 Grondprofielen	4
2.6 Grenslagen	5
2.7 Grondeigenschappen	5
2.8 Geometrie	6
2.8.1 Geometrie Sectie, Detail	6
2.8.2 Geometrie Bovenaanzicht	6
2.9 Berekenings Verticalen	7
2.10 Verkeersbelasting	8
2.11 Configuratie van de Pijpleiding	8
2.12 Materiaalgegevens van de Leiding	9
2.13 Gegevens voor Leidingberekening	10
2.14 Boorvloeistof Gegevens	10
2.15 Factoren	10
2.16 Rekenopties	11
3 Boorvloeistofdrukken	12
3.1 Boorvloeistof Gegevens	12
3.2 Evenwicht tussen Waterdruk en Boorvloeistofdruk	16
3.3 Boorvloeistofdruk Grafieken	18
3.3.1 Boorvloeistofdrukken tijdens Pilotboring	18
3.3.2 Boorvloeistofdrukken tijdens Voorruimen	18
3.3.3 Boorvloeistofdrukken tijdens Ruim- en Intrekoperatie	19
4 Grondmechanische Data	20
4.1 Grondmechanische Parameters Pipe 1: leiding no. 1	20
4.2 Grondmechanische Parameters Pipe 2: leiding no. 2	23
4.3 Grondmechanische Parameters Pipe 3: leiding no. 3	26
4.4 Grondmechanische Parameters Pipe 4: leiding no. 4	29
4.5 Young's Modulus per Laag per Verticaal	33
5 Gegevens voor Sterkteberekening	38
5.1 Algemene Gegevens	38
5.2 Ballasten Leiding	38
5.3 Trekkraftberekening	38
6 Sterkteberekening van Pipe 1: leiding no. 1	40
6.1 Materiaalgegevens van Pipe 1: leiding no. 1	40
6.2 Resultaten Sterkteberekening van Pipe 1: leiding no. 1	40
6.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie	40
6.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie	41
6.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen	41
6.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie	41
6.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk	41
6.3 Controle van de Berekende Spanningen van Pipe 1: leiding no. 1	42
6.4 Toetsing op Implosie van Pipe 1: leiding no. 1	42
7 Sterkteberekening van Pipe 2: leiding no. 2	43
7.1 Materiaalgegevens van Pipe 2: leiding no. 2	43
7.2 Resultaten Sterkteberekening van Pipe 2: leiding no. 2	43
7.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie	43
7.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie	44
7.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen	44
7.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie	44
7.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk	44
7.3 Controle van de Berekende Spanningen van Pipe 2: leiding no. 2	45
7.4 Toetsing op Implosie van Pipe 2: leiding no. 2	45
8 Sterkteberekening van Pipe 3: leiding no. 3	47
8.1 Materiaalgegevens van Pipe 3: leiding no. 3	47
8.2 Resultaten Sterkteberekening van Pipe 3: leiding no. 3	47
8.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie	47
8.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie	48
8.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen	48
8.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie	48

8.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk	48
8.3 Controle van de Berekende Spanningen van Pipe 3: leiding no. 3	49
8.4 Toetsing op Implosie van Pipe 3: leiding no. 3	49
9 Sterkteberekening van Pipe 4: leiding no. 4	50
9.1 Materiaalgegevens van Pipe 4: leiding no. 4	50
9.2 Resultaten Sterkteberekening van Pipe 4: leiding no. 4	50
9.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie	50
9.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie	51
9.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen	51
9.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie	51
9.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk	51
9.3 Controle van de Berekende Spanningen van Pipe 4: leiding no. 4	52
9.4 Toetsing op Implosie van Pipe 4: leiding no. 4	52

2 Invoergegevens

2.1 Gebruikt Model

Gebruikt Model : Horizontaal Gestuurde Boring

2.2 Laagscheidingen

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]				
6 - L -	-42,000	4,970	10,880	17,550	23,870
6 - Z -	1,370	1,310	1,280	1,240	1,270
6 - L -	31,150	36,450	42,670	45,610	62,770
6 - Z -	1,260	1,310	1,100	1,160	1,840
6 - L -	68,390	73,120	79,160	80,820	83,000
6 - Z -	1,990	2,070	3,420	3,570	3,630
6 - L -	84,830	91,430	93,600	96,670	100,570
6 - Z -	3,720	4,050	4,140	3,710	3,670
6 - L -	102,470	109,040	113,990	118,380	121,320
6 - Z -	3,600	1,720	1,660	1,700	1,410
6 - L -	125,320	127,890	130,440	135,880	139,280
6 - Z -	-0,110	0,640	0,580	0,590	0,670
6 - L -	144,910	154,690	162,750	166,210	176,340
6 - Z -	0,860	1,120	1,300	1,340	1,390
6 - L -	185,780	194,400	206,110	208,880	212,140
6 - Z -	1,290	1,260	1,210	0,970	0,260
6 - L -	213,980	220,860	225,440	229,390	234,110
6 - Z -	1,460	5,070	5,720	5,720	5,190
6 - L -	241,970	244,120	254,050	263,240	270,890
6 - Z -	-0,140	0,660	1,120	1,120	1,100
6 - L -	278,880	287,510	296,950	305,930	320,230
6 - Z -	1,060	1,110	1,150	1,150	1,190
6 - L -	335,880	347,430	358,050	378,310	390,900
6 - Z -	1,300	1,350	1,350	1,360	1,430
6 - L -	410,000				
6 - Z -	1,430				
5 - L -	-42,000	410,000			
5 - Z -	-0,200	-0,200			
4 - L -	-42,000	410,000			
4 - Z -	-2,500	-2,500			
3 - L -	-42,000	410,000			
3 - Z -	-5,800	-5,800			
2 - L -	-42,000	300,000	410,000		
2 - Z -	-9,000	-9,000	-5,800		
1 - L -	-42,000	300,000	410,000		
1 - Z -	-15,000	-15,000	-14,000		
0 - L -	-42,000	410,000			
0 - Z -	-30,000	-30,000			

2.3 PN-Lijnen

PN-lijnnummer	Coördinaten [m]				
1 - L -	-42,000	410,000			
1 - Z -	0,000	0,000			

2.4 Freatische Lijn

Piezo lijn 1 is gebruikt als freatische lijn (grondwater).

2.5 Grondprofielen

Laag nummer	Materiaalnaam	Piezo lijn op boven	Piezo lijn op onder
6	Klei, zwak zandig, m...	1	1
5	Klei, schoon, slap	1	1

Laag nummer	Materiaalnaam	Piezo lijn op boven	Piezo lijn op onder
4	Veen, slap	1	1
3	Klei, schoon, slap	1	1
2	Zand, schoon, los	1	1
1	Zand, schoon, vast	1	1

2.6 Grenslagen

De grens tussen (cohesieve) ongedraineerde toplagen en onderliggende (niet-cohesieve) gedraineerde lagen, ligt aan de bovenzijde van laag nummer 2: Zand, schoon, los

De grens tussen compressibele toplagen en de onderliggende niet-compressibele lagen, ligt aan de bovenzijde van laag nummer 2: Zand, schoon, los

2.7 Grondeigenschappen

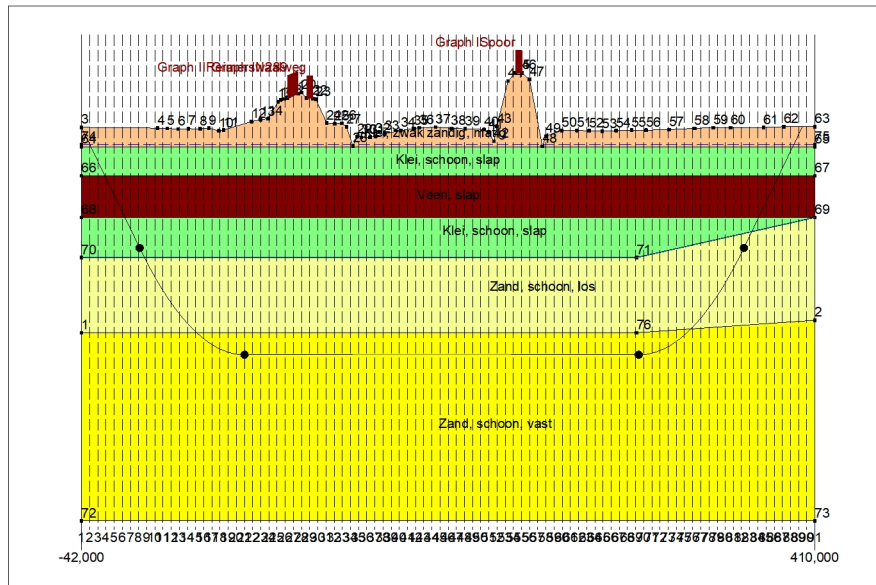
Naam	Gamma onverz [kN/m ³]	Gamma verz [kN/m ³]	Cohesie [kN/m ²]	Phi [grad]	Su top [kN/m ²]	Su onder [kN/m ²]
Klei, zwak zandig, matig	17,00	17,00	5,00	22,50	120,00	120,00
Klei, schoon, slap	14,00	14,00	2,50	17,50	35,00	35,00
Veen, slap	11,00	11,00	1,50	15,00	25,00	25,00
Zand, schoon, los	17,00	19,00	0,00	30,00	0,00	0,00
Zand, schoon, vast	19,00	21,00	0,00	35,00	0,00	0,00

Naam	Grondtype	Emod 100 [kN/m ²]	Emod top [kN/m ²]	Emod onder [kN/m ²]
Klei, zwak zandig, matig	Clay	6000,00	-	-
Klei, schoon, slap	Clay	500,00	-	-
Veen, slap	Peat	200,00	-	-
Zand, schoon, los	Sand	15000,00	-	-
Zand, schoon, vast	Sand	60000,00	-	-

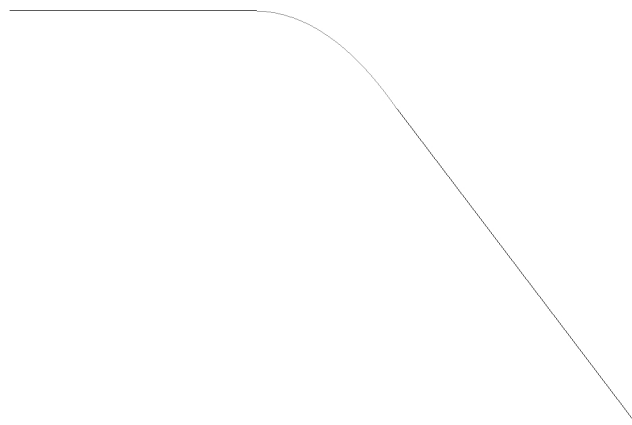
Naam	Adhesie A [kN/m ²]	Delta D [grad]	Nu [-]
Klei, zwak zandig, matig	-	-	0,20
Klei, schoon, slap	-	-	0,20
Veen, slap	-	-	0,40
Zand, schoon, los	-	-	0,30
Zand, schoon, vast	-	-	0,30

2.8 Geometrie

2.8.1 Geometrie Sectie, Detail



2.8.2 Geometrie Bovenaanzicht



2.9 Berekenings Verticalen

Verticaal nr.	L-coörd. [m]	Z-coörd. [m]
1	-42,000	1,370
2	-36,978	0,024
3	-31,956	-1,321
4	-26,934	-2,667
5	-21,912	-4,013
6	-16,890	-5,358
7	-11,868	-6,704
8	-6,846	-8,049
9	-1,824	-9,354
10	3,198	-10,550
11	8,220	-11,636
12	13,242	-12,615
13	18,264	-13,489
14	23,286	-14,257
15	28,308	-14,921
16	33,330	-15,482
17	38,352	-15,941
18	43,374	-16,297
19	48,396	-16,553
20	53,418	-16,707
21	58,440	-16,760
22	63,462	-16,760
23	68,484	-16,760
24	73,506	-16,760
25	78,528	-16,760
26	83,550	-16,760
27	88,572	-16,760
28	93,594	-16,760
29	98,616	-16,760
30	103,638	-16,760
31	108,660	-16,760
32	113,682	-16,760
33	118,704	-16,760
34	123,726	-16,760
35	128,748	-16,760
36	133,770	-16,760
37	138,792	-16,760
38	143,814	-16,760
39	148,836	-16,760
40	153,858	-16,760
41	158,880	-16,760
42	163,902	-16,760
43	168,924	-16,760
44	173,946	-16,760
45	178,968	-16,760
46	183,990	-16,760
47	189,012	-16,760
48	194,034	-16,760
49	199,056	-16,760
50	204,078	-16,760
51	209,100	-16,760
52	214,122	-16,760
53	219,144	-16,760
54	224,166	-16,760
55	229,188	-16,760
56	234,210	-16,760
57	239,232	-16,760
58	244,254	-16,760
59	249,276	-16,760
60	254,298	-16,760
61	259,320	-16,760
62	264,342	-16,760

Verticaal nr.	L-coörd. [m]	Z-coörd. [m]
63	269,364	-16,760
64	274,386	-16,760
65	279,408	-16,760
66	284,430	-16,760
67	289,452	-16,760
68	294,474	-16,760
69	299,496	-16,760
70	304,518	-16,742
71	309,540	-16,631
72	314,562	-16,419
73	319,584	-16,105
74	324,606	-15,690
75	329,628	-15,173
76	334,650	-14,553
77	339,672	-13,829
78	344,694	-13,000
79	349,716	-12,067
80	354,738	-11,026
81	359,760	-9,877
82	364,782	-8,618
83	369,804	-7,277
84	374,826	-5,932
85	379,848	-4,586
86	384,870	-3,240
87	389,892	-1,895
88	394,914	-0,549
89	399,936	0,797
90	404,958	n.a.
91	409,980	n.a.

Locaties berekenings verticalen; L is de horizontale coördinaat langs de leiding geprojecteerd op het horizontale vlak, opgehoogd met de intrede coördinaat.

2.10 Verkeersbelasting

N289		
L begin	84,83	[m]
L einde	91,43	[m]
Belastingsmodel (grafiektype)	Graph I	
Reimerswaalweg		
L begin	96,97	[m]
L einde	100,43	[m]
Belastingsmodel (grafiektype)	Graph II	
Spoor		
L begin	225,44	[m]
L einde	229,39	[m]
Belastingsmodel (grafiektype)	Graph I	

2.11 Configuratie van de Pijpleiding

X coördinaat linker punt	-42,000	[m]
Y coördinaat linker punt	0,000	[m]
Z coördinaat linker punt	1,370	[m]
X coördinaat rechter punt	383,550	[m]
Y coördinaat rechter punt	-94,800	[m]
Z coördinaat rechter punt	1,430	[m]
Hoek links	15,0000	[grd]
Hoek rechts	15,0000	[grd]
Kromtestraal links, verticaal in/uit	250,000	[m]
Kromtestraal rechts, verticaal in/uit	250,000	[m]
Kromtestraal rollenbaan (intrekboog)	500,000	[m]
Diepste punt van de pijpleiding (hart boortracé)	-16,760	[m]

Hoek van de pijpleiding (tussen de stralen) 0,0000 [grad]
 Aantal horizontale bochten: 1
 De pijpleiding wordt van rechts naar links ingetrokken.

Bocht nr.	X1-coörd. [m]	Y1-coörd. [m]	X2-coörd. [m]	Y2-coörd. [m]	Kromtestraal [m]	Richting
1	125,300	0,000	219,800	-22,200	220,000	links

2.12 Materiaalgegevens van de Leiding

Invoergegevens leiding no. 1

Materiaal	Polyetheen	
Kwaliteit	PE100	
Elasticiteitsmodulus (kort)	975,00	[N/mm ²]
Elasticiteitsmodulus (lang)	350,00	[N/mm ²]
Toelaatbare spanning (kort)	10,00	[N/mm ²]
Toelaatbare spanning (lang)	8,00	[N/mm ²]
Tensile factor (alfa)	0,65	[-]
Lineaire uitzettingscoëff. (alfa_g)	0,0001600	[mm/mmK]
Uitwendige diameter leiding	315,00	[mm]
Wanddikte (Nominaal)	28,70	[mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	9,54	[kN/m ³]
Ontwerpdruk	0,00	[bar]
Incidentele druk	0,00	[bar]
Temperatuur variatie	0,00	[gr C]

Invoergegevens leiding no. 2

Materiaal	Polyetheen	
Kwaliteit	PE100	
Elasticiteitsmodulus (kort)	975,00	[N/mm ²]
Elasticiteitsmodulus (lang)	350,00	[N/mm ²]
Toelaatbare spanning (kort)	10,00	[N/mm ²]
Toelaatbare spanning (lang)	8,00	[N/mm ²]
Tensile factor (alfa)	0,65	[-]
Lineaire uitzettingscoëff. (alfa_g)	0,0001600	[mm/mmK]
Uitwendige diameter leiding	315,00	[mm]
Wanddikte (Nominaal)	28,70	[mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	9,54	[kN/m ³]
Ontwerpdruk	0,00	[bar]
Incidentele druk	0,00	[bar]
Temperatuur variatie	0,00	[gr C]

Invoergegevens leiding no. 3

Materiaal	Polyetheen	
Kwaliteit	PE100	
Elasticiteitsmodulus (kort)	975,00	[N/mm ²]
Elasticiteitsmodulus (lang)	350,00	[N/mm ²]
Toelaatbare spanning (kort)	10,00	[N/mm ²]
Toelaatbare spanning (lang)	8,00	[N/mm ²]
Tensile factor (alfa)	0,65	[-]
Lineaire uitzettingscoëff. (alfa_g)	0,0001600	[mm/mmK]
Uitwendige diameter leiding	315,00	[mm]
Wanddikte (Nominaal)	28,70	[mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	9,54	[kN/m ³]
Ontwerpdruk	0,00	[bar]
Incidentele druk	0,00	[bar]
Temperatuur variatie	0,00	[gr C]

Invoergegevens leiding no. 4

Materiaal	Polyetheen	
Kwaliteit	PE100	
Elasticiteitsmodulus (kort)	975,00	[N/mm ²]
Elasticiteitsmodulus (lang)	350,00	[N/mm ²]
Toelaatbare spanning (kort)	10,00	[N/mm ²]
Toelaatbare spanning (lang)	8,00	[N/mm ²]
Tensile factor (alfa)	0,65	[-]

Lineaire uitzettingscoëff. (alfa_g)	0,0001600	[mm/mmK]
Uitwendige diameter leiding	315,00	[mm]
Wanddikte (Nominiaal)	28,70	[mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	9,54	[kN/m³]
Ontwerpdruk	0,00	[bar]
Incidentele druk	0,00	[bar]
Temperatuur variatie	0,00	[gr C]

2.13 Gegevens voor Leidingberekening

Leiding gevuld met water op rollen	Nee	
Percentage leiding gevuld met vloeistof	0	[%]
Volume gewicht vloeistof	10,00	[kN/m³]
Opleghoek	30	[grd]
Belastingshoek	30	[grd]
Relatieve verplaatsing	10,00	[mm]
Samendrukkingsconstante	6,00	[-]
Beddingsconstante boorvloeistof (Kv)	500,00	[kN/m³]
Hoek van inwendige wrijving boorvloeistof	15,00	[grd]
Cohesie boorvloeistof	5,00	[kN/m²]
Wrijvingsfactor leiding-rollenbaan (f1)	0,10	[-]
Wrijvingscoëfficiënt leiding-boorvloeistof (f2)	0,000050	[N/mm²]
Wrijvingsfactor leiding-grond (f3)	0,20	[-]

2.14 Boorvloeistof Gegevens

Uitwendige diameter boorgat pilotboring	0,300	[m]
Uitwendige diameter pilotbuis	0,170	[m]
Uitwendige diameter boorgat voorruimen	0,500	[m]
Uitwendige diameter buis voorruimen	0,170	[m]
Uitwendige diameter uiteindelijke boorgat	1,000	[m]
Uitwendige diameter leiding	0,630	[m]
Debiet tijdens pilotboring	500,0000	[liter/minuut]
Debiet tijdens voorruimen	1000,0000	[liter/minuut]
Debiet tijdens intrekken	1000,0000	[liter/minuut]
Factor debietverlies tijdens pilotboring	0,30	[-]
Factor debietverlies tijdens voorruimen	0,20	[-]
Factor debietverlies tijdens intrekken	0,20	[-]
Volumegewicht boorvloeistof	11,5	[kN/m³]
Zwichtspanning boorvloeistof	0,014	[kN/m²]
Viscositeit boorvloeistof	0,000040	[kN.s/m²]

2.15 Factoren

(Polyetheen)Veiligheidsfactor implosie (Lang)	3,0	[-]
(Polyetheen)Veiligheidsfactor implosie (Kort)	1,5	[-]
Onzekerheidsfactor volumegewicht		
van materiaaltypen onder en boven freatische lijn	1,10	[-]
Onzekerheidsfactor (gedraineerde) cohesie C	1,40	[-]
Onzekerheidsfactor ongedraineerde schuifsterkte Su	1,40	[-]
Onzekerheidsfactor Phi	1,10	[-]
Onzekerheidsfactor E-modulus	1,25	[-]
Onzekerheidsfactor beddingsconstante	2,00	[-]
Belastingsfactor ontwerpdruk (Polyetheen)	1,00	[-]
Belastingsfactor ontwerpdruk (combinatie) (Polyetheen)	1,00	[-]
Belastingsfactor testdruk (Polyetheen)	1,00	[-]
Belastingsfactor aanlegbelasting (Polyetheen)	1,00	[-]
Belastingsfactor gereduc. neut. grondspan. q _n ;r (Polyetheen)	1,50	[-]
Belastingsfactor temperatuur (Polyetheen)	1,10	[-]
Belastingsfactor verkeersbelasting (Polyetheen)	1,35	[-]
Importantie factor (S)	1,00	[-]
Toelaatbare deflectie stalen leiding	15,00	[%]
Toelaatb. deflectie stalen leiding bij inspectie ('piggability')	5,00	[%]
Toelaatbare deflectie polyetheen leiding	8,00	[%]
Toelaat. deflectie polyetheen leiding bij inspectie ('piggability')	5,00	[%]
Volumegewicht water	10,00	[kN/m³]

Veiligheidsfactor dekking (gedraineerde lagen)	0,50	[-]
Veiligheidsfactor dekking (ongedraineerde lagen)	0,50	[-]
Verhouding H/Do voor grens tussen ondiepe en diepe situatie	7,50	[-]

2.16 Rekenopties

Stress analyse optie : Standaard

3 Boorvloeistofdrukken

3.1 Boorvloeistof Gegevens

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken pilot [kN/m ²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
1	0	0	0	225
2	189	189	18	238
3	84	84	36	250
4	92	92	54	263
5	87	87	72	276
6	99	99	90	289
7	137	137	108	302
8	157	157	127	315
9	164	164	144	327
10	256	276	160	338
11	284	369	175	348
12	308	440	189	357
13	330	494	202	365
14	350	541	213	371
15	367	568	223	376
16	528	843	232	380
17	570	929	240	383
18	585	966	247	384
19	607	1016	252	385
20	625	1057	257	384
21	638	1085	260	382
22	648	1106	262	379
23	655	1121	265	377
24	664	1139	267	374
25	721	1259	270	372
26	741	1300	272	369
27	753	1326	275	367
28	765	1351	277	364
29	742	1303	280	362
30	721	1258	282	359
31	647	1103	285	357
32	638	1085	287	354
33	638	1085	290	352
34	576	955	292	349
35	583	969	295	347
36	581	965	297	344
37	585	974	300	342
38	594	992	302	339
39	601	1008	305	337
40	608	1022	307	334
41	614	1035	310	332
42	620	1046	312	329
43	622	1051	315	327
44	623	1053	317	324
45	622	1052	320	322
46	619	1046	322	319
47	618	1042	325	317
48	617	1040	327	314
49	616	1038	330	312
50	615	1036	332	309
51	599	1003	335	307
52	631	1071	337	304
53	766	1354	340	302
54	834	1497	342	299
55	843	1516	345	297
56	813	1454	348	294
57	641	1091	350	292

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken pilot [kN/m ²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
58	585	974	353	289
59	598	1000	355	287
60	609	1025	358	284
61	609	1025	360	282
62	609	1025	363	279
63	609	1023	365	277
64	607	1021	368	274
65	606	1019	370	272
66	608	1022	373	269
67	609	1025	375	267
68	610	1027	378	264
69	611	1028	380	262
70	613	1035	382	259
71	610	1033	384	255
72	603	1018	384	250
73	590	990	383	244
74	569	945	380	237
75	522	854	377	228
76	366	569	372	219
77	349	545	367	208
78	330	514	360	196
79	308	466	351	182
80	283	406	342	168
81	254	330	331	152
82	222	235	319	135
83	143	143	307	117
84	106	106	294	99
85	92	92	281	81
86	83	83	268	63
87	88	88	255	45
88	119	119	242	27
89	103	103	229	9

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken voorruimen [kN/m ²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
1	0	0	0	0
2	162	162	16	18
3	93	93	33	36
4	94	94	49	54
5	89	89	66	72
6	100	100	82	90
7	135	135	99	108
8	156	156	115	127
9	177	177	131	144
10	232	232	146	160
11	284	314	159	175
12	308	383	171	189
13	330	441	182	202
14	350	491	192	213
15	367	531	201	223
16	491	683	208	232
17	553	772	214	240
18	574	812	219	247
19	597	861	223	252
20	616	899	226	257
21	630	925	227	260
22	639	943	228	262
23	646	955	229	265
24	655	970	230	267
25	711	1075	231	269
26	730	1110	232	268
27	742	1133	233	267
28	754	1155	234	266

Verticaal nr.	Boorvloestofdrukken voorruimen [kN/m ²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
29	732	1113	234	265
30	711	1074	235	264
31	638	940	236	263
32	629	924	237	262
33	630	925	238	261
34	568	813	239	260
35	575	825	240	259
36	573	822	241	259
37	577	829	242	258
38	585	845	243	257
39	593	858	244	256
40	600	871	245	255
41	606	882	245	254
42	611	891	246	253
43	613	895	247	252
44	615	897	248	251
45	614	896	249	250
46	611	891	250	249
47	609	888	251	248
48	608	886	252	248
49	607	884	253	247
50	606	882	254	246
51	591	854	255	245
52	623	912	256	244
53	755	1157	256	243
54	822	1283	257	242
55	830	1299	258	241
56	802	1245	259	240
57	632	929	260	239
58	577	830	261	238
59	589	852	262	237
60	601	873	263	237
61	601	873	264	236
62	601	872	265	235
63	600	871	266	234
64	599	869	267	233
65	598	867	267	232
66	600	870	268	231
67	601	873	267	230
68	602	875	264	229
69	603	876	262	228
70	604	883	259	227
71	602	881	255	225
72	594	866	250	222
73	578	837	244	217
74	551	791	237	211
75	481	693	228	205
76	366	544	219	196
77	349	509	208	187
78	330	467	196	177
79	308	414	182	165
80	283	352	168	152
81	254	279	152	138
82	196	196	135	123
83	143	143	117	106
84	107	107	99	90
85	94	94	81	73
86	87	87	63	57
87	93	93	45	41
88	159	159	27	24
89	25	25	9	8

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken intrekken [kN/m ²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
1	0	0	0	0
2	56	56	16	16
3	106	106	33	33
4	101	101	49	49
5	96	96	65	66
6	104	104	81	82
7	131	131	98	99
8	155	155	114	115
9	131	131	130	131
10	188	188	144	146
11	248	248	158	159
12	303	303	170	171
13	330	353	181	182
14	350	400	190	192
15	367	438	199	201
16	388	479	206	208
17	507	558	212	214
18	542	594	217	219
19	571	632	221	223
20	593	662	223	226
21	606	681	225	227
22	616	693	225	228
23	622	702	226	229
24	630	713	227	230
25	684	787	228	231
26	702	812	229	232
27	714	829	229	233
28	725	844	230	234
29	704	814	231	234
30	684	787	232	235
31	614	691	233	236
32	606	680	233	237
33	606	681	234	238
34	548	603	235	239
35	554	611	236	240
36	552	609	237	241
37	556	613	237	242
38	564	624	238	243
39	571	634	239	244
40	578	643	240	245
41	584	650	241	245
42	589	657	241	246
43	591	660	242	246
44	592	661	243	246
45	591	660	244	245
46	589	657	244	244
47	587	655	245	243
48	586	654	246	242
49	585	652	247	242
50	584	651	246	241
51	569	631	245	240
52	600	672	244	239
53	726	846	243	238
54	790	936	242	238
55	798	948	241	237
56	771	909	240	236
57	609	684	239	235
58	556	614	238	234
59	568	629	237	234
60	579	644	237	233
61	579	644	236	232
62	579	644	235	231
63	578	643	234	230

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken intrekken [kN/m ²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
64	577	642	233	230
65	576	640	232	229
66	578	642	231	228
67	579	644	230	227
68	580	646	229	227
69	581	646	228	226
70	582	653	227	225
71	579	651	225	223
72	567	638	222	219
73	545	613	217	215
74	503	572	211	209
75	384	491	205	203
76	366	455	196	195
77	349	420	187	186
78	330	379	177	175
79	308	331	165	164
80	277	277	152	151
81	219	219	138	137
82	158	158	123	122
83	143	143	106	105
84	110	110	90	89
85	99	99	73	73
86	99	99	57	57
87	104	104	41	40
88	98	98	24	24
89	0	0	8	8

3.2 Evenwicht tussen Waterdruk en Boorvloeistofdruk

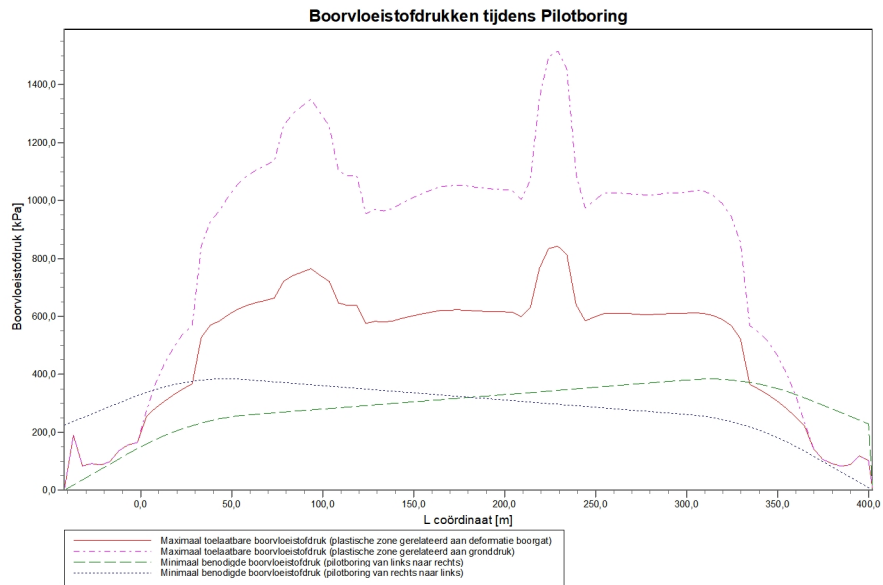
Verticaal nr.	Hydrostatische kolomdruk			Resultaat
	Boorvloeistof [kN/m ²]	Water [kN/m ²]	Veiligheidsfactor [-]	
1	0	0	-	voldoet
2	15	0	-	voldoet
3	31	13	2,34	voldoet
4	46	27	1,74	voldoet
5	62	40	1,54	voldoet
6	77	54	1,44	voldoet
7	93	67	1,39	voldoet
8	108	80	1,35	voldoet
9	123	94	1,32	voldoet
10	137	105	1,30	voldoet
11	150	116	1,29	voldoet
12	161	126	1,28	voldoet
13	171	135	1,27	voldoet
14	180	143	1,26	voldoet
15	187	149	1,26	voldoet
16	194	155	1,25	voldoet
17	199	159	1,25	voldoet
18	203	163	1,25	voldoet
19	206	166	1,25	voldoet
20	208	167	1,24	voldoet
21	209	168	1,24	voldoet
22	209	168	1,24	voldoet
23	209	168	1,24	voldoet
24	209	168	1,24	voldoet
25	209	168	1,24	voldoet
26	209	168	1,25	voldoet
27	209	168	1,25	voldoet
28	209	168	1,25	voldoet
29	209	168	1,25	voldoet
30	209	168	1,25	voldoet
31	209	168	1,25	voldoet
32	209	168	1,25	voldoet

Verticaal nr.	Hydrostatische kolomdruk			Resultaat
	Boorvloeistof [kN/m ²]	Water [kN/m ²]	Veiligheidsfactor [-]	
33	209	168	1,25	voldoet
34	209	168	1,25	voldoet
35	209	168	1,25	voldoet
36	209	168	1,25	voldoet
37	209	168	1,25	voldoet
38	209	168	1,25	voldoet
39	209	168	1,25	voldoet
40	209	168	1,25	voldoet
41	209	168	1,25	voldoet
42	209	168	1,25	voldoet
43	209	168	1,25	voldoet
44	209	168	1,25	voldoet
45	209	168	1,25	voldoet
46	209	168	1,25	voldoet
47	209	168	1,25	voldoet
48	209	168	1,25	voldoet
49	209	168	1,25	voldoet
50	209	168	1,25	voldoet
51	209	168	1,25	voldoet
52	209	168	1,25	voldoet
53	209	168	1,25	voldoet
54	209	168	1,25	voldoet
55	209	168	1,25	voldoet
56	209	168	1,25	voldoet
57	209	168	1,25	voldoet
58	209	168	1,25	voldoet
59	209	168	1,25	voldoet
60	209	168	1,25	voldoet
61	209	168	1,25	voldoet
62	209	168	1,25	voldoet
63	209	168	1,25	voldoet
64	209	168	1,25	voldoet
65	209	168	1,25	voldoet
66	209	168	1,25	voldoet
67	209	168	1,25	voldoet
68	209	168	1,25	voldoet
69	209	168	1,25	voldoet
70	209	167	1,25	voldoet
71	208	166	1,25	voldoet
72	205	164	1,25	voldoet
73	202	161	1,25	voldoet
74	197	157	1,25	voldoet
75	191	152	1,26	voldoet
76	184	146	1,26	voldoet
77	175	138	1,27	voldoet
78	166	130	1,28	voldoet
79	155	121	1,29	voldoet
80	143	110	1,30	voldoet
81	130	99	1,32	voldoet
82	116	86	1,34	voldoet
83	100	73	1,38	voldoet
84	85	59	1,43	voldoet
85	69	46	1,51	voldoet
86	54	32	1,66	voldoet
87	38	19	2,02	voldoet
88	23	5	4,14	voldoet
89	7	0	-	voldoet

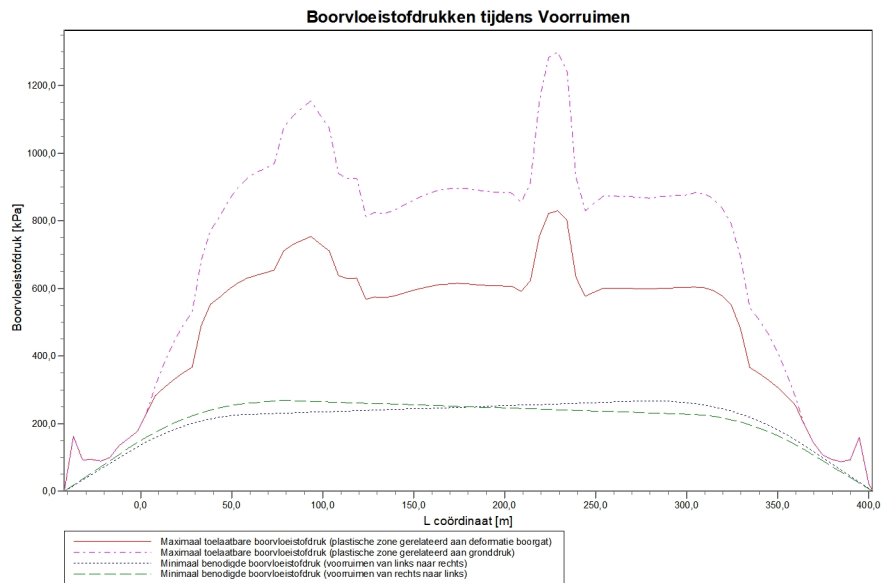
De statische boorvloeistofdruk is berekend en kan worden vergeleken met de berekende grondwater druk. De veiligheids factor wordt bepaald door de verhouding van boorvloeistofdruk en grondwater druk. Deze moet hoger zijn dan de vereiste veiligheidsfactor van 1,10

3.3 Boorvloeistofdruk Grafieken

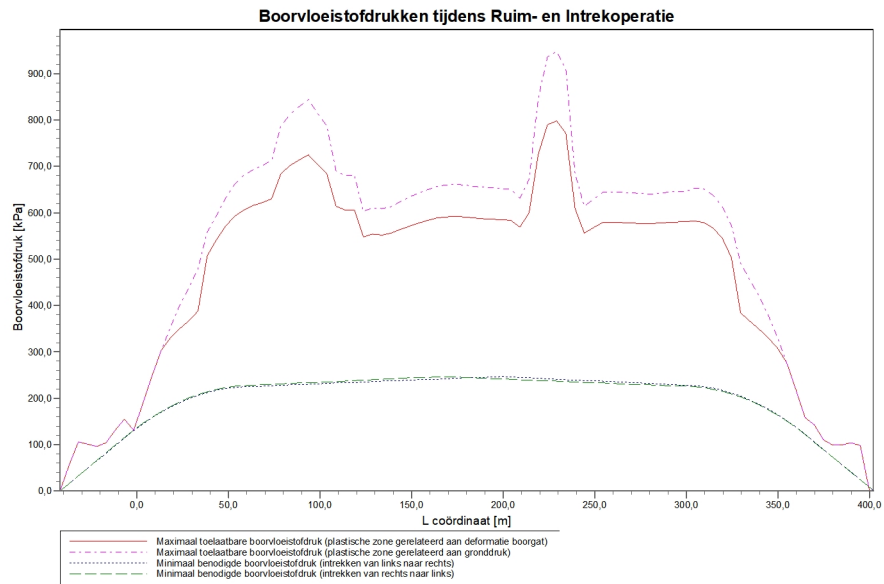
3.3.1 Boorvloeistofdrukken tijdens Pilotboring



3.3.2 Boorvloeistofdrukken tijdens Voorruimen



3.3.3 Boorvloeistofdrukken tijdens Ruim- en Intrekoperatie



4 Grondmechanische Data

4.1 Grondmechanische Parameters Pipe 1: leiding no. 1

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Merk op: veiligheidsfactoren niet toegepast.

q_v;p	Passieve grondspanning	kN/m ²
q_v;n	Neutrale grondspanning	kN/m ²
q_h;n	Neutrale horizontale grondspanning	kN/m ²
q_v;r;n	Gereduceerde neutrale grondspanning	kN/m ²
q_verkeer	Verkeersbelasting	kN/m ²
q_v;e	Verticaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m ²
q_h;e	Horizontaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m ²
k_v;bot	Verticaal beddingsgetal omlaag	kN/m ³
k_v;top	Verticaal beddingsgetal omhoog	kN/m ³
k_h	Horizontaal beddinggetal	kN/m ³
t_max	Maximale wrijving leiding-boorvloeistof	kN/m ²
d_max	Corresponderende verplaatsing bij mobilisatie maximale wrijving	mm

Verticaal nr.	q_v;p [kN/m ²]	q_v;n [kN/m ²]	q_h;n [kN/m ²]	q_v;r;n [kN/m ²]	q_verkeer [kN/m ²]	q_v;e [kN/m ²]
1	0	0	0	0	0	97
2	44	21	15	21	0	213
3	60	28	21	28	0	252
4	51	34	25	34	0	212
5	52	35	17	22	0	219
6	54	36	17	23	0	246
7	80	40	18	24	0	337
8	90	45	19	26	0	375
9	346	51	19	26	0	1376
10	405	62	19	26	0	1660
11	457	71	19	25	0	1912
12	501	80	16	21	0	2134
13	540	87	14	19	0	2333
14	577	94	13	18	0	2529
15	607	100	13	17	0	4736
16	1181	106	12	17	0	5019
17	1222	111	12	17	0	5227
18	1238	113	12	17	0	5306
19	1287	118	12	17	0	5562
20	1333	123	12	17	0	5799
21	1368	127	12	17	0	5985
22	1397	130	12	17	0	6136
23	1417	133	12	17	0	6241
24	1442	135	13	17	0	6372
25	1607	154	13	17	0	7264
26	1662	161	13	17	0	7565
27	1698	165	13	17	2	7764
28	1732	169	13	17	0	7949
29	1667	161	13	17	0	7591
30	1605	154	13	17	0	7254
31	1392	130	12	17	0	6112
32	1368	127	12	17	0	5981
33	1368	127	12	17	0	5984
34	1188	107	12	16	0	5053
35	1208	109	12	17	0	5152
36	1202	109	12	17	0	5125
37	1214	110	12	17	0	5182
38	1239	113	12	17	0	5313
39	1261	115	12	17	0	5425
40	1281	117	12	17	0	5531
41	1299	119	12	17	0	5623
42	1314	121	12	17	0	5703
43	1321	122	12	17	0	5734

Verticaal nr.	q_v;p [kN/m ²]	q_v;n [kN/m ²]	q_h;n [kN/m ²]	q_v;r;n [kN/m ²]	q_verkeer [kN/m ²]	q_v;e [kN/m ²]
44	1324	122	12	17	0	5754
45	1322	122	12	17	0	5741
46	1314	121	12	17	0	5699
47	1309	120	12	17	0	5675
48	1306	120	12	17	0	5661
49	1303	120	12	17	0	5644
50	1300	119	12	17	0	5627
51	1254	114	12	17	0	5392
52	1348	125	12	17	0	5878
53	1736	170	13	17	0	7972
54	1930	193	13	18	0	9061
55	1955	196	13	18	2	9205
56	1872	186	13	18	0	8730
57	1376	128	12	17	0	6023
58	1215	110	12	17	0	5188
59	1251	114	12	17	0	5373
60	1285	118	12	17	0	5549
61	1285	118	12	17	0	5549
62	1284	118	12	17	0	5547
63	1282	117	12	17	0	5536
64	1279	117	12	17	0	5519
65	1276	117	12	17	0	5504
66	1281	117	12	17	0	5527
67	1285	118	12	17	0	5548
68	1288	118	12	17	0	5564
69	1289	118	12	17	0	5573
70	1294	119	12	17	0	5598
71	1292	119	12	17	0	5587
72	1280	117	12	17	0	5527
73	1258	115	12	16	0	5416
74	1229	112	12	16	0	5266
75	1189	107	12	16	0	5066
76	618	103	12	16	0	4838
77	591	97	12	17	0	2601
78	559	91	13	17	0	2432
79	520	83	14	18	0	2233
80	474	75	15	20	0	2002
81	423	65	17	24	0	1747
82	364	55	17	23	0	1466
83	299	43	17	22	0	1165
84	76	37	16	22	0	318
85	54	36	16	22	0	225
86	53	35	16	22	0	220
87	66	32	24	32	0	277
88	56	27	20	27	0	236
89	12	9	6	9	0	226

Verticaal nr.	q_h;e [kN/m ²]	k_v;bot [kN/m ³]	k_v;top [kN/m ³]	k_h [kN/m ³]	t_max [kN/m ²]	d_max [mm]
1	18	0	0	0	0,05	7,5
2	115	11052	430	7736	0,05	7,5
3	60	220	1106	154	0,05	7,5
4	51	127	260	89	0,05	7,5
5	52	131	148	92	0,05	7,5
6	54	290	129	203	0,05	7,5
7	80	356	221	249	0,05	7,5
8	90	9709	340	6796	0,05	7,5
9	346	22553	2426	15787	0,05	7,5
10	405	24643	18629	17250	0,05	7,5
11	457	26382	23177	18467	0,05	7,5
12	501	27840	24792	19488	0,05	7,5
13	540	43220	26168	30254	0,05	7,5
14	577	98280	27460	68796	0,05	7,5
15	607	144620	28469	101234	0,05	7,5
16	1181	149195	50393	104436	0,05	7,5

Verticaal nr.	q _{h;e} [kN/m ²]	k _{v;bot} [kN/m ³]	k _{v;top} [kN/m ³]	k _h [kN/m ³]	t _{max} [kN/m ²]	d _{max} [mm]
17	1222	152286	82761	106600	0,05	7,5
18	1238	153446	108288	107412	0,05	7,5
19	1287	157147	129710	110003	0,05	7,5
20	1333	160527	144396	112369	0,05	7,5
21	1368	163128	149097	114190	0,05	7,5
22	1397	165222	151346	115655	0,05	7,5
23	1417	166676	152906	116673	0,05	7,5
24	1442	168460	154817	117922	0,05	7,5
25	1607	180243	167373	126170	0,05	7,5
26	1662	184076	171437	128853	0,05	7,5
27	1698	186575	174081	130603	0,05	7,5
28	1732	188877	176513	132214	0,05	7,5
29	1667	184408	171788	129085	0,05	7,5
30	1605	180110	167233	126077	0,05	7,5
31	1392	164896	150996	115427	0,05	7,5
32	1368	163076	149041	114153	0,05	7,5
33	1368	163124	149093	114187	0,05	7,5
34	1188	149694	134559	104786	0,05	7,5
35	1208	151161	136156	105813	0,05	7,5
36	1202	150764	135724	105535	0,05	7,5
37	1214	151616	136651	106132	0,05	7,5
38	1239	153539	138740	107477	0,05	7,5
39	1261	155175	140515	108623	0,05	7,5
40	1281	156708	142174	109696	0,05	7,5
41	1299	158027	143600	110619	0,05	7,5
42	1314	159157	144820	111410	0,05	7,5
43	1321	159609	145308	111726	0,05	7,5
44	1324	159888	145609	111922	0,05	7,5
45	1322	159708	145414	111796	0,05	7,5
46	1314	159108	144767	111375	0,05	7,5
47	1309	158766	144398	111136	0,05	7,5
48	1306	158568	144184	110998	0,05	7,5
49	1303	158329	143925	110830	0,05	7,5
50	1300	158085	143662	110660	0,05	7,5
51	1254	154687	139986	108281	0,05	7,5
52	1348	161640	147496	113148	0,05	7,5
53	1736	189170	176823	132419	0,05	7,5
54	1930	202273	190608	141591	0,05	7,5
55	1955	203952	192368	142766	0,05	7,5
56	1872	198357	186497	138850	0,05	7,5
57	1376	163662	149671	114563	0,05	7,5
58	1215	151707	136750	106195	0,05	7,5
59	1251	154419	139694	108093	0,05	7,5
60	1285	156961	142448	109873	0,05	7,5
61	1285	156961	142448	109873	0,05	7,5
62	1284	156928	142412	109850	0,05	7,5
63	1282	156778	142250	109745	0,05	7,5
64	1279	156532	141984	109573	0,05	7,5
65	1276	156310	141743	109417	0,05	7,5
66	1281	156643	142103	109650	0,05	7,5
67	1285	156941	142426	109859	0,05	7,5
68	1288	157184	142689	110029	0,05	7,5
69	1289	157304	142818	110113	0,05	7,5
70	1294	157665	143208	110365	0,05	7,5
71	1292	157512	141957	110258	0,05	7,5
72	1280	156657	129110	109660	0,05	7,5
73	1258	155044	108611	108531	0,05	7,5
74	1229	152866	81270	107006	0,05	7,5
75	1189	149913	48043	104939	0,05	7,5
76	618	146109	28834	102276	0,05	7,5
77	591	94832	27933	66382	0,05	7,5
78	559	38727	26831	27109	0,05	7,5
79	520	28471	25485	19930	0,05	7,5
80	474	26989	23852	18893	0,05	7,5
81	423	25260	21921	17682	0,05	7,5

Verticaal nr.	q _h ;e [kN/m ²]	k _v ;bot [kN/m ³]	k _v ;top [kN/m ³]	k _h [kN/m ³]	t _{max} [kN/m ²]	d _{max} [mm]
82	364	23235	16639	16265	0,05	7,5
83	299	20890	1730	14623	0,05	7,5
84	76	9590	132	6713	0,05	7,5
85	54	196	129	137	0,05	7,5
86	53	132	222	92	0,05	7,5
87	66	176	311	123	0,05	7,5
88	118	6735	1070	4715	0,05	7,5
89	95	48910	15	34237	0,05	7,5

Maximale grondspanning	:	q _v ;n;max = 196 kN/m ²
Maximale gereduceerde grondspanning (incl. verkeersbelastingen)	:	q _{verkeer} ;max = 34 kN/m ²
Maximale gereduceerde grondspanning	:	q _v ;r;n;max = 34 kN/m ²
Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor)		
alleen voor verticalen in diepe situatie	:	k _v ;max = 203952 kN/m ³
Maximale verticale beddingsconstante (veiligheidsfactor toegepast)		
alleen voor verticalen in diepe situatie	:	k _v ;max = 407904 kN/m ³

4.2 Grondmechanische Parameters Pipe 2: leiding no. 2

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Merk op: veiligheidsfactoren niet toegepast.

q _v ;p	Passieve grondspanning	kN/m ²
q _v ;n	Neutrale grondspanning	kN/m ²
q _h ;n	Neutrale horizontale grondspanning	kN/m ²
q _v ;r;n	Gereduceerde neutrale grondspanning	kN/m ²
q _{verkeer}	Verkeersbelasting	kN/m ²
q _v ;e	Verticaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m ²
q _h ;e	Horizontaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m ²
k _v ;bot	Verticaal beddingsgetal omlaag	kN/m ³
k _v ;top	Verticaal beddingsgetal omhoog	kN/m ³
k _h	Horizontaal beddinggetal	kN/m ³
t _{max}	Maximale wrijving leiding-boorvloeistof	kN/m ²
d _{max}	Corresponderende verplaatsing bij mobilisatie maximale wrijving	mm

Verticaal nr.	q _v ;p [kN/m ²]	q _v ;n [kN/m ²]	q _h ;n [kN/m ²]	q _v ;r;n [kN/m ²]	q _{verkeer} [kN/m ²]	q _v ;e [kN/m ²]
1	0	0	0	0	0	97
2	44	21	15	21	0	213
3	60	28	21	28	0	252
4	51	34	25	34	0	212
5	52	35	17	22	0	219
6	54	36	17	23	0	246
7	80	40	18	24	0	337
8	90	45	19	26	0	375
9	346	51	19	26	0	1376
10	405	62	19	26	0	1660
11	457	71	19	25	0	1912
12	501	80	16	21	0	2134
13	540	87	14	19	0	2333
14	577	94	13	18	0	2529
15	607	100	13	17	0	4736
16	1181	106	12	17	0	5019
17	1222	111	12	17	0	5227
18	1238	113	12	17	0	5306
19	1287	118	12	17	0	5562
20	1333	123	12	17	0	5799
21	1368	127	12	17	0	5985
22	1397	130	12	17	0	6136
23	1417	133	12	17	0	6241
24	1442	135	13	17	0	6372
25	1607	154	13	17	0	7264
26	1662	161	13	17	0	7565
27	1698	165	13	17	2	7764

Verticaal nr.	q_v;p [kN/m ²]	q_v;n [kN/m ²]	q_h;n [kN/m ²]	q_v;r;n [kN/m ²]	q_verkeer [kN/m ²]	q_v;e [kN/m ²]
28	1732	169	13	17	0	7949
29	1667	161	13	17	0	7591
30	1605	154	13	17	0	7254
31	1392	130	12	17	0	6112
32	1368	127	12	17	0	5981
33	1368	127	12	17	0	5984
34	1188	107	12	16	0	5053
35	1208	109	12	17	0	5152
36	1202	109	12	17	0	5125
37	1214	110	12	17	0	5182
38	1239	113	12	17	0	5313
39	1261	115	12	17	0	5425
40	1281	117	12	17	0	5531
41	1299	119	12	17	0	5623
42	1314	121	12	17	0	5703
43	1321	122	12	17	0	5734
44	1324	122	12	17	0	5754
45	1322	122	12	17	0	5741
46	1314	121	12	17	0	5699
47	1309	120	12	17	0	5675
48	1306	120	12	17	0	5661
49	1303	120	12	17	0	5644
50	1300	119	12	17	0	5627
51	1254	114	12	17	0	5392
52	1348	125	12	17	0	5878
53	1736	170	13	17	0	7972
54	1930	193	13	18	0	9061
55	1955	196	13	18	2	9205
56	1872	186	13	18	0	8730
57	1376	128	12	17	0	6023
58	1215	110	12	17	0	5188
59	1251	114	12	17	0	5373
60	1285	118	12	17	0	5549
61	1285	118	12	17	0	5549
62	1284	118	12	17	0	5547
63	1282	117	12	17	0	5536
64	1279	117	12	17	0	5519
65	1276	117	12	17	0	5504
66	1281	117	12	17	0	5527
67	1285	118	12	17	0	5548
68	1288	118	12	17	0	5564
69	1289	118	12	17	0	5573
70	1294	119	12	17	0	5598
71	1292	119	12	17	0	5587
72	1280	117	12	17	0	5527
73	1258	115	12	16	0	5416
74	1229	112	12	16	0	5266
75	1189	107	12	16	0	5066
76	618	103	12	16	0	4838
77	591	97	12	17	0	2601
78	559	91	13	17	0	2432
79	520	83	14	18	0	2233
80	474	75	15	20	0	2002
81	423	65	17	24	0	1747
82	364	55	17	23	0	1466
83	299	43	17	22	0	1165
84	76	37	16	22	0	318
85	54	36	16	22	0	225
86	53	35	16	22	0	220
87	66	32	24	32	0	277
88	56	27	20	27	0	236
89	12	9	6	9	0	226

Verticaal nr.	q _{h;e} [kN/m ²]	k _{v;bot} [kN/m ³]	k _{v;top} [kN/m ³]	k _h [kN/m ³]	t _{max} [kN/m ²]	d _{max} [mm]
1	18	0	0	0	0,05	7,5
2	115	11052	430	7736	0,05	7,5
3	60	220	1106	154	0,05	7,5
4	51	127	260	89	0,05	7,5
5	52	131	148	92	0,05	7,5
6	54	290	129	203	0,05	7,5
7	80	356	221	249	0,05	7,5
8	90	9709	340	6796	0,05	7,5
9	346	22553	2426	15787	0,05	7,5
10	405	24643	18629	17250	0,05	7,5
11	457	26382	23177	18467	0,05	7,5
12	501	27840	24792	19488	0,05	7,5
13	540	43220	26168	30254	0,05	7,5
14	577	98280	27460	68796	0,05	7,5
15	607	144620	28469	101234	0,05	7,5
16	1181	149195	50393	104436	0,05	7,5
17	1222	152286	82761	106600	0,05	7,5
18	1238	153446	108288	107412	0,05	7,5
19	1287	157147	129710	110003	0,05	7,5
20	1333	160527	144396	112369	0,05	7,5
21	1368	163128	149097	114190	0,05	7,5
22	1397	165222	151346	115655	0,05	7,5
23	1417	166676	152906	116673	0,05	7,5
24	1442	168460	154817	117922	0,05	7,5
25	1607	180243	167373	126170	0,05	7,5
26	1662	184076	171437	128853	0,05	7,5
27	1698	186575	174081	130603	0,05	7,5
28	1732	188877	176513	132214	0,05	7,5
29	1667	184408	171788	129085	0,05	7,5
30	1605	180110	167233	126077	0,05	7,5
31	1392	164896	150996	115427	0,05	7,5
32	1368	163076	149041	114153	0,05	7,5
33	1368	163124	149093	114187	0,05	7,5
34	1188	149694	134559	104786	0,05	7,5
35	1208	151161	136156	105813	0,05	7,5
36	1202	150764	135724	105535	0,05	7,5
37	1214	151616	136651	106132	0,05	7,5
38	1239	153539	138740	107477	0,05	7,5
39	1261	155175	140515	108623	0,05	7,5
40	1281	156708	142174	109696	0,05	7,5
41	1299	158027	143600	110619	0,05	7,5
42	1314	159157	144820	111410	0,05	7,5
43	1321	159609	145308	111726	0,05	7,5
44	1324	159888	145609	111922	0,05	7,5
45	1322	159708	145414	111796	0,05	7,5
46	1314	159108	144767	111375	0,05	7,5
47	1309	158766	144398	111136	0,05	7,5
48	1306	158568	144184	110998	0,05	7,5
49	1303	158329	143925	110830	0,05	7,5
50	1300	158085	143662	110660	0,05	7,5
51	1254	154687	139986	108281	0,05	7,5
52	1348	161640	147496	113148	0,05	7,5
53	1736	189170	176823	132419	0,05	7,5
54	1930	202273	190608	141591	0,05	7,5
55	1955	203952	192368	142766	0,05	7,5
56	1872	198357	186497	138850	0,05	7,5
57	1376	163662	149671	114563	0,05	7,5
58	1215	151707	136750	106195	0,05	7,5
59	1251	154419	139694	108093	0,05	7,5
60	1285	156961	142448	109873	0,05	7,5
61	1285	156961	142448	109873	0,05	7,5
62	1284	156928	142412	109850	0,05	7,5
63	1282	156778	142250	109745	0,05	7,5
64	1279	156532	141984	109573	0,05	7,5

Verticaal nr.	q _h ;e [kN/m ²]	k _v ;bot [kN/m ³]	k _v ;top [kN/m ³]	k _h [kN/m ³]	t _{max} [kN/m ²]	d _{max} [mm]
65	1276	156310	141743	109417	0,05	7,5
66	1281	156643	142103	109650	0,05	7,5
67	1285	156941	142426	109859	0,05	7,5
68	1288	157184	142689	110029	0,05	7,5
69	1289	157304	142818	110113	0,05	7,5
70	1294	157665	143208	110365	0,05	7,5
71	1292	157512	141957	110258	0,05	7,5
72	1280	156657	129110	109660	0,05	7,5
73	1258	155044	108611	108531	0,05	7,5
74	1229	152866	81270	107006	0,05	7,5
75	1189	149913	48043	104939	0,05	7,5
76	618	146109	28834	102276	0,05	7,5
77	591	94832	27933	66382	0,05	7,5
78	559	38727	26831	27109	0,05	7,5
79	520	28471	25485	19930	0,05	7,5
80	474	26989	23852	18893	0,05	7,5
81	423	25260	21921	17682	0,05	7,5
82	364	23235	16639	16265	0,05	7,5
83	299	20890	1730	14623	0,05	7,5
84	76	9590	132	6713	0,05	7,5
85	54	196	129	137	0,05	7,5
86	53	132	222	92	0,05	7,5
87	66	176	311	123	0,05	7,5
88	118	6735	1070	4715	0,05	7,5
89	95	48910	15	34237	0,05	7,5

Maximale grondspanning	: q _v ;n;max = 196 kN/m ²
Maximale gereduceerde grondspanning (incl. verkeersbelastingen)	: q _{verkeer} ;max = 34 kN/m ²
Maximale gereduceerde grondspanning	: q _v ;r;n;max = 34 kN/m ²
Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor)	
alleen voor verticalen in diepe situatie	: k _v ;max = 203952 kN/m ³
Maximale verticale beddingsconstante (veiligheidsfactor toegepast)	
alleen voor verticalen in diepe situatie	: k _v ;max = 407904 kN/m ³

4.3 Grondmechanische Parameters Pipe 3: leiding no. 3

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Merk op: veiligheidsfactoren niet toegepast.

q _v ;p	Passieve grondspanning	kN/m ²
q _v ;n	Neutrale grondspanning	kN/m ²
q _h ;n	Neutrale horizontale grondspanning	kN/m ²
q _v ;r;n	Gereduceerde neutrale grondspanning	kN/m ²
q _{verkeer}	Verkeersbelasting	kN/m ²
q _v ;e	Verticaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m ²
q _h ;e	Horizontaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m ²
k _v ;bot	Verticaal beddingsgetal omlaag	kN/m ³
k _v ;top	Verticaal beddingsgetal omhoog	kN/m ³
k _h	Horizontaal beddinggetal	kN/m ³
t _{max}	Maximale wrijving leiding-boorvloeistof	kN/m ²
d _{max}	Corresponderende verplaatsing bij mobilisatie maximale wrijving	mm

Verticaal nr.	q _v ;p [kN/m ²]	q _v ;n [kN/m ²]	q _h ;n [kN/m ²]	q _v ;r;n [kN/m ²]	q _{verkeer} [kN/m ²]	q _v ;e [kN/m ²]
1	0	0	0	0	0	97
2	44	21	15	21	0	213
3	60	28	21	28	0	252
4	51	34	25	34	0	212
5	52	35	17	22	0	219
6	54	36	17	23	0	246
7	80	40	18	24	0	337
8	90	45	19	26	0	375
9	346	51	19	26	0	1376
10	405	62	19	26	0	1660

Verticaal nr.	q_v;p [kN/m ²]	q_v;n [kN/m ²]	q_h;n [kN/m ²]	q_v;r;n [kN/m ²]	q_verkeer [kN/m ²]	q_v;e [kN/m ²]
11	457	71	19	25	0	1912
12	501	80	16	21	0	2134
13	540	87	14	19	0	2333
14	577	94	13	18	0	2529
15	607	100	13	17	0	4736
16	1181	106	12	17	0	5019
17	1222	111	12	17	0	5227
18	1238	113	12	17	0	5306
19	1287	118	12	17	0	5562
20	1333	123	12	17	0	5799
21	1368	127	12	17	0	5985
22	1397	130	12	17	0	6136
23	1417	133	12	17	0	6241
24	1442	135	13	17	0	6372
25	1607	154	13	17	0	7264
26	1662	161	13	17	0	7565
27	1698	165	13	17	2	7764
28	1732	169	13	17	0	7949
29	1667	161	13	17	0	7591
30	1605	154	13	17	0	7254
31	1392	130	12	17	0	6112
32	1368	127	12	17	0	5981
33	1368	127	12	17	0	5984
34	1188	107	12	16	0	5053
35	1208	109	12	17	0	5152
36	1202	109	12	17	0	5125
37	1214	110	12	17	0	5182
38	1239	113	12	17	0	5313
39	1261	115	12	17	0	5425
40	1281	117	12	17	0	5531
41	1299	119	12	17	0	5623
42	1314	121	12	17	0	5703
43	1321	122	12	17	0	5734
44	1324	122	12	17	0	5754
45	1322	122	12	17	0	5741
46	1314	121	12	17	0	5699
47	1309	120	12	17	0	5675
48	1306	120	12	17	0	5661
49	1303	120	12	17	0	5644
50	1300	119	12	17	0	5627
51	1254	114	12	17	0	5392
52	1348	125	12	17	0	5878
53	1736	170	13	17	0	7972
54	1930	193	13	18	0	9061
55	1955	196	13	18	2	9205
56	1872	186	13	18	0	8730
57	1376	128	12	17	0	6023
58	1215	110	12	17	0	5188
59	1251	114	12	17	0	5373
60	1285	118	12	17	0	5549
61	1285	118	12	17	0	5549
62	1284	118	12	17	0	5547
63	1282	117	12	17	0	5536
64	1279	117	12	17	0	5519
65	1276	117	12	17	0	5504
66	1281	117	12	17	0	5527
67	1285	118	12	17	0	5548
68	1288	118	12	17	0	5564
69	1289	118	12	17	0	5573
70	1294	119	12	17	0	5598
71	1292	119	12	17	0	5587
72	1280	117	12	17	0	5527
73	1258	115	12	16	0	5416
74	1229	112	12	16	0	5266
75	1189	107	12	16	0	5066

Verticaal nr.	q_v;p [kN/m ²]	q_v;n [kN/m ²]	q_h;n [kN/m ²]	q_v;r;n [kN/m ²]	q_verkeer [kN/m ²]	q_v;e [kN/m ²]
76	618	103	12	16	0	4838
77	591	97	12	17	0	2601
78	559	91	13	17	0	2432
79	520	83	14	18	0	2233
80	474	75	15	20	0	2002
81	423	65	17	24	0	1747
82	364	55	17	23	0	1466
83	299	43	17	22	0	1165
84	76	37	16	22	0	318
85	54	36	16	22	0	225
86	53	35	16	22	0	220
87	66	32	24	32	0	277
88	56	27	20	27	0	236
89	12	9	6	9	0	226

Verticaal nr.	q_h;e [kN/m ²]	k_v;bot [kN/m ³]	k_v;top [kN/m ³]	k_h [kN/m ³]	t_max [kN/m ²]	d_max [mm]
1	18	0	0	0	0,05	7,5
2	115	11052	430	7736	0,05	7,5
3	60	220	1106	154	0,05	7,5
4	51	127	260	89	0,05	7,5
5	52	131	148	92	0,05	7,5
6	54	290	129	203	0,05	7,5
7	80	356	221	249	0,05	7,5
8	90	9709	340	6796	0,05	7,5
9	346	22553	2426	15787	0,05	7,5
10	405	24643	18629	17250	0,05	7,5
11	457	26382	23177	18467	0,05	7,5
12	501	27840	24792	19488	0,05	7,5
13	540	43220	26168	30254	0,05	7,5
14	577	98280	27460	68796	0,05	7,5
15	607	144620	28469	101234	0,05	7,5
16	1181	149195	50393	104436	0,05	7,5
17	1222	152286	82761	106600	0,05	7,5
18	1238	153446	108288	107412	0,05	7,5
19	1287	157147	129710	110003	0,05	7,5
20	1333	160527	144396	112369	0,05	7,5
21	1368	163128	149097	114190	0,05	7,5
22	1397	165222	151346	115655	0,05	7,5
23	1417	166676	152906	116673	0,05	7,5
24	1442	168460	154817	117922	0,05	7,5
25	1607	180243	167373	126170	0,05	7,5
26	1662	184076	171437	128853	0,05	7,5
27	1698	186575	174081	130603	0,05	7,5
28	1732	188877	176513	132214	0,05	7,5
29	1667	184408	171788	129085	0,05	7,5
30	1605	180110	167233	126077	0,05	7,5
31	1392	164896	150996	115427	0,05	7,5
32	1368	163076	149041	114153	0,05	7,5
33	1368	163124	149093	114187	0,05	7,5
34	1188	149694	134559	104786	0,05	7,5
35	1208	151161	136156	105813	0,05	7,5
36	1202	150764	135724	105535	0,05	7,5
37	1214	151616	136651	106132	0,05	7,5
38	1239	153539	138740	107477	0,05	7,5
39	1261	155175	140515	108623	0,05	7,5
40	1281	156708	142174	109696	0,05	7,5
41	1299	158027	143600	110619	0,05	7,5
42	1314	159157	144820	111410	0,05	7,5
43	1321	159609	145308	111726	0,05	7,5
44	1324	159888	145609	111922	0,05	7,5
45	1322	159708	145414	111796	0,05	7,5
46	1314	159108	144767	111375	0,05	7,5
47	1309	158766	144398	111136	0,05	7,5
48	1306	158568	144184	110998	0,05	7,5

Verticaal nr.	q _h ;e [kN/m ²]	k _v ;bot [kN/m ³]	k _v ;top [kN/m ³]	k _h [kN/m ³]	t _{max} [kN/m ²]	d _{max} [mm]
49	1303	158329	143925	110830	0,05	7,5
50	1300	158085	143662	110660	0,05	7,5
51	1254	154687	139986	108281	0,05	7,5
52	1348	161640	147496	113148	0,05	7,5
53	1736	189170	176823	132419	0,05	7,5
54	1930	202273	190608	141591	0,05	7,5
55	1955	203952	192368	142766	0,05	7,5
56	1872	198357	186497	138850	0,05	7,5
57	1376	163662	149671	114563	0,05	7,5
58	1215	151707	136750	106195	0,05	7,5
59	1251	154419	139694	108093	0,05	7,5
60	1285	156961	142448	109873	0,05	7,5
61	1285	156961	142448	109873	0,05	7,5
62	1284	156928	142412	109850	0,05	7,5
63	1282	156778	142250	109745	0,05	7,5
64	1279	156532	141984	109573	0,05	7,5
65	1276	156310	141743	109417	0,05	7,5
66	1281	156643	142103	109650	0,05	7,5
67	1285	156941	142426	109859	0,05	7,5
68	1288	157184	142689	110029	0,05	7,5
69	1289	157304	142818	110113	0,05	7,5
70	1294	157665	143208	110365	0,05	7,5
71	1292	157512	141957	110258	0,05	7,5
72	1280	156657	129110	109660	0,05	7,5
73	1258	155044	108611	108531	0,05	7,5
74	1229	152866	81270	107006	0,05	7,5
75	1189	149913	48043	104939	0,05	7,5
76	618	146109	28834	102276	0,05	7,5
77	591	94832	27933	66382	0,05	7,5
78	559	38727	26831	27109	0,05	7,5
79	520	28471	25485	19930	0,05	7,5
80	474	26989	23852	18893	0,05	7,5
81	423	25260	21921	17682	0,05	7,5
82	364	23235	16639	16265	0,05	7,5
83	299	20890	1730	14623	0,05	7,5
84	76	9590	132	6713	0,05	7,5
85	54	196	129	137	0,05	7,5
86	53	132	222	92	0,05	7,5
87	66	176	311	123	0,05	7,5
88	118	6735	1070	4715	0,05	7,5
89	95	48910	15	34237	0,05	7,5

Maximale grondspanning	:	q _v ;n;max = 196 kN/m ²
Maximale gereduceerde grondspanning (incl. verkeersbelastingen)	:	q _{verkeer} ;max = 34 kN/m ²
Maximale gereduceerde grondspanning	:	q _v ;r;n;max = 34 kN/m ²
Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor)		
alleen voor verticalen in diepe situatie	:	k _v ;max = 203952 kN/m ³
Maximale verticale beddingsconstante (veiligheidsfactor toegepast)		
alleen voor verticalen in diepe situatie	:	k _v ;max = 407904 kN/m ³

4.4 Grondmechanische Parameters Pipe 4: leiding no. 4

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Merk op: veiligheidsfactoren niet toegepast.

q _v ;p	Passieve grondspanning	kN/m ²
q _v ;n	Neutrale grondspanning	kN/m ²
q _h ;n	Neutrale horizontale grondspanning	kN/m ²
q _v ;r;n	Gereduceerde neutrale grondspanning	kN/m ²
q _{verkeer}	Verkeersbelasting	kN/m ²
q _v ;e	Verticaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m ²
q _h ;e	Horizontaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m ²
k _v ;bot	Verticaal beddingsgetal omlaag	kN/m ³
k _v ;top	Verticaal beddingsgetal omhoog	kN/m ³

k_h Horizontaal beddinggetal kN/m³
t_{max} Maximale wrijving leiding-boorvloeistof kN/m²
d_{max} Corresponderende verplaatsing bij mobilisatie maximale wrijving mm

Verticaal nr.	q _{v;p} [kN/m ²]	q _{v;n} [kN/m ²]	q _{h;n} [kN/m ²]	q _{v;r;n} [kN/m ²]	q _{verkeer} [kN/m ²]	q _{v;e} [kN/m ²]
1	0	0	0	0	0	97
2	44	21	15	21	0	213
3	60	28	21	28	0	252
4	51	34	25	34	0	212
5	52	35	17	22	0	219
6	54	36	17	23	0	246
7	80	40	18	24	0	337
8	90	45	19	26	0	375
9	346	51	19	26	0	1376
10	405	62	19	26	0	1660
11	457	71	19	25	0	1912
12	501	80	16	21	0	2134
13	540	87	14	19	0	2333
14	577	94	13	18	0	2529
15	607	100	13	17	0	4736
16	1181	106	12	17	0	5019
17	1222	111	12	17	0	5227
18	1238	113	12	17	0	5306
19	1287	118	12	17	0	5562
20	1333	123	12	17	0	5799
21	1368	127	12	17	0	5985
22	1397	130	12	17	0	6136
23	1417	133	12	17	0	6241
24	1442	135	13	17	0	6372
25	1607	154	13	17	0	7264
26	1662	161	13	17	0	7565
27	1698	165	13	17	2	7764
28	1732	169	13	17	0	7949
29	1667	161	13	17	0	7591
30	1605	154	13	17	0	7254
31	1392	130	12	17	0	6112
32	1368	127	12	17	0	5981
33	1368	127	12	17	0	5984
34	1188	107	12	16	0	5053
35	1208	109	12	17	0	5152
36	1202	109	12	17	0	5125
37	1214	110	12	17	0	5182
38	1239	113	12	17	0	5313
39	1261	115	12	17	0	5425
40	1281	117	12	17	0	5531
41	1299	119	12	17	0	5623
42	1314	121	12	17	0	5703
43	1321	122	12	17	0	5734
44	1324	122	12	17	0	5754
45	1322	122	12	17	0	5741
46	1314	121	12	17	0	5699
47	1309	120	12	17	0	5675
48	1306	120	12	17	0	5661
49	1303	120	12	17	0	5644
50	1300	119	12	17	0	5627
51	1254	114	12	17	0	5392
52	1348	125	12	17	0	5878
53	1736	170	13	17	0	7972
54	1930	193	13	18	0	9061
55	1955	196	13	18	2	9205
56	1872	186	13	18	0	8730
57	1376	128	12	17	0	6023
58	1215	110	12	17	0	5188
59	1251	114	12	17	0	5373
60	1285	118	12	17	0	5549
61	1285	118	12	17	0	5549

Verticaal nr.	q_v;p [kN/m ²]	q_v;n [kN/m ²]	q_h;n [kN/m ²]	q_v;r;n [kN/m ²]	q_verkeer [kN/m ²]	q_v;e [kN/m ²]
62	1284	118	12	17	0	5547
63	1282	117	12	17	0	5536
64	1279	117	12	17	0	5519
65	1276	117	12	17	0	5504
66	1281	117	12	17	0	5527
67	1285	118	12	17	0	5548
68	1288	118	12	17	0	5564
69	1289	118	12	17	0	5573
70	1294	119	12	17	0	5598
71	1292	119	12	17	0	5587
72	1280	117	12	17	0	5527
73	1258	115	12	16	0	5416
74	1229	112	12	16	0	5266
75	1189	107	12	16	0	5066
76	618	103	12	16	0	4838
77	591	97	12	17	0	2601
78	559	91	13	17	0	2432
79	520	83	14	18	0	2233
80	474	75	15	20	0	2002
81	423	65	17	24	0	1747
82	364	55	17	23	0	1466
83	299	43	17	22	0	1165
84	76	37	16	22	0	318
85	54	36	16	22	0	225
86	53	35	16	22	0	220
87	66	32	24	32	0	277
88	56	27	20	27	0	236
89	12	9	6	9	0	226

Verticaal nr.	q_h;e [kN/m ²]	k_v;bot [kN/m ³]	k_v;top [kN/m ³]	k_h [kN/m ³]	t_max [kN/m ²]	d_max [mm]
1	18	0	0	0	0,05	7,5
2	115	11052	430	7736	0,05	7,5
3	60	220	1106	154	0,05	7,5
4	51	127	260	89	0,05	7,5
5	52	131	148	92	0,05	7,5
6	54	290	129	203	0,05	7,5
7	80	356	221	249	0,05	7,5
8	90	9709	340	6796	0,05	7,5
9	346	22553	2426	15787	0,05	7,5
10	405	24643	18629	17250	0,05	7,5
11	457	26382	23177	18467	0,05	7,5
12	501	27840	24792	19488	0,05	7,5
13	540	43220	26168	30254	0,05	7,5
14	577	98280	27460	68796	0,05	7,5
15	607	144620	28469	101234	0,05	7,5
16	1181	149195	50393	104436	0,05	7,5
17	1222	152286	82761	106600	0,05	7,5
18	1238	153446	108288	107412	0,05	7,5
19	1287	157147	129710	110003	0,05	7,5
20	1333	160527	144396	112369	0,05	7,5
21	1368	163128	149097	114190	0,05	7,5
22	1397	165222	151346	115655	0,05	7,5
23	1417	166676	152906	116673	0,05	7,5
24	1442	168460	154817	117922	0,05	7,5
25	1607	180243	167373	126170	0,05	7,5
26	1662	184076	171437	128853	0,05	7,5
27	1698	186575	174081	130603	0,05	7,5
28	1732	188877	176513	132214	0,05	7,5
29	1667	184408	171788	129085	0,05	7,5
30	1605	180110	167233	126077	0,05	7,5
31	1392	164896	150996	115427	0,05	7,5
32	1368	163076	149041	114153	0,05	7,5
33	1368	163124	149093	114187	0,05	7,5
34	1188	149694	134559	104786	0,05	7,5

Verticaal nr.	q_h;e [kN/m ²]	k_v;bot [kN/m ³]	k_v;top [kN/m ³]	k_h [kN/m ³]	t_max [kN/m ²]	d_max [mm]
35	1208	151161	136156	105813	0,05	7,5
36	1202	150764	135724	105535	0,05	7,5
37	1214	151616	136651	106132	0,05	7,5
38	1239	153539	138740	107477	0,05	7,5
39	1261	155175	140515	108623	0,05	7,5
40	1281	156708	142174	109696	0,05	7,5
41	1299	158027	143600	110619	0,05	7,5
42	1314	159157	144820	111410	0,05	7,5
43	1321	159609	145308	111726	0,05	7,5
44	1324	159888	145609	111922	0,05	7,5
45	1322	159708	145414	111796	0,05	7,5
46	1314	159108	144767	111375	0,05	7,5
47	1309	158766	144398	111136	0,05	7,5
48	1306	158568	144184	110998	0,05	7,5
49	1303	158329	143925	110830	0,05	7,5
50	1300	158085	143662	110660	0,05	7,5
51	1254	154687	139986	108281	0,05	7,5
52	1348	161640	147496	113148	0,05	7,5
53	1736	189170	176823	132419	0,05	7,5
54	1930	202273	190608	141591	0,05	7,5
55	1955	203952	192368	142766	0,05	7,5
56	1872	198357	186497	138850	0,05	7,5
57	1376	163662	149671	114563	0,05	7,5
58	1215	151707	136750	106195	0,05	7,5
59	1251	154419	139694	108093	0,05	7,5
60	1285	156961	142448	109873	0,05	7,5
61	1285	156961	142448	109873	0,05	7,5
62	1284	156928	142412	109850	0,05	7,5
63	1282	156778	142250	109745	0,05	7,5
64	1279	156532	141984	109573	0,05	7,5
65	1276	156310	141743	109417	0,05	7,5
66	1281	156643	142103	109650	0,05	7,5
67	1285	156941	142426	109859	0,05	7,5
68	1288	157184	142689	110029	0,05	7,5
69	1289	157304	142818	110113	0,05	7,5
70	1294	157665	143208	110365	0,05	7,5
71	1292	157512	141957	110258	0,05	7,5
72	1280	156657	129110	109660	0,05	7,5
73	1258	155044	108611	108531	0,05	7,5
74	1229	152866	81270	107006	0,05	7,5
75	1189	149913	48043	104939	0,05	7,5
76	618	146109	28834	102276	0,05	7,5
77	591	94832	27933	66382	0,05	7,5
78	559	38727	26831	27109	0,05	7,5
79	520	28471	25485	19930	0,05	7,5
80	474	26989	23852	18893	0,05	7,5
81	423	25260	21921	17682	0,05	7,5
82	364	23235	16639	16265	0,05	7,5
83	299	20890	1730	14623	0,05	7,5
84	76	9590	132	6713	0,05	7,5
85	54	196	129	137	0,05	7,5
86	53	132	222	92	0,05	7,5
87	66	176	311	123	0,05	7,5
88	118	6735	1070	4715	0,05	7,5
89	95	48910	15	34237	0,05	7,5

Maximale grondspanning	:	q_v;n;max = 196 kN/m ²
Maximale gereduceerde grondspanning (incl. verkeersbelastingen)	:	q_verkeer;max = 34 kN/m ²
Maximale gereduceerde grondspanning	:	q_v;r;n;max = 34 kN/m ²
Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor)		
alleen voor verticalen in diepe situatie	:	k_v;max = 203952 kN/m ³
Maximale verticale beddingsconstante (veiligheidsfactor toegepast)		
alleen voor verticalen in diepe situatie	:	k_v;max = 407904 kN/m ³

4.5 Young's Modulus per Laag per Verticaal

Laag nummer	Materiaalnaam	Bepalingstype
6	Klei, zwak zandig, matig	Berekend met E100
5	Klei, schoon, slap	Berekend met E100
4	Veen, slap	Berekend met E100
3	Klei, schoon, slap	Berekend met E100
2	Zand, schoon, los	Berekend met E100
1	Zand, schoon, vast	Berekend met E100

Laag nummer	Verticaal 1 (L=-42 m)		Verticaal 2 (L=-36,978 m)		Verticaal 3 (L=-31,956 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
6	0,000	1,960	0,000	1,953	0,000	1,946
5	0,163	0,210	0,163	0,210	0,162	0,209
4	0,084	0,091	0,084	0,090	0,084	0,090
3	0,227	0,287	0,226	0,287	0,226	0,286
2	10,606	15,296	10,594	15,288	10,582	15,280
1	61,185	98,405	61,153	98,386	61,121	98,366

Laag nummer	Verticaal 4 (L=-26,934 m)		Verticaal 5 (L=-21,912 m)		Verticaal 6 (L=-16,89 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
6	0,000	1,939	0,000	1,932	0,000	1,925
5	0,162	0,209	0,161	0,208	0,160	0,208
4	0,084	0,090	0,083	0,090	0,083	0,090
3	0,225	0,286	0,224	0,285	0,224	0,285
2	10,571	15,272	10,559	15,264	10,548	15,256
1	61,089	98,346	61,057	98,326	61,025	98,306

Laag nummer	Verticaal 7 (L=-11,868 m)		Verticaal 8 (L=-6,846 m)		Verticaal 9 (L=-1,824 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
6	0,000	1,918	0,000	1,911	0,000	1,904
5	0,160	0,207	0,159	0,207	0,159	0,206
4	0,083	0,089	0,083	0,089	0,082	0,089
3	0,223	0,284	0,223	0,284	0,222	0,283
2	10,536	15,248	10,524	15,240	10,513	15,232
1	60,992	98,286	60,960	98,266	60,928	98,246

Laag nummer	Verticaal 10 (L=3,198 m)		Verticaal 11 (L=8,22 m)		Verticaal 12 (L=13,242 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
6	0,000	1,897	0,000	1,877	0,000	1,846
5	0,158	0,206	0,156	0,204	0,154	0,202
4	0,082	0,089	0,082	0,088	0,081	0,087
3	0,222	0,283	0,220	0,281	0,218	0,279
2	10,501	15,224	10,467	15,200	10,416	15,166
1	60,896	98,226	60,802	98,167	60,662	98,081

Laag nummer	Verticaal 13 (L=18,264 m)		Verticaal 14 (L=23,286 m)		Verticaal 15 (L=28,308 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
6	0,000	1,822	0,000	1,848	0,000	1,844
5	0,152	0,200	0,154	0,202	0,154	0,201
4	0,080	0,086	0,081	0,087	0,081	0,087
3	0,216	0,277	0,218	0,279	0,218	0,279
2	10,375	15,137	10,419	15,167	10,412	15,163
1	60,549	98,011	60,669	98,085	60,652	98,075

Laag nummer	Verticaal 16 (L=33,33 m)		Verticaal 17 (L=38,352 m)		Verticaal 18 (L=43,374 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
6	0,000	1,862	0,000	1,824	0,000	1,678

Laag nummer	Verticaal 16 (L=33,33 m)		Verticaal 17 (L=38,352 m)		Verticaal 18 (L=43,374 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
5	0,155	0,203	0,152	0,200	0,140	0,189
4	0,081	0,088	0,080	0,087	0,075	0,082
3	0,219	0,280	0,216	0,277	0,205	0,267
2	10,443	15,184	10,379	15,140	10,134	14,973
1	60,736	98,127	60,561	98,018	59,893	97,607

Laag nummer	Verticaal 19 (L=48,396 m)		Verticaal 20 (L=53,418 m)		Verticaal 21 (L=58,44 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
6	0,000	1,851	0,000	2,066	0,000	2,276
5	0,154	0,202	0,172	0,219	0,190	0,235
4	0,081	0,087	0,087	0,094	0,094	0,100
3	0,218	0,279	0,235	0,295	0,251	0,310
2	10,424	15,171	10,783	15,420	11,131	15,665
1	60,685	98,095	61,680	98,714	62,660	99,329

Laag nummer	Verticaal 22 (L=63,462 m)		Verticaal 23 (L=68,484 m)		Verticaal 24 (L=73,506 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
6	0,000	2,471	0,000	2,606	0,000	2,770
5	0,206	0,251	0,217	0,261	0,231	0,274
4	0,100	0,107	0,105	0,111	0,110	0,116
3	0,266	0,325	0,277	0,335	0,290	0,347
2	11,453	15,895	11,673	16,055	11,940	16,250
1	63,581	99,913	64,219	100,320	64,999	100,821

Laag nummer	Verticaal 25 (L=78,528 m)		Verticaal 26 (L=83,55 m)		Verticaal 27 (L=88,572 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
6	0,000	3,834	0,000	4,176	0,000	4,398
5	0,320	0,360	0,348	0,388	0,366	0,406
4	0,144	0,150	0,155	0,161	0,162	0,168
3	0,374	0,428	0,402	0,455	0,420	0,472
2	13,619	17,521	14,141	17,929	14,475	18,194
1	70,084	104,172	71,717	105,277	72,776	106,002

Laag nummer	Verticaal 28 (L=93,594 m)		Verticaal 29 (L=98,616 m)		Verticaal 30 (L=103,638 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
6	0,000	4,602	0,000	4,205	0,000	3,823
5	0,383	0,422	0,350	0,390	0,319	0,359
4	0,169	0,174	0,156	0,162	0,144	0,149
3	0,436	0,488	0,404	0,457	0,373	0,428
2	14,779	18,437	14,185	17,964	13,601	17,507
1	73,748	106,671	71,858	105,373	70,028	104,134

Laag nummer	Verticaal 31 (L=108,66 m)		Verticaal 32 (L=113,682 m)		Verticaal 33 (L=118,704 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
6	0,000	2,441	0,000	2,271	0,000	2,275
5	0,203	0,248	0,189	0,235	0,190	0,235
4	0,099	0,106	0,094	0,100	0,094	0,100
3	0,264	0,322	0,251	0,310	0,251	0,310
2	11,403	15,860	11,123	15,659	11,130	15,665
1	63,438	99,822	62,637	99,315	62,658	99,328

Laag nummer	Verticaal 34 (L=123,726 m)		Verticaal 35 (L=128,748 m)		Verticaal 36 (L=133,77 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
6	0,000	0,938	0,000	1,096	0,000	1,053
5	0,078	0,133	0,091	0,144	0,088	0,141
4	0,053	0,060	0,058	0,065	0,056	0,064
3	0,151	0,217	0,162	0,227	0,159	0,224
2	8,890	14,161	9,153	14,328	9,083	14,283

Laag nummer	Verticaal 34 (L=123,726 m)		Verticaal 35 (L=128,748 m)		Verticaal 36 (L=133,77 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
1	56,644	95,648	57,311	96,044	57,131	95,937

Laag nummer	Verticaal 37 (L=138,792 m)		Verticaal 38 (L=143,814 m)		Verticaal 39 (L=148,836 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
6	0,000	1,144	0,000	1,343	0,000	1,508
5	0,095	0,148	0,112	0,163	0,126	0,175
4	0,059	0,066	0,065	0,072	0,070	0,077
3	0,165	0,230	0,180	0,244	0,192	0,255
2	9,234	14,379	9,568	14,596	9,847	14,780
1	57,517	96,168	58,386	96,690	59,122	97,136

Laag nummer	Verticaal 40 (L=153,858 m)		Verticaal 41 (L=158,88 m)		Verticaal 42 (L=163,902 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
6	0,000	1,660	0,000	1,789	0,000	1,898
5	0,138	0,187	0,149	0,197	0,158	0,206
4	0,075	0,082	0,079	0,085	0,082	0,089
3	0,204	0,266	0,214	0,275	0,222	0,283
2	10,103	14,952	10,320	15,099	10,503	15,225
1	59,809	97,556	60,398	97,918	60,901	98,229

Laag nummer	Verticaal 43 (L=168,924 m)		Verticaal 44 (L=173,946 m)		Verticaal 45 (L=178,968 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
6	0,000	1,942	0,000	1,968	0,000	1,951
5	0,162	0,209	0,164	0,211	0,163	0,210
4	0,084	0,090	0,084	0,091	0,084	0,090
3	0,225	0,286	0,227	0,288	0,226	0,287
2	10,576	15,276	10,620	15,307	10,591	15,287
1	61,102	98,354	61,226	98,431	61,146	98,381

Laag nummer	Verticaal 46 (L=183,99 m)		Verticaal 47 (L=189,012 m)		Verticaal 48 (L=194,034 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
6	0,000	1,893	0,000	1,860	0,000	1,841
5	0,158	0,205	0,155	0,203	0,153	0,201
4	0,082	0,089	0,081	0,088	0,080	0,087
3	0,222	0,282	0,219	0,280	0,218	0,279
2	10,495	15,220	10,440	15,182	10,408	15,160
1	60,879	98,216	60,727	98,121	60,639	98,067

Laag nummer	Verticaal 49 (L=199,056 m)		Verticaal 50 (L=204,078 m)		Verticaal 51 (L=209,1 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
6	0,000	1,818	0,000	1,794	0,000	1,459
5	0,152	0,199	0,150	0,198	0,122	0,172
4	0,080	0,086	0,079	0,086	0,069	0,075
3	0,216	0,277	0,214	0,275	0,189	0,252
2	10,369	15,133	10,329	15,106	9,764	14,726
1	60,532	98,001	60,424	97,934	58,903	97,003

Laag nummer	Verticaal 52 (L=214,122 m)		Verticaal 53 (L=219,144 m)		Verticaal 54 (L=224,166 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
6	0,000	2,135	0,000	4,628	0,000	5,786
5	0,178	0,224	0,386	0,424	0,482	0,519
4	0,090	0,096	0,170	0,175	0,208	0,213
3	0,240	0,300	0,438	0,490	0,532	0,582
2	10,898	15,501	14,818	18,468	16,491	19,836
1	62,003	98,916	73,871	106,757	79,342	110,613

Laag nummer	Verticaal 55 (L=229,188 m)		Verticaal 56 (L=234,21 m)		Verticaal 57 (L=239,232 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
6	0,000	5,935	0,000	5,440	0,000	2,326
5	0,495	0,531	0,453	0,491	0,194	0,239
4	0,212	0,218	0,196	0,202	0,096	0,102
3	0,544	0,594	0,504	0,554	0,255	0,314
2	16,699	20,009	16,000	19,429	11,213	15,724
1	80,036	111,112	77,717	109,453	62,895	99,478

Laag nummer	Verticaal 58 (L=244,254 m)		Verticaal 59 (L=249,276 m)		Verticaal 60 (L=254,298 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
6	0,000	1,153	0,000	1,432	0,000	1,685
5	0,096	0,149	0,119	0,170	0,140	0,189
4	0,059	0,066	0,068	0,075	0,076	0,082
3	0,166	0,231	0,187	0,250	0,206	0,267
2	9,250	14,389	9,719	14,695	10,145	14,980
1	57,558	96,192	58,782	96,929	59,922	97,625

Laag nummer	Verticaal 61 (L=259,32 m)		Verticaal 62 (L=264,342 m)		Verticaal 63 (L=269,364 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
6	0,000	1,685	0,000	1,682	0,000	1,667
5	0,140	0,189	0,140	0,189	0,139	0,188
4	0,076	0,082	0,076	0,082	0,075	0,082
3	0,206	0,267	0,205	0,267	0,204	0,266
2	10,145	14,980	10,139	14,977	10,114	14,960
1	59,922	97,625	59,907	97,616	59,840	97,575

Laag nummer	Verticaal 64 (L=274,386 m)		Verticaal 65 (L=279,408 m)		Verticaal 66 (L=284,43 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
6	0,000	1,643	0,000	1,621	0,000	1,653
5	0,137	0,186	0,135	0,184	0,138	0,187
4	0,074	0,081	0,074	0,080	0,075	0,081
3	0,202	0,264	0,201	0,263	0,203	0,265
2	10,074	14,933	10,037	14,908	10,092	14,945
1	59,730	97,507	59,630	97,446	59,780	97,538

Laag nummer	Verticaal 67 (L=289,452 m)		Verticaal 68 (L=294,474 m)		Verticaal 69 (L=299,496 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
6	0,000	1,683	0,000	1,707	0,000	1,718
5	0,140	0,189	0,142	0,191	0,143	0,192
4	0,076	0,082	0,076	0,083	0,077	0,083
3	0,206	0,267	0,207	0,269	0,208	0,270
2	10,141	14,978	10,181	15,005	10,201	15,019
1	59,913	97,619	60,021	97,686	60,075	97,719

Laag nummer	Verticaal 70 (L=304,518 m)		Verticaal 71 (L=309,54 m)		Verticaal 72 (L=314,562 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
6	0,000	1,718	0,000	1,730	0,000	1,745
5	0,143	0,192	0,144	0,192	0,145	0,194
4	0,077	0,083	0,077	0,084	0,077	0,084
3	0,208	0,267	0,209	0,265	0,210	0,264
2	10,143	15,040	10,097	15,077	10,059	15,119
1	60,161	97,855	60,308	98,038	60,474	98,232

Laag nummer	Verticaal 73 (L=319,584 m)		Verticaal 74 (L=324,606 m)		Verticaal 75 (L=329,628 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
6	0,000	1,761	0,000	1,797	0,000	1,836
5	0,147	0,195	0,150	0,198	0,153	0,201
4	0,078	0,085	0,079	0,086	0,080	0,087

Laag nummer	Verticaal 73 (L=319,584 m)		Verticaal 74 (L=324,606 m)		Verticaal 75 (L=329,628 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
3	0,211	0,262	0,214	0,262	0,217	0,262
2	10,020	15,160	10,016	15,225	10,018	15,293
1	60,640	98,426	60,899	98,678	61,170	98,937

Laag nummer	Verticaal 76 (L=334,65 m)		Verticaal 77 (L=339,672 m)		Verticaal 78 (L=344,694 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
6	0,000	1,874	0,000	1,902	0,000	1,925
5	0,156	0,204	0,158	0,206	0,160	0,208
4	0,081	0,088	0,082	0,089	0,083	0,090
3	0,220	0,262	0,222	0,261	0,224	0,260
2	10,020	15,360	10,002	15,415	9,978	15,465
1	61,440	99,195	61,658	99,421	61,859	99,637

Laag nummer	Verticaal 79 (L=349,716 m)		Verticaal 80 (L=354,738 m)		Verticaal 81 (L=359,76 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
6	0,000	1,938	0,000	1,938	0,000	1,939
5	0,161	0,209	0,161	0,209	0,162	0,209
4	0,083	0,090	0,083	0,090	0,084	0,090
3	0,225	0,259	0,225	0,256	0,225	0,253
2	9,935	15,503	9,868	15,526	9,803	15,550
1	62,010	99,821	62,103	99,969	62,200	100,120

Laag nummer	Verticaal 82 (L=364,782 m)		Verticaal 83 (L=369,804 m)		Verticaal 84 (L=374,826 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
6	0,000	1,942	0,000	1,944	0,000	1,947
5	0,162	0,209	0,162	0,209	0,162	0,209
4	0,084	0,090	0,084	0,090	0,084	0,090
3	0,225	0,251	0,225	0,248	0,226	0,245
2	9,741	15,576	9,678	15,602	9,614	15,628
1	62,304	100,275	62,409	100,430	62,513	100,585

Laag nummer	Verticaal 85 (L=379,848 m)		Verticaal 86 (L=384,87 m)		Verticaal 87 (L=389,892 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
6	0,000	1,958	0,000	1,988	0,000	2,018
5	0,163	0,210	0,166	0,213	0,168	0,215
4	0,084	0,091	0,085	0,092	0,086	0,092
3	0,227	0,243	0,229	0,243	0,231	0,242
2	9,566	15,664	9,554	15,721	9,541	15,777
1	62,655	100,763	62,883	100,994	63,110	101,225

Laag nummer	Verticaal 88 (L=394,914 m)		Verticaal 89 (L=399,936 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
6	0,000	2,024	0,000	2,024
5	0,169	0,215	0,169	0,215
4	0,086	0,093	0,086	0,093
3	0,232	0,240	0,232	0,237
2	9,483	15,807	9,413	15,830
1	63,228	101,388	63,319	101,534

5 Gegevens voor Sterkteberekening

5.1 Algemene Gegevens

Aantal leidingen in bundel	:	Npipes = 4 [-]
Diameter leiding	:	Do = 315,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 28,70 mm
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m ³
Diameter leiding	:	Do = 315,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 28,70 mm
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m ³
Diameter leiding	:	Do = 315,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 28,70 mm
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m ³
Diameter leiding	:	Do = 315,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 28,70 mm
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m ³
Equivalent diameter leiding	:	Do = 831,29 mm
Equivalent nominale wanddikte	:	t = 41,62 mm
Equivalent volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m ³
Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor)	:	k_v;max = 107801 kN/m ³
Volumegewicht boorvloeistof	:	gamma_b = 11,50 kN/m ³
Kromtestraal op rollenbaan (intrekboog)	:	Rrol = 500,000 m
Wrijvingscoëfficiënt leiding/rollenbaan	:	f1 = 0,10
Wrijving tussen leiding en boorvloeistof	:	f2 = 0,000050 N/mm ²
Wrijvingscoëfficiënt leiding/grond	:	f3 = 0,20

5.2 Ballasten Leiding

Het opdrijvend vermogen van de productbuis in de boorvloeistof heeft invloed op de wrijving tussen de grond en de leiding. Door het ballasten van de leiding neemt de opwaartse kracht van de leiding in de boorvloeistof af. Bij een optimaal vullingpercentage is de wrijvingskracht tussen de leiding en de wand van het boorgat minimaal

Bij een vulling percentage van 0% ontstaat het volgende resulterende gewicht.

Opwaartse kracht	:	365	[kg/m]
Gewicht productbuis (inclusief vulling)	:	100	[kg/m]
Resultaat	:	265	[kg/m] (Leiding beweegt opwaarts)

5.3 Trekkraftberekening

Tijdens het intrekken van de leiding door het boorgat ondervindt de buis een wrijving die is opgebouwd uit:

- wrijving tussen buis en rollenbaan (f1 = 0,10)
- wrijving tussen buis en boorvloeistof (f2 = 0,000050 [N/mm²])
- wrijving tussen buis en grond (f3 = 0,20)

Door het optreden van wrijving tijdens het intrekken ontstaat een trekkraft in de leiding. De pijpleiding wordt van rechts naar links ingetrokken.

Bij het berekenen van de trekkraften wordt rekening gehouden met het feit dat de lengte van de buis op de rollenbaan afneemt naarmate de doortrekkoperatie vordert. Bij het berekenen van de trekkraft wordt uitgegaan van een stabiel boorgat.

Karakteristieke punten	Lengte leiding in gat (m)	Karakteristieke waarde voor de trekkraft (kN)
T1	0	44
T2	37	65

Karakteristieke punten	Lengte leiding in gat (m)	Karakteristieke waarde voor de trekkracht (kN)
T3	103	110
T4	346	269
T5	411	326
T6	448	346

De berekende waarden van de trekkracht zijn karakteristieke waarden waarop nog een totaal factor voor stochastische variatie en modelonzekerheid (f) van tenminste 1.4 moet worden toegepast in de sterkte berekening, volgens art. E.1.2.1 van NEN 3650-1:2012. In de sterkteberekening (volgend hoofdstuk) is een factor van 1,80 gebruikt en een belasting factor van 1,00.

6 Sterkteberekening van Pipe 1: leiding no. 1

6.1 Materiaalgegevens van Pipe 1: leiding no. 1

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Leiding materiaal	:	Polyetheen PE100
Buiten- diameter	:	Do = 315,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 28,70 mm
Ontwerpdruk	:	pd = 0,00 bar
Test druk	:	pt = 0,00 bar
Temperatuur variatie	:	dt = 0,00 deg Celcius
Lengte leiding	:	L = 448 m
Elasticiteitsmodulus (kort)	:	E = 975 N/mm ²
Elasticiteitsmodulus (lang)	:	E = 350 N/mm ²
Toelaatbare spanning (kort)	:	S = 10 N/mm ²
Toelaatbare spanning (lang)	:	S = 8 N/mm ²
Importantie factor (S)	:	S = 1,00
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m ³
Opleghoek	:	beta = 30 graden
Belastingshoek	:	alfa = 30 graden
Momentcoëfficiënt grond top (indirect)	:	kt' = 0,078
Momentcoëfficiënt grond bodem (indirect)	:	kb' = 0,179
Momentcoëfficiënt grond top (direct)	:	kt = 0,257
Momentcoëfficiënt bodem (direct)	:	kb = 0,257
Deflectiecoëfficiënt (indirect)	:	ky' = 0,071
Deflectiecoëfficiënt (direct)	:	ky = 0,143
Maximale gereduc. vert. grondbelasting (zonder veiligheidsfactor)	:	q_v;r;n;max = 34 kN/m ²
Verkeersbelasting (zonder veiligheidsfactor)	:	q_v = 0 kN/m ²
Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor)	:	k_v;max = 203952 kN/m ³
Gebruikte straal (exclusief veiligheidsfactoren)	:	Rmin = 220,000 m
Belastingsfactor aanlegbelasting	:	f_install = 1,00
Belastingsfactor gereduc. neut. grondspan. q_n;r	:	f_Qnr = 1,50
Belastingsfactor ontwerpdruk	:	f_pd = 1,00
Belastingsfactor ontwerpdruk (combinatie)	:	f_pd;comb = 1,00
Belastingsfactor testdruk	:	f_pt = 1,00
Belastingsfactor temperatuur	:	f_temp = 1,10
Belastingsfactor verkeersbelasting	:	f_v = 1,35
Onzekerheidsfactor kromte straal	:	f_R = 1,10
Onzekerheidsfactor beddingsconstante	:	f_kv = 2,00
Onzekerheidsfactor buigend moment	:	f_k = 1,40
Totaalfactor op trekkracht voor stoch. varia. en modelonzekerheid	:	f = 1,80
Lineaire uitzettingscoëfficiënt gemiddeld tussen t1 en t2	:	alfa_g = 0,0001600 mm/mmK

6.2 Resultaten Sterkteberekening van Pipe 1: leiding no. 1

Voor de berekening worden 5 belasting fasen onderscheiden:

- Belasting combinatie 1A: begin trekoperatie
- Belasting combinatie 1B: einde van trekoperatie
- Belasting combinatie 2: intern op druk brengen
- Belasting combinatie 3: bedrijfsfase, niet op druk
- Belasting combinatie 4: bedrijfsfase, op druk

De wanddikte is 28,7 mm. Hierna wordt door middel van een berekening conform NEN 3650 serie aangetoond dat deze wanddikte voldoet

6.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie

Axiale spanning:

$$\sigma_b = Mb/Wb = f_k E \cdot I_b / (R_{rol} \cdot W_b) = 0,43 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_t = f \cdot f_{install} \cdot T1/A = f \cdot f_{install} (L_{rol} \cdot Q \cdot f1)/A = 0,77 \text{ N/mm}^2$$

Maximale axiale spanning $\Sigma_{a,max}$	=	1,05	N/mm ²
---	---	------	-------------------

De tangentele spanning is in deze fase verwaarloosbaar.

6.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie

Axiale spanning:

$\Sigma_b = Mb/Wb = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot Wb)$	=	0,98	N/mm ²
---	---	------	-------------------

$\Sigma_t = f \cdot f_{install} \cdot T_{max}/A$	=	6,04	N/mm ²
--	---	------	-------------------

Maximale axiale spanning $\Sigma_{a,max}$	=	6,67	N/mm ²
---	---	------	-------------------

Tangentele spanning:

Belasting q_r op de leiding ten gevolge van grondreactie bij bochten (volgens NEN 3650-1 katern-5 D3.3):

$$q_r = k_v \cdot y = (0.322 \cdot \lambda^2 \cdot E \cdot I) / (D_o \cdot R / f_R)$$

$\lambda = (f_{kv} \cdot k_v \cdot D_o / (4 \cdot E \cdot I))^{0.25}$	=	3,3E-3	1/mm
---	---	--------	------

q_r	=	0,0148	N/mm ²
-------	---	--------	-------------------

$\Sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g / W_w) \cdot D_o$	=	0,87	N/mm ²
--	---	------	-------------------

Maximale tangentele spanning $\Sigma_{t,max}$	=	0,57	N/mm ²
---	---	------	-------------------

6.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen

Ten gevolge van inwendige druk :

$\Sigma_{py} = f_{pd} \cdot p_d \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2))$	=	0,00	N/mm ²
--	---	------	-------------------

$\Sigma_{px} = 0.5 \cdot \Sigma_{py}$	=	0,00	N/mm ²
---------------------------------------	---	------	-------------------

$\Sigma_{ptest} = f_{pt} \cdot p_t \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2))$	=	0,00	N/mm ²
---	---	------	-------------------

6.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie

Axiale spanning:

$\Sigma_b = Mb/Wb = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot Wb)$	=	0,35	N/mm ²
---	---	------	-------------------

Maximale axiale spanning $\Sigma_{a,max}$	=	0,23	N/mm ²
---	---	------	-------------------

Tangentele spanning:

$\Sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g / W_w) \cdot D_o$	=	0,52	N/mm ²
--	---	------	-------------------

$\Sigma_{qn} = k \cdot q_n \cdot (r_g / W_w) \cdot D_o$	=	4,25	N/mm ²
---	---	------	-------------------

Maximale tangentele spanning $\Sigma_{t,max}$	=	3,10	N/mm ²
---	---	------	-------------------

6.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk

Axiale spanning:

$\Sigma_b = Mb/Wb = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot Wb)$	=	0,35	N/mm ²
---	---	------	-------------------

Ten gevolge van inwendige druk :

$\Sigma_{py} = f_{pd} \cdot p_d \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2))$	=	0,00	N/mm ²
--	---	------	-------------------

$\text{Sigma}_{px} = 0.5 \cdot \text{Sigma}_{py}$	=	0,00	N/mm ²
$\text{Sigma}_{ptest} = f_{pt} \cdot pt \cdot ((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))$	=	0,00	N/mm ²
$\text{Sigma}_{Temp} = dt \cdot \text{gamma}_t \cdot \text{alpha}_g \cdot E$	=	0,00	N/mm ²
Maximale axiale spanning $\text{Sigma}_{a,max}$	=	0,23	N/mm ²
Tangentiele spanning:			
$\text{Sigma}_{qr} = k' \cdot qr \cdot (rg/Ww) \cdot Do$	=	0,52	N/mm ²
$\text{Sigma}_{qn} = k \cdot qn \cdot (rg/Ww) \cdot Do$	=	4,25	N/mm ²
'Rerounding'-factor F_{rr}	=	1,000	
'Rerounding'-factor F'_{rr}	=	1,000	
$\text{Sigma}_{t,max} = \text{Sigma}_{py} + ((F'_{rr} \cdot \text{Sigma}_{qr}) + (F_{rr} \cdot \text{Sigma}_{qn}))$			
Maximale tangentele spanning $\text{Sigma}_{t,max}$	=	3,10	N/mm ²

6.3 Controle van de Berekende Spanningen van Pipe 1: leiding no. 1

Belasting combinatie 1

- $\text{Sigma}_{AxMax} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\text{Sigma}_{TanMax} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Belasting combinatie 2

- $\text{Sigma}_{ptest} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\text{Sigma}_{py} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Belasting combinatie 3

- $\text{Sigma}_{AxMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\text{Sigma}_{TanMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Belasting combinatie 4

- $\text{Sigma}_{AxMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\text{Sigma}_{TanMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Voor alle spanningssituaties zijn de spanningen toelaatbaar.

	Max toelaatbare spanning [N/mm ²]	Spannings combinatie 1A	Spannings combinatie 1B	Spannings combinatie 2	Spannings combinatie 3	Spannings combinatie 4
Sigma_{ptest}	10,00 (kort)	-	-	0,00	-	-
Sigma_{py}	8,00 (lang)	-	-	0,00	-	-
Sigma_{axiaal}	10,00 (kort)	1,05	6,67	-	-	-
Sigma_{axiaal}	8,00 (lang)	-	-	-	0,23	0,23
$\text{Sigma}_{tang...}$	10,00 (kort)	-	0,57	-	-	-
$\text{Sigma}_{tang...}$	8,00 (lang)	-	-	-	3,10	3,10

Spanningen in de leiding [N/mm²]

De deflectie van de leiding is 6,3 mm (2,01% x Do). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding is 25,2 mm (8,00% x S x Do). De deflectie is toelaatbaar.

De maximaal toelaatbare deflectie bij inspectie ('piggability') is 15,8 mm (5,00% x Do). De deflectie is toelaatbaar.

6.4 Toetsing op Implosie van Pipe 1: leiding no. 1

Tijdens het intrekken wordt de leiding belast door de heersende bentoniedruk. De hoogste minimaal benodigde druk tijdens het intrekken is gelijk aan 246 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 1559 kN/m².

Tijdens de bedrijfstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 168 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 280 kN/m².

7 Sterkteberekening van Pipe 2: leiding no. 2

7.1 Materiaalgegevens van Pipe 2: leiding no. 2

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Leiding materiaal	:	Polyetheen PE100
Buiten- diameter	:	Do = 315,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 28,70 mm
Ontwerpdruk	:	pd = 0,00 bar
Test druk	:	pt = 0,00 bar
Temperatuur variatie	:	dt = 0,00 deg Celcius
Lengte leiding	:	L = 448 m
Elasticiteitsmodulus (kort)	:	E = 975 N/mm ²
Elasticiteitsmodulus (lang)	:	E = 350 N/mm ²
Toelaatbare spanning (kort)	:	S = 10 N/mm ²
Toelaatbare spanning (lang)	:	S = 8 N/mm ²
Importantie factor (S)	:	S = 1,00
Volumegegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m ³
Opleghoek	:	beta = 30 graden
Belastingshoek	:	alfa = 30 graden
Momentcoëfficiënt grond top (indirect)	:	kt' = 0,078
Momentcoëfficiënt grond bodem (indirect)	:	kb' = 0,179
Momentcoëfficiënt grond top (direct)	:	kt = 0,257
Momentcoëfficiënt bodem (direct)	:	kb = 0,257
Deflectiecoëfficiënt (indirect)	:	ky' = 0,071
Deflectiecoëfficiënt (direct)	:	ky = 0,143
Maximale gereduc. vert. grondbelasting (zonder veiligheidsfactor)	:	q_v;r;n;max = 34 kN/m ²
Verkeersbelasting (zonder veiligheidsfactor)	:	q_v = 0 kN/m ²
Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor)	:	k_v;max = 203952 kN/m ³
Gebruikte straal (exclusief veiligheidsfactoren)	:	Rmin = 220,000 m
Belastingsfactor aanlegbelasting	:	f_install = 1,00
Belastingsfactor gereduc. neut. grondspan. q_n;r	:	f_Qnr = 1,50
Belastingsfactor ontwerpdruk	:	f_pd = 1,00
Belastingsfactor ontwerpdruk (combinatie)	:	f_pd;comb = 1,00
Belastingsfactor testdruk	:	f_pt = 1,00
Belastingsfactor temperatuur	:	f_temp = 1,10
Belastingsfactor verkeersbelasting	:	f_v = 1,35
Onzekerheidsfactor kromte straal	:	f_R = 1,10
Onzekerheidsfactor beddingsconstante	:	f_kv = 2,00
Onzekerheidsfactor buigend moment	:	f_k = 1,40
Totaalfactor op trekkracht voor stoch. varia. en modelonzekerheid	:	f = 1,80
Lineaire uitzettingscoëfficiënt gemiddeld tussen t1 en t2	:	alfa_g = 0,0001600 mm/mmK

7.2 Resultaten Sterkteberekening van Pipe 2: leiding no. 2

Voor de berekening worden 5 belasting fasen onderscheiden:

- Belasting combinatie 1A: begin trekoperatie
- Belasting combinatie 1B: einde van trekoperatie
- Belasting combinatie 2: intern op druk brengen
- Belasting combinatie 3: bedrijfsfase, niet op druk
- Belasting combinatie 4: bedrijfsfase, op druk

De wanddikte is 28,7 mm. Hierna wordt door middel van een berekening conform NEN 3650 serie aangetoond dat deze wanddikte voldoet

7.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie

Axiale spanning:

$$\begin{aligned} \sigma_b &= M_b/W_b = f_k E \cdot I_b / (R_{rol} \cdot W_b) &= & 0,43 & \text{N/mm}^2 \\ \sigma_t &= f \cdot f_{install} \cdot T_1/A = f \cdot f_{install} (L_{rol} \cdot Q \cdot f_1)/A &= & 0,77 & \text{N/mm}^2 \end{aligned}$$

Maximale axiale spanning $\sigma_{a,max}$	=	1,05	N/mm ²
---	---	------	-------------------

De tangentele spanning is in deze fase verwaarloosbaar.

7.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie

Axiale spanning:

$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot W_b)$	=	0,98	N/mm ²
--	---	------	-------------------

$\sigma_t = f \cdot f_{install} \cdot T_{max}/A$	=	6,04	N/mm ²
--	---	------	-------------------

Maximale axiale spanning $\sigma_{a,max}$	=	6,67	N/mm ²
---	---	------	-------------------

Tangentele spanning:

Belasting q_r op de leiding ten gevolge van grondreactie bij bochten (volgens NEN 3650-1 katern-5 D3.3):

$$q_r = k_v \cdot y = (0,322 \cdot \lambda^2 \cdot E \cdot I) / (D_o \cdot R / f_R)$$

$\lambda = (f_{kv} \cdot k_v \cdot D_o / (4 \cdot E \cdot I))^{0,25}$	=	3,3E-3	1/mm
---	---	--------	------

q_r	=	0,0148	N/mm ²
-------	---	--------	-------------------

$\sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o$	=	0,87	N/mm ²
--	---	------	-------------------

Maximale tangentele spanning $\sigma_{t,max}$	=	0,57	N/mm ²
---	---	------	-------------------

7.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen

Ten gevolge van inwendige druk :

$\sigma_{py} = f_{pd} \cdot p_d \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2))$	=	0,00	N/mm ²
--	---	------	-------------------

$\sigma_{px} = 0,5 \cdot \sigma_{py}$	=	0,00	N/mm ²
---------------------------------------	---	------	-------------------

$\sigma_{ptest} = f_{pt} \cdot p_t \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2))$	=	0,00	N/mm ²
---	---	------	-------------------

7.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie

Axiale spanning:

$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot W_b)$	=	0,35	N/mm ²
--	---	------	-------------------

Maximale axiale spanning $\sigma_{a,max}$	=	0,23	N/mm ²
---	---	------	-------------------

Tangentele spanning:

$\sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o$	=	0,52	N/mm ²
--	---	------	-------------------

$\sigma_{qn} = k \cdot q_n \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o$	=	4,25	N/mm ²
---	---	------	-------------------

Maximale tangentele spanning $\sigma_{t,max}$	=	3,10	N/mm ²
---	---	------	-------------------

7.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk

Axiale spanning:

$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot W_b)$	=	0,35	N/mm ²
--	---	------	-------------------

Ten gevolge van inwendige druk :

$\sigma_{py} = f_{pd} \cdot p_d \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2))$	=	0,00	N/mm ²
--	---	------	-------------------

$\text{Sigma}_{px} = 0.5 \cdot \text{Sigma}_{py}$	=	0,00	N/mm ²
$\text{Sigma}_{ptest} = f_{pt} \cdot pt \cdot ((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))$	=	0,00	N/mm ²
$\text{Sigma}_{Temp} = dt \cdot \text{gamma}_t \cdot \text{alpha}_g \cdot E$	=	0,00	N/mm ²
Maximale axiale spanning $\text{Sigma}_{a,max}$	=	0,23	N/mm ²
Tangentiele spanning:			
$\text{Sigma}_{qr} = k' \cdot qr \cdot (rg/Ww) \cdot Do$	=	0,52	N/mm ²
$\text{Sigma}_{qn} = k \cdot qn \cdot (rg/Ww) \cdot Do$	=	4,25	N/mm ²
'Rerounding'-factor F_{rr}	=	1,000	
'Rerounding'-factor F'_{rr}	=	1,000	
$\text{Sigma}_{t,max} = \text{Sigma}_{py} + ((F'_{rr} \cdot \text{Sigma}_{qr}) + (F_{rr} \cdot \text{Sigma}_{qn}))$			
Maximale tangentele spanning $\text{Sigma}_{t,max}$	=	3,10	N/mm ²

7.3 Controle van de Berekende Spanningen van Pipe 2: leiding no. 2

Belasting combinatie 1

- $\text{Sigma}_{AxMax} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\text{Sigma}_{TanMax} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Belasting combinatie 2

- $\text{Sigma}_{ptest} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\text{Sigma}_{py} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Belasting combinatie 3

- $\text{Sigma}_{AxMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\text{Sigma}_{TanMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Belasting combinatie 4

- $\text{Sigma}_{AxMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\text{Sigma}_{TanMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Voor alle spanningssituaties zijn de spanningen toelaatbaar.

	Max toelaatbare spanning [N/mm ²]	Spannings combinatie 1A	Spannings combinatie 1B	Spannings combinatie 2	Spannings combinatie 3	Spannings combinatie 4
Sigma_{ptest}	10,00 (kort)	-	-	0,00	-	-
Sigma_{py}	8,00 (lang)	-	-	0,00	-	-
Sigma_{axiaal}	10,00 (kort)	1,05	6,67	-	-	-
Sigma_{axiaal}	8,00 (lang)	-	-	-	0,23	0,23
$\text{Sigma}_{tang...}$	10,00 (kort)	-	0,57	-	-	-
$\text{Sigma}_{tang...}$	8,00 (lang)	-	-	-	3,10	3,10

Spanningen in de leiding [N/mm²]

De deflectie van de leiding is 6,3 mm (2,01% x Do). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding is 25,2 mm (8,00% x S x Do). De deflectie is toelaatbaar.

De maximaal toelaatbare deflectie bij inspectie ('piggability') is 15,8 mm (5,00% x Do). De deflectie is toelaatbaar.

7.4 Toetsing op Implosie van Pipe 2: leiding no. 2

Tijdens het intrekken wordt de leiding belast door de heersende bentoniedruk. De hoogste minimaal benodigde druk tijdens het intrekken is gelijk aan 246 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 1559 kN/m².

Tijdens de bedrijfstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 168 kN/m^2 , dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 280 kN/m^2 .

8 Sterkteberekening van Pipe 3: leiding no. 3

8.1 Materiaalgegevens van Pipe 3: leiding no. 3

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Leiding materiaal	:	Polyetheen PE100
Buiten- diameter	:	Do = 315,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 28,70 mm
Ontwerpdruk	:	pd = 0,00 bar
Test druk	:	pt = 0,00 bar
Temperatuur variatie	:	dt = 0,00 deg Celcius
Lengte leiding	:	L = 448 m
Elasticiteitsmodulus (kort)	:	E = 975 N/mm ²
Elasticiteitsmodulus (lang)	:	E = 350 N/mm ²
Toelaatbare spanning (kort)	:	S = 10 N/mm ²
Toelaatbare spanning (lang)	:	S = 8 N/mm ²
Importantie factor (S)	:	S = 1,00
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m ³
Opleghoek	:	beta = 30 graden
Belastingshoek	:	alfa = 30 graden
Momentcoëfficiënt grond top (indirect)	:	kt' = 0,078
Momentcoëfficiënt grond bodem (indirect)	:	kb' = 0,179
Momentcoëfficiënt grond top (direct)	:	kt = 0,257
Momentcoëfficiënt bodem (direct)	:	kb = 0,257
Deflectiecoëfficiënt (indirect)	:	ky' = 0,071
Deflectiecoëfficiënt (direct)	:	ky = 0,143
Maximale gereduc. vert. grondbelasting (zonder veiligheidsfactor)	:	q_v;r;n;max = 34 kN/m ²
Verkeersbelasting (zonder veiligheidsfactor)	:	q_v = 0 kN/m ²
Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor)	:	k_v;max = 203952 kN/m ³
Gebruikte straal (exclusief veiligheidsfactoren)	:	Rmin = 220,000 m
Belastingsfactor aanlegbelasting	:	f_install = 1,00
Belastingsfactor gereduc. neut. grondspan. q_n;r	:	f_Qnr = 1,50
Belastingsfactor ontwerpdruk	:	f_pd = 1,00
Belastingsfactor ontwerpdruk (combinatie)	:	f_pd;comb = 1,00
Belastingsfactor testdruk	:	f_pt = 1,00
Belastingsfactor temperatuur	:	f_temp = 1,10
Belastingsfactor verkeersbelasting	:	f_v = 1,35
Onzekerheidsfactor kromte straal	:	f_R = 1,10
Onzekerheidsfactor beddingsconstante	:	f_kv = 2,00
Onzekerheidsfactor buigend moment	:	f_k = 1,40
Totaalfactor op trekkracht voor stoch. varia. en modelonzekerheid	:	f = 1,80
Lineaire uitzettingscoëfficiënt gemiddeld tussen t1 en t2	:	alfa_g = 0,0001600 mm/mmK

8.2 Resultaten Sterkteberekening van Pipe 3: leiding no. 3

Voor de berekening worden 5 belasting fasen onderscheiden:

- Belasting combinatie 1A: begin trekoperatie
- Belasting combinatie 1B: einde van trekoperatie
- Belasting combinatie 2: intern op druk brengen
- Belasting combinatie 3: bedrijfsfase, niet op druk
- Belasting combinatie 4: bedrijfsfase, op druk

De wanddikte is 28,7 mm. Hierna wordt door middel van een berekening conform NEN 3650 serie aangetoond dat deze wanddikte voldoet

8.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie

Axiale spanning:

$$\sigma_b = M_b/W_b = f_k E \cdot I_b / (R_{rol} \cdot W_b) = 0,43 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\sigma_t = f \cdot f_{install} \cdot T_1/A = f \cdot f_{install} (L_{rol} \cdot Q \cdot f_1)/A = 0,77 \quad \text{N/mm}^2$$

Maximale axiale spanning $\Sigma_{a,max}$	=	1,05	N/mm ²
---	---	------	-------------------

De tangentele spanning is in deze fase verwaarloosbaar.

8.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie

Axiale spanning:

$\Sigma_b = Mb/Wb = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot Wb)$	=	0,98	N/mm ²
---	---	------	-------------------

$\Sigma_t = f \cdot f_{install} \cdot T_{max}/A$	=	6,04	N/mm ²
--	---	------	-------------------

Maximale axiale spanning $\Sigma_{a,max}$	=	6,67	N/mm ²
---	---	------	-------------------

Tangentele spanning:

Belasting q_r op de leiding ten gevolge van grondreactie bij bochten (volgens NEN 3650-1 katern-5 D3.3):

$$q_r = k_v \cdot y = (0.322 \cdot \lambda^2 \cdot E \cdot I) / (D_o \cdot R / f_R)$$

$\lambda = (f_{kv} \cdot k_v \cdot D_o / (4 \cdot E \cdot I))^{0.25}$	=	3,3E-3	1/mm
---	---	--------	------

q_r	=	0,0148	N/mm ²
-------	---	--------	-------------------

$\Sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g / W_w) \cdot D_o$	=	0,87	N/mm ²
--	---	------	-------------------

Maximale tangentele spanning $\Sigma_{t,max}$	=	0,57	N/mm ²
---	---	------	-------------------

8.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen

Ten gevolge van inwendige druk :

$\Sigma_{py} = f_{pd} \cdot p_d \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2))$	=	0,00	N/mm ²
--	---	------	-------------------

$\Sigma_{px} = 0.5 \cdot \Sigma_{py}$	=	0,00	N/mm ²
---------------------------------------	---	------	-------------------

$\Sigma_{ptest} = f_{pt} \cdot p_t \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2))$	=	0,00	N/mm ²
---	---	------	-------------------

8.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie

Axiale spanning:

$\Sigma_b = Mb/Wb = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot Wb)$	=	0,35	N/mm ²
---	---	------	-------------------

Maximale axiale spanning $\Sigma_{a,max}$	=	0,23	N/mm ²
---	---	------	-------------------

Tangentele spanning:

$\Sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g / W_w) \cdot D_o$	=	0,52	N/mm ²
--	---	------	-------------------

$\Sigma_{qn} = k \cdot q_n \cdot (r_g / W_w) \cdot D_o$	=	4,25	N/mm ²
---	---	------	-------------------

Maximale tangentele spanning $\Sigma_{t,max}$	=	3,10	N/mm ²
---	---	------	-------------------

8.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk

Axiale spanning:

$\Sigma_b = Mb/Wb = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot Wb)$	=	0,35	N/mm ²
---	---	------	-------------------

Ten gevolge van inwendige druk :

$\Sigma_{py} = f_{pd} \cdot p_d \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2))$	=	0,00	N/mm ²
--	---	------	-------------------

$\text{Sigma}_{px} = 0.5 \cdot \text{Sigma}_{py}$	=	0,00	N/mm ²
$\text{Sigma}_{ptest} = f_{pt} \cdot pt \cdot ((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))$	=	0,00	N/mm ²
$\text{Sigma}_{Temp} = dt \cdot \text{gamma}_t \cdot \text{alpha}_g \cdot E$	=	0,00	N/mm ²
Maximale axiale spanning $\text{Sigma}_{a,max}$	=	0,23	N/mm ²
Tangentiele spanning:			
$\text{Sigma}_{qr} = k' \cdot qr \cdot (rg/Ww) \cdot Do$	=	0,52	N/mm ²
$\text{Sigma}_{qn} = k \cdot qn \cdot (rg/Ww) \cdot Do$	=	4,25	N/mm ²
'Rerounding'-factor F_{rr}	=	1,000	
'Rerounding'-factor F'_{rr}	=	1,000	
$\text{Sigma}_{t,max} = \text{Sigma}_{py} + ((F'_{rr} \cdot \text{Sigma}_{qr}) + (F_{rr} \cdot \text{Sigma}_{qn}))$			
Maximale tangentele spanning $\text{Sigma}_{t,max}$	=	3,10	N/mm ²

8.3 Controle van de Berekende Spanningen van Pipe 3: leiding no. 3

Belasting combinatie 1

- $\text{Sigma}_{AxMax} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\text{Sigma}_{TanMax} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Belasting combinatie 2

- $\text{Sigma}_{ptest} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\text{Sigma}_{py} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Belasting combinatie 3

- $\text{Sigma}_{AxMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\text{Sigma}_{TanMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Belasting combinatie 4

- $\text{Sigma}_{AxMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\text{Sigma}_{TanMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Voor alle spanningssituaties zijn de spanningen toelaatbaar.

	Max toelaatbare spanning [N/mm ²]	Spannings combinatie 1A	Spannings combinatie 1B	Spannings combinatie 2	Spannings combinatie 3	Spannings combinatie 4
Sigma_{ptest}	10,00 (kort)	-	-	0,00	-	-
Sigma_{py}	8,00 (lang)	-	-	0,00	-	-
Sigma_{axiaal}	10,00 (kort)	1,05	6,67	-	-	-
Sigma_{axiaal}	8,00 (lang)	-	-	-	0,23	0,23
$\text{Sigma}_{tang...}$	10,00 (kort)	-	0,57	-	-	-
$\text{Sigma}_{tang...}$	8,00 (lang)	-	-	-	3,10	3,10

Spanningen in de leiding [N/mm²]

De deflectie van de leiding is 6,3 mm (2,01% x Do). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding is 25,2 mm (8,00% x S x Do). De deflectie is toelaatbaar.

De maximaal toelaatbare deflectie bij inspectie ('piggability') is 15,8 mm (5,00% x Do). De deflectie is toelaatbaar.

8.4 Toetsing op Implosie van Pipe 3: leiding no. 3

Tijdens het intrekken wordt de leiding belast door de heersende bentoniedruk. De hoogste minimaal benodigde druk tijdens het intrekken is gelijk aan 246 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 1559 kN/m².

Tijdens de bedrijfstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 168 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 280 kN/m².

9 Sterkteberekening van Pipe 4: leiding no. 4

9.1 Materiaalgegevens van Pipe 4: leiding no. 4

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Leiding materiaal	:	Polyetheen PE100
Buiten- diameter	:	Do = 315,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 28,70 mm
Ontwerpdruk	:	pd = 0,00 bar
Test druk	:	pt = 0,00 bar
Temperatuur variatie	:	dt = 0,00 deg Celcius
Lengte leiding	:	L = 448 m
Elasticiteitsmodulus (kort)	:	E = 975 N/mm ²
Elasticiteitsmodulus (lang)	:	E = 350 N/mm ²
Toelaatbare spanning (kort)	:	S = 10 N/mm ²
Toelaatbare spanning (lang)	:	S = 8 N/mm ²
Importantie factor (S)	:	S = 1,00
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m ³
Opleghoek	:	beta = 30 graden
Belastingshoek	:	alfa = 30 graden
Momentcoëfficiënt grond top (indirect)	:	kt' = 0,078
Momentcoëfficiënt grond bodem (indirect)	:	kb' = 0,179
Momentcoëfficiënt grond top (direct)	:	kt = 0,257
Momentcoëfficiënt bodem (direct)	:	kb = 0,257
Deflectiecoëfficiënt (indirect)	:	ky' = 0,071
Deflectiecoëfficiënt (direct)	:	ky = 0,143
Maximale gereduc. vert. grondbelasting (zonder veiligheidsfactor)	:	q_v;r;n;max = 34 kN/m ²
Verkeersbelasting (zonder veiligheidsfactor)	:	q_v = 0 kN/m ²
Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor)	:	k_v;max = 203952 kN/m ³
Gebruikte straal (exclusief veiligheidsfactoren)	:	Rmin = 220,000 m
Belastingsfactor aanlegbelasting	:	f_install = 1,00
Belastingsfactor gereduc. neut. grondspan. q_n;r	:	f_Qnr = 1,50
Belastingsfactor ontwerpdruk	:	f_pd = 1,00
Belastingsfactor ontwerpdruk (combinatie)	:	f_pd;comb = 1,00
Belastingsfactor testdruk	:	f_pt = 1,00
Belastingsfactor temperatuur	:	f_temp = 1,10
Belastingsfactor verkeersbelasting	:	f_v = 1,35
Onzekerheidsfactor kromte straal	:	f_R = 1,10
Onzekerheidsfactor beddingsconstante	:	f_kv = 2,00
Onzekerheidsfactor buigend moment	:	f_k = 1,40
Totaalfactor op trekkracht voor stoch. varia. en modelonzekerheid	:	f = 1,80
Lineaire uitzettingscoëfficiënt gemiddeld tussen t1 en t2	:	alfa_g = 0,0001600 mm/mmK

9.2 Resultaten Sterkteberekening van Pipe 4: leiding no. 4

Voor de berekening worden 5 belasting fasen onderscheiden:

- Belasting combinatie 1A: begin trekoperatie
- Belasting combinatie 1B: einde van trekoperatie
- Belasting combinatie 2: intern op druk brengen
- Belasting combinatie 3: bedrijfsfase, niet op druk
- Belasting combinatie 4: bedrijfsfase, op druk

De wanddikte is 28,7 mm. Hierna wordt door middel van een berekening conform NEN 3650 serie aangetoond dat deze wanddikte voldoet

9.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie

Axiale spanning:

$$\sigma_b = M_b/W_b = f_k E \cdot I_b / (R_{rol} \cdot W_b) = 0,43 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_t = f \cdot f_{install} \cdot T_1/A = f \cdot f_{install} (L_{rol} \cdot Q \cdot f_1)/A = 0,77 \text{ N/mm}^2$$

Maximale axiale spanning $\sigma_{a,max}$	=	1,05	N/mm ²
---	---	------	-------------------

De tangentele spanning is in deze fase verwaarloosbaar.

9.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie

Axiale spanning:

$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot W_b)$	=	0,98	N/mm ²
--	---	------	-------------------

$\sigma_t = f \cdot f_{install} \cdot T_{max}/A$	=	6,04	N/mm ²
--	---	------	-------------------

Maximale axiale spanning $\sigma_{a,max}$	=	6,67	N/mm ²
---	---	------	-------------------

Tangentele spanning:

Belasting q_r op de leiding ten gevolge van grondreactie bij bochten (volgens NEN 3650-1 katern-5 D3.3):

$$q_r = k_v \cdot y = (0,322 \cdot \lambda^2 \cdot E \cdot I) / (D_o \cdot R / f_R)$$

$\lambda = (f_{kv} \cdot k_v \cdot D_o / (4 \cdot E \cdot I))^{0,25}$	=	3,3E-3	1/mm
---	---	--------	------

q_r	=	0,0148	N/mm ²
-------	---	--------	-------------------

$\sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o$	=	0,87	N/mm ²
--	---	------	-------------------

Maximale tangentele spanning $\sigma_{t,max}$	=	0,57	N/mm ²
---	---	------	-------------------

9.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen

Ten gevolge van inwendige druk :

$\sigma_{py} = f_{pd} \cdot p_d \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2))$	=	0,00	N/mm ²
--	---	------	-------------------

$\sigma_{px} = 0,5 \cdot \sigma_{py}$	=	0,00	N/mm ²
---------------------------------------	---	------	-------------------

$\sigma_{ptest} = f_{pt} \cdot p_t \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2))$	=	0,00	N/mm ²
---	---	------	-------------------

9.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie

Axiale spanning:

$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot W_b)$	=	0,35	N/mm ²
--	---	------	-------------------

Maximale axiale spanning $\sigma_{a,max}$	=	0,23	N/mm ²
---	---	------	-------------------

Tangentele spanning:

$\sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o$	=	0,52	N/mm ²
--	---	------	-------------------

$\sigma_{qn} = k \cdot q_n \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o$	=	4,25	N/mm ²
---	---	------	-------------------

Maximale tangentele spanning $\sigma_{t,max}$	=	3,10	N/mm ²
---	---	------	-------------------

9.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk

Axiale spanning:

$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot W_b)$	=	0,35	N/mm ²
--	---	------	-------------------

Ten gevolge van inwendige druk :

$\sigma_{py} = f_{pd} \cdot p_d \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2))$	=	0,00	N/mm ²
--	---	------	-------------------

$\text{Sigma}_{px} = 0.5 \cdot \text{Sigma}_{py}$	=	0,00	N/mm ²
$\text{Sigma}_{ptest} = f_{pt} \cdot pt \cdot ((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))$	=	0,00	N/mm ²
$\text{Sigma}_{Temp} = dt \cdot \text{gamma}_t \cdot \text{alpha}_g \cdot E$	=	0,00	N/mm ²
Maximale axiale spanning $\text{Sigma}_{a,max}$	=	0,23	N/mm ²
Tangentiele spanning:			
$\text{Sigma}_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (rg/Ww) \cdot Do$	=	0,52	N/mm ²
$\text{Sigma}_{qn} = k \cdot q_n \cdot (rg/Ww) \cdot Do$	=	4,25	N/mm ²
'Rerounding'-factor F_{rr}	=	1,000	
'Rerounding'-factor F'_{rr}	=	1,000	
$\text{Sigma}_{t,max} = \text{Sigma}_{py} + ((F'_{rr} \cdot \text{Sigma}_{qr}) + (F_{rr} \cdot \text{Sigma}_{qn}))$			
Maximale tangentele spanning $\text{Sigma}_{t,max}$	=	3,10	N/mm ²

9.3 Controle van de Berekende Spanningen van Pipe 4: leiding no. 4

Belasting combinatie 1

- $\text{Sigma}_{AxMax} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\text{Sigma}_{TanMax} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Belasting combinatie 2

- $\text{Sigma}_{ptest} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\text{Sigma}_{py} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Belasting combinatie 3

- $\text{Sigma}_{AxMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\text{Sigma}_{TanMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Belasting combinatie 4

- $\text{Sigma}_{AxMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\text{Sigma}_{TanMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Voor alle spanningssituaties zijn de spanningen toelaatbaar.

	Max toelaatbare spanning [N/mm ²]	Spannings combinatie 1A	Spannings combinatie 1B	Spannings combinatie 2	Spannings combinatie 3	Spannings combinatie 4
Sigma_{ptest}	10,00 (kort)	-	-	0,00	-	-
Sigma_{py}	8,00 (lang)	-	-	0,00	-	-
Sigma_{axiaal}	10,00 (kort)	1,05	6,67	-	-	-
Sigma_{axiaal}	8,00 (lang)	-	-	-	0,23	0,23
$\text{Sigma}_{tang...}$	10,00 (kort)	-	0,57	-	-	-
$\text{Sigma}_{tang...}$	8,00 (lang)	-	-	-	3,10	3,10

Spanningen in de leiding [N/mm²]

De deflectie van de leiding is 6,3 mm (2,01% x Do). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding is 25,2 mm (8,00% x S x Do). De deflectie is toelaatbaar.

De maximaal toelaatbare deflectie bij inspectie ('piggability') is 15,8 mm (5,00% x Do). De deflectie is toelaatbaar.

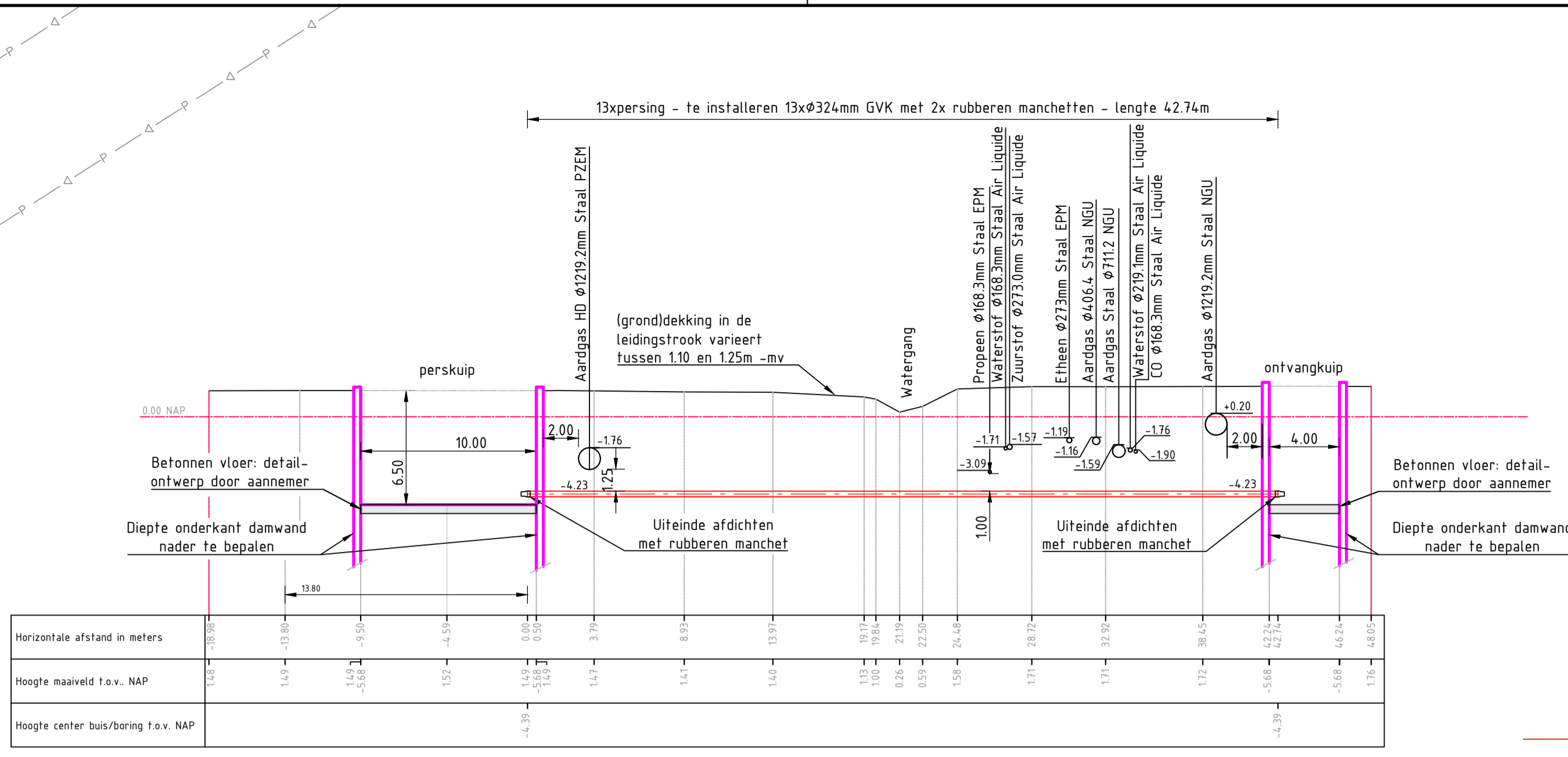
9.4 Toetsing op Implosie van Pipe 4: leiding no. 4

Tijdens het intrekken wordt de leiding belast door de heersende bentoniedruk. De hoogste minimaal benodigde druk tijdens het intrekken is gelijk aan 246 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 1559 kN/m².

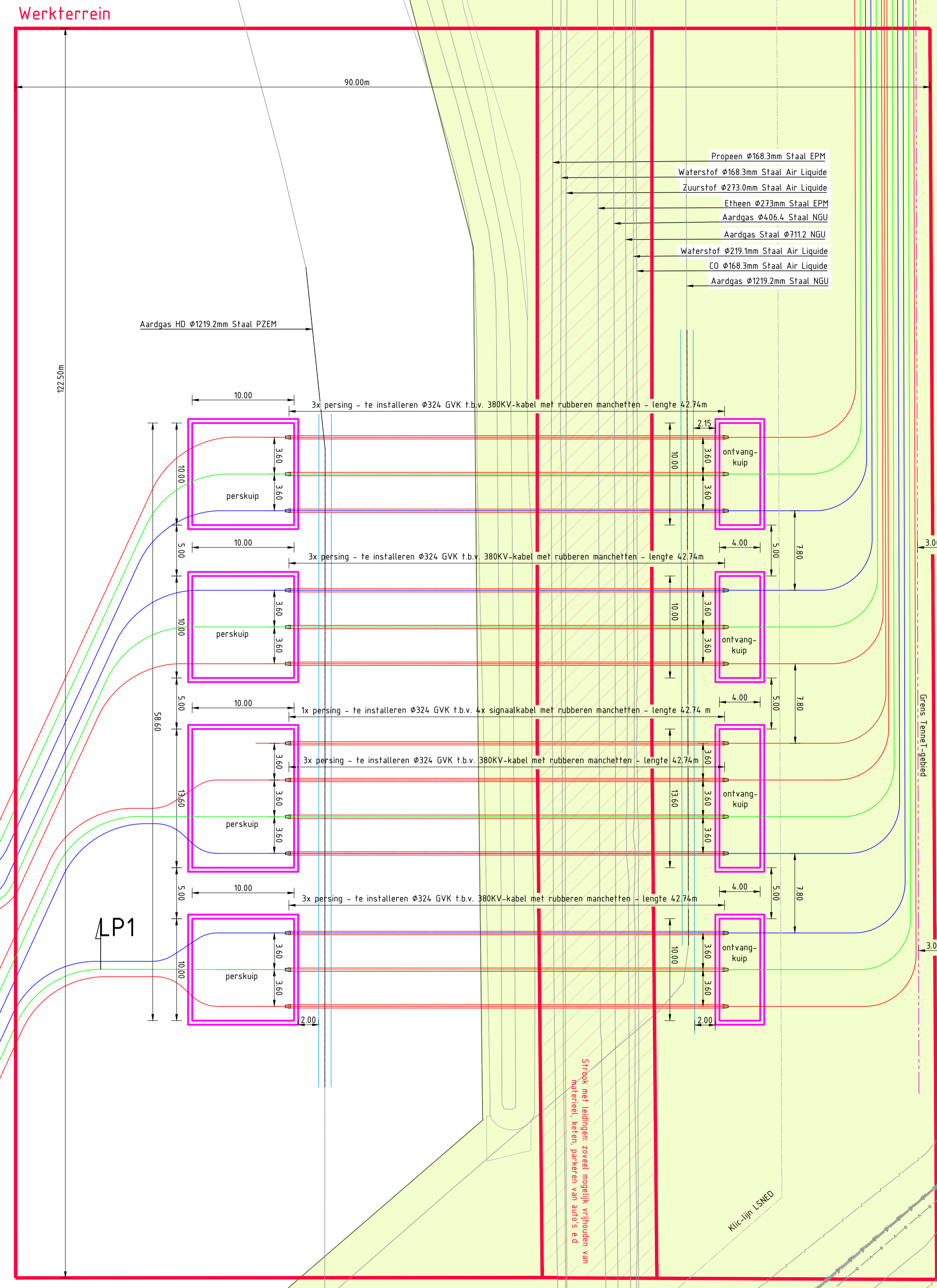
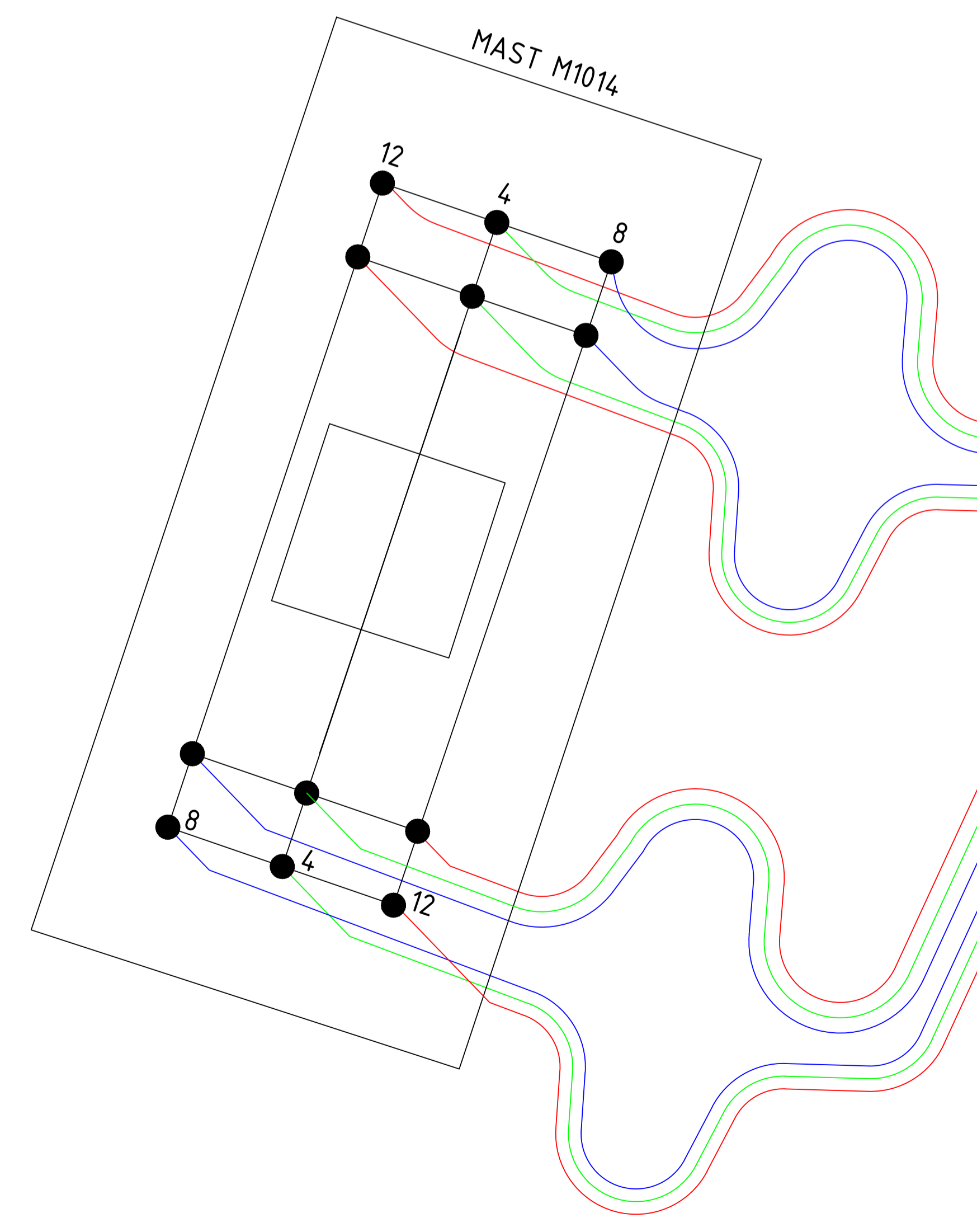
Tijdens de bedrijfstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 168 kN/m^2 , dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 280 kN/m^2 .

Einde Rapport

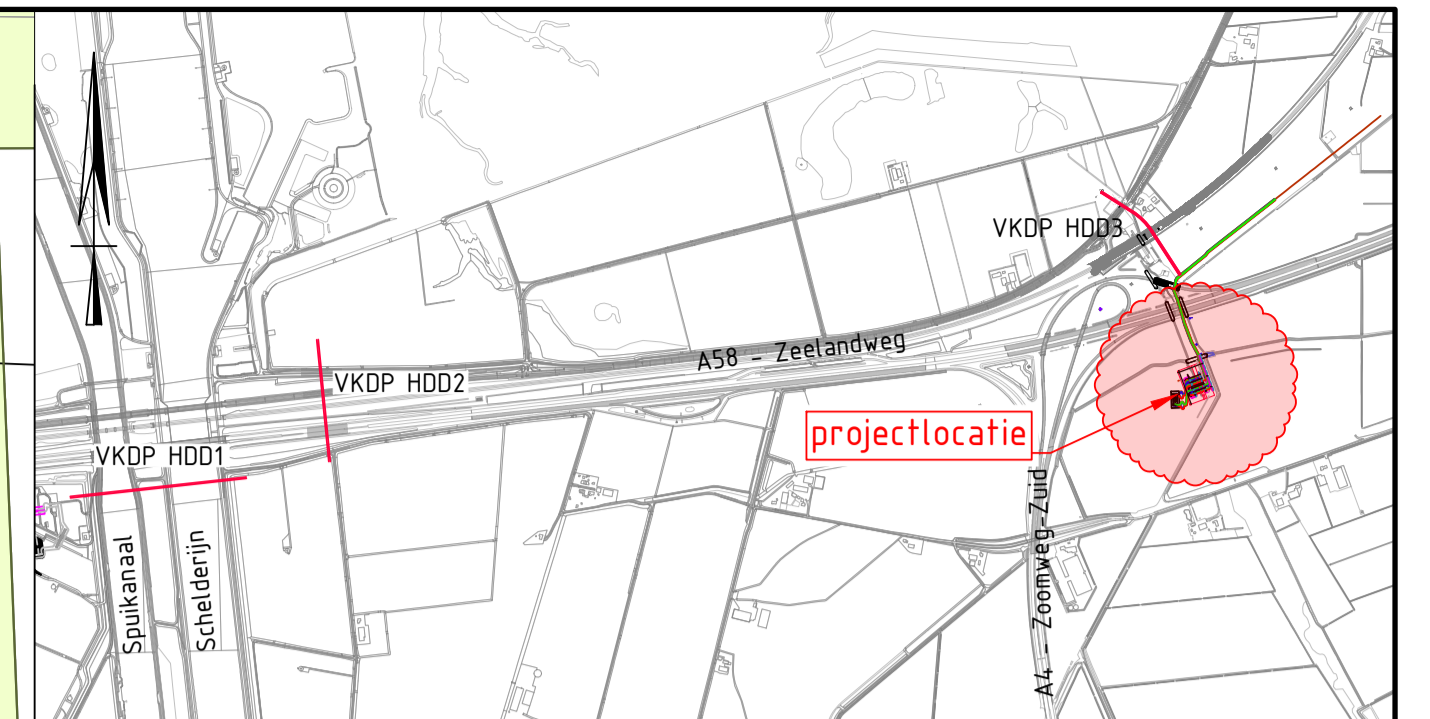
E.4 VKDP PRS4



Lengteprofiel LP1 Schaal 1:500

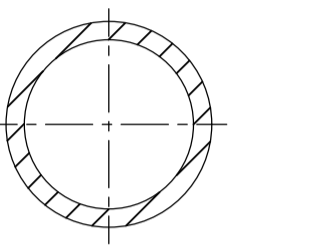


Bovenaanzicht HDD schaal 1:500



Overzicht Schaal n.v.t.

13x persing - 13 x Ø324 GVK (mantelbuis) t.b.v. 380kV



Principe doorsnede Schaal 1:10

Legenda

- - - - - Kadastrale grens
- - - - - Leiding gevaarlijke inhoud
- - - - - DPO-leiding
- - - - - Dataransport
- - - - - Landelijk hoogspanningsnet
- - - - - Laagspanning
- - - - - Middenspanning
- - - - - Gasleiding hoge druk
- - - - - Gasleiding lage druk
- - - - - Waterleiding
- - - - - Drukriolering
- - - - - Riolering vrijverval
- - - - - Horizontaal gestuurde boring (HDB)
- - - - - Verharding (asfalt)
- - - - - Bestaande topo
- - - - - Bebouwing
- - - - - Primaire waterkering
- - - - - Buisleidingenstraat LSmed
- - - - - Verharding/wegen
- 16 Locatie sondering met nummer
- Strook met leidingen: zoveel mogelijk vrijhouden van materiaal, keten, parkeren van auto's e.d.

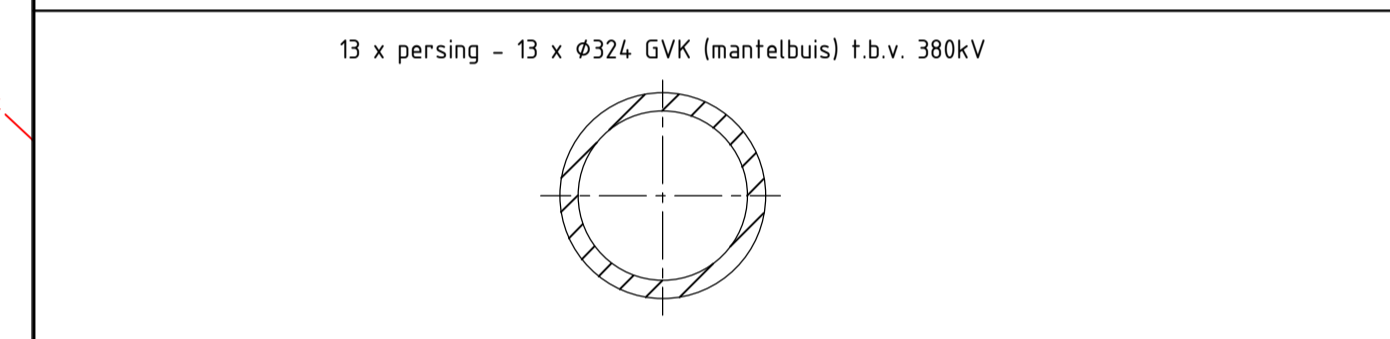
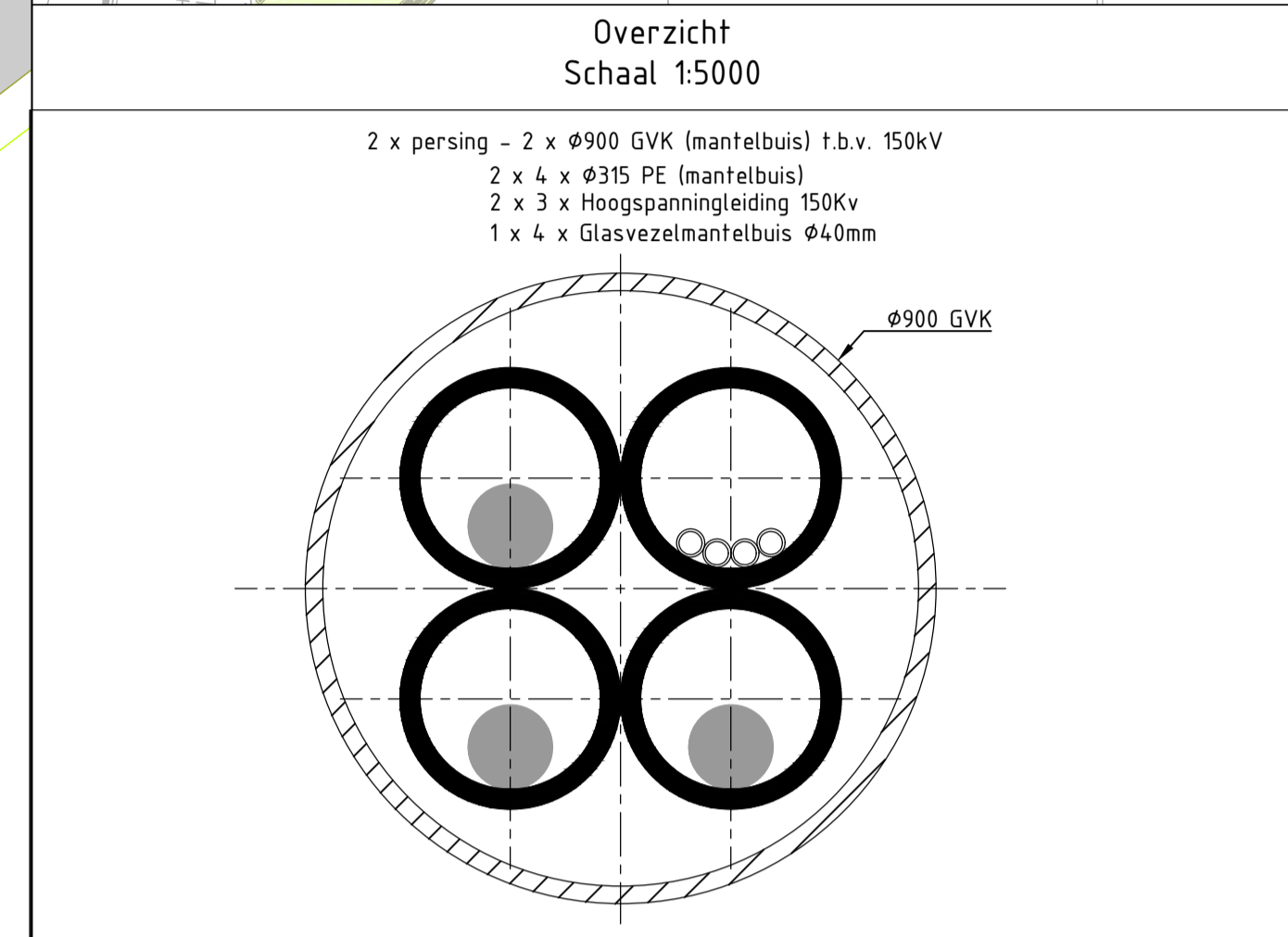
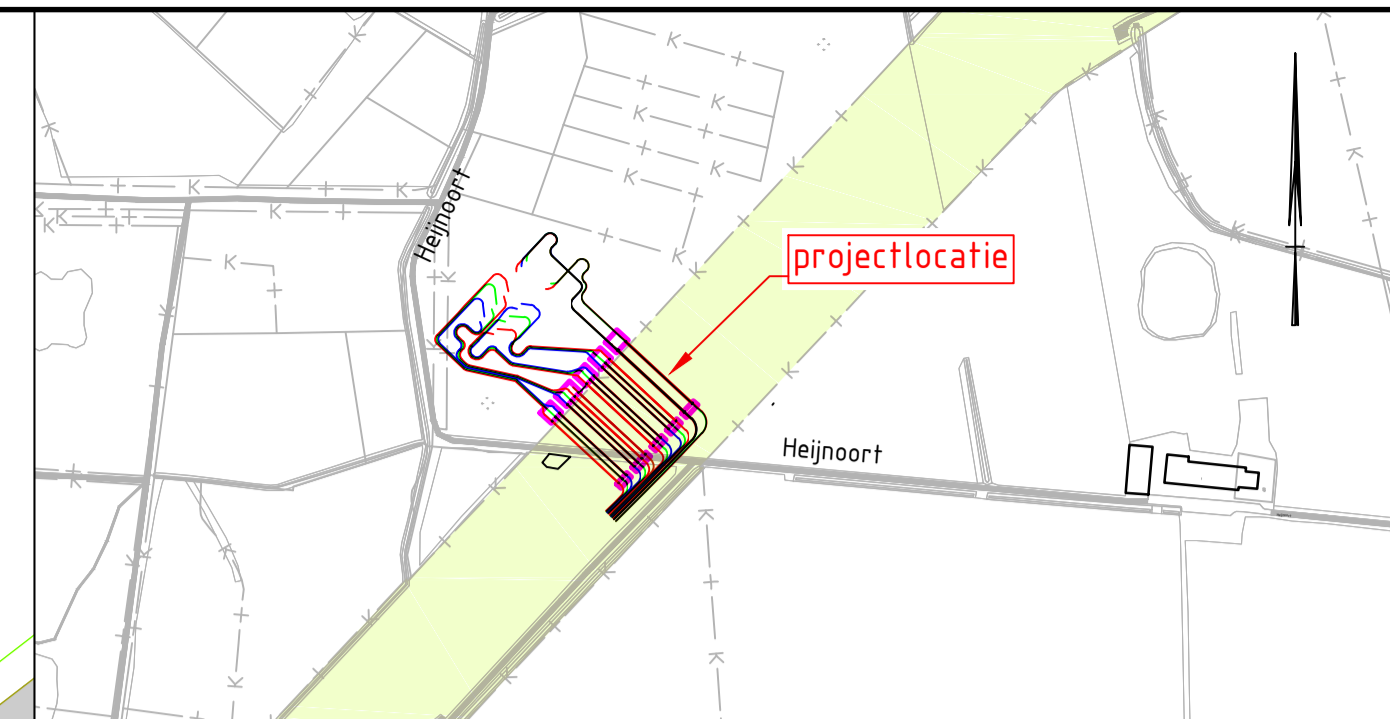
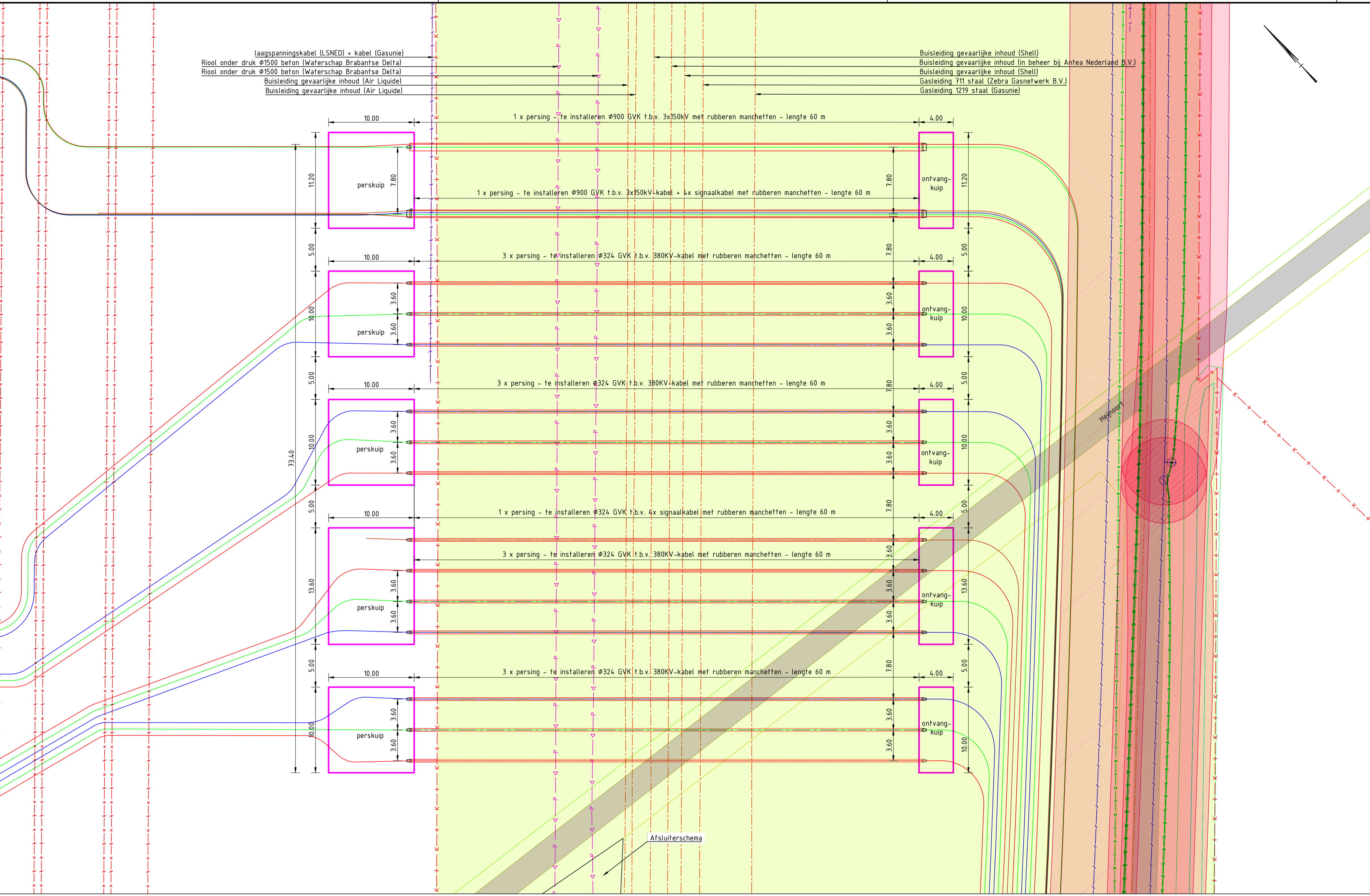
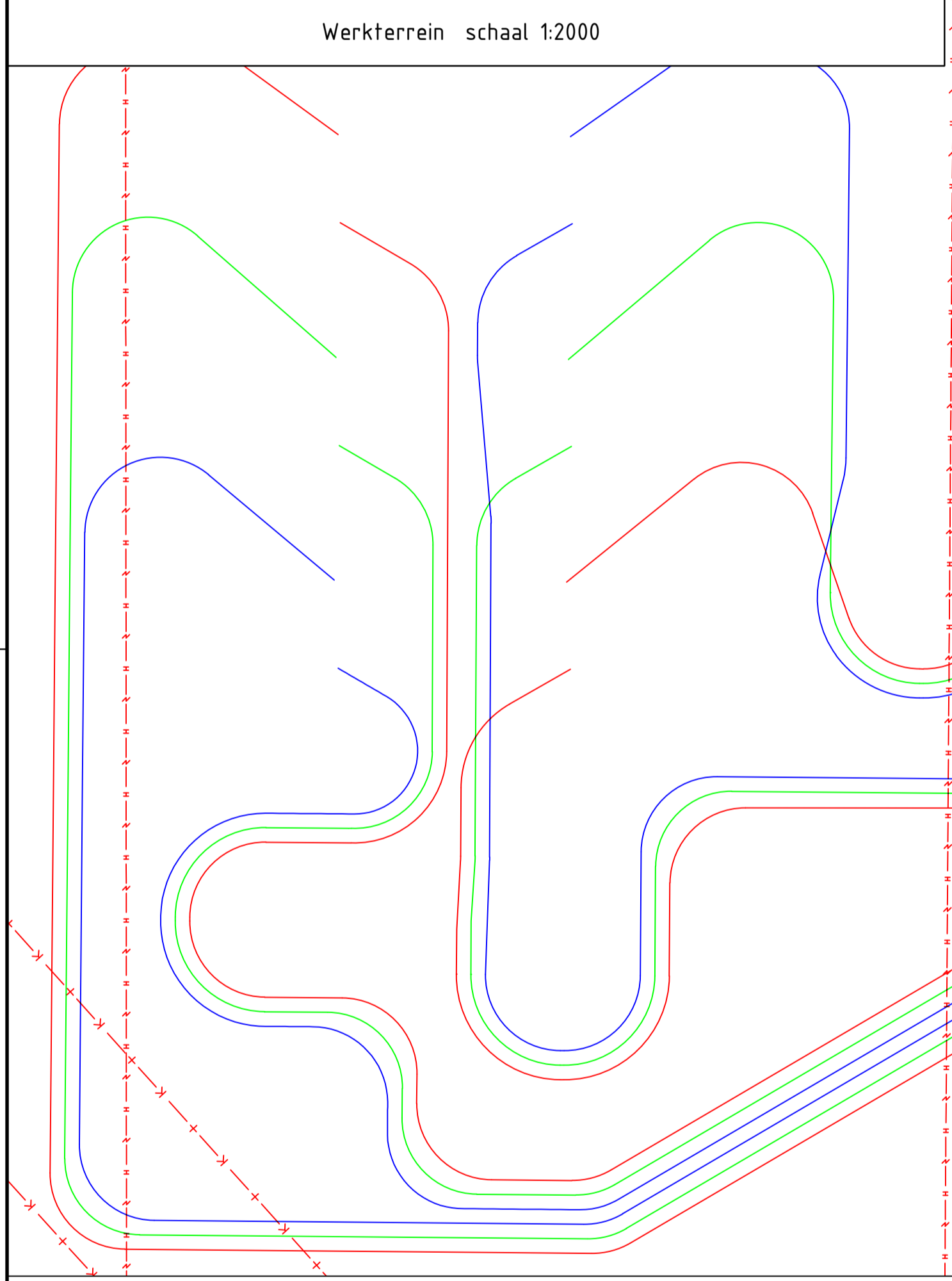
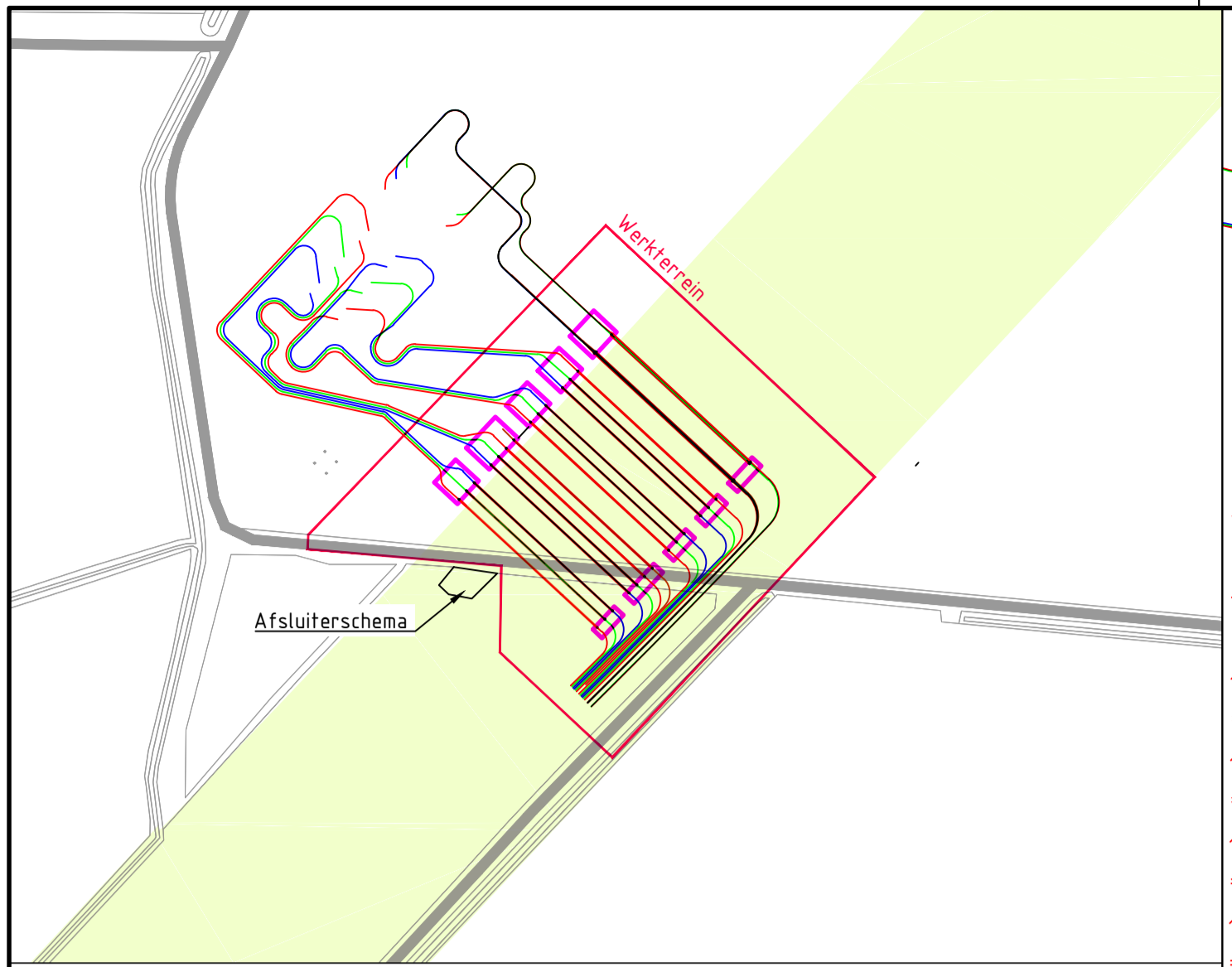
VERGUNNINGSTEKENING

B	T.b.v. vergunningstekening II	04-05-2022	BB	MJ	JD
A	T.b.v. vergunningaanvraag	01-04-2022	BB	MJ	JD
Rev	Omschrijving	Datum rev	Get	Get	Goedg

Opmettende: TenneT TSO B.V.
 Project: HDD's 380 kV Mast M1014
 Onderdeel: VKDP-PRS4 PERSING LEIDINGSTRAAT T.P.V. MAST M1014

Projectnummer	Tekeningnummer	Revisie	Datum van uitgave	Ontwerpfase	Contractnummer
368722	VKDP-PRS4	B	04-05-2022	Definitief ontwerp	
Blad	Van	Schaal	Formaat	Kaartoor	Get
1	1	Zie tekening	A1	De Bit	BB MJ JD

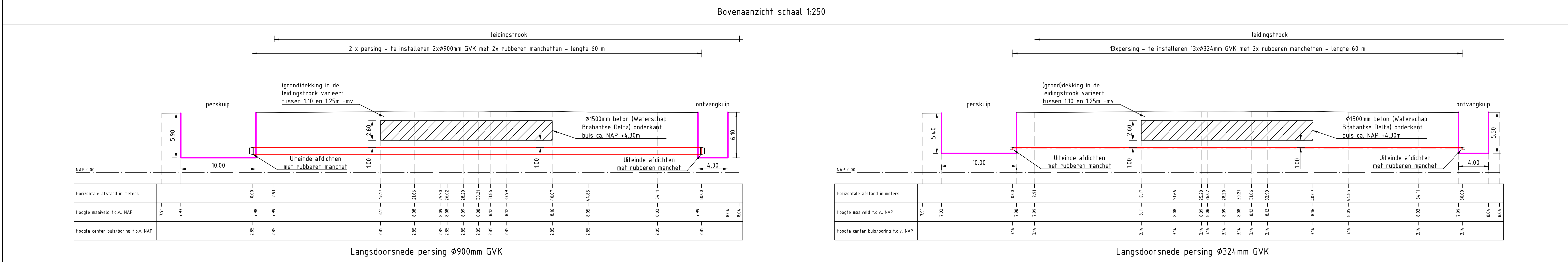
E.5 BOZ-persingen-II-BOZ-pers



Legenda

- Kadastrale grens
- Leiding gevaarlijke inhoud
- Data transport
- Landelijk hoogspanningsnet
- Laagspanning
- Middenspanning
- Gasleiding hoge druk
- Gasleiding lage druk
- Waterleiding
- Drukriolering
- Riolering vrijverval
- Horizontaal gestuurde boring (HDD)
- Verharding (asfalt)
- Bestaande topo
- Bebouwing
- Primaire waterkering
- 4x Glasvezelmantelbuis Ø40mm (3x reserve)
- Leidingsstrook
- Verharding/wegen

16 Locatie sondering met nummer



Maten in meters, tenzij anders aangegeven
 Materialen in millimeters
 Hoogtematen in meters t.o.v. N.A.P.

D					
C					
B	Wijziging t.b.v. o.a. signaalkabels	03-06-2021	BB	MJ	JD
A	Eerste uitgave	24-01-2020	NJ	MJ	JD
Rev	Omschrijving	Datum rev.	Get.	Get.	Goedg.

Ondertekener

TenneT TSO B.V.

Project
 HDD's 150 kV ZWO

Onderdeel
 Bergen op Zoom
 Kruisen van de leidingstraat met persingen

Projectnummer	Tekeningnummer	Versie	Datum van uitgave	Ontwerpfase	Contractnummer		
368722	BOZ-persingen II	B	03-06-2021	Definitief ontwerp			
Blad	Van	Schaal	Formaat	Kartrou	Get.	Get.	Goedg.
1	1	Zie tekening	A1-1050	De Bilt	NJ	MJ	JD

Aanvullende stukken

002.678.20 1105127 Brief verzoek aanvullende gegevens omgevingsvergunning
Woensdrecht

Aanvullende stukken

002.678.20 1105127 Brief verzoek aanvullende gegevens omgevingsvergunning
Woensdrecht

Postbus 718, 6800 AS Arnhem, Nederland
Gemeente Woensdrecht
T.a.v. [REDACTED]
4630 AA Hoogerheide

CLASSIFICATIE	C1 - Publieke Informatie
DATUM	23 januari 2023
ONZE REFERENTIE	12
BEHANDELD DOOR	[REDACTED]
TELEFOON DIRECT	[REDACTED]
E-MAIL	[REDACTED]

BETREFT Aanleveren aanvullende gegevens omgevingsvergunning - Z-HZ-WABO-2022-0515
hoogspanningsverbinding Rilland - Tilburg (Zuid-West 380 kV Oost)

Beste [REDACTED]

In uw brief van 29 november 2022 verzoekt u ons om de vergunningaanvraag met als kenmerk Z-HZ-WABO-2022-0515 aan te vullen. De aanvullende gegevens zijn nodig om de vergunningaanvraag in behandeling te nemen. In deze brief komen wij terug op de door u verzochte aanvullende gegevens.

Reactie op verzochte aanvullingen

In uw verzoek benoemt u een zestal punten. Onderstaand vindt u puntsgewijs een reactie van TenneT.

1. Stikstof

Voor het project hoogspanningsverbinding Rilland – Tilburg (ZWO380kV) is lange tijd uitgegaan van de bouwvrijstelling voor stikstof. Naar aanleiding van de ‘Porthos-uitspraak’ (2 november 2022) lijkt de bouwvrijstelling echter niet meer toepasbaar. Om deze reden zijn wij momenteel in overleg met het ministerie van EZK welke oplossingen er voor het project aanwezig zijn. Het bevoegde gezag, ministerie van LNV, is hier ook bij betrokken. Op dit moment kunnen wij nog geen duidelijkheid geven over de wijze waarop wij voor dit project in de vergunningverlening om dienen te gaan met stikstof.

Uitgangspunt is dat het onderdeel ‘stikstof’ op een integrale wijze voor het project wordt opgepakt. En de besluitvorming hieromtrent wordt neergelegd bij het bevoegd gezag, het ministerie van LNV. Vooralsnog kunt u er dan ook vanuit dat dit aspect geen inhoudelijk beoordeling dient te hebben in het kader van de bij u aangevraagde omgevingsvergunning.

2. Totaaloverzicht tekening C.10

Voor de maatvoering van de mastfundatie willen we verwijzen naar de tekening 10124719-32-1004 “Fundatietekening vierpaalsfundering hoekmast Moldaumasten”(bijlage C.9). De maatvoering van de palen is bewust niet aangegeven om de uitvoerende partij ontwerprijheid te bieden voor het

uitvoeringsontwerp. Het palenplan met de definitieve maatvoering wordt in de uitvoeringsfase ingediend.

Wij kunnen ons voorstellen dat het aanleveren van deze informatie als voorschrift aan de vergunning wordt gekoppeld. Op deze manier wordt geborgd dat de gegevens bekend en beoordeeld zijn voor de start van de werkzaamheden.

3. *Wapeningstekeningen te storten betondelen*

De wapeningstekeningen maken deel uit van het uitvoeringsontwerp. Dit zal in de uitvoeringsfase worden aangeleverd.

Wij kunnen ons voorstellen dat het aanleveren van deze informatie als voorschrift aan de vergunning wordt gekoppeld. Op deze manier wordt geborgd dat de gegevens bekend en beoordeeld zijn voor de start van de werkzaamheden.

4. *Wapeningstekeningen schroefpalen*

De wapeningstekeningen van de schroefpalen maken deel uit van het uitvoeringsontwerp. Dit zal in de uitvoeringsfase worden aangeleverd. De wapening is afhankelijk van de wijze waarop de stalen buis zal worden verbonden met de betonpoer. In de uitvoeringsfase heeft de uitvoerende partij nog ontwerp vrijheid.

Wij kunnen ons voorstellen dat het aanleveren van deze informatie als voorschrift aan de vergunning wordt gekoppeld. Op deze manier wordt geborgd dat de gegevens bekend en beoordeeld zijn voor de start van de werkzaamheden.

5. *Archeologisch onderzoek*

TenneT heeft in het kader van het opgestelde Inpassingsplan Zuid-West 380 kV Oost de bureau- en vooronderzoeken laten uitvoeren voor bodem en archeologie. De resultaten van deze onderzoeken zijn ook als basis gebruikt voor de aangevraagde vergunningen. Vanwege de omvang van het project was het niet haalbaar om voor alle concrete locaties de onderzoeken voorafgaand aan de vergunningaanvraag uit te voeren. Dit zou leiden tot een ongewenste vertraging in de procedure. Nu het Inpassingsplan is vastgesteld is er meer juridische zekerheid over de ligging van het tracé. Momenteel is TenneT dan ook druk bezig met het uitvoeren van de veld- en vervolgonderzoeken voor bodem en archeologie. Hiervoor is het uiteraard van belang dat wij toestemming hebben van de grondeigenaren om de werkzaamheden voor deze onderzoeken uit te mogen voeren. Hoewel wij op veel plekken het veld- of vervolgonderzoek al hebben uitgevoerd, kunnen wij helaas voor uw gemeente nog geen rapportage opleveren waarin wij concrete onderzoeksresultaten kunnen laten zien.

Om bovenstaande reden hebben wij in onze aanvraagbrief bij de vergunning dan ook het verzoek ingediend om het opleveren van de resultaten van de nadere onderzoeken meer op te schuiven in de procedure. Wij kunnen ons goed voorstellen dat dit door middel van een voorschrift in de vergunning wordt afgedwongen en in elk geval voorafgaand aan de uitvoering van de werkzaamheden bekend en goedgekeurd moet zijn. Op dit moment is de verwachting dat wij de nadere onderzoeken in 2023 kunnen afronden. De rapportages van de uitgevoerde onderzoeken kunnen wij naar verwachting later in 2023 aanleveren.

Mocht het opnemen van voorschriften onvoldoende houvast bieden om de vergunningaanvraag te kunnen behandelen dan gaan wij hierover graag met u in overleg. Wij kunnen dan beoordelen of bepaalde nadere onderzoeken toch eerder uitgevoerd kunnen worden.

6. *Bodemonderzoek*

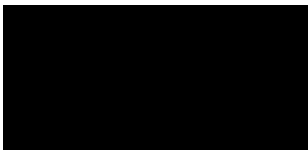
Zie reactie bij punt 5. Archeologisch onderzoek.

Wij vertrouwen erop u hiermee voldoende te hebben geïnformeerd

Met onze reactie op de door u gevraagde aanvullende gegevens hebben wij geprobeerd meer duidelijkheid te geven. Indien de informatie in deze brief aanleiding is voor vragen/opmerkingen dan verzoeken wij u hierover contact met ons op te nemen. U kunt contact opnemen met [REDACTED] via de contactgegevens op de eerste pagina.

Uw nader bericht zien wij met belangstelling tegemoet.

Met vriendelijke groet,
TenneT TSO B.V.



Adviseur Vergunningen