

D.1 Stabilitetsberegningen mast 1151



Geotechnische analyse

Mast 1151

projectnummer 0474419.100
definitief revisie 2.0
7 april 2022

Meridian nummer TenneT:
002.678.00 0999036

Geotechnische analyse

Mast 1151

projectnummer 0474419.100
documentnummer 002.678.00.0999036 (Meridian)
definitief revisie 2.0
7 april 2022

Auteurs

[REDACTED]

Opdrachtgever

TenneT TSO B.V.
Utrechtseweg 310
6812 AR ARNHEM

Gecontroleerd:

[REDACTED]

datum	beschrijving	vrijgave
7 april 2022	definitief	[REDACTED]

[REDACTED]

Inhoudsopgave

Blz.

1	Inleiding	1
1.1	Aanleiding	1
1.2	Doel	2
1.3	Leeswijzer	2
1.4	Revisie overzicht	2
2	Projectomschrijving	3
2.1	Locatie omschrijving	3
2.2	Aanwezige bestaande functies	4
2.3	Voorgenomen werkzaamheden	4
2.3.1	Type fundering	5
2.3.2	Projectfasering	5
2.3.3	Terreininrichting	5
2.4	Te beschouwen fasen	6
3	Situatie beschrijving	7
3.1	Maaiveldhoogte en locatie masten	7
3.2	Bodemopbouw	8
4	Beoordeling effecten op functies	9
4.1	Invloed van de voorgenomen werkzaamheden op de waterkering	9
4.1.1	Algemeen	9
4.1.2	Bouwfase	9
4.1.3	Gebruiksfase	9
5	Conclusie	10
6	Bibliografie	11

Bijlage 1 Overzichtskaart locatie masten

Bijlage 2 Leggerkaarten

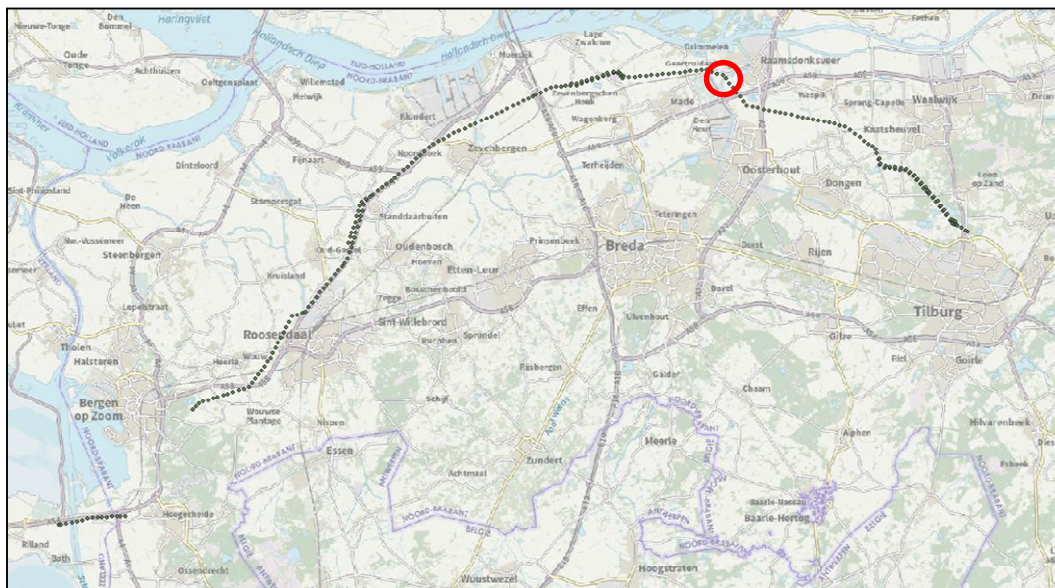
1 Inleiding

1.1 Aanleiding

In opdracht van Tennet heeft Antea Group dit analysedocument opgesteld. Dit betreft de analyse van het aanbrengen hoogspanningsmasten nabij waterkeringen voor het project Zuid-West 380KV Oost verbindingen.

TenneT is bezig met het project Zuid-West 380KV Oost verbindingen (ZWO). Binnen dit project dienen delen van bestaande 380 kV lijnen verlegd te worden en/of masten van bestaande 380 kV lijnen aangepast te worden om ruimte te maken voor de nieuw te realiseren verbinding Zuid-West Oost (zie). Daarbij zijn diverse hoogspanningsmasten voorgenomen op locaties of nabij locaties die ook andere functies hebben. Voorbeelden hiervan zijn primaire keringen, regionale keringen, snelwegen, zandwinningen en/of percelen van derden. De aanleg van de hoogspanningsmasten kan invloed hebben op deze objecten en visa versa.

Binnen het tracéontwerp is getracht de locaties van de masten op dusdanige wijze te positioneren dat deze zo min mogelijk raakvlakken hebben met de waterkeringen. Een van de overwegingen is de aanwezigheid van bestaande masten. Op de geplande locaties zijn in de nabijheid reeds hoogspanningsmasten aanwezig, de nieuwe hoogspanningsmasten zijn vergelijkbaar ingepast als de bestaande masten.



Figuur 1-1: Locaties van de masten voor het project Zuid-West 380KV Oost (ZWO) en de scope van deze rapportage.

1.2 Doel

Het doel van deze rapportage is aan te tonen dat de voorgenomen ontwikkelingen van TenneT geen negatieve invloed hebben op de andere functies op deze locatie.

Deze rapportage betreft de volgende objecten:

- Mast 1151.
X-coördinaat: 117.327
Y-coördinaat: 411.870

Deze rapportage betreft de invloed op de volgende functies:

- Primaire kering: Dijktraject 34-1a
Beheerder: Waterschap Brabantse Delta.

1.3 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 beschrijft de omschrijving van het project, hoofdstuk 3 beschrijft de situatie van de masten i.r.t. de omgeving, hoofdstuk 4 geeft de beoordeling van de effecten op de functie van de kering, gevolgd door de conclusie.

1.4 Revisie overzicht

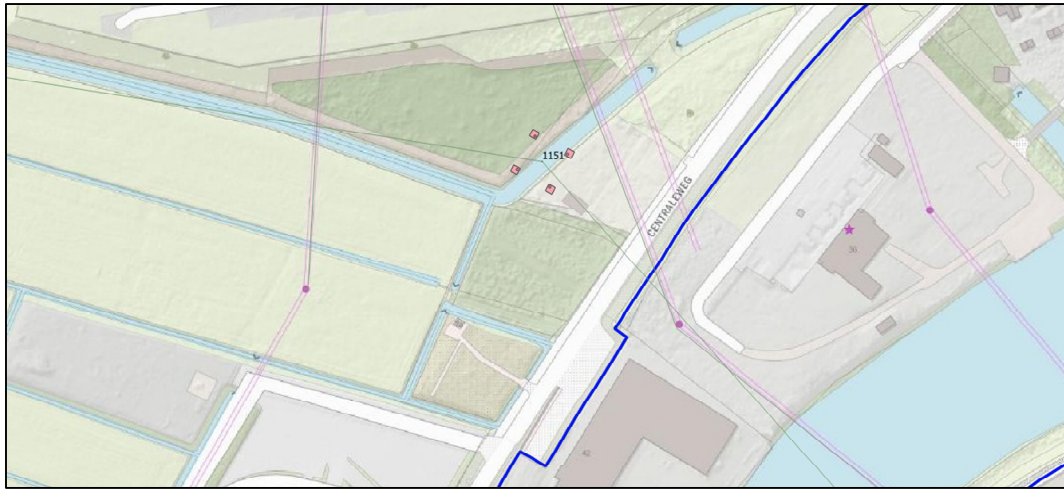
Tabel 2-1: Revisieoverzicht

Revisienummer	Datum	Wijzigingen
1A	11-02-2022	Concept
1.0	25-02-2022	Definitief
2.0	07-04-2022	Definitief, typefout op het titelblad aangepast.

2 Projectomschrijving

2.1 Locatie omschrijving

De locatie betreft de mast 1151. De locatie hiervan is weergegeven in Figuur 2-1 . Foto van de locatie is in weergegeven. In bijlage 1 is de locatie in detail weergegeven. De leggerkaarten met hierop beschermingszones zijn in bijlage 2 toegevoegd. Nabij de geplande masten is een bestaand hoogspanningstracé aanwezig (roze lijn in Figuur 2-1). Deze masten zijn ook te zien in de locatiefoto (Figuur 2-2).



Figuur 2-1: Locatie van mast 1151 (mastafmetingen op schaal) i.r.t.de primaire waterkering (blauwe lijn).



Figuur 2-2: Foto van de locatie van mast 1151. De mast is gesitueerd net ten zuiden van de weergegeven hoogspanningsmast (bron: cyclomedia).

2.2 Aanwezige bestaande functies

De locatie heeft de volgende functies:

- Primaire kering: Dijktraject 34-1a
Beheerder: Brabantse Delta.

De eigenschappen van deze functies zijn vastgelegd in de legger. De legger is geraadpleegd van de volgende bronnen:

- Leggerkaart Brabantse Delta – 2021 (Waterschap Brabantse Delta, 2021).

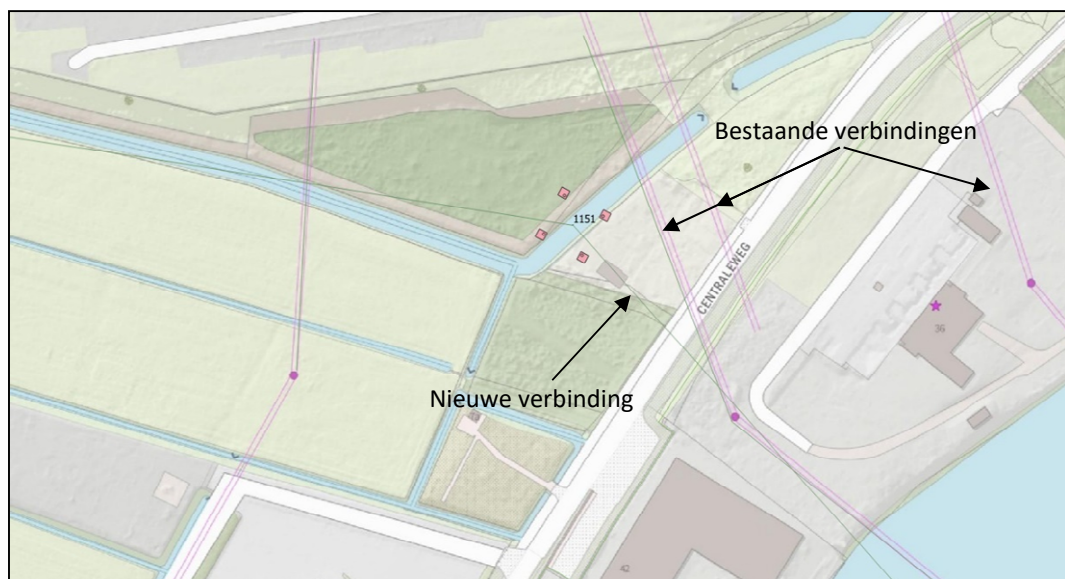
De relevante legger documenten zijn opgenomen in bijlage 2.

Uit deze gegevens komen de volgende conclusies naar voren:

- Legger Brabantse Delta – 2021
Het werkterrein van Mast 1151 ligt binnen de beschermingszone van de primaire kering.

2.3 Voorgenomen werkzaamheden

Tussen het verdeelstation nabij Rilland en Tilburg is een nieuwe hoogspanningsverbinding voorzien, omdat zonder de nieuwe hoogspanningsverbinding problemen met de elektriciteitsvoorziening kunnen ontstaan. Ter hoogte van Geertruidenberg kruist deze nieuwe verbinding net ten oosten van de huidige verbinding.



Figuur 2-3: Geplande nieuwe verbinding i.r.t. de bestaande verbinding.

De werkzaamheden t.b.v. de installatie van de nieuwe masten wordt vanaf maaiveld uitgevoerd, waarbij geen ontgravingen worden uitgevoerd. Bij tijdelijke werkzaamheden, zoals een bouwweg en de werkstrook, worden eventuele schades hersteld. Daarbij valt te denken aan schade aan derden in verband met gedeerde inkomsten, of schade aan de grasmat of het opnieuw planten van gekapte bomen.

2.3.1 Type fundering

TenneT hanteert als funderingswijze schroefinjectiepalen. Een schroefinjectiepaal is een stalen buispaal, die omhuld is met verhard cementgrout (zie ook). De belangrijkste eigenschappen als volgt:

- De methodiek is trillingsvrij.
- De methodiek is grondverdringend.
- De palen kunnen vanaf maaiveld aangebracht worden, zonder verdere ontgraving.
- Er is geen risico op kwel door het gebruik van overdruk.
- Na verharding beschermt het cementgrout de stalen buis tegen corrosie.

Een grondverdringende paal voegt materiaal in de grond toe, wat versterkt wordt door de toevoeging van grout. Hierdoor zal de dichtheid van de grond toenemen, waardoor er geen kwelwegen kunnen ontstaan. Meer technische achtergrond is te vinden in het "Handboek funderingen" (SBRCUR, 1995).

2.3.2 Projectfasering

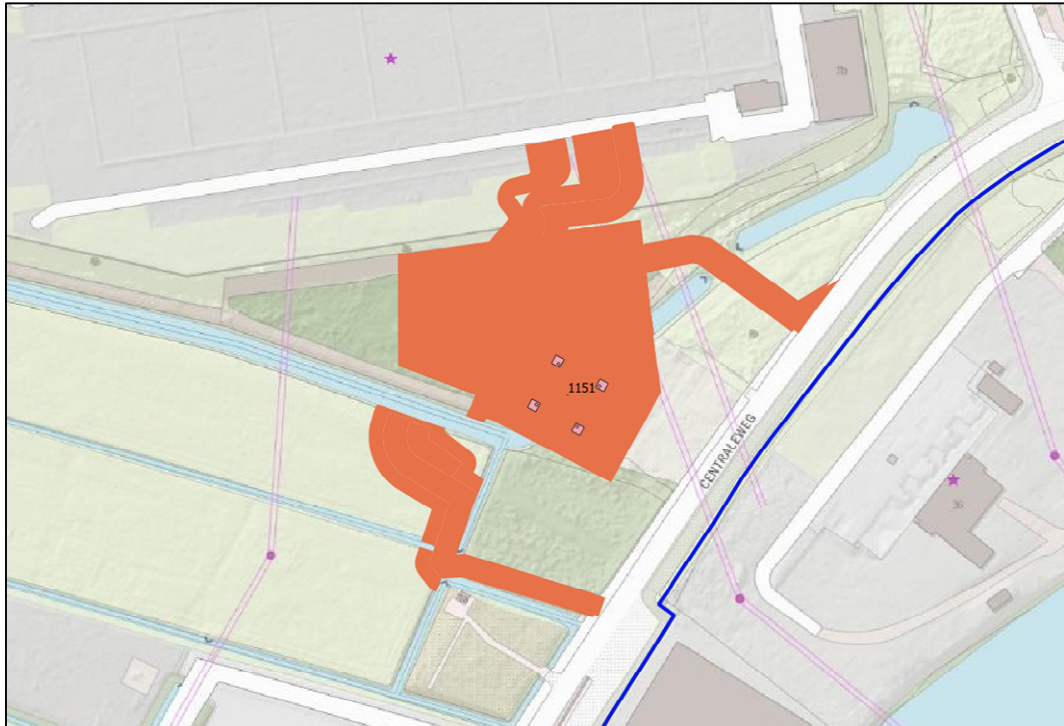
In hoofdlijnen bestaat het project uit de volgende fasen:

- | | |
|---|----------------------------|
| • Inrichting van het bouwterrein. | Doorlooptijd 1-2 weken. |
| • Opbouwen mast. | Doorlooptijd 1 maand. |
| • Overige masten in het tracé plaatsen.
(Geen werkzaamheden nabij de waterkering.) | Doorlooptijd 1-12 maanden. |
| • Aanbrengen geleiders over het tracé. | Doorlooptijd 1 maand. |
| • Verwijderen bouwterrein, herstellen bekleding. | Doorlooptijd 2 weken. |

Bovengenoemde planning is indicatief en hangt van de beschikbaarheid van materieel, weersomstandigheden en dergelijke.

2.3.3 Terreininrichting

Voor de bouw van de mast wordt een werkterrein ingericht, bestaande uit een korte werkweg die aansluit op de bestaande infrastructuur en het huidige transformatorstation. Ook is een werkterrein waar een kraan zich kan opstellen en de bouwmaterialen kortstondig gestald worden voorzien. Het bovenaanzicht van de werkterreinen is gepresenteerd in Figuur 2-4.



Figuur 2-4: Locaties van het werkterrein in oranje en mast 1151. Er zijn twee aansluitingen op het dijklichaam (Centraleweg) voorzien, en twee op het bestaande transformatorstation (aan de bovenzijde).

2.4 Te beschouwen fasen

In de beoordeling van de effecten van de mast en de bijbehorende werkzaamheden op de functionaliteit van de waterkering worden de volgende fasen onderscheiden:

- **Bouwfase**
Deze fase betreft de realisatie van alle onderdelen. Waaronder het aanbrengen van de palen bij de fundering, maken van werkweg en bouwterrein. Deze fase bestaat uit twee delen. Eerst wordt de mast gedurende enkele weken opgebouwd, waarna in een later stadium de geleiders gemonteerd worden.
- **Gebruiksfase**
In deze fase is de mast operationeel.

3 Situatie beschrijving

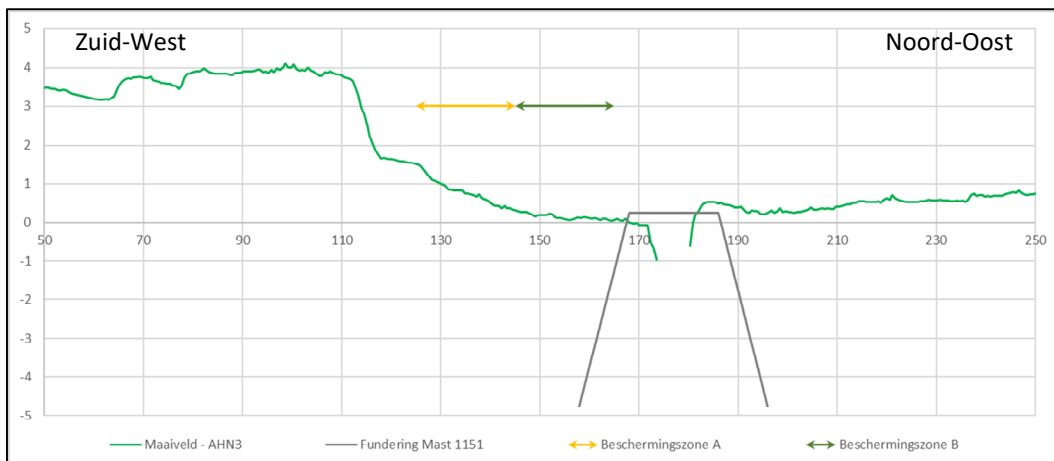
3.1 Maaiveldhoogte en locatie masten

In is een uitsnede van AHN3 ter hoogte van mast 1151 gepresenteerd, gevolgd door een dwarsdoorsnede in .

Het maaiveld bij hoogspanningsmast 1151 bevindt zich op NAP +0,50 m. De mast is voorzien boven de huidige watergang. Tennenet treedt in overleg met het waterschap over eventuele verlegging van deze watergang. Dit valt buiten de scope van deze rapportage.



Figuur 3-1: Uitsnede uit AHN3, ter hoogte van mast 1151.



Figuur 3-2: Dwarsdoorsnede dijklichaam i.r.t. de positie van de masten.

3.2 Bodemopbouw

De bodemopbouw is bepaald op basis van twee bronnen:

- Bodemkaart.
- Dinoloket.

Bodemkaart

De bodemkaart geeft een beeld van de bovenste 1,2 m van de bodem. Deze geeft aan dat ter plaatse van mast 1151 bebouwd gebied aanwezig is, waardoor er geen verdere eigenschappen zijn toegekend.

Dinoloket

In dinoloket is grondonderzoek opgenomen. Dit grondonderzoek omvat een grotere diepte dan de bodemkaart. De volgende onderzoekspunten zijn geraadpleegd:

- CPT000000111985.
- CPT000000112929.
- B44D0955.

Deze onderzoekspunten liggen op een afstand van minder dan 100 m vanaf mast 1151. Deze onderzoekspunten geven de volgende bodemopbouw:

- Veenvanaf maaiveld tot ca. NAP -3 m.
- Pleistoceen zand vanaf NAP -4 m tot de verkende diepte (NAP -14 m).

4 Beoordeling effecten op functies

4.1 Invloed van de voorgenomen werkzaamheden op de waterkering

4.1.1 Algemeen

Bij waterkeringen gaat aandacht uit naar effecten op geotechnische faalmechanismen, zoals taludstabiliteit of piping. Aandacht is gegeven aan deze faalmechanismen.

4.1.2 Bouwfase

In de bouwfase worden werkzaamheden uitgevoerd. Daarbij wordt gebruik gemaakt van werkverkeer. Dit werkverkeer verplaatst zich over het werkterrein. De locatie van dit werkterrein is weergegeven in Figuur 2-4. Te zien is dat de werkweg op zich bevindt in de buitenbeschermingszone van het dijklichaam. Het uitgangspunt is dat de werkzaamheden geen negatief effect hebben op de kering. Het huidige profiel blijft gehandhaafd, behoudens een lokale taludverflauwing voor een werkweg. Het verkeer op deze werkweg is niet zwaarder dan de Nederlandse wet toestaat. Dit is dezelfde belasting als een calamiteitenbelasting van $13,3 \text{ kN/m}^2$ (Kennissplatform Risicobenadering, 2016). Na voltooiing van de werkzaamheden wordt de werkweg verwijderd.

Tijdelijke werkzaamheden betreffen percelen van Brabantse Delta. TenneT treedt met deze derden in gesprek en maakt afspraken over de werkzaamheden en oplevering van het terrein na de werkzaamheden. Uitgangspunt is dat eventuele schades, zoals herstel ter plaatse van de werkweg worden hersteld.

De voorgenomen uitvoeringswijze betreft trillingsvrij. Er worden in de uitvoeringsfase geen ontgravingen of bemalingen gedaan. Er worden derhalve geen effecten als gevolg van de uitvoeringswijze verwacht.

4.1.3 Gebruiksfase

Deze mast ligt binnen de beschermingszone van de primaire kering 34-1a. In de gebruiksfase worden geen ontgravingen of verhogingen aangebracht. Het dwarsprofiel van de kering blijft gelijk, waardoor de stabiliteit in de huidige situatie gelijk blijft aan de stabiliteit in de gebruiksfase.

Het faalmechanisme piping is afhankelijk van het risico op verticale kwel langs de funderingspalen. De voorgenomen palen betreffen schroefinjectiepalen. Deze grondverdringende uitvoeringswijze leidt door de groutomhulling niet tot pipingrisico's langs de palen. Er is in de gebruiksfase derhalve geen invloed op het faalmechanisme piping.

5 Conclusie

Voor het project Zuid-West 380KV Oost verbindingen (ZWO) dienen delen van bestaande 380 kV lijnen verlegd te worden en/of masten van bestaande 380 kV lijnen aangepast te worden om ruimte te maken voor de nieuw te realiseren verbinding Zuid-West Oost. In voorliggend rapport heeft Antea Group in opdracht van TenneT TSO een analyse gedaan van de voorgenomen werkzaamheden op de waterveiligheid van mast 1151 die gedeeltelijk in de beschermingszone liggen van de primaire waterkering t.h.v. de Donge.

Voor deze werkzaamheden is een beschouwing gemaakt van de werkzaamheden in de realisatiefase en in de gebruiksfase. De realisatiefase omvat onder andere het bouwproces met verkeer. De gebruiksfase omvat de permanente constructie.

Op basis van de analyse van de mogelijke effecten op de waterkering is gesteld dat in de realisatiefase de effecten nihil voor de waterveiligheid zijn. Ook voor de gebruiksfase is gesteld dat de effecten nihil zijn. Dit komt onder andere door de gekozen uitvoeringswijze. Deze omvat namelijk geen ontgravingen of grondverzet. Daarnaast wordt de fundering trillingsvrij en grondverdringend aangebracht.

Het is aannemelijk dat in de bouwfase kleine schades ontstaan, bijvoorbeeld schade aan de grasmat door de aanleg/gebruik van de werkweg. Tennet treedt in overleg met de eigenaren van de betreffende percelen en zorgt dat eventuele schade wordt hersteld.

6 Bibliografie

Kennisplatform Risicobenadering. (2016). *Factsheet verkeersbelasting en macrostabiliteit*.

SBRCUR. (1995). *Handboek funderingen*.

Waterschap Brabantse Delta. (2021, 01 24). *Website Brabantse Delta*. Opgehaald van Vastgestelde legger Waterschap Brabantse Delta:

<https://wsbd.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=fd76082880324620845b0001369d019a>

Bijlage 1 Overzichtskaart locatie masten



Opdrachtgever
Tennet

Projectomschrijving
 Geotechnische analyse Zuid-West 380kV Oost verbindingen

Tekeningomschrijving
 Overzichtstekening mast 1151

Tekeningnummer
 474419-S-2-0004



Status
Definitief
 www.anteagroup.nl

Schaal
 1:2500
 Formaat
 A4
 Blad in bladen
 1 IN 1
 Wijz. nr.
 D1





Legenda
m t.o.v. NAP (AHN3)

	-2.5
	-0.625
	1.25
	3.125
	5

Opdrachtgever
Tennet

Projectomschrijving
Geotechnische analyse Zuid-West 380KV Oost verbindingen

Tekeningomschrijving
Hoogtekaart mast 1151

Tekeningnummer
474419-S-2-0005

Schaal
1:2500

Formaat
A4

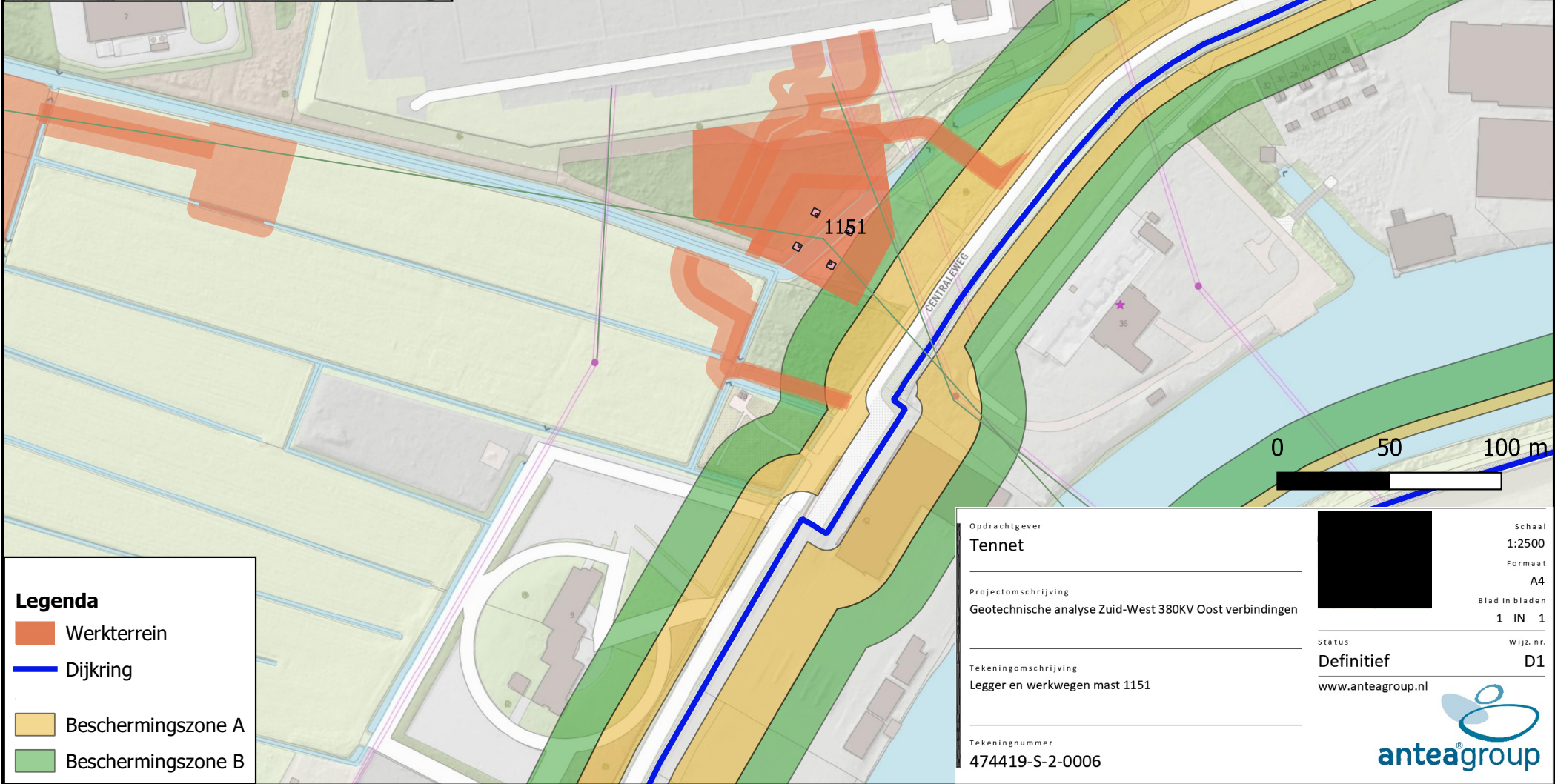
Blad in bladen
1 IN 1

Status
Definitief

Wijz. nr.
D1

www.anteagroup.nl

Bijlage 2 Leggerkaarten



Legenda

- Werkerrein
- Dijkkring
- Beschermingszone A
- Beschermingszone B

Opdrachtgever
Tennet

Projectomschrijving
 Geotechnische analyse Zuid-West 380KV Oost verbindingen

Tekeningomschrijving
 Legger en werkwegen mast 1151

Tekeningnummer
 474419-S-2-0006

Schaal
 1:2500

Formaat
 A4

Blad in bladen
 1 IN 1

Status
Definitief

Wijz. nr.
 D1

www.anteagroup.nl



De informatie die in dit rapport is opgenomen is uitsluitend bestemd voor de geadresseerde(n) en kan persoonlijke of vertrouwelijke informatie bevatten. Gebruik van deze informatie, door anderen dan de geadresseerde(n) en gebruik door hen die niet gerechtigd zijn van deze informatie kennis te nemen, is niet toegestaan. De informatie is uitsluitend bestemd om te worden gebruikt door de geadresseerde, voor het doel waarvoor dit rapport is vervaardigd. Indien u niet de geadresseerde bent of niet gerechtigd bent tot kennisneming, is openbaarmaking, vermenigvuldiging, verspreiding en/of verstrekking van deze informatie aan derden is niet toegestaan, tenzij na schriftelijke toestemming door Antea Group en wordt u verzocht de gegevens te verwijderen en direct melding te maken bij security@anteagroup.nl. Derden, zij die niet geadresseerd zijn, kunnen geen rechten aan dit rapport ontleen, tenzij na schriftelijke toestemming door Antea Group.

Over Antea Group

Antea Group is het thuis van 1500 trotse ingenieurs en adviseurs. Samen bouwen wij elke dag aan een veilige, gezonde en toekomstbestendige leefomgeving. Je vindt bij ons de allerbeste vakspecialisten van Nederland, maar ook innovatieve oplossingen op het gebied van data, sensing en IT. Hiermee dragen wij bij aan de ontwikkeling van infra, woonwijken of waterwerken. Maar ook aan vraagstukken rondom klimaatadaptatie, energietransitie en de vervangingsopgave. Van onderzoek tot ontwerp, van realisatie tot beheer: voor elke opgave brengen wij de juiste kennis aan tafel. Wij denken kritisch mee en altijd vanuit de mindset om samen voor het beste resultaat te gaan. Op deze manier anticiperen wij op de vragen van vandaag en de oplossingen voor morgen. Al 70 jaar.

Contactgegevens

www.anteagroup.nl

Copyright © 2022

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar worden gemaakt door middel van druk, fotokopie, elektronisch of op welke wijze dan ook, zonder schriftelijke toestemming van de auteurs.

D.2 Stabiliteitsberekeningen mast 1103 en 1159



Geotechnische analyse

Mast 1103 en 1159

projectnummer 0474419.100
definitief revisie 1.0
25 februari 2022

Meridian nummer TenneT:
002.678.00 0999035

Geotechnische analyse

Mast 1103 en 1159

projectnummer 0474419.100
documentnummer 002.678.00.0999035 (Meridian)
definitief revisie 1.0
25 februari 2022

Auteurs

[REDACTED]

Opdrachtgever

TenneT TSO B.V.
Utrechtseweg 310
6812 AR ARNHEM

Gecontroleerd:

[REDACTED]

datum
25 februari 2022

beschrijving
definitief

vrijgave

[REDACTED]

Inhoudsopgave

Blz.

1	Inleiding	1
1.1	Aanleiding	1
1.2	Doel	2
1.3	Leeswijzer	2
1.4	Revisie overzicht	2
2	Projectomschrijving	3
2.1	Locatie omschrijving	3
2.2	Aanwezige bestaande functies	5
2.3	Voorgenomen werkzaamheden	5
2.3.1	Type fundering	6
2.3.2	Projectfasering	7
2.3.3	Terreininrichting	7
2.4	Te beschouwen fasen	8
3	Situatie beschrijving	9
3.1	Maaiveldhoogte en locatie masten	9
3.1.1	Mast 1103	9
3.1.2	Mast 1159	10
3.2	Bodemopbouw	11
3.2.1	Mast 1103	11
3.2.2	Mast 1159	11
4	Beoordeling effecten op functies	13
4.1	Invloed van de voorgenomen werkzaamheden op de waterkering	13
4.1.1	Algemeen	13
4.1.2	Bouwfase	13
4.1.3	Gebruiksfase	18
5	Conclusie	19

Bijlage 1 Overzichtskaart locatie masten

Bijlage 2 Leggerkaarten

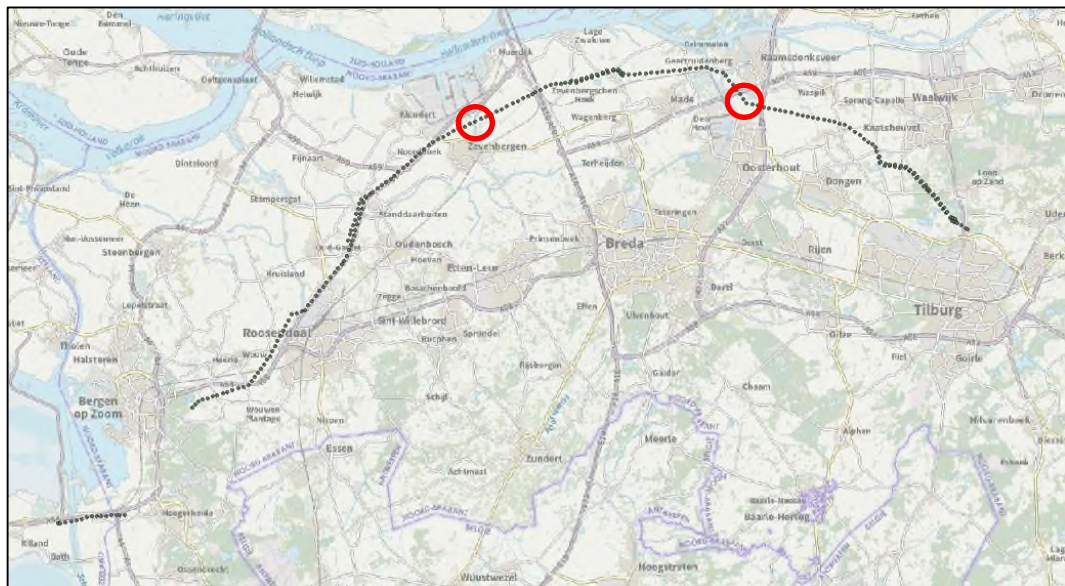
1 Inleiding

1.1 Aanleiding

In opdracht van Tennet heeft Antea Group dit analysedocument opgesteld. Dit betreft de analyse van het aanbrengen hoogspanningsmasten nabij waterkeringen voor het project Zuid-West 380KV Oost verbindingen.

TenneT is bezig met het project Zuid-West 380KV Oost verbindingen (ZWO). Binnen dit project dienen delen van bestaande 380 kV lijnen verlegd te worden en/of masten van bestaande 380 kV lijnen aangepast te worden om ruimte te maken voor de nieuw te realiseren verbinding Zuid-West Oost (zie Figuur 1-1). Daarbij zijn diverse hoogspanningsmasten voorgenomen op locaties of nabij locaties die ook andere functies hebben. Voorbeelden hiervan zijn primaire keringen, regionale keringen, snelwegen, zandwoningen en/of percelen van derden. De aanleg van de hoogspanningsmasten kan invloed hebben op deze objecten en visa versa.

Binnen het tracéontwerp is getracht de locaties van de masten op dusdanige wijze te positioneren dat deze zo min mogelijk raakvlakken hebben met de waterkeringen. Een van de overwegingen is de aanwezigheid van bestaande masten. Op de geplande locaties zijn in de nabijheid reeds hoogspanningsmasten aanwezig, de nieuwe hoogspanningsmasten zijn vergelijkbaar ingepast als de bestaande masten.



Figuur 1-1: Locaties van de masten voor het project Zuid-West 380KV Oost (ZWO) en de scope van deze rapportage.

1.2 Doel

Het doel van deze rapportage is aan te tonen dat de voorgenomen ontwikkelingen van TenneT geen negatieve invloed hebben op de andere functies op deze locatie.

Deze rapportage betreft de volgende objecten:

- Mast 1103.
X-coördinaat: 101.150
Y-coördinaat: 408.633
- Mast 1159.
X-coördinaat: 118.909
Y-coördinaat: 409.825

Deze rapportage betreft de invloed op de volgende functies:

- Regionale kering: GZN01123
Beheerder: Waterschap Brabantse Delta.
- Regionale kering: GZN01577
Beheerder: Waterschap Brabantse Delta.
- Rivier: Roode Vaart.
Beheerder: Waterschap Brabantse Delta.

1.3 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 beschrijft de omschrijving van het project, hoofdstuk 3 beschrijft de situatie van de masten i.r.t. de omgeving, hoofdstuk 4 geeft de beoordeling van de effecten op de functie van de kering, gevolgd door de conclusie.

1.4 Revisie overzicht

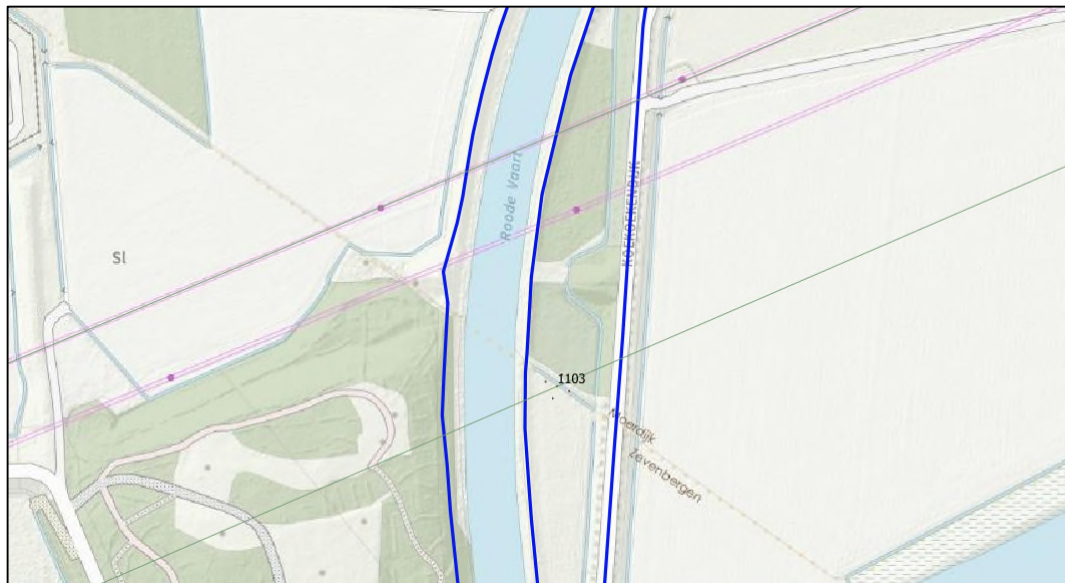
Tabel 2-1: Revisieoverzicht

Revisienummer	Datum	Wijzigingen
1A	11-02-2022	Concept
1.0	25-02-2022	Definitief

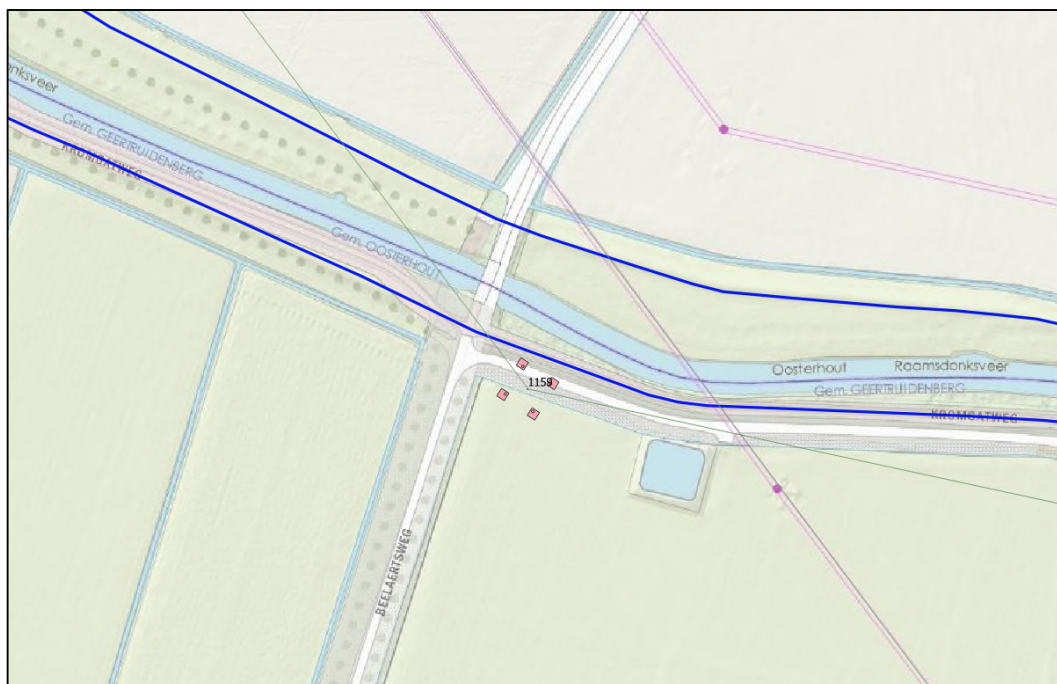
2 Projectomschrijving

2.1 Locatie omschrijving

De locatie betreft de mast 1103 en 1159. De locaties hiervan zijn weergegeven in Figuur 2-2 en Figuur 2-2. Foto van de locatie is in Figuur 2-4 weergegeven. In bijlage 1 is de locatie in detail weergegeven. De leggerkaarten met hierop beschermingszones zijn in bijlage 2 toegevoegd. Nabij de geplande masten is een bestaand hoogspanningstracé aanwezig (roze lijn in Figuur 2-1 en Figuur 2-2). Deze masten zijn ook te zien in de locatiefoto van mast 1103 (Figuur 2-3).



Figuur 2-1: Locaties van de mast 1103 (Fundatievoeten op schaal) i.r.t.de regionale waterkering (blauwe lijn).



Figuur 2-2: Locaties van de mast 1159 (Fundatievoeten op schaal) i.r.t.de regionale waterkering (blauwe lijn).



Figuur 2-3: Foto van de locatie van mast 1103 (bron: cyclomedia).



Figuur 2-4: Foto van de locatie van mast 1159 (bron: cyclomedia).

2.2 Aanwezige bestaande functies

De locatie heeft de volgende functies:

- Regionale kering
Beheerder: Brabantse Delta.
- Rivier: Roode Vaart.
Beheerder: Brabantse Delta.

De eigenschappen van deze functies zijn vastgelegd in de legger. De legger is geraadpleegd van de volgende bronnen:

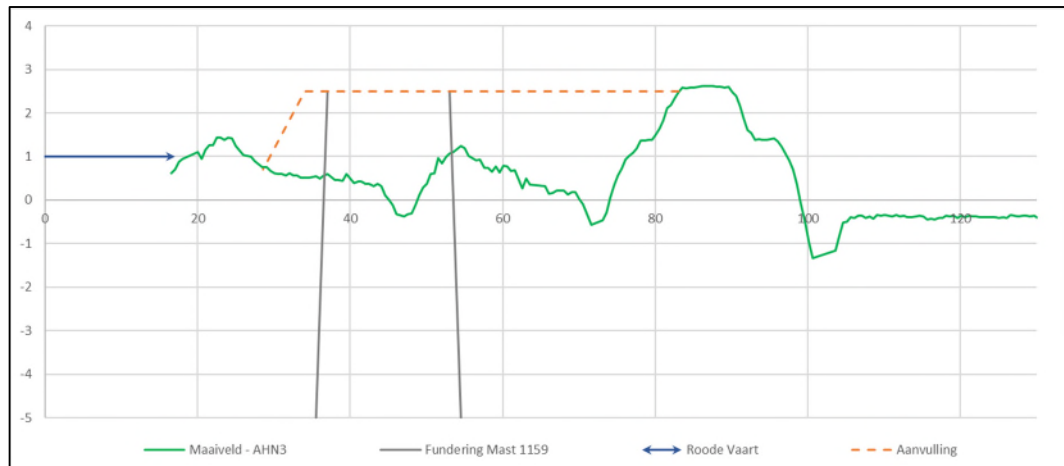
- Leggerkaart Brabantse Delta – 2021 (Waterschap Brabantse Delta, 2022)

Uit deze gegevens komen de volgende conclusies naar voren:

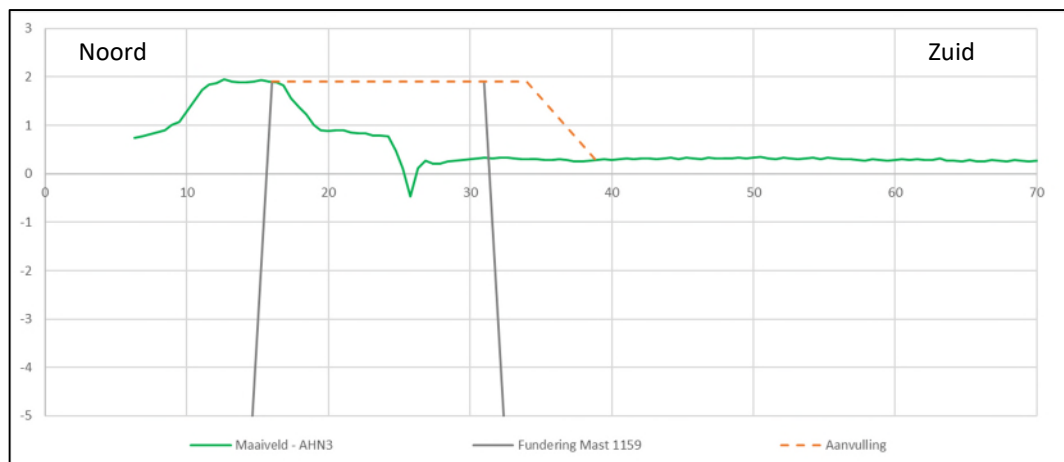
- Legger Brabantse Delta – 2021
Het werkterrein en de funderingen van Mast 1103 1159 ligt binnen de beschermingszone van de regionale keringen.

2.3 Voorgenomen werkzaamheden

De werkzaamheden t.b.v. de installatie van de nieuwe masten wordt vanaf maaiveld uitgevoerd, waarbij geen ontgravingen worden uitgevoerd (behalve het tijdelijk verwijderen van een eventuele leeflaag). Grondwerk is voorzien door de kruin te verbreden, bij mast 1103 aan de buitenzijde, bij mast 1159 aan de binnenzijde, zodat er ter hoogte van de fundering van de mast een vlak maaiveld ontstaat. Dit is schematisch gepresenteerd in Figuur 2-5 en Figuur 2-6.



Figuur 2-5: Geplande ophoging nabij mast 1103.



Figuur 2-6: Geplande ophoging nabij mast 1159.

Bij tijdelijke werkzaamheden, zoals een bouwweg en de werkstrook, worden eventuele schades hersteld. Daarbij valt te denken aan schade aan derden in verband met gedeerde inkomsten, of schade aan de grasmat of het opnieuw planten van gekapte bomen.

2.3.1 Type fundering

TenneT hanteert als funderingswijze schroefinjectiepalen. Een schroefinjectiepaal is een stalen buispaal, die omhuld is met verhard cementgrout (zie ook). De belangrijkste eigenschappen als volgt:

- De methodiek is trillingsvrij.
- De methodiek is grondverdringend.
- De palen kunnen vanaf maaiveld aangebracht worden, zonder verdere ontgraving.
- Er is geen risico op kwel door het gebruik van overdruk.
- Na verharding beschermt het cementgrout de stalen buis tegen corrosie.

Een grondverdringende paal voegt materiaal in de grond toe, wat versterkt wordt door de toevoeging van grout. Hierdoor zal de dichtheid van de grond toenemen, waardoor er geen kwelwegen kunnen ontstaan. Meer technische achtergrond is te vinden in het "Handboek funderingen" (SBRCUR, 1995).

2.3.2 Projectfasering

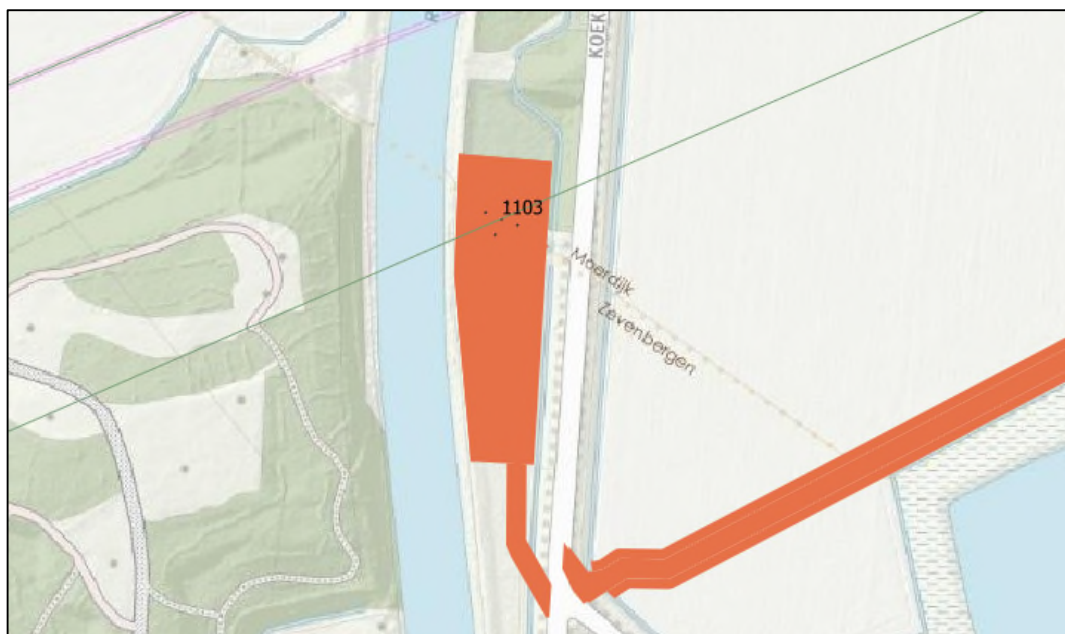
In hoofdlijnen bestaat het project uit de volgende fasen:

- | | |
|--|----------------------------|
| • Inrichting van het bouwterrein. | Doorlooptijd 1-2 weken. |
| • Opbouwen mast. | Doorlooptijd 1 maand. |
| • Overige masten in het tracé plaatsen.
(<i>Geen werkzaamheden nabij de waterkering.</i>) | Doorlooptijd 1-12 maanden. |
| • Aanbrengen geleiders over het tracé. | Doorlooptijd 1 maand. |
| • Verwijderen bouwterrein, herstellen bekleding. | Doorlooptijd 2 weken. |

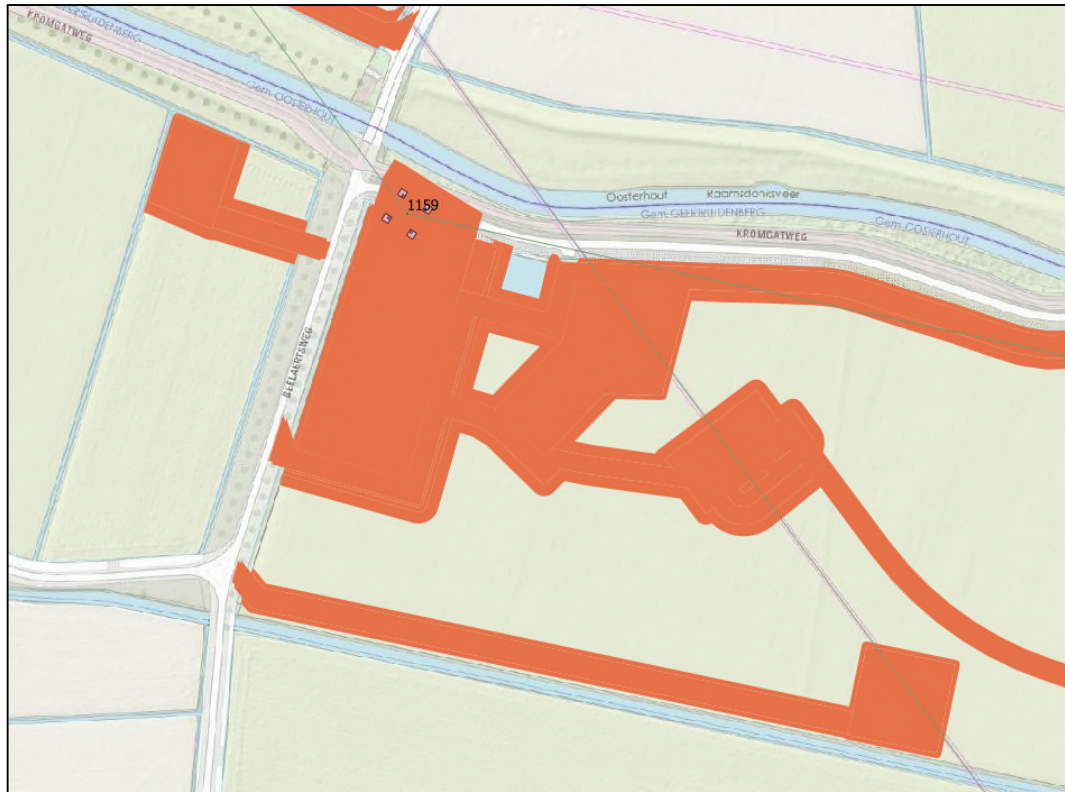
Bovengenoemde planning is indicatief en hangt van de beschikbaarheid van materieel, weersomstandigheden en dergelijke.

2.3.3 Terreininrichting

Voor de bouw van de mast wordt een werkterrein ingericht dat op de bestaande infrastructuur. Ook is een werkterrein waar een kraan zich kan opstellen en de bouwmaterialen kortstondig gestald worden voorzien. Het bovenaanzicht van de werkterreinen is gepresenteerd in Figuur 2-7 en Figuur 2-8.



Figuur 2-7: Locaties van het werkterrein in oranje en mast 1103.



Figuur 2-8: Locaties van het werkterrein in oranje en mast 1159.

2.4 Te beschouwen fasen

In de beoordeling van de effecten van de mast en de bijbehorende werkzaamheden op de functionaliteit van de waterkering worden de volgende fasen onderscheiden:

- **Bouwfase**
Deze fase betreft de realisatie van alle onderdelen. Waaronder het aanbrengen van de palen bij de fundering, maken van werkweg en bouwterrein. Deze fase bestaat uit twee delen. Eerst wordt de mast gedurende enkele weken opgebouwd, waarna in een later stadium de geleiders gemonteerd worden.
- **Gebruiksfase**
In deze fase is de mast operationeel.

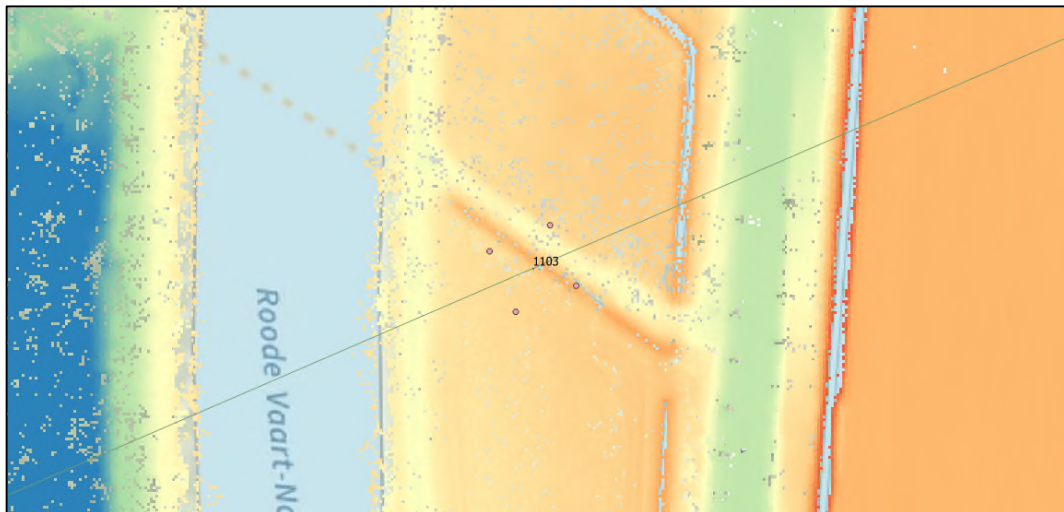
3 Situatie beschrijving

3.1 Maaiveldhoogte en locatie masten

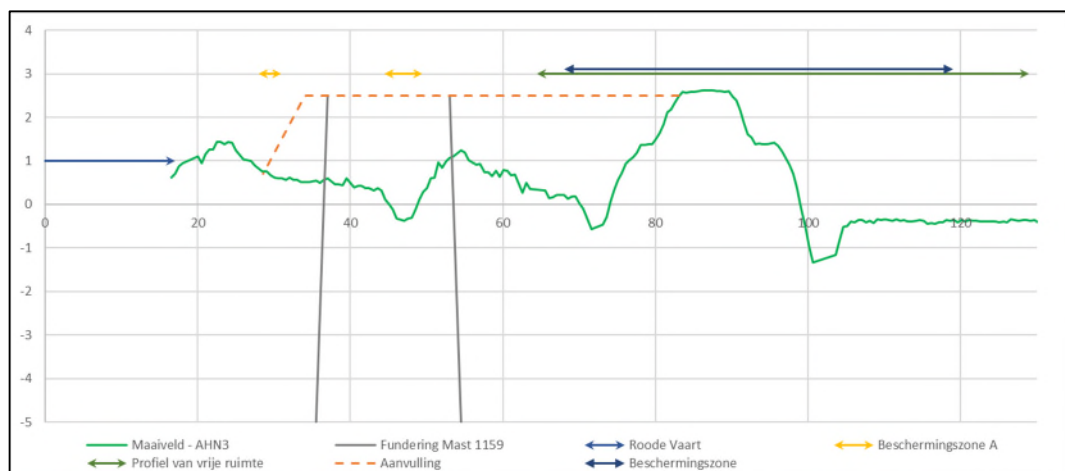
3.1.1 Mast 1103

In Figuur 3-1 is een uitsnede van AHN3 ter hoogte van mast 1103 gepresenteerd, gevolgd door een dwarsdoorsnede in Figuur 3-2.

Het maaiveld bij hoogspanningsmast 1103 varieert tussen de NAP -0,50 m en NAP +1,00 m, waarbij twee funderingsvoeten zich in het voorland van de dijk bevinden. Inpassing rondom de dijk vraagt aandacht en is uitgewerkt in paragraaf 4.1.2.



Figuur 3-1: Uitsnede uit AHN3, ter hoogte van mast 1159.

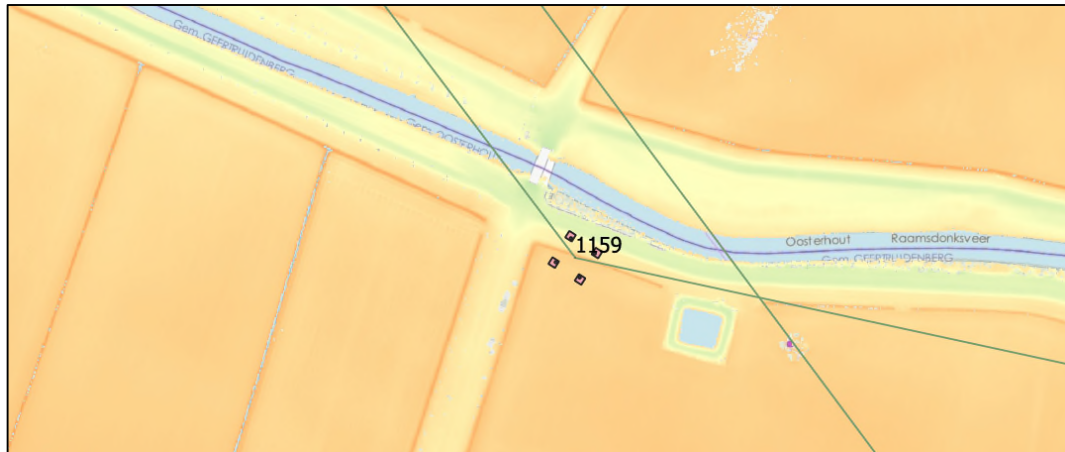


Figuur 3-2: Dwarsdoorsnede dijklichaam i.r.t. de positie van de masten.

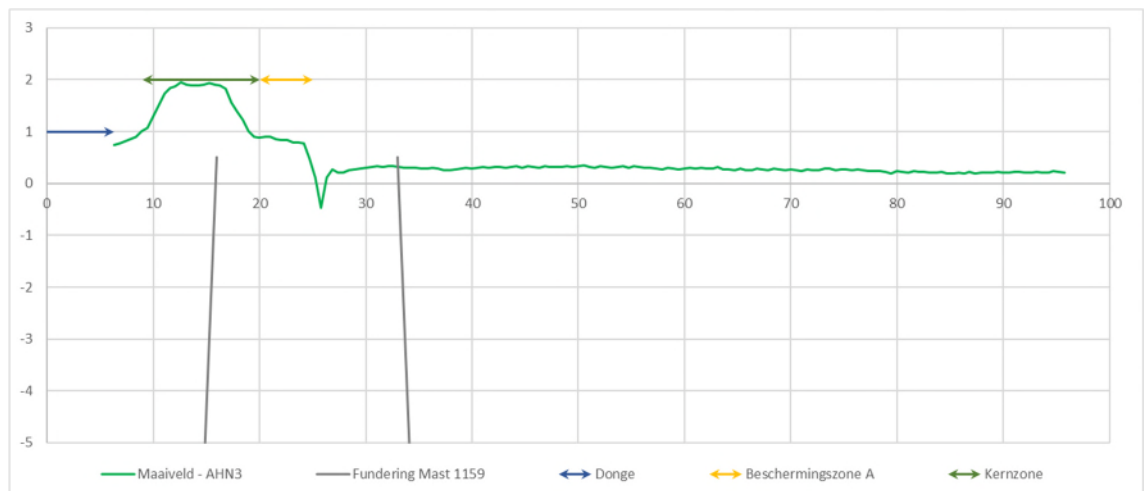
3.1.2 Mast 1159

In Figuur 3-3 is een uitsnede van AHN3 ter hoogte van mast 1159 gepresenteerd, gevolgd door een dwarsdoorsnede in Figuur 3-4.

Het maaiveld bij hoogspanningsmast 1159 bevindt zich op NAP +0,50 m, waarbij twee funderingsvoeten zich in de dijk zelf bevinden, en twee in het achterland. Inpassing rondom de dijk vraagt aandacht en is uitgewerkt in paragraaf 4.1.2.



Figuur 3-3: Uitsnede uit AHN3, ter hoogte van mast 1159.



Figuur 3-4: Dwarsdoorsnede dijklichaam i.r.t. de positie van de masten.

3.2 Bodemopbouw

3.2.1 Mast 1103

De bodemopbouw is bepaald op basis van twee bronnen:

- Bodemkaart.
- Dinoloket.

Bodemkaart

De bodemkaart geeft een beeld van de bovenste 1,2 m van de bodem. Deze geeft aan dat ter plaatse van mast 1103 bodemopbouw met lichte klei aanwezig is (Mn35A).

Dinoloket

In dinoloket is grondonderzoek opgenomen. Dit grondonderzoek omvat een grotere diepte dan de bodemkaart. Het volgende onderzoekspunten zijn geraadpleegd:

- B44C0638.

Dit is het enige onderzoekspunten op een afstand van ca. 100 m vanaf mast 1159. Dit onderzoekspunt geeft de volgende bodemopbouw:

- Klei vanaf maaiveld tot ca. NAP -1,5 m.
- Zand vanaf NAP -1,5 m tot NAP -4,5 m.
- Klei vanaf vanaf NAP -1,5 m tot verkende diepte.

REGIS en onderzoekspunten op verdere afstand geven een vergelijkbaar beeld, behoudens de zandlaag tussen NAP -1,5 m en NAP -4,5 m. De holocene deklaag heeft een dikte heeft van ca. 5 tot 6 meter. Aangenomen is dat het dijklichaam zelf is opgebouwd uit klei.

Als maatgevende grondopbouw is het volgende aangehouden:

- Klei vanaf maaiveld tot ca. NAP -1,5 m.
- Veenvanaf NAP -1,5 m tot NAP -4,5 m.
- Klei vanaf vanaf NAP -1,5 m tot verkende diepte.

3.2.2 Mast 1159

De bodemopbouw is bepaald op basis van twee bronnen:

- Bodemkaart.
- Dinoloket.

Bodemkaart

De bodemkaart geeft een beeld van de bovenste 1,2 m van de bodem. Deze geeft aan dat ter plaatse van mast 1159 bodemopbouw met lichte klei aanwezig is (Mn35A).

Dinoloket

In dinoloket is grondonderzoek opgenomen. Dit grondonderzoek omvat een grotere diepte dan de bodemkaart. De volgende onderzoekspunten zijn geraadpleegd:

- BHR00000006622.

Dit is het enige onderzoekspunten op een afstand van ca. 100 m vanaf mast 1159. Dit onderzoekspunt geeft de volgende bodemopbouw:

- Klei vanaf maaiveld tot ca. NAP -1,6 m.
- Pleistoceen zand vanaf NAP -1,6 m tot de verkende diepte.

REGIS en onderzoekspunten op verdere afstand geven een vergelijkbaar beeld. Aangenomen is dat het dijklichaam zelf is opgebouwd uit klei.

4 Beoordeling effecten op functies

4.1 Invloed van de voorgenomen werkzaamheden op de waterkering

4.1.1 Algemeen

Bij waterkeringen gaat aandacht uit naar effecten op geotechnische faalmechanismen, zoals taludstabiliteit of piping. Aandacht is gegeven aan deze faalmechanismen.

4.1.2 Bouwfase

Mast 1103

In de bouwfase worden werkzaamheden uitgevoerd. Daarbij wordt gebruik gemaakt van werkverkeer. Dit werkverkeer verplaatst zich over het werkterrein. De locatie van dit werkterrein is weergegeven in paragraaf 2.3.3. Te zien is het werkterrein zich vrijwel geheel bevindt aan de buitenzijde van de dijk. De grondaanvulling voor het gelijke maaiveld onder de fundering van de mast is beschouwd aan het einde van deze paragraaf.

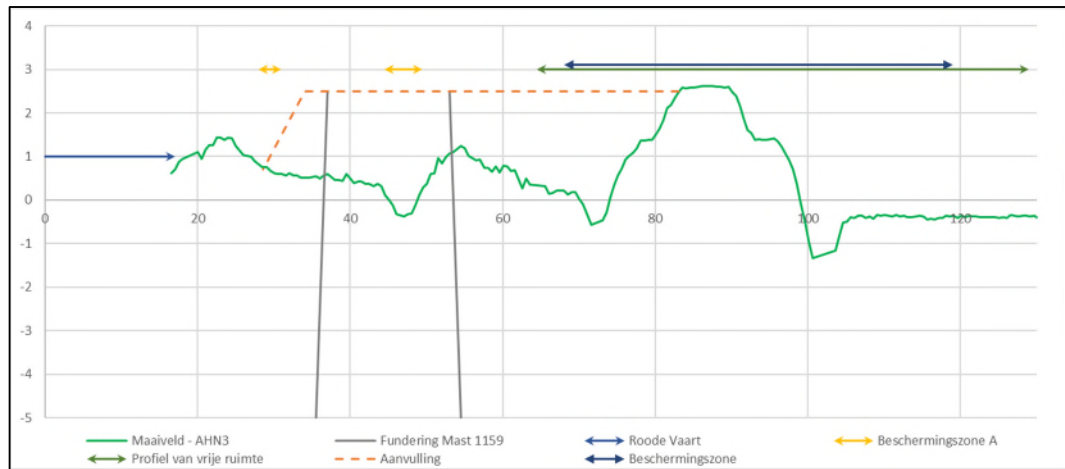
Tijdelijke werkzaamheden betreffen percelen van Brabantse Delta. TenneT treedt met deze derden in gesprek en maakt afspraken over de werkzaamheden en oplevering van het terrein na de werkzaamheden. Uitgangspunt is dat eventuele schades, zoals herstel ter plaatse van de werkweg worden hersteld.

De voorgenomen uitvoeringswijze betreft trillingsvrij. Er worden in de uitvoeringsfase geen ontgravingen of bemalingen gedaan. Er worden derhalve geen effecten als gevolg van de uitvoeringswijze verwacht.

Stabiliteitsberekening aanvulling

Er is een aanvulling aan de buitenzijde van het dijklichaam voorzien, zoals schematisch gepresenteerd in Figuur 4-3. Het uitgangspunt is een ophoging gelijk aan de kruinhoogte (NAP +2,50 m), met ca. 2 meter extra werkruimte aan de buitenzijde t.o.v. de fundering. Als ophoogmateriaal is een klei gekozen met vergelijkbare eigenschappen als de kern van de dijk. De ophoging wordt begrenst met een talud met een helling van 1:3.

Tijdens de bouwfase is gerekend met een gelijkmatig verdeelde bovenbelasting van 25 kN/m² over de gehele ophoging. In de eindfase is deze belasting niet aanwezig, omdat de mast op palen is gefundeerd. Belasting t.g.v. onderhoudsverkeer in de gebruiksfase is niet plausibel, omdat de maatgevende weersomstandigheden werken op hoogte uitsluiten.



Figuur 4-1: Schematische tekening van de geplande aanvulling.

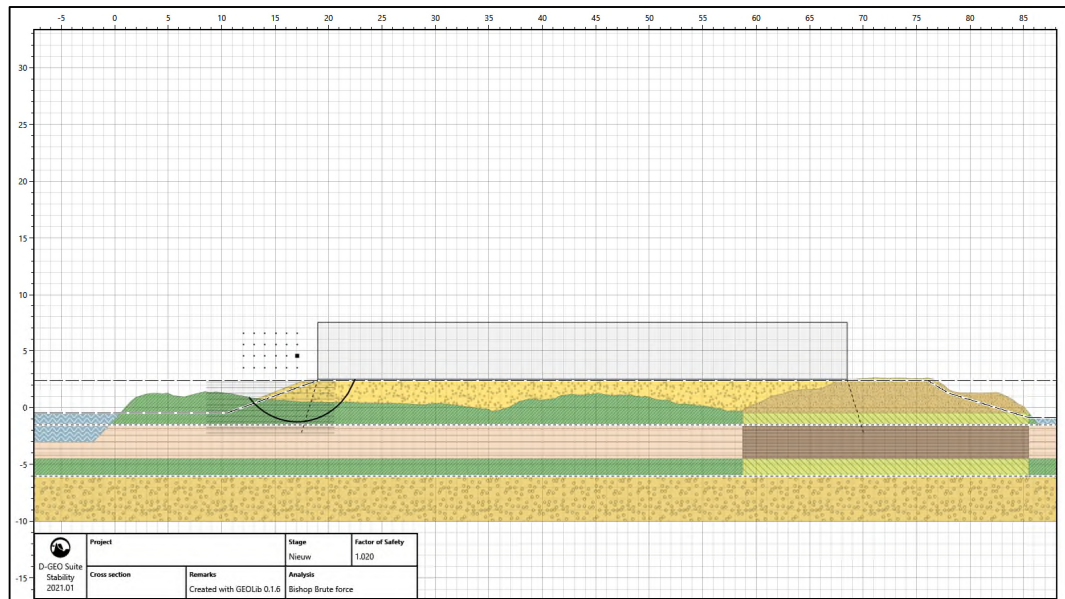
In Tabel 4-2 zijn de aangehouden sterkteparameters weergegeven, deze zijn gebaseerd dijkversterking “Mark-Dintel-Vliet” (Antea Group, 2021).

Tabel 4-1 Karakteristieke- en rekenwaarden voor sterkte-eigenschappen

Grondsoort	Locatie	γ_n / γ_s [kN/m ³]	c_{kar} [kN/m ²]	Φ'_{kar} [°]	c_d [kN/m ²]	Φ'_d [°]
Veen	Kruin	10,0	2,3	32,1	1,70	28,61
	Teen	10,0	1,9	32,1	1,41	28,61
Klei, humeus	Kruin	14,1	-	30,7	-	27,31
	Teen	14,1	-	30,7	-	27,31
Ophoogmateriaal	-	18,0	-	32	-	28,52
Klei, dijksmateriaal	Kruin	19,1	-	32	-	28,52
Zand	Alles	18/20	-	30	-	25,7

De maatgevende situatie voor het buitentalud is een snelle daling van de buitenwaterstand. Uit Figuur 2-3 blijkt dat onder dagelijkse omstandigheden het voorland van de kering droog ligt. Het toetspeil van de Roode vaart is onbekend. Op conservatieve wijze is dit aangenomen op 0,10 m onder de kruinhoogte van het dijklichaam. Gezien het formaat van de Roode Vaart is de stijghoogte in maatgevende situaties gelijk gesteld aan toetspeil.

In de toekomstige situatie, met een 1:3 talud aan de binnenzijde is de stabiliteitsfactor 1,02 (zie Figuur 4-2). Dit is een glijvlak in het talud van de aanvulling, die gezien de afstand tot het dijklichaam geen invloed heeft op de dijkveiligheid. In de gebruiksfase zal de stabiliteitsfactor hoger zijn, omdat de bouwbelasting dan afwezig is.



Figuur 4-2: Stabiliteit van het talud van de aanvulling in de bouwfase ($SF=1,02$).

Mast 1159

In de bouwfase worden werkzaamheden uitgevoerd. Daarbij wordt gebruik gemaakt van werkverkeer. Dit werkverkeer verplaatst zich over het werkkerrein. De locatie van dit werkkerrein is weergegeven in paragraaf 2.3.3. Te zien is het werkkerrein zich vrijwel geheel bevindt aan de polderzijde van de dijk. De grondaanvulling voor het gelijke maaiveld onder de fundering van de mast in beschouwd aan het einde van deze paragraaf.

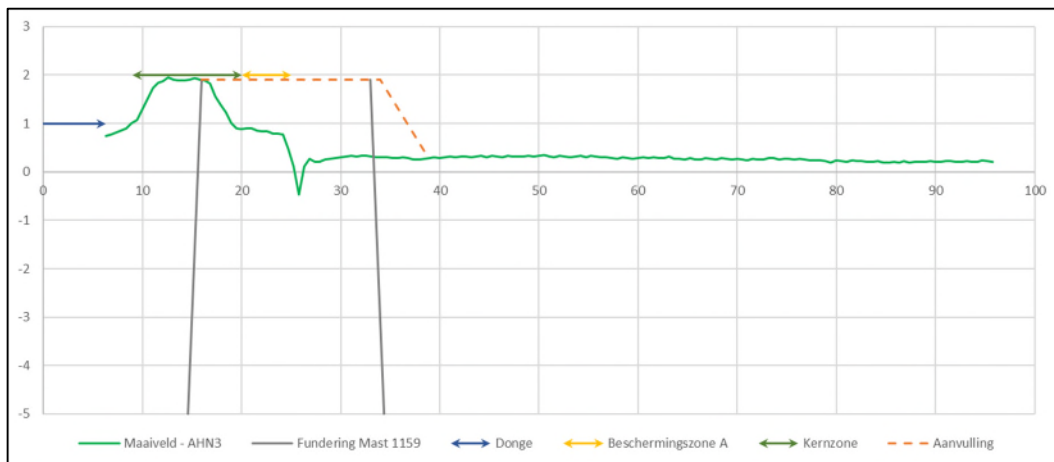
Tijdelijke werkzaamheden betreffen percelen van Brabantse Delta. TenneT treedt met deze derden in gesprek en maakt afspraken over de werkzaamheden en oplevering van het terrein na de werkzaamheden. Uitgangspunt is dat eventuele schades, zoals herstel ter plaatse van de werkweg worden hersteld.

De voorgenomen uitvoeringswijze betreft trillingsvrij. Er worden in de uitvoeringsfase geen ontgravingen of bemalingen gedaan. Er worden derhalve geen effecten als gevolg van de uitvoeringswijze verwacht.

Stabiliteitsberekening aanvulling

Er is een aanvulling aan de binnenzijde van het dijklichaam voorzien, zoals schematisch gepresenteerd in Figuur 4-3. Het uitgangspunt is een ophoging gelijk aan de kruinhoogte (NAP +1,90 m), met ca. 2 meter extra werkruimte aan de binnenzijde t.o.v. de fundering. Als ophoogmateriaal is een klei gekozen met vergelijkbare eigenschappen als de kern van de dijk. De ophoging wordt begrensd met een talud met een helling van 1:3.

Tijdens de bouwfase is gerekend met een gelijkmatig verdeelde bovenbelasting van 25 kN/m^2 over de gehele ophoging. In de eindfase is deze belasting niet aanwezig, omdat de mast op palen is gefundeerd. Belasting t.g.v. onderhoudsverkeer in de gebruiksfase is niet plausibel, omdat de maatgevende weersomstandigheden werken op hoogte uitsluiten.



Figuur 4-3: Schematische tekening van de geplande aanvulling.

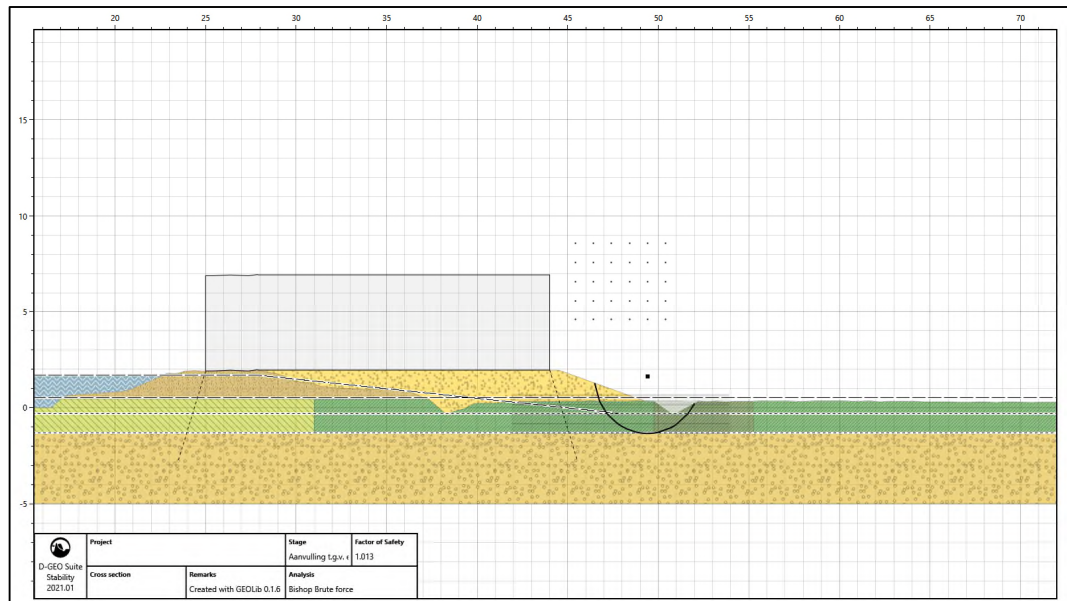
In Tabel 4-2 zijn de aangehouden sterkteparameters weergegeven, deze zijn gebaseerd dijkversterking “Mark-Dintel-Vliet” (Antea Group, 2021).

Tabel 4-2 Karakteristieke- en rekenwaarden voor sterkte-eigenschappen

Grondsoort	Locatie	γ_n / γ_s [kN/m ³]	c_{kar} [kN/m ²]	ϕ'_{kar} [°]	c_d [kN/m ²]	ϕ'_d [°]
Klei, humeus	Kruin	14,1	-	30,7	-	27,31
	Teen	14,1	-	30,7	-	27,31
Ophoogmateriaal	-	18,0	-	32	-	28,52
Klei, dijksmateriaal	Kruin	19,1	-	32	-	28,52
Zand	Alles	18/20	-	30	-	25,7

Het streefpeil is NAP -0,65 m (Waterschap Brabantse Delta, 2018). Het toetspeil is niet bekend. Op conservatieve wijze is dit aangenomen op 0,10 m onder de kruinhoogte van het dijklichaam. Conform de meest conservatieve schematisatie uit de (TAW, 2004) is het toetspeil doorgetrokken tot de binnenkruin. De stijghoogte in maatgevende situaties is aangenomen op NAP +0,50 m, 0,50 m boven de normale stijghoogte (Geologische Dienst Nederland, 2022).

In de toekomstige situatie, met een 1:3 talud aan de binnenzijde is de stabiliteitsfactor 1,01 (zie Figuur 4-4). Dit is een glijvlak in het talud van de aanvulling, die geen invloed heeft op de dijkveiligheid. In de gebruiksfase is de stabiliteitsfactor hoger, omdat de bouwbelasting dan afwezig is.



Figuur 4-4: Stabiliteit van het talud van de aanvulling in de bouwfase ($SF=1,01$).

4.1.3 Gebruiksfase

Mast 1159

Deze mast ligt binnen de beschermingszone van de regionale kering met kenmerk GZN01577. T.b.v. de fundering is een verhoging aangebracht, om zo een gelijk funderingsniveau te creëren. Een stabiliteitsberekening is uitgevoerd in 4.1.2 die aantoont dat de dijk voldoet aan de geëiste veiligheid.

Het faalmechanisme piping is afhankelijk van het risico op verticale kwel langs de funderingspalen. De voorgenomen palen betreffen schroefinjectiepalen. Deze grondverdringende uitvoeringswijze leidt door de groutomhulling niet tot pipingrisico's langs de palen. Er is in de gebruiksfase derhalve geen invloed op het faalmechanisme piping.

Mast 1159

Deze mast ligt binnen de beschermingszone van de regionale kering met kenmerk GZN01123. T.b.v. de fundering is een verhoging aangebracht, om zo een gelijk funderingsniveau te creëren. Een stabiliteitsberekening is uitgevoerd in 4.1.2 die aantoont dat de dijk voldoet aan de geëiste veiligheid.

Het faalmechanisme piping is afhankelijk van het risico op verticale kwel langs de funderingspalen. De voorgenomen palen betreffen schroefinjectiepalen. Deze grondverdringende uitvoeringswijze leidt door de groutomhulling niet tot pipingrisico's langs de palen. Er is in de gebruiksfase derhalve geen invloed op het faalmechanisme piping.

5 Conclusie

Voor het project Zuid-West 380KV Oost verbindingen (ZWO) dienen delen van bestaande 380 kV lijnen verlegd te worden en/of masten van bestaande 380 kV lijnen aangepast te worden om ruimte te maken voor de nieuw te realiseren verbinding Zuid-West Oost. In voorliggend rapport heeft Antea Group in opdracht van TenneT TSO een analyse gedaan van de voorgenomen werkzaamheden op de waterveiligheid van mast 1103 en mast 1159 die gedeeltelijk in de beschermingszone liggen van de regionale waterkering t.h.v. de Roode vaart en het Kromgat.

Voor deze werkzaamheden is een beschouwing gemaakt van de werkzaamheden in de realisatiefase en in de gebruiksfase. De realisatiefase omvat onder andere het bouwproces met verkeer. De gebruiksfase omvat de permanente constructie.

Op basis van de uitgevoerde beoordeling van de mogelijke effecten van de hoogspanningsmast op de waterkeringen kan worden gesteld dat tijdens het realiseren en gebruik de effecten nihil of positief zijn, door de grondaanvulling aan de buiten-/ en binnenzijde.

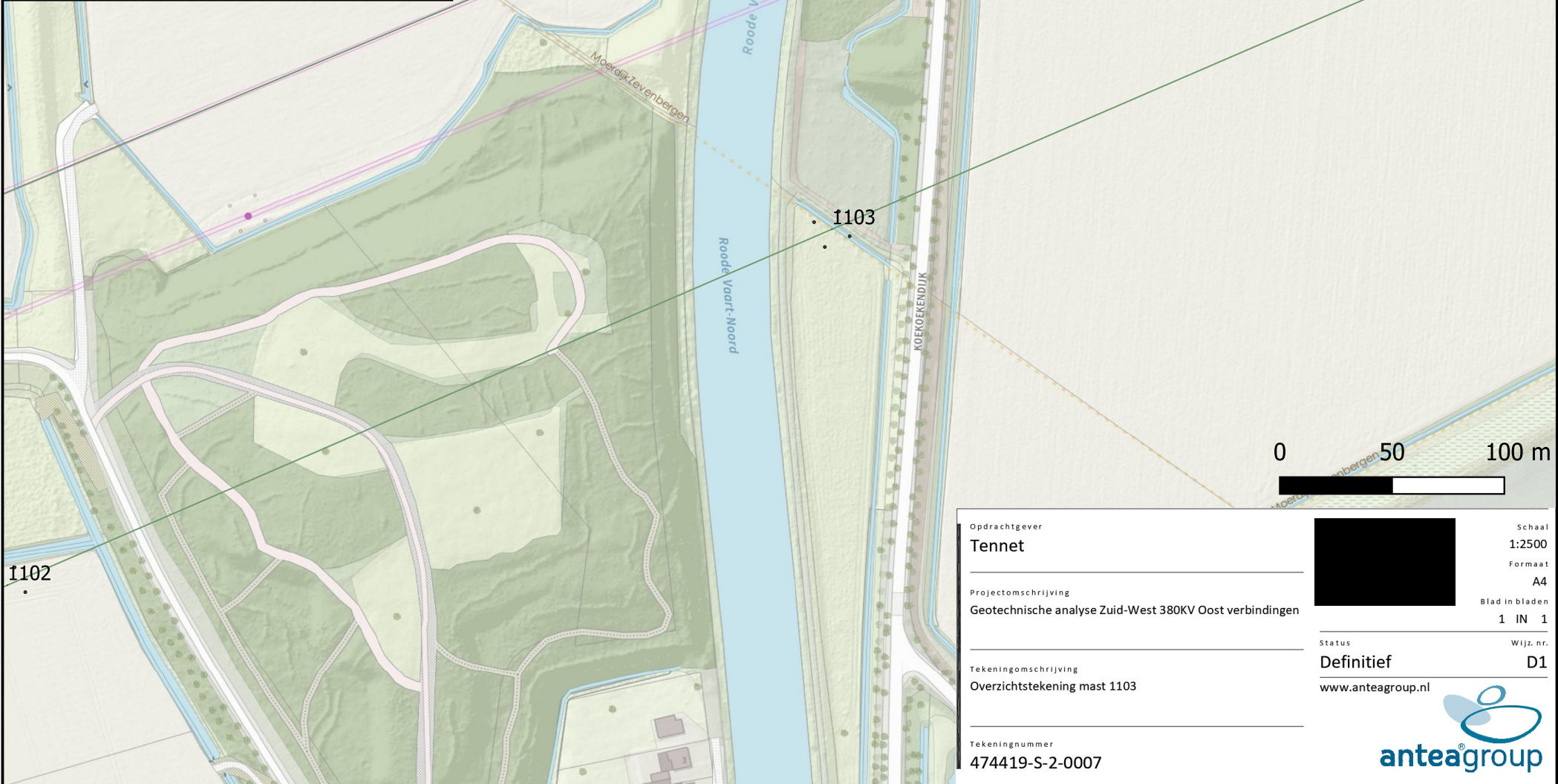
Het is aannemelijk dat in de bouwfase kleine schades ontstaan, bijvoorbeeld schade aan de grasmat door de aanleg/gebruik van de werkweg. Tennet treedt in overleg met de eigenaren van de betreffende percelen en zorgt dat eventuele schade wordt hersteld.

6 Bibliografie

- Antea Group. (2021). *Uitgangspuntennotitie versterking Mark, Dintel, Vliet*.
- Geologische Dienst Nederland. (2022, 02 10). *Grondwatertools*. Opgehaald van www.grondwatertools.nl
- Kennisplatform Risicobenadering. (2016). *Factsheet verkeersbelasting en macrostabiliteit*.
- SBRCUR. (1995). *Handboek funderingen*.
- TAW. (2004). *Technisch Rapport Waterspanningen bij dijken*.
- Waterschap Brabantse Delta. (2018). *Watersysteemanalyse beneden donge, kenmerk 18IT026828*.
- Waterschap Brabantse Delta. (2022, 01 24). *Vastgestelde legger Waterschap Brabantse Delta*. Opgehaald van [Legger Brabantse Delta: DeltaVastgestelde legger Waterschap Brabantse Delta](#)

Bijlage 1 Overzichtskaart locatie masten

Bijlage 1 Overzichtskaart locatie masten



Opdrachtgever
Tennet

Projectomschrijving
 Geotechnische analyse Zuid-West 380KV Oost verbindingen

Tekeningomschrijving
 Overzichtstekening mast 1103

Tekeningnummer
 474419-S-2-0007



Schaal
 1:2500

Formaat
 A4

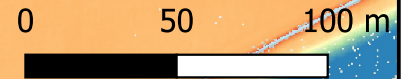
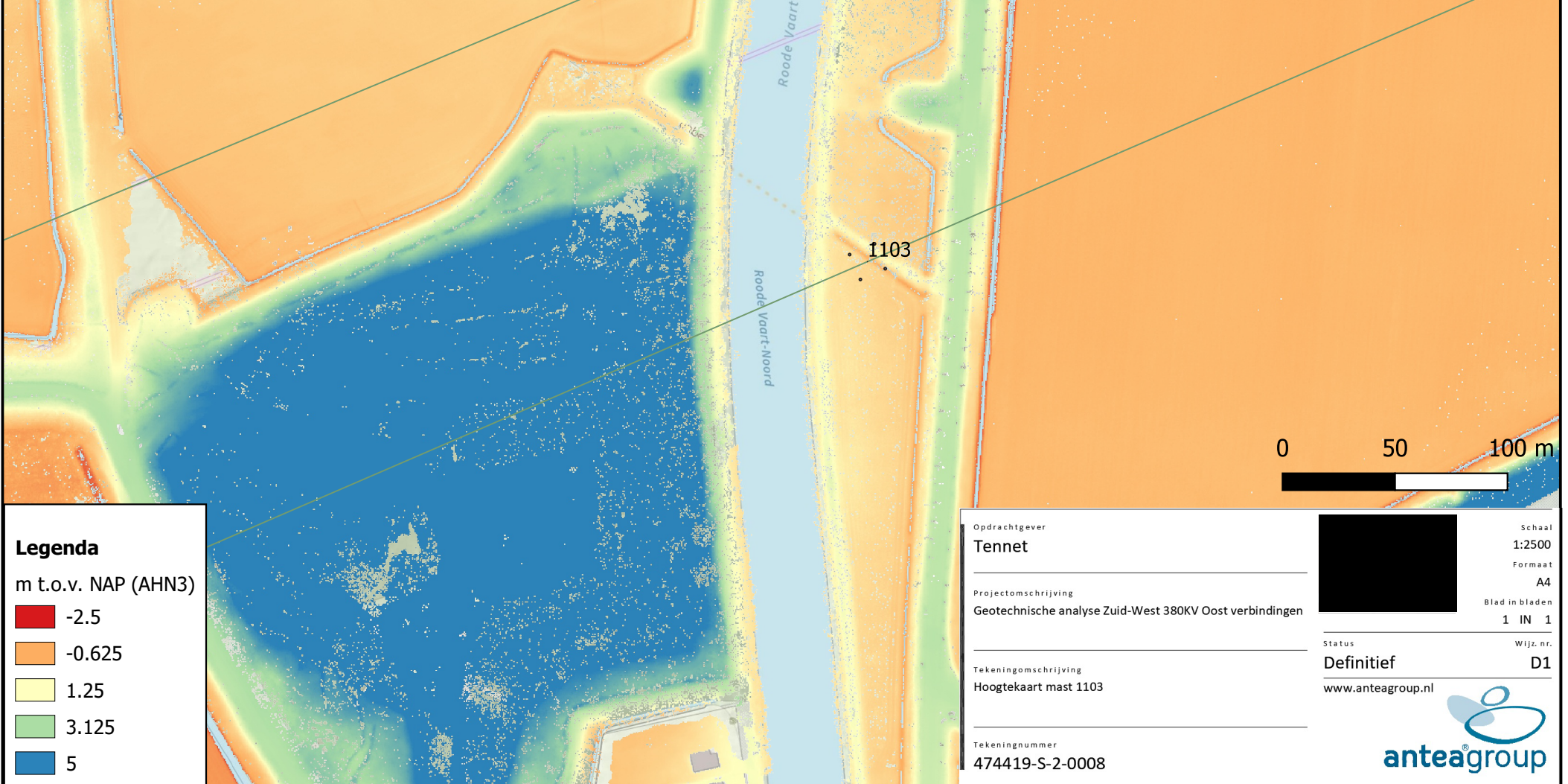
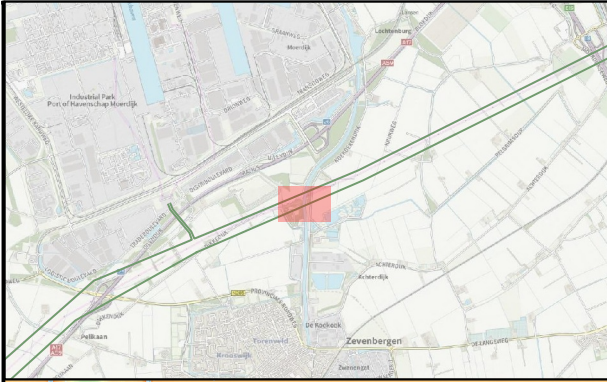
Blad in bladen
 1 IN 1

Status
Definitief

Wijz. nr.
 D1

www.anteagroup.nl





Legenda

m t.o.v. NAP (AHN3)

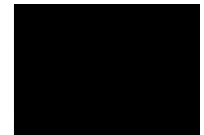
- 2.5
- 0.625
- 1.25
- 3.125
- 5

Opdrachtgever
Tennet

Projectomschrijving
 Geotechnische analyse Zuid-West 380KV Oost verbindingen

Tekeningomschrijving
 Hoogtekaart mast 1103

Tekeningnummer
 474419-S-2-0008



Schaal
 1:2500

Formaat
 A4

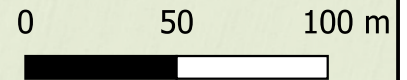
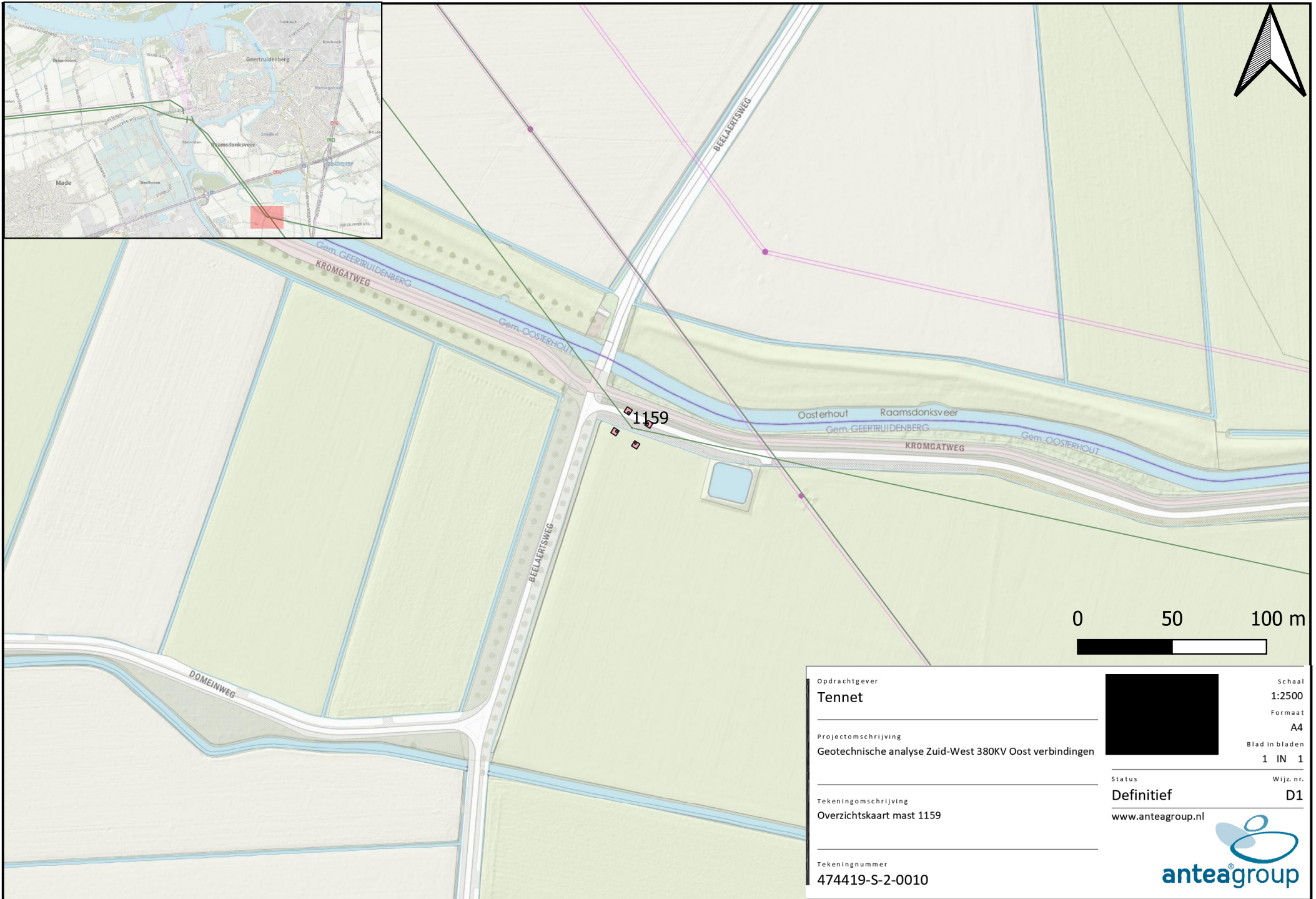
Blad in bladen
 1 IN 1

Wijz. nr.
 D1

Status
Definitief

www.anteagroup.nl





Opdrachtgever
Tennet

Projectomschrijving
 Geotechnische analyse Zuid-West 380KV Oost verbindingen

Tekeningomschrijving
 Overzichtskaat mast 1159

Tekeningnummer
 474419-S-2-0010



Status
Definitief

Wijz. nr.
 D1

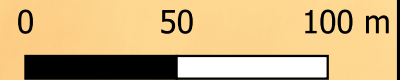
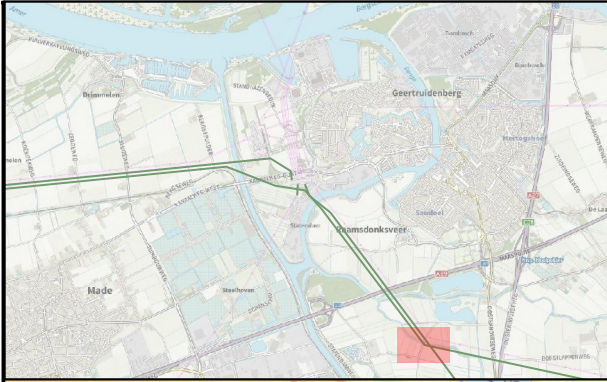
www.anteagroup.nl



Schaal
 1:2500

Formaat
 A4

Blad in bladen
 1 IN 1



Legenda
m t.o.v. NAP (AHN3)

	-2.5
	-0.625
	1.25
	3.125
	5

Opdrachtgever
Tennet

Projectomschrijving
Geotechnische analyse Zuid-West 380KV Oost verbindingen

Tekeningomschrijving
Hoogtekaart mast 1159

Tekeningnummer
474419-S-2-0011



Schaal
1:2500

Formaat
A4

Blad in bladen
IN 1

Wijz. nr.
D1

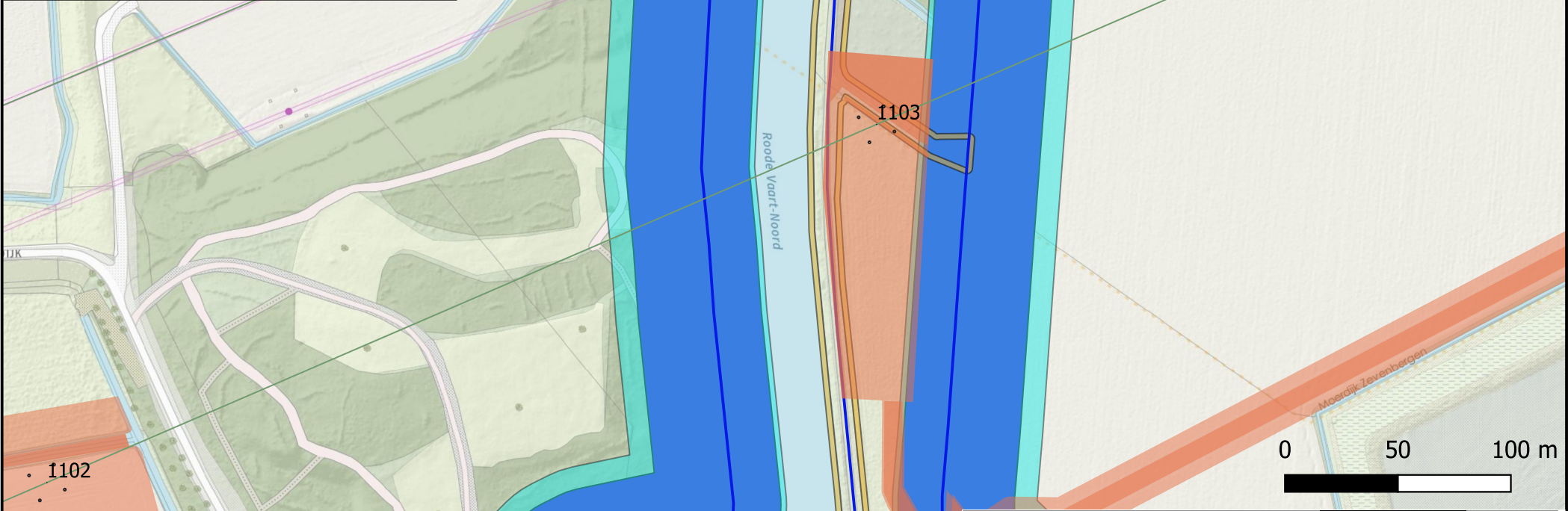
Status
Definitief

www.anteagroup.nl



Bijlage 2 Leggerkaarten

Bijlage 2 Leggerkaarten

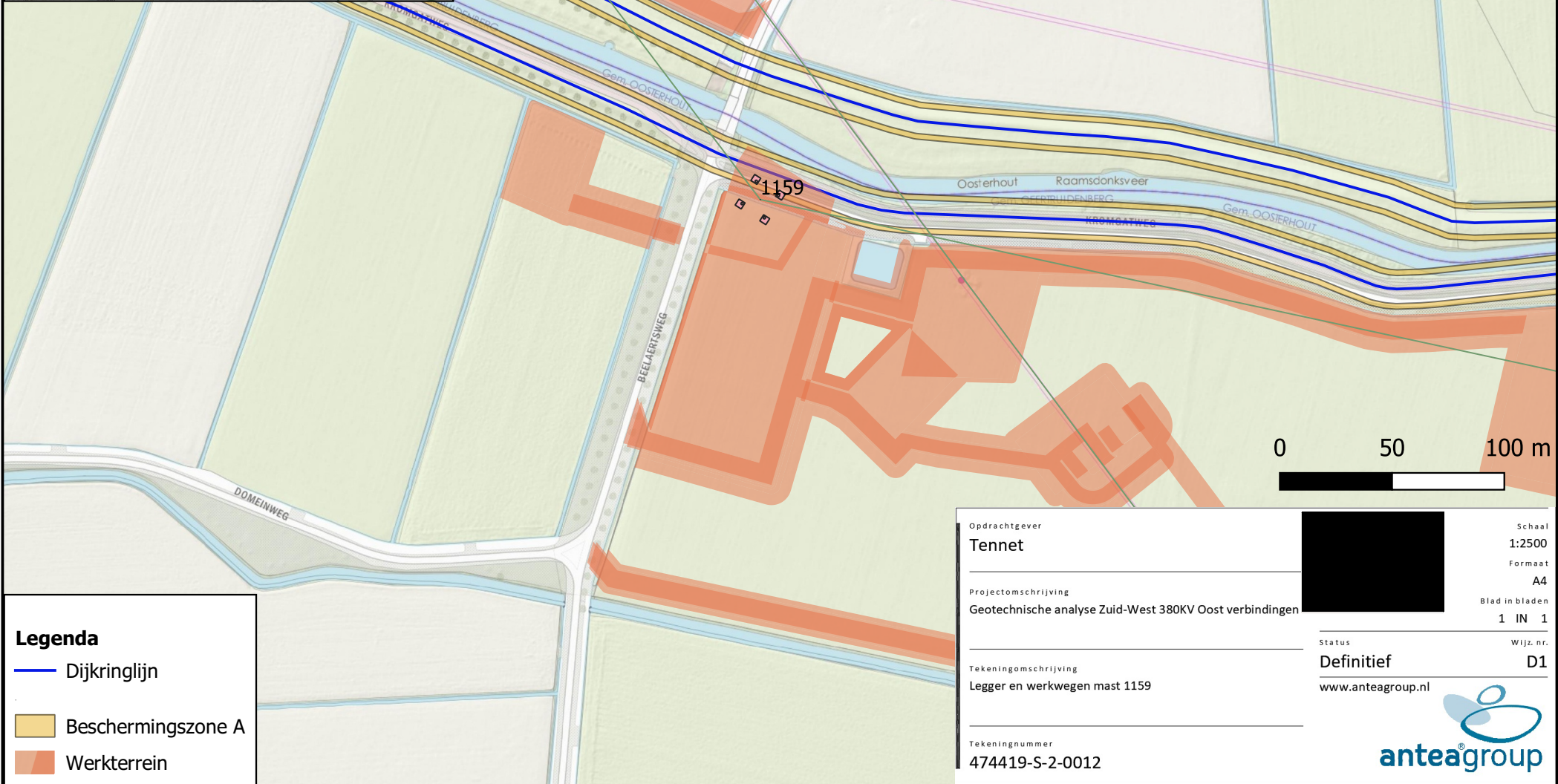


Legenda




- Dijkkringlijn
- Beschermszone A
- Profiel van vrije ruimte
- Beschermszone
- Werkterrein

<p>Opdrachtgever Tennet</p> <hr/> <p>Projectomschrijving Geotechnische analyse Zuid-West 380KV Oost verbindingen</p> <hr/> <p>Tekeningomschrijving Legger en werkwegen mast 1103</p> <hr/> <p>Tekeningnummer 474419-S-2-0009</p>	<p>Schaal 1:2500</p> <p>Formaat A4</p> <p>Blad in bladen 1 IN 1</p> <p>Wijz. nr. D1</p> <p>Status Definitief</p> <p>www.anteagroup.nl</p>
---	--





Legenda

-  Dijkkringlijn
-  Bescherminingszone A
-  Werkterrein

Opdrachtgever
Tennet

Projectomschrijving
 Geotechnische analyse Zuid-West 380KV Oost verbindingen

Tekeningomschrijving
 Legger en werkwegen mast 1159

Tekeningnummer
 474419-S-2-0012

Schaal
 1:2500

Formaat
 A4

Blad in bladen
 1 IN 1

Status
Definitief

Wijz. nr.
 D1

www.anteagroup.nl



De informatie die in ### is opgenomen is uitsluitend bestemd voor de geadresseerde(n) en kan persoonlijke of vertrouwelijke informatie bevatten. Gebruik van deze informatie, door anderen dan de geadresseerde(n) en gebruik door hen die niet gerechtigd zijn van deze informatie kennis te nemen, is niet toegestaan. De informatie is uitsluitend bestemd om te worden gebruikt door de geadresseerde, voor het doel waarvoor ### is vervaardigd. Indien u niet de geadresseerde bent of niet gerechtigd bent tot kennisneming, is openbaarmaking, vermenigvuldiging, verspreiding en/of verstrekking van deze informatie aan derden is niet toegestaan, tenzij na schriftelijke toestemming door Antea Group en wordt u verzocht de gegevens te verwijderen en direct melding te maken bij security@anteagroup.nl. Derden, zij die niet geadresseerd zijn, kunnen geen rechten aan ### ontlelen, tenzij na schriftelijke toestemming door Antea Group.

Over Antea Group

Antea Group is het thuis van 1500 trotse ingenieurs en adviseurs. Samen bouwen wij elke dag aan een veilige, gezonde en toekomstbestendige leefomgeving. Je vindt bij ons de allerbeste vakspecialisten van Nederland, maar ook innovatieve oplossingen op het gebied van data, sensing en IT. Hiermee dragen wij bij aan de ontwikkeling van infra, woonwijken of waterwerken. Maar ook aan vraagstukken rondom klimaatadaptatie, energietransitie en de vervangingsopgave. Van onderzoek tot ontwerp, van realisatie tot beheer: voor elke opgave brengen wij de juiste kennis aan tafel. Wij denken kritisch mee en altijd vanuit de mindset om samen voor het beste resultaat te gaan. Op deze manier anticiperen wij op de vragen van vandaag en de oplossingen voor morgen. Al bijna 70 jaar.

Contactgegevens

Rivium Westlaan 72
2909 LD CAPELLE A/D IJSSEL
Postbus 8590
3009 AN ROTTERDAM

www.anteagroup.nl

Copyright © 2022

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar worden gemaakt door middel van druk, fotokopie, elektronisch of op welke wijze dan ook, zonder schriftelijke toestemming van de auteurs.

E.1 Memo amoveren HS-masten Z

AAN

CLASSIFICATIE
DATUM
REFERENTIE
VANC2 - Interne Informatie
14 februari 2022

██████████

ONDERWERP Memo amoveren geleiders, masten en fundatie.TER INFORMATIE TER BESLUITVORMING

Deze memo dient ter ondersteuning van vergunningsaanvragen voor het amoveren van hoogspanningsmasten, inclusief geleider, randcomponenten en funderingen t.b.v. het project Zuid-West 380kV Oost. Merk op dat de werkmethode zoals hieronder omschreven indicatief is, en gedurende het aanbestedingstraject pas vastgesteld zal worden, omdat deze afhankelijk is van (de beschikbaarheid van) het machinepark van de aannemer en de situatie ter plaatse van de te amoveren assets. Werkzaamheden zullen voldoen aan gestelde technische en contractuele eisen.

Amoveren geleiders

De werkwijze voor het amoveren van geleiders is zoals gezegd sterk afhankelijk van de omgeving en het beschikbare machinepark . Doorgaans komt het neer op het uitlieren van de geleiders:

1. Hoogspanningsmasten worden van wielen voorzien, de draad wordt losgehaald van de aanwezige klemmen en over de wielen gelegd.
2. Eventueel aanwezige bundelafstandhouders, vogelmarkeringen en/of vliegtuigmarkeringen worden verwijderd (d.m.v. een hoogwerker of met een kar die over de lijn rijdt).
3. De geleider wordt voorzien van een (stalen) trekdraad, welke aan de ene kant op een liermachine is gerold, en aan de andere zijde op de rem staat.
4. De geleiders worden fase voor fase uitgelierd, waarbij er een trekdraad achterblijft.
5. Deze trekdraad wordt vervolgens ook uitgelierd, waarbij er een dunnere trekdraad achterblijft. Zo kan deze trekdraad stap voor stap kleiner worden, waardoor er uiteindelijk een dunne (nylon) draad overblijft. Tot slot laat men de laatste draad op de grond zakken.
6. Het vrijgekomen materiaal wordt vervolgens als "oud ijzer", of aluminium in dit geval, afgevoerd.

Amoveren masten

Ook het amoveren van de masten is sterk afhankelijk van de situatie ter plaatse. Maar doorgaans omvat het:

1. Kettingmaterialen en ander materiaal, zoals isolatoren, klemmen, wielen, eventueel telecomapparatuur, wordt door middel van een hoogwerker, lier en/of hijskraan uit de mast verwijderd.
2. Afhankelijk van het gewicht van de mast wordt de mast in één- of meerdere delen opgetild door een kraan. De mast wordt hiervoor bij de voeten en/of hogere delen losgeknipt.
3. Boven een container wordt de mast in kleine stukken geknipt, waarna het schroot afgevoerd wordt.
4. Bij het amoveren van masten wordt vastgesteld of men te maken heeft met de aanwezigheid van zware metalen (zoals Chroom-6), de werkmethode wordt hierop aangepast.

5. Vrijgekomen materiaal (staal, glas (van isolatoren) en ander materiaal) wordt afgevoerd. Er wordt rekening gehouden met eventuele verontreiniging.

Amoveren funderingen

Bij de te slopen masten horen voornamelijk paalfunderingen. Deze worden volgens afspraak (doorgaans tot een diepte van 2 meter onder maaiveld) gearmoveerd. Grofweg worden de volgende stappen gevolgd:

1. Blootleggen van de fundering tot een diepte van 2 meter.
2. Indien noodzakelijk, toepassen van bemaling.
3. Weghakken van de bestaande betonpoer (indien aanwezig)
4. Lossnijden en verwijderen van de funderingspalen.
5. Uitgraven en verwijderen van een aardenet (indien aanwezig).
6. Afvoeren van vrijgekomen materialen.
7. Dichtzetten van het achtergebleven gat en opleveren volgens het CST (cultuurtechnisch herstel).

F.1 Compensatie toename verhard oppervlakte

AAN Waterschap Brabantse Delta

CLASSIFICATIE

C2 - Interne Informatie

DATUM

3 november 2022

REFERENTIE

002.678.20 1059191

VAN

ONDERWERP Compensatie toename verhard oppervlakTER INFORMATIE TER BESLUITVORMING

Op grond van artikel 3.6 van de Keur waterschap Brabantse Delta 2015 is het verboden om zonder vergunning neerslag tot afvoer naar een oppervlaktewater te laten komen door toename van oppervlak of door afkoppelen van bestaand oppervlak.

Op grond van hoofdstuk 15 van de Algemene regels waterschap Brabantse Delta wordt in een aantal gevallen vrijstelling verleend, als:

- Het afkoppelen van verhard oppervlak maximaal 10.000 m² is, of;
- De toename van verhard oppervlak maximaal 500 m² is, of;
- De toename van verhard oppervlak bestaat uit een groen dak.
- De toename van verhard oppervlak groter dan 500 m² tot en met 10.000 m² is en compenserende maatregelen zijn getroffen om versnelde afvoer van hemelwater tegen te gaan, in de vorm van een voorziening met een minimale compensatie conform de rekenregel:
Benodigde compensatie (in m³) = toename verhard oppervlak (in m²) x gevoeligheidsfactor x 0,06 (in m).

In deze notitie wordt ingegaan op 3 locaties:

- Station Oosteind 150 + permanente toegangsweg
- Opstijgpunt Markiezaat (mast 1014) + permanente toegangsweg
- Opstijgpunt Zoomvliet (mast 1025) + permanente toegangsweg

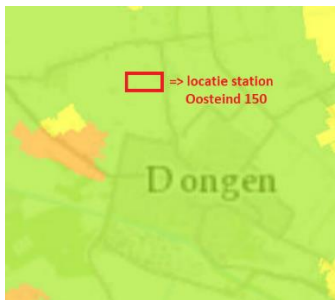
Station Oosteind 150

Het nieuwe Station Oosteind 150 wordt grotendeels uitgevoerd met grastegels. De volgende verhardingen zijn voorzien:

- Gebouw / CDG: 281,75 m²
- Rondweg (binnen hekwerk): ca. 2650 m²
- Tegelverharding rondom hekwerk: ca. 600 m²
- Parkeerplaatsen: ca. 110 m²
- Toegangsweg (buiten hekwerk): ca. 500 m².

Totale verharding: ca. 4.200 m².

Bij het station geldt de gevoeligheidsfactor 1 op grond van bijlage 1 bij de Algemene regels Waterschap Brabantse Delta.

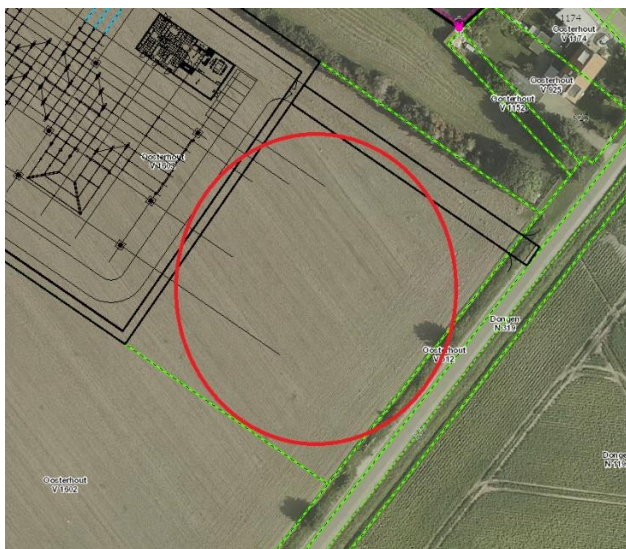


De benodigde compensatie bedraagt: $4.200 \text{ m}^2 \times 1 \times 0,06 \text{ m} = 252 \text{ m}^3$.

In notitie 0998925 is benoemd dat er voorzien wordt in een infiltratiesysteem ter compensatie van de verharding door het gebouw / CDG. De infiltratie vindt plaats aan de westzijde van het gebouw/CDG op het hoogspanningsstation.

Deze infiltratie geeft echter onvoldoende compensatie voor de volledige verharding.

Er is voldoende ruimte (4000m²) om de compensatie op eigen terrein uit te voeren tussen het hoogspanningsstation en de Hoge Dijk - Oosteind. De compensatie zal nader uitgewerkt worden.



Opstijgpunt Woensdrecht Markiezaat (mast 1014) + permanente toegangsweg

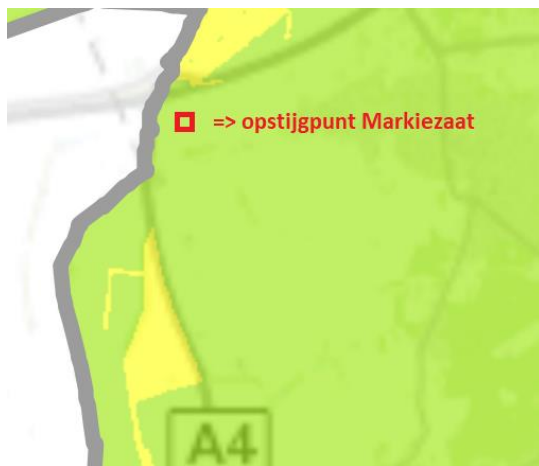
Binnen het hekwerk van het opstijgpunt worden diverse delen niet verhard.

Wel verhard worden:

- De permanente toegangsweg – ca. 1.670 m²;
- Verharding binnen het hekwerk – ca. 1.000 m²;
- Onderhoudsstrook bij hekwerk – ca. 200 m².

Totaal komt er tussen de 2.800 m² en 3.000 m² verharding.

Bij het opstijgpunt geldt de gevoeligheidsfactor 1 op grond van bijlage 1 bij de Algemene regels Waterschap Brabantse Delta.



De benodigde compensatie bedraagt: $3.000 \text{ m}^2 \times 1 \times 0,06 \text{ m} = 180 \text{ m}^3$.

TenneT voorziet twee opties om de verharding te compenseren.

1. Aan de westzijde van de permanente toegangsweg en rondom het opstijgpunt Woensdrecht Markiezaat kan een greppel/waterloop worden aangelegd. Deze greppel heeft een lengte van 600 meter. De greppel zou 1 meter breed en 30/40 cm diep moeten worden. In dat geval is er voldoende compensatie ten aanzien van de nieuwe verharding.
Bij de Grindweg wordt aangesloten op een aanwezige categorie C-waterloop.
of
2. Aan de oostzijde van het opstijgpunt Woensdrecht Markiezaat ligt een perceeldeel waar mogelijk een retentie bassin kan worden voorzien. Het retentie bassin kan aan de oostzijde worden aangesloten op categorie B-waterloop OWL27181.

NB:

Aanvullend is het mogelijk om de permanente toegangsweg met grasbetonstenen uit te voeren. Daardoor verminderd het extra verhard oppervlak.

Opstijgpunt Zoomvliet (mast 1205) + permanente toegangsweg

Binnen het hekwerk van het opstijgpunt worden diverse delen niet verhard.

Wel verhard worden:

- De permanente toegangsweg – ca. 3.825 m²
- Verharding binnen het hekwerk – ca. 825 m²
- Onderhoudsstrook bij het hekwerk – ca. 250 m²

Totaal komt er tussen de 4.900 m² en 5.000 m² verharding.

Bij het opstijgpunt geldt de gevoeligheidsfactor 1 op grond van bijlage 1 bij de Algemene regels Waterschap Brabantse Delta.



De benodigde compensatie bedraagt: 5.000 m² x 1 x 0,06 m = 300 m³.

TenneT voorziet twee opties om de verharding te compenseren.

1. Parallel aan de permanente toegangsweg ligt een categorie A-waterloop (OVK04941, OVK04940, OVK04943, OVK04939). Deze waterloop kan over een lengte van ca. 750 meter verbreed worden. of
2. Aan de zuidzijde van het opstijgpunt ligt een perceeldeel waar mogelijk een retentie bassin kan worden gerealiseerd.

NB:

Aanvullend is het mogelijk om de permanente toegangsweg met groenspoorplaten uit te voeren. Daardoor verminderd het extra verhard oppervlak.

Indicatieve verbeelding verbreding A-waterloop (blauwe lijn - links) en retentiebassin (geel omlijnd).



G.1 Rapportage radarhinder

Retouradres: Postbus 96864, 2509 JG Den Haag

TenneT TSO B.V.

Postbus 718
6800 AS ARNHEM



Onderwerp

Rapportage onderzoek radarhinder HS leiding Dintel

Geachte

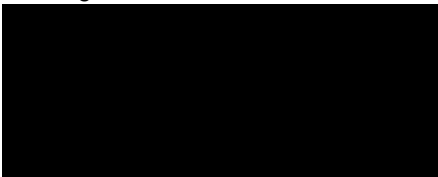
TNO heeft in opdracht van TenneT een onderzoek uitgevoerd naar de mogelijke hinder op scheepsradars door toedoen van een nieuw aan te leggen hoogspanningsleiding over de Dintel ter hoogte van de betoncentrale West-Brabant, eveneens gelegen aan de Dintel.

De belangrijkste bevinding uit dit onderzoek is dat het vanuit radartechnisch oogpunt niet aannemelijk is dat er door toedoen van de hoogspanningsleiding een onder deze hoogspanningsleiding afgemeerd schip niet tijdig wordt waargenomen. Hoewel de reflecties van de kabels sterk genoeg zijn om waargenomen te worden door de radar, zal de reflectie van de kabels zich, gedurende de bijna gehele nadering tot de hoogspanningsleiding, bevinden buiten de vaarweg. Gedurende deze fase is het de verwachting dat een onder de hoogspanningsleiding afgemeerd schip door de radar wordt waargenomen. Pas binnen 80 meter vanaf de kruising met de hoogspanningsleiding kan de reflectie van de kabels samenvallen met een afgemeerd schip. Het mag worden verondersteld dat er al geruime tijd vóór dit moment is vastgesteld dat er een vrije doorgang mogelijk is.

Deze bevindingen vloeien voort uit een onderzoek waarin de specifieke genoemde situatie is bekeken. Voor een radar die voldoet aan de gestelde normen voor de binnenvaart is onderzocht in hoeverre de kabels waarneembaar zijn, voor een schip op de Dintel binnen circa 500 m van de nieuw aan te leggen hoogspanningsleiding. Hiertoe zijn er berekeningen uitgevoerd aan de radardoorsnede van de kabels, alsmede aan de sterkte en richting van de waargenomen reflecties.

Details van het onderzoek zijn vastgelegd in de aangehechte bijlage.

Hoogachtend,



Defence, Safety & Security

Oude Waalsdorperweg 63
2597 AK Den Haag
Postbus 96864
2509 JG Den Haag

www.tno.nl

T +31 88 866 10 00

Datum

5 april 2022

Onze referentie

DHW-2022-RT-100344257

E-mail



Doorkiesnummer



Projectnummer

060.51278/01.08

Op opdrachten aan TNO zijn de Algemene Voorwaarden voor opdrachten aan TNO, zoals gedeponereerd bij de Griffie van de Rechtbank Den Haag en de Kamer van Koophandel Den Haag van toepassing. Deze algemene voorwaarden kunt u tevens vinden op www.tno.nl.
Op verzoek zenden wij u deze toe.

Datum

5 april 2022

Onze referentie

DHW-2022-RT-100344257

Blad

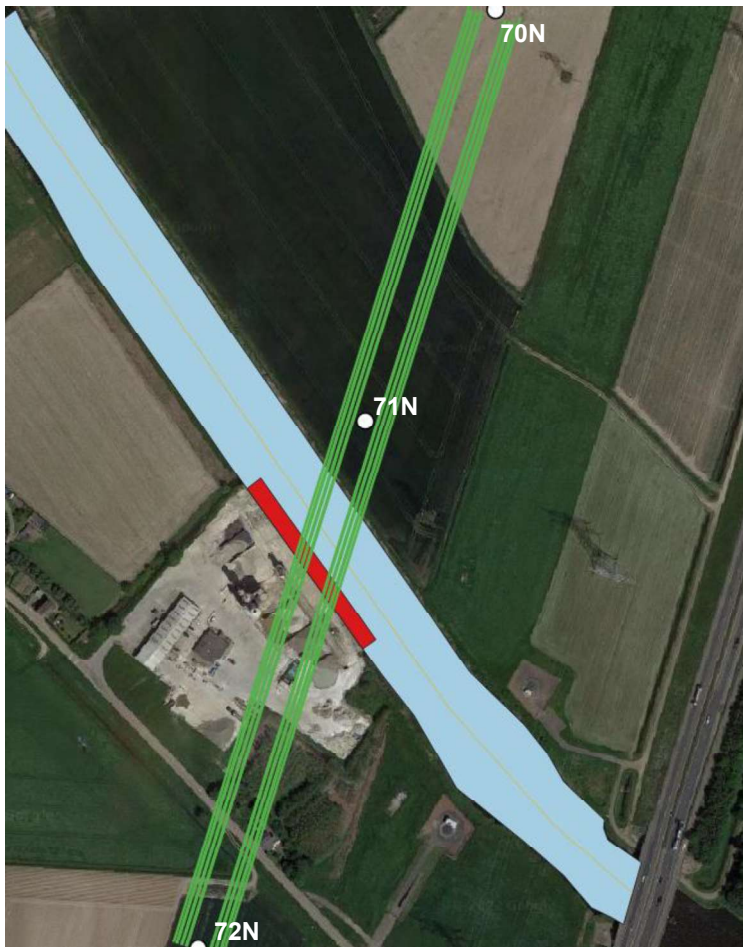
2/12

Bijlage**1 Vraagstelling**

TNO heeft in opdracht van TenneT een onderzoek uitgevoerd voor het bepalen van de mogelijke hinder op scheepsradars van de nieuwe hoogspanningsleiding over de Dintel ter hoogte van de betoncentrale West-Brabant, eveneens gelegen aan de Dintel.

2 Situatie en uitgangspunten

Figuur 1 geeft een overzichtssituatie van de nieuw aan te leggen hoogspanningsleiding, de locatie van de betoncentrale met afmeerlocatie (rood vlak), en het deel van de Dintel dat meegenomen wordt in dit onderzoek. Het gebied is in het zuidoosten begrensd door de rijksweg A17 op ca. 300 m tot aan de hoogspanningsleiding en in het noordwesten op een afstand van ca. 500 m tot aan de hoogspanningsleiding.



Figuur 1. Overzicht van de nieuw te bouwen hoogspanningsleiding, de loop van de Dintel en de afmeerlocatie van de betoncentrale West-Brabant. Rechts is de rijksweg A17 zichtbaar.

Datum

5 april 2022

Onze referentie

DHW-2022-RT-100344257

Blad

3/12

3 Achtergrond: Mogelijke effecten op radarwaarnemingen

Een object wordt niet, of niet voldoende, waargenomen met behulp van radar indien een ander object in de nabije omgeving van het waar te nemen object een dusdanig grote reflectie veroorzaakt, dat de reflecties van beide objecten niet van elkaar te onderscheiden zijn.

Theoretisch kan dit fenomeen optreden bij een afgemeerd schip in de nabijheid van een hoogspanningsleiding. De kabels van de hoogspanningsleiding zijn hier de bron van verstorende reflecties.

Directe nabijheid wordt voor radar uitgedrukt in termen van resolutie in afstand en in hoek. De resolutie is de maat die gebruikt wordt als minimale waarde tussen twee objecten waarbij deze twee objecten afzonderlijk kunnen worden waargenomen.

De resolutie in afstand wordt bepaald door de spectrale eigenschappen van de puls die de radar uitzendt. De resolutie in hoek wordt bepaald door de bundelbreedte van de radar. De bundelbreedte is een functie van de radiofrequentie waarop de radar opereert en de afmetingen van de antenne.

De voorwaarden om te kunnen spreken van radarahinder zijn als volgt:

1. De reflecties van de hoogspanningsleiding zijn voldoende sterk, en dus zichtbaar op het radardisplay.
2. De reflecties van de hoogspanningsleiding manifesteren zich gedurende langere tijd binnen of dicht bij de waterweg.

Reflecties van kabels zijn verreweg het sterkst op de plek van de kabel die haaks staat op de kijkrichting van de radar naar de kabel. De waargenomen sterkte zal variëren als functie van de afstand tussen radar en kabel en als functie van de hoek waaronder de kabel wordt waargenomen. De verwachting is dat wanneer de radar de kabel dicht genaderd is, dat de reflectie afneemt omdat de radar minder gevoelig is voor reflecties van hoge elevaties. De radar kijkt als het ware onder de kabels door.

Een rapport van Rijkswaterstaat uit 1968¹ maakt voor het gedrag van reflecties al onderscheid tussen een situatie waarbij een hoogspanningsleiding een vaarweg kruist onder een rechte hoek en een situatie waarbij de vaarweg wordt gekruist onder een schuine hoek.

Bij een situatie met een rechte kruising, bevindt de reflectie van de hoogspanningskabel zich gedurende de nadering van een schip op dezelfde plek. Dit kan verwarring opleveren, omdat er niet onderscheiden kan worden of het hier slechts om de reflectie van de kabels gaat of dat er ook een ander object zoals een schip aanwezig is. Dit levert potentieel gevaarlijke situaties op.

¹ Rijkswaterstaat, Dir. Bovenrivieren, Afd. Studiedienst, 'Radarhinder door hoogspanningsleidingen'. Nota 68.14, September 1968.

Datum

5 april 2022

Onze referentie

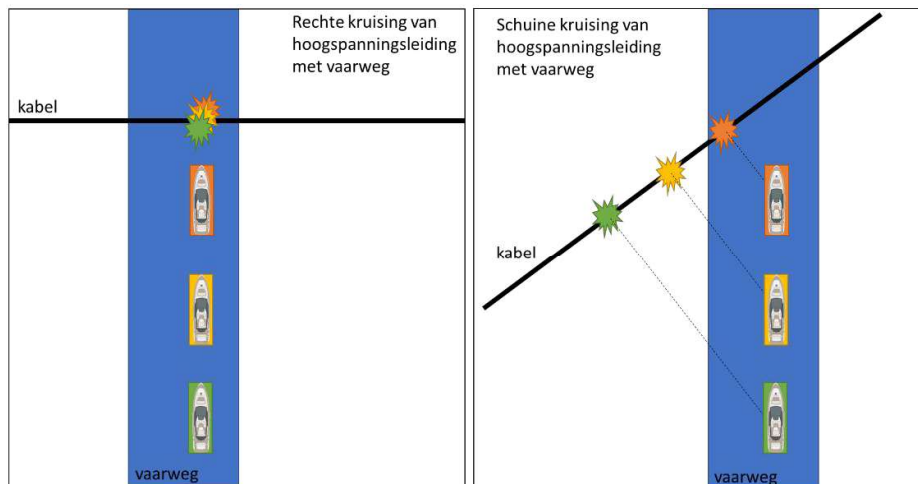
DHW-2022-RT-100344257

Blad

4/12

De schuine kruising veroorzaakt ook kabelreflecties. Gedurende de nadering loopt de reflectie echter langs de kabel en bevindt zich lang buiten de vaarweg. Pas op korte afstand zal de reflectie samenvallen met de vaarweg. Dit levert minder gevaar op omdat gedurende vrijwel de gehele nadering een eventueel schip goed waarneembaar is.

Beide situaties zijn schematisch weergegeven in Figuur 2.



Figuur 2. Het verschil van de 'loop' van de reflecties tussen een schuine en een rechte kruising van een hoogspanningsleiding met een vaarweg.

4 Opzet van het onderzoek

Om te toetsen of er sprake is van radarhinder, worden de gestelde voorwaarden getoetst voor de geschetste situatie nabij de betoncentrale West-Brabant. Op basis van de loop van de kabels en de kabeleigenschappen wordt er in kaart gebracht hoe sterk de reflecties zijn, en in hoeverre de kabels zichtbaar zijn op de radar voor het gedefinieerde deel van de Dintel. Vervolgens wordt er bekeken waar de reflecties zich manifesteren en hoe de reflecties zich gedragen gedurende de nadering van een schip tot de hoogspanningsleiding.

5 Modelleren van de loop van de kabels

Uit de door TenneT aangeleverde technische informatie^{2,3} zijn de coördinaten van de ophangpunten van alle kabels afgeleid. Er zijn in totaal 18 hoogspanningskabels en 2 kabels voor bliksemafleiding. Coördinaten zijn gedefinieerd in het Rijksdriehoekstelsel. De RD-coördinaten (x en y) en de hoogte (z) ten opzichte van NAP (referentiehoogte) van de ophangpunten van alle 20 kabels zijn opgesomd in Tabel 1.

² Lengteprofiel betoncentrale.pdf (ontvangen dd. 09-03-2022)

³ zw380oost20220309 vka 2.0 concept kruising betoncentrale.dwg (ontvangen dd. 09-03-2022)

Datum
5 april 2022

Onze referentie
DHW-2022-RT-100344257

Blad
5/12

Tabel 1. RD-coördinaten (x en y) en de hoogte (z) t.o.v. NAP van de ophangpunten van de kabels.

cable	72N			71N			70N		
	x	y	z	x	y	z	x	y	z
bliksem 1	93342.3	402573.5	76.3	93459.9	402944.8	76.4	93550.9	403233.7	48.3
bliksem 2	93376.5	402562.6	76.3	93494.1	402933.9	76.4	93585.9	403222.6	48.3
1	93347.8	402571.7	71.7	93465.4	402943.0	71.7	93554.9	403226.6	44.3
2	93348.2	402571.6	71.7	93465.8	402942.9	71.7	93555.3	403226.5	44.3
3	93348.0	402571.6	71.3	93465.6	402943.0	71.4	93555.1	403226.6	44.0
4	93344.5	402572.8	60.7	93462.0	402944.1	60.8	93551.6	403227.7	33.0
5	93344.9	402572.6	60.7	93462.4	402944.0	60.8	93552.0	403227.6	33.0
6	93344.7	402572.7	60.4	93462.2	402944.0	60.5	93551.8	403227.6	32.7
7	93351.2	402570.6	60.7	93468.7	402942.0	60.8	93558.3	403225.6	33.0
8	93351.5	402570.5	60.7	93469.1	402941.9	60.8	93558.6	403225.5	33.0
9	93351.4	402570.6	60.4	93468.9	402941.9	60.5	93558.4	403225.5	32.7
10	93370.6	402564.5	71.7	93488.2	402935.8	71.7	93578.2	403219.3	44.3
11	93371.0	402564.4	71.7	93488.6	402935.7	71.7	93578.5	403219.2	44.3
12	93370.8	402564.4	71.3	93488.4	402935.8	71.4	93578.4	403219.2	44.0
13	93367.3	402565.5	60.7	93484.8	402936.9	60.8	93574.8	403220.3	33.0
14	93367.7	402565.4	60.7	93485.2	402936.8	60.8	93575.2	403220.2	33.0
15	93367.5	402565.5	60.4	93485.0	402936.8	60.5	93575.0	403220.3	32.7
16	93374.0	402563.4	60.7	93491.5	402934.8	60.8	93581.5	403218.2	33.0
17	93374.3	402563.3	60.7	93491.9	402934.6	60.8	93581.9	403218.1	33.0
18	93374.2	402563.4	60.4	93491.7	402934.7	60.5	93581.7	403218.2	32.7

De loop van de kabels is gemodelleerd als een parabolische functie, wat gebruikelijk is voor opgehangen kabels met uniforme massaverdeling. De parabool is gedefinieerd als:

$$z = a r^2 + b r + c$$

Met z de hoogte t.o.v. NAP van de kabel, en r gedefinieerd ten opzichte van de x- en y-coördinaat als $r = \sqrt{x^2 + y^2}$.

Met behulp van de geschatte laagste hoogtes van de kabels tussen de masten, zijn de coëfficiënten a , b , en c berekend voor de kabels tussen masten 72N en 71N, en tussen masten 71N en 70N. De resultaten staan in Tabel 2.

Datum
5 april 2022

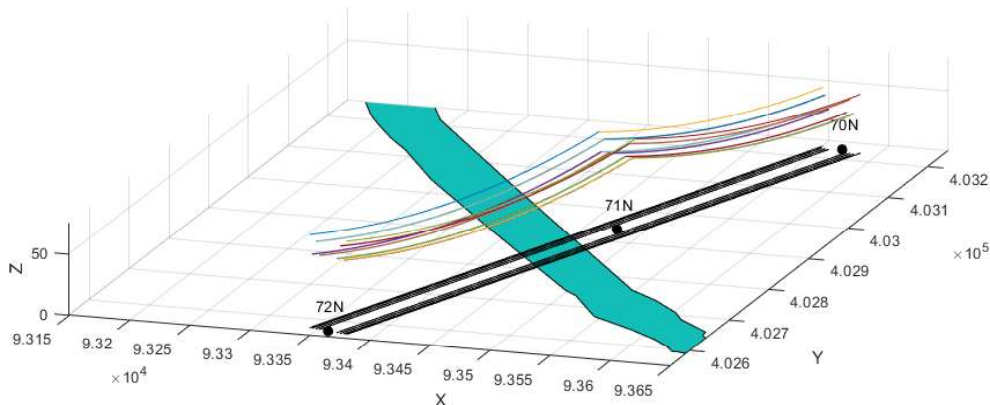
Onze referentie
DHW-2022-RT-100344257

Blad
6/12

Tabel 2. Afgeleide parabolische coëfficiënten van de kabels.

cable	72N - 71N			71N - 70N		
	a	b	c	a	b	c
bliksem 1	0.0003944	-326.11531	67415770.08	0.0003836	-317.56996	65723300.97
bliksem 2	0.0003944	-326.10825	67413851.11	0.0003838	-317.71268	65752379.75
1	0.0003938	-325.64977	67319453.99	0.0004059	-336.03104	69542181.83
2	0.0003938	-325.65247	67320006.43	0.0004059	-336.02824	69541598.11
3	0.0003938	-325.65137	67319781.13	0.0004058	-335.94716	69524825.6
4	0.0003883	-321.04961	66368527.32	0.0004002	-331.27568	68558625.74
5	0.0003883	-321.05115	66368840.17	0.0004002	-331.27293	68558050.39
6	0.0003883	-321.04673	66367927.56	0.0004001	-331.18339	68539528.63
7	0.0003883	-321.04548	66367584.75	0.0004002	-331.27169	68557708.52
8	0.0003883	-321.04503	66367487.22	0.0004002	-331.27212	68557792.13
9	0.0003883	-321.04383	66367241.27	0.0004001	-331.18208	68539166.63
10	0.0003938	-325.64921	67319032.3	0.0004060	-336.10706	69557593.08
11	0.0003938	-325.64788	67318752.48	0.0004060	-336.10868	69557922.99
12	0.0003938	-325.64918	67319021.87	0.0004059	-336.02588	69540796.12
13	0.0003883	-321.04175	66366600.41	0.0004003	-331.35130	68573957.86
14	0.0003883	-321.04292	66366836.08	0.0004003	-331.35173	68574041.34
15	0.0003883	-321.04172	66366590.09	0.0004002	-331.26217	68555515.92
16	0.0003883	-321.04208	66366580.36	0.0004003	-331.34830	68573245.97
17	0.0003883	-321.04040	66366227.25	0.0004003	-331.35040	68573675.58
18	0.0003883	-321.04167	66366492.77	0.0004002	-331.26084	68555149.86

Bovenstaande resulteert in de situatie zoals afgebeeld in Figuur 3.



Figuur 3. De gekleurde lijnen tonen de loop van de kabels, en de zwarte lijnen de projectie van de kabels op de grond. Verder zijn de positie van de masten (72N, 71N, en 70N), en het beschouwde deel van de Dintel aangegeven.

6 Radardoorsnede van de hoogspanningskabels

De radardoorsnede (radar cross section, RCS) van een kabel varieert met de locatie waarvandaan de kabel wordt waargenomen. Het deel van de kabel dat loodrecht staat op de radarlocatie draagt het sterkst bij aan de RCS. Een kleine verandering in hoek ten opzichte van dit aanzicht, zorgt ervoor dat de RCS substantieel gereduceerd wordt.

Datum

5 april 2022

Onze referentie

DHW-2022-RT-100344257

Blad

7/12

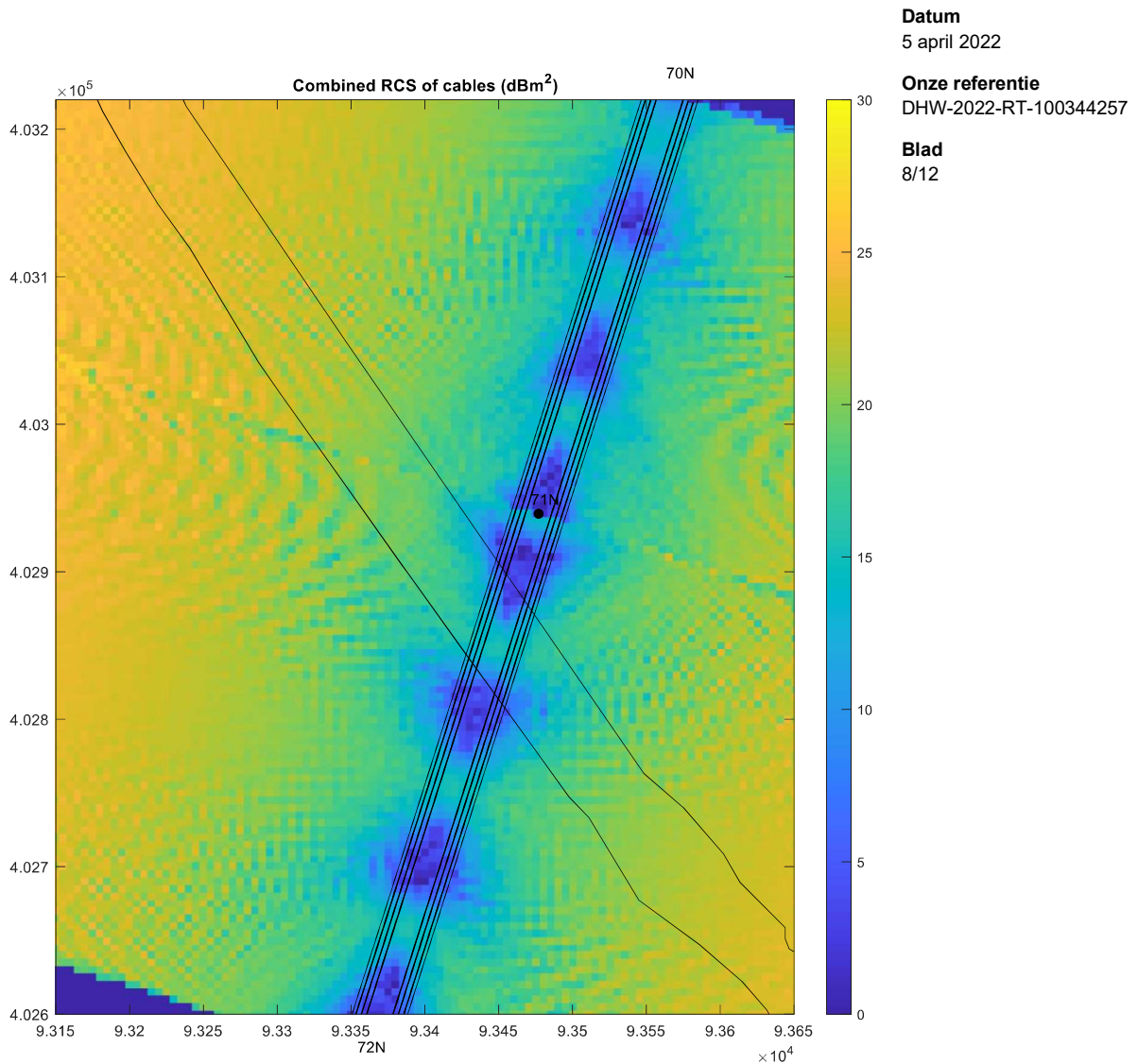
De RCS van de kabels kan worden berekend per kabel en per radarlocatie. De kabel wordt hiertoe gediscrèteiseerd in een aantal korte cilinders van gelijke lengte. Voor de RCS van een cilinder is er een analytische uitdrukking beschikbaar als functie van aanzichtshoek, diameter van de cilinder en de lengte van de cilinder. Voor elke cilinder wordt de aanzichtshoek vanuit de radarlocatie berekend.

De RCS van de afzonderlijke cilinders worden vervolgens coherent bij elkaar opgeteld op basis van de afstand (en dus fase) tussen radar en cilinder. Dit levert een schatting op van de totale RCS van een kabel. De totale RCS van alle kabels gezamenlijk wordt berekend door de individuele RCS'en bij elkaar op te tellen. Dit levert een schatting op van de gemiddeld te verwachten RCS. De daadwerkelijke RCS kan hoger of lager uitvallen door toedoen van onderlinge constructieve of destructieve interferentie tussen de kabels onderling.

In deze analyse is een kabeldiameter van 27,72 mm genomen, volgens specificaties van het kabeltype ACCC Warsaw⁴. De kabel is gediscrèteiseerd in stukken van 0,20 m.

De resultaten zijn zichtbaar in Figuur 4. Duidelijk is te zien dat de RCS verder weg van de kabel groter is dan in gebieden dichterbij. Dit is te verklaren uit het feit dat hoe verder weg van de kabel, een langer deel van de kabel onder een (bijna) orthogonale hoek wordt waargenomen dan in de nabijheid van de kabel en dus een grotere RCS oplevert. Uit de figuur is verder af te lezen dat de maximaal berekende RCS dicht bij 25 dBm² ligt; wat correspondeert met een waarde van circa 300 m². Dicht onder de kabel is de RCS gereduceerd tot waarden in de orde van 1 tot 3 m².

⁴ ACCC Warsaw conductor configuration (bestand: ACCC Warsaw.pdf)



Figuur 4. Totale radardoorsnede van de hoogspanningskabels voor een grid van waarnemingspunten in het gebied rondom de hoogspanningsleiding. Voor elk waarnemingspunt wordt in de figuur de RCS van de combinatie van kabels weergegeven. Voor elk punt wordt de grootste bijdrage aan de RCS geleverd door dat deel van de kabels dat loodrecht staat op de kijkrichting van radar naar kabel. De figuur toont niet expliciet uit welke richting deze grootste bijdrage afkomstig is. De kleurschaal is in dBm².

7 Aangenomen binnenvaartradarkarakteristieken

Om in kaart te brengen wat een binnenvaartradar waarneemt, is uitgegaan van een generieke radar die voldoet aan een aantal nationaal en internationaal geldende normen, die zijn beschreven in een EU-publicatie⁵ en een ETSI-

⁵ (2006/87/EG) Richtlijn van het Europees parlement en de raad van 12 december 2006 tot vaststelling van de technische voorschriften voor binnenschepen en tot intrekking van Richtlijn 84/714/EEG van de Raad

Datum

5 april 2022

Onze referentie

DHW-2022-RT-100344257

Blad

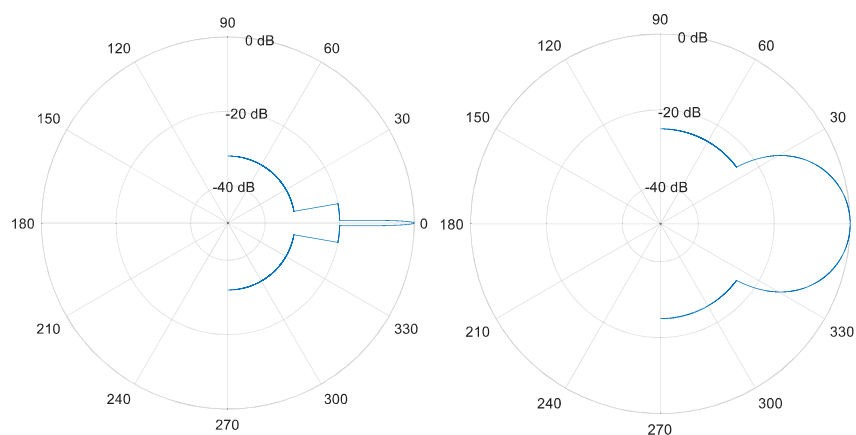
9/12

publicatie⁶. Tabel 3 bevat een overzicht van de belangrijkste eigenschappen van een radar die voldoet aan de normen.

Tabel 3. Radareigenschappen als norm voor binnenvaartraders

Grootheid	Waarde	Bron
Radarband	X-band (~9.3 GHz)	2006/87/EG
Scheidend vermogen (resolutie) in afstand	15 m	2006/87/EG
Minimaal waar te nemen doel: - radardoorsnede - afstand	1 m ² 1200 m	2006/87/EG 2006/87/EG
Stralingsdiagram horizontaal: - Max. breedte hoofdlus (tussen -3 dB punten) - Max. breedte hoofdlus (tussen -20 dB punten) - Max. zijlusniveau (binnen 10° van de hoofdlus) - Max. zijlusniveau (buiten 10° van de hoofdlus)	1.2° 3.0° -20 dB -32 dB	EN 302194-1 EN 302194-1 EN 302194-1 EN 302194-1
Stralingsdiagram verticaal: - Max. breedte hoofdlus (tussen -3 dB punten)	30°	EN 302194-1

Op basis van deze gegevens, kan er een model van een antennediagram worden gemaakt. Figuur 5 geeft de gemodelleerde horizontale en verticale antennediagrammen weer. In het onderzoek is een radar verondersteld die opereert in de X-band (maritieme navigatieband tussen 9.2 en 9.4 GHz).



Figuur 5. Model van horizontaal (links) en verticaal (rechts) antennepatroon.

Voor de hoogte van de radarantenne ten opzichte van de referentiehoogte t.o.v. NAP, is een waarde van 6 meter aangehouden. Dit komt overeen met een radar die 5 meter boven de waterlijn is gepositioneerd in combinatie met een waterhoogte van 1 meter ten opzichte van de referentiehoogte.

⁶ (EN 302194-1) ETSI EN 302 194-1 v1.1.2 (2006-10) Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM); Navigation radar used on inland waterways: Part 1: Technical characteristics and methods of measurement.

Datum

5 april 2022

Onze referentie

DHW-2022-RT-100344257

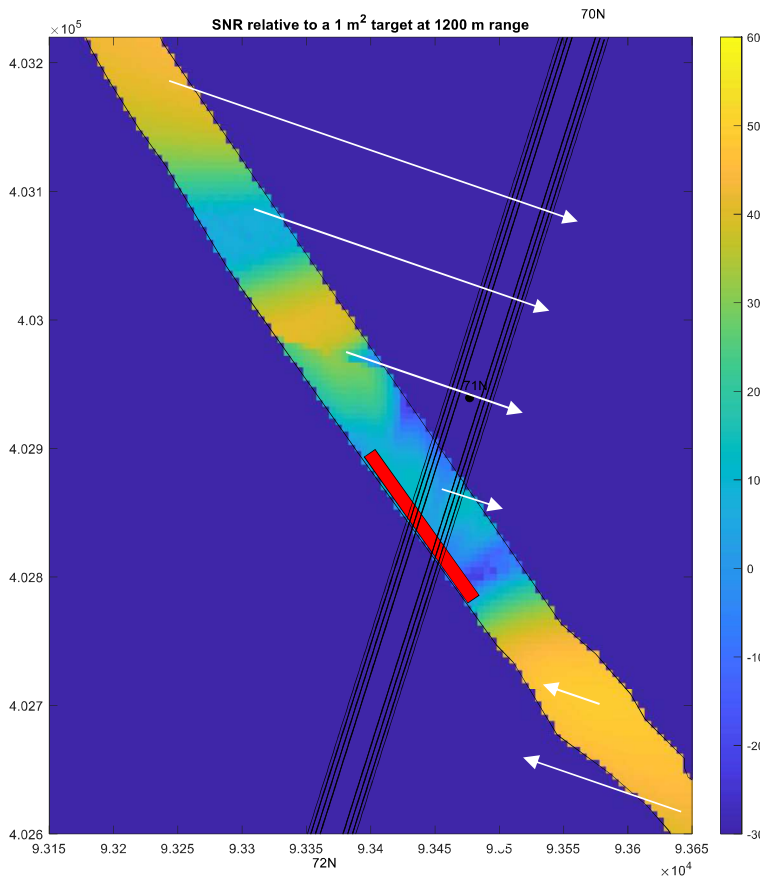
Blad

10/12

8 Sterkte van de waargenomen reflecties

Voor specifieke locaties van de radar, kan de sterkte van de reflecties van de hoogspanningskabels berekend worden. De componenten die hierbij worden beschouwd, zijn de RCS van de gediscretiseerde kabels zoals eerder berekend, de afstand van radar tot het punt van maximale reflectie, en de antenneversterkingsfactor (gain) in de richting van elk kabelelement.

Volgens de richtlijnen dient een binnenvaartradar een doel met een RCS van 1 m^2 op een afstand van 1200 m te kunnen zien. Deze combinatie van RCS en afstand kan als referentie worden genomen om de reflectiesterkte van de hoogspanningskabels aan te relateren. Figuur 6 geeft deze relatieve reflectiesterkte weer voor radarlocaties binnen de vaarweg. Wat opvalt is dat de reflecties over het algemeen sterker zijn wanneer de radar verder van de kabels vandaan is. Dit is te verklaren vanuit het feit dat de waargenomen elevatie van de kabels hier kleiner is (dichter bij de horizon). Bij deze lagere elevaties is de antenne gevoeliger dan voor hoge elevaties wanneer de radar zich dicht onder de kabels bevindt.



Figuur 6. Relatieve sterkte (in dB) van de reflecties van de hoogspanningskabels zoals waargenomen door een radar op de vaarweg ten opzichte van een referentieobject met een RCS van 1 m^2 op een afstand van 1200 m. De pijlen geven indicatief weer uit welke richting de reflecties worden waargenomen. De aanmeerplek nabij de betoncentrale is weergegeven door middel van het rode vlak.

Datum

5 april 2022

Onze referentie

DHW-2022-RT-100344257

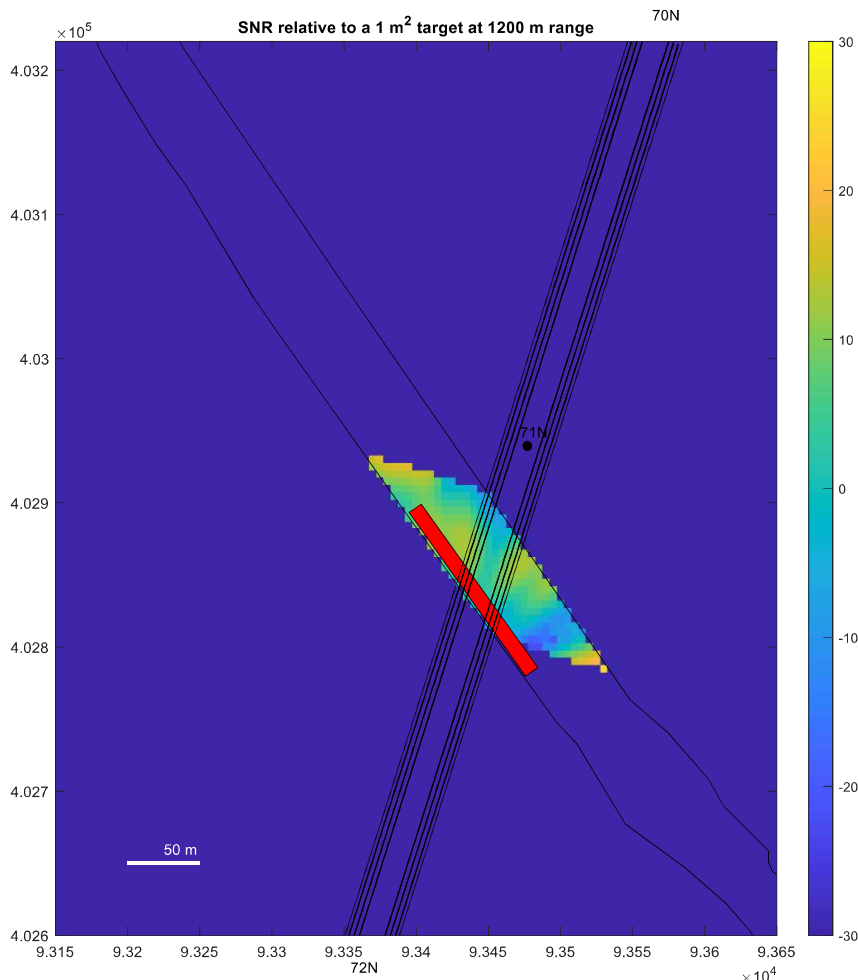
Blad

11/12

Potentieel kan de reflectie van de hoogspanningsleiding een factor tienduizend tot honderdduizend keer sterker zijn dan de reflectie van het referentiedoel. De richting waarvandaan de reflecties worden waargenomen is indicatief weergegeven in Figuur 6 met behulp van de witte pijlen. Hieruit valt af te leiden dat ondanks de sterkte van de reflecties, deze reflecties optreden buiten de vaarweg.

Een radar op een schip dat richting hoogspanningsleiding vaart, zal de reflectie steeds verder zien verschuiven in de richting van de vaarweg. Pas wanneer deze reflecties overlappen met de vaarweg, is er mogelijk sprake van het maskeren van een (stilliggend) schip onder de hoofdspansingsleiding. De radarlocaties waarbij dit het geval is, worden weergegeven in Figuur 7.

Dit gebied strekt zich uit tot een afstand van ca. 80 m ten opzichte van de hoogspanningsleiding, met name aan stuurboordwal. Potentieel kan binnen dit gebied de reflectie van een aangemeerd schip verward worden met de reflectie van de hoogspanningskabels.



Figuur 7. Gebied waarin de reflecties van de hoogspanningskabels in de vaarweg liggen en daardoor potentieel verward kunnen worden met een (aangemeerd) schip.

Datum

5 april 2022

Onze referentie

DHW-2022-RT-100344257

Blad

12/12

Echter, omdat bij nadering van de hoogspanningsleiding, de locatie van de reflecties aan de hoogspanningskabels voorspelbaar verloopt, zich lange tijd buiten de vaarweg bevindt, en een eventueel stilliggend schip al op geruime afstand is waar te nemen, is het niet aannemelijk dat de reflecties verwarring veroorzaken en/of het schip hinderlijk maskeren. In het geval dat de kruising van de hoogspanningsleiding met de vaarweg een zogenaamde rechte kruising zou zijn geweest, dan zouden er wel hinderlijke reflecties van de hoogspanningsleiding kunnen ontstaan.

9 Conclusies

Op basis van gegevens van de hoogspanningskabels, de vaarweg, en modellen voor de RCS van de kabels en een typisch binnenvaartradersysteem kunnen de volgende conclusies getrokken worden:

- De reflecties van de hoogspanningskabels zijn sterk genoeg om waargenomen te worden door een radar zowel vanaf geruime afstand als nabij de kabels.
- De reflecties manifesteren zich op de locatie van dat deel van de hoogspanningskabels dat loodrecht staat op de kijkrichting van radar naar de kabels.
- Een schip dat de hoogspanningsleiding nadert, zal de locatie van de reflecties over de tijd voorspelbaar zien verlopen in de richting van de vaarweg. Ten opzichte van de radar blijft de kompasrichting waarvandaan de reflecties komen constant.
- Een afgemeerd schip onder de hoogspanningsleiding is goed zichtbaar vanaf geruime afstand.
- Wanneer het schip binnen ca. 80 m afstand van de hoogspanningsleiding komt, kunnen de reflecties van de hoogspanningskabels binnen de vaarweg vallen.

Samenvattend kan er worden gesteld dat doordat de kruising van de hoogspanningsleiding met de vaarweg schuin is en niet recht, het niet aannemelijk is dat er door toedoen van de hoogspanningsleiding hinder optreedt. Een schip dat ligt afgemeerd onder de hoogspanningsleiding zal tijdig worden kunnen waargenomen.

Aanvullende stukken

002.678.20 1141787 Mastenboek en werkterreinen waterschap Brabantse
Delta