Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

beschikking

Rijkswaterstaat
Zee en Delta

Poelendaelesingel 18
4335 JA Middelburg
Postbus 2232
3500 GE Utrecht
T 088 797 46 00
F 088 797 46 01
www.rijkswaterstaat.nl

Contactpersoon
[redacted]
vergunningverlener

T [redacted]
E [redacted]

Datum	10 mei 2024
Nummer	RWS-2024/19800
Onderwerp	Watervergunning voor Tennet TSO B.V. voor het aanleggen en onderhouden van een 380 kV hoogspanningsverbinding tussen Rilland en Tilburg (project Zuid-West 380 kV Oost), langs de Schelde-Rijnverbinding, in de gemeente Reimerswaal. Zaaknummer RWSZ2022-00016831

Ons kenmerk
RWS-2024/19800

Uw kenmerk
Project 002.678.20

Bijlage(n)
4

Inhoudsopgave

1 Aanhef 3

2 Besluit 6

3 Voorschriften 7

3.1 Standaardvoorschriften 7
3.2 Specifieke voorschriften 8

3.3 Voorschriften van algemene aard 14

4 Aanvraag 14

4.1 ALGEMEEN 14
4.2 HANDELINGEN WAARVOOR VERGUNNING WORDT AANGEVRAAGD 15
4.3 BESCHRIJVING VAN HET WATERSTAATSWERK WAARIN DE HANDELINGEN PLAATSVINDEN 16
4.4 BESCHRIJVING VAN DE OPPERVLAKTEWATERLICHAMEN WAARIN DE HANDELINGEN PLAATSVINDEN 16

5 Toetsing van de aanvraag aan de doelstellingen van het waterbeheer 16

5.1 BEOORDELING VOOR WAT BETREFT HET GEBRUIK MAKEN VAN EEN RIJKSWATERSTAATSWERK EN/OF BIJBEHORENDE BESCHERMINGSZONE 17
5.1.1 REGELGEVING EN BELEID 17
5.1.2 OVERWEGINGEN T.A.V. DE BEPERKING VAN OVERSTROMINGEN, WATEROVERLAST EN WATERSCHAARSTE (WATERVEILIGHEID EN WATERKWANTITEIT) 17
5.1.3 SPECIFIEKE OVERWEGINGEN 19
5.1.4 OVERWEGINGEN T.A.V. DE BESCHERMING EN VERBETERING VAN DE CHEMISCHE EN ECOLOGISCHE KWALITEIT VAN WATERSYSTEMEN (WATERKWALITEIT) 23
5.1.5 OVERWEGINGEN T.A.V. DE MAATSCHAPPELIJKE FUBCTIEVERVERVULLING DOOR WATERSYATEMEN 23

6 Procedure 25

6.1 Algemeen 24

6.2 Behandeling zienswijzen en wijzigingen in besluit 25

6.3 Adviesrecht 26

7 Conclusie 26

8 Ondertekening 27

9 Mededelingen 28

1 Aanhef

De minister van Infrastructuur en Waterstaat heeft op 18 november 2022 een aanvraag ontvangen van Tennet TSO B.V., Postbus 718, 6800 AS te Arnhem, om een vergunning als bedoeld in hoofdstuk 6 van de Waterwet (Wtw) voor het verrichten van handelingen in een watersysteem.

De aanvraag betreft:

1.1 het gebruik maken van de oppervlaktewaterlichamen Antwerps Kanaalpand en Bathse Spuikanaal of een bijbehorend kunstwerk door, anders dan in overeenstemming met de functie, daarin, daarop, daarboven, daarover of daaronder werkzaamheden te verrichten, werken te maken of te behouden en te verwijderen, dan wel vaste substanties of voorwerpen te storten, te plaatsen of neer te leggen, of deze te laten staan, liggen of verwijderen, meer specifiek het plaatsen en behouden van masten 1003 en 1004 ten behoeve van de 380 kV hoogspanningsverbinding Rilland-Tilburg, het amoveren van masten 087 en 088, het uitvoeren en behouden van twee 150 kV HDD-boringen, het gedeeltelijk herinrichten van de Oostelijke Spuikanaaldijk en het aanleggen van tijdelijke werkwegen en werkterreinen, nabij of langs de Schelde-Rijnverbinding, in de gemeente Reimerswaal.

1.2 het gebruik maken van de waterkeringen Oostelijke Spuikanaaldijk en Kreekrakpolder of van de daartoe behorende beschermingszone door, anders dan in overeenstemming met de functie, daarin, daarop, daarboven, daarover of daaronder werken te maken of te behouden en te verwijderen, dan wel vaste substanties of voorwerpen te storten, te plaatsen of neer te leggen, of deze te laten staan, liggen of verwijderen, meer specifiek het plaatsen en behouden van masten 1003 en 1004 ten behoeve van de 380 kV hoogspanningsverbinding Rilland-Tilburg, het amoveren van masten 087 en 088, het uitvoeren en behouden van twee 150 kV HDD-boringen, het gedeeltelijk herinrichten van de Oostelijke Spuikanaaldijk en het aanleggen van tijdelijke werkwegen en werkterreinen, nabij of langs de Schelde-Rijnverbinding, in de gemeente Reimerswaal.

De aanvraag is geregistreerd onder nummer RWSZ2022-00016831.

De aanvraag omvat de volgende stukken:
- Aanvraagformulier watervergunning;
- 002.678.20 1082136 Aanvraagbrief watervergunning RWS Zee en Delta dd. 16-11-2022 (bijlage 2);
- A.0 002.678.20 1078947 Bijlagenoverzicht aanvraag watervergunning RWS Zee en Delta;
- A.1 002.678.20 1030658 Overzicht VKA 2.0 Zuid-West 380 kV Oost dd. 22-04-2022 (bijlage 3);
- A.2 002.678.20 1058545 Vergunningen overzichtskaart Reimerswaal dd. 11-02-2022 (bijlage 4);

- A.3 002.678.20 1058537 Kabelverbinding 150 kV VAB 03.03 kaart 1 dd. 17-08-2022 (bijlage 5);
- A.4 002.678.20 1058539 Mastenboek en werkterreinen 380 kV Reimerswaal dd. 17-08-2022 (bijlage 6 vervallen);
- A.5 002.678.20 1030663 Waterkeringen RWS ZD en Waterschap Scheldestromen dd. 16-11-2022 (bijlage 7);
- A.6 002.678.20 1030634 Kruising Schelde Rijnkanaal dd. 26-04-2022 (vervallen);
- B.1 002.678.00 0946389 Mastrapport solo-steunmasten Ss Hoog
- dd. 17-09-2021 (bijlage 10);
- B.2 002.678.00 0950630 DO fundaties steunmasten hoogspanningslijn RLL-TLB dd. 11-07-2022 (bijlage 11);
- B.3 002.678.22 1017228 Kruising Spuikanaal Schelde-Rijnkanaal masten 1002-1004 dd. 28-04-2022 (bijlage 9);
- C.1 002.678.00 0920286 Mastbeeldtekening steunmast S plus 18s dd. 17-09-2021 (bijlage 12);
- C.2 002.678.00 0928596 Fundatietekening tweepaalsfundering steunmast Moldau dd. 24-06-2022 (bijlage 13);
- D.1 002.678.00 0999034 Rapportage Stabiliteitsberekeningen versie 1.0 dd. 25-02-2022 (vervallen);
- D.2 002.678.20 1027763 Achtergrond locatie masten 1003 en 1004 dd. 03-11-2022 (bijlage 14);
- E.1 002.678.20 1030738 Vergunningsrapport Rijkswaterstaat en Waterschap versie D3 dd. 29-08-2022 (vervallen);
- F.1 002.678.22 0998324 Memo amoveren masten, geleiders en fundatie dd. 14-02-2022 (bijlage 15).

Op 17 mei 2023 zijn de volgende aanvullingen ontvangen:
- 004-kapencomplan dd. 05-05-2023 (vervallen)
- NL23-648800269-50580 Vergunningsrapport Rijkswaterstaat en Waterschap versie D4 dd. 16-05-2023 (bijlage 16 vervallen). Bladzijde 26 vervalt en wordt vervangen door bijlage 16A (vervallen).

Op 1 juni 2023 is het aanvullende document ontvangen:
- A.7 002.678.20 1175090 Beplantingsplan middeneiland Spuikanaal dd. 26-05-2023 (bijlage 17).

Op 6 juni 2023 zijn volgende aanvullende documenten ontvangen:
- 002.678.20 1178328 Reactietabel geotechnische analyse mast 1003 en 1004;
- D.1 A 002.678.00 0999034 Geotechnische analyse Mast 1003 en 1004 versie 2.0 dd. 31-05-2023 (bijlage 18).

Op 26 juli 2023 zijn per e-mail aanvullende gegevens opgevraagd.
Op 16 augustus 2023 zijn de volgende documenten ontvangen:
- A.6A 002.678.20 1215229 Kruising Schelde Rijnkanaal dd. 16-08-2023 (bijlage 8);

- E.1aA 002.678.20 1215233 Vergunningsrapport RWS en Waterschap – blz 26 versie F dd. 07-08-2023 (bijlage 16A vervallen). Hierdoor wordt bladzijde 16 uit bijlage 16 vervangen.

Op 22 december 2023 heeft Tennet per e-mail aangegeven dat de twee 150 kV HDD-boringen worden aangepast en ongeveer vijf meter dieper worden uitgevoerd in verband met bestaande en nog aan te leggen kabels en leidingen van andere bedrijven zodat er voldoende afstand (tenminste 5 meter) is tussen de diverse kabels en leidingen op deze locatie.
Hierdoor zijn op 20 februari 2024 de volgende documenten ontvangen:

- Boorrapport NL23-648800269-66660 d.d. 08-12-2023 (vervallen);
- Tekening 230913 WP3 versie 2.0.1. d.d. 12-02-2024 (wijziging bij mastlocatie 1003 vervallen)

Op 20 februari 2024 heeft de aanvrager per e-mail verzocht om de einddatum van de tijdelijke werkzaamheden voor de werkwegen en werkterreinen in deze vergunning te verlengen van 31 december 2030 naar 30 juni 2032.

Op 5 april 2024 zijn de volgende documenten ontvangen:

- E.1AA 002.678.20 1334529 Vergunningsrapport Rijkswaterstaat en Waterschap versie D5 dd. 27-03-2024 (bijlage 16);
- E.1aAA 002.678.20 1334531 Boortekening Vergunningsrapport Rijkswaterstaat dd. 08-12-2023 (bijlage 16A)

Op 18 april 2024 is per e-mail het document ‘002.678.20 1058539 Mastenboek en werkterreinen ZWO380kV dd. 15-04-2024’ (bijlage 6) ontvangen.

2 Besluit

Gelet op de bepalingen van de Waterwet, het Waterbesluit, de Waterregeling, de Algemene wet bestuursrecht en de hieronder vermelde overwegingen besluit de minister van Infrastructuur en Waterstaat als volgt:

I. De gevraagde vergunning als bedoeld in artikel 6.5, onder c, Waterwet en artikel 6.12 en 6.14 van het Waterbesluit aan Tennet TSO B.V., Postbus 718, 6800 AS te Arnhem te verlenen voor:
   1. het gebruik maken van de oppervlaktewaterlichamen Antwerps Kanaalpand en Bathse Spuikanaal of een bijbehorend kunstwerk door, anders dan in overeenstemming met de functie, daarin, daarop, daarboven, daarover of daaronder werkzaamheden te verrichten, werken te maken of te behouden en te verwijderen, dan wel vaste substanties of voorwerpen te storten, te plaatsen of neer te leggen, of deze te laten staan, liggen of verwijderen, meer specifiek het plaatsen en behouden van masten 1003 en 1004 ten behoeve van de 380 kV hoogspanningsverbinding Rilland-Tilburg, het amoveren van masten 087 en 088, het uitvoeren en behouden van twee 150 kV HDD-boringen, het gedeeltelijk herinrichten van de Oostelijke Spuikanaaldijk en het aanleggen van tijdelijke werkwegen en werkterreinen, nabij of langs de Schelde-Rijnverbinding, in de gemeente Reimerswaal.

   2. het gebruik maken van de waterkeringen Oostelijke Spuikanaaldijk en Kreekrakpolder of van de daartoe behorende beschermingszone door, anders dan in overeenstemming met de functie, daarin, daarop, daarboven, daarover of daaronder werken te maken of te behouden en te verwijderen, dan wel vaste substanties of voorwerpen te storten, te plaatsen of neer te leggen, of deze te laten staan, liggen of verwijderen, meer specifiek het plaatsen en behouden van masten 1003 en 1004 ten behoeve van de 380 kV hoogspanningsverbinding Rilland-Tilburg, het amoveren van masten 087 en 088, het uitvoeren en behouden van twee 150 kV HDD-boringen, het gedeeltelijk herinrichten van de Oostelijke Spuikanaaldijk en het aanleggen van tijdelijke werkwegen en werkterreinen, nabij of langs de Schelde-Rijnverbinding, in de gemeente Reimerswaal.

II Aan de vergunning de volgende voorschriften te verbinden met het oog op de in artikel 2.1 van de Waterwet genoemde doelstellingen.

Voor een toelichting op de in deze vergunning vermelde begrippen wordt verwezen naar bijlage 1 van deze vergunning.

3 Voorschriften

3.1 Standaardvoorschriften

Voorschrift 1
Plaatsbepaling

De werken dienen te worden gemaakt en behouden ter plaatse zoals is aangegeven in de bij deze beschikking behorende bijlage 2, 3, 4, 5 (kaart 1), bijlage 6 (kaarten 3 en 4), 7, 8 en 9.

Voorschrift 2
Ongewoon voorval

1. Indien zich een ongewoon voorval voordoet of heeft voorgedaan, dienen onmiddellijk maatregelen te worden getroffen die redelijkerwijs kunnen worden verlangd, om nadelige gevolgen zoveel mogelijk te beperken en ongedaan te maken ten aanzien van:
   - het veilig en doelmatig gebruik van het oppervlaktewaterlichaam of bijbehorende kunstwerken overeenkomstig de daaraan toegekende functies;
   - de ecologische toestand van het oppervlaktewaterlichaam, en;
   - het kustfundament.
2. De vergunninghouder meldt een dergelijk ongewoon voorval zo spoedig mogelijk aan de Verkeerspost Wemeldinge, bereikbaar op telefoonnummer 088 797 48 01.
3. De vergunninghouder verstrekt aan de waterbeheerder tevens, zodra zij bekend zijn, de gegevens met betrekking tot:
   - de oorza(a)k(en) van het voorval en de omstandigheden waaronder het voorval zich heeft voorgedaan;
   - andere gegevens die van belang zijn om de aard en ernst van de gevolgen voor het waterstaatswerk van het voorval te kunnen beoordelen;
   - de maatregelen die zijn genomen of worden overwogen om de gevolgen van het voorval te voorkomen, te beperken en/of ongedaan te maken.
4. Binnen drie maanden na een dergelijk ongewoon voorval, moet de vergunninghouder aan de waterbeheerder informatie verstrekken over de maatregelen die worden overwogen om te voorkomen dat een zodanig voorval zich nogmaals kan voordoen.

Voorschrift 3
Aanvang en voltooiing van de werkzaamheden

1. Ten minste vijf werkdagen voordat met de werkzaamheden wordt begonnen moet de vergunninghouder dit melden bij de waterbeheerder.

2. Voor aanvang van de werkzaamheden dient de vergunninghouder de planning af te stemmen met de onderhoudsaannemer van Rijkswaterstaat Zee en

Delta: Aannemingscombinatie Scaldis.

3. Alle krachtens deze vergunning te verrichten werkzaamheden moeten, eenmaal aangevangen, indien dit redelijkerwijs mogelijk is, onafgebroken en met spoed worden voortgezet.
4. Indien de werkzaamheden (tijdelijk) niet kunnen worden voortgezet, moet dit uiterlijk binnen drie werkdagen worden gemeld aan de waterbeheerder.
5. Indien de werkzaamheden gereed zijn, moet dit uiterlijk binnen twee werkdagen gemeld worden aan de waterbeheerder.
6. De meldingen, genoemd in lid 1, 2, 4 en 5, dienen onder vermelding van het zaaknummer telefonisch of per email gericht worden aan:
   - de objectdeskundigen, via e-mail [redacted] en [redacted]
   - de afdeling handhaving, via e-mail handhavingzeeland@rws.nl of telefoonnummer 06-52 58 18 30;
   - de onderhoudsaannemer, via e-mail coordinatie-scaldisnoord@heijmans.nl.

Voorschrift 4
Gebruik waterstaatswerk of bijbehorend kunstwerk

1. De tot stand gebrachte werken dienen door de gebruiker in goede staat te worden onderhouden.
2. De gebruiker dient alle maatregelen te treffen die in het belang van een vlotte en veilige verkeersregulering noodzakelijk zijn.
3. Na beëindiging van de activiteiten dient het gebruikte deel van het oppervlaktewaterlichaam of bijbehorend kunstwerk, wanneer dat redelijkerwijs mogelijk is, weer in de oorspronkelijke staat te worden teruggebracht.
4. Tijdens de activiteit of werkzaamheden dient het oppervlaktewaterlichaam of bijbehorend kunstwerk bereikbaar te blijven voor de beheerder en voor hulpdiensten.
5. Bestaand gebruik op de desbetreffende locatie dient redelijkerwijs zo min mogelijk hinder te ondervinden.
6. Het gebruikte materiaal en materieel dient tijdig te worden verwijderd bij zodanig hoog water dat overstroming of wegslag hiervan dreigt.
7. De stabiliteit van oeverconstructies mag niet in gevaar worden gebracht.

3.2 Specifieke voorschriften

Voorschrift 5
Waterberging

Het Bathse Spuikanaal kan gebruikt worden als tijdelijke waterberging, waarbij het waterniveau kan stijgen tot N.A.P. + 2,30m. Tijdens inzet van de waterberging dient de uitvoering van werken te worden gestaakt. Dit is voor risico en op kosten van de vergunninghouder.

Voorschrift 6
Periodieke beoordeling waterkering

Vergunninghouder is verplicht om op aanwijzen van Rijkswaterstaat de werken te verplaatsen of tijdelijk dan wel definitief te verwijderen indien de periodieke wettelijke beoordeling op veiligheid van de waterkering hier aanleiding toe geeft. De kosten hiervan zijn voor risico en op rekening van de vergunninghouder.

Voorschrift 7
Stormseizoen

1. Graafwerkzaamheden/opbrekingen in de kern- en/of beschermingszone van de primaire kering mogen niet uitgevoerd worden tijdens het stormseizoen (1 oktober – 1 april).
2. Voor de start van het stormseizoen (1 oktober) dienen gegraven gaten, opbrekingen, sleuven etc. in het terrein in de kern- en/of beschermingszone van de primaire kering te zijn hersteld.
3. Bij graafwerkzaamheden in de kern- en/of beschermingszone van de primaire waterkering dienen de uitgekomen grondlagen gescheiden te worden gehouden en in oorspronkelijke staat terug te worden aangebracht.

Voorschrift 8
Technische voorschriften waterkering

1. De toplaag van klei op de waterkerende dijk langs de Westelijke Schelderijnweg mag niet worden afgegraven.
2. Bouwputten worden gedicht met de ontgraven klei met een dikte van tenminste twee meter, tenzij de ontgraving minder dan twee meter is. In dat geval geldt de ontgravingsdiepte.
3. Deze klei wordt verdicht in lagen van 0,4 m ter voorkoming van openingen in het aangebrachte materiaal.
4. Er dient gebruik te worden gemaakt van rijplaten om de bekleding zo min mogelijk te beschadigen.
5. Eventueel beschadigde bekleding ten gevolge van bouwverkeer dient hersteld te worden, met expliciete aandacht voor de aansluitingen op de poeren. Het ontstaan van uitspoelingen en/of spleten is niet toegestaan.
6. De staat van de bestaande werkwegen mag niet verslechteren. Ontstane schades dienen in overleg met de waterbeheerder direct door de vergunninghouder te worden hersteld.
7. De afwatering in het gebied waar de werkzaamheden plaatsvinden mag niet verstoord worden.
8. De grasbekleding dient te worden afgeplagd en na de werkzaamheden terug te worden aangebracht.
9. Bij graafwerkzaamheden in de kern- en/of beschermingszone van de primaire waterkering dienen de uitgekomen grondlagen gescheiden te worden gehouden en in oorspronkelijke staat terug te worden aangebracht.
10. Na afronding van de werkzaamheden dienen alle onderhouds- en/of herstelwerkzaamheden aan de grasbekleding erop te zijn gericht om zo snel

mogelijk een gesloten wortelnet te verkrijgen:

a. Na de afronding van de werkzaamheden mag er geen sprake zijn van afdekking van de grasbekleding op en nabij de locaties waar de werkzaamheden hebben plaatsgevonden. Alle voor het werk gebruikte materialen (rijplaten, zand, klei etc.) dienen te zijn afgevoerd.
b. Alle door de werkzaamheden ontstane kale plekken dienen tussen april en september te worden ingezaaid met graszaad ‘dijkmengsel D2’.
Het zaad heeft dan voor aanvang van de winter de tijd om te ontkiemen en te groeien. Voorafgaand aan het inzaaien dienen de kale plekken te worden gefreesd.
c. Na de afronding van de werkzaamheden mogen er geen diepe rijsporen in het terrein aanwezig zijn. Verondiepingen zoals zware rijsporen, dieper dan 5 cm, moeten worden geëffend en ingezaaid.
d. De vergunninghouder is verantwoordelijk voor het ontkiemen en de groei van ingezaaid gras tot één jaar na afronding van de werkzaamheden; na één jaar mogen er geen kale plekken zichtbaar zijn.
e. De vergunninghouder stemt het onderhoud aan de grasbekleding af met de onderhoudsaannemer.

Voorschrift 9
Technische voorschriften HDD-boringen

1. De gestuurde boringen onder de waterkeringen Oostelijk Spuikanaal en Kreekrakpolder dient te worden uitgevoerd conform het ingediende en door Rijkswaterstaat goedgekeurde boorplan met kenmerk E.1AA 002.678.20 1334529 Vergunningsrapport Rijkswaterstaat en Waterschap versie D5 dd. 27-03-2024 (bijlage 16) en de goedgekeurde boortekening met kenmerk E.1aAA 002.678.20 1334531 Boortekening Vergunningsrapport RWS en Waterschap dd. 08-12-2023(bijlage 16A).
2. Als een boring mislukt, mag de buis niet worden teruggetrokken. Er dient dan een nieuwe kruising op een andere plaats te worden gemaakt.
De achtergebleven buis dient geheel te worden opgevuld met dämmer en aan beide zijden waterdicht te worden afgestopt.
3. Gedurende het boren dient in een logboek na elke boorfase of boorstang een nauwkeurige beschrijving van de boring en het verloop daarvan te worden bijgehouden. Hierin dient ten minste het volgende te worden vermeld:
   - tijdstip en duur van het boren;
   - drukdiagram;
   - hoeveelheid en soort uitkomende grond;
   - grondwaterstanden;
   - eventuele bijzonderheden.
4. Wijzigingen van de door Rijkswaterstaat goedgekeurde boorplan zoals bedoeld in lid 1 en 2 behoeven voorafgaand aan de werkzaamheden de schriftelijke goedkeuring van de beheerder. Er staan rechtsmiddelen open tegen dit besluit.
5. De in lid 4 bedoelde gewijzigde boorplan dienen tenminste twaalf weken voor aanvang van de werkzaamheden te worden voorgelegd aan de waterbeheerder.

6. Alvorens de HDD-boringen worden uitgevoerd, dient de vergunninghouder te beschikken over een definitief kwelplan die door de waterbeheerder is goedgekeurd. Er staan rechtsmiddelen open tegen dit besluit.
7. Het kwelplan zoals bedoeld in lid 2 dient minimaal de volgende onderdelen te bevatten:
   - Een kwelberekening;
   - Een onderbouwing van hoe en wanneer kwelmaatregelen worden ingezet.
8. Het in lid 6 genoemde plan dient tenminste twaalf weken voor aanvang van de werkzaamheden te worden voorgelegd aan de waterbeheerder.

Voorschrift 10
Bouwen van hoogspanningsmasten

1. Alvorens de masten 1003 en 1004 worden geplaatst, dient de vergunninghouder te beschikken over een definitief palenplan, definitief ontwerp fundatie, funderingstekeningen, mastrapport, mastbeeldtekening, geotechnische analyse en de bijhorende berekeningen die door de waterbeheerder zijn goedgekeurd. Er staan rechtsmiddelen open tegen dit besluit.
2. Het in lid 1 genoemde plan, tekeningen en berekeningen dienen tenminste twaalf weken voor aanvang van plaatsing te worden voorgelegd aan de waterbeheerder.

Voorschrift 11
Tijdelijke werkwegen en werkterreinen (werkplan)

1. De tijdelijke werkwegen en werkterreinen dienen te worden gemaakt en behouden ter plaatse zoals is aangegeven in de kaarten 3 en 4 in de bij deze beschikking behorende bijlage 6.
2. De vergunninghouder moet een werkplan opstellen voor de tijdelijke werkwegen en voor de tijdelijke inrichting van de werkterreinen.
   Het werkplan dient schriftelijk ter goedkeuring aan de waterbeheerder te worden aangeleverd.
3. Het werkplan zoals bedoeld in lid 2 dient minimaal de volgende onderdelen te bevatten:
   - Een tekening per werkweg;
   - Een inrichtingstekening van de werkterreinen per locatie (mast of werkweg);
   - De inzet van materieel en materiaal;
   - De wijze van uitvoering van de werken of werkzaamheden.
4. Met de werken en/of werkzaamheden mag pas worden begonnen als de goedkeuring op het werkplan zoals bedoeld in lid 2 is verleend. Er staan rechtsmiddelen open tegen dit besluit.
5. Het in lid 2 genoemde plan dient tenminste twaalf weken voor aanvang van de werkzaamheden ter goedkeuring te worden voorgelegd aan de waterbeheerder.

Voorschrift 12
T0-meting + T eind-meting bouwen hoogspanningsmasten, HDD-boringen en tijdelijke werkwegen en werkterreinen

1. Voordat met de werkzaamheden wordt aangevangen dient de vergunninghouder in overleg met de waterbeheerder een visuele inspectie uit te voeren van de waterkering, de bekleding en de beheerwegen. Bestaande schades dienen in woorden en beeld (foto) te worden vastgelegd in een document inclusief datum en tijdstip van de waarnemingen. De gegevens dienen te worden overlegd aan de waterbeheerder.
2. Na beëindiging van de werkzaamheden wordt op identieke wijze als voor de aanvang van de werkzaamheden een visuele inspectie uitgevoerd. De gegevens dienen te worden overlegd aan de waterbeheerder.
3. Schades als gevolg van de werkzaamheden dienen na overleg met de waterbeheerder direct door de vergunninghouder te worden hersteld en worden gemeld aan de afdeling handhaving en de objectdeskundige.

Voorschrift 13
Beëindiging tijdelijke werkwegen en werkterreinen

1. De vergunninghouder dient bij beëindiging van de werkzaamheden de op grond van deze vergunning aanwezige tijdelijke werken uiterlijk 30 juni 2032 te verwijderen.
2. Het rijkswaterstaatswerk dient in oorspronkelijke staat te worden hersteld.

Voorschrift 14
Amoveren masten 087 en 088

1. De vergunninghouder dient voorafgaand aan de verwijdering van de werken een verwijderingsplan ter goedkeuring in bij de waterbeheerder.
2. Met de werken en/of werkzaamheden mag pas worden begonnen als de goedkeuring is verleend. Er staan rechtsmiddelen open tegen dit besluit.
3. Het in lid 1 genoemde plan dient tenminste twaalf weken voor aanvang van de werkzaamheden te worden voorgelegd aan de waterbeheerder.

Voorschrift 15
Herinrichten gedeelte Oostelijke Spuikanaaldijk

1. Alvorens een gedeelte van de Oostelijke Spuikanaaldijk ter plaatse van de te verwijderen mast 088 en te plaatsen mast 1003 wordt heringericht, dient de vergunninghouder te beschikken over een definitief beplantingsplan welke door de waterbeheerder is goedgekeurd. Er staan rechtsmiddelen open tegen dit besluit.

2. Het in lid 1 genoemde plan dient tenminste twaalf weken voor aanvang van de beplantingswerkzaamheden te worden voorgelegd aan de waterbeheerder.

Voorschrift 16
Elektromagnetische compatibiliteit (EMC)

1. De netaansluiting (zowel boven- als ondergronds) mag geen negatieve invloed hebben op de werking van elektronica, kabels/leidingen en aanwezige installaties en objecten van Rijkswaterstaat.
2. Binnen drie maanden na de ingebruikname van de netaansluiting dient de vergunninghouder aan de waterbeheerder een door een onafhankelijk bureau opgestelde rapportage aan te leveren waarin wordt aangetoond dat er geen sprake is van beïnvloeding van de in lid 1 genoemde objecten/obstakels.

Voorschrift 17
Buitengebruikstelling en verwijdering van de 380 kV hoogspanningsverbinding

1. De vergunninghouder dient uiterlijk drie jaar na beëindiging van de exploitatie van de 380 kV hoogspanningsverbinding de op grond van deze vergunning aanwezige werken te verwijderen.
2. De vergunninghouder dient voorafgaand aan de verwijdering van de werken een verwijderingsplan ter goedkeuring in bij de waterbeheerder.
3. Met de werken en/of werkzaamheden mag pas worden begonnen als de goedkeuring is verleend. Er staan rechtsmiddelen open tegen dit besluit.
4. Het in lid 2 genoemde plan dient tenminste twaalf weken voor aanvang van de werkzaamheden te worden voorgelegd aan het waterbeheerder.

Voorschrift 18
Doorvaarthoogte

Bij kruising van het Bathse Spuikanaal en Antwerps Kanaalpand dient de hoogte van de 380 kV hoogspanningsverbinding te worden uitgevoerd zoals is aangegeven in de bij deze beschikking behorende bijlage 9.

Voorschrift 19
Scheepvaart

De werken worden zodanig uitgevoerd dat:
- de doorvaart van de scheepvaart, zowel in de breedte als in de hoogte, niet wordt belemmerd;
- de zichtlijnen voor de scheepvaart niet worden gehinderd;
- de zichtlijnen voor de bedienings- en begeleidingsobjecten niet worden gehinderd;
- geen hinder voor radar en marifoon wordt veroorzaakt;
- geen hinderlijke uitstraling van verlichting voor het scheepvaartverkeer wordt veroorzaakt.

Voorschrift 20
As built gegevens

1. Binnen acht weken nadat de werkzaamheden zijn beëindigd dienen as built gegevens digitaal te worden aangeleverd. De as built gegevens dienen te voldoen aan de NLCS (Nederlandse CAD standaard).
2. AutoCAD: As built tekeningen dienen aangeleverd te worden als dwg-bestanden, dxf-bestanden (inleesbaar in AutoCAD Map 3D 2017) of shapefiles. Alle objecten dienen ingemeten te worden in het Rijksdriehoekstelsel (X, Y) en de (Z) in NAP. De nauwkeurigheid moet beter zijn dan 10 cm in x, y en z-coördinaat. Daarnaast dienen de tekeningen in pdf-formaat te worden aangeleverd. De as built tekeningen dienen te worden aangeleverd via e-mailadres ZD-areaalgegevens@rws.nl.
3. Digitaal Topografisch Bestand (DTB): Ten behoeve van het aanpassen van het DTB dient de vergunninghouder bestanden betreffende de bestaande situatie op te vragen bij servicedesk-data@rws.nl (onder vermelding van het zaaknummer van de vergunning en de omschrijving ‘uitsnede DTB’).
   De vergunninghouder dient de gewijzigde terreinsituatie geïntegreerd in het beschikbaar gestelde DTB terug te leveren aan servicedesk-data@rws.nl conform de door Rijkswaterstaat gestelde specificaties.

3.3 Voorschriften van algemene aard

Voorschrift 21
Contactpersoon

1. De vergunninghouder is verplicht één of meer personen aan te wijzen die in het bijzonder belast is (zijn) met de naleving van het bij deze vergunning bepaalde, waarmee door of namens de waterbeheerder in spoedgevallen overleg kan worden gevoerd.
2. De vergunninghouder deelt schriftelijk binnen veertien dagen nadat deze vergunning in werking is getreden aan de waterbeheerder mee, wat de contactgegevens zijn (naam, adres, telefoonnummer en e-mailadres) van degene(n) die door of vanwege hem is (zijn) aangewezen.
3. Wijzigingen moeten binnen veertien dagen schriftelijk worden gemeld.

4 Aanvraag

4.1 Algemeen

Tennet TSO B.V. is voornemens om binnen het beheersgebied van Rijkswaterstaat Zee en Delta diverse werkzaamheden te verrichten in het Schelde-Rijnkanaal, het Bathse Spuikanaal, op de Oostelijke Spuikanaaldijk en de Kreekrakpolder ten behoeve van realisatie van een 380 kV hoogspanningsverbinding tussen Rilland en Tilburg (zie bijlage 2) en tevens bekend als project Zuid-West 380 kV Oost.
Een overzicht van het hoogspanningstracé is aangegeven in bijlage 3.

De onderstaande handelingen (zie kaart 1 van bijlage 5 en kaarten 3 en 4 van bijlage 6) vinden plaats in de gemeente Reimerswaal conform de overzichtskaart in bijlage 4.

4.2 Handelingen waarvoor vergunning wordt aangevraagd

De vergunningaanvraag heeft betrekking op de volgende handelingen:
- Het plaatsen en behouden van een 380 kV mast (mast 1003) op de primaire waterkering Oostelijk Spuikanaaldijk;
- Het plaatsen en behouden van een 380 kV mast (mast 1004) in de beschermingszone van de regionale waterkering Kreekrakpolder;
- Het kruisen van het Schelde-Rijnkanaal en Bathse Spuikanaal met een 380 kV-verbinding betreffende masten 1002 tot en met 1004;
- Het kruisen van het Schelde-Rijnkanaal en Bathse Spuikanaal met twee 150 kV HDD- boringen;
- Het amoveren van een 150 kV mast (mast 088) op primaire waterkering Oostelijke Spuikanaaldijk;
- Het amoveren van een 150 kV mast (mast 087) in de beschermingszone van de regionale waterkering Kreekrakpolder;
- Het amoveren van een bovengronds 150 kV-verbinding Schelde-Rijnkanaal en Bathse Spuikanaal vanaf 150 kV station (ligt deels in het beheergebied van Waterschap Scheldestromen) naar de masten 087 en 088 (liggen binnen het beheergebied van Rijkswaterstaat Zee en Delta).
- Het gedeeltelijk herinrichten van de Oostelijke Spuikanaaldijk ter plaatse van de te verwijderen mast 088 en te plaatsen mast 1003;
- Het aanleggen van tijdelijke werkwegen en werkterreinen voor de te plaatsen masten 1003 en 1004 en te verwijderen masten 087 en 088.

Op grond van artikel 6.12 van het Waterbesluit is het verboden zonder vergunning van Onze Minister als bedoeld in artikel 6.5 van de Waterwet gebruik te maken van een oppervlaktelichaam of een bijbehorend kunstwerk in beheer bij het Rijk niet zijnde de Noordzee, door anders dan in overeenstemming met de functie, daarin, daarop, daarboven, daarover of daaronder werken te maken of te behouden, dan wel vaste substanties of voorwerpen te storten, te plaatsen of neer te leggen, of deze te laten staan of liggen.
Op grond van artikel 6.14 van het Waterbesluit is het verboden zonder vergunning van Onze Minister als bedoeld in artikel 6.5 van de Waterwet gebruik te maken van waterkeringen in beheer bij het Rijk of van een daartoe behorende beschermingszone door, anders dan in overeenstemming met de functie, daarin, daarop, daarboven, daarover of daaronder werken te maken of te behouden, dan wel vaste substanties of voorwerpen te storten, te plaatsen of neer te leggen, of deze te laten staan of liggen.

De hierboven genoemde handelingen vallen onder artikel 6.5, onder c van de Waterwet en zijn derhalve vergunningplichtig.

4.3 Beschrijving van het waterstaatswerk waarin de handelingen plaatsvinden

Oostelijke Spuikanaaldijk
Tussen de waterlichamen Antwerps Kanaalpand en het Bathse Spuikanaal ligt de Oostelijke Spuikanaaldijk. Deze kanaaldijk betreft een primaire waterkering en heeft een belangrijke waterkerende functie.

Kreekrakpolder
De Kreekrakpolder(dijk) ligt in de provincie Zeeland, op de grens tussen Nederland en België. De Kreekrakpolder ligt aan de oostzijde van het Antwerps Kanaalpand dat onderdeel uitmaakt van de Schelde-Rijnverbinding tussen de havens van Rotterdam en Antwerpen. Het kanaal is aangelegd in de periode 1967 tot 1975 met als doel een scheepvaartverbinding tussen de Westerschelde en de Oosterschelde te realiseren. Deze kanaaldijk betreft een primaire waterkering en heeft een belangrijke waterkerende functie.

4.4 Beschrijving van de oppervlaktewaterlichamen waarin de handelingen plaatsvinden

Antwerps Kanaalpand
Het werk vindt plaats langs het waterlichaam Antwerps Kanaalpand. Dit waterlichaam behoort tot het watertype zwak, brede wateren. Het waterlichaam Antwerps Kanaalpand is in de 20ste eeuw (midden jaren 70) door de mens gegraven ten behoeve van de scheepvaart. Het waterlichaam is gegraven op een plaats waar voorheen geen water aanwezig was.

Bathse Spuikanaal
Het werk vindt plaats langs het Bathse Spuikanaal. Dit waterlichaam behoort tot het watertype matig, grote diep gebufferde meren. Het Bathse Spuikanaal bestaat uit een kanaal van 8 km lang, 140 m breed en 7 m diep en loopt parallel aan het Antwerps Kanaalpand. Het waterlichaam Bathse Spuikanaal is in de 20ste eeuw (midden jaren 80) door de mens gegraven om het overtollige zoete water van het Volkerak en het Markiezaatmeer af te voeren. Het waterlichaam is gegraven op een plaats waar voorheen geen water aanwezig was.

5 Toetsing van de aanvraag aan de doelstellingen van het waterbeheer

De Waterwet omschrijft in artikel 2.1 het toetsingskader voor de beslissing op de aanvraag. In dit artikel zijn de algemene doelstellingen aangegeven die richtinggevend zijn bij de uitvoering van het waterbeheer:

a) voorkoming en waar nodig beperking van overstromingen, wateroverlast en waterschaarste; in samenhang met
b) bescherming en verbetering van de chemische en ecologische kwaliteit van watersystemen en
c) vervulling van maatschappelijke functies door watersystemen.

Deze doelstellingen vormen in onderlinge samenhang het toetsingskader bij vergunningverlening. Een vergunning wordt geweigerd indien de doelstellingen van het waterbeheer zich tegen vergunningverlening verzetten en het niet mogelijk is om de belangen van het waterbeheer door het verbinden van voorschriften of beperkingen voldoende te beschermen.

De doelstellingen zijn geconcretiseerd via normen en beleid ten aanzien van veiligheid, waterkwantiteit, waterkwaliteit en maatschappelijke functievervulling door watersystemen. De uitwerking hiervan vindt plaats in de Waterwet, in aanvullende regelgeving, in water- en beheerplannen op grond van hoofdstuk 4 van de Waterwet en in beleidsregels. De vastgestelde normen en het beleid zijn richtinggevend bij de toetsing of een aangevraagde handeling verenigbaar is met de doelstellingen voor het waterbeheer. Hieronder volgt een beschrijving van het beleid waarmee bij het beoordelen van de vergunningaanvraag rekening is gehouden.

Bij de beoordeling van de vergunningaanvraag richt het bevoegd gezag zich volgens het toetsingskader op de effecten van het initiatief op voorkoming en beperking van overstromingen, wateroverlast en waterschaarste, de effecten op bescherming en verbetering van de chemische en ecologische kwaliteit van en de vervulling van maatschappelijke functies door watersystemen.

Aan de hand van het in dit hoofdstuk beschreven toetsingskader volgt in de volgende paragrafen de toetsing van de aanvraag aan de doelstellingen van het waterbeheer.

5.1 Beoordeling voor wat betreft het gebruik maken van een rijkswaterstaatswerk en/of bijbehorende beschermingszone

5.1.1 Regelgeving en beleid

De hoofdlijnen van het nationale waterbeleid ten aanzien van veiligheid en het doelmatig gebruik van waterstaatswerken en de manier waarop daarbij rekening moet worden gehouden met de ecologische doelstellingen die gelden voor KRW-waterlichamen zijn vastgelegd in het Nationaal Water Programma (NWP), planperiode 2022-2027.

In het NWP komen het oude Nationaal Waterplan (voor beleid) en het Beheer- en ontwikkelplan voor de rijkswateren (voor beheer) samen. Zo werken we al in de geest van de Omgevingswet. Daarnaast zijn het Programma Noordzee, de stroomgebiedbeheerplannen en de overstromingsrisicobeheerplannen onderdeel van het NWP. Hiermee geeft het programma invulling aan de Europese richtlijnen voor water.

5.1.2 Overwegingen t.a.v. de beperking van overstromingen, wateroverlast en waterschaarste (veiligheid en waterkwantiteit)

Bij de behandeling van voorliggende aanvraag wordt getoetst aan de

doelstellingen uit artikel 2.1 van de Waterwet die verder zijn uitgewerkt in het Nationaal Water Programma (NWP).
De invulling van de basisfuncties veiligheid, voldoende, schoon en (ecologisch) gezond water in het NWP dienen ter voorkoming van overstromingen, wateroverlast en waterschaarste. Om overstromingen in het rivierengebied te voorkomen is behalve een netwerk van functionerende keringen ook een goede afvoer van water, sediment en ijs via de rivieren naar zee nodig. Het dynamisch handhaven van de basiskustlijn en op peil houden van het zandvolume van het kustfundament met zandsuppleties voorkomen erosie van de kust en dragen bij aan het voorkomen van overstromingen vanuit de Noordzee. Het beleid m.b.t. de bescherming van deze waterstaatkundige belangen is uitgewerkt in de Beleidslijn Grote Rivieren en het Beleidskader IJsselmeergebied.
Voldoende water, niet te veel én niet te weinig, is cruciaal voor het goed functioneren van Nederland. De grote rivieren en het IJsselmeer staan daarbij centraal.
Het waterbeheer is er op gericht om wateroverlast, watertekort, droogte en verzilting te voorkomen en nadelige gevolgen te beperken. Wateroverlast, waarmee de persoonlijke veiligheid van mensen in gevaar komt, wordt aangepakt binnen het waterveiligheidsbeleid.

De werkzaamheden voor de realisatie van een 380 kV hoogspanningsverbinding tussen Rilland en Tilburg zullen gezien de aard en locatie geen nadelige gevolgen hebben voor het waterbeheer (waterkwantiteit).

Wel dient vergunninghouder rekening te houden met het feit dat de situatie zich kan voordoen dat het Volkerak-Zoommeer en daarmee het Bathse Spuikanaal, vanwege zeer extreme omstandigheden als waterberging gebruikt zou kunnen gaan worden, waarbij het waterniveau kan stijgen tot N.A.P. + 2,30m.
De kans dat een dergelijke situatie zich voordoet is 1:1400 jaar.
Tijdens inzet van de waterberging dient de uitvoering van werken te worden gestaakt. Dit is voor risico en op kosten van de vergunninghouder. Hiervoor is het voorschrift 5 “waterberging” in de vergunning opgenomen.

Stabiliteit van de waterkering
Voor de realisatie van de 380 kV hoogspanningsverbinding tussen Rilland en Tilburg worden masten 1003 en 1004 geplaatst en worden de masten 087 en 088 verwijderd op respectievelijke waterkering Oostelijke Spuikanaaldijk en waterkering Kreekrakpolder. De twee 150 kV HDD-boringen worden uitgevoerd onder beide bovengenoemde waterkeringen van Rijkswaterstaat Zee en Delta en de waterkering Westelijke Spuikanaaldijk van Waterschap Scheldestromen die door het waterschap wordt vergund. De werken dienen door Rijkswaterstaat getoetst te worden aan de geldende normen om te bepalen of er een negatieve invloed te verwachten is op de stabiliteit van de waterkering.

De twee 150 kV HDD-boringen zijn getoetst door Rijkswaterstaat Grote Projecten en Onderhoud (GPO). Uit de toetsing blijkt dat de HDD-boringen geen negatieve invloed heeft op de stabiliteit van de waterkeringen Oostelijke Spuikanaaldijk en Kreekrakpolder. Uit de nog uit te voeren toetsen moet blijken dat het aanleggen

van de werken (masten 1003 en 1004) en het verwijderen van werken (masten 087 en 088) geen negatieve invloed heeft op de stabiliteit van de waterkeringen Oostelijke Spuikanaaldijk en Kreekrakpolder.

Hiervoor zijn de voorschriften 10 “Bouwen van hoogspanningsmasten” en 14 “Amoveren masten 087 en 088” opgenomen in de vergunning.

De opgenomen voorschriften waarborgen dat de doelstellingen op het gebied van waterveiligheid voldoende worden beschermd.

5.1.3 Specifieke overwegingen

Periodieke beoordeling waterkering
Op grond van de Waterwet dienen waterkeringen periodiek te worden beoordeeld op veiligheid.
Op basis van de uitkomsten van deze beoordeling zou het kunnen voorkomen dat de waterkering dient te worden aangepast, waarbij de betreffende locatie in het geding zou kunnen komen. In verband hiermee is een voorschrift opgenomen dat vergunninghouder er rekening mee dient te houden dat de locatie na deze toetsing kan worden herzien of dat het vergunde werk tijdelijk dan wel definitief dient te worden verwijderd. Hiertoe is voorschrift 6 opgenomen.

Stormseizoen
De kans op het falen van waterkeringen is het grootst op het moment dat de waterkering het zwaarst belast wordt. Deze belasting treedt op bij hoge waterstanden en sterke wind. In de periode van 1 oktober tot 1 april, het stormseizoen, is er een grotere kans op het optreden van hoog water in combinatie met sterke wind. Bij het verrichten van werkzaamheden binnen de invloedssfeer van de waterkering in deze periode wordt de functie van de waterkering aangetast, waardoor de faalkans van de waterkering wordt vergroot. In verband hiermee is een voorschrift opgenomen dat in het stormseizoen geen graafwerkzaamheden/opbrekingen mogen worden uitgevoerd.
Eventuele gegraven gaten of sleuven en/of openbrekingen moeten voor de start van het stormseizoen weer zijn hersteld. Bij graafwerkzaamheden in de kern- en/of beschermingszone van de waterkering geldt altijd dat de uitgekomen grondlagen gescheiden dienen te worden gehouden en in oorspronkelijke staat terug dienen te worden aangebracht. Hiertoe is voorschrift 7 opgenomen.

Graafwerkzaamheden waterkering
Bij graafwerkzaamheden in de kern- en/of beschermingszone van de waterkering geldt altijd dat de uitgekomen grondlagen gescheiden dienen te worden gehouden en in oorspronkelijke staat terug dienen te worden aangebracht. Hiertoe is voorschrift 8 “Technische voorschriften waterkering” opgenomen.

Uitvoeren van HDD-boringen
Bijlagen 16 en 16A betreffen het vergunningsrapport (boorplan) en de boortekening voor het kruisen van west naar oost: de primaire waterkering in het beheer van Waterschap Scheldestromen, het Bathse Spuikanaal, de primaire

waterkering Oostelijke Spuikanaaldijk, het Antwerps Kanaalpand en de regionale waterkering Kreekrakpolder door middel van twee parallelle gestuurde HDD-boringen, ten behoeve van de aanleg van twee 150 kV verbindingen.
De HDD-boringen hebben een lengte van 699 meter en de maximale diepte (hartlijn) van – 30 meter NAP. Elke bundel bestaat uit vier mantelbuizen (PE 100 ø315 mm SDR9).
Zowel het intrede- als het uittredepunt van de HDD-boringen ligt buiten de waterkeringszones van Rijkswaterstaat. De twee HDD-boringen dienen conform de bijlagen 16 en 16A te worden uitgevoerd.

Indien wijzigingen worden aangebracht in goedgekeurde bijlagen 16 en 16A dan dient de vergunninghouder een nieuw boorplan, boortekening inclusief sterkteberekeningen aan te leveren die opnieuw worden getoetst door GPO. De vergunninghouder mag pas beginnen met de werkzaamheden voor de HDD-boringen nadat de waterbeheerder het nieuwe boorplan heeft goedgekeurd. Er staan rechtsmiddelen open tegen dit besluit. Hiertoe is voorschrift 9 “Technische voorschriften HDD-boringen” opgenomen.
Uit de aangeleverde documentatie blijkt dat er nog aanvullend onderzoek noodzakelijk is op de locatie van het boortracé om de maatgevende stijghoogten te bepalen zodat de benodigde kwelmaatregelen kunnen worden genomen.
Ook de door GPO uitgevoerde toetsing van de HDD-boringen blijkt dat nader onderzoek moet worden gedaan naar de stijghoogten om concrete invulling te geven van de benodigde kwelmaatregelen. Dit betekent dat de vergunninghouder een kwelplan dient aan te leveren die door GPO wordt getoetst. In het kwelplan dient te worden opgenomen, een kwelberekening, een onderbouwing van hoe en wanneer kwelmaatregelen worden ingezet. De vergunninghouder mag pas beginnen met de werkzaamheden voor de HDD-boringen nadat de waterbeheerder het kwelplan heeft goedgekeurd. Er staan rechtsmiddelen open tegen dit besluit. Hiertoe is voorschrift 9 “Technische voorschriften HDD-boringen” opgenomen.

Bouwen van hoogspanningsmasten
Mast 1003 wordt geplaatst op de waterkering Oostelijke Spuikanaaldijk.
Mast 1004 wordt geplaatst op de waterkering Kreekrakpolder. Meer gegevens over de te plaatsen masten 1003 en 1004 zijn vermeld in het mastrapport (bijlage 10), de ontwerp fundatie (bijlage 11), de mastbeeldtekening (bijlage 12), de fundatietekening (bijlage 13), achtergrondinformatie omtrent de locatie van masten 1003 en 1004 (bijlage 14) en de geotechnische analyse (bijlage 18).
De bovengenoemde bijlagen zijn niet getoetst. In verband met het risico van eventuele geleiderbreuken bij de masten 1003 en 1004 (zie bijlage 9) en het omvallen van de masten op het Bathse Spuikanaal en de Schelde-Rijnkanaal respectievelijk de waterkeringen ter plaatse, dient de vergunninghouder een definitief palenplan, mastrapport, mastbeeldtekening, fundatietekeningen (zowel bovengrondse als ondergrondse constructie), geotechnische analyse en de bijbehorende berekeningen ter goedkeuring te overleggen aan de waterbeheerder, zodat indien nodig aanvullende voorwaarden kunnen worden gesteld. Dit is in een later stadium bekend omdat de aanbesteding nog moet plaatsvinden.
De uitvoerende aannemer moet de bovengenoemde definitieve documentatie, tekeningen en berekeningen nog uitwerken. Daarnaast moet de aannemer aan de

hand van berekeningen aantonen dat het plaatsen van de masten geen negatieve invloed heeft op de stabiliteit van beide waterkeringen. Er staan rechtsmiddelen open tegen dit besluit. Hiertoe is voorschrift 10 opgenomen.

Tijdelijke werkwegen en werkterreinen
Ten behoeve van de nieuw te bouwen masten (1003 en 1004) en de te amoveren masten (087 en 088) zijn er tijdelijke werkwegen en werkterreinen noodzakelijk. In de kaarten 3 en 4 van bijlage 6 zijn de locaties van de masten aangegeven. Tevens worden de benodigde ruimte voor de werkwegen en werkterreinen aangegeven.
Na het aanbrengen van de afrasteringen wordt gestart met het aanbrengen van de werkwegen en werkterreinen. De werkwegen en werkterreinen worden op het maaiveld aangebracht. Op de werkterreinen kunnen diverse objecten worden geplaatst zoals hekwerken, opslagcontainers, mobiele keten en dergelijke.

Afhankelijk van de aard en volgorde van de werkzaamheden voor de masten 1003, 1004, 087 en 088 kan het zijn dat de tijdelijke werkwegen en werkterreinen meerdere malen worden aangelegd en verwijderd om de hinder voor de grondeigenaren te beperken gedurende de looptijd van deze vergunning. Het project 380 kV hoogspanningsverbinding tussen Rilland en Tilburg moet nog aanbesteed worden en pas daarna is de uitvoerende aannemer bekend die de definitieve uitvoeringsdocumenten voor de werkwegen en werkterreinen zal opstellen.

Van belang is dat wanneer het duidelijk is hoe de werkwegen en de werkterreinen worden aangelegd en ingericht, dat aan de waterbeheerder een werkplan ter goedkeuring wordt aangeleverd. In het werkplan dient onder andere rekening te worden gehouden met het volgende; een tekening per werkweg, een inrichtingstekening van de werkterreinen per locatie (mast of werkweg), inzet van materieel en materiaal, de wijze van uitvoering van de werkzaamheden en dat de werken geen negatieve effecten mogen hebben op het rijkswaterstaatswerk.
Met de werken en/of werkzaamheden mag pas worden begonnen als het werkplan schriftelijk is goedgekeurd door het bevoegd gezag. Er staan rechtsmiddelen open tegen dit besluit. Hiertoe is voorschrift 11 opgenomen.

T0-meting en T eind-meting bouwen hoogspanningsmasten, HDD-boringen en tijdelijke werkwegen en werkterreinen
De werkzaamheden voor het bouwen van de twee hoogspanningsmasten (1003 en 1004) kunnen schades veroorzaken aan de waterkering of rijkswaterstaatswerk. Door het aanbrengen van kabels en leidingen onder een waterkering met een boortechniek kan schade ontstaan aan de waterkering. De schade uit zich veelal in een verzakking (zetting, zonk), zichtbaar en meetbaar aan de waterkering.
Ook het bouwen van tijdelijke werkwegen en werkterreinen kunnen schades veroorzaken aan de waterkering of rijkswaterstaatswerk. De vergunninghouder moet alle ontstane schades als gevolg van bovengenoemde werkzaamheden op eigen kosten herstellen. Om dit te borgen is voorschrift 12 opgenomen over het vastleggen van een beginsituatie en een eindsituatie.
De vergunninghouder dient middels een nul- en eindinspectie aan te tonen dat de

staat van de waterkeringen door de werkzaamheden niet is verslechterd. De nul- en eindinspectie dient afgestemd te worden met de waterbeheerder.

Beëindiging tijdelijke werkwegen en werkterreinen
Na afloop van de tijdelijke werkzaamheden dienen de tijdelijke werkwegen en werkterreinen te worden opgeruimd en het rijkswaterstaatswerk dient in oorspronkelijke staat te worden hersteld. Hiertoe is voorschrift 13 opgenomen. Gedurende de in deze vergunning opgenomen termijn voor de tijdelijke werkwegen en werkterreinen kan de vergunninghouder hiervan eenmaal of meermaals gebruik maken.
De tijdelijke aanleg en het gebruik van werkwegen en werkterreinen dient definitief op 30 juni 2032 te zijn beëindigd conform het verzoek op 20 februari 2024. Hierdoor is de in het ontwerp besluit genoemde datum van 31 december 2030 in voorschrift 13 lid 1 gewijzigd naar 30 juni 2032 in het definitieve besluit.

Amoveren masten 087 en 088
Bijlage 15 betreft het amoveren van geleiders, 150 kV masten en fundatie voor de masten 087 en 088. Deze bijlage is geen concreet verwijderingsplan en ook niet getoetst. Alvorens tot verwijdering van de masten 087 en 088 over te gaan, dient vergunninghouder te beschikken over een door de waterbeheerder goedgekeurd verwijderingsplan. Er staan rechtsmiddelen open tegen dit besluit.
Hiertoe is voorschrift 14 opgenomen. De masten 087 en 088 staan sinds 1968 en voor de aanleg van het Schelde-Rijnkanaal waardoor dit gebied niet tot het waterstaatkundig beheersgebied van Rijkswaterstaat Zee en Delta behoort. Hierdoor is er toentertijd geen vergunning verleend.

De aanleg van het Schelde-Rijnkanaal is midden jaren 70 voltooid en sindsdien behoort het kanaal tot het waterstaatkundig beheersgebied van Rijkswaterstaat Zee en Delta. Hierdoor is het amoveren van de masten 087 en 088 in dit ontwerpbeschikking opgenomen waar de Waterwet van toepassing is.

Herinrichten gedeelte Oostelijke Spuikanaaldijk
Vanuit veiligheid is het niet wenselijk dat er houtopstanden onder het hoogspanningstraject groeien. Voor het plaatsen van mast 1003 dienen bomen te worden gerooid. Voor deze bomen moeten nieuwe bomen worden geplant.
Een deel van de bomen dienen ook als windvang voor het scheepvaartverkeer op de Schelde-Rijnverbinding. Bijlage 17 betreft een beplantingsvoorstel voor het herinrichten van een gedeelte van de Oostelijke Spuikanaaldijk ter plaatse van de te verwijderen mast 088 en te plaatsen mast 1003. Dit beplantingvoorstel is niet goedgekeurd. Alvorens tot het herinrichten van het gedeelte Oostelijke Spuikanaaldijk over te gaan, dient vergunninghouder te beschikken over een door de waterbeheerder goedgekeurd beplantingsplan. Er staan rechtsmiddelen open tegen dit besluit. Hiertoe is voorschrift 15 opgenomen in de vergunning.
Het toekomstig beheer en onderhoud van het heringerichte gedeelte van de Oostelijke Spuikanaaldijk ter plaatse van de te verwijderen mast 088 en te plaatsen mast 1003 zal, voor aanvang van de werken, in nader overleg met de vergunninghouder, in een beheersregeling (overeenkomst) worden vastgesteld.

Elektromagnetische compatibiliteit (EMC)
Bij de aanleg van de netaansluiting (150 kV en 380 kV hoogspanningsverbindingen) en in de gebruiksfase mogen geen ongewenste elektromagnetische effecten optreden op de boven- en ondergrondse objecten/obstakels van Rijkswaterstaat zoals kabels/leidingen, elektronica, aanwezige installaties en objecten langs, op of over het Bathse Spuikanaal, het Antwerps Kanaalpand, de Oostelijke Spuikanaaldijk en de Kreekrakpolder.
Hiertoe is voorschrift 16 opgenomen waarbij de vergunninghouder na de ingebruikname van de netaansluiting aan moet tonen dat deze effecten niet optreden.
Beëindiging exploitatie 380 kV hoogspanningsverbinding
Na beëindiging van de exploitatie van de 380 kV hoogspanningsverbinding dienen de op grond van deze beschikking vergunde werken te worden verwijderd.

Alvorens tot verwijdering van de werken over te gaan, dient vergunninghouder te beschikken over een door de waterbeheerder goedgekeurd verwijderingsplan. Er staan rechtsmiddelen open tegen dit besluit. Hiertoe is voorschrift 17 opgenomen.

5.1.4 Overwegingen t.a.v. de bescherming en verbetering van de chemische en ecologische kwaliteit van watersystemen (waterkwaliteit)

Voor wat betreft de ecologische doelstellingen van het Antwerps Kanaalpand en Bathse Spuikanaal is gebruik gemaakt van de ‘Beleidsregel toetsingskader waterkwaliteit maart 2022’. De twee 150 kV boringen onder de waterkeringen van Waterschap Scheldestromen en Rijkswaterstaat Zee en Delta komen niet in aanraking met water van het Schelde-Rijnkanaal. Het plaatsen van mast 1003 en het amoveren van mast 088 vinden plaats in het droge oevergebied van het Bathse Spuikanaal. Daarnaast vinden er tijdens de werkzaamheden geen lozingen plaats in het oppervlaktewaterlichaam. De werken bevinden zich in de nabijheid van het watersysteem, maar gelet op de locatie is er geen invloed op de chemische en ecologische toestand van het oppervlaktewater te verwachten. Nadere voorschriften hieromtrent behoeven daarom niet opgenomen te worden.

5.1.5 Overwegingen t.a.v. de maatschappelijke functievervulling door watersystemen

Het Nationaal Water Programma kent aan de Rijkswateren verschillende gebruiksfuncties toe die specifieke eisen stellen aan het beheer of gebruik van het betreffende rijkswater. Voor het oppervlaktewaterlichamen Antwerps Kanaalpand en Bathse Spuikanaal gelden de volgende functies:
- Natuur
- Scheepvaart;
- Visserij;
- Kabels en leidingen;
- Waterrecreatie.

Natuur
De aanlegwerkzaamheden voor de 380 kV hoogspanningsverbinding van Rilland naar Tilburg vinden plaats buiten de gebieden van Natura 2000 en het Natuur Netwerk Zeeland. Voor wat betreft de ecologische doelstellingen van het Antwerps Kanaalpand en Bathse Spuikanaal is gebruik gemaakt van de 'Beleidsregel toetsingskader waterkwaliteit maart 2022'. De overwegingen en conclusies op dit gebied zijn opgenomen in het bovenstaande gedeelte "*Bescherming en verbetering van de chemische en ecologische kwaliteit van het watersysteem"*.

Scheepvaart
De belangrijkste functie van het Antwerps Kanaalpand en Bathse Spuikanaal is scheepvaart. De doorvaarthoogte (zie bijlage 9) is een belangrijke eis bij het kruisen van het Bathse Spuikanaal en het Antwerps Kanaalpand voor het realiseren van een 380 kV hoogspanningsverbinding van Rilland naar Tilburg. Hiertoe is voorschrift 18 "Doorvaarthoogte" opgenomen.
Zowel tijdens de bouw als het gebruik van de 380 kV hoogspanningsverbinding mag het doorgaande scheepvaartverkeer op deze hoofdtransportas niet beperkt worden. Daarom is ter voorkoming van hinder voor een veilig en vlot scheepvaartverkeer een voorschrift opgenomen. Gelet op de aard, omvang en locatie van de werken en het opgenomen voorschrift 19 is het niet te verwachten dat het scheepvaartverkeersbelang in het geding komt.

Visserij
De functie visserij betreft de beroeps- en sportvisserij op de rijkswateren.
Op en langs het Antwerps Kanaalpand en Bathse Spuikanaal wordt de sportvisserij beoefend, maar de locaties van de te bouwen en te amoveren masten bevinden zich op het droge oevergebied.
Daarnaast worden de gestuurde boringen uitgevoerd onder het Antwerps Kanaalpand en Bathse Spuikanaal. Hierdoor zullen de werkzaamheden geen belemmering zijn voor het uitoefenen van de sportvisserij op beide oppervlaktewaterlichamen.

Kabels en leidingen
Voor deze functie dient Rijkswaterstaat ruimte te houden voor aanleg en onderhoud van nieuwe kabels en leidingen. Door de aanleg van de 380 kV hoogspanningsverbinding van Rilland naar Tilburg wordt invulling gegeven aan deze functie voor het Antwerps Kanaalpand en Bathse Spuikanaal waarbij rekening is gehouden met ligging van eventuele kabels en leidingen van andere partijen, de waterstaatkundige belangen en de gebruikers van beide oppervlaktewaterlichamen.

Waterrecreatie
Het Antwerps Kanaalpand en het Bathse Spuikanaal behoren tot het basisrecreatietoervaartnet (BRTN-vaarwegen). De werkzaamheden voor het realiseren van een 380 kV hoogspanningsverbinding van Rilland naar Tilburg zullen geen hinder veroorzaken voor de waterrecreanten.

Uitgangspunt van het Nationaal Water Programma (NWP 2022-2027) is dat in

beginsel aan de eisen van de gebruiksfuncties wordt voldaan wanneer de gebruiksfuncties waterveiligheid, voldoende water, schoon en gezond water en veilig verkeer over water op orde zijn. Dit is in de onderhavige situatie het geval (zie de voorgaande paragrafen).

6 Procedure

6.1 Algemeen

In artikel 20a, eerste lid van de Elektriciteitswet 1998 is bepaald dat op de besluitvorming voor dit project de rijkscoördinatieregeling als bedoeld in artikel 3.35 van de Wet ruimtelijke ordening van toepassing is.
In samenwerking met het coördinatiebesluit van de minister voor Klimaat en Energie (K&E) van 20 juni 2022, wil dat in dit geval zeggen dat de besluiten die nodig zijn voor Zuid-West 380kV Oost (Rilland – Tilburg) gezamenlijk worden voorbereid, waarbij deze procedure wordt gecoördineerd door de minister voor K&E.
Daarbij doorlopen de besluiten, op grond van artikel 3.31, derde lid, in samenhang met artikel 3.35, vierde lid, van de Wet ruimtelijke ordening (Wro), de uniforme openbare voorbereidingsprocedure als bedoeld in afdeling 3.4 van de Algemene wet bestuursrecht met toepassing van de bijzondere regels in artikel 3.31, derde lid, in samenhang met artikel 3.35, vierde lid, van de Wro.

Dit besluit is één van de besluiten die nodig zijn voor Zuid-West 380kV Oost (Rilland – Tilburg). Daarom is ook op dit besluit de rijkscoördinatieregeling van toepassing. De minister van K&E heeft een gecoördineerde voorbereiding van de besluiten voor Zuid-West 380kV Oost (Rilland – Tilburg) bevorderd.
Onderhavig besluit is samen met het inpassingsplan en de andere besluiten als volgt voorbereid:
- op 8 augustus 2022 is op grond van artikel 20c, tweede lid, in samenhang met artikel 20ca van de Elektriciteitswet 1998 het onderhavige besluit aangewezen als besluit dat ook gecoördineerd wordt voorbereid en bekendgemaakt;
- op 14 september 2023 en 28 september 2023 zijn de kennisgevingen met betrekking tot het ontwerp van de besluiten gepubliceerd in de Staatscourant; kennisgeving heeft ook plaatsgevonden in enkele huis-aan-huisbladen en regionale dagbladen;
- het ontwerp van het besluit heeft van 15 september 2023 tot en met 26 oktober 2023 en van 29 september 2023 tot en met 9 november 2023 digitaal ter inzage gelegen op www.rvo.nl/hsv-380-kv-zuid-west-oost.

Op grond van artikel 3.32 in samenhang met artikel 3.35, vierde lid, van de Wet ruimtelijke ordening worden dit besluit en de andere besluiten gelijktijdig door de minister voor K&E bekendgemaakt. Tevens doet de minister voor K&E daarvan mededeling in de Staatscourant, enkele huis-aan-huisbladen en regionale dagbladen en langs elektronische weg. Eerdere insprekers en grondeigenaren en beperkt gerechtigden op die gronden worden persoonlijk geïnformeerd.

6.2 Behandeling zienswijzen en wijzigingen in besluit

Voor dit besluit is sprake van een gecoördineerde procedure, de zogenaamde Rijkscoördinatieregeling. Dit betekent dat het ontwerp van dit besluit gelijktijdig met de andere ontwerp uitvoeringsbesluiten voor het project Zuid-West 380kV Oost (Rilland – Tilburg) ter inzage heeft gelegen.
Tijdens de terinzagelegging van de uitvoeringsbesluiten zijn in totaal 48 zienswijzen ingediend. De binnengekomen zienswijzen zijn in één gezamenlijke antwoordnota samengevat en van een beantwoording voorzien. De antwoordnota is op http://www.rvo.nl/hsv-380-kv-zuid-west-oost te raadplegen.

In de antwoordnota is ook aangegeven of de ingebrachte zienswijze betrekking heeft op één specifiek ontwerpbesluit of dat het een algemene zienswijze betreft die niet gericht is op een specifiek ontwerpbesluit. De antwoordnota dient als bijlage beschouwd te worden van dit besluit en wordt, voor zover betrekking hebbend op dit besluit, geacht daarvan deel uit te maken.

In sommige gevallen heeft een ingediende zienswijze tot een aanpassing van het besluit geleid. Indien dit het geval is staat dit in de antwoordnota aangegeven. Voor een juiste verwerking van deze wijzigingen in de definitieve besluiten is contact gezocht met de aanvrager van de vergunning. Waar nodig is verzocht om de vergunningstukken aan te passen. In de antwoordnota is een overzicht opgenomen van de doorgevoerde wijzigingen naar aanleiding van de ingediende zienswijze.

Tot slot heeft de aanvrager vanwege nieuwe inzichten of nadere uitwerking van de plannen voor de hoogspanningsverbinding ook verzocht enkele wijzigingen door te voeren in de definitieve besluiten. Deze wijzigingen zijn besproken tussen bevoegd gezag en aanvrager. In hoofdzaak betreft dit ondergeschikte wijzigingen die geen belangen van derden onevenredig schaden. Een overzicht van deze wijzigingen is eveneens opgenomen in de antwoordnota voor de zienswijzen.

6.3 Adviesrecht

De vergunningaanvraag heeft betrekking op een handeling (150 kV HDD-boring) ten aanzien waarvan de minister van Infrastructuur en Waterstaat en het dagelijks bestuur van het Waterschap Scheldestromen bevoegd zijn conform Artikel 6.17, derde lid, van de Waterwet. Er is besloten dat ieder bevoegd gezag een aparte watervergunning zal opstellen vanwege de diverse handelingen in het areaal van Waterschap Scheldestromen en Rijkswaterstaat Zee en Delta zoals het plaatsen van masten, het amoveren van masten en open ontgraving waarbij geen sprake is van twee bevoegde gezagen.

7 Conclusie

De in de vergunning opgenomen voorschriften waarborgen dat de doelstellingen van het waterbeheer voldoende worden beschermd. Op grond van de

overwegingen bestaan er daarom geen bezwaren tegen het verlenen van de gevraagde vergunning.

8 Ondertekening

DE MINISTER VAN INFRASTRUCTUUR EN WATERSTAAT,
namens deze,
Afdelingshoofd Vergunningverlening Rijkswaterstaat Zee en Delta

de heer E. Erdtsieck BBA

9 Mededelingen

Beroepsprocedure

Belanghebbenden kunnen tegen dit besluit beroep instellen bij de Afdeling bestuursrechtspraak van de Raad van State, postbus 20019, 2500 EA, Den Haag. De termijn voor het indienen van een beroepschrift bedraagt zes weken en vangt aan met ingang van de dag na die waarop het besluit ter inzage is gelegd.
Een niet-belanghebbende die een zienswijze naar voren heeft gebracht op het ontwerp van het desbetreffende besluit of aan wie redelijkerwijs niet kan worden verweten dat hij niet of niet tijdig heeft gedaan kan ook beroep instellen.

Op dit besluit is de Crisis- en herstelwet van toepassing. Dit betekent dat in het beroepschrift moet worden aangegeven welke beroepsgronden hij aanvoert tegen het besluit. Na afloop van de termijn van zes weken kunnen geen nieuwe beroepsgronden meer worden aangevoerd. Het wordt aanbevolen in het beroepschrift te vermelden dat de Crisis- en herstelwet van toepassing is.

Overige mededelingen:

Het hebben van deze vergunning ontslaat de houder niet van de verplichting om de redelijkerwijs mogelijke maatregelen te treffen teneinde te voorkomen dat derden of de Staat ten gevolge van het gebruik maken van de vergunning schade lijden.

Voorts wordt de aandacht gevestigd op de omstandigheid, dat naast de in deze beschikking verleende vergunning, voor de handelingen, waarop de vergunning betrekking heeft, tevens vergunning en/of ontheffing vereist kan zijn op grond van andere wetten en/of verordeningen dan waarop deze beschikking steunt.

Naast de vergunning heeft u voor het gebruik van staatsgrond- en water nog toestemming nodig van het Rijksvastgoedbedrijf. Ik wijs u er op dat het Rijksvastgoedbedrijf aan een dergelijke privaatrechtelijke regeling nog nadere voorwaarden kan stellen, waaronder het betalen van een (marktconforme) gebruiksvergoeding. Pas op het moment dat een privaatrechtelijke regeling is overeengekomen met het Rijksvastgoedbedrijf mag gebruik worden gemaakt van staatseigendom(men) ter uitvoering van de vergunde activiteit(en).

Verkeersmaatregelen dienen door en op kosten van de vergunninghouder te worden getroffen. De eventueel nodige stremming behoeft de voorafgaande toestemming van het verkeersloket, bereikbaar via het e-mailadres: verkeersloket.wegendistrict.zeeland@rws.nl. Voor het plannen van wegwerkzaamheden dient u gebruik te maken van het Systeem Planning en Informatie Nederland (SPIN). Deze kunt u via www.rws.nl/spin aanvragen.

Op de werkzaamheden is de volgende richtlijn van toepassing: Beleid en proces – werk in uitvoering 96a/96b -2020.
De werkzaamheden vinden plaats op of nabij een autosnelweg (A58). Daarom is de volgende CROW richtlijn van toepassing: Werken op autosnelwegen, Werk in Uitvoering 96a – 2020.
De RWS richtlijnen zijn toegankelijk via:
http://www.verkeersmaatregelen.nl/Info/Literatuur/Werkinuitvoering/Autosnelwegen/RWSrichtlijnvoorverkeersmaatregelenbijwegwerk.aspx

Verkeersmaatregelen mogen alleen worden getroffen door een geautoriseerd persoon. Deze persoon dient in het bezit te zijn van een certificaat Verkeersmaatregelen BRL 9101.

Bijlage 1, Begripsbepalingen

Behorende bij de vergunning van de Minister van Infrastructuur en Waterstaat van heden, nr. RWSZ2022-00016831.

In deze vergunning wordt verstaan onder:

1. ‘Aanvraag’: De aan deze vergunning ten grondslag liggende aanvraag is op 18 november 2022 binnengekomen bij Rijkswaterstaat Zee en Delta en geregistreerd onder nummer RWSZ2022-00016831;
2. ‘Afdeling handhaving’: de afdeling handhaving van Rijkswaterstaat Zee en Delta, Postbus 2232, 3500 GE Utrecht, e-mailadres handhavingzeeland@rws.nl, telefoonnummer 06 52 58 18 30;
3. ‘AutoCAD Autodesk computer-aided design)’: programma voor het maken van technische tekeningen;
4. Basisregistratie Grootschalige Topografie (BGT)’: verplichte basisregistratie voor grootschalige topografie;
5. ‘Digitaal Topografisch Bestand (DTB)’: het DTB is het standaard geo-informatiebestand voor Rijkswaterstaat en het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. Het DTB bevat informatie over objecten op het maaiveld en vormt de basis voor het Kerngis-bestand, dat gebruikt wordt voor beheer van het areaal. De aan het DTB aan te leveren gegevens dienen te voldoen aan de ‘Productspecificaties Digitaal Topografisch Bestand’ en het ‘Handboek DTB-Droog en DTB-Nat’. Deze productspecificaties zijn te downloaden van www.rws.nl/datacontracteisen, tabblad Digitaal topografisch bestand;
6. ‘DWG-bestand (DraWinG)’: het vectorgeoriënteerde bestandsformaat van AutoCAD-tekeningen. Bestandstype waarin gegevens digitaal aan Rijkswaterstaat aangeleverd kunnen worden;
7. ‘DXF-bestand (Drawing Exchange Format)’: DXF-bestanden zijn vectorgeoriënteerde bestanden die tekeninginformatie bevatten die door andere CAD-programma's gelezen kan worden;
8. Nederlandse CAD Standaard (NLCS)’: informatie over de NLCS is te vinden op www.rws.nl/datacontracteisen, tabblad “CAD bestanden en –tekeningen Rijkswaterstaat”;
9. ‘Rijksdriehoekstelsel’: coördinaten in het stelsel van de Rijksdriehoeksmeting zijn de coördinaten in het coördinatensysteem dat voor Nederland wordt gebruikt als grondslag voor geografische aanduidingen en bestanden, zoals in een geografisch informatiesysteem (GIS) en op kaarten van het kadaster en andere overheden (zoals de Basisregistratie Grootschalige Topografie);
10. ‘Shapefile’: de ESRI Shapefile is een veelgebruikt uitwisselingsformaat voor geografische informatie. De door ESRI gepubliceerde specificaties vermelden drie componenten waaruit een shapefile bestaat, te weten een .shp-bestand met de ligging van objecten, een .dbf-bestand met attributen van die objecten in XBase-formaat en een .shx-bestand dat voor elk object de index in het .shp-bestand bevat;
11. ‘Nationaal Waterprogramma 2022-2027’: Het Nationaal Water Programma 2022–2027 geeft een overzicht van de ontwikkelingen binnen het waterdomein en legt nieuw ontwikkeld beleid vast;

12. ‘Kaderrichtlijn Water (KRW)’: richtlijn 2000/60/EG van 23 oktober 2000 tot vaststelling van een kader voor communautaire maatregelen betreffende het waterbeleid;
13. ‘KRW-waterlichaam’: volgens artikel 2, lid 10, van de richtlijn 2000/60/EG is een KRW-waterlichaam een te onderscheiden oppervlaktewater van aanzienlijke omvang, zoals een meer, een waterbekken, een stroom, een rivier, een kanaal, een deel van een stroom, rivier of kanaal, een overgangswater of een strook kustwater;
14. ‘Oppervlaktewaterlichaam’: samenhangend geheel van vrij aan het aardoppervlak voorkomend water, met de daarin aanwezige stoffen, alsmede de bijbehorende bodem, oevers en, voor zover uitdrukkelijk aangewezen krachtens de Wtw, drogere oevergebieden, alsmede flora en fauna;
15. ‘Beschermingszone’: in de legger aangegeven beheerzone grenzend aan een waterstaatswerk, waarin ter bescherming van dat werk voorschriften en beperkingen kunnen gelden;
16. ‘Kernzone’: in de legger aangegeven beheerszone bestaande uit de waterkering plus een strook aan weerszijden van de waterkering;
17. ‘Primaire waterkering’: waterstaatswerken van nationaal belang, die veelal in beheer zijn bij waterschappen (en dus tot de “regionale waterstaatswerken” behoren) en in sommige gevallen bij het Rijk (en dan tot de “rijkswaterstaatswerken” horen);
18. ‘Stormseizoen’: de periode van 1 oktober tot 1 april
19. ‘Onderhoudsaannemer’; bereikbaar via coordinatie-scaldisnoord@heijmans.nl;
20. ‘Ongewoon voorval’: een voorval waardoor nadelige gevolgen voor het oppervlaktewaterlichaam zijn ontstaan of dreigen te ontstaan;
21. ‘Vergunninghouder’: diegene die krachtens deze vergunning handelingen verricht;
22. ‘Objectdeskundigen’: de deskundigen van het object Schelde-Rijnverbinding, bereikbaar via e-mailadressen [redacted] en [redacted]
23. ‘Waterbeheerder’: het hoofd van het district Zee en Delta Noord, *bezoekadres:* Evertsenstraat 98, 4461 XS Goes, *postadres:* Postbus 2232, 3500 GE Utrecht; telefoonnummer 088 797 47 60, buiten kantooruren bereikbaar via telefoonnummer 088 797 48 01 (Verkeerspost Wemeldinge);
24. ‘Werken’: het plaatsen en behouden van masten 1003 en 1004, het amoveren van masten 087 en 088, het uitvoeren van twee 150 kV boringen, het aanleggen van tijdelijke werkwegen en in het inrichten van tijdelijke werkterreinen, in de gemeente Reimerswaal, zoals aangegeven in bijlagen 2, 3, 4, 5 (kaart 1), bijlage 6 (kaarten 3 en 4), 7, 8, 9, 16 en 16A;
25. ‘Werkzaamheden’: het maken, aanleggen, houden, onderhouden en opruimen van het op grond van de vergunning (te behouden) werk.

Bijlage 2: 002.678.20 1082136 Aanvraagbrief watervergunning RWS Zee en Delta dd. 16-11-2022

Bijlage 3: A.1 002.678.20 1030658 Overzicht VKA 2.0 Zuid-West 380 kV Oost dd. 22-04-2022

Bijlage 4: A.2 002.678.20 1058545 Vergunningen overzichtskaart Reimerswaal dd. 11-02-2022

Bijlage 5: A.3 002.678.20 1058537 Kabelverbinding 150 kV VAB 03.03 kaart 1 dd. 17-08-2022

Bijlage 6: 002.678.20 1058539 Mastenboek en werkterreinen ZWO 380kV dd. 15-04-2024 (kaarten 3 en 4)

Bijlage 7: A.5 002.678.20 1030663 Waterkeringen RWS ZD en Waterschap Scheldestromen dd. 16-11-2022

Bijlage 8: A.6A 002.678.20 1215229 Kruising Schelde Rijnkanaal dd. 16-08-2023

Bijlage 9: B.3 002.678.22 1017228 Kruising Spuikanaal Schelde-Rijnkanaal masten 1002-1004 dd. 28-04-2022

Bijlage 16: E.1AA 002.678.20 1334529 Vergunningsrapport Rijkswaterstaat en Waterschap versie D5 dd. 27-03-2024

Bijlage 16A: E.1aAA 002.678.20 1334531 Boortekening Vergunningsrapport RWS en Waterschap dd. 08-12-2023

Bijlagen die niet zijn getoetst

Bijlage 10 B.1 002.678.00 0946389 Mastrapport solo-steunmasten Ss Hoog dd. 17-09-2021

Bijlage 11: B.2 002.678.00 0950630 DO fundaties steunmasten hoogspanningslijn RLL-TLB dd. 11-07-2022

Bijlage 12: C.1 002.678.00 0920286 Mastbeeldtekening steunmast S plus 18s dd. 17-09-2021

Bijlage 13: C.2 002.678.00 0928596 Fundatietekening tweepaalsfundering steunmast Moldau dd. 24-06-2022

Bijlage 14: D.2 002.678.20 1027763 Achtergrond locatie masten 1003 en 1004 dd. 03-11-2022

Bijlage 15: F.1 002.678.22 0998324 Memo amoveren masten, geleiders en fundatie dd. 14-02-2022

Bijlage 17: A.7 002.678.20 1175090 Beplantingsplan middeneiland Spuikanaal dd. 26-05-2023

Bijlage 18: D.1 A 002.678.00 0999034 Geotechnische analyse Mast 1003 en 1004 versie 2.0 dd. 31-05-2023

Zuid • West 380 kV Oost

Mastenboek en werkterreinen Reimerswaal kaart 1

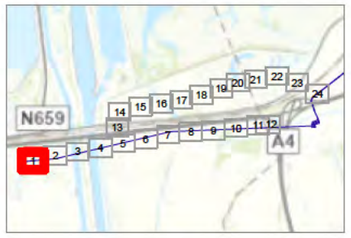
Legenda

VKA2.0.1

- Solo 380 kV
- Indicatieve mastpunten
- Traversen - symbool
- Fundaties
- Ontgravingsvlak
- Werkterrein masten binnen IP
- Werkterrein masten buiten IP

Bestaande verbinding

- 150 kV bovengronds
- Masten
- Stations
- Inpassingsplan
- Kadaster - peildatum 1 maart 2024
- Gemeentegrenzen



Versie	*VKA 2.0.1*	Datum	4/15/2024
Status	*Definitief*	Schaal	1:1,000
Auteur	*DA-GI*	Formaat	A3
Kenmerk	240415_zwo_Reimerswaal_Vergunningen_mastenboek.mxd		

0 10 20 30 40 m

N

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

Zuid • West 380 kV Oost

Mastenboek en werkterreinen Reimerswaal kaart 2

Legenda

VKA2.0.1

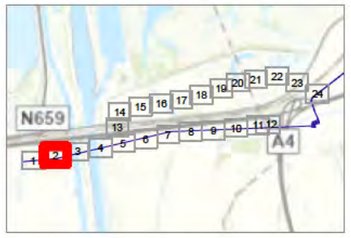
- Solo 380 kV
- Te amoveren verbinding
- Indicatieve mastpunten
- Traversen - symbool
- Fundaties
- Ontgravingsvlak

150kV kabeltracés

- boring
- open ontgraving
- Werkterrein masten binnen IP
- Werkterrein masten buiten IP
- Te kappen boom

Bestaande verbinding

- 380 kV bovengronds
- 150 kV bovengronds
- 150 kV ondergronds
- Masten
- Stations
- Inpassingsplan
- Kadaster - peildatum 1 maart 2024
- Gemeentegrenzen
- Duikers



Versie	*VKA 2.0.1*	Datum	4/15/2024
Status	*Definitief*	Schaal	1:1,000
Auteur	*DA-GI*	Formaat	A3
Kenmerk	240415_zwo_Reimerswaal_Vergunningen_mastenboek.mxd		

0 10 20 30 40 m

N

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

Zuid • West 380 kV Oost

Mastenboek en werkterreinen Reimerswaal kaart 3

Legenda

VKA2.0.1

- Solo 380 kV
- Te amoveren verbinding
- Indicatieve mastpunten
- Te amoveren masten
- Traversen - symbool
- Fundaties
- Ontgravingsvlak

150kV kabeltracés

- boring
- Werkterrein masten binnen IP
- Werkterrein masten buiten IP

Bestaande verbinding

- 380 kV bovengronds
- 150 kV bovengronds
- Masten
- Inpassingsplan
- Kadaster - peildatum 1 maart 2024
- Gemeentegrenzen
- RWS Beheergrens

Wijzigingen werkterreinen

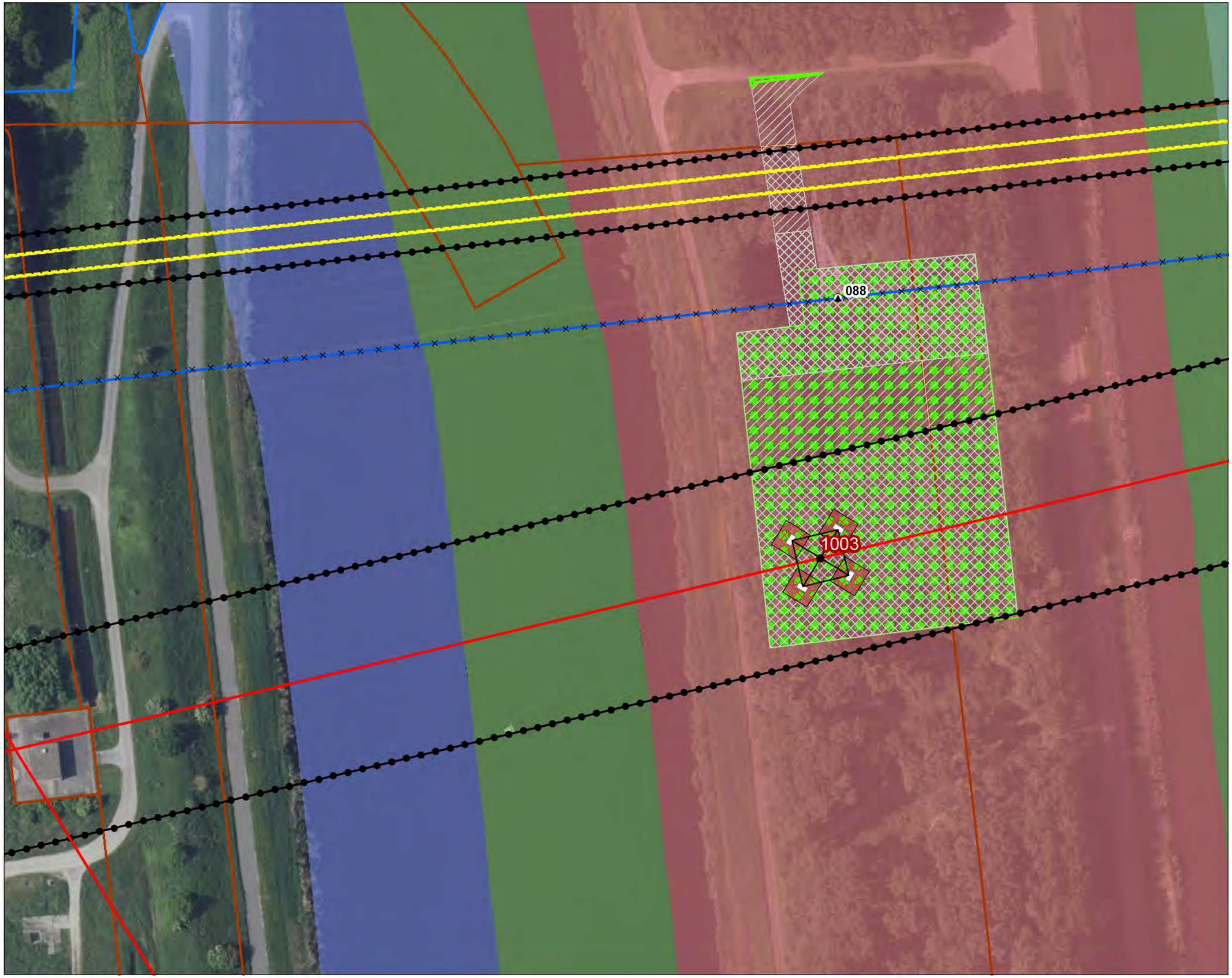
- Extra werkterrein / werkweg
- Beschermingszone
- Buitenbeschermingszone
- Kernzone

Versie	*VKA 2.0.1*	Datum	4/15/2024
Status	*Definitief*	Schaal	1:1,000
Auteur	*DA-GI*	Formaat	A3
Kenmerk	240415_zwo_Reimerswaal_Vergunningen_mastenboek.mxd		

0 10 20 30 40 m

N

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



Zuid • West 380 kV Oost

Mastenboek en werkterreinen Reimerswaal kaart 4

Legenda

VKA2.0.1

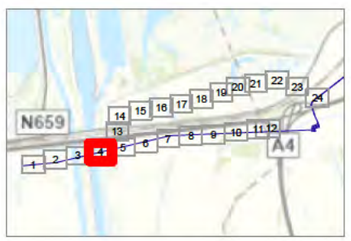
- Solo 380 kV
- Te amoveren verbinding
- Indicatieve mastpunten
- Te amoveren masten
- Traversen - symbool
- Fundaties
- Ontgravingsvlak

150kV kabeltracés

- boring
- open ontgraving
- Werkterrein masten binnen IP
- Werkterrein masten buiten IP
- Werkterrein kabel binnen IP
- Werkterrein kabel buiten IP

Bestaande verbinding

- 150 kV bovengronds
- Masten
- Inpassingsplan
- Kadaster - peildatum 1 maart 2024
- Gemeentegrenzen
- Duikers
- RWS Beheergrens
- Beschermingszone
- Buitenbeschermingszone

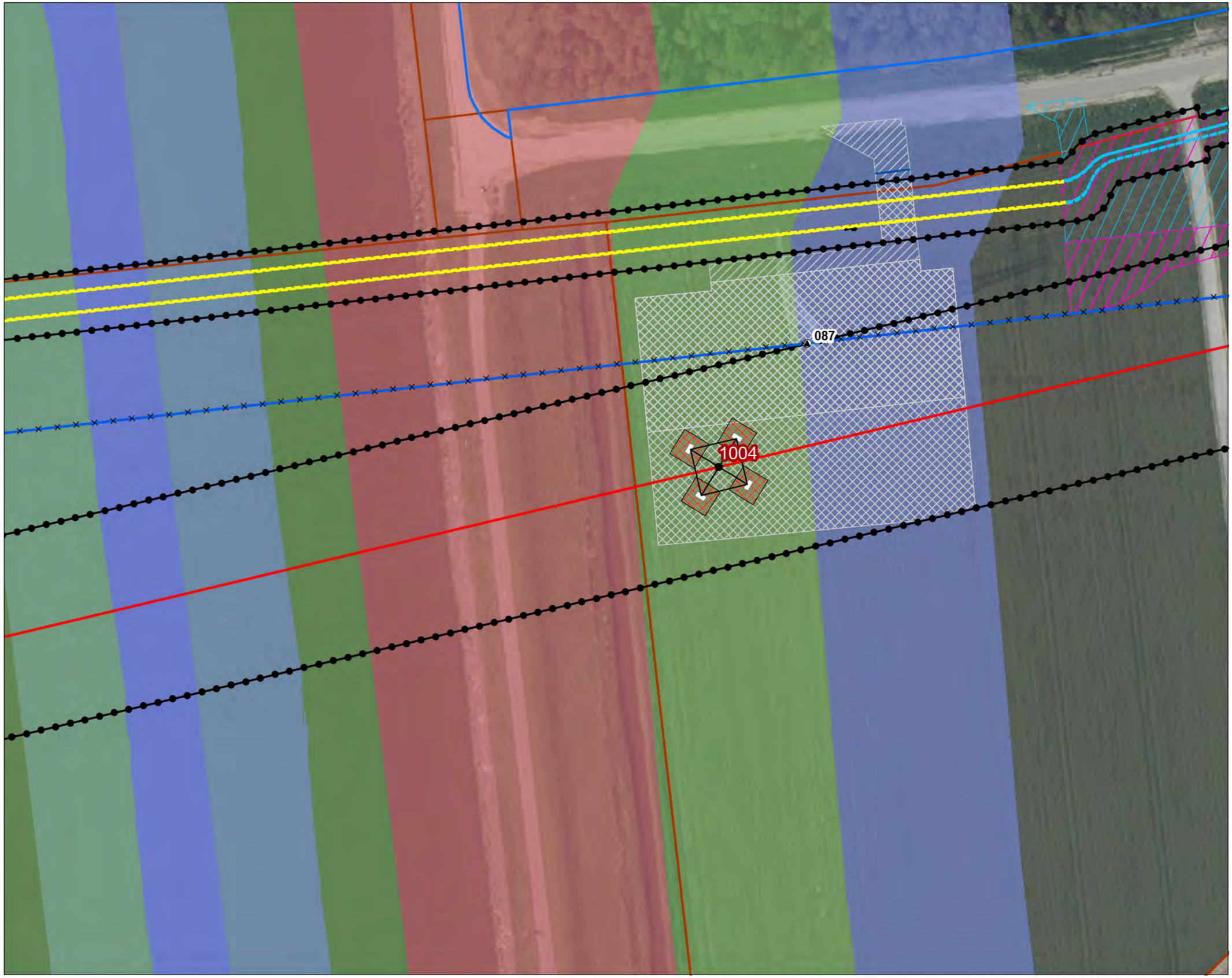


Versie	*VKA 2.0.1*	Datum	4/15/2024
Status	*Definitief*	Schaal	1:1,000
Auteur	*DA-GI*	Formaat	A3
Kenmerk	240415_zwo_Reimerswaal_Vergunningen_mastenboek.mxd		

0 10 20 30 40 m

N

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



Zuid • West 380 kV Oost

Mastenboek en werkterreinen Reimerswaal kaart 5

Legenda

VKA2.0.1

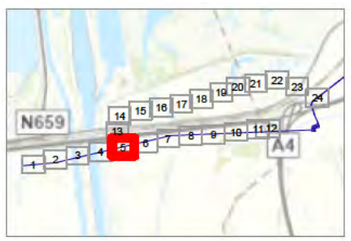
- Solo 380 kV
- Te amoveren verbinding
- Indicatieve mastpunten
- Te amoveren masten
- Traversen - symbool
- Fundaties
- Ontgravingsvlak

150kV kabeltracés

- boring
- open ontgraving
- moflocatie
- Werkterrein masten binnen IP
- Werkterrein masten buiten IP
- Werkterrein kabel binnen IP
- Werkterrein kabel buiten IP

Bestaande verbinding

- 150 kV bovengronds
- Masten
- Inpassingsplan
- Kadaster - peildatum 1 maart 2024
- Gemeentegrenzen
- Duikers
- RWS Beheergrens

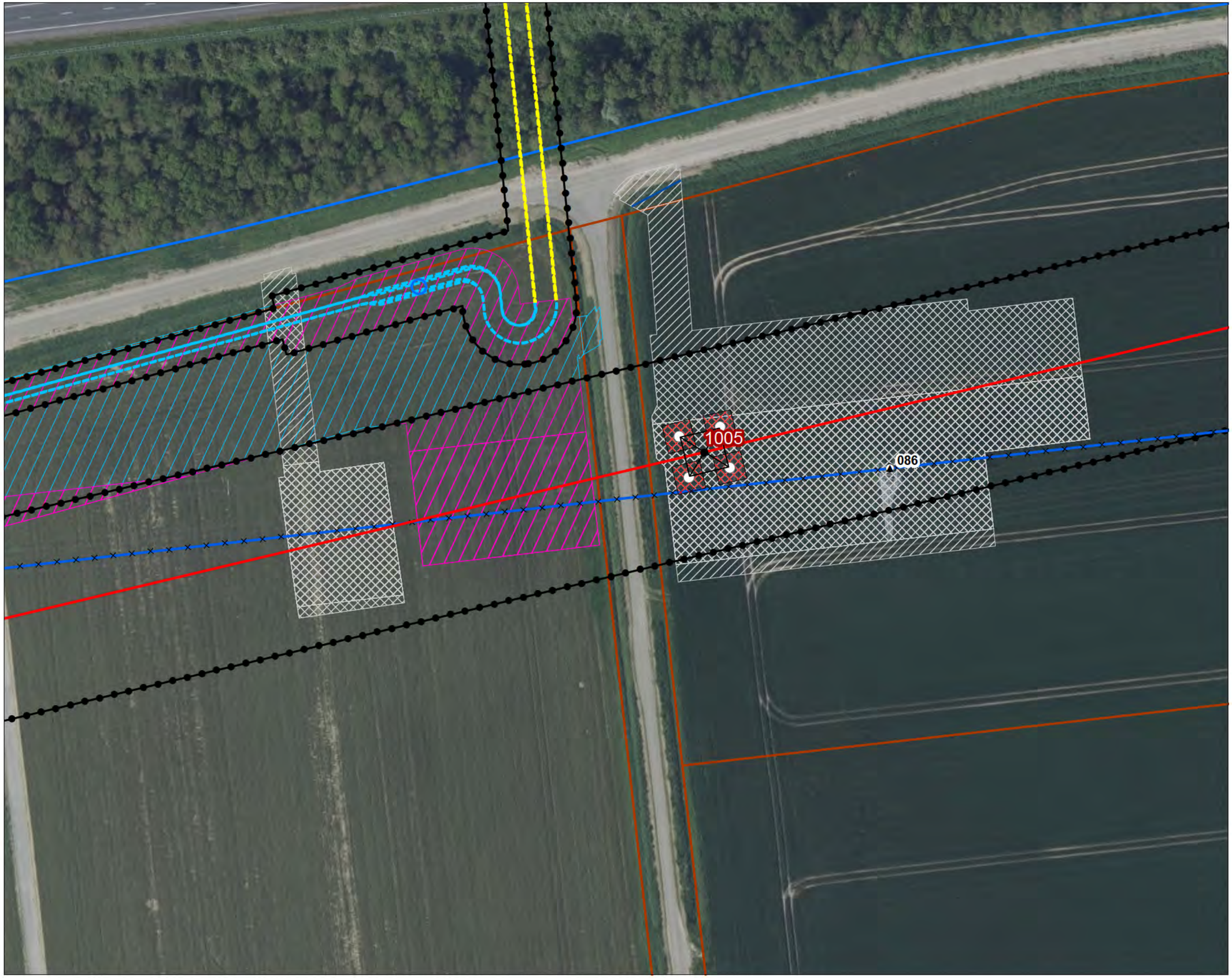


Versie	*VKA 2.0.1*	Datum	4/15/2024
Status	*Definitief*	Schaal	1:1,000
Auteur	*DA-GI*	Formaat	A3
Kenmerk	240415_zwo_Reimerswaal_Vergunningen_mastenboek.mxd		

0 10 20 30 40 m

N

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



Zuid • West 380 kV Oost

Mastenboek en werkterreinen Reimerswaal kaart 6

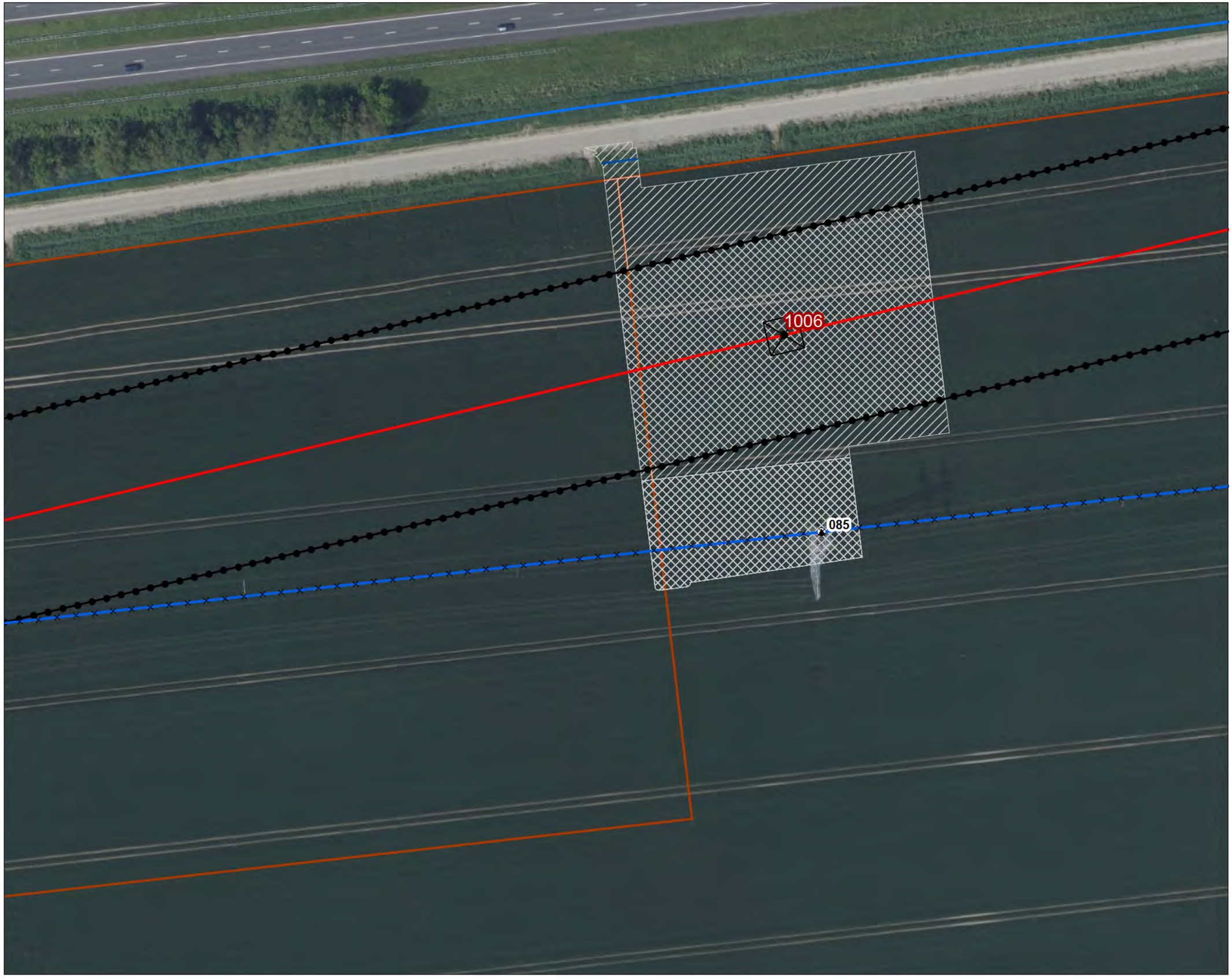
Legenda

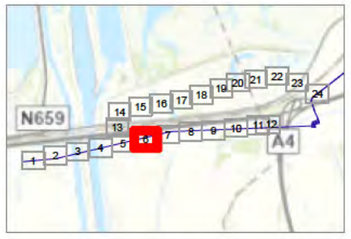
VKA2.0.1

- Solo 380 kV
- Te amoveren verbinding
- Indicatieve mastpunten
- Te amoveren masten
- Traversen - symbool
- Fundaties
- Werkterrein masten binnen IP
- Werkterrein masten buiten IP

Bestaande verbinding

- 150 kV bovengronds
- Masten
- Inpassingsplan
- Kadaster - peildatum 1 maart 2024
- Gemeentegrenzen
- Duikers
- RWS Beheergrens





Versie	*VKA 2.0.1*	Datum	4/15/2024
Status	*Definitief*	Schaal	1:1,000
Auteur	*DA-GI*	Formaat	A3
Kenmerk	240415_zwo_Reimerswaal_Vergunningen_mastenboek.mxd		

0 10 20 30 40 m

N

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

Zuid • West 380 kV Oost

Mastenboek en werkterreinen Reimerswaal kaart 7

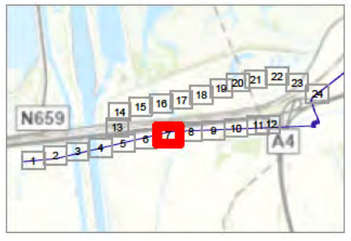
Legenda

VKA2.0.1

- Solo 380 kV
- Te amoveren verbinding
- Indicatieve mastpunten
- Te amoveren masten
- Traversen - symbool
- Fundaties
- Ontgravingsvlak
- Werkterrein masten binnen IP
- Werkterrein masten buiten IP

Bestaande verbinding

- 150 kV bovengronds
- Masten
- Inpassingsplan
- Kadaster - peildatum 1 maart 2024
- Gemeentegrenzen
- Duikers
- RWS Beheergrens

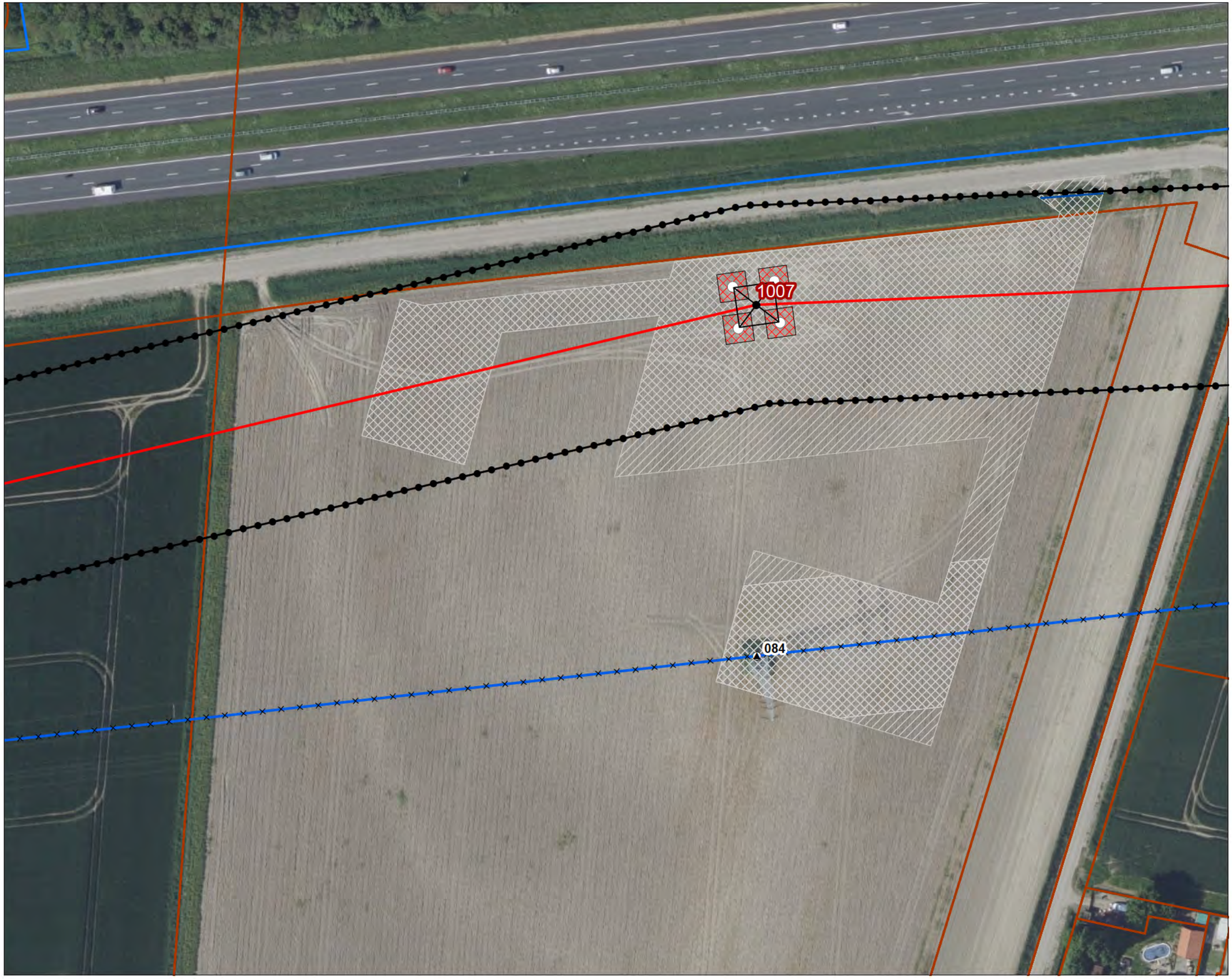


Versie	*VKA 2.0.1*	Datum	4/15/2024
Status	*Definitief*	Schaal	1:1,000
Auteur	*DA-GI*	Formaat	A3
Kenmerk	240415_zwo_Reimerswaal_Vergunningen_mastenboek.mxd		

0 10 20 30 40 m

N

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



Zuid • West 380 kV Oost

Mastenboek en werkterreinen Reimerswaal kaart 8

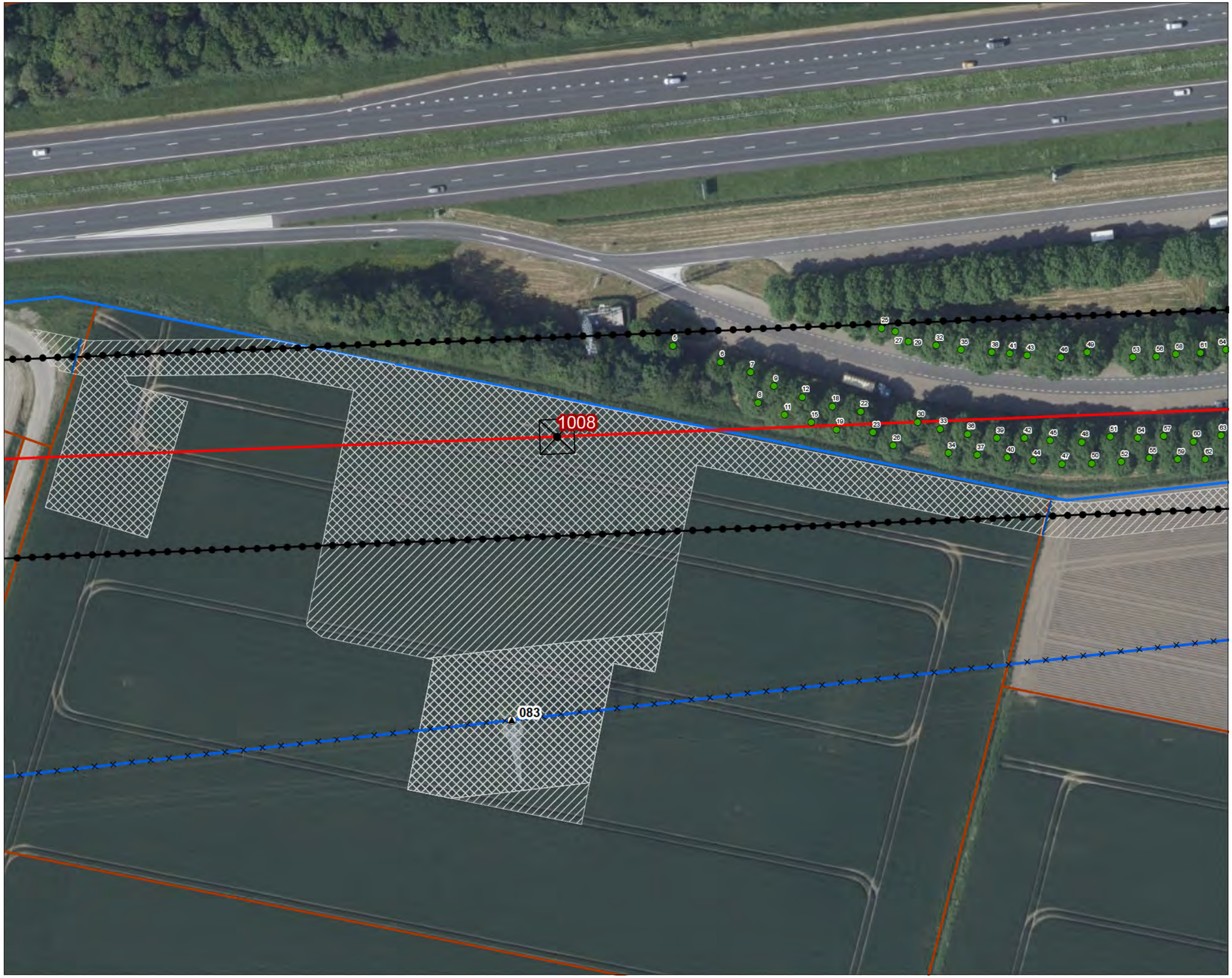
Legenda

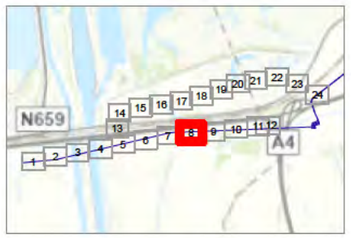
VKA2.0.1

- Solo 380 kV
- Te amoveren verbinding
- Indicatieve mastpunten
- Te amoveren masten
- Traversen - symbool
- Fundaties
- Werkterrein masten binnen IP
- Werkterrein masten buiten IP
- Te kappen boom

Bestaande verbinding

- 150 kV bovengronds
- Masten
- Inpassingsplan
- Kadaster - peildatum 1 maart 2024
- Gemeentegrenzen
- Duikers
- RWS Beheergrens





Versie	*VKA 2.0.1*	Datum	4/15/2024
Status	*Definitief*	Schaal	1:1,000
Auteur	*DA-GI*	Formaat	A3
Kenmerk	240415_zwo_Reimerswaal_Vergunningen_mastenboek.mxd		

0 10 20 30 40 m

N

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

Zuid • West 380 kV Oost

Mastenboek en werkterreinen Reimerswaal kaart 9

Legenda

VKA2.0.1

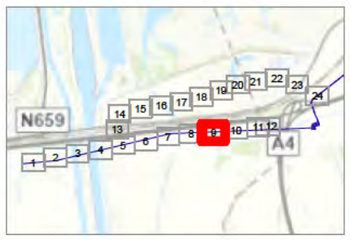
- Solo 380 kV
- Te amoveren verbinding
- Indicatieve mastpunten
- Te amoveren masten
- Traversen - symbool
- Fundaties
- Werkterrein masten binnen IP
- Werkterrein masten buiten IP
- Te kappen boom

Bestaande verbinding

- 150 kV bovengronds
- Masten
- Inpassingsplan
- Kadaster - peildatum 1 maart 2024
- Gemeentegrenzen
- Duikers

Watergang

- Permanent omleggen
- Tijdelijk dempen
- Tijdelijk omleggen
- RWS Beheergrens

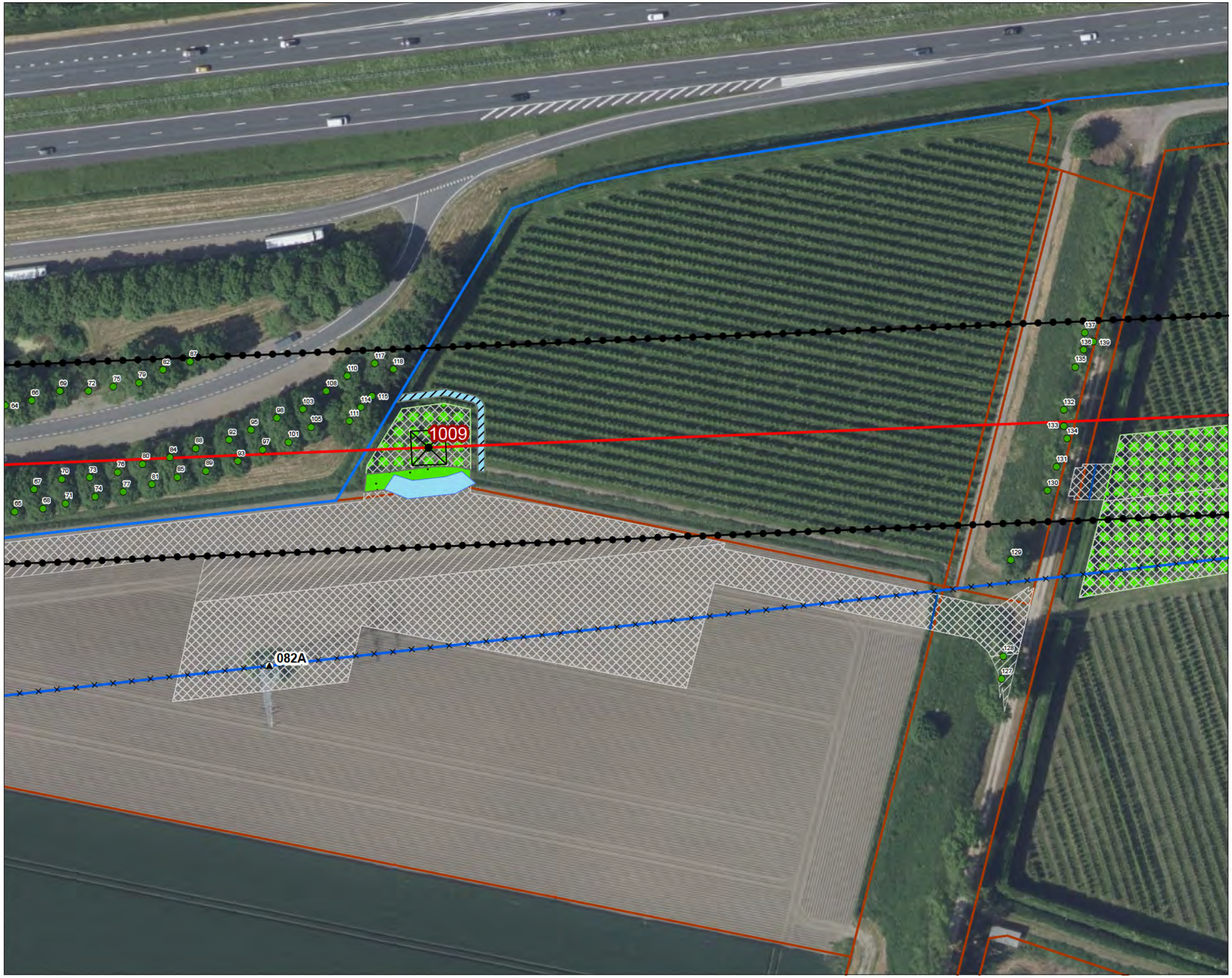


Versie	*VKA 2.0.1*	Datum	4/15/2024
Status	*Definitief*	Schaal	1:1,000
Auteur	*DA-GI*	Formaat	A3
Kenmerk	240415_zwo_Reimerswaal_Vergunningen_mastenboek.mxd		

0 10 20 30 40 m

N

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



Zuid • West 380 kV Oost — Mastenboek en werkterreinen Reimerswaal kaart 10

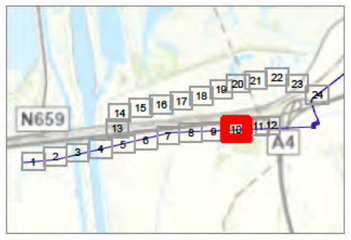
Legenda

VKA2.0.1

- Solo 380 kV
- Te amoveren verbinding
- Indicatieve mastpunten
- Te amoveren masten
- Traversen - symbool
- Fundaties
- Werkterrein masten binnen IP
- Werkterrein masten buiten IP

Bestaande verbinding

- 150 kV bovengronds
- Masten
- Inpassingsplan
- Kadaster - peildatum 1 maart 2024
- Gemeentegrenzen
- RWS Beheergrens

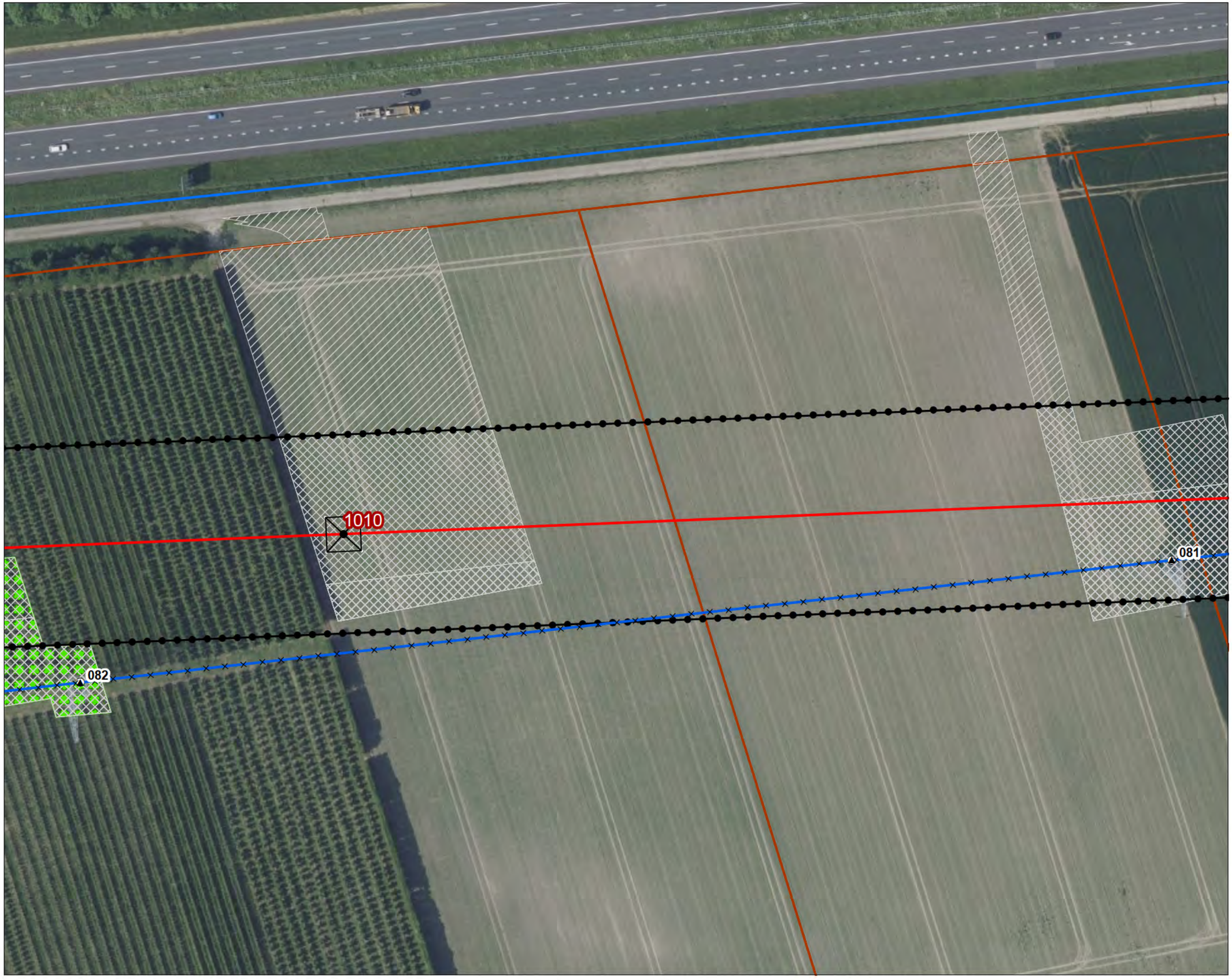


Versie	*VKA 2.0.1*	Datum	4/15/2024
Status	*Definitief*	Schaal	1:1,000
Auteur	*DA-GI*	Formaat	A3
Kenmerk	240415_zwo_Reimerswaal_Vergunningen_mastenboek.mxd		

0 10 20 30 40 m

N

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



Zuid • West 380 kV Oost — Mastenboek en werkterreinen Reimerswaal kaart 11

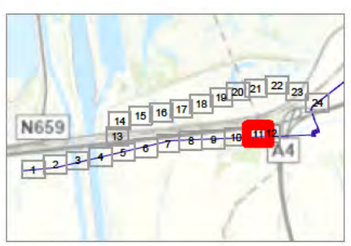
Legenda

VKA2.0.1

- Solo 380 kV
- Te amoveren verbinding
- Indicatieve mastpunten
- Te amoveren masten
- Traversen - symbool
- Fundaties
- Werkterrein masten binnen IP
- Werkterrein masten buiten IP

Bestaande verbinding

- 150 kV bovengronds
- Masten
- Inpassingsplan
- Kadaster - peildatum 1 maart 2024
- Gemeentegrenzen
- RWS Beheergrens

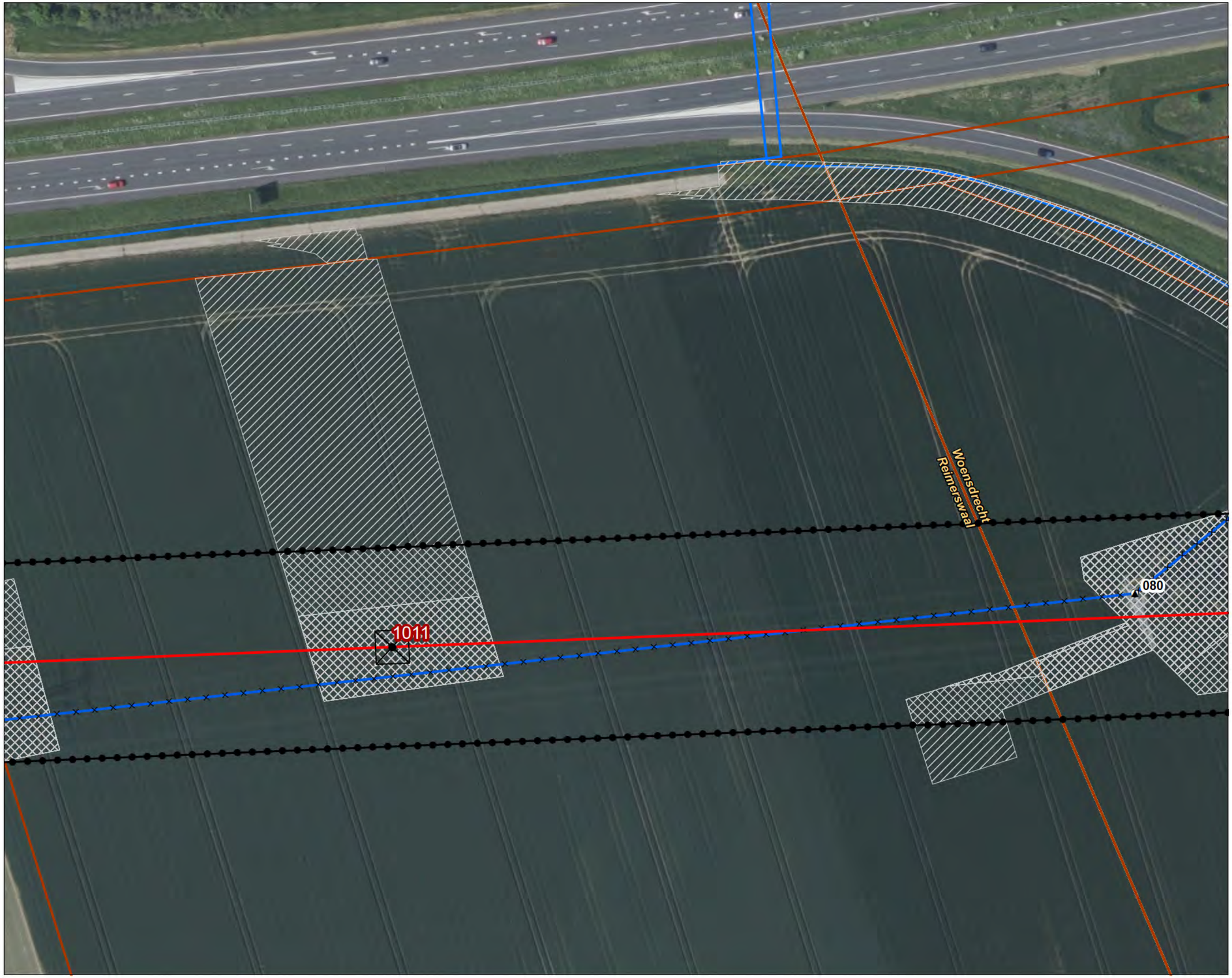


Versie	*VKA 2.0.1*	Datum	4/15/2024
Status	*Definitief*	Schaal	1:1,000
Auteur	*DA-GI*	Formaat	A3
Kenmerk	240415_zwo_Reimerswaal_Vergunningen_mastenboek.mxd		

0 10 20 30 40 m

N

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



Zuid • West 380 kV Oost

Mastenboek en werkterreinen Reimerswaal kaart 12

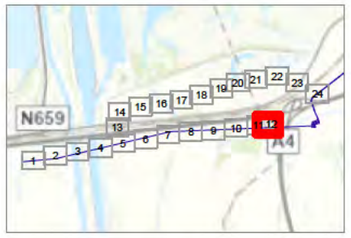
Legenda

VKA2.0.1

- Solo 380 kV
- Te amoveren verbinding
- Indicatieve mastpunten
- Te amoveren masten
- Traversen - symbool
- Fundaties
- Stalen jukken
- Werkterrein masten binnen IP
- Werkterrein masten buiten IP

Bestaande verbinding

- 150 kV bovengronds
- Masten
- Inpassingsplan
- Kadaster - peildatum 1 maart 2024
- Gemeentegrenzen
- RWS Beheergrens

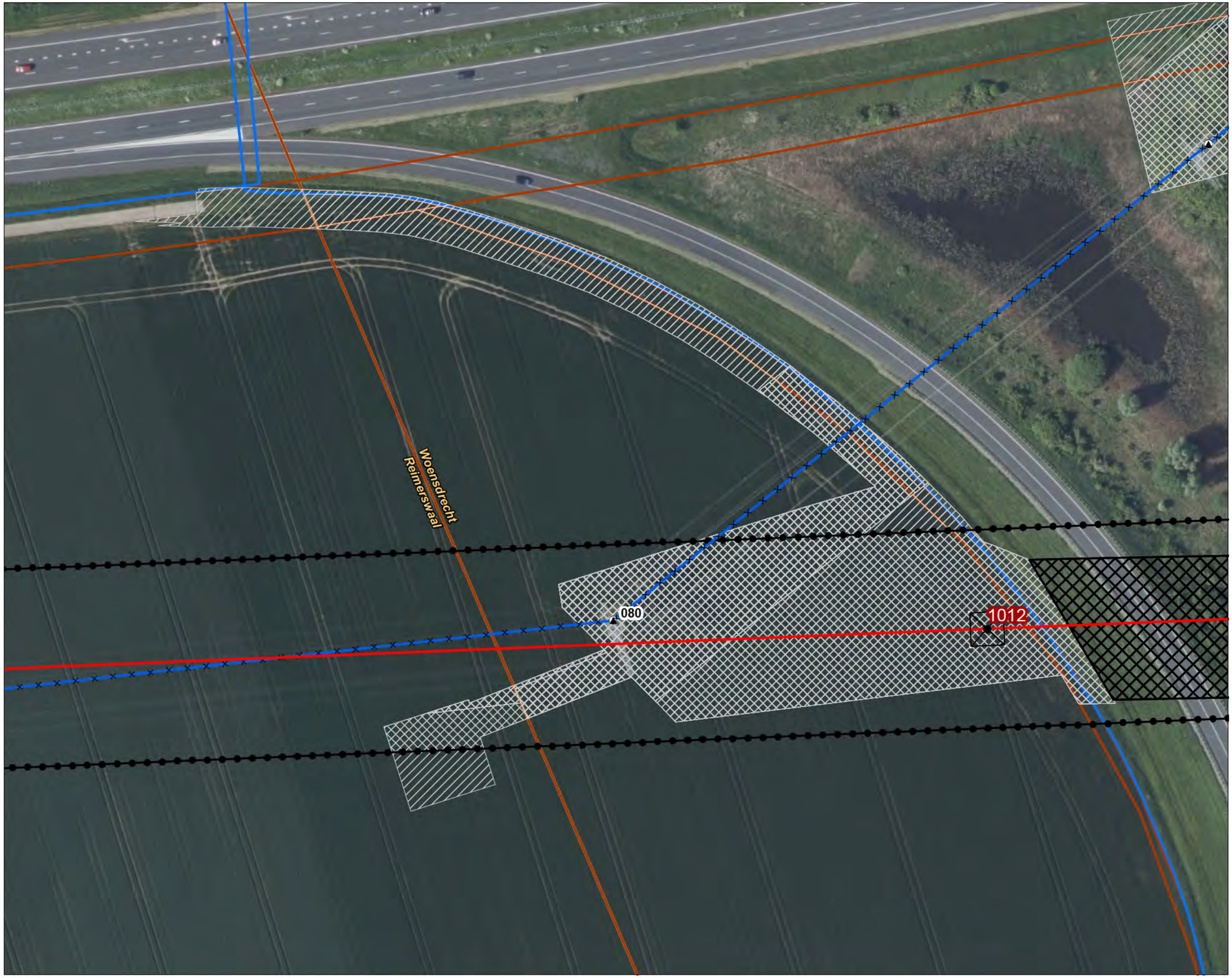


Versie	*VKA 2.0.1*	Datum	4/15/2024
Status	*Definitief*	Schaal	1:1,000
Auteur	*DA-GI*	Formaat	A3
Kenmerk	240415_zwo_Reimerswaal_Vergunningen_mastenboek.mxd		

0 10 20 30 40 m

N

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



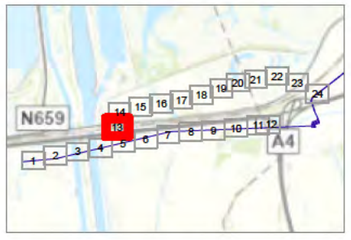
Zuid • West 380 kV Oost

Mastenboek en werkterreinen Reimerswaal kaart 13

Legenda

150kV kabeltracés

- boring
- Inpassingsplan
- Kadaster - peildatum 1 maart 2024
- Gemeentegrenzen
- RWS Beheergrens



Versie	*VKA 2.0.1*	Datum	4/15/2024
Status	*Definitief*	Schaal	1:1,000
Auteur	*DA-GI*	Formaat	A3
Kenmerk	240415_zwo_Reimerswaal_Vergunningen_mastenboek.mxd		

0 10 20 30 40 m

N

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

Zuid • West 380 kV Oost

Mastenboek en werkterreinen Reimerswaal kaart 14

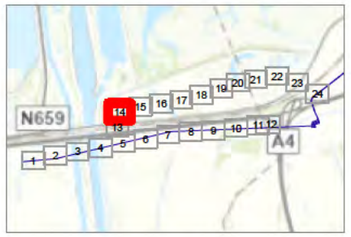
Legenda

150kV kabeltracés

- boring
- open ontgraving
- Werkterrein kabel binnen IP
- Werkterrein kabel buiten IP

Bestaande verbinding

- 380 kV bovengronds
- Inpassingsplan
- Kadaster - peildatum 1 maart 2024
- Gemeentegrenzen



Versie	*VKA 2.0.1*	Datum	4/15/2024
Status	*Definitief*	Schaal	1:1,000
Auteur	*DA-GI*	Formaat	A3
Kenmerk	240415_zwo_Reimerswaal_Vergunningen_mastenboek.mxd		

0 10 20 30 40 m

N

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

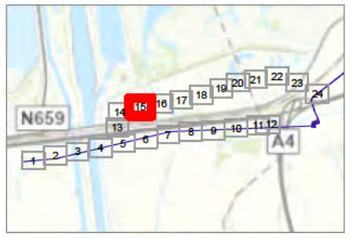
Zuid • West 380 kV Oost

Mastenboek en werkterreinen Reimerswaal kaart 15

Legenda

150kV kabeltracés

- open ontgraving
- Werkterrein kabel buiten IP
- Kadaster - peildatum 1 maart 2024
- Gemeentegrenzen



Versie	*VKA 2.0.1*	Datum	4/15/2024
Status	*Definitief*	Schaal	1:1,000
Auteur	*DA-GI*	Formaat	A3
Kenmerk	240415_zwo_Reimerswaal_Vergunningen_mastenboek.mxd		

0 10 20 30 40 m

N

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

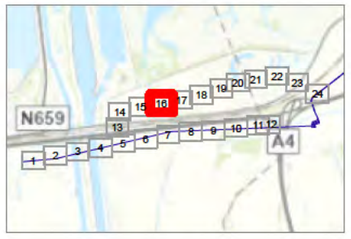
Zuid • West 380 kV Oost

Mastenboek en werkterreinen Reimerswaal kaart 16

Legenda

150kV kabeltracés

- open ontgraving
- moflocatie
- Werkterrein kabel buiten IP
- Kadaster - peildatum 1 maart 2024
- Gemeentegrenzen



Versie	*VKA 2.0.1*	Datum	4/15/2024
Status	*Definitief*	Schaal	1:1,000
Auteur	*DA-GI*	Formaat	A3
Kenmerk	240415_zwo_Reimerswaal_Vergunningen_mastenboek.mxd		

0 10 20 30 40 m

N

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

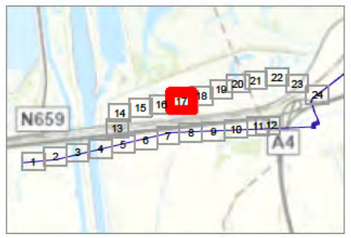
Zuid • West 380 kV Oost

Mastenboek en werkterreinen Reimerswaal kaart 17

Legenda

150kV kabeltracés

- open ontgraving
- Werkterrein kabel buiten IP
- Kadaster - peildatum 1 maart 2024
- Gemeentegrenzen



Versie	*VKA 2.0.1*	Datum	4/15/2024
Status	*Definitief*	Schaal	1:1,000
Auteur	*DA-GI*	Formaat	A3
Kenmerk	240415_zwo_Reimerswaal_Vergunningen_mastenboek.mxd		

0 10 20 30 40 m

N

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

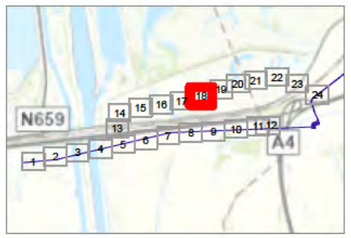
Zuid • West 380 kV Oost

Mastenboek en werkterreinen Reimerswaal kaart 18

Legenda

150kV kabeltracés

- open ontgraving
- Werkterrein kabel buiten IP
- Kadaster - peildatum 1 maart 2024
- Gemeentegrenzen



Versie	*VKA 2.0.1*	Datum	4/15/2024
Status	*Definitief*	Schaal	1:1,000
Auteur	*DA-GI*	Formaat	A3
Kenmerk	240415_zwo_Reimerswaal_Vergunningen_mastenboek.mxd		

0 10 20 30 40 m

N

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

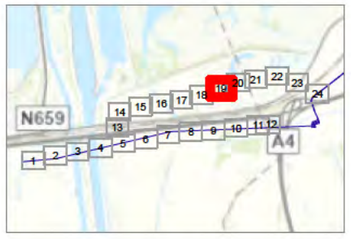
Zuid • West 380 kV Oost

Mastenboek en werkterreinen Reimerswaal kaart 19

Legenda

150kV kabeltracés

- open ontgraving
- moflocatie
- Werkterrein kabel buiten IP
- Kadaster - peildatum 1 maart 2024
- Gemeentegrenzen



Versie	*VKA 2.0.1*	Datum	4/15/2024
Status	*Definitief*	Schaal	1:1,000
Auteur	*DA-GI*	Formaat	A3
Kenmerk	240415_zwo_Reimerswaal_Vergunningen_mastenboek.mxd		

0 10 20 30 40 m

N

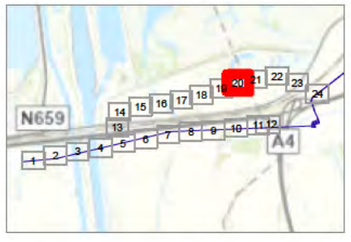
Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.

Zuid • West 380 kV Oost — Mastenboek en werkterreinen Reimerswaal kaart 20

Legenda

150kV kabeltracés

- open ontgraving
- Werkterrein kabel buiten IP
- Kadaster - peildatum 1 maart 2024
- Gemeentegrenzen



Versie	*VKA 2.0.1*	Datum	4/15/2024
Status	*Definitief*	Schaal	1:1,000
Auteur	*DA-GI*	Formaat	A3
Kenmerk	240415_zwo_Reimerswaal_Vergunningen_mastenboek.mxd		

0 10 20 30 40 m

N

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

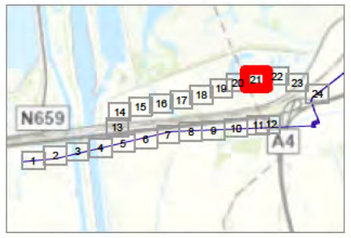
Zuid • West 380 kV Oost

Mastenboek en werkterreinen Reimerswaal kaart 21

Legenda

150kV kabeltracés

- open ontgraving
- Werkterrein kabel buiten IP
- Kadaster - peildatum 1 maart 2024
- Gemeentegrenzen



Versie	*VKA 2.0.1*	Datum	4/15/2024
Status	*Definitief*	Schaal	1:1,000
Auteur	*DA-GI*	Formaat	A3
Kenmerk	240415_zwo_Reimerswaal_Vergunningen_mastenboek.mxd		

0 10 20 30 40 m

N

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

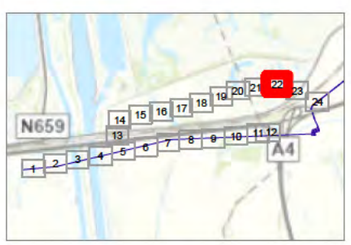
Zuid • West 380 kV Oost

Mastenboek en werkterreinen Reimerswaal kaart 22

Legenda

150kV kabeltracés

- open ontgraving
- moflocatie
- Werkterrein kabel buiten IP
- Kadaster - peildatum 1 maart 2024
- Gemeentegrenzen



Versie	*VKA 2.0.1*	Datum	4/15/2024
Status	*Definitief*	Schaal	1:1,000
Auteur	*DA-GI*	Formaat	A3
Kenmerk	240415_zwo_Reimerswaal_Vergunningen_mastenboek.mxd		

0 10 20 30 40 m

N

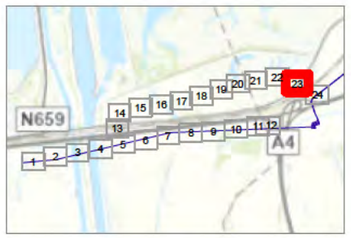
Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.

Zuid • West 380 kV Oost — Mastenboek en werkterreinen Reimerswaal kaart 23

Legenda

150kV kabeltracés

- boring
- open ontgraving
- Werkterrein kabel buiten IP
- Inpassingsplan
- Kadaster - peildatum 1 maart 2024
- Gemeentegrenzen
- Waterloop A
- Waterloop B



Versie	*VKA 2.0.1*	Datum	4/15/2024
Status	*Definitief*	Schaal	1:1,000
Auteur	*DA-GI*	Formaat	A3
Kenmerk	240415_zwo_Reimerswaal_Vergunningen_mastenboek.mxd		

0 10 20 30 40 m

N

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

Zuid • West 380 kV Oost — Mastenboek en werkterreinen Reimerswaal kaart 24

Legenda

VKA2.0.1

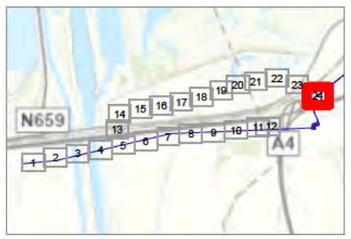
- 380kV kabel
- Te amoveren verbinding
- Te amoveren masten

150kV kabeltracés

- boring
- open ontgraving
- Werkterrein masten binnen IP
- Werkterrein masten buiten IP
- Werkterrein kabel binnen IP
- Werkterrein kabel buiten IP

Bestaande verbinding

- 150 kV bovengronds
- Masten
- Inpassingsplan
- Kadaster - peildatum 1 maart 2024
- Gemeentegrenzen
- Waterloop A
- Waterloop B
- RWS Beheergrens

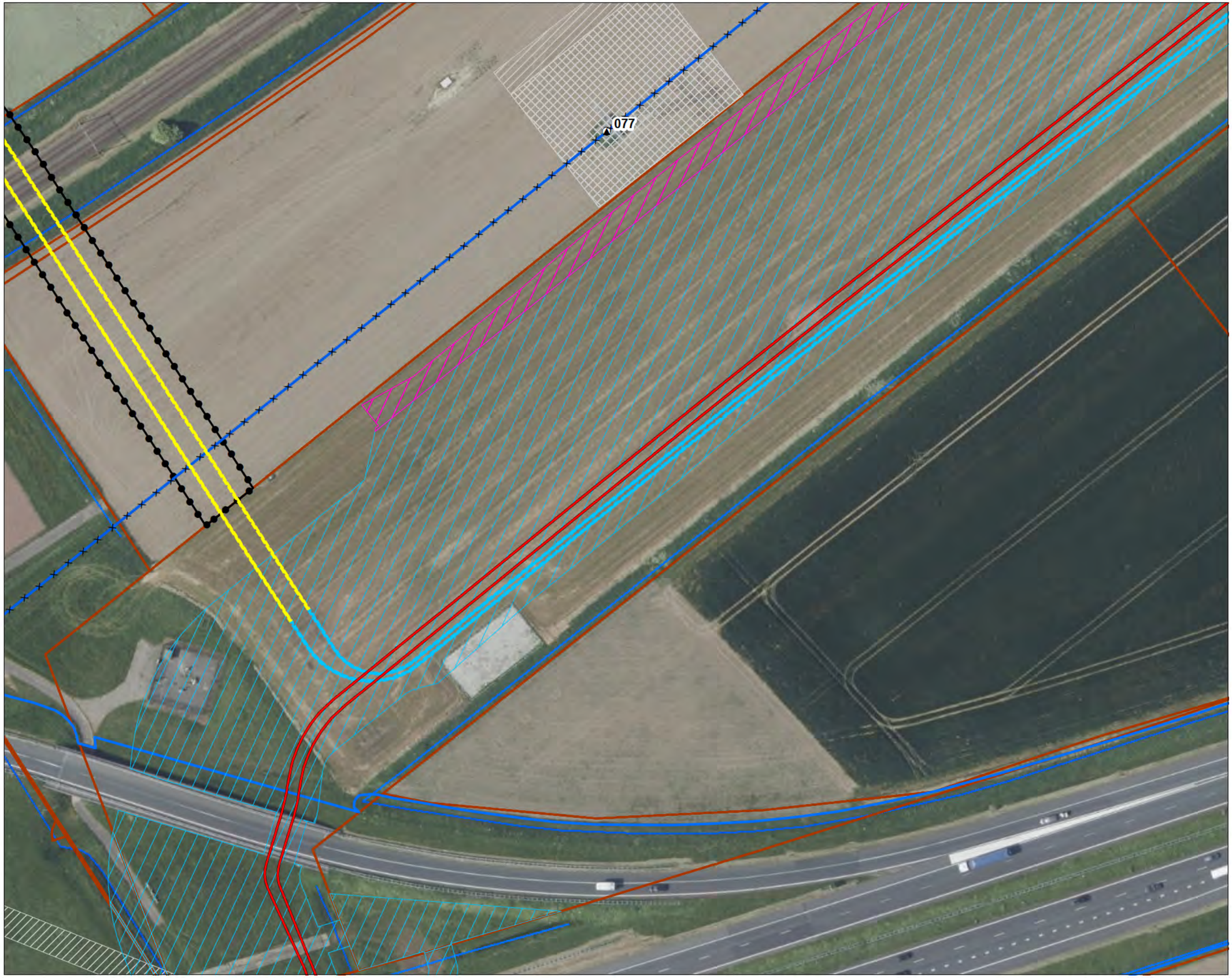


Versie	*VKA 2.0.1*	Datum	4/15/2024
Status	*Definitief*	Schaal	1:1,000
Auteur	*DA-GI*	Formaat	A3
Kenmerk	240415_zwo_Reimerswaal_Vergunningen_mastenboek.mxd		

0 10 20 30 40 m

N

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



Kruising 2 HDD's onderdoor het Bathse Spuikanaal en het Schelde-Rijnkanaal

Vergunningsrapport Rijkswaterstaat en Waterschap Scheldestromen

SWECO

Verantwoording

Titel:	HDD onderdoor het Bathse Spuikanaal en het Schelde-Rijnkanaal
Onderwerp:	Vergunningsrapport Rijkswaterstaat en Waterschap Scheldestromen
Projectnummer:	51001237
Klant:	TenneT
Referentienummer:	NL24-648800269-76779
Versie:	D5
Datum:	27-03-2024
Auteurs:	Sander de Jong
E-mailadres:	sander.dejong@sweco.nl
Gecontroleerd door:	Menno Jasperse
Paraaf gecontroleerd:	
Vrijgegeven door:	John Driessen
Paraaf vrijgegeven:	

Inhoudsopgave

1. Inleiding 5
1.1 Situatie 5
1.2 Leeswijzer 6

2. Uitgangspunten 7
2.1 Gebruikte documenten 7
2.2 Vigerende normen en richtlijnen 7
2.3 Minimale dagmaat tot bestaande en nieuwe boringen 7
2.4 Diepteligging 8
2.5 Inwendige overdruk 9
2.6 Grondwaterstand 9
2.7 Belasting- en ondersteuningshoek 9
2.8 Importantiefactor 9
2.9 Geotechnische parameters 9
2.10 Boortechnische gegevens 11
2.11 Verkeersbelasting 11
2.12 Boogstralen 11

3. Ontwerp 13
3.1 Gegevens HDD 13
3.2 Boorparameters 14
3.3 Intredepunt 14
3.4 Uittredepunt en uitlegstrook 14

4. Berekeningsresultaten 16
4.1 Trekkrachtberekening 17
4.2 Sterkteberekening bedrijfsfase 17
4.3 Muddrukberekening 17
4.4 Implosie 17
4.5 Kwelweg 18
4.5.1 Zoute ondergrond 18
4.5.2 Kwel uit het eerste watervoerende pakket 18
4.5.3 Kwel tussen de peilgebieden 19
4.5.4 Kwelmaatregelen 21

5. Risico's en aandachtspunten 23

6. Conclusie 25
6.1 Algemeen 25
6.2 Uitkomsten ontwerp en berekening 25

Bijlage 1 – Ontwerptekening 26
Bijlage 2 – Geotechnisch onderzoek 27
Bijlage 3 – Berekening D-Geo Pipeline 28

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.

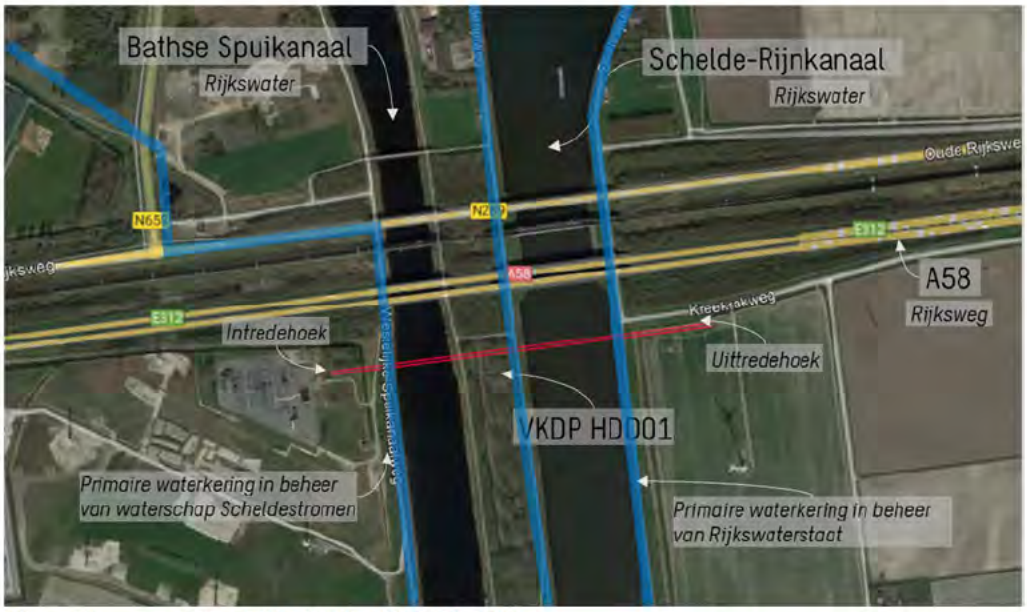
Dit rapport betreft de kruising met het Bathse spuikanaal, het Schelde-Rijnkanaal (Kreekrak), een tweetal primaire waterkeringen en een regionale waterkering. De kruising (met codering VKDP HDD01) is vergunningsplichtig bij Rijkswaterstaat en Waterschap Scheldestromen.

Het ontwerp is opgesteld conform NEN 3650:2020, NEN 3651:2020, Richtlijn boortechnieken juni 2019 v1.0, Handboek Horizontaal Gestuurd Boren (BTL-rapport 50) en Vergunningenbeleid waterkeringen 2017 van Rijkswaterstaat.

1.1 Situatie

Het tracé van de HDD's start ten zuidwesten van de brug over het Schelde-Rijnkanaal bij het 150kV-hoogspanningstation Rilland en eindigt in het bouwland aan de oostzijde van het Schelde-Rijnkanaal (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 SDR9. In drie van de mantelbuizen wordt een hoog-spanningskabel ingetrokken en één mantelbuis is beschikbaar als reserve.

De twee HDD's liggen naast elkaar, met een dagmaat van 5 m tussen de boorgaten. De HDD's hebben een lengte van circa 699 m en een maximale diepte van NAP -25,2 m (hart van de boring). De twee HDD's kruisen van west naar oost: de primaire waterkering in het beheer van Waterschap Scheldestromen, het Bathse spuikanaal, de primaire waterkering (33-1) in het beheer van Rijkswaterstaat, het Schelde-Rijnkanaal (Kreekrak) en een regionale waterkering in het beheer van Rijkswaterstaat Zeeuwse Delta. Het tracé ligt gedeeltelijk parallel aan een bestaande HDD-bundel van DNWG Infra B.V.



Figuur 1 Overzicht situatie VKDP HDD01

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 HDD1, tekeningnummer VKDP-HDD01 versie H, d.d. 08-12-2023 opgesteld door Sweco (bijlage 1).
- Geotechnisch onderzoek uit Dinoloket (bijlage 2).
- Maaiveldhoogten zijn ontleend aan de Algemene Hoogtekaart van Nederland (AHN-3).
- KLIC-levering 21O094476 en 21O094477, opgevraagd d.d. 21-09-2021.
- Zout-zout verdeling Zeeuwse ondergrond, geraadpleegd d.d. 15-03-2022, website: https://kaarten.zeeland.nl/map/freshem#.
- Peilbesluiten Waterschap Scheldestromen, geraadpleegd d.d. 14-03-2022, website: https://repository.officiele-overheidspublicaties.nl/CVDR/CVDR333586/1/xml/i241828.pdf.
- Vaarwegenoverzicht Rijkswaterstaat, geraadpleegd op d.d. 14-03-2022, website: https://www.rijkswaterstaat.nl/water/vaarwegenoverzicht/.
- Leggerkaart Kreekrakpolder, Rijkswaterstaat d.d. 18-03-2009.

2.2 Vigerende normen en richtlijnen

Het ontwerp van de boring voldoet aan:

- NEN 3650:2020;
- NEN 3651:2020;
- Keur en leggers van Waterschap Scheldestromen;
- Leggers van Rijkswaterstaat;
- Richtlijn boortechnieken juni 2019 v1.0;
- Handboek Horizontaal Gestuurd Boren (BTL-rapport 50);
- Vergunningenbeleid waterkeringen 2017 van Rijkswaterstaat.

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 Boortechnieken is:
  - De minimale dagmaat bij een kruising met een bestaande HDD-boring is 5,0 meter, onafhankelijk van de grondslag.
  - De minimale dagmaat in zandgrond bij parallelligging tot een bestaande HDD-boring is 5,0 meter.
  - De minimale dagmaat in klei-/veengrond bij parallelligging tot een bestaande HDD-boring is 10,0 meter.
  - 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 vergunningsaanvrager dient een afwijkende dagmaat te onderbouwen, waarbij aantoonbaar wordt gemaakt dat er geen risico ontstaat voor het rijkswaterstaatswerk.

De Richtlijn is specifieker dan de NEN 3650, voor het ontwerp houden we daarom de Richtlijn Boortechnieken aan. De eerste 8 m -mv bestaat uit klei- en veenlagen, maar omdat de HDD's voor circa 90% 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:

- De HDD's dienen de kruin van de primaire waterkeringen te passeren met een dekking van minimaal 10 m en de teen met een dekking van minimaal 3,0 m (NEN 3551:2020 paragraaf 9.6.2).
  - De kruinhoogte van de primaire watering in het beheer van Waterschap Scheldestromen is circa NAP +4,9 m. De HDD's liggen hier op een diepte (hart boring) van NAP -25,5 m en hebben een dekking van 30,2 meter. Dit voldoet aan de eis.
  - De kruinhoogte van de primaire watering 33-1 ter plaatse van de Westelijke Schelderijnweg in het beheer van Rijkswaterstaat is circa NAP +4,0 m. De HDD's liggen hier op een diepte (hart boring) van NAP -30,0 m en hebben een dekking van 34,0 meter. Dit voldoet aan de eis.
  - De kruinhoogte van de regionale waterkering ter plaatse van de Oostelijke Schelderijnweg in het beheer van Rijkswaterstaat is circa NAP +3,7 m. De HDD's liggen hier op een diepte (hart boring) van NAP -30,0 m en hebben een dekking van 33,7 meter. Dit voldoet aan de eis.
- De HDD's dienen 10 meter onder de waterbodem van beide kanalen te liggen (NEN 3551:2020 paragraaf 9.6.2).
  - De bodemdieptes zijn ontleend aan het vaarwegenoverzicht van Rijkswaterstaat. Het Schelde-Rijnkanaal heeft een diepte van NAP -7 m. Het Bathse Spuikanaal heeft een diepte van -7,00 NAP (Rijkswaterstaat, 2017). De HDD's liggen hier op een diepte van NAP -30,0 m en voldoen hiermee aan de eis.

- De HDD's dienen een dagmaat van 5 m afstand te hebben bij parallelligging tot of kruising met een bestaande HDD-boring (op basis van de Richtlijn Boortechnieken, zie paragraaf 2.3)
    - De hartlijn van de DNWG Infra B.V. HDD ligt op een diepte van NAP -19,4 m. De hartlijn van de TenneT HDD's ligt op een diepte van NAP -30,0 m. De HDD's houden een dagmaat afstand van (verschil tussen diepte onderkant boring DNWG NAP -19,5 m en diepte bovenkant boring TenneT -29,5 m NAP, zie Tabel 1) van 10,0 meter. Het ontwerp voldoet aan de eisen voor de diepte-ligging.

Tabel 1 Diepte boringen DNWG Infra B.V. en TenneT om dagmaat boringen te berekenen

	Diameter (mm)	Uitwendige diameter (mm)	Diepte hartlijn boring (mNAP)	Diepte onderkant boring (mNAP)	Diepte bovenkant boring (mNAP)
HDD DNWG Infra B.V.	160	160	-19,43	-19,51	-19,35
Nieuwe HDD TenneT	4x 315	1000	-30,00	-29,50	-30,50

2.5 Inwendige overdruk

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

2.6 Grondwaterstand

De freatische grondwaterstand die gebruikt is in de berekeningen is gebaseerd op de winterpeilen van peilgebied GJP545, het peil van het Spui-Bathkanaal, het peil van het Schelde-Rijnkanaal en peilgebied GJP544. Zie Tabel 4 Peilbesluiten Waterschap Scheldestromen.

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 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 aanvullend 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 Overzicht van het gebruikte grondonderzoek

ID-nummer	Type	Diepte [NAP m]	Afstand tot boortrace [m]
B49D0171	Boring	-13	50
B49D0030	Boring	-25	70
B49D2224	Boring	-11	60
B49D0335	Boring	-25	60
B49D2233	Boring	-13	60
1106.S03	Sondering	-18	130
1106.S04	Sondering	-18	130
107.S02	Sondering	-5	130
107.S01	Sondering	-15	130
1108.S02	Sondering	-34	130
1108.S01	Sondering	-34	130
1108.S05	Sondering	-38	80
1108.S06	Sondering	-37	80
1108.S07	Sondering	-19	80

De bovenkant van de vaste zandlaag bevindt zich tussen de -6 en -9 m NAP van het geplande boortracé. Met behulp van de aanzienlijke hoeveelheid sonderingen en boringen kon het verloop van de bovenkant van deze zandlaag vrij nauwkeurig vastgesteld worden. Hieruit kan geconcludeerd worden dat aanvullend grondonderzoek niet noodzakelijk is. Uit het grondonderzoek blijkt dat boven de zandlaag de grond bestaat uit klei en veenlagen. Ook het verloop van de diepte van deze klei en veenlagen kon met behulp van de beschikbare boringen en sonderingen vrij nauwkeurig vastgesteld worden. Tabel 2laat de in de berekeningen aangehouden grondparameters voor de in het grondonderzoek herkende grondlagen langs het profiel zien. Hierbij dient echter wel benadrukt te worden dat de niveaus van de lithologieën langs het profiel variëren en niet overal op exact dezelfde dieptes liggen, zoals weergegeven in Tabel 3.

Tabel 3 Grondparameters gebruikt in de berekening. Dieptes van de lithologieën zijn gebaseerd op het grondonderzoek langs de westzijde van het profiel (1106.S03, 1106.S04 en B49D171).

Niveau bovenkant [m t.o.v. NAP]	Niveau onderkant [m t.o.v. NAP]	Lithologie	γ_d [kN/m³]	γ_n [kN/m³]	c' [kPa]	φ' [°]	Su top/bottom [kN/m²]	E [kN/m²]
1,2	-0,5	Zand, schoon, los	17	19	0,0	30,0	0,0	7500
-0,5	-3,8	Klei, organisch, slap	13	13	0,0	15,0	35,0	500
-3,8	-6,0	Veen, slap	11	11	1,0	15,0	35,0	200
-6,0	-13,5	Zand, schoon, los	17	19	0,0	30,0	0,0	15000
-13,5	-29,0	Zand, schoon, vast	19	21	0,0	35,0	0,0	45000

2.10 Boortechnische gegevens

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

2.11 Verkeersbelasting

Ter plaatse van de kruising met de Westelijke Spuikanaalweg is verkeers-klasse II gehanteerd conform figuur C17 uit NEN3650-1:2020.

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 verticale bochten van 250 meter. De boogstralen voldoen 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 tabel 2.1 uit de Richtlijn Boortechnieken.

De maximale afwijkingen in de lengte- en breedterichting en de diepteligging van de hartlijn van de leiding bedragen conform tabel 2.1 uit de Richtlijn Boortechnieken:

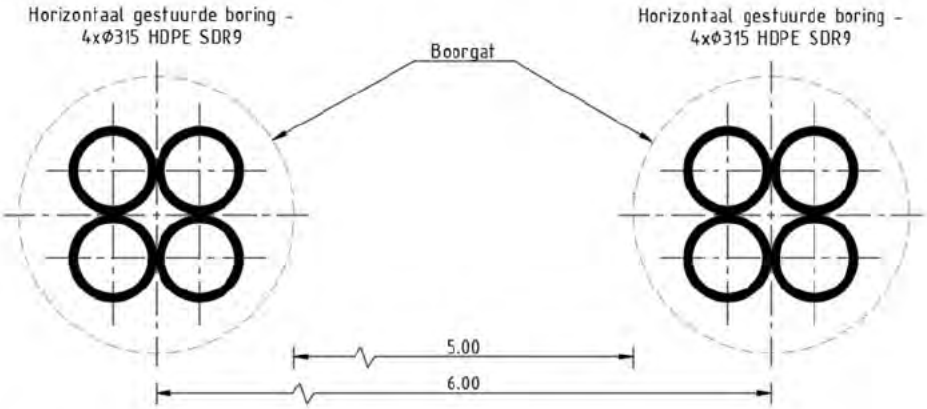
RICHTING	MAXIMALE UITVOERINGSAFWIJKING
Verticaal*	+1/-1 m
Horizontaal: - in lengterichting; t.p.v. uittredepunt - in dwarsrichting; t.p.v. uittredepunt - in dwarsrichting; tracé tussen in- en uittredepunt	 +5/-2 m +1/-1 m +5/-5 m
Bochtstralen	< 10%

3. Ontwerp

3.1 Gegevens HDD

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

- materiaal: PE 100 4xØ315 mm SDR9;
- lengte: 699 meter;
- maximale diepte hart buis: NAP -30,0 m;
- intredehoek: 22°;
- uittredehoek: 15°;
- verticale boogstralen: 250 meter;
- horizontale boogstralen: n.v.t.



Figuur 2 Doorsnede van de 2 HDD's

Aan de hand van NEN 3650 en NEN 3651 en de Richtlijn Boortechniek is een ontwerp gemaakt voor de HDD's. De voornaamste randvoorwaarden voor het ontwerp zijn:

- De HDD's dienen een zodanig tracé te volgen dat er voldoende dekking aanwezig is in het gehele tracé om een blow-out te voorkomen.
- De HDD's dienen buiten de kernzone van de primaire waterkeringen van Waterschap Scheldestromen en Rijkswaterstaat in of uit te treden.
- De sterkte van de leidingen 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 : max-rig 80 ton;
- diameter boorstang : 0,17 m;
- volumegewicht bentoniet : 11,5 kN/m^3;
- diameter pilothole : Ø350 mm;
- ruimgat : Ø500 mm;
- boorgat : Ø1000 mm.

3.3 Intredepunt

Het intredepunt ligt aan de westzijde van het tracé bij het 150 kV-station Rilland (zie Figuur 3). De locatie is bereikbaar vanaf de Westelijke Spuikanaalweg, deze doet tevens dienst als primaire waterkering. Het intredepunt ligt buiten de beschermingszone B van de waterkering. Indien het werkverkeer de locatie vanuit het noorden benadert, dient rekening te worden gehouden met de doorrijhoogte onderdoor de brug over het kanaal.

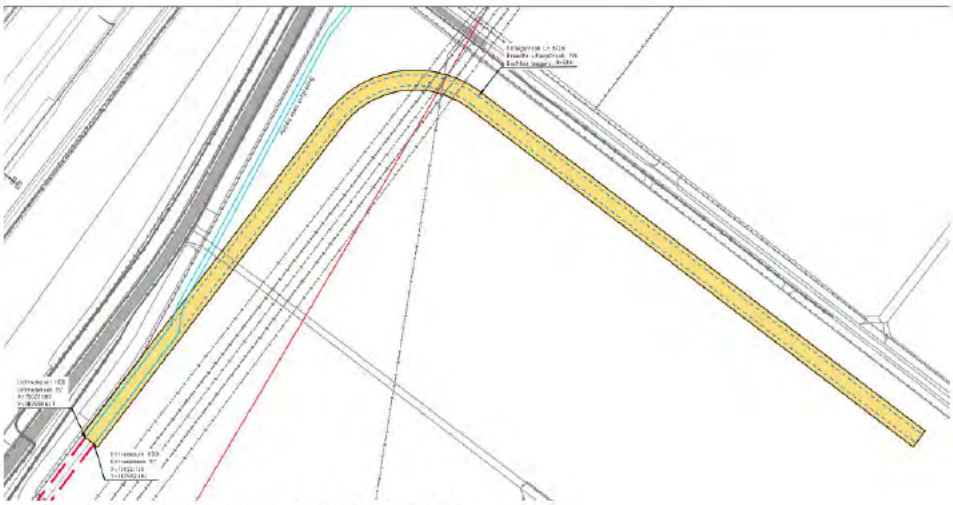
Figuur 3 Intredepunt VKDP HDD01

3.4 Uittredepunt en uitlegstrook

Het uittredepunt ligt in bouwland aan de oostzijde van het boortracé (zie Figuur 4). De locatie is bereikbaar via de Kreekrakweg. Indien het werkverkeer de locatie vanuit het noorden benadert, dient rekening te worden gehouden met de doorrijhoogte onderdoor de brug over het kanaal.

De uitlegstrook ligt in het bouwland en maakt voor de Kreekrakweg een haakse bocht naar het zuiden, zodat de weg niet afgezet hoeft te worden (zie Figuur 5). Bij het uittredepunt en de uitlegstrook dient de aannemer rekening te houden met het werken onder en nabij hoogspanningsmasten.

Figuur 4 Uittredepunt VKDP HDD01



Figuur 5 Uitlegstrook VKDP HDD01

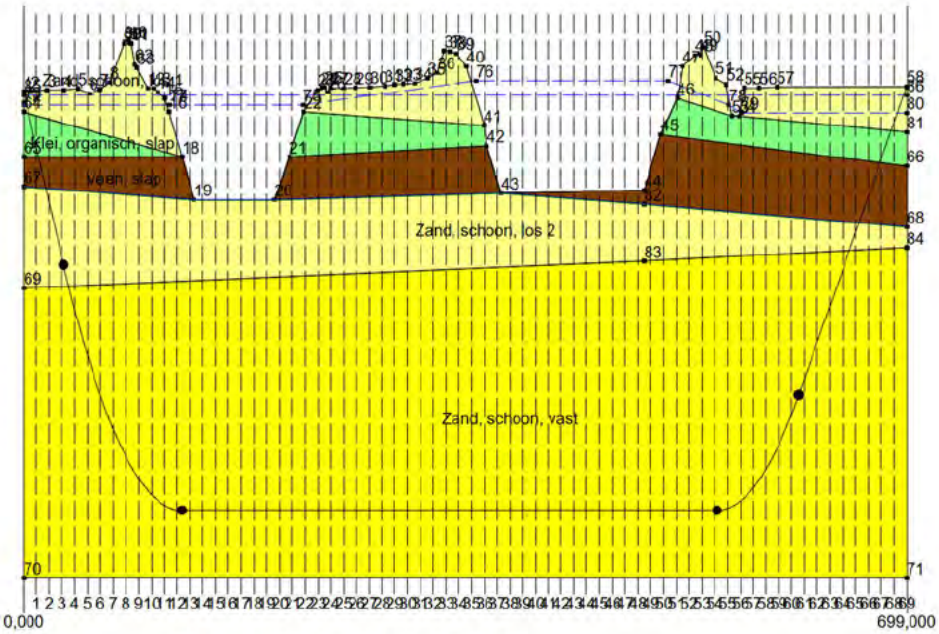
4. Berekeningsresultaten

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

De berekeningen zijn uitgevoerd met het rekenprogramma D-Geo Pipeline versie 22.2.2 en zijn toegevoegd als bijlage 3. In dit hoofdstuk zijn de resultaten van de berekeningen weergegeven.



Figuur 6 D-Geo Pipeline-model van HDD's

4.1 Trekkrachtberekening

De berekende maximale trekkracht bedraagt 476*1,8 = 855 kN bij niet-gevulde leidingen. Dit leidt tot een maximale spanning tijdens de intrekfase van 7,47 N/mm^2 aan het einde van de intrekoperatie. Toelaatbaar is 10 N/mm^2.

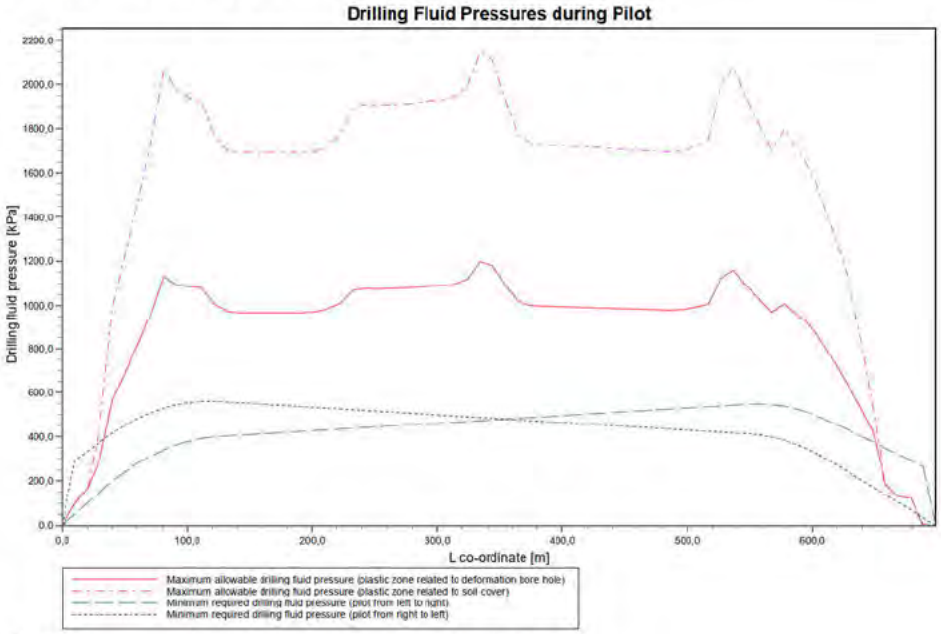
4.2 Sterkteberekening bedrijfsfase

Voor de mantelbuizen is een sterkteberekening in de bedrijfsfase gemaakt. Hieruit volgt een maximaal optredende spanning van 2,24 N/mm^2. Toelaatbaar is 8 N/mm2 waarbij is uitgegaan van PE 100 SDR9.

Uit de sterkteberekening blijkt dat een deflectie van 3,6 mm optreedt. Toelaatbaar is een maximale deflectie van 25,2 mm.

4.3 Muddrukberekening

Bij de geplande diepteligging is in de laatste 40 meter voor het uittredepunt kans op muduitbraak berekend tijdens de pilotboring. Wij adviseren om tijdens de laatste 40 meter van de pilotboring het pompdebiet te verlagen en de voortgangssnelheid te verhogen. Zo wordt de kans op een blow-out verkleind. Bij de ruiming en intrekoperatie wordt geen blow-out berekend, hiervoor zijn geen maatregelen vereist.



Figuur 7 Muddrukberekening tijdens pilot fase

4.4 Implosie

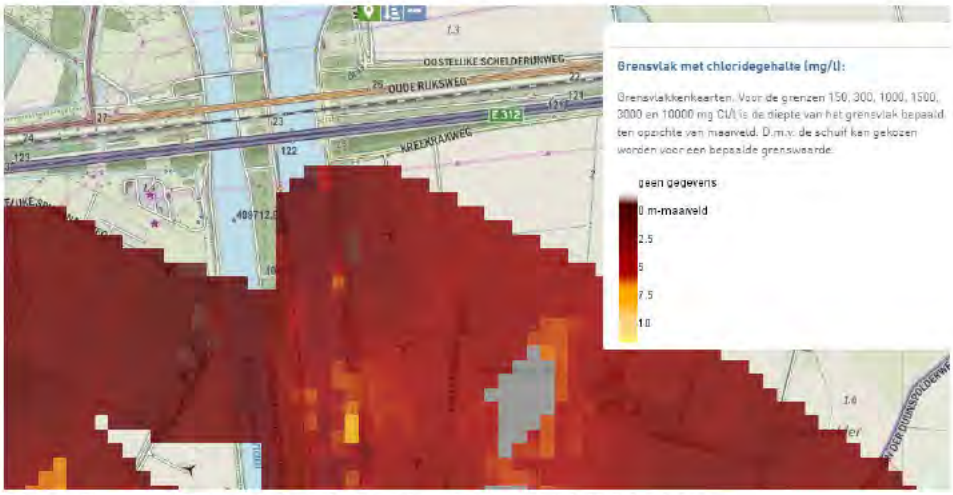
Zowel tijdens de intrekoperatie als de bedrijfstoestand blijkt uit de berekeningen dat geen implosie optreedt. De berekende alzijdige overdruk op een lege leiding bedraagt 318 kN/m^2, terwijl 553 kN/m^2 toelaatbaar is.

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

Door de nabijheid van de Westerschelde is de ondergrond op veel plekken verzadigd met zout water. Er treedt infiltratie op van zoet regenwater. Het regenwater zorgt voor een zoete bovenlaag van de bodem, maar veel dieper komt de zoete invloed niet. Het grensvlak met het chloride gehalte (zout water) is weergegeven in *Figuur 8*. Het grensvlak ligt tussen NAP 0 – 5 m. In de omgeving van de HDD komt in diepere grondlagen een hoog chloridegehalte voor (zie *Figuur 8*). De kans op brak grondwater is aannemelijk.

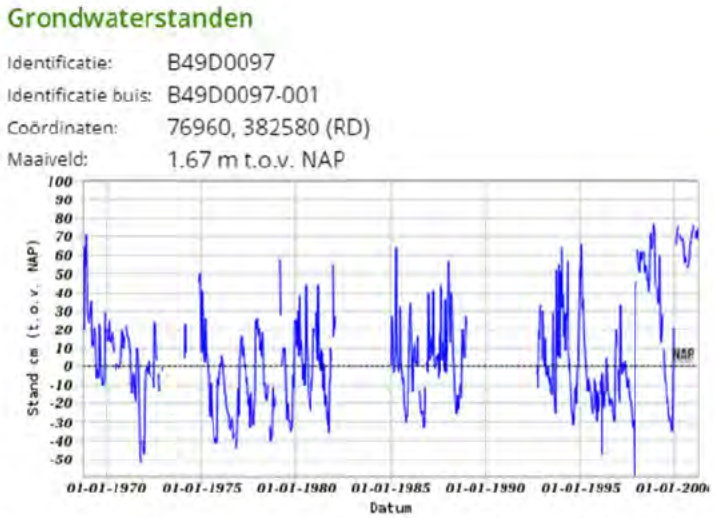


Figuur 8 Grensvlak met chloridegehalte nabij HDD-kruising

4.5.2 Kwel uit het eerste watervoerende pakket

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 B49D0097 hieronder weergegeven. Deze peilbuis ligt op circa 1 km afstand van het boortracé. Te zien is dat de freatische grondwaterstand B49D0097-001 in periodes lager ligt dan de grondwaterstand in het eerste watervoerende pakket B49D0097-002. 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 9 *Freatische grondwaterstand B30H0125-001 uit Dinoloket, filter op NAP -6,5 m*

Figuur 10 *Grondwaterstand in het eerste watervoerende pakket, B30H0125-002 uit Dinoloket, filter op NAP -11,9 tot -13,96 m*

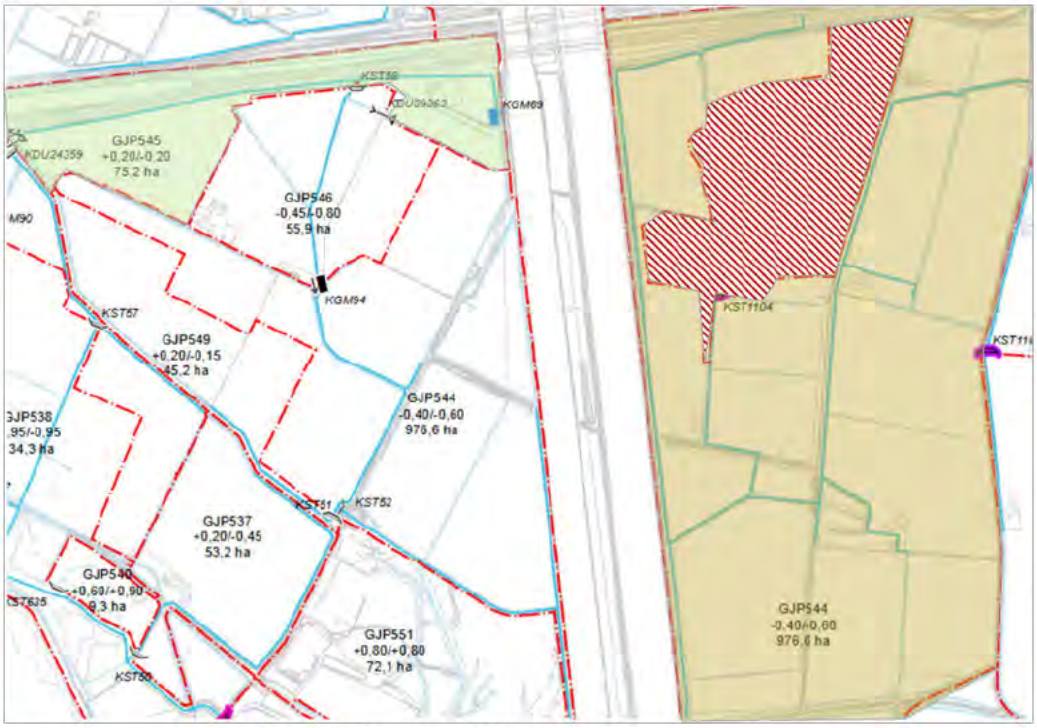
4.5.3 Kwel tussen de peilgebieden

Uit de peilbesluitenkaart van Waterschap Scheldestromen blijkt dat oost- en westzijde van het Schelde-Rijnkanaal niet tot dezelfde peilgebieden behoren. Links van de kanalen behoort tot gebied GJP545 en rechts van de kanalen behoort tot gebied GJP544 (zie *Figuur 11*).

Gezien de waterstandsverschillen tussen de peilgebieden is het mogelijk dat kwel optreedt bij een verkorting van de natuurlijke kwelweg door de HDD.

Tabel 4 Peilbesluiten Waterschap Scheldestromen

Peilgebied	Zomerpeil (m NAP)	Winterpeil (m NAP)
GJP545	+ 0,20	- 0,20
Spui Bathkanaal	+ 0,00	+ 0,00
Schelde-Rijnkanaal	+ 1,80	+ 1,80
GJP544	- 0,40	- 0,60



Figuur 11 Peilgebieden Waterschap Scheldestromen

De kwelwegen zijn berekend volgens Bligh-Lane:

$$Natuurlijke\ kwelweg < kwelweg\ via\ HDD$$

$$L_0 \times {}^1/_3 < L_{vert} + L_{hor} \times {}^1/_6$$

Waarin:

L_0: kortste natuurlijke kwelweg

L_{vert}: kwelweg in verticale richting

L_{hor}: kwelweg in horizontale richting (< 45°)

De factoren 1/3 en 1/6 zijn weegfactoren conform Bligh-Lane voor stroming langs een contactvlak van twee grondlagen, respectievelijk het contactvlak tussen grond en boorgang.

In Tabel 5 zijn de kortste natuurlijke kwelwegen en kortste kwelwegen langs de HDD weergegeven. Voor de kortste natuurlijke kwelweg is de minimale afstand tussen twee watergangen uit een peilgebied gehanteerd die door de HDD gekruist wordt. Hieruit blijkt dat kwel tussen de peilgebieden via de HDD's op kan treden.

Tabel 5 Berekening van de kortste kwelwegen

Van peilgebied	Naar peilgebied	Kortste natuurlijke kwelweg [m]	Kortste kwelweg via HDD [m]
GJP545	GJP544	504/3= 168	20,5+500/6+23,2 = 132,3
GJP545	Spui Bathkanaal	77/3 = 25,7	20,5+77/6+22,7 = 59,5
Spui Bathkanaal	GJP544	344/3=114,7	22,7+344/6+28,5 = **108,5**
Schelde Rijnkanaal	GJP544	44,8/3=14,9	23,5+44,8/6+28,5 = 59,5
Schelde Rijnkanaal	GJP545	303/3=101	23,5+303/6+20,5 = 94,5
Schelde Rijnkanaal	Spui Bathkanaal	140,4/3=46,8	23,5+140,4/6+22,7 = 69,5

4.5.4 Kwelmaatregelen

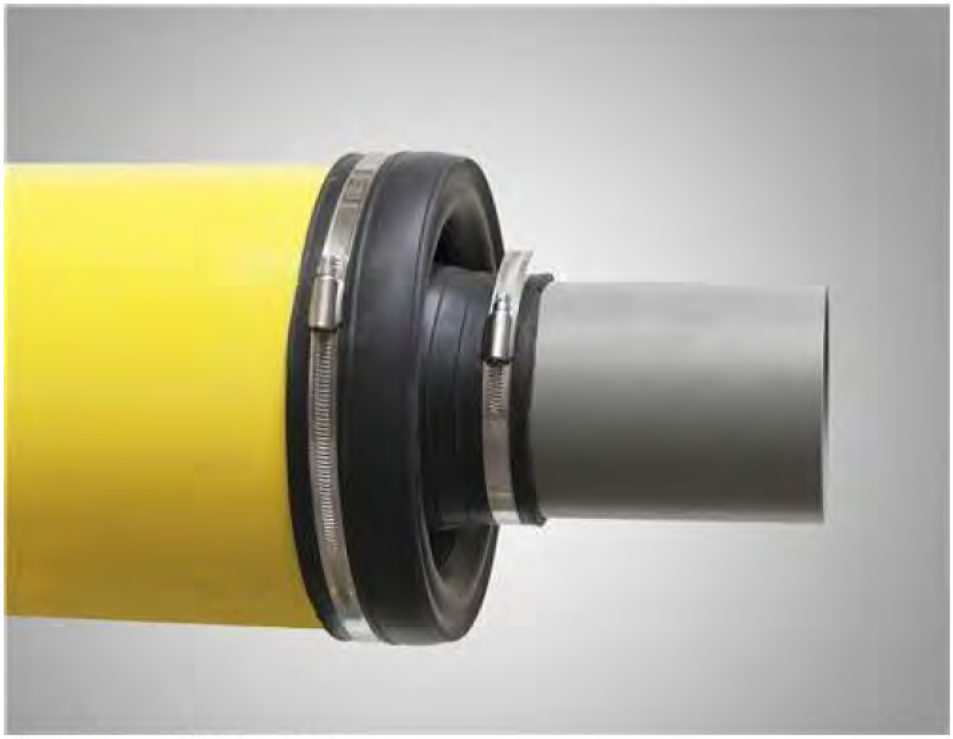
De stijghoogte in het eerste watervoerende pakket is op deze locatie mogelijk hoger dan de laagste gemiddelde grondwaterstand. De bovenliggende klei- en veenlagen sluiten het eerste watervoerende pakket af. Doordat de HDD's de afsluitende lagen doorkruisen bestaat het risico dat langs de boorgang van de HDD's kwel uit de diepere grondlagen ontstaat. Het is daarom noodzakelijk om kwelmaatregelen te nemen.

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. Dit moet gedaan worden vanaf het maaiveld tot een aantal meter in het eerste watervoerende pakket. Om de diepte te bepalen voor het grouten van de boorgang is inzicht nodig in de stijghoogtes op de boorlocatie. Openbare gegevens van DINOloket (peilbuis B49D0097) geven een indicatie van de stijghoogte in het gebied (NAP -0,70 m) maar deze gegevens zijn te ver verwijderd van het daadwerkelijke boortracé en niet maatgevend. Er zal aanvullend onderzoek uitgevoerd moeten worden op de locatie van het boortracé om de maatgevende stijghoogten te bepalen.

Om beïnvloeding van de boorvloeistof door brak grondwater te voorkomen dient de aannemer tijdens de pilot gebruik te maken van speciale boorvloeistof zoals Tunnel-Gel SW. Bij het intrekken wordt de boorgang gegrout en hierbij wordt de boorvloeistof verdrongen. Door deze maatregelen heeft het brakke grondwater geen effect op het Drill-grout in de boorgang. Het krimpeffect van de Drill-Grout is verwaarloosbaar. De verwachting is dat het grouten van de boorgang voldoende is om zoute kwel langs de boorgang te voorkomen. Als aanvullende maatregel kan nog gekozen worden om kwelschermen toe te passen bij in- en uittredepunt.

De buis dient na het doorvoeren van de kabels waterdicht afgesloten te worden. De uitvoerende partij is vrij om te kiezen welk type afsluiting toegepast wordt. Een voorbeeld hiervan is een afsluitmanchet. (zie afbeelding 12 & 13)

Figuur 12 Installatie afsluitmanchet



Figuur 13 Afsluitmanchet

5. Risico's en aandachtspunten

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

- Veilig werken in de nabijheid van hoogspanningsmasten. Deze lijn is in bedrijf ten tijde van de werkzaamheden. Hier kan ook een hoogte-beperking gelden. De afstand tot de fundering van hoogspanningsmast 88 bedraagt circa 18 meter. De afstand tot de fundering van hoogspanningsmast 87 bedraagt circa 24 meter. Voor beide masten geldt dat deze aan de zuidkant van de HDD's liggen. Het heeft de voorkeur om de HDD die het meest dichtbij de masten ligt als eerste uit te voeren, zodat deze in ieder geval voldoende afstand heeft tot de fundering van de mast.
- Afstemming met Stedin over het kruisen van de HDD-bundels in het tracé.
- 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 Rijkswaterstaat.
- De aannemer dient aanvullend onderzoek te doen om de stijghoogtes in het plangebied te bepalen.
- De aannemer dient de mantelbuizen waterdicht af te sluiten om kwel door de mantelbuizen tegen te gaan.
- De aanwezigheid van brak grondwater in de ondergrond. De aannemer dient hier bij de samenstelling van de boorvloeistof rekening mee te houden.
- De boor-rig en het materieel worden opgesteld aan de westzijde van de boring bij het 150 kV-station Rilland.
- Uitlegstrook: de mantelbuizen worden uitgelegd aan de oostzijde van de HDD in bouwland. De uitlegstrook ligt parallel en kruist de 150 kV mastenroute.
- 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.
- Na het boren en na het invoeren van de kabels dienen de uiteinden van de mantelbuizen afgesloten te 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.

De rapportage betreft de kruising met het Bathse Spuikanaal, het Schelde-Rijnkanaal (Kreekrak), een tweetal primaire waterkeringen en een regionale waterkering. Dit document betreft de vergunningsrapportage voor Rijkswaterstaat en Waterschap Scheldestromen met het ontwerp en berekeningen conform NEN 3650:2020, NEN 3651:2020, de Richtlijn Boortechnieken (2019) en de beleidsregels van Waterschap Scheldestromen en Rijkswaterstaat.

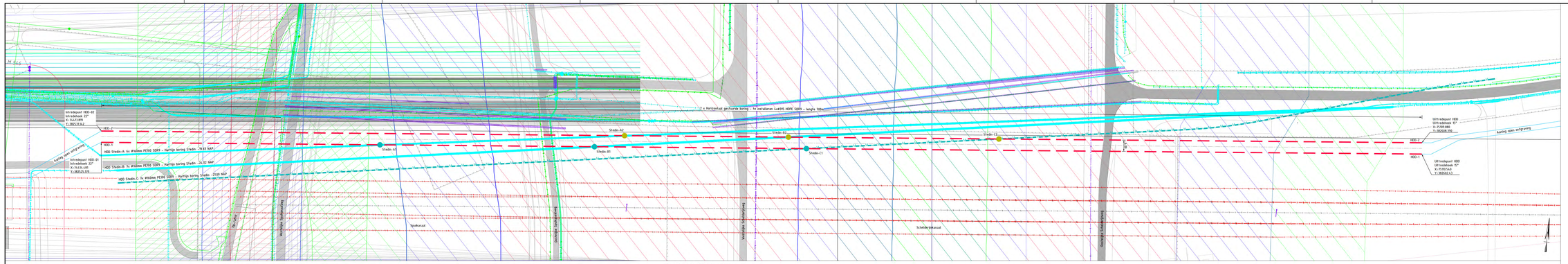
6.2 Uitkomsten ontwerp en berekening

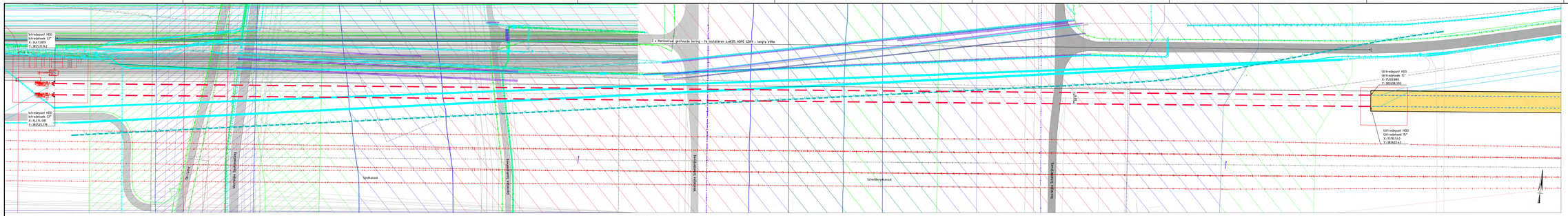
De HDD's, weergegeven op de tekeningen die zijn bijgevoegd als bijlage 1, zijn ontworpen en berekend volgens de vigerende eisen.

Uit de berekeningen, bijgevoegd als bijlage 3, blijkt dat de tracés van de twee parallelle HDD's met 4x PE 100 Ø315 mm SDR9 voldoen aan de eisen.

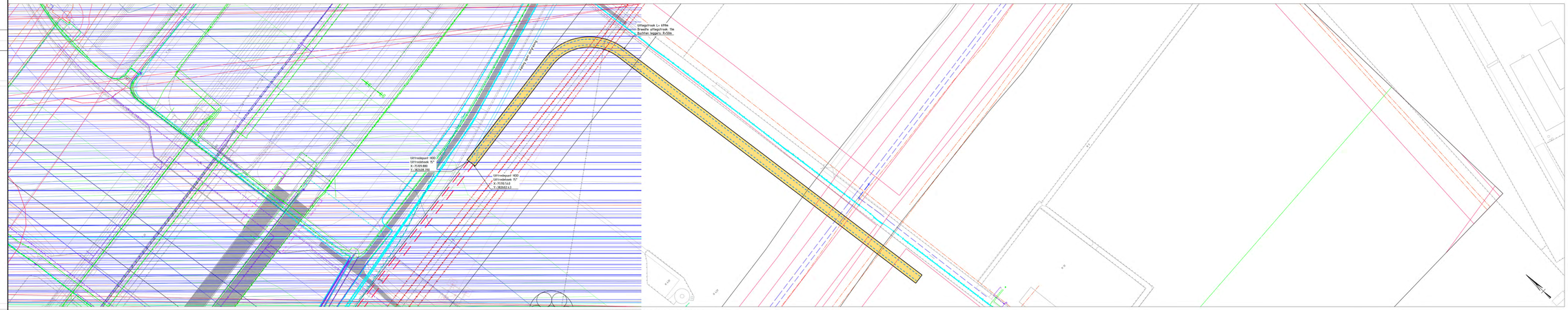
Het is noodzakelijk om kwelmaatregelen te nemen. Als kwelmaatregel stellen wij voor om aan beide zijden van de HDD's een grout-prop aan te brengen. De minimale diepte tot waar gegrout moet worden zal bepaald moeten worden op basis van aanvullend uit te voeren onderzoek door de aannemer. De aannemer zal aanvullend de mantelbuizen af moeten sluiten met een sleeve of een vergelijkbare maatregel.

Bijlage 1 – Ontwerptekening


2 x Horizontaal gestuurde boring - te installeren 4x#315 HDPE SDR9 - lengte 550m
Intredepunt HDD-02
Intredeboek 22°
X: 94.113.895
Y: 395213.192
HDD-3
HDD-1
Intredepunt HDD-01
Intredeboek 15°
X: 94.114.481
Y: 395215.170
HDD Stedin-A: 6x #160mm PE100 SDR9 - Hartlijn boring Stedin -19.93 NAP
HDD Stedin-B: 7x #160mm PE100 SDR9 - Hartlijn boring Stedin -24.02 NAP
HDD Stedin-C: 7x #160mm PE100 SDR9 - Hartlijn boring Stedin -21.00 NAP
Stedin-A1
Stedin-A2
Stedin-B1
Stedin-B2
Stedin-C1
Stedin-C2
Uittredepunt HDD
Uittredeboek 15°
X: 95.009.880
Y: 395508.790
HDD-2
HDD-1
Uittredepunt HDD
Uittredeboek 15°
X: 95.110.540
Y: 395503.5.5
Aanleg open wetgraving
Spaarndamseweg
Spaarnwoudeweg
Spaarnwoudeweg
Spaarnwoude



Bovenaanzicht schaal 1:500



Bovenaanzicht uitlegstrook schaal 1:1000

Overzicht
Schaal n.v.t.

Legenda

- Kadastrale grens
- Leiding gevaarlijke inhoud
- Datatransport
- Landelijk beeppunninguznet
- Laagspanning
- Middenspanning
- Gasleiding hoge druk
- Gasleiding lage druk
- Waterleiding
- Drukrioleering
- Riolering wijzerzuil
- Horizontaal geïnstorde boring (HDD)
- Verharding (asfalt)
- Bestaande tegen
- Betonzwing
- Primaire waterkering
- Leidingstrook
- Uitlegstrook
- Verharding/wegen
- Locatie sondering met nummer

Waterkeringen Waterschap
- Beschermingszone B
- Beschermingszone A
- Primaire waterkering

Waterkeringen Rijkswaterstaat
- Beschermingszone B
- Beschermingszone A
- Primaire waterkering

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

Vergunningstekening

H	T.b.v. vergunningaanvraag, toevoegen SDR kiezen en diepte HDD's	09-12-2023	SJ	PKJ	JD
G	T.b.v. vergunningaanvraag, Toevoeging van de kruisen HDD's Middenspanning	30-11-2023	BB	PKJ	JD
F	T.b.v. vergunningaanvraag, Kleine aanpassing in boorlokkiemsnede	01-08-2023	BB	PKJ	JD
E	T.b.v. vergunningaanvraag, Diverse aanpassingen	28-06-2023	JH	PKJ	JD
D	T.b.v. vergunningaanvraag	01-03-2023	JH	PKJ	JD
C	Definitief ontwerp	16-06-2020	BB	PKJ	JD
B	Voorlopig	04-07-2019	BB	PKJ	JD
A	Voorlopig ontwerp	02-04-2019	BB	PKJ	JD
Rev.	Omschrijving	Datum rev.	Gem.	Nak.	Controle

Opdrachtgever
TenneT TSO B.V.

Project
HDD's 150 kV ZWO

Locatie
VKDP-HDD1, Rilland-Veiderdorp-Markiezaat

Projectnummer	Tekeningnummer	Versie	Datum laatste uitgave	Schaalfactor	Coördinatenstelsel
784722	VKDP-HDD1	H	08-12-2023	Definitief	

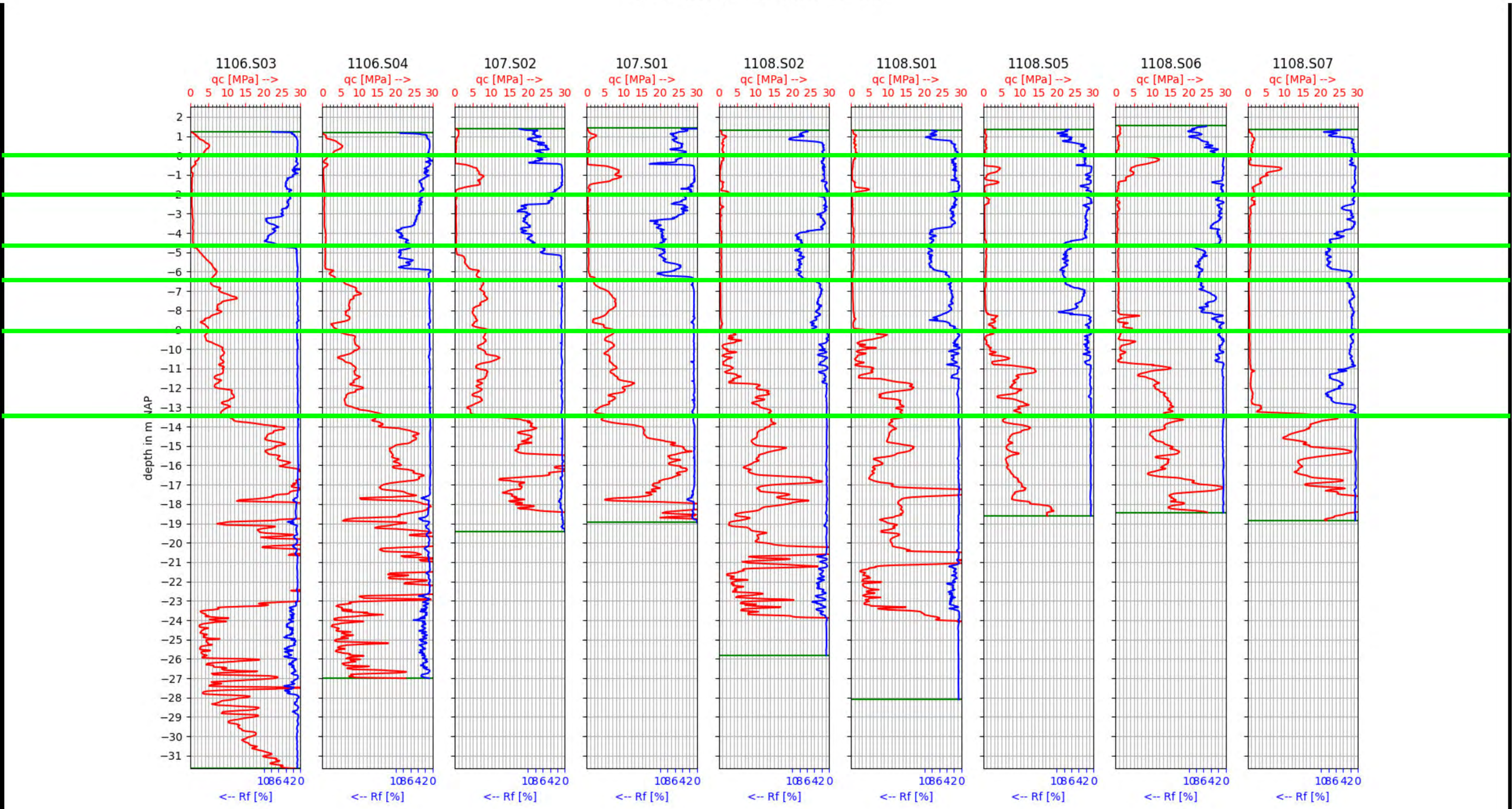
Blad	Van	Formaat	Tekening	Opdrachtgever	Gem.	Nak.	Controle
2	2	1500/120	A1 L (1189x594)	Ds Bell	SJ	PKJ	JD

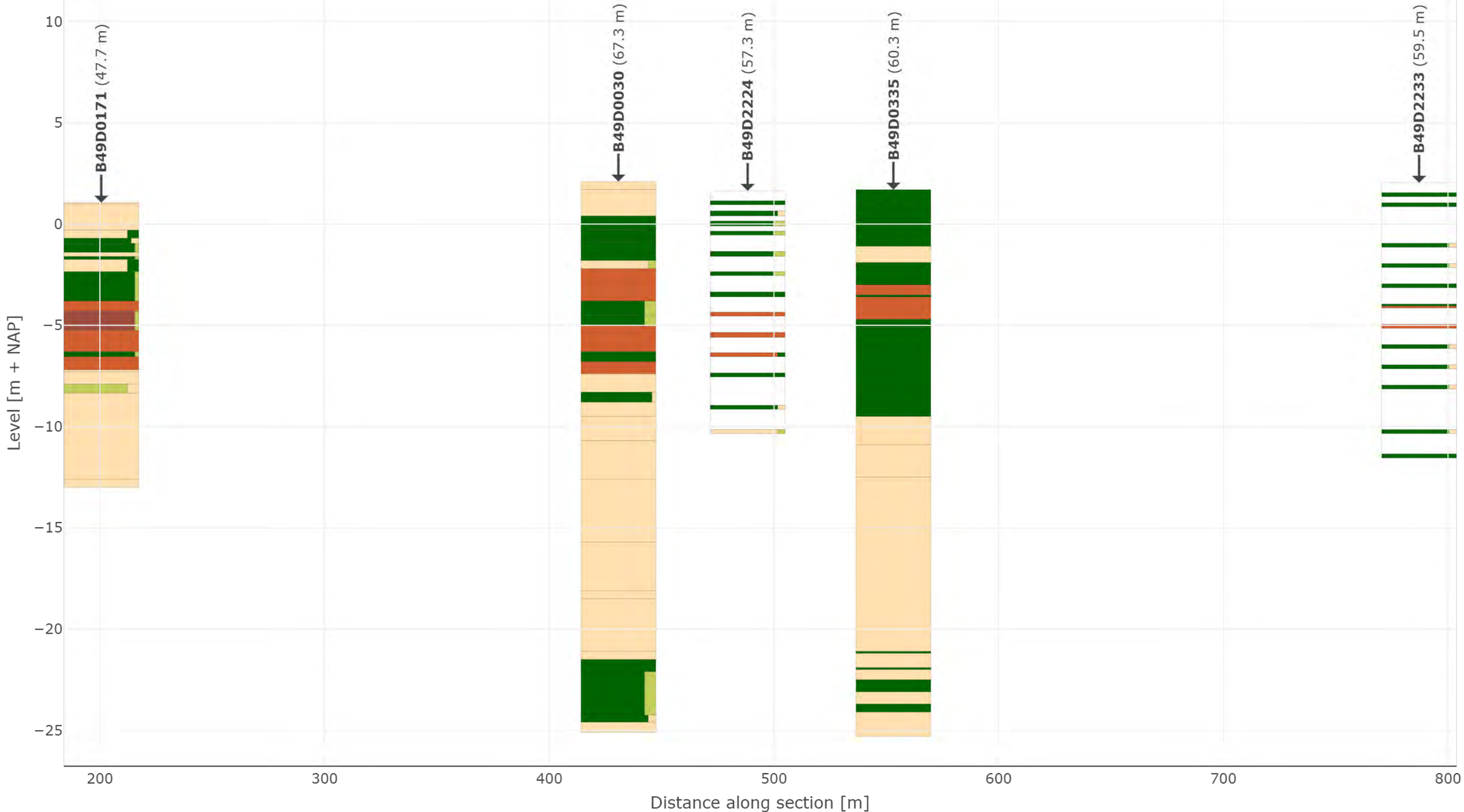
www.sweco.nl
© Sweco Nederland B.V. Alle rechten voorbehouden

SWECO

Bijlage 2 – Geotechnisch onderzoek

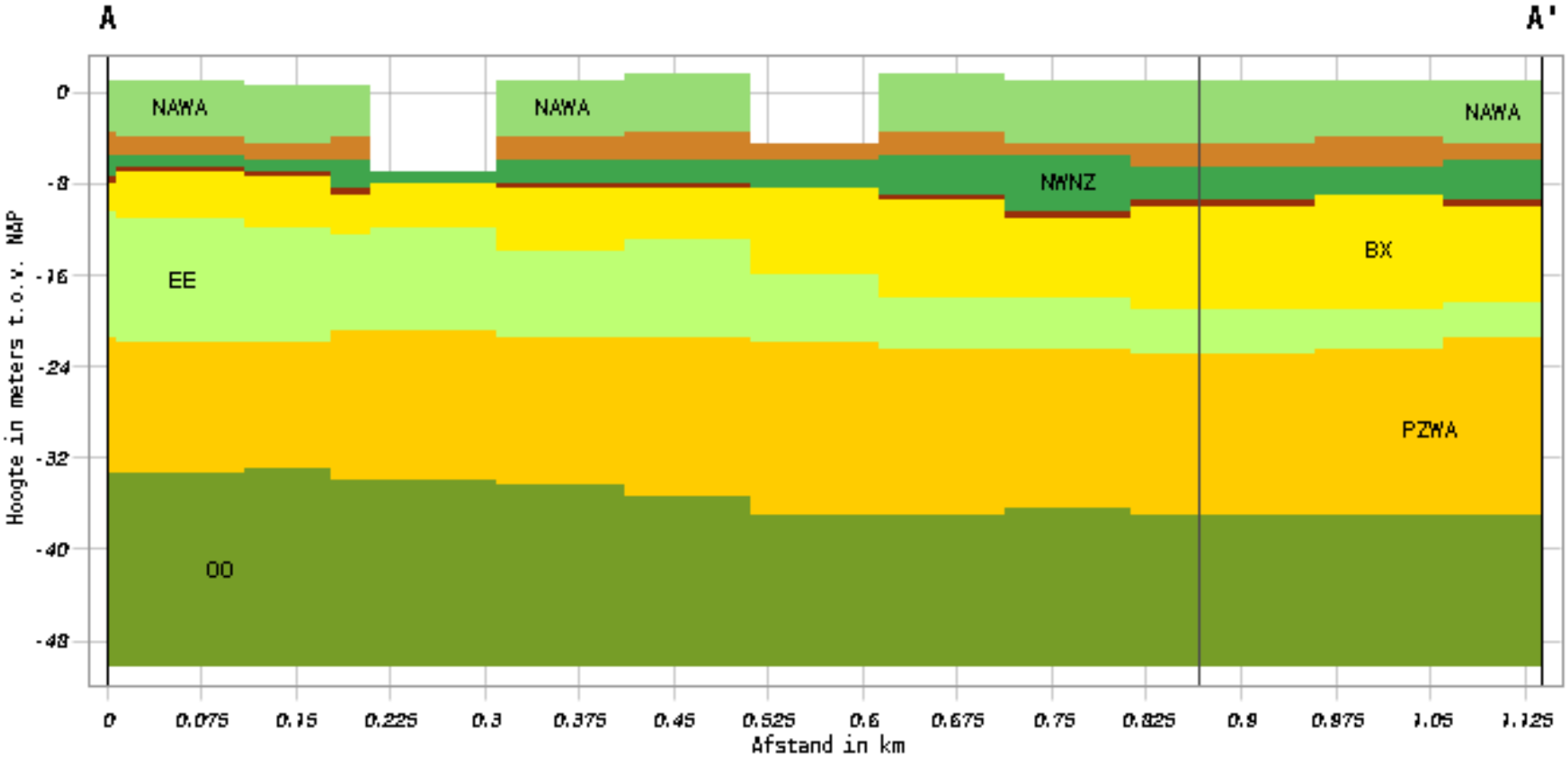
VKDP HDD1


1106.S03
1106.S04
107.S02
107.S01
1108.S02
1108.S01
1108.S05
1108.S06
1108.S07
qc [MPa] -->
0 5 10 15 20 25 30
depth in m MAP
2 1 0 −1 −2 −3 −4 −5 −6 −7 −8 −9 −10 −11 −12 −13 −14 −15 −16 −17 −18 −19 −20 −21 −22 −23 −24 −25 −26 −27 −28 −29 −30 −31
10 8 6 4 2 0
<-- Rf [%]


B49D0171 (47.7 m)
B49D0030 (67.3 m)
B49D2224 (57.3 m)
B49D0335 (60.3 m)
B49D2233 (59.5 m)
Level [m + NAP]
10
5
0
−5
−10
−15
−20
−25
200
300
400
500
600
700
800
Distance along section [m]

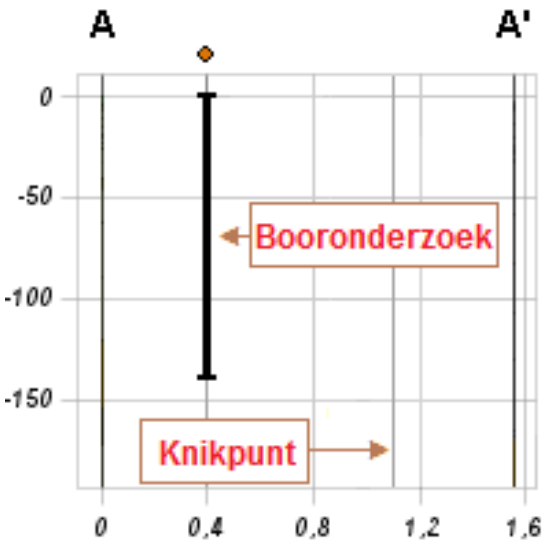
borehole ● not shown on sectionplot — section

Verticale Doorsnede BRO GeoTOP v1.4



Geologische eenheid

- NWNZ
- NAWA
- NIHO
- NIBA
- BX
- EE
- PZWA
- OO



Bijlage 3 – Berekening D-Geo Pipeline

Report for D-Geo Pipeline 22.2

Model: Horizontal Directional Drilling
Developed by Deltares

Date of report:	19-3-2024
Time of report:	14:16:59
Report with version:	22.2.2.38813
Calculated with version:	22.2.2.38813

File name:	HDD berekening 03192024

1 Table of Contents

1 Table of Contents 2
2 Messages 4
2.1 Calculation Warnings 4
3 Input Data 5
3.1 Model Used 5
3.2 Layer Boundaries 5
3.3 Pl-lines 5
3.4 Phreatic Line 6
3.5 Soil Profiles 6
3.6 Selected Boundaries 6
3.7 Soil Material Data 6
3.8 Geometry 7
3.8.1 Geometry Section, Detailed 7
3.8.2 Geometry Top View 7
3.9 Calculation Verticals 8
3.10 Configuration of the Pipeline 9
3.11 Product Pipe Material Data 9
3.12 Pipe Engineering Data 10
3.13 Drilling Fluid Data 10
3.14 Factors 11
3.15 Calculation Options 11
4 Drilling Fluid Pressures 12
4.1 Drilling Fluid Data 12
4.2 Equilibrium between Drilling Fluid Pressure and Pore Pressure 15
4.3 Drilling Fluid Pressure Plots 17
4.3.1 Drilling Fluid Pressures during Pilot 17
4.3.2 Drilling Fluid Pressures during Prereaming 17
4.3.3 Drilling Fluid Pressures during Reaming and Pullback Operation 18
5 Soil Mechanical Data 19
5.1 Soil Mechanical Parameters Pipe 1: pipe nr. 1 19
5.2 Soil Mechanical Parameters Pipe 2: pipe nr. 2 21
5.3 Soil Mechanical Parameters Pipe 3: pipe nr. 3 24
5.4 Soil Mechanical Parameters Pipe 4: pipe nr. 4 27
5.5 Young's Modulus per Layer per Vertical 29
6 Data for Stress Analysis 34
6.1 General Data 34
6.2 Buoyancy Control 34
6.3 Calculation Pulling Force 34
7 Stress Analysis of Pipe 1: pipe nr. 1 36
7.1 Material Data of Pipe 1: pipe nr. 1 36
7.2 Results Stress Analysis of Pipe 1: pipe nr. 1 36
7.2.1 Load Combination 1A: Start Pullback Operation 36
7.2.2 Load Combination 1B: End Pullback Operation 37
7.2.3 Load Combination 2: Application Internal Pressure 37
7.2.4 Load Combination 3: In Operation (Situation without Pressure) 37
7.2.5 Load Combination 4: In Operation (with Internal Pressure) 37
7.3 Check on Calculated Stresses of Pipe 1: pipe nr. 1 38
7.4 Check for Implosion of Pipe 1: pipe nr. 1 39
8 Stress Analysis of Pipe 2: pipe nr. 2 40
8.1 Material Data of Pipe 2: pipe nr. 2 40
8.2 Results Stress Analysis of Pipe 2: pipe nr. 2 40
8.2.1 Load Combination 1A: Start Pullback Operation 40
8.2.2 Load Combination 1B: End Pullback Operation 41
8.2.3 Load Combination 2: Application Internal Pressure 41
8.2.4 Load Combination 3: In Operation (Situation without Pressure) 41
8.2.5 Load Combination 4: In Operation (with Internal Pressure) 41
8.3 Check on Calculated Stresses of Pipe 2: pipe nr. 2 42
8.4 Check for Implosion of Pipe 2: pipe nr. 2 43
9 Stress Analysis of Pipe 3: pipe nr. 3 44
9.1 Material Data of Pipe 3: pipe nr. 3 44
9.2 Results Stress Analysis of Pipe 3: pipe nr. 3 44
9.2.1 Load Combination 1A: Start Pullback Operation 44
9.2.2 Load Combination 1B: End Pullback Operation 45

9.2.3 Load Combination 2: Application Internal Pressure 45
9.2.4 Load Combination 3: In Operation (Situation without Pressure) 45
9.2.5 Load Combination 4: In Operation (with Internal Pressure) 45
9.3 Check on Calculated Stresses of Pipe 3: pipe nr. 3 46
9.4 Check for Implosion of Pipe 3: pipe nr. 3 47
10 Stress Analysis of Pipe 4: pipe nr. 4 48
10.1 Material Data of Pipe 4: pipe nr. 4 48
10.2 Results Stress Analysis of Pipe 4: pipe nr. 4 48
10.2.1 Load Combination 1A: Start Pullback Operation 48
10.2.2 Load Combination 1B: End Pullback Operation 49
10.2.3 Load Combination 2: Application Internal Pressure 49
10.2.4 Load Combination 3: In Operation (Situation without Pressure) 49
10.2.5 Load Combination 4: In Operation (with Internal Pressure) 49
10.3 Check on Calculated Stresses of Pipe 4: pipe nr. 4 50
10.4 Check for Implosion of Pipe 4: pipe nr. 4 51

2 Messages

2.1 Calculation Warnings

One or more layers above the border between the top undrained and underlying drained layers have a Su-value of 0.

3 Input Data

3.1 Model Used

Model Used: Horizontal Directional Drilling

3.2 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]				
5 - L -	0,000	6,000	18,660	31,990	42,870
5 - Z -	1,000	1,000	1,120	1,110	1,220
5 - L -	51,960	60,560	68,160	79,243	79,865
5 - Z -	0,850	1,160	1,670	4,516	4,676
5 - L -	79,920	83,640	84,026	85,420	88,307
5 - Z -	4,690	4,720	4,574	4,540	2,954
5 - L -	89,382	98,140	102,830	106,350	111,980
5 - Z -	2,769	1,260	1,240	0,970	0,500
5 - L -	125,210	135,180	198,630	210,180	221,730
5 - Z -	-3,800	-7,000	-7,000	-3,800	-0,500
5 - L -	232,510	235,540	238,470	240,960	243,130
5 - Z -	1,130	1,240	1,300	0,940	1,260
5 - L -	253,470	262,690	274,150	285,700	293,930
5 - Z -	1,240	1,290	1,320	1,410	1,510
5 - L -	300,530	309,410	319,890	327,490	332,740
5 - Z -	1,570	1,590	1,970	2,390	4,020
5 - L -	336,950	342,730	350,430	364,500	366,630
5 - Z -	3,960	3,800	2,850	-1,500	-3,000
5 - L -	377,860	491,000	504,135	517,270	521,570
5 - Z -	-6,500	-6,300	-2,185	0,500	2,840
5 - L -	531,490	535,740	538,250	547,790	556,090
5 - Z -	3,660	3,710	4,270	2,000	1,520
5 - L -	560,370	566,130	570,090	582,360	596,040
5 - Z -	-0,800	-0,810	1,280	1,270	1,330
5 - L -	699,000				
5 - Z -	1,350				
4 - L -	0,000	125,210	135,180	198,630	210,180
4 - Z -	-0,500	-3,800	-7,000	-7,000	-3,800
4 - L -	221,730	364,500	366,630	377,860	491,000
4 - Z -	-0,500	-1,500	-3,000	-6,500	-6,300
4 - L -	504,135	517,270	560,370	566,130	699,000
4 - Z -	-2,185	0,500	-0,800	-0,810	-2,000
3 - L -	0,000	125,210	135,180	198,630	210,180
3 - Z -	-3,800	-3,800	-7,000	-7,000	-3,800
3 - L -	366,630	377,860	491,000	504,135	699,000
3 - Z -	-3,000	-6,500	-6,300	-2,185	-4,500
2 - L -	0,000	135,180	198,630	377,860	491,000
2 - Z -	-6,000	-7,000	-7,000	-6,500	-7,300
2 - L -	699,000				
2 - Z -	-9,000				
1 - L -	0,000	491,000	699,000		
1 - Z -	-13,500	-11,500	-10,500		
0 - L -	0,000	699,000			
0 - Z -	-35,000	-35,000			

3.3 Pl-lines

Pl-line number	Co-ordinates [m]				
1 - L -	0,000	115,240	221,000	358,000	510,000
1 - Z -	0,000	0,000	0,000	1,800	1,800
1 - L -	558,000	568,000	699,000		
1 - Z -	0,000	-0,600	-0,600		
2 - L -	0,000	699,000			
2 - Z -	0,700	0,700			

3.4 Phreatic Line

Piezo-line 1 is used as phreatic line (groundwater).

3.5 Soil Profiles

Layer number	Material name	Piezo-line at top	Piezo-line at bottom
5	Zand, schoon, los 1	1	1
4	Klei, organisch, slap	1	1
3	Veen, slap	1	1
2	Zand, schoon, los 2	1	1
1	Zand, schoon, vast	1	1

3.6 Selected Boundaries

The boundary between (cohesive) undrained top layers and underlaying (non-cohesive) drained layers is situated at the top of layer number 2: Zand, schoon, los 2
The boundary between compressible top layers and underlaying non-compressible layers is situated at the top of layer number 2: Zand, schoon, los 2

3.7 Soil Material Data

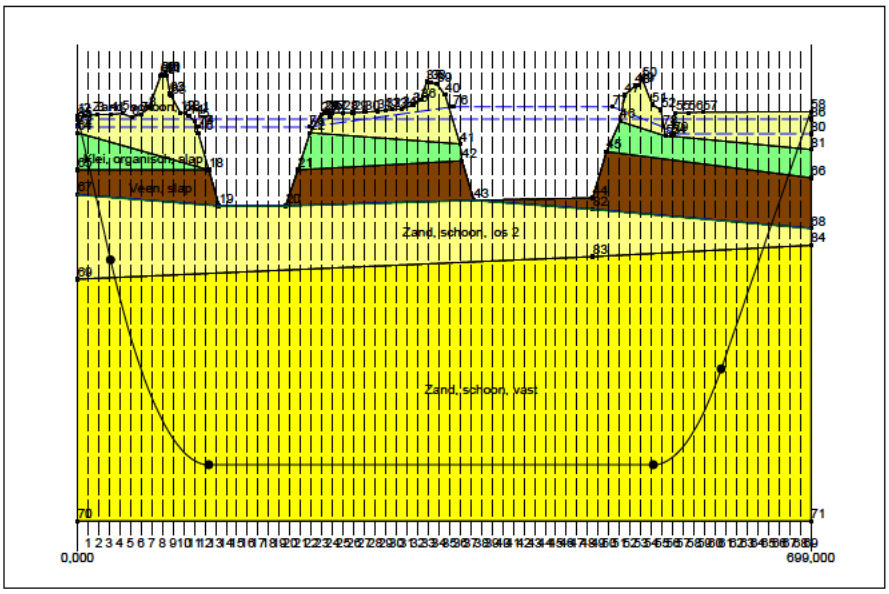
Name	Gamma unsat [kN/m³]	Gamma sat [kN/m³]	Cohesion [kN/m²]	Phi [deg]	Su top [kN/m²]	Su bottom [kN/m²]
Zand, schoon, los 1	17,00	19,00	0,00	30,00	0,00	0,00
Klei, organisch, slap	13,00	13,00	0,00	15,00	35,00	35,00
Veen, slap	11,00	11,00	1,00	15,00	35,00	35,00
Zand, schoon, los 2	17,00	19,00	0,00	30,00	0,00	0,00
Zand, schoon, vast	19,00	21,00	0,00	35,00	0,00	0,00

Name	Soil type	Emod 100 [kN/m²]	Emod top [kN/m²]	Emod bottom [kN/m²]
Zand, schoon, los 1	Sand	7500,00	-	-
Klei, organisch, slap	Clay	500,00	-	-
Veen, slap	Peat	200,00	-	-
Zand, schoon, los 2	Sand	15000,00	-	-
Zand, schoon, vast	Sand	45000,00	-	-

Name	Adhesion A [kN/m²]	Delta D [deg]	Nu [-]
Zand, schoon, los 1	-	-	0,30
Klei, organisch, slap	-	-	0,20
Veen, slap	-	-	0,40
Zand, schoon, los 2	-	-	0,30
Zand, schoon, vast	-	-	0,30

3.8 Geometry

3.8.1 Geometry Section, Detailed



3.8.2 Geometry Top View

3.9 Calculation Verticals

Vertical no.	L-coord. [m]	Z-coord. [m]
1	10,130	-3,093
2	20,260	-7,186
3	30,390	-11,278
4	40,520	-15,178
5	50,650	-18,587
6	60,780	-21,525
7	70,910	-24,007
8	81,040	-26,047
9	91,170	-27,656
10	101,300	-28,843
11	111,430	-29,614
12	121,560	-29,972
13	131,690	-30,000
14	141,820	-30,000
15	151,950	-30,000
16	162,080	-30,000
17	172,210	-30,000
18	182,340	-30,000
19	192,470	-30,000
20	202,600	-30,000
21	212,730	-30,000
22	222,860	-30,000
23	232,990	-30,000
24	243,120	-30,000
25	253,250	-30,000
26	263,380	-30,000
27	273,510	-30,000
28	283,640	-30,000
29	293,770	-30,000
30	303,900	-30,000
31	314,030	-30,000
32	324,160	-30,000
33	334,290	-30,000
34	344,420	-30,000
35	354,550	-30,000
36	364,680	-30,000
37	374,810	-30,000
38	384,940	-30,000
39	395,070	-30,000
40	405,200	-30,000
41	415,330	-30,000
42	425,460	-30,000
43	435,590	-30,000
44	445,720	-30,000
45	455,850	-30,000
46	465,980	-30,000
47	476,110	-30,000
48	486,240	-30,000
49	496,370	-30,000
50	506,500	-30,000
51	516,630	-30,000
52	526,760	-30,000
53	536,890	-30,000
54	547,020	-30,000
55	557,150	-29,860
56	567,280	-29,315
57	577,410	-28,356
58	587,540	-26,978
59	597,670	-25,174
60	607,800	-22,935
61	617,930	-20,292

Vertical no.	L-coord. [m]	Z-coord. [m]
62	628,060	-17,578
63	638,190	-14,864
64	648,320	-12,149
65	658,450	-9,435
66	668,580	-6,721
67	678,710	-4,006
68	688,840	-1,292
69	698,970	n.a.

Locations of the calculation verticals; L represents distance along the pipeline projection in the horizontal plane, incremented with the entry co-ordinate.

3.10 Configuration of the Pipeline

X co-ordinate left point	0,000	[m]
Y co-ordinate left point	0,000	[m]
Z co-ordinate left point	1,000	[m]
X co-ordinate right point	698,700	[m]
Y co-ordinate right point	0,000	[m]
Z co-ordinate right point	1,350	[m]
Angle left	22,0000	[deg]
Angle right	15,0000	[deg]
Bending radius left	250,000	[m]
Bending radius right	250,000	[m]
Bending radius pipe on rollers	500,000	[m]
Lowest level of pipe (center bore hole)	-30,000	[m]
Angle of pipe (between radii)	0,0000	[deg]
Number of horizontal bends	0	

The pulling direction of the product pipe is from left to right.

3.11 Product Pipe Material Data

Input data pipe nr. 1

Material	Polyethene	
Quality	PE100	
Young's modulus (short)	975,00	[N/mm²]
Young's modulus (long)	350,00	[N/mm²]
Allowable strength (short)	10,00	[N/mm²]
Allowable strength (long)	8,00	[N/mm²]
Tensile factor (alpha)	0,65	[-]
Linear settlement coefficient (alpha_g)	0,0001600	[mm/mmK]
Outer diameter product pipe	315,00	[mm]
Wall thickness (Nominal)	35,20	[mm]
Unit weight pipe material	9,54	[kN/m³]
Design pressure	0,00	[bar]
Test pressure	0,00	[bar]
Temperature variation	0,00	[deg C]

Input data pipe nr. 2

Material	Polyethene	
Quality	PE100	
Young's modulus (short)	975,00	[N/mm²]
Young's modulus (long)	350,00	[N/mm²]
Allowable strength (short)	10,00	[N/mm²]
Allowable strength (long)	8,00	[N/mm²]
Tensile factor (alpha)	0,65	[-]
Linear settlement coefficient (alpha_g)	0,0001600	[mm/mmK]
Outer diameter product pipe	315,00	[mm]
Wall thickness (Nominal)	35,20	[mm]
Unit weight pipe material	9,54	[kN/m³]
Design pressure	0,00	[bar]
Test pressure	0,00	[bar]

Temperature variation	0,00	[deg C]

Input data pipe nr. 3

Material	Polyethene	
Quality	PE100	
Young's modulus (short)	975,00	[N/mm²]
Young's modulus (long)	350,00	[N/mm²]
Allowable strength (short)	10,00	[N/mm²]
Allowable strength (long)	8,00	[N/mm²]
Tensile factor (alpha)	0,65	[-]
Linear settlement coefficient (alpha_g)	0,0001600	[mm/mmK]
Outer diameter product pipe	315,00	[mm]
Wall thickness (Nominal)	35,20	[mm]
Unit weight pipe material	9,54	[kN/m³]
Design pressure	0,00	[bar]
Test pressure	0,00	[bar]
Temperature variation	0,00	[deg C]

Input data pipe nr. 4

Material	Polyethene	
Quality	PE100	
Young's modulus (short)	975,00	[N/mm²]
Young's modulus (long)	350,00	[N/mm²]
Allowable strength (short)	10,00	[N/mm²]
Allowable strength (long)	8,00	[N/mm²]
Tensile factor (alpha)	0,65	[-]
Linear settlement coefficient (alpha_g)	0,0001600	[mm/mmK]
Outer diameter product pipe	315,00	[mm]
Wall thickness (Nominal)	35,20	[mm]
Unit weight pipe material	9,54	[kN/m³]
Design pressure	0,00	[bar]
Test pressure	0,00	[bar]
Temperature variation	0,00	[deg C]

3.12 Pipe Engineering Data

Pipe filled with water on rollers	No	
Part of cross section filled with fluid	0	[%]
Unit weight fluid	10,00	[kN/m³]
Bedding angle	30	[deg]
Load angle	30	[deg]
Relative displacement	10,00	[mm]
Compression index	6,00	[-]
Modulus of subgrade reaction drilling fluid (Kv)	500,00	[kN/m³]
Phi drilling fluid	15,00	[deg]
Cohesion drilling fluid	5,00	[kN/m²]
Factor of friction pipe-roller (f1)	0,10	[-]
Friction pipe-drilling fluid (f2)	0,000050	[N/mm²]
Factor of friction pipe-soil (f3)	0,20	[-]

3.13 Drilling Fluid Data

Outer diameter pilot hole	0,350	[m]
Outer diameter pilot pipe	0,170	[m]
Outer diameter preream hole	0,500	[m]
Outer diameter drillpipe	0,170	[m]
Outer diameter bore hole	1,000	[m]
Outer diameter product pipe	0,630	[m]
Pump flow rate pilot	500,0000	[liter/minute]
Pump flow rate pre-reaming	1000,0000	[liter/minute]
Pump flow rate ream and pull-back	1000,0000	[liter/minute]
Circulation loss factor pilot	0,30	[-]
Circulation loss factor pre-reaming	0,20	[-]
Circulation loss factor ream and pull-back	0,20	[-]
Unit weight drilling fluid (gamma)	11,5	[kN/m³]

Yieldpoint drilling fluid (Tau)	0,014	[kN/m²]
Plastic viscosity drilling fluid (Mu)	0,000040	[kN.s/m²]

3.14 Factors

(Polyethene)Safety factor on implosion (Long)	3,0	[-]
(Polyethene)Safety factor on implosion (Short)	1,5	[-]
Contingency factor on unit weight of material types below and above phreatic level	1,10	[-]
Contingency factor on (drained) cohesion C	1,40	[-]
Contingency factor on undrained shear strength Su	1,40	[-]
Contingency factor on Phi	1,10	[-]
Contingency factor on E-modulus	1,25	[-]
Contingency factor on modulus of subgrade reaction	2,00	[-]
Load factor on design pressure (Polyethene)	1,00	[-]
Load factor on design pressure (combination) (Polyethene)	1,00	[-]
Load factor on test pressure (Polyethene)	1,00	[-]
Load factor on installation (Polyethene)	1,00	[-]
Load factor on reduced neutral soil stress q_n;r (Polyethene)	1,50	[-]
Load factor on temperature (Polyethene)	1,10	[-]
Load factor on traffic load (Polyethene)	1,35	[-]
Factor of importance (S)	1,00	[-]
Allowable deflection of steel pipe	15,00	[%]
Allowable piggability of steel pipe	5,00	[%]
Allowable deflection of polyethene pipe	8,00	[%]
Allowable piggability of polyethene pipe	5,00	[%]
Unit weight water	10,00	[kN/m³]
Safety factor on cover (drained layer)	0,50	[-]
Safety factor on cover (undrained layer)	0,50	[-]
Ratio H/Do for boundary between shallow and deep situation	7,50	[-]

3.15 Calculation Options

Stress analysis option : Standard

4 Drilling Fluid Pressures

4.1 Drilling Fluid Data

Vertical no.	Drilling fluid pressures pilot [kN/m²]			
	Max, deformation	Max, soil cover	Min, left	Min, right
1	97	97	51	291
2	167	167	102	334
3	302	459	152	377
4	573	998	201	418
5	697	1247	244	454
6	819	1469	281	484
7	962	1741	313	509
8	1134	2077	340	529
9	1094	1977	363	544
10	1084	1942	380	554
11	1081	1928	392	559
12	1008	1772	400	560
13	973	1699	403	557
14	969	1691	407	553
15	969	1691	410	550
16	969	1691	414	546
17	969	1691	417	543
18	969	1691	421	539
19	969	1691	424	536
20	972	1697	428	532
21	985	1724	431	529
22	1011	1778	435	526
23	1071	1902	438	522
24	1076	1911	442	519
25	1075	1908	445	515
26	1077	1911	449	512
27	1079	1912	452	508
28	1082	1917	456	505
29	1087	1926	459	501
30	1090	1931	463	498
31	1098	1947	466	494
32	1118	1987	470	491
33	1197	2149	473	487
34	1179	2111	477	484
35	1093	1931	480	480
36	1019	1775	484	477
37	1000	1737	487	473
38	997	1729	491	470
39	995	1726	494	466
40	993	1722	498	463
41	992	1719	501	459
42	990	1715	505	456
43	988	1712	508	452
44	986	1708	512	449
45	985	1704	515	445
46	983	1701	518	442
47	981	1697	522	438
48	979	1694	525	435
49	982	1700	529	431
50	992	1720	532	428
51	1006	1752	536	424
52	1121	1995	539	421
53	1160	2079	543	417
54	1088	1934	546	414
55	1034	1828	548	409
56	969	1706	545	399

Vertical no.	Drilling fluid pressures pilot [kN/m²]			
	Max, deformation	Max, soil cover	Min, left	Min, right
57	1008	1797	538	385
58	963	1718	526	365
59	904	1615	508	341
60	828	1480	486	312
61	736	1317	459	278
62	638	1135	432	243
63	537	866	404	208
64	426	538	377	173
65	188	188	349	138
66	130	130	321	104
67	122	122	294	69
68	0	7	266	34

Vertical no.	Drilling fluid pressures preream [kN/m²]			
	Max, deformation	Max, soil cover	Min, left	Min, right
1	99	99	49	51
2	148	148	98	102
3	302	424	147	152
4	568	909	194	201
5	695	1220	235	244
6	818	1467	271	281
7	961	1739	301	313
8	1134	2076	327	340
9	1094	1976	347	363
10	1083	1941	363	380
11	1080	1927	373	392
12	1007	1771	379	400
13	973	1699	381	403
14	969	1691	383	407
15	969	1690	385	410
16	969	1690	387	414
17	968	1690	389	417
18	968	1690	391	421
19	968	1690	392	424
20	972	1697	394	428
21	984	1723	396	431
22	1011	1778	398	435
23	1071	1901	400	438
24	1076	1910	402	442
25	1075	1907	404	442
26	1077	1910	405	441
27	1078	1911	407	439
28	1082	1917	409	437
29	1087	1926	411	435
30	1090	1931	413	433
31	1098	1946	415	431
32	1118	1986	416	429
33	1196	2148	418	428
34	1179	2110	420	426
35	1093	1931	422	424
36	1018	1775	424	422
37	1000	1736	426	420
38	996	1729	428	418
39	995	1725	429	417
40	993	1722	431	415
41	991	1718	433	413
42	990	1715	435	411
43	988	1711	437	409
44	986	1708	439	407
45	984	1704	440	405
46	983	1700	442	404
47	981	1697	438	402

Vertical no.	Drilling fluid pressures preream [kN/m²]			
	Max, deformation	Max, soil cover	Min, left	Min, right
48	979	1693	435	400
49	982	1699	431	398
50	992	1719	428	396
51	1006	1751	424	394
52	1121	1994	421	393
53	1159	2079	417	391
54	1088	1934	414	389
55	1034	1828	409	385
56	969	1705	399	377
57	1008	1797	385	364
58	963	1718	365	347
59	904	1615	341	324
60	827	1480	312	296
61	735	1301	278	264
62	638	1052	243	231
63	536	769	208	198
64	422	457	173	165
65	168	168	138	132
66	132	132	104	98
67	123	123	69	65
68	0	7	34	32

Vertical no.	Drilling fluid pressures pull back [kN/m²]			
	Max, deformation	Max, soil cover	Min, left	Min, right
1	103	103	49	49
2	140	140	98	98
3	302	340	146	147
4	549	692	193	194
5	690	1004	234	235
6	814	1300	269	271
7	959	1628	299	301
8	1132	2011	325	327
9	1092	1945	345	347
10	1082	1930	360	363
11	1079	1924	370	373
12	1006	1768	376	379
13	972	1696	378	381
14	968	1688	380	383
15	968	1688	381	385
16	968	1688	383	387
17	967	1688	384	389
18	967	1688	386	391
19	967	1687	388	392
20	971	1694	389	394
21	983	1721	391	396
22	1010	1775	392	398
23	1070	1899	394	400
24	1075	1908	396	402
25	1074	1904	397	404
26	1076	1908	399	405
27	1077	1909	400	407
28	1081	1914	402	409
29	1086	1923	404	411
30	1089	1928	405	413
31	1097	1944	407	415
32	1117	1984	408	416
33	1195	2145	410	418
34	1178	2107	412	417
35	1092	1928	413	415
36	1018	1772	415	414
37	999	1734	416	412
38	995	1727	418	411

Vertical no.	Drilling fluid pressures pull back [kN/m²]			
	Max, deformation	Max, soil cover	Min, left	Min, right
39	994	1723	417	409
40	992	1720	415	407
41	990	1716	413	406
42	989	1713	411	404
43	987	1709	409	403
44	985	1706	407	401
45	984	1702	405	399
46	982	1699	404	398
47	980	1695	402	396
48	978	1691	400	395
49	982	1698	398	393
50	991	1718	396	391
51	1005	1750	394	390
52	1120	1993	393	388
53	1159	2077	391	387
54	1087	1932	389	385
55	1034	1827	385	382
56	969	1695	377	374
57	1007	1766	364	361
58	962	1659	347	344
59	903	1515	324	322
60	827	1322	296	294
61	734	1083	264	262
62	636	826	231	229
63	533	570	198	196
64	330	330	165	163
65	175	175	132	131
66	138	138	98	98
67	126	126	65	65
68	0	7	32	32

4.2 Equilibrium between Drilling Fluid Pressure and Pore Pressure

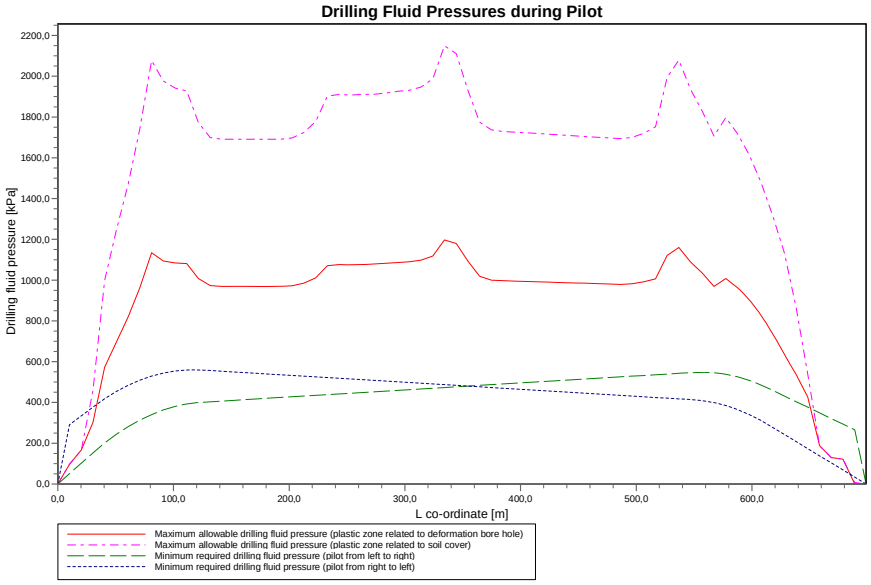
Vertical no.	Static column pressure			
	Drilling fluid [kN/m²]	Water [kN/m²]	Safety [-]	Result
1	47	31	1,52	sufficient
2	94	72	1,31	sufficient
3	141	113	1,25	sufficient
4	186	152	1,23	sufficient
5	225	186	1,21	sufficient
6	259	215	1,20	sufficient
7	288	240	1,20	sufficient
8	311	260	1,20	sufficient
9	330	277	1,19	sufficient
10	344	288	1,19	sufficient
11	353	296	1,19	sufficient
12	357	300	1,19	sufficient
13	357	300	1,19	sufficient
14	357	300	1,19	sufficient
15	357	300	1,19	sufficient
16	357	300	1,19	sufficient
17	357	300	1,19	sufficient
18	358	300	1,19	sufficient
19	358	300	1,19	sufficient
20	358	300	1,19	sufficient
21	358	300	1,19	sufficient
22	358	300	1,19	sufficient
23	358	302	1,19	sufficient
24	358	303	1,18	sufficient
25	358	304	1,18	sufficient
26	358	306	1,17	sufficient
27	358	307	1,17	sufficient

Vertical no.	Static column pressure			
	Drilling fluid [kN/m²]	Water [kN/m²]	Safety [-]	Result
28	358	308	1,16	sufficient
29	358	310	1,16	sufficient
30	358	311	1,15	sufficient
31	358	312	1,15	sufficient
32	359	314	1,14	sufficient
33	359	315	1,14	sufficient
34	359	316	1,13	sufficient
35	359	318	1,13	sufficient
36	359	318	1,13	sufficient
37	359	318	1,13	sufficient
38	359	318	1,13	sufficient
39	359	318	1,13	sufficient
40	359	318	1,13	sufficient
41	359	318	1,13	sufficient
42	359	318	1,13	sufficient
43	359	318	1,13	sufficient
44	359	318	1,13	sufficient
45	359	318	1,13	sufficient
46	360	318	1,13	sufficient
47	360	318	1,13	sufficient
48	360	318	1,13	sufficient
49	360	318	1,13	sufficient
50	360	318	1,13	sufficient
51	360	316	1,14	sufficient
52	360	312	1,15	sufficient
53	360	308	1,17	sufficient
54	360	304	1,18	sufficient
55	359	299	1,20	sufficient
56	352	288	1,23	sufficient
57	341	278	1,23	sufficient
58	326	264	1,23	sufficient
59	305	246	1,24	sufficient
60	279	223	1,25	sufficient
61	249	197	1,26	sufficient
62	218	170	1,28	sufficient
63	186	143	1,31	sufficient
64	155	115	1,34	sufficient
65	124	88	1,40	sufficient
66	93	61	1,52	sufficient
67	62	34	1,81	sufficient
68	30	7	4,39	sufficient

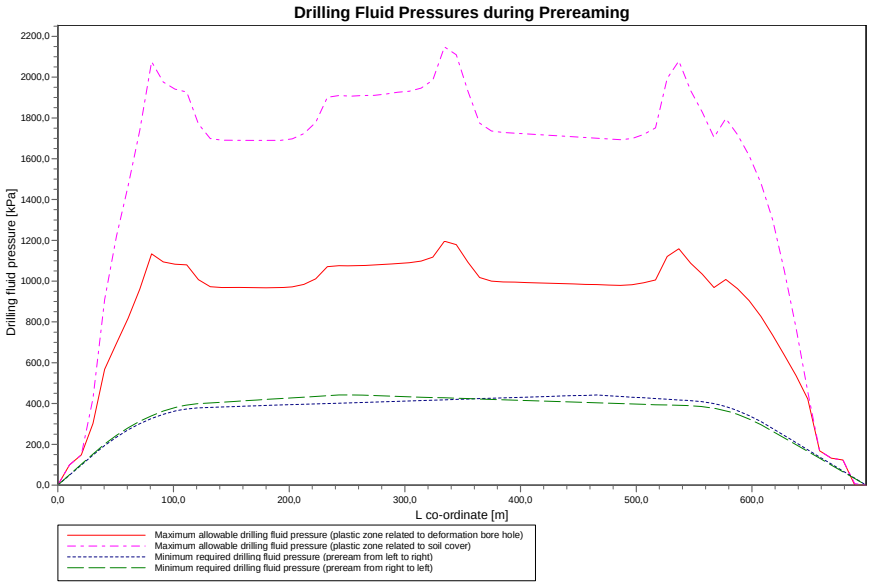
The static drilling fluid pressure is calculated and can be compared with the calculated groundwater pressure. The quotient of the drilling fluid pressure and the groundwater pressure yields the safey factor, which should be higher than the requested factor of safety of 1,10.

4.3 Drilling Fluid Pressure Plots

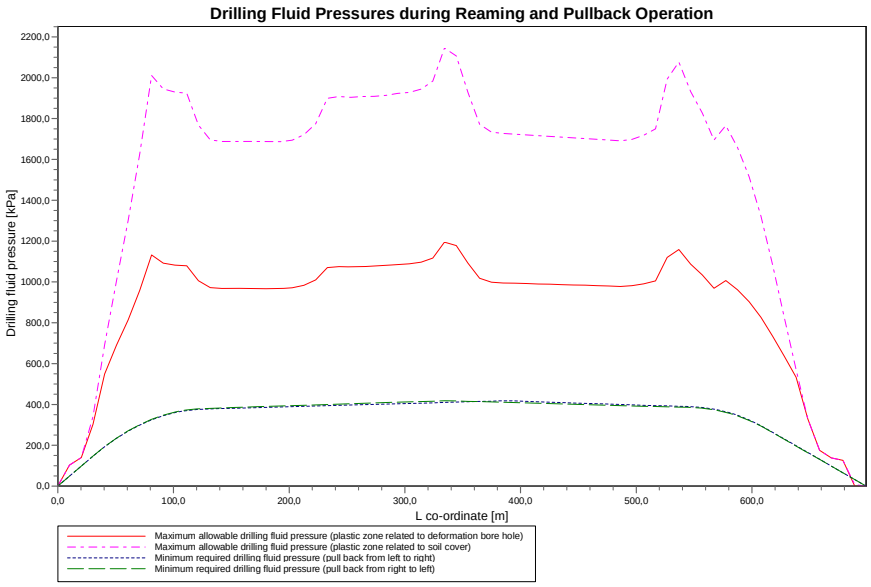
4.3.1 Drilling Fluid Pressures during Pilot



4.3.2 Drilling Fluid Pressures during Prereaming



4.3.3 Drilling Fluid Pressures during Reaming and Pullback Operation



5 Soil Mechanical Data

5.1 Soil Mechanical Parameters Pipe 1: pipe nr. 1

The list with data and issues is shown hereafter:
Note: safety factors not applied.

q_v;p	Passive soil stress	kN/m²
q_v;n	Neutral soil stress	kN/m²
q_h;n	Neutral horizontal soil stress	kN/m²
q_v,r;n	Reduced neutral soil stress	kN/m²
q_traffic	Traffic load	kN/m²
q_v;e	Vertical bearing capacity	kN/m²
q_h;e	Horizontal bearing capacity	kN/m²
k_v;bot	Vertical modulus of subgrade reaction downward	kN/m³
k_v;top	Vertical modulus of subgrade reaction upward	kN/m³
k_h	Horizontal modulus of subgrade reaction	kN/m³
t_max	Maximal friction pipe-lubricant	kN/m²
d_max	Displacement at maximal friction	mm

Vertical no.	q_v;p [kN/m²]	q_v;n [kN/m²]	q_h;n [kN/m²]	q_v;r;n [kN/m²]	q_traffic [kN/m²]	q_v;e [kN/m²]
1	57	31	23	31	0	173
2	320	47	20	26	0	1266
3	527	85	13	17	0	2270
4	1223	126	12	16	0	5923
5	1489	159	12	17	0	7496
6	1775	197	13	17	0	9275
7	2128	246	13	17	0	11560
8	2565	309	13	17	0	14509
9	2434	290	13	18	0	13609
10	2389	284	13	18	0	13305
11	2373	281	13	18	0	13196
12	2179	253	13	18	0	11895
13	2090	241	13	18	0	11313
14	2080	240	13	18	0	11254
15	2081	240	13	18	0	11258
16	2081	240	13	18	0	11261
17	2082	240	13	18	0	11265
18	2082	240	13	18	0	11269
19	2083	240	13	18	0	11273
20	2093	241	13	18	0	11334
21	2127	246	13	18	0	11550
22	2195	256	13	18	0	11996
23	2347	277	13	18	0	13018
24	2357	279	13	18	0	13086
25	2352	278	13	18	0	13052
26	2355	279	13	18	0	13072
27	2355	279	13	18	0	13073
28	2361	279	13	18	0	13113
29	2371	281	13	18	0	13183
30	2377	282	13	18	0	13218
31	2395	284	13	18	0	13341
32	2444	291	13	18	0	13677
33	2648	322	13	18	0	15082
34	2598	314	13	18	0	14739
35	2371	281	13	18	0	13182
36	2180	253	13	18	0	11897
37	2132	247	13	18	0	11595
38	2123	246	13	18	0	11539
39	2120	245	13	18	0	11517
40	2117	245	13	18	0	11495
41	2113	244	13	18	0	11473
42	2110	244	13	18	0	11451

Vertical no.	q_v;p [kN/m²]	q_v;n [kN/m²]	q_h;n [kN/m²]	q_v;r;n [kN/m²]	q_traffic [kN/m²]	q_v;e [kN/m²]
43	2107	244	13	18	0	11429
44	2104	243	13	18	0	11407
45	2100	243	13	18	0	11385
46	2097	242	13	18	0	11362
47	2094	242	13	18	0	11340
48	2090	241	13	18	0	11318
49	2100	242	13	18	0	11374
50	2125	246	13	18	0	11535
51	2167	252	13	18	0	11812
52	2469	295	13	18	0	13846
53	2580	311	13	18	0	14614
54	2405	286	13	18	0	13408
55	2280	268	13	18	0	12564
56	2136	247	13	18	0	11608
57	2242	262	13	18	0	12315
58	2139	248	13	18	0	11630
59	2004	229	13	18	0	10741
60	1827	204	13	18	0	9600
61	1612	176	13	18	0	8251
62	1385	146	13	18	0	6866
63	1147	116	14	18	0	5481
64	898	87	17	23	0	4097
65	394	60	25	33	0	1608
66	77	53	27	36	0	312
67	90	50	27	37	0	292
68	128	38	28	38	0	914

Vertical no.	q_h;e [kN/m²]	k_v;bot [kN/m³]	k_v;top [kN/m³]	k_h [kN/m³]	t_max [kN/m²]	d_max [mm]
1	57	180	246	126	0,05	7,5
2	320	21448	10200	15013	0,05	7,5
3	527	28353	25433	19847	0,05	7,5
4	1223	116415	106341	81491	0,05	7,5
5	1489	131359	122291	91951	0,05	7,5
6	1775	146751	138503	102726	0,05	7,5
7	2128	164790	157311	115353	0,05	7,5
8	2565	185963	179200	130174	0,05	7,5
9	2434	179705	172747	125793	0,05	7,5
10	2389	177552	170524	124286	0,05	7,5
11	2373	176769	169715	123738	0,05	7,5
12	2179	167290	159904	117103	0,05	7,5
13	2090	162923	155371	114046	0,05	7,5
14	2080	162479	154910	113735	0,05	7,5
15	2081	162508	154941	113756	0,05	7,5
16	2081	162538	154971	113776	0,05	7,5
17	2082	162567	155002	113797	0,05	7,5
18	2082	162597	155033	113818	0,05	7,5
19	2083	162626	155063	113838	0,05	7,5
20	2093	163079	155534	114156	0,05	7,5
21	2127	164700	157217	115290	0,05	7,5
22	2195	168031	160673	117622	0,05	7,5
23	2347	175492	168396	122844	0,05	7,5
24	2357	175980	168900	123186	0,05	7,5
25	2352	175731	168643	123012	0,05	7,5
26	2355	175879	168795	123115	0,05	7,5
27	2355	175884	168801	123119	0,05	7,5
28	2361	176169	169096	123319	0,05	7,5
29	2371	176673	169616	123671	0,05	7,5
30	2377	176923	169874	123846	0,05	7,5
31	2395	177796	170777	124458	0,05	7,5
32	2444	180173	173230	126121	0,05	7,5
33	2648	189838	183190	132886	0,05	7,5
34	2598	187511	180795	131258	0,05	7,5
35	2371	176667	169610	123667	0,05	7,5

Vertical no.	q_h;e [kN/m²]	k_v;bot [kN/m³]	k_v;top [kN/m³]	k_h [kN/m³]	t_max [kN/m²]	d_max [mm]
36	2180	167301	159916	117111	0,05	7,5
37	2132	165063	157594	115544	0,05	7,5
38	2123	164644	157158	115251	0,05	7,5
39	2120	164477	156985	115134	0,05	7,5
40	2117	164309	156811	115017	0,05	7,5
41	2113	164142	156638	114899	0,05	7,5
42	2110	163974	156464	114782	0,05	7,5
43	2107	163807	156290	114665	0,05	7,5
44	2104	163639	156115	114547	0,05	7,5
45	2100	163471	155941	114430	0,05	7,5
46	2097	163303	155766	114312	0,05	7,5
47	2094	163135	155592	114194	0,05	7,5
48	2090	162966	155417	114077	0,05	7,5
49	2100	163380	155846	114366	0,05	7,5
50	2125	164576	157088	115203	0,05	7,5
51	2167	166647	159238	116653	0,05	7,5
52	2469	181351	174446	126945	0,05	7,5
53	2580	186654	179912	130658	0,05	7,5
54	2405	178268	171263	124787	0,05	7,5
55	2280	172205	164996	120544	0,05	7,5
56	2136	165123	157656	115586	0,05	7,5
57	2242	170390	163117	119273	0,05	7,5
58	2139	165302	157842	115712	0,05	7,5
59	2004	158502	150774	110951	0,05	7,5
60	1827	149408	141284	104585	0,05	7,5
61	1612	138045	129355	96631	0,05	7,5
62	1385	125526	116094	87868	0,05	7,5
63	1147	111903	101471	78332	0,05	7,5
64	898	96775	72676	67743	0,05	7,5
65	394	40752	8201	28527	0,05	7,5
66	77	184	178	129	0,05	7,5
67	90	193	379	135	0,05	7,5
68	195	2526	6553	1768	0,05	7,5

Maximum soil stress : q_v;n;max = 322 kN/m²
Maximum reduced soil stress (incl. traffic loads) : q_traffic;max = 38 kN/m²
Maximum reduced soil stress : q_v;r;n;max = 38 kN/m²
Max. vertical modulus of subgrade reaction (without safety factor)
only for verticals in deep situation : k_v;max = 189838 kN/m³
Maximum vertical modulus of subgrade reaction (with safety factor)
only for verticals in deep situation : k_v;max = 379675 kN/m³

5.2 Soil Mechanical Parameters Pipe 2: pipe nr. 2

The list with data and issues is shown hereafter:
Note: safety factors not applied.

q_v;p	Passive soil stress	kN/m²
q_v;n	Neutral soil stress	kN/m²
q_h;n	Neutral horizontal soil stress	kN/m²
q_v,r;n	Reduced neutral soil stress	kN/m²
q_traffic	Traffic load	kN/m²
q_v;e	Vertical bearing capacity	kN/m²
q_h;e	Horizontal bearing capacity	kN/m²
k_v;bot	Vertical modulus of subgrade reaction downward	kN/m³
k_v;top	Vertical modulus of subgrade reaction upward	kN/m³
k_h	Horizontal modulus of subgrade reaction	kN/m³
t_max	Maximal friction pipe-lubricant	kN/m²
d_max	Displacement at maximal friction	mm

Vertical no.	q_v;p [kN/m²]	q_v;n [kN/m²]	q_h;n [kN/m²]	q_v;r;n [kN/m²]	q_traffic [kN/m²]	q_v;e [kN/m²]
1	57	31	23	31	0	173
2	320	47	20	26	0	1266
3	527	85	13	17	0	2270
4	1223	126	12	16	0	5923
5	1489	159	12	17	0	7496
6	1775	197	13	17	0	9275
7	2128	246	13	17	0	11560
8	2565	309	13	17	0	14509
9	2434	290	13	18	0	13609
10	2389	284	13	18	0	13305
11	2373	281	13	18	0	13196
12	2179	253	13	18	0	11895
13	2090	241	13	18	0	11313
14	2080	240	13	18	0	11254
15	2081	240	13	18	0	11258
16	2081	240	13	18	0	11261
17	2082	240	13	18	0	11265
18	2082	240	13	18	0	11269
19	2083	240	13	18	0	11273
20	2093	241	13	18	0	11334
21	2127	246	13	18	0	11550
22	2195	256	13	18	0	11996
23	2347	277	13	18	0	13018
24	2357	279	13	18	0	13086
25	2352	278	13	18	0	13052
26	2355	279	13	18	0	13072
27	2355	279	13	18	0	13073
28	2361	279	13	18	0	13113
29	2371	281	13	18	0	13183
30	2377	282	13	18	0	13218
31	2395	284	13	18	0	13341
32	2444	291	13	18	0	13677
33	2648	322	13	18	0	15082
34	2598	314	13	18	0	14739
35	2371	281	13	18	0	13182
36	2180	253	13	18	0	11897
37	2132	247	13	18	0	11595
38	2123	246	13	18	0	11539
39	2120	245	13	18	0	11517
40	2117	245	13	18	0	11495
41	2113	244	13	18	0	11473
42	2110	244	13	18	0	11451
43	2107	244	13	18	0	11429
44	2104	243	13	18	0	11407
45	2100	243	13	18	0	11385
46	2097	242	13	18	0	11362
47	2094	242	13	18	0	11340
48	2090	241	13	18	0	11318
49	2100	242	13	18	0	11374
50	2125	246	13	18	0	11535
51	2167	252	13	18	0	11812
52	2469	295	13	18	0	13846
53	2580	311	13	18	0	14614
54	2405	286	13	18	0	13408
55	2280	268	13	18	0	12564
56	2136	247	13	18	0	11608
57	2242	262	13	18	0	12315
58	2139	248	13	18	0	11630
59	2004	229	13	18	0	10741
60	1827	204	13	18	0	9600
61	1612	176	13	18	0	8251
62	1385	146	13	18	0	6866
63	1147	116	14	18	0	5481

Vertical no.	q_v;p [kN/m²]	q_v;n [kN/m²]	q_h;n [kN/m²]	q_v;r;n [kN/m²]	q_traffic [kN/m²]	q_v;e [kN/m²]
64	898	87	17	23	0	4097
65	394	60	25	33	0	1608
66	77	53	27	36	0	312
67	90	50	27	37	0	292
68	128	38	28	38	0	914

Vertical no.	q_h;e [kN/m²]	k_v;bot [kN/m³]	k_v;top [kN/m³]	k_h [kN/m³]	t_max [kN/m²]	d_max [mm]
1	57	180	246	126	0,05	7,5
2	320	21448	10200	15013	0,05	7,5
3	527	28353	25433	19847	0,05	7,5
4	1223	116415	106341	81491	0,05	7,5
5	1489	131359	122291	91951	0,05	7,5
6	1775	146751	138503	102726	0,05	7,5
7	2128	164790	157311	115353	0,05	7,5
8	2565	185963	179200	130174	0,05	7,5
9	2434	179705	172747	125793	0,05	7,5
10	2389	177552	170524	124286	0,05	7,5
11	2373	176769	169715	123738	0,05	7,5
12	2179	167290	159904	117103	0,05	7,5
13	2090	162923	155371	114046	0,05	7,5
14	2080	162479	154910	113735	0,05	7,5
15	2081	162508	154941	113756	0,05	7,5
16	2081	162538	154971	113776	0,05	7,5
17	2082	162567	155002	113797	0,05	7,5
18	2082	162597	155033	113818	0,05	7,5
19	2083	162626	155063	113838	0,05	7,5
20	2093	163079	155534	114156	0,05	7,5
21	2127	164700	157217	115290	0,05	7,5
22	2195	168031	160673	117622	0,05	7,5
23	2347	175492	168396	122844	0,05	7,5
24	2357	175980	168900	123186	0,05	7,5
25	2352	175731	168643	123012	0,05	7,5
26	2355	175879	168795	123115	0,05	7,5
27	2355	175884	168801	123119	0,05	7,5
28	2361	176169	169096	123319	0,05	7,5
29	2371	176673	169616	123671	0,05	7,5
30	2377	176923	169874	123846	0,05	7,5
31	2395	177796	170777	124458	0,05	7,5
32	2444	180173	173230	126121	0,05	7,5
33	2648	189838	183190	132886	0,05	7,5
34	2598	187511	180795	131258	0,05	7,5
35	2371	176667	169610	123667	0,05	7,5
36	2180	167301	159916	117111	0,05	7,5
37	2132	165063	157594	115544	0,05	7,5
38	2123	164644	157158	115251	0,05	7,5
39	2120	164477	156985	115134	0,05	7,5
40	2117	164309	156811	115017	0,05	7,5
41	2113	164142	156638	114899	0,05	7,5
42	2110	163974	156464	114782	0,05	7,5
43	2107	163807	156290	114665	0,05	7,5
44	2104	163639	156115	114547	0,05	7,5
45	2100	163471	155941	114430	0,05	7,5
46	2097	163303	155766	114312	0,05	7,5
47	2094	163135	155592	114194	0,05	7,5
48	2090	162966	155417	114077	0,05	7,5
49	2100	163380	155846	114366	0,05	7,5
50	2125	164576	157088	115203	0,05	7,5
51	2167	166647	159238	116653	0,05	7,5
52	2469	181351	174446	126945	0,05	7,5
53	2580	186654	179912	130658	0,05	7,5
54	2405	178268	171263	124787	0,05	7,5
55	2280	172205	164996	120544	0,05	7,5
56	2136	165123	157656	115586	0,05	7,5

Vertical no.	q_h;e [kN/m²]	k_v;bot [kN/m³]	k_v;top [kN/m³]	k_h [kN/m³]	t_max [kN/m²]	d_max [mm]
57	2242	170390	163117	119273	0,05	7,5
58	2139	165302	157842	115712	0,05	7,5
59	2004	158502	150774	110951	0,05	7,5
60	1827	149408	141284	104585	0,05	7,5
61	1612	138045	129355	96631	0,05	7,5
62	1385	125526	116094	87868	0,05	7,5
63	1147	111903	101471	78332	0,05	7,5
64	898	96775	72676	67743	0,05	7,5
65	394	40752	8201	28527	0,05	7,5
66	77	184	178	129	0,05	7,5
67	90	193	379	135	0,05	7,5
68	195	2526	6553	1768	0,05	7,5

Maximum soil stress : q_v;n;max = 322 kN/m²
Maximum reduced soil stress (incl. traffic loads) : q_traffic;max = 38 kN/m²
Maximum reduced soil stress : q_v;r;n;max = 38 kN/m²
Max. vertical modulus of subgrade reaction (without safety factor)
only for verticals in deep situation : k_v;max = 189838 kN/m³
Maximum vertical modulus of subgrade reaction (with safety factor)
only for verticals in deep situation : k_v;max = 379675 kN/m³

5.3 Soil Mechanical Parameters Pipe 3: pipe nr. 3

The list with data and issues is shown hereafter:
Note: safety factors not applied.

q_v;p	Passive soil stress	kN/m²
q_v;n	Neutral soil stress	kN/m²
q_h;n	Neutral horizontal soil stress	kN/m²
q_v,r;n	Reduced neutral soil stress	kN/m²
q_traffic	Traffic load	kN/m²
q_v;e	Vertical bearing capacity	kN/m²
q_h;e	Horizontal bearing capacity	kN/m²
k_v;bot	Vertical modulus of subgrade reaction downward	kN/m³
k_v;top	Vertical modulus of subgrade reaction upward	kN/m³
k_h	Horizontal modulus of subgrade reaction	kN/m³
t_max	Maximal friction pipe-lubricant	kN/m²
d_max	Displacement at maximal friction	mm

Vertical no.	q_v;p [kN/m²]	q_v;n [kN/m²]	q_h;n [kN/m²]	q_v;r;n [kN/m²]	q_traffic [kN/m²]	q_v;e [kN/m²]
1	57	31	23	31	0	173
2	320	47	20	26	0	1266
3	527	85	13	17	0	2270
4	1223	126	12	16	0	5923
5	1489	159	12	17	0	7496
6	1775	197	13	17	0	9275
7	2128	246	13	17	0	11560
8	2565	309	13	17	0	14509
9	2434	290	13	18	0	13609
10	2389	284	13	18	0	13305
11	2373	281	13	18	0	13196
12	2179	253	13	18	0	11895
13	2090	241	13	18	0	11313
14	2080	240	13	18	0	11254
15	2081	240	13	18	0	11258
16	2081	240	13	18	0	11261
17	2082	240	13	18	0	11265
18	2082	240	13	18	0	11269
19	2083	240	13	18	0	11273
20	2093	241	13	18	0	11334
21	2127	246	13	18	0	11550
22	2195	256	13	18	0	11996

Vertical no.	q_v;p [kN/m²]	q_v;n [kN/m²]	q_h;n [kN/m²]	q_v;r;n [kN/m²]	q_traffic [kN/m²]	q_v;e [kN/m²]
23	2347	277	13	18	0	13018
24	2357	279	13	18	0	13086
25	2352	278	13	18	0	13052
26	2355	279	13	18	0	13072
27	2355	279	13	18	0	13073
28	2361	279	13	18	0	13113
29	2371	281	13	18	0	13183
30	2377	282	13	18	0	13218
31	2395	284	13	18	0	13341
32	2444	291	13	18	0	13677
33	2648	322	13	18	0	15082
34	2598	314	13	18	0	14739
35	2371	281	13	18	0	13182
36	2180	253	13	18	0	11897
37	2132	247	13	18	0	11595
38	2123	246	13	18	0	11539
39	2120	245	13	18	0	11517
40	2117	245	13	18	0	11495
41	2113	244	13	18	0	11473
42	2110	244	13	18	0	11451
43	2107	244	13	18	0	11429
44	2104	243	13	18	0	11407
45	2100	243	13	18	0	11385
46	2097	242	13	18	0	11362
47	2094	242	13	18	0	11340
48	2090	241	13	18	0	11318
49	2100	242	13	18	0	11374
50	2125	246	13	18	0	11535
51	2167	252	13	18	0	11812
52	2469	295	13	18	0	13846
53	2580	311	13	18	0	14614
54	2405	286	13	18	0	13408
55	2280	268	13	18	0	12564
56	2136	247	13	18	0	11608
57	2242	262	13	18	0	12315
58	2139	248	13	18	0	11630
59	2004	229	13	18	0	10741
60	1827	204	13	18	0	9600
61	1612	176	13	18	0	8251
62	1385	146	13	18	0	6866
63	1147	116	14	18	0	5481
64	898	87	17	23	0	4097
65	394	60	25	33	0	1608
66	77	53	27	36	0	312
67	90	50	27	37	0	292
68	128	38	28	38	0	914

Vertical no.	q_h;e [kN/m²]	k_v;bot [kN/m³]	k_v;top [kN/m³]	k_h [kN/m³]	t_max [kN/m²]	d_max [mm]
1	57	180	246	126	0,05	7,5
2	320	21448	10200	15013	0,05	7,5
3	527	28353	25433	19847	0,05	7,5
4	1223	116415	106341	81491	0,05	7,5
5	1489	131359	122291	91951	0,05	7,5
6	1775	146751	138503	102726	0,05	7,5
7	2128	164790	157311	115353	0,05	7,5
8	2565	185963	179200	130174	0,05	7,5
9	2434	179705	172747	125793	0,05	7,5
10	2389	177552	170524	124286	0,05	7,5
11	2373	176769	169715	123738	0,05	7,5
12	2179	167290	159904	117103	0,05	7,5
13	2090	162923	155371	114046	0,05	7,5
14	2080	162479	154910	113735	0,05	7,5
15	2081	162508	154941	113756	0,05	7,5

Vertical no.	q_h;e [kN/m²]	k_v;bot [kN/m³]	k_v;top [kN/m³]	k_h [kN/m³]	t_max [kN/m²]	d_max [mm]
16	2081	162538	154971	113776	0,05	7,5
17	2082	162567	155002	113797	0,05	7,5
18	2082	162597	155033	113818	0,05	7,5
19	2083	162626	155063	113838	0,05	7,5
20	2093	163079	155534	114156	0,05	7,5
21	2127	164700	157217	115290	0,05	7,5
22	2195	168031	160673	117622	0,05	7,5
23	2347	175492	168396	122844	0,05	7,5
24	2357	175980	168900	123186	0,05	7,5
25	2352	175731	168643	123012	0,05	7,5
26	2355	175879	168795	123115	0,05	7,5
27	2355	175884	168801	123119	0,05	7,5
28	2361	176169	169096	123319	0,05	7,5
29	2371	176673	169616	123671	0,05	7,5
30	2377	176923	169874	123846	0,05	7,5
31	2395	177796	170777	124458	0,05	7,5
32	2444	180173	173230	126121	0,05	7,5
33	2648	189838	183190	132886	0,05	7,5
34	2598	187511	180795	131258	0,05	7,5
35	2371	176667	169610	123667	0,05	7,5
36	2180	167301	159916	117111	0,05	7,5
37	2132	165063	157594	115544	0,05	7,5
38	2123	164644	157158	115251	0,05	7,5
39	2120	164477	156985	115134	0,05	7,5
40	2117	164309	156811	115017	0,05	7,5
41	2113	164142	156638	114899	0,05	7,5
42	2110	163974	156464	114782	0,05	7,5
43	2107	163807	156290	114665	0,05	7,5
44	2104	163639	156115	114547	0,05	7,5
45	2100	163471	155941	114430	0,05	7,5
46	2097	163303	155766	114312	0,05	7,5
47	2094	163135	155592	114194	0,05	7,5
48	2090	162966	155417	114077	0,05	7,5
49	2100	163380	155846	114366	0,05	7,5
50	2125	164576	157088	115203	0,05	7,5
51	2167	166647	159238	116653	0,05	7,5
52	2469	181351	174446	126945	0,05	7,5
53	2580	186654	179912	130658	0,05	7,5
54	2405	178268	171263	124787	0,05	7,5
55	2280	172205	164996	120544	0,05	7,5
56	2136	165123	157656	115586	0,05	7,5
57	2242	170390	163117	119273	0,05	7,5
58	2139	165302	157842	115712	0,05	7,5
59	2004	158502	150774	110951	0,05	7,5
60	1827	149408	141284	104585	0,05	7,5
61	1612	138045	129355	96631	0,05	7,5
62	1385	125526	116094	87868	0,05	7,5
63	1147	111903	101471	78332	0,05	7,5
64	898	96775	72676	67743	0,05	7,5
65	394	40752	8201	28527	0,05	7,5
66	77	184	178	129	0,05	7,5
67	90	193	379	135	0,05	7,5
68	195	2526	6553	1768	0,05	7,5

Maximum soil stress : q_v;n;max = 322 kN/m²
Maximum reduced soil stress (incl. traffic loads) : q_traffic;max = 38 kN/m²
Maximum reduced soil stress : q_v;r;n;max = 38 kN/m²
Max. vertical modulus of subgrade reaction (without safety factor)
only for verticals in deep situation : k_v;max = 189838 kN/m³
Maximum vertical modulus of subgrade reaction (with safety factor)
only for verticals in deep situation : k_v;max = 379675 kN/m³

5.4 Soil Mechanical Parameters Pipe 4: pipe nr. 4

The list with data and issues is shown hereafter:
Note: safety factors not applied.

q_v;p	Passive soil stress	kN/m²
q_v;n	Neutral soil stress	kN/m²
q_h;n	Neutral horizontal soil stress	kN/m²
q_v,r;n	Reduced neutral soil stress	kN/m²
q_traffic	Traffic load	kN/m²
q_v;e	Vertical bearing capacity	kN/m²
q_h;e	Horizontal bearing capacity	kN/m²
k_v;bot	Vertical modulus of subgrade reaction downward	kN/m³
k_v;top	Vertical modulus of subgrade reaction upward	kN/m³
k_h	Horizontal modulus of subgrade reaction	kN/m³
t_max	Maximal friction pipe-lubricant	kN/m²
d_max	Displacement at maximal friction	mm

Vertical no.	q_v;p [kN/m²]	q_v;n [kN/m²]	q_h;n [kN/m²]	q_v;r;n [kN/m²]	q_traffic [kN/m²]	q_v;e [kN/m²]
1	57	31	23	31	0	173
2	320	47	20	26	0	1266
3	527	85	13	17	0	2270
4	1223	126	12	16	0	5923
5	1489	159	12	17	0	7496
6	1775	197	13	17	0	9275
7	2128	246	13	17	0	11560
8	2565	309	13	17	0	14509
9	2434	290	13	18	0	13609
10	2389	284	13	18	0	13305
11	2373	281	13	18	0	13196
12	2179	253	13	18	0	11895
13	2090	241	13	18	0	11313
14	2080	240	13	18	0	11254
15	2081	240	13	18	0	11258
16	2081	240	13	18	0	11261
17	2082	240	13	18	0	11265
18	2082	240	13	18	0	11269
19	2083	240	13	18	0	11273
20	2093	241	13	18	0	11334
21	2127	246	13	18	0	11550
22	2195	256	13	18	0	11996
23	2347	277	13	18	0	13018
24	2357	279	13	18	0	13086
25	2352	278	13	18	0	13052
26	2355	279	13	18	0	13072
27	2355	279	13	18	0	13073
28	2361	279	13	18	0	13113
29	2371	281	13	18	0	13183
30	2377	282	13	18	0	13218
31	2395	284	13	18	0	13341
32	2444	291	13	18	0	13677
33	2648	322	13	18	0	15082
34	2598	314	13	18	0	14739
35	2371	281	13	18	0	13182
36	2180	253	13	18	0	11897
37	2132	247	13	18	0	11595
38	2123	246	13	18	0	11539
39	2120	245	13	18	0	11517
40	2117	245	13	18	0	11495
41	2113	244	13	18	0	11473
42	2110	244	13	18	0	11451
43	2107	244	13	18	0	11429
44	2104	243	13	18	0	11407

Vertical no.	q_v;p [kN/m²]	q_v;n [kN/m²]	q_h;n [kN/m²]	q_v;r;n [kN/m²]	q_traffic [kN/m²]	q_v;e [kN/m²]
45	2100	243	13	18	0	11385
46	2097	242	13	18	0	11362
47	2094	242	13	18	0	11340
48	2090	241	13	18	0	11318
49	2100	242	13	18	0	11374
50	2125	246	13	18	0	11535
51	2167	252	13	18	0	11812
52	2469	295	13	18	0	13846
53	2580	311	13	18	0	14614
54	2405	286	13	18	0	13408
55	2280	268	13	18	0	12564
56	2136	247	13	18	0	11608
57	2242	262	13	18	0	12315
58	2139	248	13	18	0	11630
59	2004	229	13	18	0	10741
60	1827	204	13	18	0	9600
61	1612	176	13	18	0	8251
62	1385	146	13	18	0	6866
63	1147	116	14	18	0	5481
64	898	87	17	23	0	4097
65	394	60	25	33	0	1608
66	77	53	27	36	0	312
67	90	50	27	37	0	292
68	128	38	28	38	0	914

Vertical no.	q_h;e [kN/m²]	k_v;bot [kN/m³]	k_v;top [kN/m³]	k_h [kN/m³]	t_max [kN/m²]	d_max [mm]
1	57	180	246	126	0,05	7,5
2	320	21448	10200	15013	0,05	7,5
3	527	28353	25433	19847	0,05	7,5
4	1223	116415	106341	81491	0,05	7,5
5	1489	131359	122291	91951	0,05	7,5
6	1775	146751	138503	102726	0,05	7,5
7	2128	164790	157311	115353	0,05	7,5
8	2565	185963	179200	130174	0,05	7,5
9	2434	179705	172747	125793	0,05	7,5
10	2389	177552	170524	124286	0,05	7,5
11	2373	176769	169715	123738	0,05	7,5
12	2179	167290	159904	117103	0,05	7,5
13	2090	162923	155371	114046	0,05	7,5
14	2080	162479	154910	113735	0,05	7,5
15	2081	162508	154941	113756	0,05	7,5
16	2081	162538	154971	113776	0,05	7,5
17	2082	162567	155002	113797	0,05	7,5
18	2082	162597	155033	113818	0,05	7,5
19	2083	162626	155063	113838	0,05	7,5
20	2093	163079	155534	114156	0,05	7,5
21	2127	164700	157217	115290	0,05	7,5
22	2195	168031	160673	117622	0,05	7,5
23	2347	175492	168396	122844	0,05	7,5
24	2357	175980	168900	123186	0,05	7,5
25	2352	175731	168643	123012	0,05	7,5
26	2355	175879	168795	123115	0,05	7,5
27	2355	175884	168801	123119	0,05	7,5
28	2361	176169	169096	123319	0,05	7,5
29	2371	176673	169616	123671	0,05	7,5
30	2377	176923	169874	123846	0,05	7,5
31	2395	177796	170777	124458	0,05	7,5
32	2444	180173	173230	126121	0,05	7,5
33	2648	189838	183190	132886	0,05	7,5
34	2598	187511	180795	131258	0,05	7,5
35	2371	176667	169610	123667	0,05	7,5
36	2180	167301	159916	117111	0,05	7,5
37	2132	165063	157594	115544	0,05	7,5

Vertical no.	q_h;e [kN/m²]	k_v;bot [kN/m³]	k_v;top [kN/m³]	k_h [kN/m³]	t_max [kN/m²]	d_max [mm]
38	2123	164644	157158	115251	0,05	7,5
39	2120	164477	156985	115134	0,05	7,5
40	2117	164309	156811	115017	0,05	7,5
41	2113	164142	156638	114899	0,05	7,5
42	2110	163974	156464	114782	0,05	7,5
43	2107	163807	156290	114665	0,05	7,5
44	2104	163639	156115	114547	0,05	7,5
45	2100	163471	155941	114430	0,05	7,5
46	2097	163303	155766	114312	0,05	7,5
47	2094	163135	155592	114194	0,05	7,5
48	2090	162966	155417	114077	0,05	7,5
49	2100	163380	155846	114366	0,05	7,5
50	2125	164576	157088	115203	0,05	7,5
51	2167	166647	159238	116653	0,05	7,5
52	2469	181351	174446	126945	0,05	7,5
53	2580	186654	179912	130658	0,05	7,5
54	2405	178268	171263	124787	0,05	7,5
55	2280	172205	164996	120544	0,05	7,5
56	2136	165123	157656	115586	0,05	7,5
57	2242	170390	163117	119273	0,05	7,5
58	2139	165302	157842	115712	0,05	7,5
59	2004	158502	150774	110951	0,05	7,5
60	1827	149408	141284	104585	0,05	7,5
61	1612	138045	129355	96631	0,05	7,5
62	1385	125526	116094	87868	0,05	7,5
63	1147	111903	101471	78332	0,05	7,5
64	898	96775	72676	67743	0,05	7,5
65	394	40752	8201	28527	0,05	7,5
66	77	184	178	129	0,05	7,5
67	90	193	379	135	0,05	7,5
68	195	2526	6553	1768	0,05	7,5

Maximum soil stress : q_v;n;max = 322 kN/m²
Maximum reduced soil stress (incl. traffic loads) : q_traffic;max = 38 kN/m²
Maximum reduced soil stress : q_v;r;n;max = 38 kN/m²
Max. vertical modulus of subgrade reaction (without safety factor)
only for verticals in deep situation : k_v;max = 189838 kN/m³
Maximum vertical modulus of subgrade reaction (with safety factor)
only for verticals in deep situation : k_v;max = 379675 kN/m³

5.5 Young's Modulus per Layer per Vertical

Layer number	Material name	Type of determination
5	Zand, schoon, los 1	Calculated with E100
4	Klei, organisch, slap	Calculated with E100
3	Veen, slap	Calculated with E100
2	Zand, schoon, los 2	Calculated with E100
1	Zand, schoon, vast	Calculated with E100

Layer number	Vertical 1 (L=10,13 m)		Vertical 2 (L=20,26 m)		Vertical 3 (L=30,39 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
5	0,000	3,717	0,000	3,992	0,000	4,149
4	0,163	0,209	0,182	0,224	0,194	0,231
3	0,084	0,088	0,090	0,094	0,092	0,097
2	8,993	15,179	9,364	15,325	9,548	15,362
1	45,536	82,897	45,975	83,194	46,086	83,310

Layer number	Vertical 4 (L=40,52 m)		Vertical 5 (L=50,65 m)		Vertical 6 (L=60,78 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
5	0,000	4,402	0,000	4,234	0,000	4,677

Layer number	Vertical 4 (L=40,52 m)		Vertical 5 (L=50,65 m)		Vertical 6 (L=60,78 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
4	0,213	0,246	0,200	0,229	0,235	0,259
3	0,098	0,103	0,092	0,097	0,104	0,109
2	9,909	15,513	9,527	15,195	10,243	15,578
1	46,540	83,617	45,584	83,144	46,734	83,835

Layer number	Vertical 7 (L=70,91 m)		Vertical 8 (L=81,04 m)		Vertical 9 (L=91,17 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
5	0,000	5,892	0,000	7,634	0,000	6,183
4	0,340	0,359	0,514	0,528	0,367	0,379
3	0,143	0,148	0,211	0,216	0,151	0,156
2	12,436	17,031	15,725	19,502	12,862	17,209
1	51,093	86,394	58,506	91,025	51,626	86,816

Layer number	Vertical 10 (L=101,3 m)		Vertical 11 (L=111,43 m)		Vertical 12 (L=121,56 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
5	0,000	5,288	0,000	4,756	0,000	2,349
4	0,286	0,295	0,241	0,246	0,078	0,080
3	0,118	0,123	0,099	0,104	0,032	0,040
2	11,080	15,846	9,987	15,024	5,450	12,383
1	47,539	84,504	45,072	83,197	37,149	79,243

Layer number	Vertical 13 (L=131,69 m)		Vertical 14 (L=141,82 m)		Vertical 15 (L=151,95 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
5	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
4	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
3	0,000	0,005	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
2	1,569	11,124	0,000	10,951	0,000	10,913
1	33,373	77,604	32,853	77,441	32,739	77,452

Layer number	Vertical 16 (L=162,08 m)		Vertical 17 (L=172,21 m)		Vertical 18 (L=182,34 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
5	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
4	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
3	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
2	0,000	10,875	0,000	10,836	0,000	10,797
1	32,624	77,463	32,508	77,474	32,392	77,484

Layer number	Vertical 19 (L=192,47 m)		Vertical 20 (L=202,6 m)		Vertical 21 (L=212,73 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
5	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
4	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	0,000	0,023
3	n.a.	n.a.	0,000	0,005	0,009	0,019
2	0,000	10,759	1,565	10,844	3,460	11,263
1	32,276	77,495	32,531	77,661	33,788	78,254

Layer number	Vertical 22 (L=222,86 m)		Vertical 23 (L=232,99 m)		Vertical 24 (L=243,12 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
5	0,000	0,951	0,000	3,632	0,000	3,744
4	0,018	0,087	0,157	0,205	0,165	0,210
3	0,035	0,043	0,082	0,088	0,084	0,090
2	5,709	12,133	8,999	13,976	9,137	14,056
1	36,399	79,475	41,928	82,210	42,169	82,389

Layer number	Vertical 25 (L=253,25 m)		Vertical 26 (L=263,38 m)		Vertical 27 (L=273,51 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
5	0,000	3,688	0,000	3,722	0,000	3,724

Layer number	Vertical 25 (L=253,25 m)		Vertical 26 (L=263,38 m)		Vertical 27 (L=273,51 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
4	0,161	0,205	0,163	0,205	0,163	0,203
3	0,082	0,088	0,082	0,089	0,081	0,088
2	9,004	13,960	9,016	13,959	8,976	13,924
1	41,881	82,298	41,877	82,352	41,771	82,354

Layer number	Vertical 28 (L=283,64 m)		Vertical 29 (L=293,77 m)		Vertical 30 (L=303,9 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
5	0,000	3,788	0,000	3,899	0,000	3,953
4	0,168	0,206	0,176	0,212	0,179	0,214
3	0,082	0,089	0,085	0,091	0,085	0,092
2	9,041	13,956	9,185	14,040	9,235	14,064
1	41,868	82,458	42,121	82,643	42,192	82,735

Layer number	Vertical 31 (L=314,03 m)		Vertical 32 (L=324,16 m)		Vertical 33 (L=334,29 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
5	0,000	4,136	0,000	4,600	0,000	6,169
4	0,193	0,225	0,229	0,257	0,366	0,390
3	0,090	0,096	0,103	0,109	0,156	0,162
2	9,510	14,237	10,289	14,759	13,140	16,864
1	42,710	83,055	44,278	83,927	50,591	87,475

Layer number	Vertical 34 (L=344,42 m)		Vertical 35 (L=354,55 m)		Vertical 36 (L=364,68 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
5	0,000	5,825	0,000	3,901	n.a.	n.a.
4	0,334	0,357	0,176	0,201	0,000	0,039
3	0,143	0,149	0,080	0,087	0,016	0,026
2	12,465	16,335	8,932	13,819	4,156	11,322
1	49,005	86,621	41,457	82,641	33,967	79,207

Layer number	Vertical 37 (L=374,81 m)		Vertical 38 (L=384,94 m)		Vertical 39 (L=395,07 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
5	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
4	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
3	0,000	0,005	0,000	0,001	0,000	0,001
2	1,469	10,622	0,375	10,446	0,585	10,346
1	31,865	78,387	31,339	78,234	31,038	78,173

Layer number	Vertical 40 (L=405,2 m)		Vertical 41 (L=415,33 m)		Vertical 42 (L=425,46 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
5	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
4	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
3	0,000	0,002	0,000	0,002	0,000	0,003
2	0,737	10,245	0,863	10,143	0,973	10,039
1	30,734	78,111	30,428	78,050	30,118	77,989

Layer number	Vertical 43 (L=435,59 m)		Vertical 44 (L=445,72 m)		Vertical 45 (L=455,85 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
5	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
4	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
3	0,000	0,003	0,000	0,003	0,000	0,004
2	1,071	9,935	1,162	9,829	1,245	9,723
1	29,805	77,927	29,488	77,866	29,168	77,804

Layer number	Vertical 46 (L=465,98 m)		Vertical 47 (L=476,11 m)		Vertical 48 (L=486,24 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
5	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

Layer number	Vertical 46 (L=465,98 m)		Vertical 47 (L=476,11 m)		Vertical 48 (L=486,24 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
4	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
3	0,000	0,004	0,000	0,004	0,000	0,005
2	1,324	9,615	1,398	9,506	1,468	9,396
1	28,845	77,743	28,518	77,681	28,187	77,620

Layer number	Vertical 49 (L=496,37 m)		Vertical 50 (L=506,5 m)		Vertical 51 (L=516,63 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
5	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
4	n.a.	n.a.	0,000	0,018	0,000	0,067
3	0,000	0,011	0,007	0,023	0,027	0,040
2	2,477	9,475	3,897	9,806	5,467	10,402
1	28,424	77,771	29,418	78,209	31,206	78,968

Layer number	Vertical 52 (L=526,76 m)		Vertical 53 (L=536,89 m)		Vertical 54 (L=547,02 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
5	0,000	4,991	0,000	5,902	0,000	4,586
4	0,261	0,298	0,341	0,373	0,228	0,261
3	0,119	0,128	0,149	0,158	0,104	0,114
2	11,366	14,312	12,945	15,510	10,538	13,467
1	42,937	84,359	46,529	86,306	40,402	83,228

Layer number	Vertical 55 (L=557,15 m)		Vertical 56 (L=567,28 m)		Vertical 57 (L=577,41 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
5	0,000	3,529	0,000	2,172	0,000	4,415
4	0,150	0,183	0,069	0,108	0,214	0,245
3	0,073	0,083	0,043	0,055	0,098	0,108
2	8,682	11,960	6,661	10,458	10,178	12,881
1	35,881	81,197	31,373	79,376	38,644	82,587

Layer number	Vertical 58 (L=587,54 m)		Vertical 59 (L=597,67 m)		Vertical 60 (L=607,8 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
5	0,000	4,487	0,000	4,577	0,000	4,629
4	0,220	0,251	0,227	0,259	0,231	0,263
3	0,101	0,110	0,103	0,113	0,105	0,114
2	10,308	12,882	10,472	12,910	10,568	12,885
1	38,645	82,652	38,729	82,758	38,656	82,789

Layer number	Vertical 61 (L=617,93 m)		Vertical 62 (L=628,06 m)		Vertical 63 (L=638,19 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
5	0,000	4,681	0,000	4,731	0,000	4,782
4	0,235	0,267	0,239	0,272	0,243	0,276
3	0,107	0,116	0,109	0,118	0,110	0,119
2	10,663	12,861	10,758	12,836	10,852	12,811
1	38,582	82,820	38,507	82,851	38,433	82,882

Layer number	Vertical 64 (L=648,32 m)		Vertical 65 (L=658,45 m)		Vertical 66 (L=668,58 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
5	0,000	4,831	0,000	4,881	0,000	4,929
4	0,247	0,281	0,251	0,285	0,255	0,289
3	0,112	0,121	0,114	0,122	0,116	0,124
2	10,945	12,786	11,037	12,761	11,129	12,737
1	38,359	82,913	38,284	82,944	38,210	82,975

Layer number	Vertical 67 (L=678,71 m)		Vertical 68 (L=688,84 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
5	0,000	4,978	0,000	5,025

Layer number	Vertical 67 (L=678,71 m)		Vertical 68 (L=688,84 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
4	0,259	0,293	0,263	0,298
3	0,117	0,126	0,119	0,127
2	11,219	12,712	11,309	12,687
1	38,135	83,005	38,060	83,036

6 Data for Stress Analysis

6.1 General Data

Number of pipes in bundle	:	Npipes = 4 [-]
Pipeline diameter	:	Do = 315,00 mm
Wall thickness	:	t = 35,20 mm
Unit weight pipeline material	:	gamma_s = 9,54 kN/m³
Pipeline diameter	:	Do = 315,00 mm
Wall thickness	:	t = 35,20 mm
Unit weight pipeline material	:	gamma_s = 9,54 kN/m³
Pipeline diameter	:	Do = 315,00 mm
Wall thickness	:	t = 35,20 mm
Unit weight pipeline material	:	gamma_s = 9,54 kN/m³
Pipeline diameter	:	Do = 315,00 mm
Wall thickness	:	t = 35,20 mm
Unit weight pipeline material	:	gamma_s = 9,54 kN/m³
Equivalent pipeline diameter	:	Do = 831,29 mm
Equivalent wall thickness	:	t = 50,45 mm
Equivalent unit weight pipeline material	:	gamma_s = 9,54 kN/m³
Max. vertical modulus of subgrade reaction (without safety factor)	:	k_v;max = 98495 kN/m³
Unit weight drilling fluid pullback operation	:	gamma_b = 11,50 kN/m³
Bending radius on rollers	:	Rrol = 500,000 m
Friction coefficient pipe/rollers	:	f1 = 0,10
Friction between pipe and drilling fluid	:	f2 = 0,000050 N/mm²
Friction coefficient pipe / soil	:	f3 = 0,20

6.2 Buoyancy Control

The friction between soil and pipe is partially caused by buoyancy of the pipeline in the drilling fluid. Uplift forces resulting from buoyancy can be neutralized by filling the pipeline. The optimal volume of fluid placed in the pipe provides the most advantageous distribution of buoyant forces.

Buoyancy of the pipeline when filled with fluid for 0%

Uplift forces	:	365	[kg/m]	
Weight of pipeline (including filling)	:	120	[kg/m]	

Result	:	245	[kg/m]	(Pipeline moves upwards)

6.3 Calculation Pulling Force

During the pullback operation the pipe experiences friction which is based on:

- friction between pipe and pipe-roller (f1 = 0,10)
- friction between pipe and drilling fluid (f2 = 0,000050 [N/mm²])
- friction between pipe and soil (f3 = 0,20)

Due to the friction a pulling force is induced in the pipeline.
The pulling direction of the product pipe is from left to right.

This calculation takes into account that the length of the pipe on the rollers decreases while pulling back the pipeline. During the pull back operation the bore hole is supposed to be stable.

Characteristic points	Length pipe in bore hole (m)	Characteristic value pulling force (kN)
T1	0	84
T2	34	100

Characteristic points	Length pipe in bore hole (m)	Characteristic value pulling force (kN)
T3	130	164
T4	554	373
T5	619	432
T6	707	475

The calculated values for the pulling force are characteristic values (without safety factor). According to article E.1.2.1 of NEN 3650-1:2020 it is recommended to use a total factor for stochastic variation and model uncertainty (f) of at least 1.4 for the stress analysis. In the pipe stress analysis (next chapter), a factor of 1,80 is used and a load factor of 1,00.

7 Stress Analysis of Pipe 1: pipe nr. 1

7.1 Material Data of Pipe 1: pipe nr. 1

The list with data and issues is shown hereafter:

Material pipeline	:	Polyethene PE100
Outer diameter	:	Do = 315,00 mm
Wall thickness	:	t = 35,20 mm
Tensile factor	:	alpha_sigma = 0,65
Design pressure	:	pd = 0,00 bar
Test pressure	:	pt = 0,00 bar
Temperature variation	:	dt = 0,00 degrees Celsius
Length pipeline	:	L = 707 m
Young's modulus (short)	:	E = 975 N/mm²
Young's modulus (long)	:	E = 350 N/mm²
Allowable stress (short)	:	S = 10 N/mm²
Allowable stress (long)	:	S = 8 N/mm²
Factor of importance (S)	:	S = 1,00
Unit weight pipeline material	:	gamma_s = 9,54 kN/m³
Bedding angle	:	beta = 30 degrees
Load angle	:	alpha = 30 degrees
Moment coefficient soil top (indirect)	:	kt' = 0,078
Moment coefficient soil bottom (indirect)	:	kb' = 0,179
Moment coefficient soil top (direct)	:	kt = 0,257
Moment coefficient soil bottom (direct)	:	kb = 0,257
Deflection coefficient (indirect)	:	ky' = 0,071
Deflection coefficient (direct)	:	ky = 0,143
Maximal reduced vertical soil load (without safety factor)	:	q_v;r;n;max = 38 kN/m²
Traffic load (without safety factor)	:	q_v = 0 kN/m²
Max. vertical modulus of subgrade reaction (without safety factor)	:	k_v;max = 189838 kN/m³
Used radius (excluding safety factors)	:	Rmin = 250,000 m
Load factor on installation	:	f_install = 1,00
Load factor on reduced neutral soil stress q_n;r	:	f_Qnr = 1,50
Load factor on design pressure	:	f_pd = 1,00
Load factor on design pressure (combination)	:	f_pd;comb = 1,00
Load factor on test pressure	:	f_pt = 1,00
Load factor on temperature	:	f_temp = 1,10
Load factor on traffic load	:	f_v = 1,35
Contingency factor on bending radius	:	f_R = 1,10
Contingency factor on modulus of subgrade reaction	:	f_kv = 2,00
Contingency factor on bending moment	:	f_k = 1,40
Total factor on pulling force for stoch. varia. and model uncertainty	:	f = 1,80
Linear settlement coefficient averaged between t1 and t2	:	alpha_g = 0,0001600 mm/mmK

7.2 Results Stress Analysis of Pipe 1: pipe nr. 1

In the calculation 5 load combinations are considered:

- Load combination 1A: start pull-back operation
- Load combination 1B: end of pull-back operation
- Load combination 2: application internal pressure
- Load combination 3: pipeline in operation, no inner pressure
- Load combination 4: pipeline in operation, pressure applied

The wall thickness is 35,2 mm. The calculation hereafter will prove that the pipeline wall thickness is sufficient. The calculations are in accordance with NEN 3650 series.

7.2.1 Load Combination 1A: Start Pullback Operation

Axial stress:

sigma_b = Mb/Wb = f_k·E·Ib/(Rrol·Wb) = 0,43 N/mm²

sigma_t = f·f_install·T1/A = f·f_install·(Lrol·Q·f1)/A	=	1,21	N/mm²
Maximum axial stress sigma_a;max	=	1,49	N/mm²

In this load combination the tangential stress is negligible.

7.2.2 Load Combination 1B: End Pullback Operation

Axial stress:

sigma_b = Mb/Wb = f_k·E·Ib/(Rmin·Wb)	=	0,86	N/mm²
sigma_t = f·f_install·Tmax/A	=	6,91	N/mm²
Maximum axial stress sigma_a;max	=	7,47	N/mm²

Tangential stress:

Load qr on pipeline due to reaction of soil in bends (according to NEN 3650-1:2020 D.3.3):

qr = kv·y = (0.322·lambda^2·E·I)/(Do·R/f_R)

lambda = (f_kv·kv·Do/(4·E·I))^0.25	=	3,2E-3	1/mm
qr	=	0,0135	N/mm²
sigma_qr = k'·qr·(rg/Ww)·Do	=	0,51	N/mm²
Maximum tangential stress sigma_t;max	=	0,33	N/mm²

7.2.3 Load Combination 2: Application Internal Pressure

Due to internal pressure:

sigma_py = f_pd·pd·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0,00	N/mm²
sigma_px = 0.5·sigma_py	=	0,00	N/mm²
sigma_ptest = f_pt·pt·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0,00	N/mm²

7.2.4 Load Combination 3: In Operation (Situation without Pressure)

Axial stress:

sigma_b = Mb/Wb = f_k·E·Ib/(Rmin·Wb)	=	0,31	N/mm²
Maximum axial stress sigma_a;max	=	0,20	N/mm²

Tangential stress:

sigma_qr = k'·qr·(rg/Ww)·Do	=	0,31	N/mm²
sigma_qn = k·qn·(rg/Ww)·Do	=	3,14	N/mm²
Maximum tangential stress sigma_t;max	=	2,24	N/mm²

7.2.5 Load Combination 4: In Operation (with Internal Pressure)

Axial stress:

sigma_b = Mb/Wb = f_k·E·Ib/(Rmin·Wb)	=	0,31	N/mm²

Due to internal pressure:

sigma_py = f_pd·pd·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0,00	N/mm²
sigma_px = 0.5·sigma_py	=	0,00	N/mm²
sigma_ptest = f_pt·pt·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0,00	N/mm²
sigma_temp = dt·gamma_t·alpha_g·E	=	0,00	N/mm²
Maximum axial stress sigma_a;max	=	0,20	N/mm²

Tangential stress:

sigma_qr = k'·qr·(rg/Ww)·Do	=	0,31	N/mm²
sigma_qn = k·qn·(rg/Ww)·Do	=	3,14	N/mm²
Rerounding factor Frr	=	1,000	
Rerounding factor F'rr	=	1,000	

sigma_t;max = sigma_py + alpha_sigma·((F'rr·sigma_qr) + (Frr·sigma_qn))

Maximum tangential stress sigma_t;max	=	2,24	N/mm²

7.3 Check on Calculated Stresses of Pipe 1: pipe nr. 1

Load combination 1
- sigma_a;max < ShortStrength·FactorOfImportance
- sigma_t;max < ShortStrength·FactorOfImportance

Load combination 2
- sigma_ptest < ShortStrength·FactorOfImportance
- sigma_py < LongStrength·FactorOfImportance

Load combination 3
- sigma_a;max < LongStrength·FactorOfImportance
- sigma_t;max < LongStrength·FactorOfImportance

Load combination 4
- sigma_a;max < LongStrength·FactorOfImportance
- sigma_t;max < LongStrength·FactorOfImportance

All stresses in all conditions are allowable.

	Max allowable stress [N/mm²]	Load combination 1A	Load combination 1B	Load combination 2	Load combination 3	Load combination 4
sigma_ptest	10,00 (short)	-	-	0,00	-	-
sigma_py	8,00 (long)	-	-	0,00	-	-
sigma_axial	10,00 (short)	1,49	7,47	-	-	-
sigma_axial	8,00 (long)	-	-	-	0,20	0,20
sigma_tang...	10,00 (short)	-	0,33	-	-	-
sigma_tang...	8,00 (long)	-	-	-	2,24	2,24

Stresses in pipeline [N/mm²]

The deflection of the pipeline is 3,6 mm (1,13% x Do). The maximum allowable deflection of the pipeline is 25,2 mm (8,00% x S x Do). The deflection is allowable.
For piggability the maximum allowable deflection of the pipeline is 15,8 mm (5,00% x Do). The deflection is allowable.

7.4 Check for Implosion of Pipe 1: pipe nr. 1

During the pullback operation the drilling fluid gives an external pressure. The highest minimum required drilling fluid pressure during the pullback operation is 418 kN/m², this is less than the maximum allowable external pressure of 3081 kN/m².

In operation, the water pressure at the lowest point of the drilling gives an external pressure. The maximum water pressure equals 318 kN/m², this is less than the maximum allowable external pressure of 553 kN/m².

8 Stress Analysis of Pipe 2: pipe nr. 2

8.1 Material Data of Pipe 2: pipe nr. 2

The list with data and issues is shown hereafter:

Material pipeline	:	Polyethene PE100
Outer diameter	:	Do = 315,00 mm
Wall thickness	:	t = 35,20 mm
Tensile factor	:	alpha_sigma = 0,65
Design pressure	:	pd = 0,00 bar
Test pressure	:	pt = 0,00 bar
Temperature variation	:	dt = 0,00 degrees Celsius
Length pipeline	:	L = 707 m
Young's modulus (short)	:	E = 975 N/mm²
Young's modulus (long)	:	E = 350 N/mm²
Allowable stress (short)	:	S = 10 N/mm²
Allowable stress (long)	:	S = 8 N/mm²
Factor of importance (S)	:	S = 1,00
Unit weight pipeline material	:	gamma_s = 9,54 kN/m³
Bedding angle	:	beta = 30 degrees
Load angle	:	alpha = 30 degrees
Moment coefficient soil top (indirect)	:	kt' = 0,078
Moment coefficient soil bottom (indirect)	:	kb' = 0,179
Moment coefficient soil top (direct)	:	kt = 0,257
Moment coefficient soil bottom (direct)	:	kb = 0,257
Deflection coefficient (indirect)	:	ky' = 0,071
Deflection coefficient (direct)	:	ky = 0,143
Maximal reduced vertical soil load (without safety factor)	:	q_v;r;n;max = 38 kN/m²
Traffic load (without safety factor)	:	q_v = 0 kN/m²
Max. vertical modulus of subgrade reaction (without safety factor)	:	k_v;max = 189838 kN/m³
Used radius (excluding safety factors)	:	Rmin = 250,000 m
Load factor on installation	:	f_install = 1,00
Load factor on reduced neutral soil stress q_n;r	:	f_Qnr = 1,50
Load factor on design pressure	:	f_pd = 1,00
Load factor on design pressure (combination)	:	f_pd;comb = 1,00
Load factor on test pressure	:	f_pt = 1,00
Load factor on temperature	:	f_temp = 1,10
Load factor on traffic load	:	f_v = 1,35
Contingency factor on bending radius	:	f_R = 1,10
Contingency factor on modulus of subgrade reaction	:	f_kv = 2,00
Contingency factor on bending moment	:	f_k = 1,40
Total factor on pulling force for stoch. varia. and model uncertainty	:	f = 1,80
Linear settlement coefficient averaged between t1 and t2	:	alpha_g = 0,0001600 mm/mmK

8.2 Results Stress Analysis of Pipe 2: pipe nr. 2

In the calculation 5 load combinations are considered:

- Load combination 1A: start pull-back operation
- Load combination 1B: end of pull-back operation
- Load combination 2: application internal pressure
- Load combination 3: pipeline in operation, no inner pressure
- Load combination 4: pipeline in operation, pressure applied

The wall thickness is 35,2 mm. The calculation hereafter will prove that the pipeline wall thickness is sufficient. The calculations are in accordance with NEN 3650 series.

8.2.1 Load Combination 1A: Start Pullback Operation

Axial stress:

sigma_b = Mb/Wb = f_k·E·Ib/(Rrol·Wb) = 0,43 N/mm²

sigma_t = f·f_install·T1/A = f·f_install·(Lrol·Q·f1)/A	=	1,21	N/mm²
Maximum axial stress sigma_a;max	=	1,49	N/mm²

In this load combination the tangential stress is negligible.

8.2.2 Load Combination 1B: End Pullback Operation

Axial stress:

sigma_b = Mb/Wb = f_k·E·Ib/(Rmin·Wb)	=	0,86	N/mm²
sigma_t = f·f_install·Tmax/A	=	6,91	N/mm²
Maximum axial stress sigma_a;max	=	7,47	N/mm²

Tangential stress:

Load qr on pipeline due to reaction of soil in bends (according to NEN 3650-1:2020 D.3.3):

qr = kv·y = (0.322·lambda^2·E·I)/(Do·R/f_R)

lambda = (f_kv·kv·Do/(4·E·I))^0.25	=	3,2E-3	1/mm
qr	=	0,0135	N/mm²
sigma_qr = k'·qr·(rg/Ww)·Do	=	0,51	N/mm²
Maximum tangential stress sigma_t;max	=	0,33	N/mm²

8.2.3 Load Combination 2: Application Internal Pressure

Due to internal pressure:

sigma_py = f_pd·pd·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0,00	N/mm²
sigma_px = 0.5·sigma_py	=	0,00	N/mm²
sigma_ptest = f_pt·pt·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0,00	N/mm²

8.2.4 Load Combination 3: In Operation (Situation without Pressure)

Axial stress:

sigma_b = Mb/Wb = f_k·E·Ib/(Rmin·Wb)	=	0,31	N/mm²
Maximum axial stress sigma_a;max	=	0,20	N/mm²

Tangential stress:

sigma_qr = k'·qr·(rg/Ww)·Do	=	0,31	N/mm²
sigma_qn = k·qn·(rg/Ww)·Do	=	3,14	N/mm²
Maximum tangential stress sigma_t;max	=	2,24	N/mm²

8.2.5 Load Combination 4: In Operation (with Internal Pressure)

Axial stress:

sigma_b = Mb/Wb = f_k·E·Ib/(Rmin·Wb)	=	0,31	N/mm²

Due to internal pressure:

sigma_py = f_pd·pd·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0,00	N/mm²
sigma_px = 0.5·sigma_py	=	0,00	N/mm²
sigma_ptest = f_pt·pt·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0,00	N/mm²
sigma_temp = dt·gamma_t·alpha_g·E	=	0,00	N/mm²
Maximum axial stress sigma_a;max	=	0,20	N/mm²

Tangential stress:

sigma_qr = k'·qr·(rg/Ww)·Do	=	0,31	N/mm²
sigma_qn = k·qn·(rg/Ww)·Do	=	3,14	N/mm²
Rerounding factor Frr	=	1,000	
Rerounding factor F'rr	=	1,000	

sigma_t;max = sigma_py + alpha_sigma·((F'rr·sigma_qr) + (Frr·sigma_qn))

Maximum tangential stress sigma_t;max	=	2,24	N/mm²

8.3 Check on Calculated Stresses of Pipe 2: pipe nr. 2

Load combination 1
- sigma_a;max < ShortStrength·FactorOfImportance
- sigma_t;max < ShortStrength·FactorOfImportance

Load combination 2
- sigma_ptest < ShortStrength·FactorOfImportance
- sigma_py < LongStrength·FactorOfImportance

Load combination 3
- sigma_a;max < LongStrength·FactorOfImportance
- sigma_t;max < LongStrength·FactorOfImportance

Load combination 4
- sigma_a;max < LongStrength·FactorOfImportance
- sigma_t;max < LongStrength·FactorOfImportance

All stresses in all conditions are allowable.

	Max allowable stress [N/mm²]	Load combination 1A	Load combination 1B	Load combination 2	Load combination 3	Load combination 4
sigma_ptest	10,00 (short)	-	-	0,00	-	-
sigma_py	8,00 (long)	-	-	0,00	-	-
sigma_axial	10,00 (short)	1,49	7,47	-	-	-
sigma_axial	8,00 (long)	-	-	-	0,20	0,20
sigma_tang...	10,00 (short)	-	0,33	-	-	-
sigma_tang...	8,00 (long)	-	-	-	2,24	2,24

Stresses in pipeline [N/mm²]

The deflection of the pipeline is 3,6 mm (1,13% x Do). The maximum allowable deflection of the pipeline is 25,2 mm (8,00% x S x Do). The deflection is allowable.
For piggability the maximum allowable deflection of the pipeline is 15,8 mm (5,00% x Do). The deflection is allowable.

8.4 Check for Implosion of Pipe 2: pipe nr. 2

During the pullback operation the drilling fluid gives an external pressure. The highest minimum required drilling fluid pressure during the pullback operation is 418 kN/m², this is less than the maximum allowable external pressure of 3081 kN/m².

In operation, the water pressure at the lowest point of the drilling gives an external pressure. The maximum water pressure equals 318 kN/m², this is less than the maximum allowable external pressure of 553 kN/m².

9 Stress Analysis of Pipe 3: pipe nr. 3

9.1 Material Data of Pipe 3: pipe nr. 3

The list with data and issues is shown hereafter:

Material pipeline	:	Polyethene PE100
Outer diameter	:	Do = 315,00 mm
Wall thickness	:	t = 35,20 mm
Tensile factor	:	alpha_sigma = 0,65
Design pressure	:	pd = 0,00 bar
Test pressure	:	pt = 0,00 bar
Temperature variation	:	dt = 0,00 degrees Celsius
Length pipeline	:	L = 707 m
Young's modulus (short)	:	E = 975 N/mm²
Young's modulus (long)	:	E = 350 N/mm²
Allowable stress (short)	:	S = 10 N/mm²
Allowable stress (long)	:	S = 8 N/mm²
Factor of importance (S)	:	S = 1,00
Unit weight pipeline material	:	gamma_s = 9,54 kN/m³
Bedding angle	:	beta = 30 degrees
Load angle	:	alpha = 30 degrees
Moment coefficient soil top (indirect)	:	kt' = 0,078
Moment coefficient soil bottom (indirect)	:	kb' = 0,179
Moment coefficient soil top (direct)	:	kt = 0,257
Moment coefficient soil bottom (direct)	:	kb = 0,257
Deflection coefficient (indirect)	:	ky' = 0,071
Deflection coefficient (direct)	:	ky = 0,143
Maximal reduced vertical soil load (without safety factor)	:	q_v;r;n;max = 38 kN/m²
Traffic load (without safety factor)	:	q_v = 0 kN/m²
Max. vertical modulus of subgrade reaction (without safety factor)	:	k_v;max = 189838 kN/m³
Used radius (excluding safety factors)	:	Rmin = 250,000 m
Load factor on installation	:	f_install = 1,00
Load factor on reduced neutral soil stress q_n;r	:	f_Qnr = 1,50
Load factor on design pressure	:	f_pd = 1,00
Load factor on design pressure (combination)	:	f_pd;comb = 1,00
Load factor on test pressure	:	f_pt = 1,00
Load factor on temperature	:	f_temp = 1,10
Load factor on traffic load	:	f_v = 1,35
Contingency factor on bending radius	:	f_R = 1,10
Contingency factor on modulus of subgrade reaction	:	f_kv = 2,00
Contingency factor on bending moment	:	f_k = 1,40
Total factor on pulling force for stoch. varia. and model uncertainty	:	f = 1,80
Linear settlement coefficient averaged between t1 and t2	:	alpha_g = 0,0001600 mm/mmK

9.2 Results Stress Analysis of Pipe 3: pipe nr. 3

In the calculation 5 load combinations are considered:

- Load combination 1A: start pull-back operation
- Load combination 1B: end of pull-back operation
- Load combination 2: application internal pressure
- Load combination 3: pipeline in operation, no inner pressure
- Load combination 4: pipeline in operation, pressure applied

The wall thickness is 35,2 mm. The calculation hereafter will prove that the pipeline wall thickness is sufficient. The calculations are in accordance with NEN 3650 series.

9.2.1 Load Combination 1A: Start Pullback Operation

Axial stress:

sigma_b = Mb/Wb = f_k·E·Ib/(Rrol·Wb) = 0,43 N/mm²

sigma_t = f·f_install·T1/A = f·f_install·(Lrol·Q·f1)/A	=	1,21	N/mm²
Maximum axial stress sigma_a;max	=	1,49	N/mm²

In this load combination the tangential stress is negligible.

9.2.2 Load Combination 1B: End Pullback Operation

Axial stress:

sigma_b = Mb/Wb = f_k·E·Ib/(Rmin·Wb)	=	0,86	N/mm²
sigma_t = f·f_install·Tmax/A	=	6,91	N/mm²
Maximum axial stress sigma_a;max	=	7,47	N/mm²

Tangential stress:

Load qr on pipeline due to reaction of soil in bends (according to NEN 3650-1:2020 D.3.3):

qr = kv·y = (0.322·lambda^2·E·I)/(Do·R/f_R)

lambda = (f_kv·kv·Do/(4·E·I))^0.25	=	3,2E-3	1/mm
qr	=	0,0135	N/mm²
sigma_qr = k'·qr·(rg/Ww)·Do	=	0,51	N/mm²
Maximum tangential stress sigma_t;max	=	0,33	N/mm²

9.2.3 Load Combination 2: Application Internal Pressure

Due to internal pressure:

sigma_py = f_pd·pd·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0,00	N/mm²
sigma_px = 0.5·sigma_py	=	0,00	N/mm²
sigma_ptest = f_pt·pt·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0,00	N/mm²

9.2.4 Load Combination 3: In Operation (Situation without Pressure)

Axial stress:

sigma_b = Mb/Wb = f_k·E·Ib/(Rmin·Wb)	=	0,31	N/mm²
Maximum axial stress sigma_a;max	=	0,20	N/mm²

Tangential stress:

sigma_qr = k'·qr·(rg/Ww)·Do	=	0,31	N/mm²
sigma_qn = k·qn·(rg/Ww)·Do	=	3,14	N/mm²
Maximum tangential stress sigma_t;max	=	2,24	N/mm²

9.2.5 Load Combination 4: In Operation (with Internal Pressure)

Axial stress:

sigma_b = Mb/Wb = f_k·E·Ib/(Rmin·Wb)	=	0,31	N/mm²

Due to internal pressure:

sigma_py = f_pd·pd·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0,00	N/mm²
sigma_px = 0.5·sigma_py	=	0,00	N/mm²
sigma_ptest = f_pt·pt·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0,00	N/mm²
sigma_temp = dt·gamma_t·alpha_g·E	=	0,00	N/mm²
Maximum axial stress sigma_a;max	=	0,20	N/mm²

Tangential stress:

sigma_qr = k'·qr·(rg/Ww)·Do	=	0,31	N/mm²
sigma_qn = k·qn·(rg/Ww)·Do	=	3,14	N/mm²
Rerounding factor Frr	=	1,000	
Rerounding factor F'rr	=	1,000	

sigma_t;max = sigma_py + alpha_sigma·((F'rr·sigma_qr) + (Frr·sigma_qn))

Maximum tangential stress sigma_t;max	=	2,24	N/mm²

9.3 Check on Calculated Stresses of Pipe 3: pipe nr. 3

Load combination 1
- sigma_a;max < ShortStrength·FactorOfImportance
- sigma_t;max < ShortStrength·FactorOfImportance

Load combination 2
- sigma_ptest < ShortStrength·FactorOfImportance
- sigma_py < LongStrength·FactorOfImportance

Load combination 3
- sigma_a;max < LongStrength·FactorOfImportance
- sigma_t;max < LongStrength·FactorOfImportance

Load combination 4
- sigma_a;max < LongStrength·FactorOfImportance
- sigma_t;max < LongStrength·FactorOfImportance

All stresses in all conditions are allowable.

	Max allowable stress [N/mm²]	Load combination 1A	Load combination 1B	Load combination 2	Load combination 3	Load combination 4
sigma_ptest	10,00 (short)	-	-	0,00	-	-
sigma_py	8,00 (long)	-	-	0,00	-	-
sigma_axial	10,00 (short)	1,49	7,47	-	-	-
sigma_axial	8,00 (long)	-	-	-	0,20	0,20
sigma_tang...	10,00 (short)	-	0,33	-	-	-
sigma_tang...	8,00 (long)	-	-	-	2,24	2,24

Stresses in pipeline [N/mm²]

The deflection of the pipeline is 3,6 mm (1,13% x Do). The maximum allowable deflection of the pipeline is 25,2 mm (8,00% x S x Do). The deflection is allowable.
For piggability the maximum allowable deflection of the pipeline is 15,8 mm (5,00% x Do). The deflection is allowable.

9.4 Check for Implosion of Pipe 3: pipe nr. 3

During the pullback operation the drilling fluid gives an external pressure. The highest minimum required drilling fluid pressure during the pullback operation is 418 kN/m², this is less than the maximum allowable external pressure of 3081 kN/m².

In operation, the water pressure at the lowest point of the drilling gives an external pressure. The maximum water pressure equals 318 kN/m², this is less than the maximum allowable external pressure of 553 kN/m².

10 Stress Analysis of Pipe 4: pipe nr. 4

10.1 Material Data of Pipe 4: pipe nr. 4

The list with data and issues is shown hereafter:

Material pipeline	:	Polyethene PE100
Outer diameter	:	Do = 315,00 mm
Wall thickness	:	t = 35,20 mm
Tensile factor	:	alpha_sigma = 0,65
Design pressure	:	pd = 0,00 bar
Test pressure	:	pt = 0,00 bar
Temperature variation	:	dt = 0,00 degrees Celsius
Length pipeline	:	L = 707 m
Young's modulus (short)	:	E = 975 N/mm²
Young's modulus (long)	:	E = 350 N/mm²
Allowable stress (short)	:	S = 10 N/mm²
Allowable stress (long)	:	S = 8 N/mm²
Factor of importance (S)	:	S = 1,00
Unit weight pipeline material	:	gamma_s = 9,54 kN/m³
Bedding angle	:	beta = 30 degrees
Load angle	:	alpha = 30 degrees
Moment coefficient soil top (indirect)	:	kt' = 0,078
Moment coefficient soil bottom (indirect)	:	kb' = 0,179
Moment coefficient soil top (direct)	:	kt = 0,257
Moment coefficient soil bottom (direct)	:	kb = 0,257
Deflection coefficient (indirect)	:	ky' = 0,071
Deflection coefficient (direct)	:	ky = 0,143
Maximal reduced vertical soil load (without safety factor)	:	q_v;r;n;max = 38 kN/m²
Traffic load (without safety factor)	:	q_v = 0 kN/m²
Max. vertical modulus of subgrade reaction (without safety factor)	:	k_v;max = 189838 kN/m³
Used radius (excluding safety factors)	:	Rmin = 250,000 m
Load factor on installation	:	f_install = 1,00
Load factor on reduced neutral soil stress q_n;r	:	f_Qnr = 1,50
Load factor on design pressure	:	f_pd = 1,00
Load factor on design pressure (combination)	:	f_pd;comb = 1,00
Load factor on test pressure	:	f_pt = 1,00
Load factor on temperature	:	f_temp = 1,10
Load factor on traffic load	:	f_v = 1,35
Contingency factor on bending radius	:	f_R = 1,10
Contingency factor on modulus of subgrade reaction	:	f_kv = 2,00
Contingency factor on bending moment	:	f_k = 1,40
Total factor on pulling force for stoch. varia. and model uncertainty	:	f = 1,80
Linear settlement coefficient averaged between t1 and t2	:	alpha_g = 0,0001600 mm/mmK

10.2 Results Stress Analysis of Pipe 4: pipe nr. 4

In the calculation 5 load combinations are considered:

- Load combination 1A: start pull-back operation
- Load combination 1B: end of pull-back operation
- Load combination 2: application internal pressure
- Load combination 3: pipeline in operation, no inner pressure
- Load combination 4: pipeline in operation, pressure applied

The wall thickness is 35,2 mm. The calculation hereafter will prove that the pipeline wall thickness is sufficient. The calculations are in accordance with NEN 3650 series.

10.2.1 Load Combination 1A: Start Pullback Operation

Axial stress:

sigma_b = Mb/Wb = f_k·E·Ib/(Rrol·Wb) = 0,43 N/mm²

sigma_t = f·f_install·T1/A = f·f_install·(Lrol·Q·f1)/A	=	1,21	N/mm²
Maximum axial stress sigma_a;max	=	1,49	N/mm²

In this load combination the tangential stress is negligible.

10.2.2 Load Combination 1B: End Pullback Operation

Axial stress:

sigma_b = Mb/Wb = f_k·E·Ib/(Rmin·Wb)	=	0,86	N/mm²
sigma_t = f·f_install·Tmax/A	=	6,91	N/mm²
Maximum axial stress sigma_a;max	=	7,47	N/mm²

Tangential stress:

Load qr on pipeline due to reaction of soil in bends (according to NEN 3650-1:2020 D.3.3):

qr = kv·y = (0.322·lambda^2·E·I)/(Do·R/f_R)

lambda = (f_kv·kv·Do/(4·E·I))^0.25	=	3,2E-3	1/mm
qr	=	0,0135	N/mm²
sigma_qr = k'·qr·(rg/Ww)·Do	=	0,51	N/mm²
Maximum tangential stress sigma_t;max	=	0,33	N/mm²

10.2.3 Load Combination 2: Application Internal Pressure

Due to internal pressure:

sigma_py = f_pd·pd·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0,00	N/mm²
sigma_px = 0.5·sigma_py	=	0,00	N/mm²
sigma_ptest = f_pt·pt·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0,00	N/mm²

10.2.4 Load Combination 3: In Operation (Situation without Pressure)

Axial stress:

sigma_b = Mb/Wb = f_k·E·Ib/(Rmin·Wb)	=	0,31	N/mm²
Maximum axial stress sigma_a;max	=	0,20	N/mm²

Tangential stress:

sigma_qr = k'·qr·(rg/Ww)·Do	=	0,31	N/mm²
sigma_qn = k·qn·(rg/Ww)·Do	=	3,14	N/mm²
Maximum tangential stress sigma_t;max	=	2,24	N/mm²

10.2.5 Load Combination 4: In Operation (with Internal Pressure)

Axial stress:

sigma_b = Mb/Wb = f_k·E·Ib/(Rmin·Wb)	=	0,31	N/mm²

Due to internal pressure:

sigma_py = f_pd·pd·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0,00	N/mm²
sigma_px = 0.5·sigma_py	=	0,00	N/mm²
sigma_ptest = f_pt·pt·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0,00	N/mm²
sigma_temp = dt·gamma_t·alpha_g·E	=	0,00	N/mm²
Maximum axial stress sigma_a;max	=	0,20	N/mm²

Tangential stress:

sigma_qr = k'·qr·(rg/Ww)·Do	=	0,31	N/mm²
sigma_qn = k·qn·(rg/Ww)·Do	=	3,14	N/mm²
Rerounding factor Frr	=	1,000	
Rerounding factor F'rr	=	1,000	

sigma_t;max = sigma_py + alpha_sigma·((F'rr·sigma_qr) + (Frr·sigma_qn))

Maximum tangential stress sigma_t;max	=	2,24	N/mm²

10.3 Check on Calculated Stresses of Pipe 4: pipe nr. 4

Load combination 1
- sigma_a;max < ShortStrength·FactorOfImportance
- sigma_t;max < ShortStrength·FactorOfImportance

Load combination 2
- sigma_ptest < ShortStrength·FactorOfImportance
- sigma_py < LongStrength·FactorOfImportance

Load combination 3
- sigma_a;max < LongStrength·FactorOfImportance
- sigma_t;max < LongStrength·FactorOfImportance

Load combination 4
- sigma_a;max < LongStrength·FactorOfImportance
- sigma_t;max < LongStrength·FactorOfImportance

All stresses in all conditions are allowable.

	Max allowable stress [N/mm²]	Load combination 1A	Load combination 1B	Load combination 2	Load combination 3	Load combination 4
sigma_ptest	10,00 (short)	-	-	0,00	-	-
sigma_py	8,00 (long)	-	-	0,00	-	-
sigma_axial	10,00 (short)	1,49	7,47	-	-	-
sigma_axial	8,00 (long)	-	-	-	0,20	0,20
sigma_tang...	10,00 (short)	-	0,33	-	-	-
sigma_tang...	8,00 (long)	-	-	-	2,24	2,24

Stresses in pipeline [N/mm²]

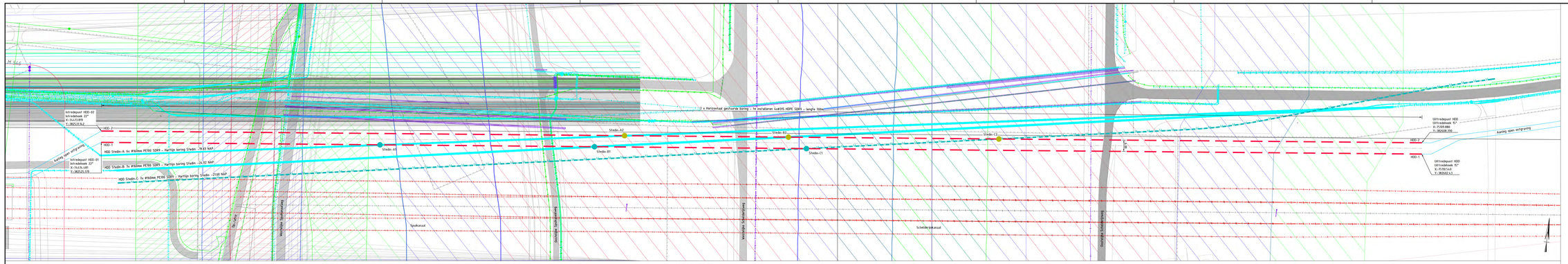
The deflection of the pipeline is 3,6 mm (1,13% x Do). The maximum allowable deflection of the pipeline is 25,2 mm (8,00% x S x Do). The deflection is allowable.
For piggability the maximum allowable deflection of the pipeline is 15,8 mm (5,00% x Do). The deflection is allowable.

10.4 Check for Implosion of Pipe 4: pipe nr. 4

During the pullback operation the drilling fluid gives an external pressure. The highest minimum required drilling fluid pressure during the pullback operation is 418 kN/m², this is less than the maximum allowable external pressure of 3081 kN/m².

In operation, the water pressure at the lowest point of the drilling gives an external pressure. The maximum water pressure equals 318 kN/m², this is less than the maximum allowable external pressure of 553 kN/m².

End of Report


2 x Horizontaal gestuurde boring - te installeren 4x#315 HDPE SDR9 - lengte 550m
Intredepunt HDD-02
Intredeboek 22°
X: 94.113.895
Y: 395213.192
HDD-3
HDD-1
Intredepunt HDD-01
Intredeboek 15°
X: 94.114.481
Y: 395215.170
HDD Stedin-A: 6x #160mm PE100 SDR9 - Hartlijn boring Stedin -19.93 NAP
HDD Stedin-B: 7x #160mm PE100 SDR9 - Hartlijn boring Stedin -24.02 NAP
HDD Stedin-C: 7x #160mm PE100 SDR9 - Hartlijn boring Stedin -21.00 NAP
Stedin-A1
Stedin-A2
Stedin-B1
Stedin-B2
Stedin-C1
Stedin-C2
Uittredepunt HDD
Uittredeboek 15°
X: 95.009.880
Y: 395508.790
HDD-2
HDD-1
Uittredepunt HDD
Uittredeboek 15°
X: 95.110.540
Y: 395503.5.5
Aanleg open wetgraving
Spaarndamseweg
Spaarnwoudeweg
Spaarnwoudeweg
Spaarnwoude