



Inpassingsplan Noord-West 380 kV EOS-VVL Bijlagenboek

Datum 7 december 2017
Status vastgesteld

Bijlagen

Bijlage 1 MER

Bijlage 2 Lijst vigerende bestemmingsplannen

Bijlage 3 Overzichtskaart NW380 EOS - VVL

Bijlage 4 Berekening specifieke magneetveldzone 380 kV

Bijlage 5 Analyse gevoelige bestemmingen

Bijlage 6 Explosievenonderzoek

Bijlage 7 QRA Windturbinepark

Bijlage 8 Onderzoek aardbevingsgevoeligheid

Bijlage 9 Onderzoek zogeffect molens

Bijlage 10 Overzichtskaart archeologie

Bijlage 11 Veldonderzoeken bodem en water

Bijlage 12 Watertoets

Bijlage 13 Voortoets Wnb

Bijlage 14 Onderzoek beschermde soorten

Bijlage 15 Berekening 0,4 microteslazonen station VVL

Bijlage 16 Geluidonderzoek

Bijlage 17 Zakelijke beschrijving uitvoeringsovereenkomst

Bijlage 18 Nota van Antwoord Vooroverlegreacties

Bijlage 19 Nota van Antwoord Zienswijzen

Bijlagen

Bijlage 6 Explosievenonderzoek

RAPPORT VAN VOORONDERZOEK

Vooronderzoek naar conventionele explosieven
uit de Tweede Wereldoorlog
in de gemeenten Bedum, Delfzijl, Eemmond, Groningen, Loppersum,
Winsum en Zuidhorn

Projectnummer Leemans:

S2012.002

Opdrachtgever:


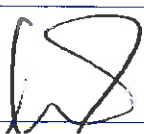

ARCADIS Nederland bv
's-Hertogenbosch

Datum:

31 mei 2012

Status:

Definitief

Steller		Dhr. H.A. Spierings Kapitein b.d. Koninklijke Luchtmacht
Gecontroleerd		Dhr. W.H. Giesberts Sr. OCE-deskundige Leemans Speciaalwerken bv.
Geaccordeerd		Dhr. A.B.L. Lemans Directie Leemans Speciaalwerken bv.

Onderzoeksgebied:

Hoogmastentracé Tennet
Noord-west 380Kv
Eemshaven – Oudehaske
Deel 1

Leemans Speciaalwerken bv.

Postbus 161
T: 0546 55 95 00

7670 AD
F: 0546 56 59 28

VRIEZENVEEN
@: speciaalwerken@leemansgroep.nl

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden veelevoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevens bestand of openbaar gemaakt in enige vorm of enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door druk, fotokopieën, microfilm, opnamen, internet of op welke andere wijze ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Leemans Speciaalwerken bv.

Ondanks al de aan de samenstelling van de tekst bestede zorg kan Leemans Speciaalwerken bv. geen aansprakelijkheid aanvaarden voor eventuele schade die zou kunnen voortvloeien uit enige fout die uit deze publicatie zou kunnen voortkomen.

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced or transmitted in any form by any means, electronic or mechanical, including photocopy, recording or any information storage and retrieval system without prior permission by the author.

Niet in alle gevallen heeft Leemans Speciaalwerken bv. kunnen nagaan of op het gebruikte beeldmateriaal nog copyright rust of was Leemans Speciaalwerken bv. niet in staat de eigenaar van dit copyright te achterhalen. In gevallen waarin Leemans Speciaalwerken bv. daar nog verplichtingen heeft, is zij bereid deze alsnog na te komen.

Leemans Speciaalwerken bv. streeft voortdurend naar innovatie. Leemans Speciaalwerken bv. behoudt zich daarom het recht voor die producten of werkzaamheden die in dit Rapport van Vooronderzoek worden beschreven zonder voorafgaand bericht aan te passen of te verbeteren.

Hoewel bij het redigeren van dit document de grootst mogelijke zorgvuldigheid wordt betracht, bestaat de mogelijkheid dat sommige informatie na verloop van tijd verouderd of niet meer juist is. Leemans Speciaalwerken bv. kan geen aansprakelijkheid aanvaarden voor de gevolgen van activiteiten die worden ondernomen op basis van informatie in deze uitgave.

Dit Rapport van Vooronderzoek kan woorden bevatten welke tevens gebruikt worden als handelsnaam of als merknaam. Uit de opname van dergelijke woorden kan volstrekt niet worden afgeleid dat afstand wordt gedaan van bepaalde (eigendom)rechten dan wel dat Leemans Speciaalwerken bv. zulke rechten miskent.

Dit Vooronderzoek is uitgevoerd in opdracht van **ARCADIS Nederland bv te 's-Hertogenbosch** en mag door de opdrachtgever worden gebruikt voor het doel waarvoor het is vervaardigd met inachtneming van de rechten die voortvloeien uit de wetgeving op het gebied van het intellectuele eigendom. De auteursrechten van dit document berusten bij Leemans Speciaalwerken bv.

De interpretaties van risico's rond niet gesprongen explosieven uit de Tweede Wereldoorlog heeft Leemans Speciaalwerken bv. gebaseerd op beschikbare informatie van derden. Op basis van deze informatie kan een eventuele aanwezigheid van explosieven in de ondergrond van de gemeenten Bedum, Delfzijl, Eemsum, Groningen, Loppersum, Winsum en Zuidhorn, afwijkend van deze informatie, echter niet worden uitgesloten. Leemans Speciaalwerken bv. wijst daarom elke verantwoordelijkheid nadrukkelijk af ten aanzien van eventuele toekomstige vondsten van explosieven op het grondgebied van de gemeenten Bedum, Delfzijl, Eemsum, Groningen, Loppersum, Winsum en Zuidhorn die strijdig zijn met de in dit rapport voorgestelde interpretaties.

De naam Leemans Speciaalwerken bv. is voor alle publicaties van Leemans Speciaalwerken bv. als merknaam beschermd. Kwaliteit en verbetering van product en proces hebben bij Leemans Speciaalwerken bv. hoge prioriteit. Leemans Speciaalwerken bv. hanteert daartoe een managementsysteem dat is gecertificeerd volgens WSCS-OCE, ISO 9001 en VCA**

Leemans Speciaalwerken bv. is niet verantwoordelijk voor handelingen van derden die mogelijkwijs voortvloeien uit, of in enig verband staan met (tot het lezen van) deze uitgave.

Op dit document is de Auteurswet van toepassing.
Copyright © 2012 Leemans Speciaalwerken bv., Vriezenveen.

INHOUDSOPGAVE

DEEL 1: INLEIDING, PROCESVERANTWOORDING EN OPDRACHT

1	Inleiding	6
1.1	Leeswijzer	6
2	Procesverantwoording	8
2.1	Certificering ingevolge de WSCS-OCE	8
2.2	Omschrijving van het begrip 'Vooronderzoek'	8
2.3	Geldigheid van dit document	8
2.4	Wijzigingen in dit document	9
2.5	Verzendlijst	9
3	Opdracht	10
3.1	Aanleiding tot het vooronderzoek	10
3.2	Omschrijving van de opdracht	10
3.3	Doelstelling van de opdracht	10
3.4	Afbakening van het onderzoeksgebied	10
3.5	Probleemsituatie	11
4	Geschiedenis van Nederland tijdens de Tweede Wereldoorlog	12
4.1	Periode 1940 - 1944	12
4.2	Periode 1944 - 1945	12
5	Conventionele explosieven	13
5.1	Gevaar van explosieven	13
5.2	Ruimen van explosieven	14

DEEL 2: INVENTARISATIE VAN BRONNENMATERIAAL

6	Opdracht	16
7	Uitvoerenden	16
8	Eerdere onderzoeken met betrekking tot het onderzoeksgebied	16
9	Bronnenonderzoek	17
9.1	Literatuuronderzoek	17
9.2	Archiefonderzoek	18

10	Resultaat bronnenonderzoek	19
10.1	Luchtaanvallen	19
10.2	Gevechtshandelingen	20
10.3	Neergekomen vliegtuigen	20
10.4	Explosieven Opruimingsdienst Defensie	20
	10.4.1 Mijneveldarchieff	20
	10.4.2 Archief ruimingen van explosieven	20
10.5	Luchtfotocollecties	21
11	Locatiespecifieke gegevens	21
12	Getuigenverklaringen	21
13	Leemten in kennis	22
 DEEL 3: BEOORDELING EN EVALUATIE VAN BRONNENMATERIAAL		
14	Opdracht	24
15	Uitvoerenden	24
16	Beoordeling eerdere onderzoeken met betrekking tot het onderzoeksgebied	24
17	Beoordeling resultaten bronnenonderzoek	24
17.1	Luchtaanvallen	24
17.2	Gevechtshandelingen	25
17.3	Neergekomen vliegtuigen	25
17.4	Explosieven Opruimingsdienst Defensie	25
	17.4.1 Mijneveldarchieff	25
	17.4.2 Archief ruimingen van explosieven	26
17.5	Luchtfotocollecties	26
18	Beoordeling locatiespecifieke gegevens	26
19	Beoordeling getuigenverklaringen	27
20	Beoordeling leemten in kennis	27
21	Vermoedelijke aanwezige conventionele explosieven	28

22	Risico van conventionele explosieven voor toekomstig gebruik van onderzoeksgebied	29
22.1	Kenmerken en uitwerking van een detonatie	29
22.2	Detonatie aan of net onder het maaiveld	30
22.3	Detonatie onder het maaiveld	30
22.4	Detonatie onder de wateroppervlakte	30
22.5	Oorzaken van (ongecontroleerde) explosie	30
22.6	Risico bij het uitvoeren van de geplande werkzaamheden	31
22.7	Het toekomstig gebruik van het onderzoeksgebied	31
22.8	Verantwoordelijkheden	31
23	Samenvatting, conclusie, verdachte gebied en aanbeveling	32
23.1	Samenvatting	32
23.1.1	<i>Luchtaanvallen</i>	32
23.1.2	<i>Gevechtshandelingen</i>	32
23.1.3	<i>Neergekomen vliegtuigen</i>	32
23.1.4	<i>Landmijnen</i>	32
23.1.5	<i>Ruimingen van explosieven</i>	32
23.1.6	<i>Luchtfotocollecties</i>	32
23.2	Conclusie	32
23.3	Verdacht gebied	33
23.3.1	<i>Niet-verdacht gebied</i>	33
23.4	Aanbevelingen	33

DEEL 4: BIJLAGEN

01	Procescertificaat Leemans Speciaalwerken bv.
02	Verzendlijst
03	Afbeelding van het onderzoeksgebied
04	Hoofdsoorten conventionele explosieven

DEEL 5: CE BODEMBELASTINGKAART

Deel 1
Inleiding, procesverantwoording en opdracht

1 INLEIDING

1.1 Leeswijzer

In deze leeswijzer wordt de opbouw van dit document beschreven. Dit document is ingedeeld in vijf delen. Deze delen zijn opgebouwd uit hoofdstukken. Daar waar nodig, zijn deze hoofdstukken onderverdeeld in subhoofdstukken. De hoofdstukken in dit document zijn doorlopend genummerd.

Deel 1: Inleiding, procesverantwoording en opdracht

In dit deel is de leeswijzer voor dit document, de samenstelling van dit document, de verantwoording van het proces van het uitvoeren van de opdracht en de opdracht beschreven.

Deel 2: Inventarisatie van bronnenmateriaal

In dit deel is beschreven de wijze waarop de inventarisatie van het bronnenmateriaal heeft plaatsgevonden. Verder is opgenomen de beschrijving van alle aangetroffen relevante informatie.

Deel 3: Beoordeling en evaluatie van bronnenmateriaal

In dit deel is de beoordeling en evaluatie van de aangetroffen relevante informatie beschreven. Verder is opgenomen de conclusie en aanbevelingen die volgen uit de beoordeling en evaluatie.

Deel 4: Bijlagen

In dit deel zijn opgenomen de bijlagen die behoren bij dit Rapport van Vooronderzoek.

Deel 5: CE bodembelastingkaart

In dit deel is opgenomen de CE bodembelastingkaart. Op deze kaart wordt het verdachte en niet-verdachte gebied (horizontaal) binnen het onderzoeksgebied weergegeven.

2 PROCESVERANTWOORDING

2.1 Certificering ingevolge het WSCS-OCE

Het opsporen van conventionele explosieven dient plaats te vinden volgens de norm die is vastgelegd in het Werkveldspecifiek certificatieschema voor het systeemcertificaat Opsporen Conventionele Explosieven¹ (hierna: WSCS-OCE). Deze norm is wettelijk vastgelegd in artikel 4.10 van het ARBO-besluit.

Een organisatie (opsporingsbedrijf) die werkzaamheden verricht binnen het kader van bovengenoemd certificatieschema ten behoeve van het opsporen van conventionele explosieven, dient ingevolge het WSCS-OCE, hiertoe gecertificeerd te zijn. Leemans Speciaalwerken bv. is een WSCS-OCE gecertificeerd bedrijf. Een afschrift van dit certificaat is bijgevoegd als bijlage 01.

2.2 Omschrijving van het begrip 'Vooronderzoek'

Het WSCS-OCE beschrijft in artikel 6.5. het vooronderzoek als volgt:

Vooronderzoek

Het vooronderzoek heeft tot doel om te beoordelen of er indicaties zijn dat binnen het onderzoeksgebied CE aanwezig zijn, en zo ja, om het verdachte gebied in horizontale en verticale dimensie af te bakenen. Het vooronderzoek bestaat uit zowel het inventariseren als beoordelen (analyseren) van bronnenmateriaal. Eindresultaat is een rapportage en een bijbehorende CE bodembelastingkaart.

Tevens is nauwkeurig omschreven op welke wijze de inventarisatie alsmede de beoordeling en evaluatie van het bronnenmateriaal dienen plaats te vinden.

2.3 Geldigheid van dit document

Dit document is geldig vanaf het moment dat het voorblad is ondertekend door de daar genoemde functionarissen. Met de ondertekening stemmen deze functionarissen in met de inhoud van dit document. De CE bodembelastingkaart maakt deel uit van dit document, maar wordt separaat geaccordeerd door een door het management bevoegd persoon.

¹ WSCS-OCE 2012, versie 1 van 1 juli 2012.

2.4 Wijzigingen

Wijzigingen in dit document zijn uitsluitend toegestaan in overleg met steller en de andere functionarissen, genoemd op het voorblad.

Wijzigingen in de CE bodembelastingkaart zijn uitsluitend toegestaan in overleg met steller en de andere functionarissen, genoemd op het voorblad, alsmede de door het management bevoegd persoon die de bodembelastingkaart heeft geaccordeerd.

2.5 Verzendlijst

De verzendlijst van dit Rapport van Vooronderzoek, alsmede de eventuele rubricering van (een deel) van de in dit rapport verwerkte gegevens, wordt vastgesteld in overleg met de opdrachtgever en is bijgevoegd als bijlage 02.

3 OPDRACHT

3.1 Aanleiding tot het vooronderzoek

ARCADIS Nederland bv. (hierna: ARCADIS) voert werkzaamheden uit die moeten leiden tot de realisatie van het nieuwe Hoogmastentracé Tennet Noord-west 380Kv tussen Eemshaven en Oudehaske.

Bekend is dat tijdens de Tweede Wereldoorlog oorlogshandelingen hebben plaatsgevonden in en in de directe omgeving van het plangebied.

3.2 Omschrijving van de opdracht

ARCADIS heeft aan Leemans Speciaalwerken b.v. (hierna: Leemans) de opdracht verstrekt een vooronderzoek uit te voeren naar de mogelijke aanwezigheid van conventionele explosieven (hierna: explosieven) op en in de (water)bodem van het door opdrachtgever aangewezen onderzoeksgebied.

3.3 Doelstelling van de opdracht

De doelstelling van deze opdracht is het vaststellen of er al of niet sprake is van mogelijke aanwezigheid van explosieven in het onderzoeksgebied. Indien uit dit vooronderzoek blijkt dat er sprake is van de vermoedelijke aanwezigheid van explosieven, dient tevens het risico van deze explosieven voor het toekomstige gebruik van het onderzoeksgebied te worden geformuleerd. In dit laatste geval dienen er ook aanbevelingen te worden geformuleerd hoe dit risico kan worden weggenomen.

3.4 Afbakening van het onderzoeksgebied

Door of namens de opdrachtgever is het onderzoeksgebied niet gedetailleerd beschreven. Voor de uitvoering van dit vooronderzoek heeft opdrachtgever een tekening aangeleverd waarop het hoogmastentracé is ingetekend.

Bij het realiseren van het hoogmastentracé is voorzien in het aanleggen van bouwwegen, bouwplaatsen, opstellingen voor lierinstallaties en dergelijke. Uit de aangeleverde informatie is op te maken dat deze tijdelijk bouwwerken tot wel 100 meter uit het hart van het tracé kunnen worden aangelegd. Op basis van dit gegeven is het onderzoeksgebied door Leemans als volgt vastgesteld: vanaf het hart van het tracé met naar beide zijden een ruimtebeslag van 100 meter over de gehele lengte van het tracé.

De afbeelding van het onderzoeksgebied is aangeleverd door de opdrachtgever en bijgevoegd als bijlage 03.

3.5 Probleemsituatie

ARCADIS voert werkzaamheden uit als genoemd in punt 3.1. Deze tekst wordt hier als herhaald en ingevoegd beschouwd.

Indien tijdens het uitvoeren van de voorgenomen werkzaamheden explosieven worden aangetroffen, levert dat een direct gevaar op voor het betreffende personeel en eventueel aanwezige derden. Er is dan sprake van een zogenoemd explosieven-opruimingsincident dat een directe inbreuk is op de Openbare Orde en Veiligheid. Daarnaast is er ook sprake van een ARBO-incident.

Vrijwel zeker zal stagnatie optreden in de uitvoering van de werkzaamheden met als onvermijdelijk gevolg een (aanzienlijke) verhoging van de kosten. Het is daarom van groot belang vast te stellen of er al of niet sprake is van de vermoedelijke aanwezigheid van explosieven, alvorens met de voorgenomen werkzaamheden aan te vangen.

4 GESCHIEDENIS VAN NEDERLAND TIJDENS DE TWEEDE WERELDOORLOG

4.1 Periode 1940 – 1944

Op 10 mei 1940 vond de Duitse inval in Nederland plaats. Gedurende de eerste oorlogsdagen zijn voornamelijk militaire doelen en vliegvelden in het westen van Nederland gebombardeerd. Grondgevechten hebben met name plaatsgevonden bij de inval in de Peel, rond de Grebbelinie en bij de kop van de Afsluitdijk te Kornwerderzand. Ook de verdediging van Rotterdam door Mariniers is een beroemd wapenfeit. Het bombardement op Rotterdam van 14 mei 1940 heeft Nederland tot overgave gedwongen en was de bezetting een feit. Gedurende deze bezetting hebben er tot september 1944 in Nederland geen grondgevechten meer plaatsgevonden.

Luchtaanvallen door Geallieerden op doelen in Duitsland namen langzaam maar zeker steeds meer in omvang toe. Voor bezette gebieden gold echter dat de bevolking zoveel mogelijk gespaard diende te blijven. Doelen die voor de Duitse oorlogsvoering van belang waren, mochten echter wel worden aangevallen. Dit gebeurde in eerste instantie door de Britse Royal Air Force. Vanaf medio 1942 kwam ook de Amerikaanse luchtmacht in actie.

4.2 Periode 1944 – 1945

Op 6 juni 1944 werd de bevrijding van de bezette gebieden in Europa ingezet met de operatie Overlord, de landing van geallieerde troepen in Normandië. De geallieerde opmars naar het noorden verliep redelijk voorspoedig. Dit had mede te maken met het feit dat de Duitsers verder landinwaarts geen verdedigingslijnen hadden gemaakt. In allerijl werd toen, even ten zuiden van Nederland, alsnog een verdedigingslinie opgeworpen, maar die veroorzaakte slechts een geringe vertraging in de geallieerde opmars naar het noorden.

Voor de bevrijding van Nederland en de verdere doorstoot naar Duitsland werd in september 1944 de operatie Market Garden uitgevoerd. Hierbij zou een samenwerking van luchtlandingstroepen en grondtroepen er voor moeten zorgen dat de belangrijke bruggen over een aantal waterwegen tot aan Arnhem onbeschadigd konden worden veroverd op de bezetter. Operatie Market Garden was voor de geallieerden uiteindelijk geen succes. Vanaf dat moment tot begin 1945, lag de frontlinie in Nederland nagenoeg helemaal stil over de lijn vanaf de Oosterschelde via Moerdijk richting Nijmegen. Hierdoor was het zuidelijk deel van Nederland ten westen van de Maas bevrijd, terwijl het westen en het noorden van Nederland een barre Hongerwinter moest doormaken. Eind februari 1945 komt het geallieerd offensief weer op gang. Zo verplaatst het zich o.a. richting Duitsland en de noordoostelijke provincies van ons land. Uiteindelijk vinden de laatste gevechten in Nederland plaats in de noordoost hoek van de provincie Groningen, ten zuidwesten van Delfzijl.

5 CONVENTIONELE EXPLOSIEVEN

Volgens de algemeen geldende definitie voor conventionele explosieven betreft het hier voorwerpen waarvan het gebruik berust op de aanwezigheid van een explosieve stof daarin. Met munitie wordt meestal bedoeld een projectiel en zijn voortdrijvende lading. Er zijn echter veel meer soorten munitie, zoals geschutmunitie, mijnen, raketten en dergelijke.

In hoofdstuk 2. van het WSCS-OCE worden munitieartikelen benoemd als conventionele explosieven en als volgt omschreven:

Conventionele Explosieven (CE):

Elk explosief dat niet als geïmproviserd, nucleair, biologisch of chemisch kan worden aangemerkt. Bij het opsporingsproces wordt aan conventionele explosieven gelijkgesteld en als zodanig behandeld:

- *Conventionele explosieven die geen explosieve stoffen (meer) bevatten;*
- *Restanten van conventionele explosieven die door leken als zodanig herkenbaar zijn;*
- *Voorwerpen die door leken kunnen worden aangemerkt als conventioneel explosief;*
- *Wapens of onderdelen daarvan.*

Deze explosieven zijn verdeeld in 16 hoofdsorten. De opsomming van deze hoofdsorten met de juiste benaming en een korte definitie is bijgevoegd in bijlage 04.

5.1 Gevaar van explosieven

Explosieven zoals die in de Nederlandse (water)bodem worden aangetroffen, zijn meestal afkomstig van de Tweede Wereldoorlog. Bij de productie van explosieven in oorlogstijd wordt de kwaliteit vaak ondergeschikt aan de kwantiteit. Internationaal wordt aangenomen dat hierdoor ruim 10% van alle verschoten en afgeworpen explosieven niet tot werking is gekomen en als blindganger in de (water)bodem achter blijft.

Van deze blindgangers moet worden aangenomen dat de ontstekingsinrichting zich in gewapende toestand bevindt. Een onbekend hoeveelheid nog niet geruimde explosieven bevindt zich nog steeds in de Nederlandse (water)bodem en vormt een bedreiging voor de openbare orde en veiligheid en daarmee een potentieel gevaar voor mens, dier en milieu. Naast deze groep blindgangers bevindt zich ook een andere groep explosieven in de Nederlandse (water)bodem.

Voor de oorlogsvoering zijn door de bezetter en de geallieerden zeer grote hoeveelheden munitie aangevoerd en opgeslagen in tijdelijke opslagdepots. In sommige gevallen bestond een dergelijk depot uit stapels munitie onder de blote hemel. Er zijn ook situaties bekend waarin grote hoeveelheden munitie in (semi)permanente opslag is opgelegd. Een voorbeeld hiervan is het Duitse munitiedepot nabij Apeldoorn. Hier lag tegen het einde van de oorlog in een gebied van ongeveer 400 hectare een geschatte hoeveelheid van 40.000 ton munitie opgeslagen. Vlak voor het einde van de Tweede Wereldoorlog is dit munitiedepot door de Duitsers voor een deel opgeblazen en voor een deel in brand gestoken. Het merendeel van de munitie lag daar bij het einde van de Tweede Wereldoorlog echter nog steeds.

Als laatste mag niet onopgemerkt blijven dat er ook veel munitie is gedumpt in bomkraters, schuttersputten, loopgraven, tankgrachten, watergangen en dergelijke. Dat gebeurde vaak door de lokale bevolking die deze munitie 'maar in de weg vond liggen', maar ook door militairen van beide partijen. Dit kwam niet alleen direct na de oorlog voor. Het staat vast dat ook in de jaren tot nu toe met enige regelmaat munitie 'aan de kant gaat' omdat het in de weg ligt, of omdat anders het werk komt stil te liggen.

5.2 Ruimen van explosieven

Direct na afloop van de oorlog zijn de geallieerden begonnen met het opruimen van de munitievoorraden. Dit gevaarlijke werk is in het begin onder andere uitgevoerd door krijgsgevangenen, onder toezicht van geallieerde specialisten. Kort daarna zijn er militaire eenheden met gespecialiseerd personeel opgericht om de explosieven te ruimen. Vanaf 1948 is deze taak uitgevoerd door de Hulpverleningsdienst van het Ministerie van Binnenlandse Zaken. In 1971 is deze taak overgenomen door de Explosieven Opruimingsdienst van het Ministerie van Defensie die deze taak tot op heden uitvoert onder de naam Explosieven Opruimingsdienst Defensie.

Mijnenvelden werden in veel gevallen eveneens geruimd door krijgsgevangenen onder toezicht van geallieerde specialisten. Na afloop werden de velden ter controle geploegd door een speciale ploeg, met meerdere keren een fatale afloop.

Mijnenvelden werden in eerste instantie dan ook lang niet altijd even precies geruimd. Later is de kwaliteit van dit gevaarlijke werk sterk verbeterd. Naar wordt aangenomen, zijn vrijwel alle door de geallieerden en de bezetter gelegde mijnen ook weer geruimd. Desondanks bestaat de kans wel degelijk dat er nog niet geruimde mijnen zijn achtergebleven.

Het opruimen bestond in de beginjaren vrijwel altijd uit het op een bepaalde plaats verzamelen van grote hoeveelheden munitie die vervolgens door middel van detonatie werd vernietigd in grote vernietigingsputten. De hierbij toegepaste technieken waren niet altijd even effectief, met als gevolg dat slechts een deel van de munitie werd vernietigd. Een substantieel deel van de niet ontplofte munitie(restanten) werd soms honderden meters weggeslingerd, veelal zonder tot ontploffing te komen. Door de explosie werd een ander deel van de niet ontplofte munitie de grond in gesprongen. Deze grote vernietigingsputten werden meestal aangelegd in de omgeving waar munitie lag opgeslagen. De niet ontplofte munitie(restanten) vormen door de onbekende toestand waarin ze verkeren eveneens een groot gevaar voor de openbare orde en veiligheid en dus voor mens, dier en milieu. In latere jaren is de opleiding en de organisatie van de opruimingseenheden in Nederland echter steeds verder verbeterd tot het hoge niveau dat de organisatie heden ten dage kenmerkt.

Deel 2
Inventarisatie van bronnenmateriaal

6 OPDRACHT

De opdracht voor dit vooronderzoek is beschreven in hoofdstuk 3 van dit document. Deze tekst wordt hier als herhaald en ingevoegd beschouwd.

7 UITVOERENDEN

De inventarisatie van het bronnenmateriaal voor dit vooronderzoek is uitgevoerd door de heren H.A. Spierings en F.R. Brouwers.

De heer H.A. Spierings is als historisch onderzoeker werkzaam voor Leemans. De heer F.R. Brouwers is als Senior OCE-deskundige werkzaam voor Leemans.

8 EERDERE ONDERZOEKEN NAAR EXPLOSIEVEN MET BETREKKING TOT HET ONDERZOEKSGBIED

Er is navraag gedaan bij de gemeenten Eemsum, Delfzijl, Loppersum, Bedum, Winsum, Zuidhorn en Groningen met betrekking tot eerdere onderzoeken naar explosieven in of in de directe omgeving van het onderzoeksgebied. Bij de afronding van deze rapportage was er nog geen antwoord op de navraag ontvangen.

Er kon niet worden vastgesteld of er onderzoek naar explosieven heeft plaatsgevonden in en in de directe omgeving van het onderzoeksgebied.

9 BRONNENONDERZOEK

Het WSCS-OCE schrijft voor dat de onderstaande bronnen dienen te worden geraadpleegd.

Bron	Verplicht	Aanvullend
Literatuur	X	
Gemeentelijke en provinciale archieven	X	
Explosieven Opruimingsdienst Defensie	X	
Luchtfotocollectie Bibliotheek universiteit Wageningen	X	
Luchtfotocollectie Topografische Dienst Zwolle	X	
Nederlands Instituut voor Militaire Historie		X
Nederlands Instituut voor Oorlogsdokumentatie		X
Luchtfotocollectie The Aerial Reconnaissance Archives		X
The National Archives / London		X
Bundesarchiv – Militairarchiv / Freiburg		X
The National Archives / Washington DC		X
Getuigen		X

Bij het bronnenonderzoek wordt gezocht naar informatie met betrekking tot explosieven in relatie tot het onderzoeksgebied. Hierbij wordt specifiek gezocht naar informatie over:

- luchtaanvallen,
- neergekomen vliegtuigen,
- gevechtshandelingen,
- mijnevelden en/of verdachte gebieden,
- ruimingen van explosieven,
- luchtfoto's.

9.1 Literatuuronderzoek

Literatuuronderzoek vormt de basis van het bronnenonderzoek. Het betreft hier voornamelijk het verkrijgen van inzicht in de oorlogshandelingen die gedurende de Tweede Wereldoorlog in en in de directe omgeving van het onderzoeksgebied hebben plaatsgevonden. Daarnaast kan ook inzicht worden verkregen in wat er voor en na de Tweede Wereldoorlog in en in de directe omgeving van het onderzoeksgebied heeft plaatsgevonden.

Tijdens dit literatuuronderzoek worden uiteraard de standaardwerken over de Tweede Wereldoorlog geraadpleegd, maar ook publicaties die specifiek over het onderzoeksgebied en/of de directe omgeving gaan. Voor dit vooronderzoek is de onderstaande literatuur geraadpleegd.

Auteur(s)	Document
Hen bollen en Paul Vroemen	Canadezen in actie
G.J. Zwanenburg	En nooit was het stil - Kroniek van een Luchtoorlog - deel 1 en 2.
Generaal-majoor B.Koning	Bevrijding van Nederland 1944-1945
Ab A. Jansen	Gevleugeld verleden
Ab. A. Jansen.	Wespennest Leeuwarden - Deel 1,2, en 3
Ab. A. Jansen.	Sporen aan de Hemel - Deel 1,2, en 3
Christ Klep en Ben Schoenmaker.	Oorlog op de Flank
M.H. Huizinga en H. Doornbos.	Van Canada tot Dollard Tou...
H. Amersfoort en P.H. Kamphuis	·Mei 1940 de strijd op Nederlands grondgebied
ANWB 1:50000 2 ^e Editie	Topografische Atlas van Nederland
B.C. de Pater en B. Schoenmaker	Grote Atlas van Nederland 1930-1950

9.2 Archiefonderzoek

Archiefonderzoek vormt na het literatuuronderzoek de kern van het bronnenonderzoek. Hiervoor worden een aantal verplichte archieven geraadpleegd. Gebaseerd op het inzicht dat tijdens het literatuuronderzoek van het onderzoeksgebied is verkregen wordt bepaald in welke aanvullende archieven onderzoek zal plaats vinden. Voor dit vooronderzoek zijn de onderstaande archieven geraadpleegd.

Bron	Relevante stukken
Explosieven Opruimingsdienst Defensie	Het archief van de EODD is geraadpleegd met betrekking tot geruimde explosieven in en in de directe omgeving van het aangewezen onderzoeksgebied. Daartoe zijn de ruimrapporten en de leg- en ruimrapporten van het mijnenveldarchief geraadpleegd.
Luchtfotocollectie Bibliotheek universiteit Wageningen	De bibliotheek van de universiteit Wageningen is geraadpleegd met betrekking tot relevante luchtfoto's van het aangewezen onderzoeksgebied.
Luchtfotocollectie Topografische Dienst Zwolle	Het archief van de Topografische Dienst te Zwolle is geraadpleegd met betrekking tot relevante luchtfoto's van het aangewezen onderzoeksgebied.

Bron	Relevante stukken
Streekarchieven Noordoost - Groningen	De archieven van de gemeenten Appingedam, Delfzijl, Eemsmond, Loppersum en Winsum zijn onderzocht naar documenten in relatie tot explosieven in en in de directe omgeving van het onderzoeksgebied.
RHC Groninger Archieven	Deze archieven zijn onderzocht naar documenten in relatie tot explosieven in en in de directe omgeving van het onderzoeksgebied.
Historische Vereniging Bedum	Dit archief is onderzocht naar documenten in relatie tot explosieven in en in de directe omgeving van het onderzoeksgebied.
Historisch Leek	Dit archief is onderzocht naar documenten in relatie tot explosieven in en in de directe omgeving van het onderzoeksgebied.
Historische vereniging GroningenGrun	Dit archief is onderzocht naar documenten in relatie tot explosieven in en in de directe omgeving van het onderzoeksgebied.
Historische Vereniging Winsum	Dit archief is onderzocht naar documenten in relatie tot explosieven in en in de directe omgeving van het onderzoeksgebied.
Historische Kring Zuidhorn	Dit archief is onderzocht naar documenten in relatie tot explosieven in en in de directe omgeving van het onderzoeksgebied.
2 nd Tactical Airforce	De Daily Records zijn onderzocht op aanwijzingen van luchtaanvallen in en in de directe omgeving van het onderzoeksgebied.
Internet	http://wikipedia.org http://nl.wikipedia.org/wiki/Loppersum http://nl.wikipedia.org/wiki/Eemshaven

10 RESULTAAT BRONNENFONDERZOEK

Het literatuur- en archiefonderzoek heeft de volgende relevante informatie opgeleverd.

10.1 Luchtaanvallen

Gedurende de oorlogsjaren zijn een aantal luchtaanvallen uitgevoerd in de omgeving van het tracé. Geen van deze aanvallen heeft plaatsgevonden in en in de directe omgeving van het onderzoeksgebied.

10.2 Gevechtshandelingen

Mei 1940

Er zijn geen aanwijzingen gevonden die er op duiden dat bij de Duitse inval in Nederland in en in de directe omgeving van het onderzoeksgebied gevechtshandelingen van enige betekenis hebben plaatsgevonden.

1940 – april 1945

Er zijn geen aanwijzingen aangetroffen die er op duiden dat gedurende dit deel van de oorlogsperiode in de directe omgeving van het onderzoeksgebied gevechtshandelingen van enige betekenis hebben plaatsgevonden.

April – mei 1945

Er zijn geen aanwijzingen aangetroffen die er op duiden dat bij de bevrijding van Nederland in de directe omgeving van het onderzoeksgebied gevechtshandelingen van enige betekenis hebben plaatsgevonden.

10.3 Neergekomen vliegtuigen

Uit het Verliesregister 1939 – 1945 is gebleken dat tijdens de Tweede Wereldoorlog geen vliegtuigen zijn neergekomen in en in de directe omgeving van het onderzoeksgebied.

10.4 Explosieven Opruimingsdienst Defensie

10.4.1 Mijneveldarchief

Uit onderzoek in de leg- en ruimrapporten van het mijneveldarchief is gebleken dat er geen verdachte gebieden of mijnevelden hebben gelegen in of in de directe omgeving van het onderzoeksgebied.

10.4.2 Archief ruiming van explosieven

Het archief van ruimrapportages beslaat de periode vanaf 1971 tot heden.

Uit onderzoek in de ruimrapporten is gebleken dat er geen ruiming van explosieven hebben plaatsgevonden in en in de directe omgeving van het onderzoeksgebied.

10.5 Luchtfotocollecties

In Nederland worden de luchtfotocollecties beheerd door het Kadaster te Zwolle en de bibliotheek van de Universiteit te Wageningen. Bij onderzoek in deze luchtfotocollecties via Dotkadata te Apeldoorn zijn acht luchtfoto's aangetroffen die het onderzoeksgebied weergeven. Het betreft hier de volgende foto's:

- foto nummer 4016-16/1865 van 18 maart 1945;
- foto nummer 4017-16/1865 van 18 maart 1945;
- foto nummer 4061-16/1866 van 18 maart 1945;
- foto nummer 5003-34W/S/0017 van 20 juni 1945;
- foto nummer 5051-34W/S/0007 van 20 juni 1945;
- foto nummer 5053-34W/S/0017 van 20 juni 1945;
- foto nummer 5057-34W/S/0017 van 20 juni 1945;
- foto nummer 5059-34W/S/0017 van 20 juni 1945.

Na beoordeling op geschiktheid van deze foto's voor dit vooronderzoek, is gebleken dat alle foto's informatie geven met betrekking tot het onderzoeksgebied.

11 LOCATIESPECIFIEKE INFORMATIE

Er is geen informatie aangetroffen met een specifieke duiding ten aanzien van het onderzoeksgebied.

12 GETUIGENVERKLARINGEN

In overleg met de opdrachtgever is niet gezocht naar getuigen die iets kunnen verklaren met betrekking tot de mogelijke aanwezigheid van explosieven in en in de directe omgeving van het onderzoeksgebied.

13 LEEMTEN IN KENNIS

Er zijn een aantal leemten in kennis, te weten:

- Het is niet bekend of en tot welke diepte na de Tweede Wereldoorlog grondverzet is uitgevoerd in het onderzoeksgebied.
- Het is niet bekend of na de oorlog in het onderzoeksgebied veranderingen in de maaiveldhoogte hebben plaatsgevonden.
- Het is niet bekend of gedurende de periode van 1945 tot en met 1971 in het onderzoeksgebied explosieven zijn aangetroffen en/of geruimd.
- Een deel van de aangetroffen informatie in de literatuur en archieven is niet te herleiden naar specifieke locaties binnen het onderzoeksgebied.
- Er zijn geen getuigenverklaringen die relevante informatie konden verstrekken m.b.t. dit vooronderzoek.
- Er is geen informatie over eerdere onderzoeken naar explosieven in het onderzoeksgebied.

Deel 3
Beoordeling en evaluatie bronnenmateriaal

14 OPDRACHT

De opdracht voor dit vooronderzoek is weergegeven in hoofdstuk 3 van dit document. Deze tekst wordt hier als herhaald en ingevoegd beschouwd.

15 UITVOERENDEN

De beoordeling en evaluatie van het aangetroffen relevante bronnenmateriaal voor dit vooronderzoek is uitgevoerd door de heren H.A. Spierings en W.H. Giesberts. De heer H.A. Spierings is als historisch onderzoeker werkzaam voor Leemans. De heer W.H. Giesberts is als Senior OCE-deskundige werkzaam voor Leemans.

16 BEOORDELING EERDERE ONDERZOEKEN MET BETREKKING TOT HET ONDERZOEKSGBIED

Er is navraag gedaan bij de gemeenten Eemsum, Delfzijl, Loppersum, Bedum, Winsum, Zuidhorn en Groningen met betrekking tot eerdere onderzoeken naar explosieven in of in de directe omgeving van het onderzoeksgebied. Bij de afronding van deze rapportage was er nog geen antwoord op de navraag ontvangen.

Er kon niet worden vastgesteld of er onderzoek naar explosieven heeft plaatsgevonden in en in de directe omgeving van het onderzoeksgebied.

Indien het antwoord op enig moment wordt ontvangen, zal dit antwoord volgens het WSCS-OCE worden beoordeeld. De opdrachtgever zal van het resultaat op de hoogte worden gesteld.

Conclusie:

Uit dit gegeven zijn geen indicaties en/of contra-indicaties af te leiden.

17 BEOORDELING RESULTATEN BRONNENONDERZOEK

17.1 Luchtaanvallen

Gedurende de oorlogsjaren zijn een aantal luchtaanvallen uitgevoerd in de omgeving van het tracé. Geen van deze aanvallen heeft plaatsgevonden in en in de directe omgeving van het onderzoeksgebied.

Conclusie:

De aanwezigheid van explosieven in de vorm van (blindangers van) afwerpmunitie en lucht-grondraketten in en in de directe omgeving van het onderzoeksgebied is niet aannemelijk.

17.2 Gevechtshandelingen

Mei 1940

Er zijn geen aanwijzingen gevonden die er op duiden dat bij de Duitse inval in Nederland in en in de directe omgeving van het onderzoeksgebied gevechtshandelingen van enige betekenis hebben plaatsgevonden.

1940 – april 1945

Er zijn geen aanwijzingen aangetroffen die er op duiden dat gedurende dit deel van de oorlogsperiode in de directe omgeving van het onderzoeksgebied gevechtshandelingen van enige betekenis hebben plaatsgevonden.

April – mei 1945

Er zijn geen aanwijzingen aangetroffen die er op duiden dat bij de bevrijding van Nederland in de directe omgeving van het onderzoeksgebied gevechtshandelingen van enige betekenis hebben plaatsgevonden.

Conclusie:

De aanwezigheid van explosieven in de vorm van blindgangers van verschoten munitie, anderszins bij gevechtshandelingen gebruikte munitie en van achtergelaten munitie in en in de directe omgeving van het onderzoeksgebied is niet aannemelijk.

17.3 Neergekomen vliegtuigen

Uit het Verliesregister 1939 – 1945 is gebleken dat tijdens de Tweede Wereldoorlog geen vliegtuigen zijn neergekomen in en in de directe omgeving van het onderzoeksgebied.

Conclusie:

De aanwezigheid van (restanten van) neergekomen vliegtuigen in en in de directe omgeving van het onderzoeksgebied is niet aannemelijk.

17.4 Explosieven Opruimingsdienst Defensie

17.4.1 Mijneveldarchief

Uit onderzoek in de leg- en ruimrapporten van het mijneveldarchief is gebleken dat er geen verdachte gebieden of mijnevelden hebben gelegen in of in de directe omgeving van het onderzoeksgebied.

Conclusie:

De aanwezigheid van explosieven in de vorm van mijnen in en in de directe omgeving van het onderzoeksgebied is niet aannemelijk.

17.4.2 Archief ruimingen van explosieven

Uit onderzoek in de ruimrapporten is gebleken dat er geen ruimingen van explosieven hebben plaatsgevonden in en in de directe omgeving van het onderzoeksgebied.

Conclusie:

De aanwezigheid van explosieven, anders dan genoemd in punt 17.1 en 17.2, in en in de directe omgeving van het onderzoeksgebied is niet aannemelijk.

17.5 Luchtfotocollecties

Uit onderzoek in de in Nederland beschikbare luchtfotocollecties is gebleken dat acht luchtfoto's het onderzoeksgebied weergeven. Deze foto's zijn vermeld in punt 10.5 van dit document. Bij de analyse van deze luchtfoto's blijkt dat op geen van deze foto's aanwijzing zijn waar te nemen die duiden op de mogelijke aanwezigheid van explosieven in en in de directe omgeving van het onderzoeksgebied.

Er zijn echter twee gedeelten van het tracé die niet door de luchtfoto's worden gedekt. Het betreft een deel van het tracé over een lengte van 887 meter, gelegen ten zuiden van Westerwijdwert tussen de coördinaten

53° 19'24 42" N 6° 38'15 44" O

en

53° 19'31 25" N 6° 39'01 82" O.

Verder betreft het een deel van het tracé over een lengte van 4.040 meter, gelegen ten westen van de stad Groningen tussen de coördinaten

53° 14'44 58" N 6° 28'08 33" O

en

53° 12'34 21" N 6° 28'14 35" O.

In geen enkele geraadpleegde bron zijn aanwijzingen aangetroffen die duiden op de mogelijke aanwezigheid van explosieven in deze twee gedeelten van het tracé.

Conclusie:

Uit dit gegeven zijn geen indicaties en/of contra-indicaties af te leiden.

18 BEOORDELING LOCATIESPECIFIEKE INFORMATIE

Er is geen informatie aangetroffen met een specifieke duiding ten aanzien van het onderzoeksgebied.

Conclusie:

Uit dit gegeven zijn geen indicaties en/of contra-indicaties af te leiden.

19 BEOORDELING GETUIGENVERKLARINGEN

In overleg met de opdrachtgever is niet gezocht naar getuigen die iets kunnen verklaren met betrekking tot de mogelijke aanwezigheid van explosieven in en in de directe omgeving van het onderzoeksgebied.

Conclusie:

Uit dit gegeven zijn geen indicaties en/of contra-indicaties af te leiden.

20 BEOORDELING LEEMTEN IN KENNIS

Er zijn een aantal leemten in kennis, te weten:

- Het is niet bekend of en tot welke diepte na de Tweede Wereldoorlog grondverzet is uitgevoerd in het onderzoeksgebied.
- Het is niet bekend of na de oorlog in het onderzoeksgebied veranderingen in de maaiveldhoogte hebben plaatsgevonden.
- Het is niet bekend of gedurende de periode van 1945 tot en met 1971 in het onderzoeksgebied explosieven zijn aangetroffen en/of geruimd.
- Een deel van de aangetroffen informatie in de literatuur en archieven is niet te herleiden naar specifieke locaties binnen het onderzoeksgebied.
- Er zijn geen getuigenverklaringen die relevante informatie konden verstrekken m.b.t. dit vooronderzoek.
- Er is geen informatie over eerdere onderzoeken naar explosieven in het onderzoeksgebied.

Conclusie:

Uit deze gegevens zijn geen indicaties en/of contra-indicaties af te leiden.

21 VERMOEDELIJKE AANWEZIGE CONVENTIONELE EXPLOSIEVEN

Op basis van de beoordeling en evaluatie van het aangetroffen relevante bronnenmateriaal moet worden vastgesteld dat in en in de directe omgeving van het onderzoeksgebied vrijwel zeker geen sprake is van de vermoedelijke aanwezigheid van explosieven zoals weergegeven in onderstaande tabel.

Hoofdsoort	Kans op aantreffen	Vermoedelijk aantal
Kleinkalibermunitie	niet te verwachten ²	
Geschutmunitie	niet te verwachten	
Handgranaten	niet te verwachten	
Geweergranaten	niet te verwachten	
Munitie voor granaatwerpers	niet te verwachten	
Raketten	niet te verwachten	
Afwerpmunitie	niet te verwachten	
Submunitie	niet te verwachten	
Onderwatermunitie	niet te verwachten	
Mijnen	niet te verwachten	
Valstrikken	niet te verwachten	
Explosieve stoffen	niet te verwachten	
Vuurwerken	niet te verwachten	
Vernielingsmiddelen	niet te verwachten	
Ontstekingsinrichtingen	niet te verwachten	
Toebehoren van munitie	niet te verwachten	

² Er zijn geen aanwijzingen gevonden die duiden op het gebruik van deze hoofdsoort in of in de directe omgeving van het onderzoeksgebied.

22 RISICO VAN CONVENTIONELE EXPLOSIEVEN VOOR TOEKOMSTIG GEBRUIK VAN ONDERZOEKSGBIED

De risicoanalyse is een analyse van de mogelijke gevaarstelling van de vermoede explosieven in relatie tot het toekomstig gebruik van het onderzoeksgebied en de uit te voeren civiel- en/of cultuurtechnische werkzaamheden. Uit de risicoanalyse volgt een advies betreffende de noodzaak en urgentie tot het opsporen en het ruimen van de vermoede explosieven. De aard van de geplande werkzaamheden is mede van invloed op de analyse.

22.1 Kenmerken en uitwerking van een detonatie

Bij de explosie van een explosief, levert de detonatie van een met springstof gevuld explosief de meeste en gevaarlijkste uitwerkingsverschijnselen op.

Deze uitwerkingsverschijnselen zijn:

- *hitte:*
de detonatiehitte kan oplopen tot ca 4.000 °C en kan brand veroorzaken;
- *scherfwerking:*
de scherven bereiken een snelheid van ca 1.500 m/sec en veroorzaken ernstig tot dodelijk letsel aan mens en dier en schade aan infrastructuur en materieel;
- *schokgolf:*
de schokgolf plant zich voort door de lucht en de bodem en veroorzaakt ernstige schade aan (ondergrondse) infrastructuur;
- *luchtdrukwerking:*
de luchtdrukwerking of mijnwerking veroorzaakt schade aan infrastructuur en tevens door het verplaatsen (blastwerking) van losliggende zaken.

De grootte van het explosief en dus de hoeveelheid springstof daarin, bepaalt de afstand vanaf het detonatiepunt waarop deze uitwerkingsverschijnselen werken. De scherfwerking is de meest gevaarlijke uitwerking. Deze werkingssfeer wordt de schervengevarezone genoemd.

Bij de detonatie aan het maaiveld van een brisantgranaat met een springstoflading van 1 kg, bedraagt de schervengevarezone 250 meter³. Bij de detonatie aan het maaiveld van een vliegtuigbom met een springstoflading van 125 kg, bedraagt de schervengevarezone 1.130 meter⁴.

Bij een detonatie ondergronds of met een aangebrachte beschermingsconstructie, worden deze schervengevarezones aanmerkelijk teruggebracht. Eén en ander is sterk afhankelijk van de bodemstructuur en andere omgevingsfactoren, zoals de grondwaterspiegel.

³ Bron: VS9-861 - Voorschrift inzake het Opruimen van explosieven – EODD.

⁴ Bron: VS9-861 - Voorschrift inzake het Opruimen van explosieven – EODD.

22.2 Detonatie aan of net onder het maaiveld

Indien een explosief aan of net onder het maaiveld detoneert, zal dit een krater veroorzaken. De directe schade zal worden veroorzaakt door scherven, luchtdrukwerking en hitte.

22.3 Detonatie onder het maaiveld

Indien een explosief als blindganger in de bodem is ingedrongen, zal de uitwerking van het explosief bij een detonatie duidelijk verschillend zijn van de hierboven vermelde situatie. Eén en ander is afhankelijk van de diepte tot waar het explosief is ingedrongen. Hoe dieper de ligging hoe minder de uitwerking aan het oppervlak. Wel ontstaat een schokgolf die zich voortplant door de bodem en op grote afstand schade kan toebrengen aan de bestaande infrastructuur, zoals kabels, leidingen, heipalen, funderingen etc. Aangezien de diepteligging van het vermoede explosief nog niet exact bekend is, is het niet mogelijke uitwerking vooraf vast te stellen. Er zal altijd rekening moeten worden gehouden met scherfwerking, luchtdruk en schokgolfwerking.

22.4 Detonatie onder de wateroppervlakte

Bij de detonatie van een explosief onder de wateroppervlakte doen zich dezelfde uitwerkingsverschijnselen voor als bij een detonatie onder het maaiveld. Ook in dit geval bestaan deze verschijnselen uit hitte, scherfwerking, luchtdrukwerking en schokgolf. Door het feit dat het explosief door water is omringd zal de scherfwerking duidelijk anders zijn dan aan de oppervlakte of onder het maaiveld. Ook de hitte zal door het water snel worden aangenomen en afgevoerd. De luchtdrukwerking zal door het omringende water enigszins gedempt worden. De schokgolf echter zal door medium water aanmerkelijk verder komen dan onder het maaiveld. Ook zal de schokgolf minder snel in kracht afnemen dan onder het maaiveld. Water is als vloeistof immers niet samenpersbaar.

22.5 Oorzaken van een (ongecontroleerde) explosie

Een explosief kan gewild (bij ruiming) of ongewild tot explosie komen. Vooral het uitvoeren van werkzaamheden in de bodem waar het explosief zich bevindt, kan een ongecontroleerde explosie veroorzaken. Van essentieel belang hierbij is de soort en (wapenings)toestand van de geplaatste ontstekers.

Een ongecontroleerde explosie (detonatie) kan worden veroorzaakt door een invloed van buitenaf, beroering van het explosief door stoten met gereedschap of graafmachine en dergelijke, maar ook door het verplaatsen van het explosief.

Ook trillingen in de bodem, veroorzaakt door werkzaamheden, kunnen een ongecontroleerde explosie veroorzaken.

Een ongecontroleerde explosie (detonatie) kan ook voorkomen zonder directe invloed van buitenaf. Hierbij moet worden gedacht aan veroudering van gebruikte materialen en het instabiel worden van de springstoflading.

22.6 Risico bij het uitvoeren van de geplande werkzaamheden

In hoofdstuk 21 van dit document is vastgesteld dat op basis van de beoordeling en evaluatie van het aangetroffen relevante bronnenmateriaal de vermoedelijke aanwezigheid van explosieven, zoals weergegeven in de tabellen in hoofdstuk 21, in en in de directe omgeving van het onderzoeksgebied, aannemelijk is. Daarnaast is de aanwezigheid van restanten van het neergestorte vliegtuig in en in de directe omgeving van het onderzoeksgebied, aannemelijk.

Het uitvoeren van werkzaamheden in het onderzoeksgebied levert derhalve een potentieel gevaar op voor het personeel en eventueel aanwezige derden.

22.7 Het toekomstig gebruik van het onderzoeksgebied

Er zijn geen relevante aanvullingen ten opzichte van wat al vermeld is in hoofdstuk 3.

22.8 Verantwoordelijkheden

Bij het uitvoeren van civiel- en cultuurtechnische werkzaamheden binnen van explosieven verdacht gebied, wordt het personeel blootgesteld aan de explosiegevaaren van de vermoede explosieven. Dit levert een ARBO-technisch probleem op en is een verantwoordelijkheid van de opdrachtgever.

Daarnaast levert de vermoede aanwezigheid van explosieven een explosievenopruimings-incident op. Dit is een inbreuk op de openbare orde en veiligheid en dat valt onder de verantwoordelijkheid van de burgemeester van de betreffende gemeente.

23 SAMENVATTING, CONCLUSIE, VERDACHT GEBIED EN AANBEVELINGEN

23.1 Samenvatting

23.1.1 Luchtaanvallen

De aanwezigheid van explosieven in de vorm van blindgangers van afwerpmunitie en lucht-grondraketten in en in de directe omgeving van het onderzoeksgebied is niet aannemelijk.

23.1.2 Gevechtshandelingen

De aanwezigheid van explosieven in de vorm van blindgangers van verschoten munitie, anderszins bij gevecthandelingen gebruikte munitie en van achtergelaten munitie in en in de directe omgeving van het onderzoeksgebied is niet aannemelijk.

23.1.3 Neergekomen vliegtuigen

De aanwezigheid van (restanten van) neergekomen vliegtuigen in en in de directe omgeving van het onderzoeksgebied is niet aannemelijk.

23.1.4 Landmijnen

De aanwezigheid van explosieven in de vorm van mijnen in en in de directe omgeving van het onderzoeksgebied is niet aannemelijk.

23.1.5 Ruimingen van explosieven

De aanwezigheid van explosieven, anders dan genoemd in punt 23.1.1, 32.1.2 en 23.1.4, in en in de directe omgeving van het onderzoeksgebied is niet aannemelijk.

23.1.6 Luchtfotocollecties

Bij de analyse van de luchtfoto's zijn geen aanwijzingen aangetroffen die duiden op de mogelijke aanwezigheid van explosieven, anders dan bedoeld in punten 23.1.1 tot en met 23.1.5, in en in de directe omgeving van het onderzoeksgebied.

23.2 Conclusie

Op basis van de beoordeling en evaluatie van het bronnenmateriaal moet worden geconcludeerd dat de vermoedelijke aanwezigheid van explosieven zoals weergegeven in hoofdstuk 21, in en in de directe omgeving van het onderzoeksgebied niet aannemelijk is.

23.3 Verdacht gebied

In het WSCS-OCE wordt het begrip 'verdacht gebied' als volgt omschreven:

Verdacht gebied:

Het deel van het onderzoeksgebied waarbinnen op basis van vooronderzoek de aanwezigheid van CE wordt vermoed.

Aan de hand van de informatie welke is verzameld bij het bronnenonderzoek en de beoordeling en evaluatie van deze informatie, wordt het verdacht gebied als volgt vastgesteld.

23.3.1 Niet-verdacht gebied

Het gehele onderzoeksgebied wordt als niet-verdacht van explosieven aangemerkt.

23.4 Aanbevelingen

Op basis van bovengenoemde conclusie wordt de opdrachtgever het volgende geadviseerd.

Voor het gehele onderzoeksgebied geldt de volgende aanbeveling:

De kans op het aantreffen van explosieven is niet anders dan op elke ander plaats in Nederland onder gelijke omstandigheden. De voorgenomen werkzaamheden kunnen uitgevoerd worden zonder extra maatregelen met betrekking tot explosieven.

Indien tijdens het uitvoeren van deze werkzaamheden onverhoopt toch één of meerdere explosieven worden aangetroffen, dienen deze direct gemeld te worden bij de plaatselijke politie. Deze zal melding van het aantreffen van explosieven doen bij de EODD, die alsdan voor de ruiming van de explosieven zorg zal dragen.

Deel 4
Bijlagen

Systemcertificaat Leemans Speciaalwerken bv.



Leemans Speciaalwerken B.V. te Vriezenveen

KvK: 06091613

heeft aangetoond dat het managementsysteem en de verrichte werkzaamheden voldoen aan het:

Systemcertificaat Opsporen Conventionele Explosieven WSCS-OCE: 2012, versie 1

Het bedrijf voldoet daarmee aan de in de bovengenoemde werkveldspecifieke certificatieschema vastgelegde eisen ten aanzien van:

Deelgebied A: Opsporing Deelgebied B: Civieltechnisch Opsporingsproces

Evaluatie van het managementsysteem heeft plaatsgevonden volgens de procedures voor systeemcertificatie van TÜV Nederland.
Deze certificatie is onderworpen aan een jaarlijkse evaluatie door TÜV Nederland.

Registratienummer : 13798/2.2
Geldig tot : 15-12-2012
Datum uitgifte : 01-07-2012
Datum eerste certificaat : 15-12-2006




Algemeen directeur



TUV Nederland CA B.V. - Postbus 120 6680 AC Best - Tel +31-(0)496-339500 - Fax +31-(0)496-339509
Website: www.tuv.nl - e-mail: info@tuv.nl

Aanwijzingsbeschikking Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid onder nummer G5VNI/VV92009/14037

Verzendlijst

Dit Rapport van Vooronderzoek wordt verzonden aan:

- Opdrachtgever 3 x
- Leemans Speciaalwerken bv. 1 x
- Archief Vooronderzoeken 1 x

Afbeelding van het onderzoeksgebied
Schaal 1:10000
(Bron: ARCADIS)



Onderzoekgebied



ARCADIS
Infrastructuur - Water - Milieu - Gebouwen

schaal 1 : 10000



Onderzoekspad



ARCADIS
Infrastructuur - Water - Milieu - Gebouwen

schaal 1 : 10000



Onderzoekgebied



ARCADIS
Infrastructuur - Water - Milieu - Gebouwen

schaal 1 : 10000



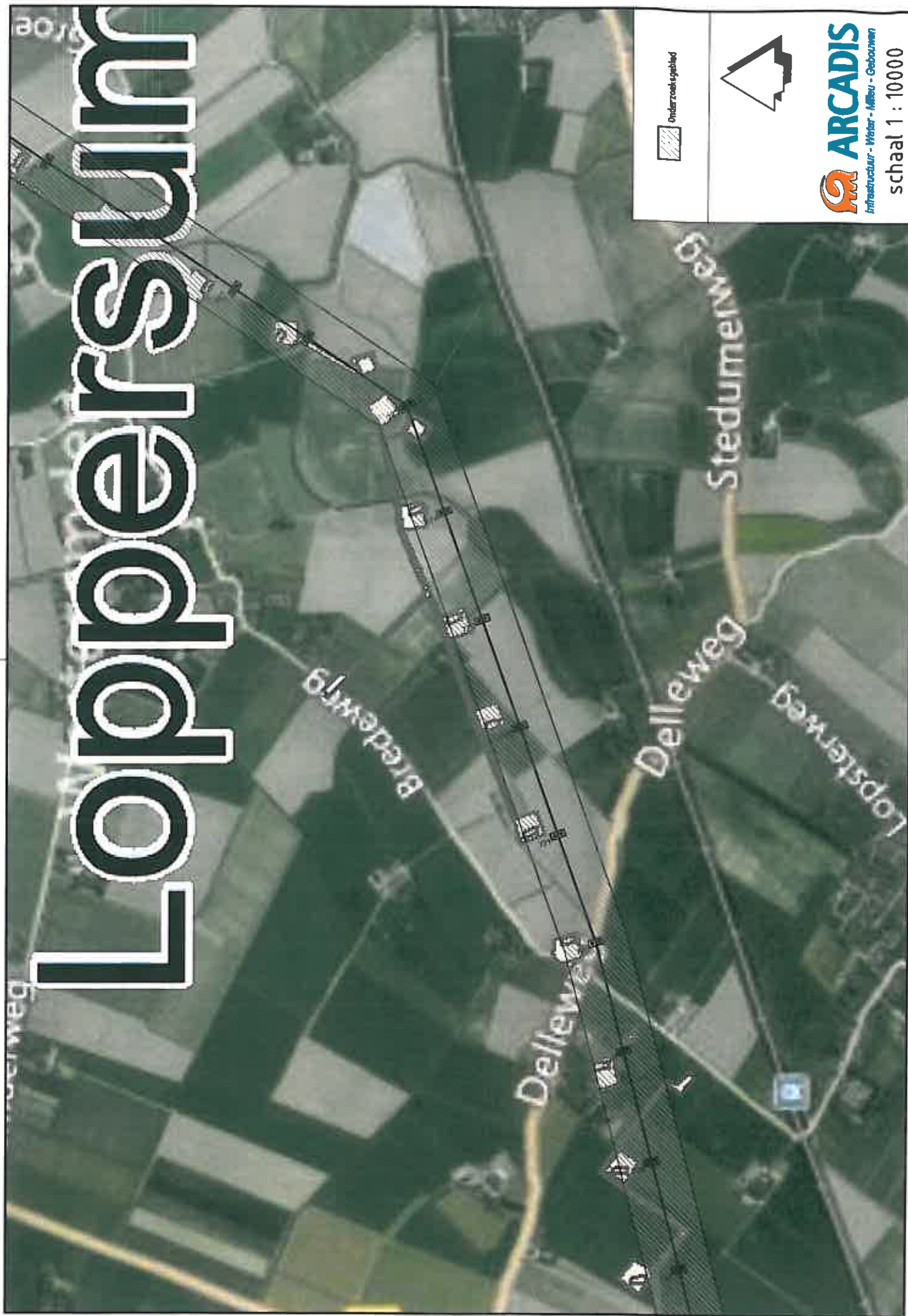
Onderzoeksgebied



ARCADIS
Infrastructuur - Water - Milieu - Gebouwen

schaal 1 : 10000

Loppersum

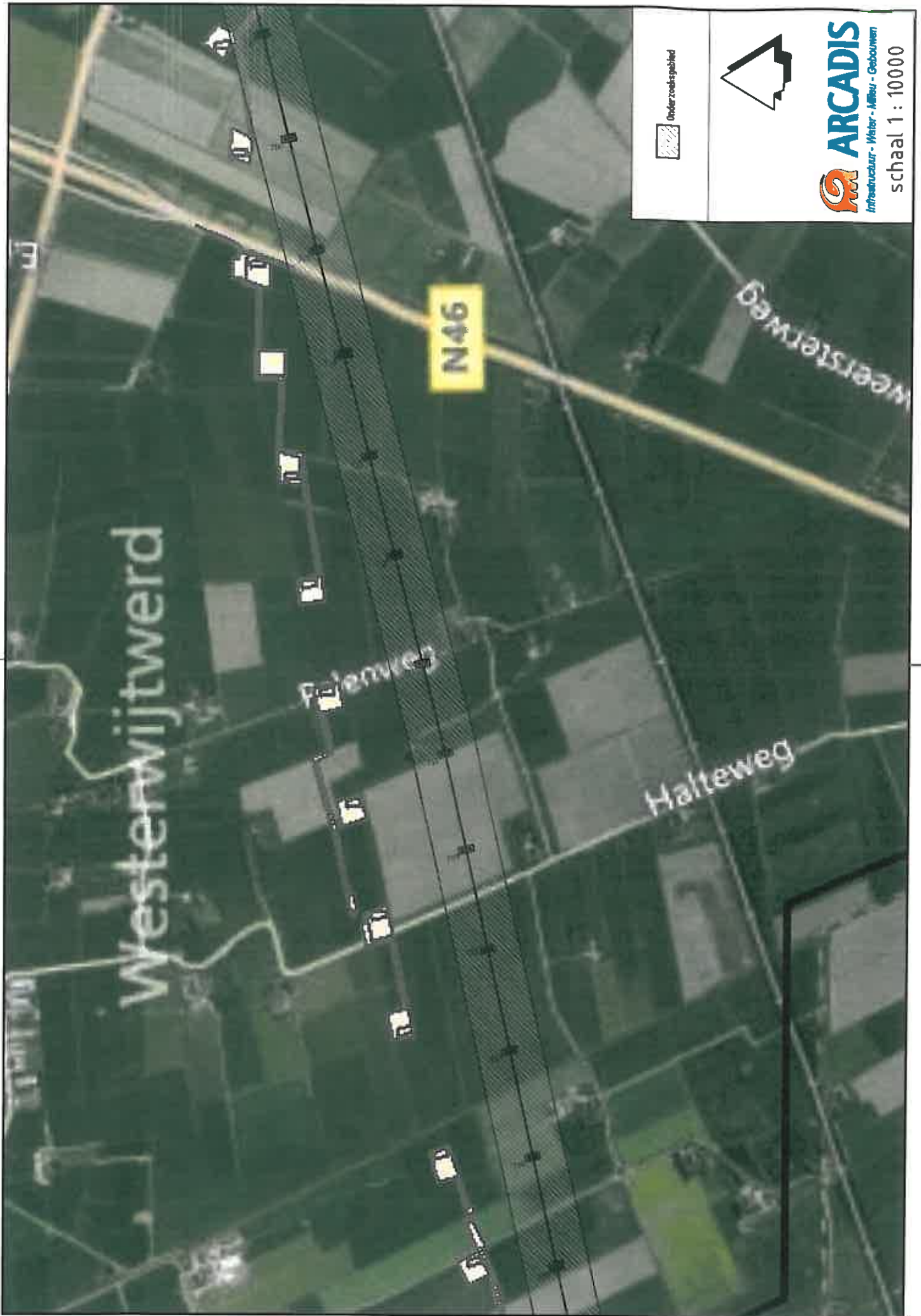


Onderzoekgebied



ARCADIS
Infrastructuur - Water - Milieu - Gebouwen

schaal 1 : 10000

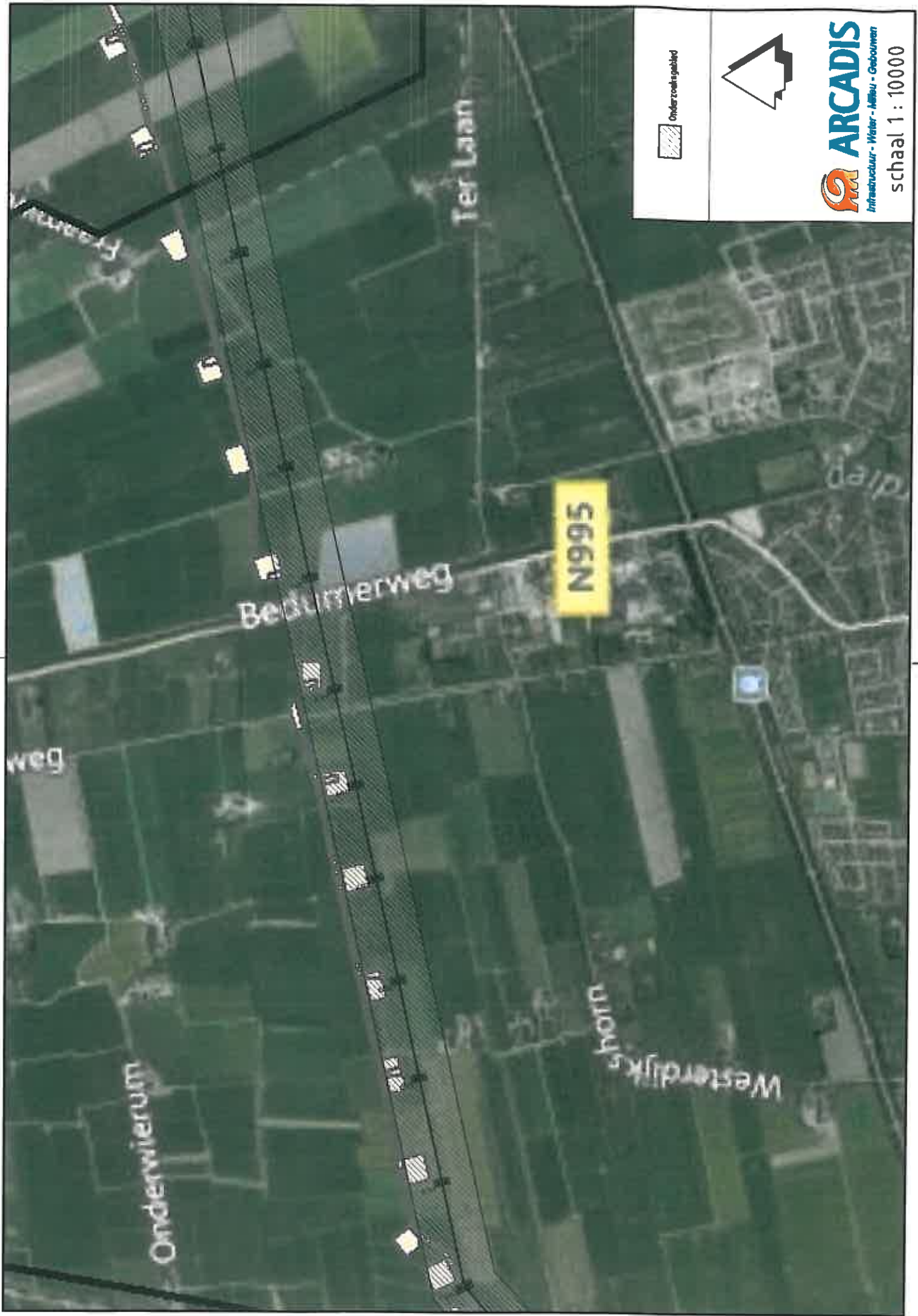


Onderzoeksgebied

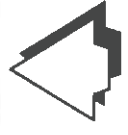


ARCADIS
Infrastructuur - Water - Milieu - Gebouwen

schaal 1 : 10000

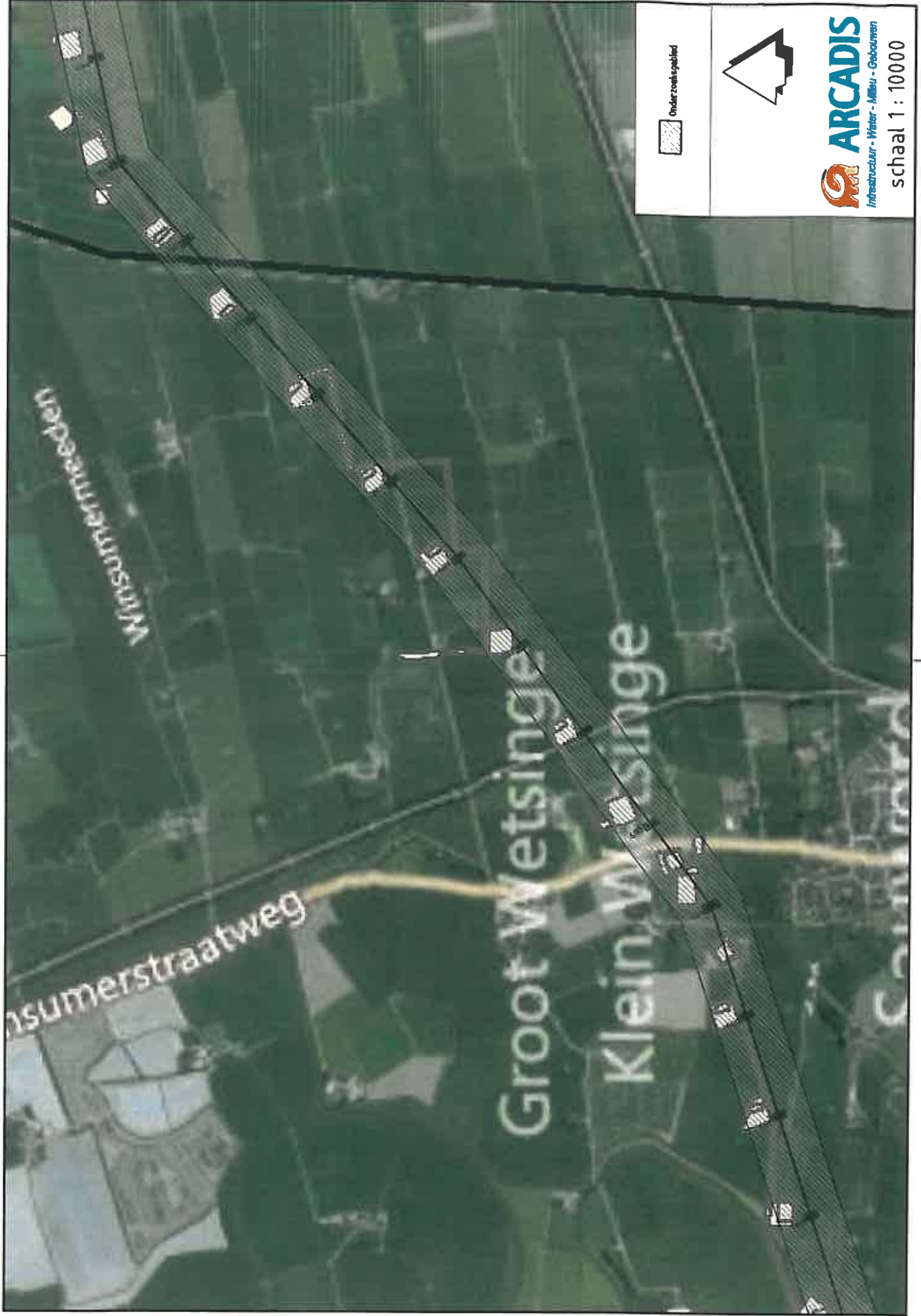


Onderzoekgebied



ARCADIS
Infrastructuur - Water - Milieu - Gebouwen

schaal 1 : 10000

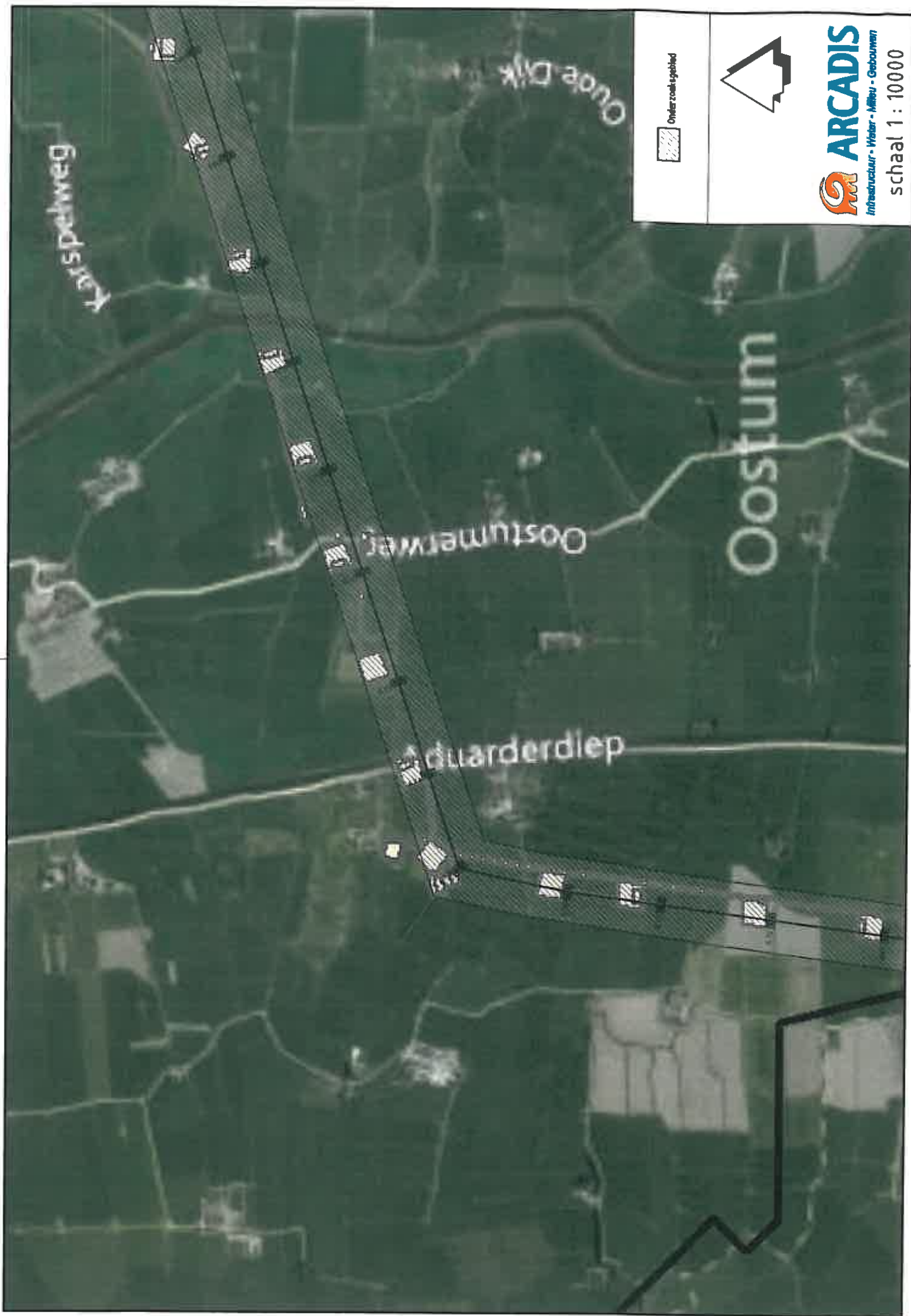


Onderzoeksgebied



ARCADIS
Infrastructuur - Water - Milieu - Gebouwen

schaal 1 : 10000



Karspethweg

Oostumerweg

Guarderdiep

Oostum

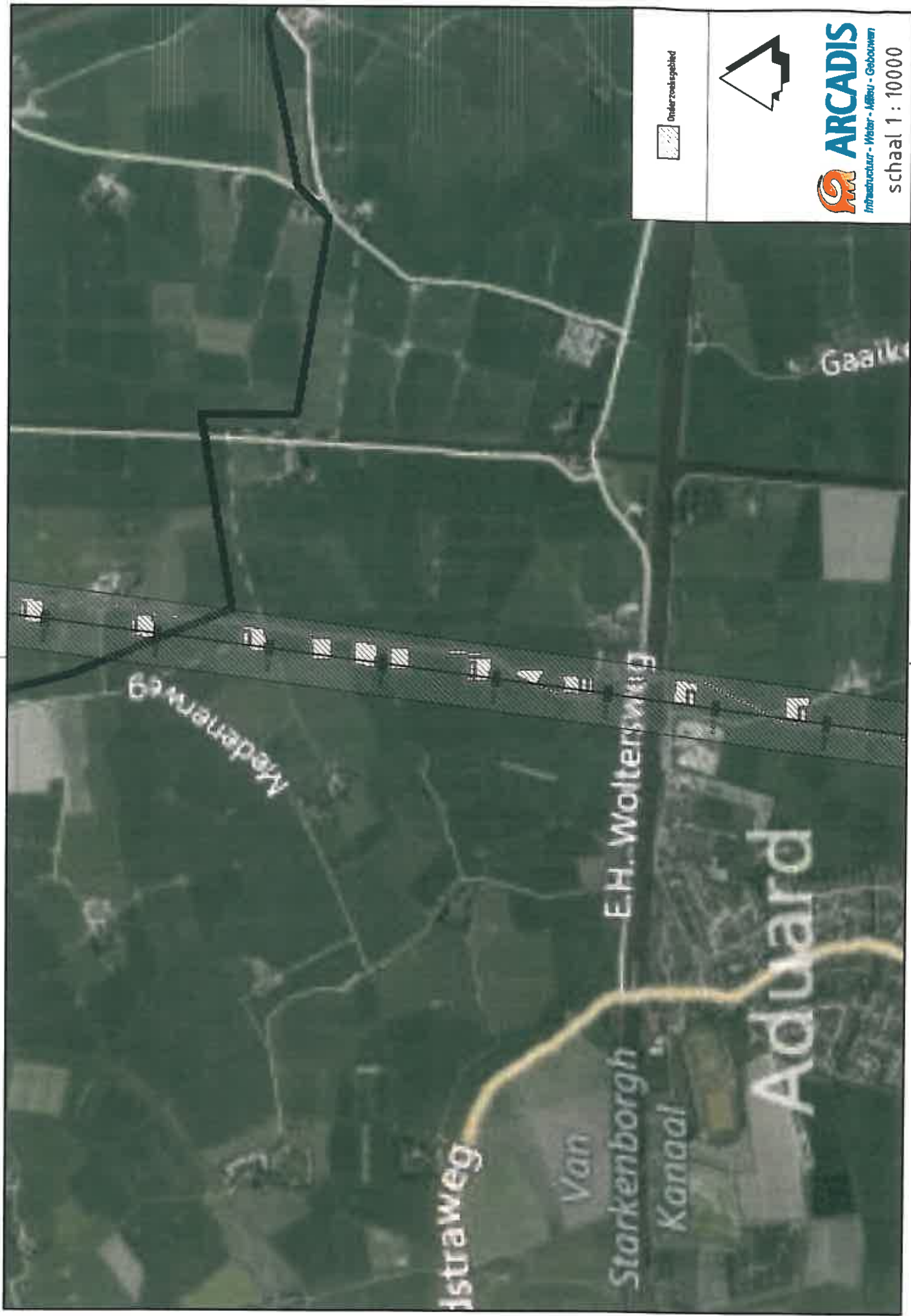
Oude Dijk

Onderzoek gebied

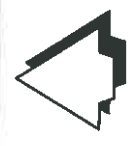


ARCADIS
Infrastructuur - Water - Milieu - Gebouwen

schaal 1 : 10000

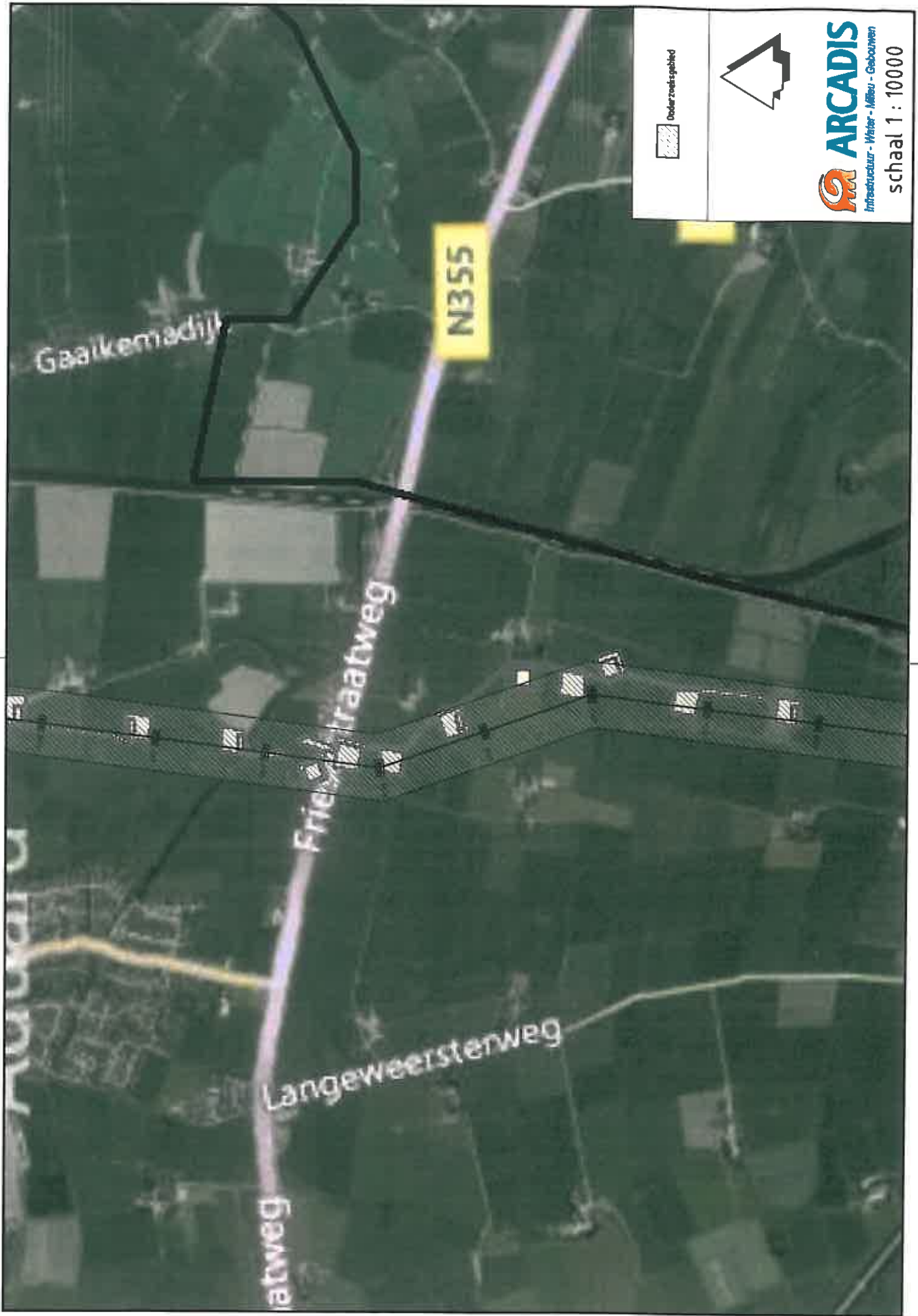


Onderzoeksgebied



ARCADIS
Infrastructuur - Water - Milieu - Gebouwen

schaal 1 : 10000



Dakzetsgebied



ARCADIS
Infrastructuur - Water - Milieu - Gebouwen

schaal 1 : 10000



 Onderzoek gebied



 **ARCADIS**
Infrastructuur - Water - Milieu - Gebouwen

schaal 1 : 10000

Hoofdsorten conventionele explosieven

Hoofdsort	Beschrijving
Kleinkalibermunitie	Munitie voor wapens met een kaliber tot 20 mm.
Geschutmunitie	Munitie voor vuurmonden met een kaliber van 20 mm of groter.
Handgranaten	Munitie bedoeld om met de hand te werpen.
Geweergranaten	Munitie bedoeld om met behulp van een geweer te verschieten.
Munitie voor granaatwerpers	Munitie die met een daarvoor bestemd wapensysteem worden verschoten, gelanceerd of weggeslingerd.
Raketten ⁵	Munitie die wordt afgevuurd en / of voortgestuwd door een raketmotor.
Afwerpmunitie	Munitie bedoeld om van een vliegtuig te worden losgelaten, uitgestoten of geworpen.
Submunitie	Munitie opgenomen in een ander munitieartikel, die op enig moment vrijkomen, worden uitgestoten of verschoten, zelfstandig hun weg vervolgen en op het gewenste tijdstip en/of plaats worden ontstoken zodat deze tot werking komen.
Onderwatermunitie	Munitie bedoeld om onder water te gebruiken.
Mijnen	Munitie met een hoeveelheid springstof, al of niet in een omhulsel, voorzien van een ontsteker, in of op een terrein of gebied aangebracht om te hinderen, schade toe te brengen of buiten gevecht te stellen en dat door het te treffen doel wordt geactiveerd.
Valstrikken	Munitieartikel dat fabrieksmatig is aangemaakt en dat al dan niet op een geïmproviseerde wijze is geplaatst met als doel te vernietigen, te verminken, te verwonden, brand te stichten, te kwellen en/of paniek te zaaien.
Explosieve stoffen	Een explosieve stof zonder dat deze is voorzien van een ontstekingsinrichting en waarbij het oorspronkelijke gebruiksdoel onbekend is.
Vuurwerken	Munitie voorzien van pyrotechnische mengsels voor speciale effecten zoals vlam, licht, geluid, rook en / of gas.
Vernielingsmiddelen	Munitie bedoeld om schade toe te brengen aan constructies, vernielingen of vernietigingen mee uit te voeren.
Ontstekingsinrichtingen	Inrichtingen die op of in een munitieartikel zijn of kunnen worden geplaatst en op een gewenst tijdstip en / of plaats de verlangde uitwerking veroorzaken.
Toebehoren van munitie	Voorwerp dat onderdeel uitmaakt van of toebehoort aan een munitieartikel, geen explosieve stoffen bevat, maar wel een sterke aanwijzing vormt voor de mogelijke aanwezigheid van munitie.

⁵ Met inbegrip van Duitse V-wapens: V1 en V2

Deel 5
Bodembelastingkaart

BODEMBELASTINGKAART

Het WSCS-OCE schrijft ten aanzien van de bodembelastingkaart het volgende voor. De bodembelastingkaart is geprojecteerd in het Rijksdriehoekstelsel; de kaart bevat tenminste de volgende informatie: titel, auteur, noordpijl, schaal, datum van opmaak, versie, kenmerk en legenda.

In punt 23.2 van dit document is vastgesteld dat op basis van de beoordeling en evaluatie van het bronnenmateriaal moet worden geconcludeerd dat de vermoedelijke aanwezigheid van explosieven zoals weergegeven in hoofdstuk 21, in en in de directe omgeving van het onderzoeksgebied niet aannemelijk is.

In punt 23.3 van dit document is vastgesteld dat het gehele onderzoeksgebied als niet-verdacht van explosieven wordt aangemerkt.

In overleg met de opdrachtgever is op grond van de bovengenoemde informatie besloten dat een bodembelastingkaart geen toegevoegde waarde heeft voor dit Rapport van Vooronderzoek en daarom niet zal worden toegevoegd.

Bijlage 7 QRA Windturbinepark

Memo aan:

Jurian Lier, TenneT TSO

Memo Nr: 10006442-PMT/POL 17-1263**Van:** DNV GL - Energy**Datum:** 19 Okt. 2017**Door:** Ed Tap, DNV GL

Erwin Platenkamp, DNV GL

Kopie aan:

Ronald Lommers, DNV GL

Dit document is een geactualiseerde versie van het document met dezelfde naam uit 2014 "74101611-PMT/POL 14-2695", dd 21 oktober 2014.

Titel

Kwantitatieve Risicoanalyse (QRA) windturbines op Wintrack 4x380 te Eemshaven

1 ACHTERGROND

Op het hoogspanningsstation EOS (Eemshaven Oudeschip) te Eemshaven wordt een vier-circuit 380 kV verbinding aangesloten. Deze NW380-verbinding is opgebouwd middels Wintrack masten. In de nabijheid van de nieuwe verbinding staat een bestaande windturbine (nabij EOS; in de rode cirkel in Figuur 1) en er zijn vijf windturbines gepland in de nabijheid van de nieuwe verbinding. De geplande windturbines maken onderdeel uit van windpark Oostpolder (bevoegd gezag; provincie Groningen).

DNV GL is door TenneT gevraagd om het additionele risico ten gevolge van de windturbines op genoemde hoogspanningsverbinding te berekenen. In onderstaande Figuur 1 is een overzicht van de situatie opgenomen.



Figuur 1: bestaende (rood omcirkeld) en geplande (groen) WTG's nabij NW380

De risicoanalyse wordt uitgevoerd voor de twee-circuit en de vier-circuit 380 kV situatie van NW380, welke is opgebouwd met Wintrack-masten. De twee-circuit is de uitvoering met enkel de twee binnenste circuits en de vier-circuit situatie is met alle 380 kV circuits geïnstalleerd. In beide uitvoering zijn bliksemraden en retourstroomgeleiders op dezelfde posities geïnstalleerd.

In de vergunningaanvraag voor het windpark Oostpolder wordt aangegeven dat de keuze van een windturbine nog niet vastligt. In de vergunningaanvraag worden twee typen mogelijke windturbines als voorbeeld genoemd. Voor de geplande windturbines zal de analyse dan ook worden uitgevoerd met deze 2 typen.

De analyse wordt uitgevoerd voor de volgende typen windturbine:

- Enercon E82/3000-98 (al aanwezig op locatie Eemshaven)
- Lagerwey L136 4.0 MW (voorbeeld mogelijke windturbine)
- Enercon E-141 EP4 4,2 MW (voorbeeld mogelijke windturbine)

1.1 Beschouwde windturbines

Voor de risicoanalyse zijn voor de beschouwde windturbines de volgende karakteristieke waarden gebruikt:

Tabel 1: Gegevens windturbines

Windturbine	Enercon E82/3000-98 IEC klasse IA/IIA	Lagerwey L136 4.0 MW IEC klasse IIA	Enercon E-141 EP4 4,2 MW IEC klasse IIIA
Vermogen	3 MW	4 MW*	4,2 MW*
Rotordiameter	82 meter	136 meter*	141 meter*
Hubhoogte	98 meter	166 meter*	159 meter*
Nominaal toerental	18,5 rpm	14.1 rpm	10,6 rpm*
Overtoeren	37 rpm	25 rpm*	28 rpm*
Ashoogte	98 meter	166 meter	159 meter
Zwaartepunt rotorblad t.o.v. rotormiddelpunt	13,5 meter	22,8 meter	23 meter

* Gegevens afkomstig uit de documenten van windpark Oostpolder (turbine specificaties).

De gegevens van de Enercon E82 turbine zijn overgenomen uit de vorige QRA.

Gegevens welke niet in de documenten van windpark Oostpolder (specificaties van de Lagerwey L136 en de Enercon E-141) konden worden gevonden, zijn overgenomen uit het "Handboek Risicozonering Windturbines", geactualiseerde versie 3.1, september 2014, Bijlage B.

1.2 Methodiek

De risicoanalyse is gebaseerd op het "Handboek Risicozonering Windturbines" (HRW), geactualiseerde versie 3.1, september 2014, uitgave RVO. Voor de risicoanalyse zijn de volgende faalfrequenties uit het HRW gehanteerd (HRW Bijl. B tabel 5):

- Mastbreuk $1,3 \cdot 10^{-4}$ /jaar
- Gondelbreuk $4,0 \cdot 10^{-5}$ /jaar
- Bladbreuk bij nominaal toerental $8,4 \cdot 10^{-4}$ /jaar
- Bladbreuk bij 2x nominaal toerental $5,0 \cdot 10^{-6}$ /jaar (overtoeren).

De faalfrequenties zijn gebaseerd op het 95% betrouwbaarheidspercentiel.

Voor de bepaling van de faalfrequentie is enkel naar bladafworp bij nominaal toerental gekeken. De kans op bladafworp ten gevolge van overtoeren is aanzienlijk lager omdat deze fouttoestand voor een windturbine zeer uitzonderlijk is. Deze kans wordt daarom voor deze analyse als niet significant beschouwd en niet meegenomen in deze analyse.

Op basis van de gegevens is voor elk van de drie (mogelijk) toe te passen windturbines de kansdichtheidsfunctie voor bladafworp bepaald. De resultaten daarvan zijn opgenomen in Bijlage A.

De berekeningsmethodiek is gebaseerd op Bijlage C van HRW. In de risicoanalyse is verondersteld dat er geen beschermingsfactoren aanwezig zijn; indien de verbinding geraakt wordt bij mastbreuk of bladafworp zal deze falen. Onder falen wordt verstaan: afschakelen van één of meerdere circuits voor kortere of langere tijd.

Het HRW geeft aan dat een kwantitatieve risicoanalyse verplicht is wanneer de afstand van een windturbine tot een bovengrondse hoogspanningsverbinding kleiner is dan één of beide onderstaande waarden:

- Maximale werpafstand bij nominaal toerental
- Ashoogte + 1/2 rotordiameter.

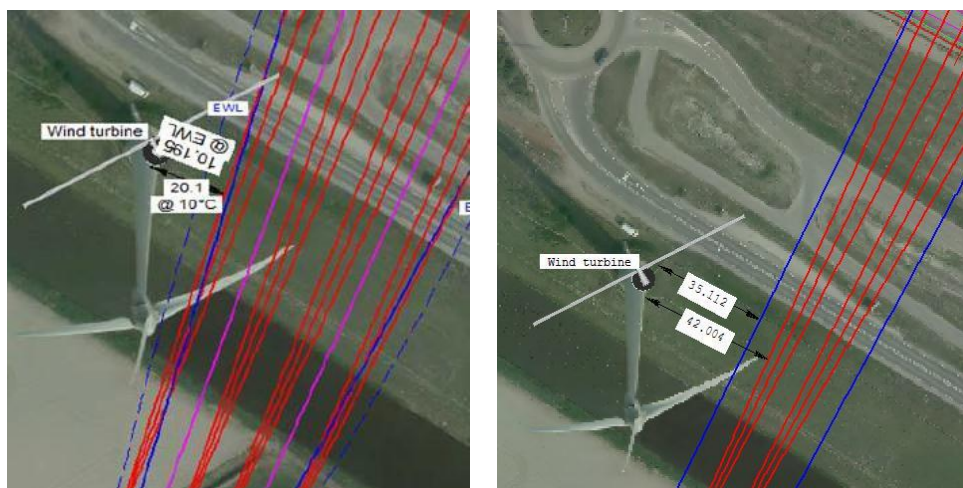
De maximale werpafstand bij nominaal toerental is voor iedere windturbine afgeleid uit de bijbehorende kansdichtheidsfunctie (Bijlage A). Ashoogte + 1/2 rotordiameter zijn te bepalen uit Tabel 1. Voor de drie typen windturbines gelden dan de volgende waarden:

Tabel 2: Afstandscriterium risicoanalyse windturbines

Windturbine	Enercon E82/3000-98	Lagerwey L136 4.0 MW	Enercon E-141 EP4 4,2 MW
Maximale werpafstand bij nominaal toerental	137 m	240 m	175 m
Ashoogte +1/2 rotordiameter	139 m	234 m	229,5 m

N.B. Het HRW schrijft voor wanneer een kwantitatieve risicoanalyse vereist is en geeft ook de methodiek voor het uitvoeren daarvan. Het HWR schrijft niet voor wat het toelaatbare additionele risico voor de hoogspanningsverbinding mag zijn. De resultaten van de risicoanalyse dienen aan TenneT overlegd te worden en vervolgens bepaalt TenneT of het additionele risico ten gevolge van de windturbines toelaatbaar is voor de verbinding.

In de vorige QRA (74101611-PMT/POL 14-2695, bij het ontwerp-Inpassingsplan ter inzage gelegd) was sprake van een aantal scenario's die met name invloed hadden op het risico gerelateerd aan turbine 4 (de reeds aanwezige windturbine). De situatie als destijds beschreven onder scenario 2 is de uitvoering zoals nu gepland. In onderstaande figuur is de geplande uitvoering van NW380 gegeven nabij turbine 4; links de situatie voor de 4 circuit-verbinding en rechts voor de verbinding indien uitgevoerd met 2 circuits.



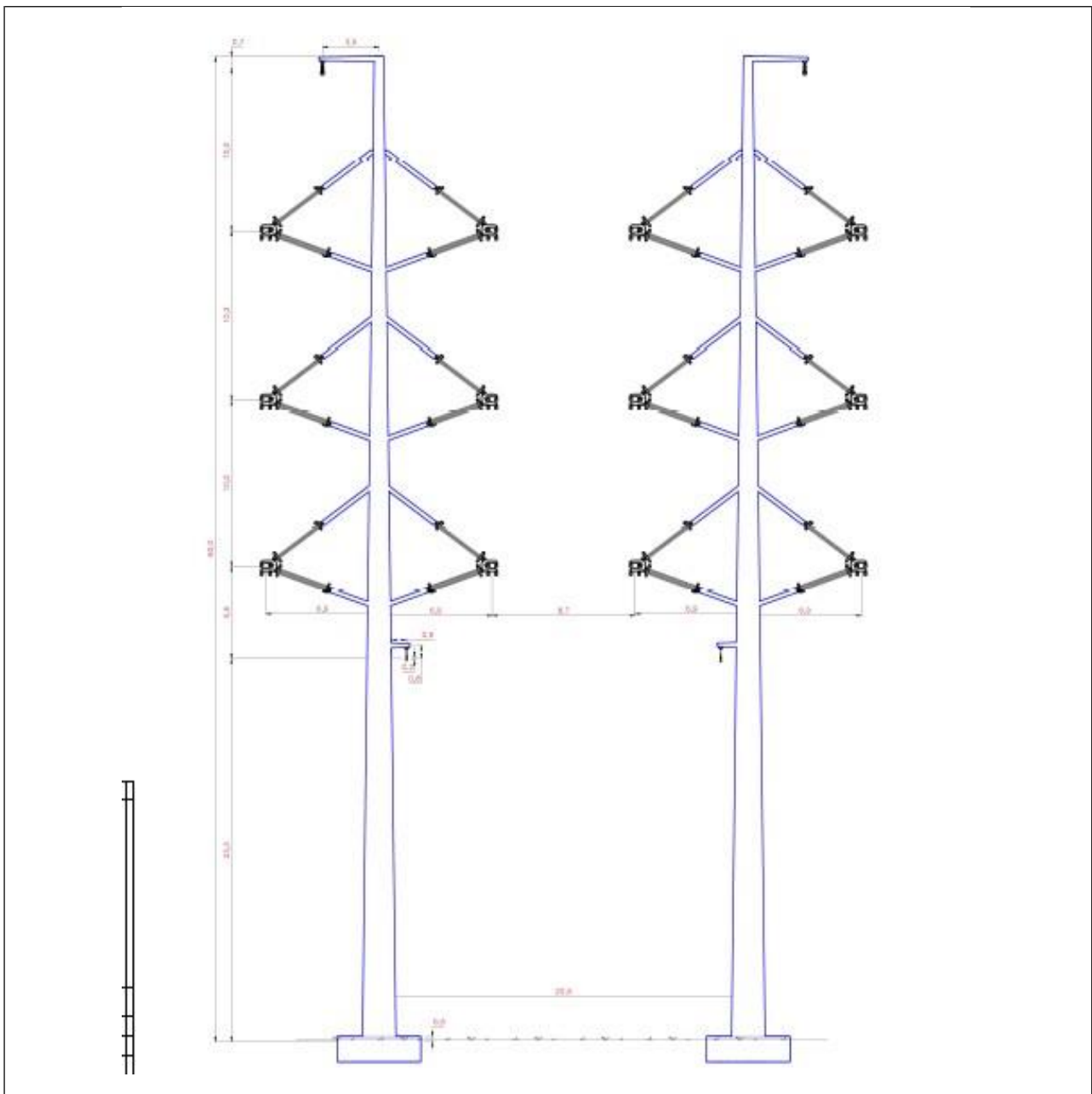
Figuur 2: Situatie nabij bestaande windturbine nr. 4, vier circuits (links) en 2 circuits (rechts)

1.3 Wintrack verbinding

In Figuur 3 is de Wintrack 4x380 steunmast voor een 400 meter veldlengte gegeven, deze mast is representatief voor de verbinding gebruikt voor de risicoanalyse.

In figuur 1 is de hartlijn van de verbinding aangegeven, de buitenste circuits zijn gelegen op een afstand van 18 meter van de hartlijn. De Wintrack mast heeft een hoogte van 60 meter en de ophanging van de onderfase is op ~29 meter, onder EDS (geen wind, 10°C) condities is de zeeg 11 meter. De hoogte van de onderfase tot maaiveld is 18 meter.

Figuur 3: Wintrack vier circuit 380 kV steunmast (W6S400)



2 KWANTITATIEVE RISICOANALYSE UITVOERING VIER CIRCUITS

Voor de NW380 vier-circuit situatie wordt een risicoanalyse uitgevoerd voor de drie typen windturbines zoals gegeven in Tabel 1. De windturbine op locatie 4 is een Enercon E82/3000-98. De analyse voor deze windturbine op deze locatie is niet gewijzigd en overgenomen uit het vorige rapport (74101611-PMT/POL 14-2695). (paragraaf 2.1)

De windturbines Lagerwey L136 4.0 MW en Enercon E-141 EP4 4,2 MW kunnen op ieder van de 5 locaties zoals gegeven in Figuur 1 (groene punten), worden geplaatst. De analyse wordt daarom voor elk van deze locaties uitgevoerd voor beide typen windturbines. (paragraaf 2.2 en 2.3). De afstand van de buitenste fasegeleiders ten opzichte van het hart van de verbinding bedraagt 18 m.

De afstanden van de windturbines tot de hoogspanningsverbinding zijn in onderstaande tabel weergegeven. Uit vergelijken met de waarden in Tabel 2 is vastgesteld of een kwantitatieve risicoanalyse voor de betreffende windturbine op de aangegeven locatie noodzakelijk is, hetgeen vervolgens in de laatste 3 kolommen van Tabel 3 is weergegeven.

Tabel 3: Overzicht locaties met afstand tot tracé; 4 circuit

Turbine nr.	Afstand (m) tot hart lijn	Afstand (m) tot buitenste fase lijn 4 circuit	Noodzaak risico analyse Enercon E82	Noodzaak risico analyse Lagerwey L136	Noodzaak risico analyse Enercon E-141
4 (rode cirkel)	60	20	X	nvt	nvt
OPI 4	265	247	nvt	-	-
OPI 5	245	227	nvt	X	X
OPI 6	246	228	nvt	X	X
OPI 11	257	239	nvt	X	-
OPI 21	229	211	nvt	X	X

`nvt` : deze turbines komt niet op de betreffende locatie voor

`X` : risico-analyse noodzakelijk

`-` : risico-analyse niet noodzakelijk

2.1 Risicoanalyse E82/3000-98

De resultaten van de risicoanalyse met betrekking tot windturbine E82/3000-98 worden in het onderstaande behandeld.

Uit **Tabel 3** blijkt dat voor deze turbine op deze locatie een kwantitatieve risicoanalyse dient te worden uitgevoerd. Daarom wordt de trefkans van de Wintrack verbinding bepaald bij mastbreuk, gondelafwerp en bladafwerp bij nominaal toerental.

Trefkans door Mastbreuk en gondelafwerp

Bij mastbreuk wordt verondersteld dat de mast in de voet breekt of knikt, en vervolgens omvalt met gondel en rotor. De maximale valafstand bij mastbreuk wordt bepaald als ashoogte + ½ rotordiameter. Voor windturbine E82-3000/98 is deze afstand 139 meter.

Ter hoogte van deze windturbine gaat de lijn over van een wintrack configuratie naar een portaal-aansluiting. De afstand van de windturbine tot het dichtstbijzijnde circuit is hier 20 m. Windturbine nr. 4 kan bij mastbreuk het dichtstbijzijnde 380 kV circuit raken.

De valsector wordt berekend conform HRW Bijlage C2, paragraaf 5.2. Dit is de sector tussen de uiterste valhoeken waarbij bij mastbreuk een bladtip nog net de verbinding kan raken. De valsector bedraagt 205°. De kans op mastbreuk bedraagt $1,3 \cdot 10^{-4}$ /jaar. De kans dat ten gevolge van mastbreuk de verbinding wordt getroffen wordt dan: $1,3 \cdot 10^{-4} \cdot 205/360 = 7,4 \cdot 10^{-5}$ per jaar.

De gondelafwerp berekeningen zijn gebaseerd op HRW Bijlage C3. Uitgangspunt is dat de gondel met rotor rechtstandig naar beneden valt en dat alles binnen de ½ rotordiameter van de mastvoet kan worden getroffen. Gezien de korte afstand van de turbine tot de lijn (20m) en de lengte van een blad (41 m) moet worden vastgesteld dat bij gondelafwerp op iedere locatie rond de mastvoet een rotorblad het dichtstbijzijnde circuit kan raken. De kans dat ten gevolge van gondelafwerp de verbinding wordt getroffen bedraagt aldus $4,0 \cdot 10^{-5}$ /jaar.

De resultaten zijn vermeld in Tabel 4.

Tabel 4: Trefkans hoogspanningsverbinding bij mastbreuk Enercon E82/3000-98

Faalkans mastbreuk: $1,3 \cdot 10^{-4}$ per jaar. Windturbine ashoogte: 98 meter; tiphoogte 139 meter. Maximale valafstand bij mastbreuk: 142 meter			
Afstand tot hartlijn 4x380 verbinding	Afstand tot het eerste circuit	Sector bij mastbreuk (en gondelafwerp)	Trefkans Mastbreuk en gondelafwerp
[m]	[m]	[°]	[/jaar]
~60	20	205 360 (gondel)	$7,4 \cdot 10^{-5}$ $4,0 \cdot 10^{-5}$

Trefkans bladafwerp bij nominaal toerental

Hierbij wordt de bijbehorende kansdichtheidsfunctie gebruikt (Bijlage A). De maximale werpafstand is 137 meter. Uitgangspunt is dat indien het rotorblad achter de Wintrack verbinding op de grond komt, het blad tijdens de vlucht door de verbinding heen moet en deze zal beschadigen. De methodiek is gebaseerd op HRW Bijlage C, paragraaf 3.3.

Ook indien het zwaartepunt van het rotorblad op $2/3$ *bladlengte vóór de verbinding komt kan de rotorbladtip de verbinding raken en beschadigen. Het zwaartepunt ligt op $\sim 1/3$ van de bladlengte. Voor de E82-3000 is $2/3$ *bladlengte gelijk aan 27 meter. Rekening houdend met de hoogte van de onderste fase boven maaiveld (18 meter), kan worden gesteld dat een bladtip de lijn nog net raken wanneer het zwaartepunt van het blad op 20 meter voor de lijn de bodem raakt.

Tevens is de lengte van het deel van de verbinding berekend waarbij het rotorblad het circuit nog kan raken.

Als rekenvoorbeeld de verschillende stappen uitgewerkt voor windturbine 4, tabel 5:

- Afstand windturbine tot midden verbinding: **60 m**
- Afstand wtb tot dichtstbijzijnd circuit: **20 m (zie figuur 2)**
- Lengte deel verbinding geraakt door rotorblad: $2*\sqrt{(137^2-20^2)} = \mathbf{271\ m}$
- Oppervlak voor dichtstbijzijnd circuit: $271*20 = \mathbf{5421\ m^2}$
- Oppervlak achter dichtstbijzijnd circuit (driehoek) $271*(137-20)/2 = \mathbf{15854\ m^2}$
- Trefkans (zie waarden uit figuur in Bijlage A) $\mathbf{5421*5.10^{-8} + 15854* 1.10^{-8} = 4,3\ 10^{-4}}$

Tabel 5: Trefkans hs-verbinding bij bladafworp nominaal toerental Enercon E82/3000-98

Trefkans zwaartepunt rotorblad bij bladbreuk : 10^{-8} bij maximale werpafstand rotorblad:			
Afstand tot hartlijn 4x380 verbinding	Afstand tot het eerste circuit	Lengte deel verbinding waarbij blad de verbinding kan raken	Trefkans Rotorblad Bij nominaal toerental
[m]	[m]	[m]	[/jaar]
~ 60	20	271	$4,3\ 10^{-4}$

Totaal trefkans Wintrack verbinding door windturbine op locatie 4

Geconcludeerd kan worden dat de afstand van de windturbine tot de verbinding onvoldoende is om uit te sluiten dat bij mastbreuk, gondelafworp of bladafworp de verbinding kan worden geraakt.

In Tabel 6 is de trefkans door mastbreuk, gondelafworp of bladafworp gesommeerd.

Tabel 6: Totaal trefkans hoogspanningsverbinding voor Enercon E82/3000-98

Sommatie van trefkans door mastbreuk, bladafworp en bladafworp bij overtoeren Windturbine ashoogte: 98 meter; tiphoogte 139 meter.		
Trefkans Mastbreuk en gondelafworp	Trefkans Rotorblad Bij nominaal toerental	Totaal trefkans Wintrack 4x380 door windturbine
[/jaar]	[/jaar]	[/jaar]
$7,4\ 10^{-5}$ $4,0\ 10^{-5}$ (gondel)	$4,3\ 10^{-4}$	$5,4\ 10^{-4}$

2.2 Risicoanalyse Lagerwey L136 4.0 MW

De resultaten van de risicoanalyse ten gevolge van windturbine Lagerwey L136 worden in het onderstaande behandeld.

Uit Tabel 3 blijkt dat voor de locaties OPI-5, 6, 11, en 21 voor deze turbine een kwantitatieve risicoanalyse dient te worden uitgevoerd. Daarom wordt voor deze locaties de trefkans van de verbinding bepaald bij mastbreuk, gondelafworp en bladafworp bij nominaal toerental. Voor de locatie OPI-4 bestaat geen kans dat de lijn kan worden geraakt.

Trefkans door mastbreuk en gondelafworp

Bij mastbreuk wordt verondersteld dat de mast in de voet breekt of knikt, en vervolgens omvalt met gondel en rotor. De maximale valafstand bij mastbreuk wordt bepaald als ashoogte + $\frac{1}{2}$ rotordiameter. Voor windturbine Lagerwey L136 is deze afstand 234 meter. Alleen locatie OPI-11 ligt op voldoende afstand om een trefkans van de verbinding uit te sluiten.

De valsector wordt berekend conform HRW Bijlage C2, paragraaf 5.2. Dit is de sector tussen de uiterste valhoeken waarbij bij mastbreuk een bladtip nog net de verbinding kan raken. De trefkans wordt berekend met de valsector en de kans op mastbreuk.

De gondelafworp berekeningen zijn gebaseerd op HRW Bijlage C3. Uitgangspunt is dat de gondel met rotor rechtstandig naar beneden valt en dat alles binnen de $\frac{1}{2}$ rotordiameter van de mastvoet wordt getroffen. De $\frac{1}{2}$ rotordiameter bedraagt 68m. De afstand van de mastvoet tot het dichtstbijzijnde circuit is voor alle locaties aanzienlijk groter; bij gondelafworp is derhalve geen kans dat de lijn wordt getroffen.

Voor de locaties OPI-5, 6 en 21 resulteert dit in de volgende trefkansen.

Tabel 7: Trefkans hoogspanningsverbinding bij mastbreuk Lagerwey L136 4.0 MW

Faalkans mastbreuk: $1,3 \cdot 10^{-4}$ per jaar. Windturbine ashoogte: 166 meter; tiphoogte 234 meter. Maximale valafstand bij mastbreuk: 234 meter				
Locatie	Afstand tot hartlijn 4x380 verbinding	Afstand tot het eerste circuit	Sector bij mastbreuk	Trefkans Mastbreuk
	[m]	[m]	[°]	[/jaar]
OPI 4	nvt	nvt	nvt	nvt
OPI 5	245	227	76	$2,76 \cdot 10^{-5}$
OPI 6	246	228	74	$2,69 \cdot 10^{-5}$
OPI 11	257	239	nvt	nvt
OPI 21	229	211	100	$3,60 \cdot 10^{-5}$

Trefkans bladafworp bij nominaal toerental

Hierbij wordt de bijbehorende kansdichtheidsfunctie gebruikt (Bijlage A). De maximale werpafstand is 240 meter. Voor de berekening van de faalkans zal gerekend worden in het horizontale vlak. De reden is de afstand van de lijn tot aan de windturbine.

Uitgangspunt is dat indien het rotorblad achter de Wintrack verbinding op de grond komt, het blad tijdens de vlucht door de verbinding heen moet en deze zal beschadigen. De methodiek is gebaseerd op HRW Bijlage C, paragraaf 3.3.

Ook indien het zwaartepunt van het rotorblad op 2/3*bladlengte vóór de verbinding komt kan de rotorbladtip de verbinding raken en beschadigen. Het zwaartepunt ligt op ~1/3 van de bladlengte. Voor de Lagerwey L136 is 2/3*bladlengte gelijk aan 45 meter. Rekening houdend met de hoogte van de onderste fase boven maaiveld (18 meter), kan worden gesteld dat een bladtip de lijn nog net raken wanneer het zwaartepunt van het blad op 40 meter voor de lijn de bodem raakt.

Tevens is de lengte van het deel van de verbinding berekend waarbij het rotorblad het circuit nog kan raken. De resultaten zijn uitgewerkt in Tabel 8.

Tabel 8: Trefkans hs-verbinding bij bladafworp nominaal toerental Lagerwey L136 4.0 MW

Trefkans zwaartepunt rotorblad bij bladbreuk : $5 \cdot 10^{-9}$ en $1 \cdot 10^{-8}$ Maximale werpafstand rotorblad: 240 meter.				
Locatie	Afstand tot hartlijn 4x380 verbinding	Afstand tot het eerste circuit	Lengte deel verbinding waarbij blad de verbinding kan raken	Trefkans Rotorblad Bij nominaal toerental
	[m]	[m]	[m]	[/jaar]
OPI 4	Nvt	nvt	nvt	nvt
OPI 5	245	227	156	$4,13 \cdot 10^{-5}$
OPI 6	246	228	150	$3,90 \cdot 10^{-5}$
OPI 11	257	239	44	$8,97 \cdot 10^{-5}$
OPI 21	229	211	229	$7,89 \cdot 10^{-5}$

Totaal trefkans Wintrack verbinding door windturbines

Geconcludeerd kan worden dat voor de locatie OPI-5, 6, 11 en 21 de afstand van de windturbine tot de verbinding onvoldoende is om uit te sluiten dat bij mastbreuk of bladafworp de verbinding kan worden geraakt.

In Tabel 9 is de trefkans door mastbreuk en bladafworp gesommeerd.

Tabel 9: Totaal trefkans hoogspanningsverbinding voor windturbine Lagerwey L136 4.0 MW

Sommatie van trefkans door mastbreuk en bladafworp Windturbine ashoogte: 166 meter; tiphoogte 234 meter.			
Locatie	Trefkans Mastbreuk	Trefkans Rotorblad Bij nominaal toerental	Totaal trefkans Wintrack 4x380 door windturbine
	[/jaar]	[/jaar]	[/jaar]
OPI 4	nvt	nvt	nvt
OPI 5	$2,76 \cdot 10^{-5}$	$4,13 \cdot 10^{-5}$	$6,89 \cdot 10^{-5}$
OPI 6	$2,69 \cdot 10^{-5}$	$3,90 \cdot 10^{-5}$	$6,58 \cdot 10^{-5}$
OPI 11	nvt	$8,97 \cdot 10^{-6}$	$8,97 \cdot 10^{-6}$
OPI 21	$3,60 \cdot 10^{-5}$	$7,89 \cdot 10^{-5}$	$1,15 \cdot 10^{-4}$

2.3 Risicoanalyse E141 EP4 4,2 MW

De resultaten van de risicoanalyse ten gevolge van windturbine E141 EP4 4,2 MW worden in het onderstaande behandeld.

Uit Tabel 3 blijkt dat voor de locaties OPI-5, 6, en 21 voor deze turbine een kwantitatieve risicoanalyse dient te worden uitgevoerd. Daarom wordt voor deze locaties de trefkans van de verbinding bepaald bij mastbreuk, gondelafworp en bladafworp bij nominaal toerental. Voor de locatie OPI-4 bestaat geen kans dat de lijn kan worden geraakt.

Trefkans door Mastbreuk en gondelafworp

Bij mastbreuk wordt verondersteld dat de mast in de voet breekt of knikt, en vervolgens omvalt met gondel en rotor. De maximale valafstand bij mastbreuk wordt bepaald als ashoogte + ½ rotordiameter. Voor windturbine E141 EP4 is deze afstand 230 meter. Voor geen van de drie locaties is de afstand tot de lijn voldoende groot om een trefkans van de lijn uit te sluiten.

De valsector wordt berekend conform HRW Bijlage C2, paragraaf 5.2. Dit is de sector tussen de uiterste valhoeken waarbij nog net bij mastbreuk de bladtip de verbinding kan raken. De trefkans wordt berekend met de valsector en de kans op mastbreuk.

De gondelafworp berekeningen zijn gebaseerd op HRW Bijlage C3. Uitgangspunt is dat de gondel met rotor rechtstandig naar beneden valt en dat alles binnen de ½ rotordiameter van de mastvoet wordt getroffen. De ½ rotordiameter bedraagt 70,5m. De afstand van de mastvoet tot het dichtstbijzijnde circuit is aanzienlijk groter; bij gondelafworp is derhalve geen kans dat de lijn wordt getroffen.

Voor de locaties OPI-5, 6, en 21 resulteert dit in de volgende trefkansen.

Tabel 10: Trefkans hoogspanningsverbinding bij mastbreuk Enercon E141 EP 4

Faalkans mastbreuk: $1,3 \cdot 10^{-4}$ per jaar. Windturbine ashoogte: 159 meter; tiphogte 230 meter. Maximale valafstand bij mastbreuk: 230 meter				
Locatie	Afstand tot hartlijn 4x380 verbinding	Afstand tot het eerste circuit	Sector bij mastbreuk	Trefkans Mastbreuk
	[m]	[m]	[°]	[/jaar]
OPI 4	nvt	nvt	Nvt	nvt
OPI 5	245	227	70	$2,51 \cdot 10^{-5}$
OPI 6	246	228	66	$2,37 \cdot 10^{-5}$
OPI 11	257	239	-	-
OPI 21	229	211	99	$3,57 \cdot 10^{-5}$

Trefkans bladafworp bij nominaal toerental

Hierbij wordt de bijbehorende kansdichtheidsfunctie gebruikt uit Bijlage A. De maximale werpafstand is 175 meter. Uitgangspunt is dat indien het rotorblad achter de Wintrackverbinding op de grond komt, het blad tijdens de vlucht door de verbinding heen moet en deze zal beschadigen. De methodiek is gebaseerd op HRW Bijlage C, paragraaf 3.3.

Ook indien het zwaartepunt van het rotorblad op 2/3*bladlengte vóór de verbinding komt kan de rotorbladtip de verbinding raken en beschadigen. Het zwaartepunt ligt op ~1/3 van de bladlengte. Voor de E141 EP 4 is 2/3*bladlengte gelijk aan 47 meter. Rekening houdend met de hoogte van de onderste fase boven maaiveld (18 meter), kan worden gesteld dat een bladtip de lijn nog net raken wanneer het zwaartepunt van het blad op 43 meter voor de lijn de bodem raakt. Aangezien de maximale werpafstand 175 meter bedraagt, kan de lijn in het geval van bladafworp alleen op locatie OPI-21 geraakt worden.

Tabel 11: Trefkans hs-verbinding bij bladafworp nominaal toerental Lagerwey L136 4.0 MW

Trefkans zwaartepunt rotorblad bij bladbreuk : $5 \cdot 10^{-9}$ en $1 \cdot 10^{-8}$ Maximale werpafstand rotorblad: 240 meter.				
Locatie	Afstand tot hartlijn 4x380 verbinding	Afstand tot het eerste circuit	Lengte deel verbinding waarbij blad de verbinding kan raken	Trefkans Rotorblad Bij nominaal toerental
	[m]	[m]	[m]	[/jaar]
OPI 4	Nvt	nvt	nvt	nvt
OPI 5	245	227	-	-
OPI 6	246	228	-	-
OPI 11	257	239	-	-
OPI 21	229	211	110	$1,53 \cdot 10^{-5}$

Totaal trefkans Wintrack verbinding door windturbine

In Tabel 12 is de trefkans door mastbreuk en bladafworp gesommeerd.

Tabel 12: Totaal trefkans hoogspanningsverbinding voor Enercon E141 EP 4

Sommatie van trefkans door mastbreuk, bladafworp en bladafworp bij overtoeren Windturbine ashoogte: 159 meter; tiphoogte 229,5 meter.			
Locatie	Trefkans Mastbreuk	Trefkans Rotorblad Bij nominaal toerental	Totaal trefkans Wintrack 4x380 door windturbine
	[/jaar]	[/jaar]	[/jaar]
OPI 4	nvt	nvt	nvt
OPI 5	$2,51 \cdot 10^{-5}$	-	$2,51 \cdot 10^{-5}$
OPI 6	$2,37 \cdot 10^{-5}$	-	$2,37 \cdot 10^{-5}$
OPI 11	-	-	-
OPI 21	$3,57 \cdot 10^{-5}$	$1,53 \cdot 10^{-5}$	$5,10 \cdot 10^{-5}$

3 KWANTITATIEVE RISICOANALYSE UITVOERING TWEE CIRCUITS

Vergeleken met de vier-circuit verbinding heeft de twee-circuit uitvoering enkel de twee binnenste 380 kV circuits. De bliksemraden en retourstroomgeleiders zijn aangebracht als in de vier-circuit situatie.

Voor de twee-circuit uitvoering wordt de risicoanalyse slechts uitgevoerd voor de fasegeleiders. Indien een bliksem- of retourstroomgeleider faalt, heeft dat beperkte impact op het functioneren van de verbinding.

De afstand van de binnenste fasegeleiders ten opzichte van het hart van de verbinding bedraagt 4,4 m.

De afstanden van de windturbines tot de hoogspanningsverbinding zijn in onderstaande tabel weergegeven. Uit vergelijken met de waarden in Tabel 2 is vastgesteld of een kwantitatieve risicoanalyse voor de betreffende windturbine op de aangegeven locatie noodzakelijk is, hetgeen vervolgens in de laatste 3 kolommen van Tabel 13 is weergegeven.

Tabel 13: Overzicht locaties met afstand tot tracé; 2 circuit

Turbine nr.	Afstand (m) tot hart lijn	Afstand (m) tot binnenste fase lijn 2 circuit	Noodzaak risico analyse Enercon E82	Noodzaak risico analyse Lagerwey L136	Noodzaak risico analyse Enercon E-141
4 (rode cirkel)	60	42	X	nvt	nvt
OPI 4	265	260,6	nvt	-	-
OPI 5	245	240,6	nvt	-	-
OPI 6	246	241,6	nvt	-	-
OPI 11	257	252,6	nvt	-	-
OPI 21	229	224,6	nvt	X	X

'nvt' : deze turbinen komt niet op de betreffende locatie voor

'X' : risico-analyse noodzakelijk

'-' : risico-analyse niet noodzakelijk

3.1 Risicoanalyse twee-circuit situatie E82/3000-98

In Tabel 13 zijn de relevante afstanden vermeld voor de twee-circuit uitvoering welke zijn toegepast in de risicoanalyse.

De tiphoogte van de E82/3000-98 is 139 meter, de werpafstand is 137 m (Tabel 2). Dit houdt in dat de afstand van deze windturbine tot de twee-circuit situatie onvoldoende is; bij mastbreuk en bij bladbreuk kan de verbinding geraakt worden.

Ter hoogte van deze windturbine gaat de lijn over van een wintrack configuratie naar een portaal-aansluiting. De afstand van de windturbine tot het dichtstbijzijnde circuit is hier 42 m. Bij gondelafworp kan de verbinding niet getroffen worden.

De valsector wordt berekend conform HRW Bijlage C2, paragraaf 5.2. Dit is de sector tussen de uiterste valhoeken waarbij bij mastbreuk een bladtip nog net de verbinding kan raken. De trefkans wordt berekend met de valsector en de kans op mastbreuk.

In Tabel 14 worden de trefkansen van de twee-circuit verbinding door mastbreuk en bladafworp bij nominaal toerental gegeven.

Tabel 14: Totaal trefkans twee-circuit verbinding per windturbine E82/3000-98

Trefkans Mastbreuk	Trefkans Rotorblad bij nominaal toerental	Totaal trefkans Wintrack 2x380 door windturbine
[/jaar]	[/jaar]	[/jaar]
$6,50 \cdot 10^{-5}$	$3,3 \cdot 10^{-4}$	$4,0 \cdot 10^{-4}$

Vergelijking vier-circuit en twee-circuit situatie.

In Tabel 15 wordt voor de windturbine E82/3000-98 de vier-circuit situatie met de twee-circuit situatie vergeleken.

Tabel 15: Vergelijk trefkans twee-circuit en vier-circuit situatie voor E82/3000-98

Trefkans twee-circuit situatie	Trefkans vier-circuit situatie
[/jaar]	[/jaar]
$4,0 \cdot 10^{-4}$	$5,4 \cdot 10^{-4}$

Voor de bestaande windturbine (nr. 4) is het verschil tussen de twee-circuit en vier-circuit situatie beperkt.

3.2 Risicoanalyse Lagerwey L136 4.0 MW

In Tabel 13 zijn de relevante afstanden vermeld voor de twee-circuit uitvoering welke zijn toegepast in de risicoanalyse.

De tiphoogte van de Lagerwey L136 is 234 meter, de werpafstand is 240 m (Tabel 2). Dit houdt in dat alleen voor locatie OPI-21 de afstand van deze windturbine tot de twee-circuit situatie onvoldoende is; bij mastbreuk en bij bladbreuk kan de verbinding geraakt worden. Bij gondelafworp kan de verbinding niet getroffen worden.

De valsector wordt berekend conform HRW Bijlage C2, paragraaf 5.2. Dit is de sector tussen de uiterste valhoeken waarbij bij mastbreuk een bladtip nog net de verbinding kan raken. De trefkans wordt berekend met de valsector en de kans op mastbreuk.

In tabel 16 worden de trefkansen van de twee-circuit verbinding door mastbreuk en bladafworp bij nominaal toerental gegeven.

Tabel 16: Totaal trefkans twee-circuit verbinding locatie OPI-21 voor windturbine Lagerwey L136

Trefkans Mastbreuk	Trefkans Rotorblad bij nominaal toerental	Totaal trefkans Wintrack 2x380 door windturbine
[/jaar]	[/jaar]	[/jaar]
$2,92 \cdot 10^{-5}$	$4,69 \cdot 10^{-5}$	$7,61 \cdot 10^{-5}$

Vergelijking vier-circuit en twee-circuit situatie.

Vergelijken van de vier-circuit situatie met de twee-circuit situatie levert voor de Lagerwey L136 het volgende resultaat.

Tabel 17: Vergelijk trefkans twee-circuit en vier-circuit situatie locatie OPI-21 voor Lagerwey L136

Trefkans twee-circuit situatie	Trefkans vier-circuit situatie
[/jaar]	[/jaar]
$7,61 \cdot 10^{-5}$	$1,15 \cdot 10^{-4}$

Voor de geplande windturbine op locatie OPI-21 is het verschil tussen de twee-circuit en vier-circuit situatie beperkt.

3.3 Risicoanalyse E141 EP4 4,2 MW

In Tabel 13 zijn de relevante afstanden vermeld voor de twee-circuit uitvoering welke zijn toegepast in de risicoanalyse.

De tiphoogte van de E141 EP4 is 229,5 meter, de werpafstand is 175 m (Tabel 2). Dit houdt in dat alleen voor locatie OPI-21 de afstand van deze windturbine tot de twee-circuit situatie onvoldoende is; bij mastbreuk kan de verbinding geraakt worden. Bij gondelafworp en bladbreuk kan de verbinding niet getroffen worden.

De valsector wordt berekend conform HRW Bijlage C2, paragraaf 5.2. Dit is de sector tussen de uiterste valhoeken waarbij bij mastbreuk een bladtip nog net de verbinding kan raken. De trefkans wordt berekend met de valsector en de kans op mastbreuk.

In Tabel 18 worden de trefkansen van de twee-circuit verbinding door mastbreuk en bladafworp bij nominaal toerental gegeven.

Tabel 18: Totaal trefkans twee-circuit verbinding locatie OPI-21 voor windturbine E141 EP4 4,2 MW

Trefkans Mastbreuk	Trefkans Rotorblad bij nominaal toerental	Totaal trefkans Wintrack 2x380 door windturbine
[/jaar]	[/jaar]	[/jaar]
$2,76 \cdot 10^{-5}$	-	$2,76 \cdot 10^{-5}$

Vergelijking vier-circuit en twee-circuit situatie.

Vergelijken van de vier-circuit situatie met de twee-circuit situatie levert voor de E141 EP4 4,2 MW het volgende resultaat.

Tabel 19: Vergelijk trefkans twee-circuit en vier-circuit situatie locatie OPI-21 voor E141 EP4 4,2 MW

Trefkans twee-circuit situatie	Trefkans vier-circuit situatie
[/jaar]	[/jaar]
$2,76 \cdot 10^{-5}$	$5,10 \cdot 10^{-5}$

Voor de geplande windturbine op locatie OPI 21 is het verschil tussen de twee-circuit en vier-circuit situatie beperkt.

4 SAMENVATTING EN CONCLUSIES

Aan de hand van het "Handboek Risicozonering Windturbines" (HRW), geactualiseerde versie 3.1, september 2014, is het additionele risico ten gevolge van 3 typen windturbines op 6 locaties nabij de voorziene 4x380 hoogspanningsverbinding bepaald. Op één locatie is al een windturbine aanwezig. Op de 5 overige locaties zijn windturbines gepland. Voor deze locaties wordt het additionele risico bepaald voor 2 typen windturbines.

Voor de geplande windturbines wordt de risicoanalyse uitgevoerd voor de windturbine types Lagerwey L136 en de Enercon E-141. De bestaande windturbine is een E82/3000-98.

In de risicoanalyse wordt onderscheid gemaakt tussen de twee-circuit situatie, met enkel de twee binnenste circuits, en de vier-circuit situatie met alle circuits geïnstalleerd.

De resultaten van de risicoanalyse voor de vier-circuit en twee-circuit situatie zijn samengevat in onderstaande tabellen (getallen afgerond op 1 decimaal).

Voor de bestaande locatie met windturbine E82/3000-98:

Tabel 20: Overzicht QRA van windturbine E82/3000 op de voorziene 380 kV verbinding

Windturbine	Uitvoering 2x380		Uitvoering 4x380	
	E82/3000-98		E82/3000-98	
4 (bestaand)	4,0 10 ⁻⁴		5,4 10 ⁻⁴	

Voor de geplande windturbinelocaties:

Tabel 21: Overzicht QRA van windturbines op de voorziene 380 kV verbinding

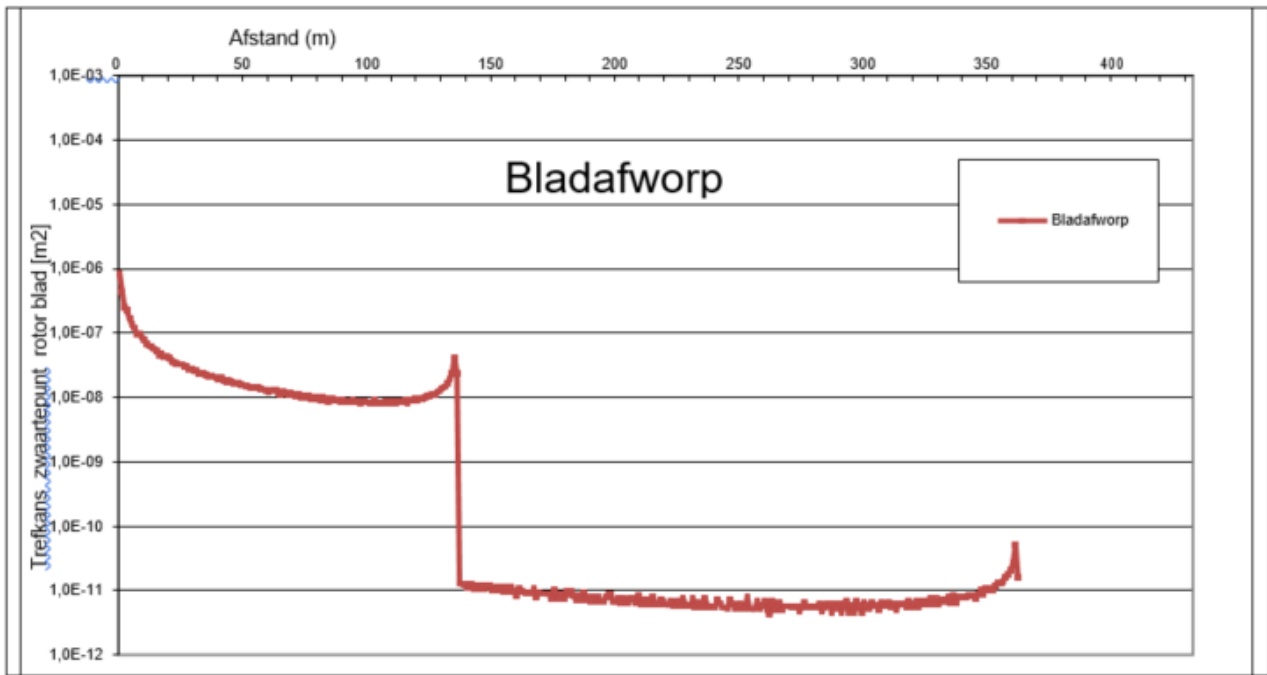
Windturbine	Uitvoering 2x380		Uitvoering 4x380	
	L136	E141	L136	E141
OPI 4	-	-	-	-
OPI 5	-	-	6,9 10 ⁻⁵	2,5 10 ⁻⁵
OPI 6	-	-	6,6 10 ⁻⁵	2,4 10 ⁻⁵
OPI 11	-	-	9,0 10 ⁻⁶	-
OPI 21	7,6 10 ⁻⁵	2,8 10 ⁻⁵	1,2 10 ⁻⁴	5,10 10 ⁻⁵
Totaal gepland	7,6 10⁻⁵	2,8 10⁻⁵	2,6 10⁻⁴	8,5 10⁻⁵

Uit de risicoanalyses, samengevat in tabel 20 en 21, kunnen de volgende conclusies getrokken worden:

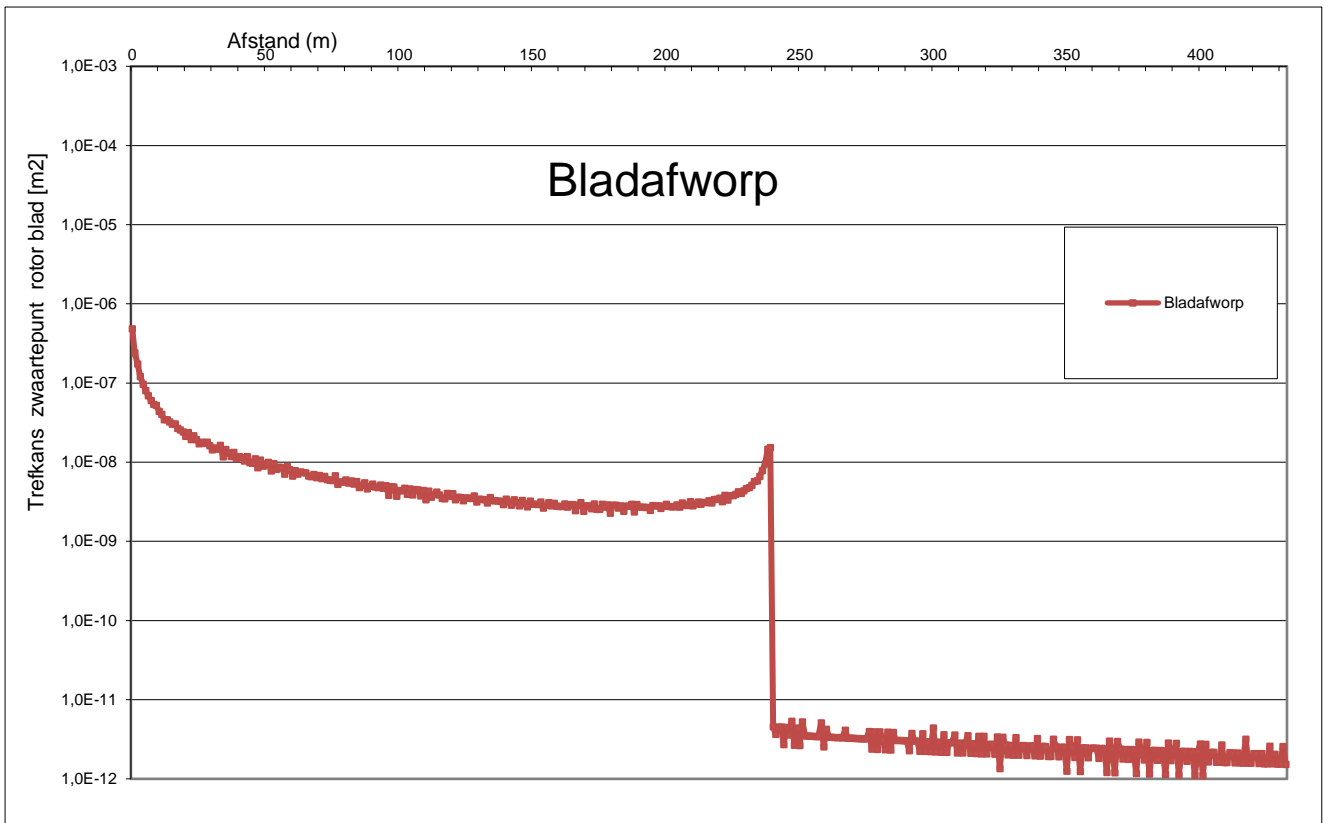
- 1) De additionele faalkans van de 380 kV Wintrack verbinding in de vier-circuit variant is hoger dan in de twee-circuit variant.
- 2) Indien de geplande locaties voor de vier circuit variant worden uitgevoerd met Lagerwey 136 windturbines is de totale additionele faalkans bepaald op (5,4+2,6=) 8,0 10⁻⁴, inclusief de bestaande Enercon 82.
- 3) Indien de geplande locaties voor de vier circuit worden uitgevoerd met Enercon 141 windturbines is de totale additionele faalkans bepaald op (5,4+0,85=) 6,3 10⁻⁴, inclusief de bestaande Enercon 82 variant.

BIJLAGE A: KANSDICHTHEIDSFUNCTIE BLADAFWORP

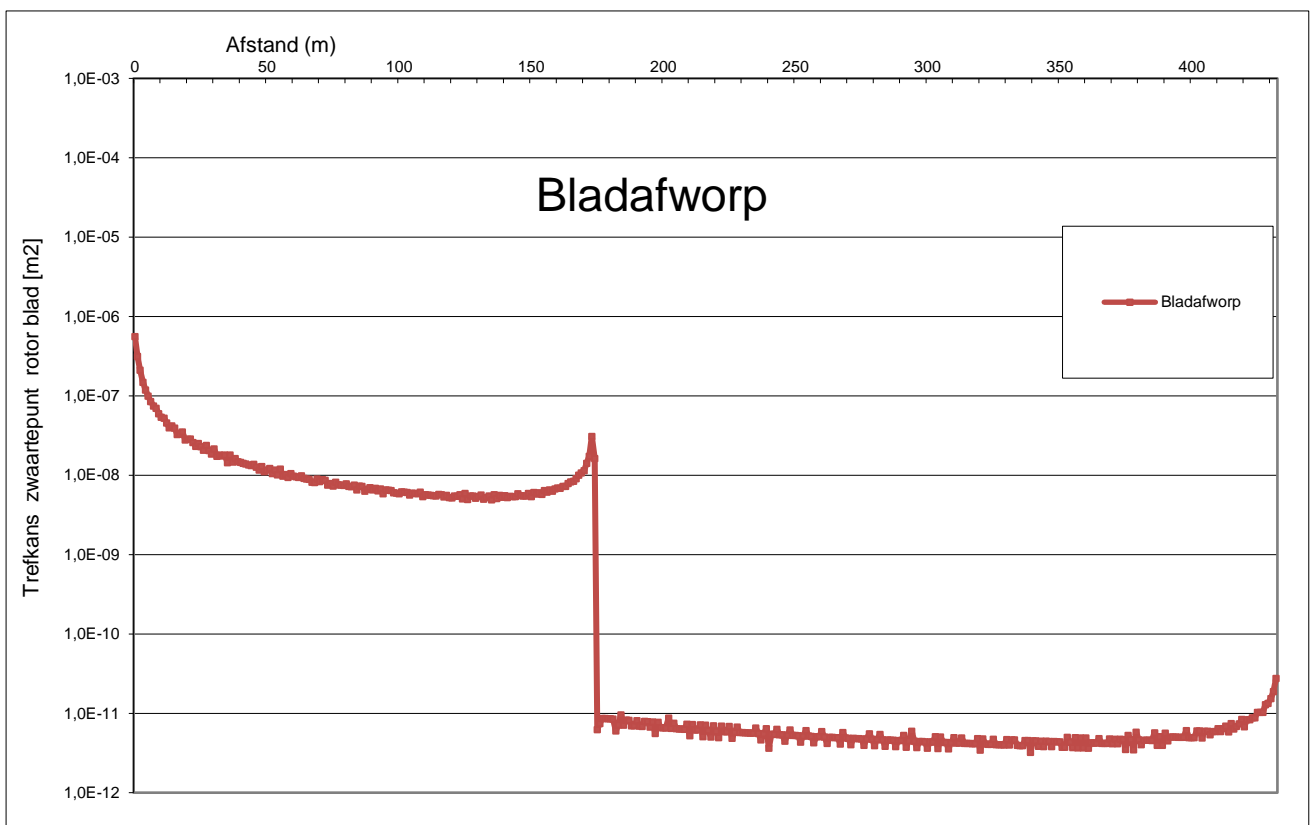
In onderstaande figuren is de kansdichtheidsfunctie gegeven voor bladafworp voor elk van de drie typen windturbines. Op basis van het in het HRW aangereikte model "kogelbaan model zonder luchtkrachten" (HRW Bijlage C1, paragraaf 2) is de relatie tussen werpafstand zwaartepunt rotorblad en trefkans bepaald. Het linkerdeel van de grafiek geeft de trefkans weer van bladbreuk bij nominaal toerental en het rechter deel bij overtoeren.



Figuur 4: Kansdichtheidsfunctie bladafworp Enercon E82/3000-98



Figuur 5: Kansdichtheidsfunctie bladafworp windturbine Lagerwey L136



Figuur 6: Kansdichtheidsfunctie bladafworp Enercon E141 EP 4

Bijlage 8 Onderzoek aardbevingsgevoeligheid

Aardbevingsgevoeligheid WinTrack mast

Aanleg masten voor nieuw tracé in Groningen



Aardbevingsgevoeligheid WinTrack mast

Aanleg masten voor nieuw tracé in Groningen

Hans Landwehr

1210484-000

Titel
Aardbevingsgevoeligheid WinTrack mast

Opdrachtgever	Project	Kenmerk	Pagina's
Tennet BV	1210484-000	1210484-000-GEO-0008- gbh	59

Trefwoorden
WinTrack mast, aardbeving, aardbevings signaal, fundering, verweking




Samenvatting
In dit rapport is vastgesteld welke aardbevingsbelasting op een WinTrack mast in rekening dient te worden gebracht. Hierbij is rekening gehouden met het aantal masten in een representatief deel van de verbinding, waarbij rekening wordt gehouden met de veranderende aardbevingsbelasting als functie van de locatie van de masten. Elke mast heeft daardoor een andere bijdrage aan de totale kans op falen.

Daarnaast zijn de effecten van de aardbeving op de fundering vastgesteld, door na te gaan in hoeverre verweking kan optreden en hoe daar mee kan worden omgegaan bij het maken van een ontwerp. Tevens is vastgesteld in welke mate het aardbevings signaal wordt gedempt bij overdracht van de grond naar de fundering. Met andere woorden; er is een analyse gedaan hoe de in de grond aanwezige constructie het aardbevings signaal dat resteert aan de onderzijde mast reduceert t.o.v. het aardbevings signaal aan het vrije maaiveld. Deze reductiefactor c.q. vergrotingsfactor is vastgesteld met behulp van eindige-elementen-berekeningen voor een vast en een minder vast grondprofiel en voor 3 representatief geachte aardbevings signalen.

De rapportage beschouwd met betrekking tot het optreden van verweking de volgende situaties:

- Situatie tijdens de aardbeving waarbij de aardbevings versnelling aanwezig is en een deel van de wateroverspanning is gegenereerd.
- Situatie direct na de aardbeving waarbij nog wateroverspanning aanwezig is, maar geen aardbevings versnelling.
- Situatie voor een periode langere tijd na de aardebeving, waarin verdichtingseffecten zich kunnen manifesteren.

De effecten van de bovenstaande situaties op de fundering worden beschreven. Aangegeven wordt hoe bij het ontwerp ongewenste effecten door deze situaties kunnen worden beschouwd. Tot slot worden in het rapport aansluitend op de conclusies in deze rapportage aanbevelingen gedaan in de vorm van ontwerpaandachtspunten voor het aanbestedingstraject.

Versie	Datum	Auteur	Paraaf	Review	Paraaf	Goedkeuring	Paraaf
3	juli 2015	Ir. J.C. Landwehr		Dr. H.M.G. Kruse		Ir. J. van Ruijven	

Status
definitief

Titel

Aardbevingsgevoeligheid WinTrack mast

Opdrachtgever

Tennet BV

Project

1210484-000

Kenmerk

1210484-000-GEO-0008-
gbh

Pagina's

59

Inhoud

1	Inleiding	1
1.1	Achtergrond	1
1.2	Doel van de analyse	1
2	Beschikbare informatie	3
3	Uitgangspunten	5
3.1	Tracé	5
3.2	Gegevens masten	5
3.3	Gegevens funderingen	6
3.4	Versnelling aan het maaiveld (PGA)	7
3.5	Grondopbouw	11
3.6	Maatgevende grondprofielen	13
3.7	Optreden van verweking	14
3.8	Bepaling overdracht aardbevingssignaal via fundering naar mast	14
3.9	Impact verweking op palen	15
4	Plaxis schematisatie	17
4.1	Algemeen	17
4.2	Grondopbouw en grondparameters	17
4.2.1	Algemene grondopbouw en grondparameters	17
4.2.2	Parameters HS model	19
4.3	Materiaaldemping parameters	20
4.3.1	Achtergrond	20
4.3.2	Geen demping via de tijdsintegratiemethode	21
4.3.3	Beperkte Rayleigh demping voor alle grondsoorten	21
4.4	2D Schematisatie (Vertaling 3D naar 2D)	22
4.4.1	Inleiding	22
4.4.2	Geometrie van mesh	22
4.4.3	Modellering onderplaat	23
4.4.4	Modellering opstort op onderplaat	25
4.4.5	Modellering mast	28
4.4.6	Modellering palen	29
4.5	3D schematisatie	30
4.5.1	Mesh	30
4.5.2	Constructie	32
4.6	Verweking	34
4.6.1	Invloed verweking op sterkte ondergrond	34
4.6.2	Schematisatie verweking in eindige elementen berekening	36
4.6.3	Berekening verwekinggraad afhankelijk van hoogte PGA	37
5	Versnellingssignalen	39
5.2.1	Algemeen	39
6	Resultaten berekeningen	43
6.1	2D Vergrotingsfactor grondprofiel zonder constructie (free field)	43
6.2	2D Vergrotingsfactor inclusief constructie	44

6.2.1	Grondopbouw 'stijf'	44
6.2.2	Grondopbouw 'slap'	47
6.2.3	Samenvatting met constructie	49
6.3	2D Vergrotingsfactor bij afwijkende fundering	49
6.3.1	Minder stijve fundering	49
6.3.2	Stijvere fundering	50
6.4	2D vergrotingsfactor en het effect van de versnelling	51
6.5	3D vergrotingsfactor	52
6.6	Samenvatting berekeningsresultaten	52
7	Conclusies	55
7.1	Algemeen	55
7.2	PGA rekenwaarde	55
7.3	Verweking	56
7.4	Invloed constructie op aardbevingssignaal	56
7.5	Aanbevelingen bij de aanbesteding	58
Bijlage(n)		
A	Standaard mast	A-1
B	Hoekmast	B-1
C	Fundering standaard mast	C-1
D	Fundering hoekmast	D-1
E	Sondering 655 'stijf'	E-1
F	Sondering 670 'slap'	F-1
G	Bepaling herhalingstijd belasting	G-1
G.1	Inleiding	G-1
G.2	Projectomschrijving	G-2
G.2.1	Beschikbare gegevens	G-2
G.2.2	Methode	G-3
G.3	Analyse statistiek voor falen hoogspanningsverbinding	G-3
G.3.1	Inleiding	G-3
G.3.2	Veiligheid	G-3
G.3.3	Bepaling Herhalingstijd	G-5
G.3.4	Bepaling Herhalingstijd mast	G-6
G.4	Conclusie	G-13
H	Rekenmethode verweking en wateroverspanning	H-1
H.1	Inleiding	H-1
H.2	Berekening van de veiligheid tegen volledige verweking	H-1
H.2.1	Definitie van de veiligheidsfactor	H-1
H.2.2	Bepaling van de Cyclic Resistance Ratio <i>CRR</i>	H-2
H.2.3	Bepaling van de Magnitude Scaling Factor <i>MSF</i>	H-2
H.2.4	Bepaling van de diepteafhankelijke reductieratio <i>rd</i>	H-4

H.3	Berekening van wateroverspanning	H-7
H.4	Wateroverspanning als functie van conusweerstand en piekversnelling	H-10
H.5	Bepaling zakking door verdichting	H-11
I	Hardening Soil small strain parameters	I-1
J	Effect verweking – wateroverspanning - zakking	J-1
K	Tijdsignalen	K-1
K.1	Karakteristieken	K-1
K.2	Bodemprofielen voor verschaling	K-6

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

TenneT heeft een analyse laten uitvoeren waarbij de invloed is beoordeeld van een aardbevingsbelasting in Groningen op een gepland hoogspanningstracé 380 kV van Win Trackmasten [1]. De analyse is uitgevoerd door Royal Haskoning DHV.

In deze analyse is voortgeborduurd op eerdere resultaten van eerder uitgevoerde studies op het gebied van aardbevingsbelastingen.

In de analyse van Royal Haskoning DHV is het effect van de ondergrond niet meegenomen in de modellering. De berekeningen die onderdeel uitmaakten van de analyse zijn gebaseerd op een aardbevingsbelasting die direct op de constructie aangreep. Een meer gedetailleerde modellering, waarbij de werkelijke omstandigheden beter worden gesimuleerd door het effect van de ondergrond mee te nemen, kan dan worden toegepast om tot meer realistische resultaten te komen. Bij beschouwing van de ondergrond dient ook het effect van mogelijke verweking te worden beschouwd.

1.2 Doel van de analyse

TenneT heeft aan Deltares gevraagd de fundering en de ondergrond te modelleren om vast te kunnen stellen wat het effect hiervan is op het aardbevingssignaal dat wordt overgedragen op de constructie (belasting). Daarnaast is gevraagd het al dan niet optreden van verweking en de effecten hiervan op de constructie te beoordelen.

Uit de resultaten van de in deze studie uitgevoerde eindige elementen berekeningen zal het in de berekeningen berekende signaal ter plaatse van de constructie (o.k. bovenbouw) worden vergeleken met het signaal zoals in het vrije veld wordt gehanteerd en ook in een eerder uitgevoerd onderzoek [1] is gebruikt. Het gaat hierbij met name om de grootte van de versnelling. Indien blijkt dat deze versnelling is afgenomen (overdrachtsfactor <1) dan kan in een vervolg de analyse van de mast nogmaals worden gedaan maar dan worden aangepast aan deze middels de overdrachtsfactor aangepaste belasting.

Verder zal het effect van de verweking (hetzij een volledige wateroverspanning in de grond, hetzij een zakking door verdichting van de grond) op de palen van de hoogspanningsmasten worden beoordeeld.

Daarnaast zijn door TenneT nog enkele aanvullende vragen gesteld die op basis van de resultaten van de in dit rapport gemaakte berekeningen worden beantwoord (zonder aanvullende analyses). Het betreft hier het effect van het verbinden van de funderingselementen van twee masten en het effect van een diepere of ondiepere funderingsplaat.

2 Beschikbare informatie

Voor de uit te voeren analyses zal gebruik gemaakt worden van de volgende beschikbare informatie:

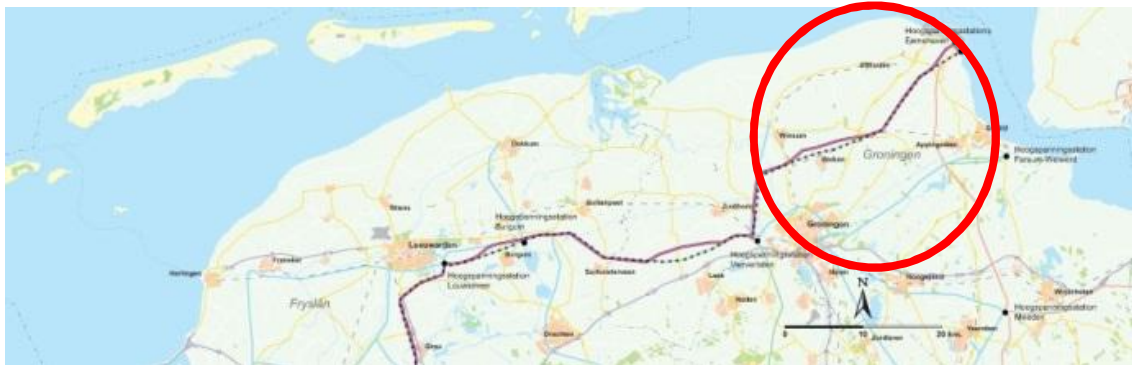
- [1] Onderzoek aardbevingsgevoeligheid Win Trackmasten Rapport Royal Haskoning DHV 'TenneT WinTrack Noord-West 380 kV (N380), 9Y3763-102 d.d. 13 mei 2014
- [2] 74101611-ETD/POL 12-01887 Versie 7.0 Definitief; Engineering verbinding NW380; Project NW 380 WinTrack masten Voorontwerp Fundering speciale NW 380 masten WinTrack 4 x 380 kV; Arnhem, 25 september 2014
- [3] Fugro Grondmechanisch onderzoek project Noord-West 380 kV; masten 647 t/m 764;2013
- [4] Dinoloket; ondergrondmodellen DGM/REGIS
- [5] NPR 9998, Praktijkrichtlijn "Beoordeling van de constructieve veiligheid van een gebouw bij nieuwbouw, verbouw en afkeuren – Grondslagen voor aardbevingsbelastingen: geïnduceerde aardbevingen", februari 2015

De documenten [1] t/m [4] bevatten constructiegegevens (mast, funderingsplaat, fundering) en gegevens van de ondergrond.

3 Uitgangspunten

3.1 Tracé

Het tracé van de 380kV verbinding is weergegeven in Figuur 3.1.



Figuur 3.1 Tracé 380 kV verbinding

Het oostelijke deel (globaal Eemshaven –Groningen Vierverlaten) is het deel van het hoogspanningstracé dat gelegen is in het aardbevingsgebied.

3.2 Gegevens masten

Het funderingontwerp is gebaseerd op een betonnen poer, samengesteld uit een ronde onderplaat met daarop een opstort, met een voorgespannen stalen ingestort kooianker of stalen insert-ring. Uitgangspunt is dat zowel de opstort als de onderplaat cirkelvormig is. Voor de opstort is dat om esthetische redenen. Gezien de verschillende richtingen van de belastingen is een cirkelvormige onderplaat vooral bij een hoekmast het meest optimaal.

De breedte van de opstort wordt bepaald door de afmetingen van de erop te plaatsen mast en ruimte nodig voor de wapening.

Per mastlocatie worden twee WinTrack poles opgesteld met een zodanige hart-op-hart afstand dat het uitgangspunt is dat per pole een aparte fundering wordt gebouwd.

Door Haskoning is een standaard steunmast masttype NWW6S350U gekozen als maatgevend met fundatietype NWW635UY. Daarnaast zijn door TenneT gegevens van een hoekmast NWW6HK350UY geleverd.

De tekening van de standaardmast is weergegeven in bijlage A. De mast heeft een hoogte van 53,5 m. De diameter van de mast bedraagt aan de top 0,5 m en aan de voet 2 m waarbij de wanddikte 24 mm bedraagt. De h.o.h. afstand tussen de 2 masten is 22,2 m. Het gewicht van een mast met voorgaande dimensies in staal heeft een gewicht van ca. 1064 kN. In [1] is aangegeven dat aan de mast 6 bundels van 4 geleiders hangen. Dit is een gewicht van 6x 2530 kg ofwel iets meer dan 150 kN. Het totale gewicht van een mast is dan ca. 1220 kN.

Een hoekmast ziet er wat anders uit. Bij deze mast hangen de geleiders niet in het verlengde maar onder een hoek waardoor de mast per definitie een horizontale (rustende) belasting moet opnemen. Een tekening van een hoekmast is weergegeven in bijlage B. De mast heeft

een hoogte van 52,9 m. De diameter van de mast bedraagt aan de top 0,8 m en aan de voet 3,2 m waarbij de wanddikte 28 mm bedraagt. De h.o.h. afstand tussen de 2 masten is 24,2 m. Voor alle NW380 hoek- en eindmasten geldt dat de fundering, naast de geleider belastingen en het daarbij horende mastvoetmoment, ook belast wordt op torsie.

In dit rapport zal voor de analyse van een standaard mast worden uitgegaan.

3.3 Gegevens funderingen

De standaard steunmast staat op een betonnen poer met een diameter van 3,5 m (straal 1,75 m) en een hoogte van ca. 1,5 m welke rust op een ronde funderingsplaat met een diameter van 8 m (straal 4 m) en een dikte van 1 m, gefundeerd op 12 funderingspalen (zie bijlage C).

De hoekmast met een groter gewicht en een hogere horizontale belasting staat op een betonnen poer met een diameter van 5,2 m en een hoogte van ca. 1,5 m welke rust op een ronde funderingsplaat met een diameter van 13 m, gefundeerd op ca. 20 funderingspalen (zie bijlage D).

In [2] zijn oriënterende funderingsberekeningen uitgevoerd om vast te stellen wat een haalbaar funderingsontwerp zou zijn voor deze typische masten. Deze resultaten zijn weergegeven in figuur 3.3 (weergave van tabel 7 uit [2]).

Tabel 7 – Fundatie afmetingen

Type mast	Afmeting opstort [m]	Afmeting fundatieplaat [m]	Dikte fundatieplaat [m]	Aantal palen [per locatie]
NWW6HK350U	5.20	12.0	1.3	40
NWW6HK350U+6	5.47	13.0	1.4	40
NWW6HK350UY	5.20	13.0	1.4	40
NWW6HL350U	5.50	13.0	1.4	40
NWW6HM350U	5.80	14.0	1.5	48
NWW6HM350UY	5.80	15.0	1.6	56
NWW6S350U	3.50	8.0	1.0	20
NWW6S350U+3	3.58	9.0	1.0	24
NWW6S350U+6	3.67	9.0	1.0	28
NWW6S350U+9	3.75	10.0	1.1	24
NWW6S350U+15	3.90	10.0	1.1	24
NWW6S350U+18	4.00	10.0	1.1	24
NWW6S350U+21	4.10	10.0	1.1	24
NWW6S350U+24	4.20	10.0	1.1	24
NWW6S350UY	3.50	8.0	1.0	24
NWW6S350UY+3	3.58	9.0	1.0	20
NWW6S350UY+6	3.67	9.0	1.0	24
NWW6S350UY+9	3.75	10.0	1.1	24
NWW6S350UY+15	3.90	10.0	1.1	24
NWW6S350UY+18	4.00	10.0	1.1	24
NWW6S350UY+21	4.10	10.0	1.1	24
NWW6HK400U	5.20	13.0	1.4	40
NWW6HK400U+6	5.44	14.0	1.5	44
NWW6HK400UY	5.20	14.0	1.5	44

Figuur 3.2 Resultaten funderingsberekeningen

Onder de funderingsplaten staan funderingspalen. Afhankelijk van de bodemgesteldheid is de lengte van de palen tussen de 15 en 35 meter. De palen staan in schoorstand (1:8) naar buiten gericht. Het aantal palen is sterk verschillend bij steun- en hoekmasten. De palen worden gedimensioneerd op de maximaal optredende trekbelasting.

Als principe oplossing is in [2] gekozen voor geheide prefab beton palen. Locaties die zeer harde grondlagen bevatten zijn uitgerekend met vibropalen. Hierbij is extra paallengte meegenomen, van 1 à 2 meter, door eventuele verlagingen van de conusweerstand wanneer de locatie voorgeboord dient te worden. In geval de grond voornamelijk uit klei bestaat zijn er mortelschroefpalen met grotere diameter toegepast gezien de hogere schachtwrijving in dit type grond. Voor 24 locaties zijn in [2] indicatieve berekeningen uitgevoerd ter vaststelling van de meest geschikte paaltype met bijhorende paallengtes. Een overzicht hiervan wordt in de onderstaande figuur gegeven.

Sondering	Type paal	Diameter paal [mm]	Paalpuntniveau tov MV [m]	Hoogte maaiveld tov NAP [m]
587-2	Vibropaal	406/465	-17	+0,3
609-3	Mortelschroefp.	800	-19	-1,0
634-2	Heipaal	500	-25	-1,1
652-3	Vibropaal	406/465	-23	-0,8
659-2	Mortelschroefp.	800	-19	+0,5
687-4	Mortelschroefp.	800	-25	+0,2
700-1	Mortelschroefp.	800	-26	-0,4
703-02	Vibropaal	406/465	-27	-0,7
709-01	Mortelschroefp.	800	-25	-0,5
724-1	Mortelschroefp.	800	-25	+0,2

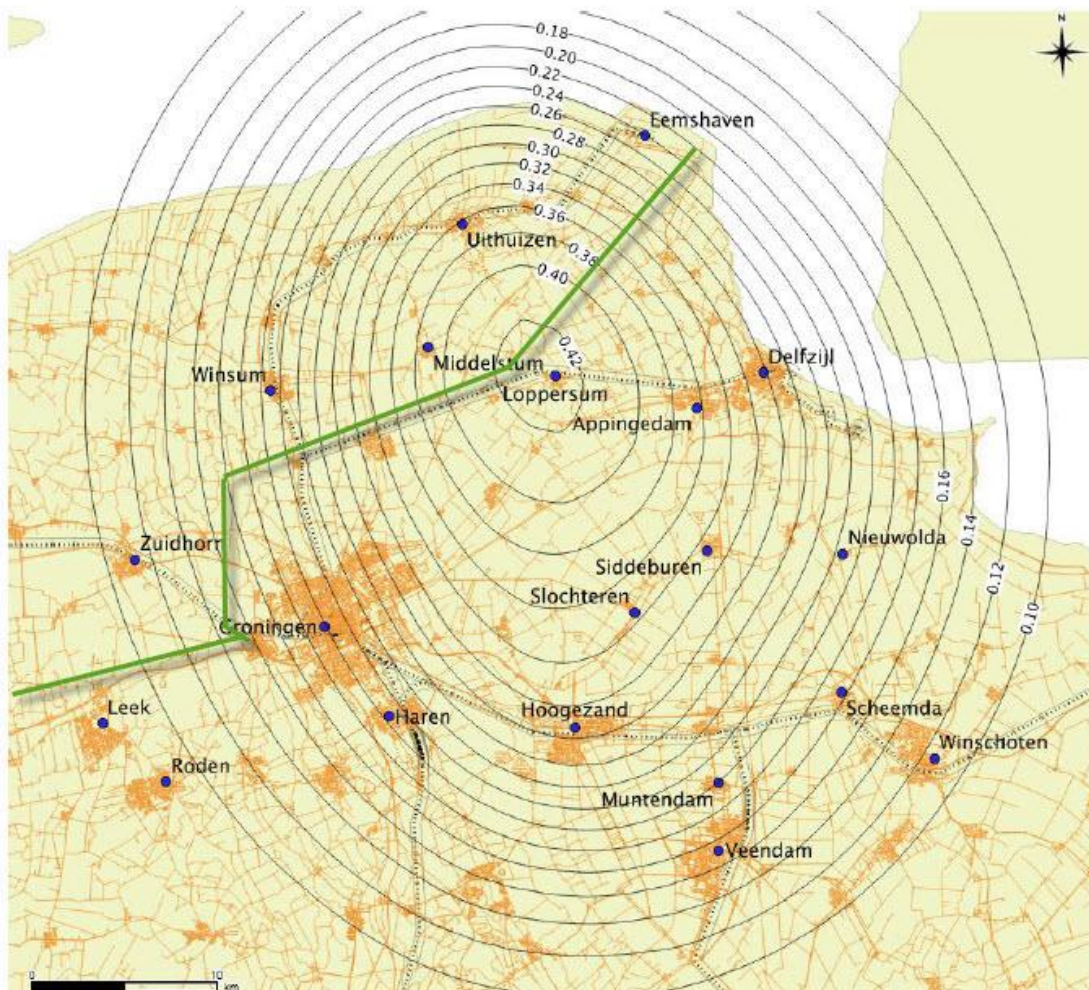
Figuur 3.3 Paaltypen en funderingsniveau 's

Op basis van de gemaakte keuze voor de te analyseren grondopbouw zal in de analyse uitgegaan worden van een heipaal (prefab beton) vierkant 500.

3.4 Versnelling aan het maaiveld (PGA)

Uit figuur 3.5 blijkt dat het tracé Noord Groningen doorkruist. Vanaf Eemshaven gaat het tracé naar Loppersum, het centrum van de PGA contourlijnen, om vervolgens via station Groningen Vierverlaten in westelijke richting het gebied te verlaten. Overigens zijn op dit moment de plannen voor het tracé vanaf Vierverlaten richting Ens (in westelijke richting) gewijzigd.

Het 380 kV tracé van figuur 3.5 is globaal ingetekend in onderstaande topografische kaart waarin ook aangegeven de PGA-waarden zoals beschreven in de NPR 9998 [5] voor een terugkeerperiodes van 475 jaar. De PGA (peak ground acceleration) is de ontwerpbelasting (grondversnelling aan maaiveld) veroorzaakt door de aardbeving en is in deze figuur aangegeven als een waarde t.o.v. de zwaartekrachtversnelling g ($g=10 \text{ m/s}^2$).



Figuur 3.4 Schematisatie tracé 380 kV door het aardbevingsgebied

Het hoogspanning tracé is onderverdeeld in kleinere eenheden of verbindingen. Door TenneT is aangegeven dat het uitgangspunt een faalfrequentie van eens in de 500 jaar per verbinding is (conform de ontwerpisen in NEN-EN 50341).

Voor de bepaling van de herhalingstijd voor een enkele mast is gebruik gemaakt van de resultaten van een analyse die is weergegeven in bijlage G. De faalkans per mast wordt dan bepaald door rekening te houden met het feit dat de sterkte van de aardbeving alleen bij één mast maximaal is en bij naastgelegen masten kleiner is. Op basis van de PGA kaart van KNMI [5], en figuur 3.4, kan worden afgeleid dat opvolgende masten nabij Loppersum een faalkans hebben die steeds 1,7% kleiner is, deze afname neemt iets verderop in het tracé sneller af aangezien de contourlijnen daar dichter op elkaar liggen.

Uit bijlage G blijkt dat voor een enkele mast in een verbinding een waarde voor de herhalingstijd van de in rekening te brengen aardbevingsbelasting wordt gevonden van 1000 jaar. Dit komt overeen met een importance factor van 1,23 op de 'standaard' PGA waarde zoals door KNMI geleverd en beschreven in de NPR 9998 [5].

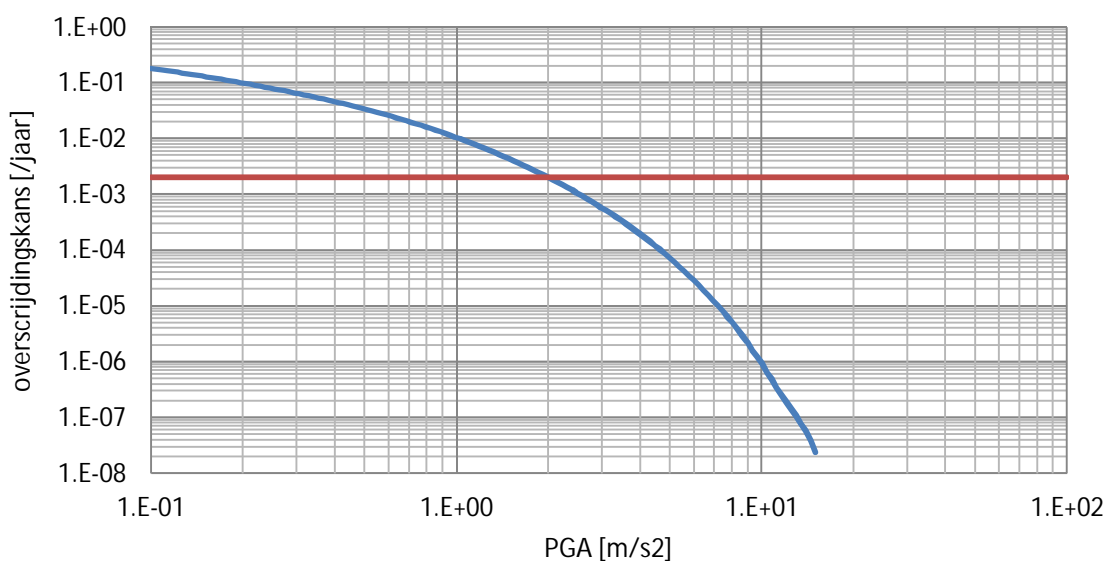
Ter vergelijking van deze waarde wordt voor bruggen (RWS) in NEN-EN 1998-2 vooralsnog een waarde van 1,3 a 1,4 (afhankelijk van de consequence class) toegepast. In de NPR 9998

feb 2015 wordt voor gebouwen in consequence class 2 (vier of meer woonlagen en openbare gebouwen) een importance factor van 1,5 toegepast.

In de onderstaande figuren 3.6 t/m 3.10 zijn de PGA waarden per herhalingstijd weergegeven. Onder de grafieken in de figuren is de PGA waarde bij een herhalingstijd van 475 jaar weergegeven.

Eemshaven

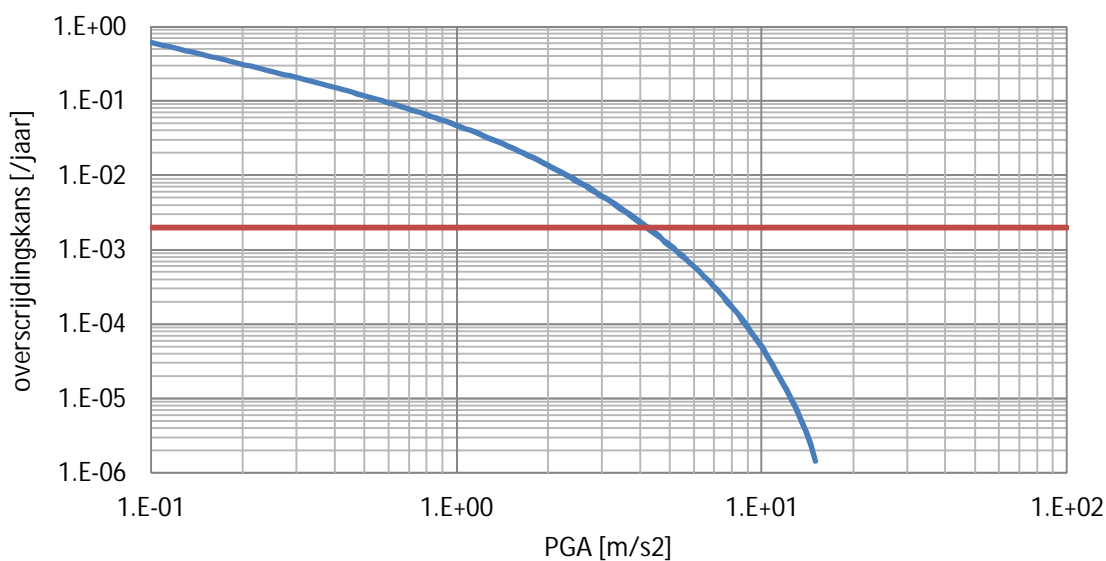
RD: 253371, 606341



Figuur 3.5 Grafiek PGA nabij Eemshaven; 2,01 m/s²

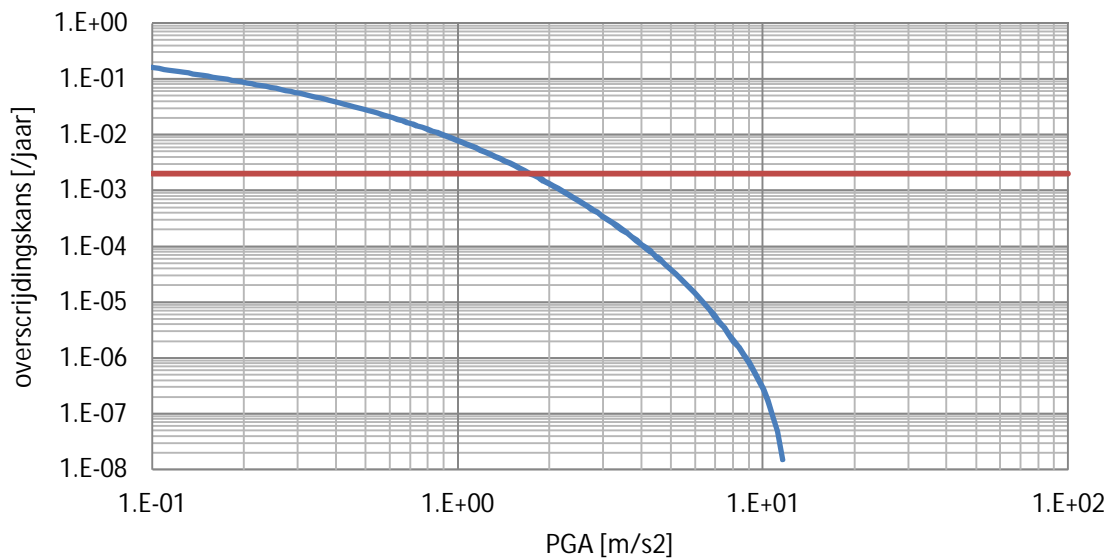
Loppersum

RD: 243735, 595184



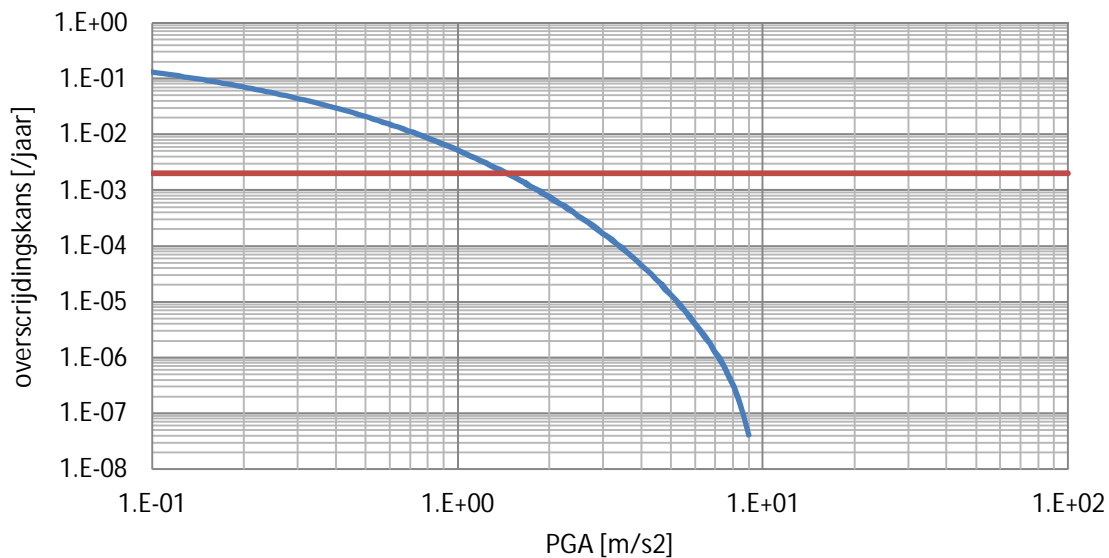
Figuur 3.6 Grafiek PGA nabij knikpunt Loppersum; 4,22 m/s²

Brillerij RD: 228118, 589402



Figuur 3.7 Grafiek PGA nabij knikpunt Brillerij; 1,75 m/s²

Groningen Vierverlaten RD: 227945, 581026



Figuur 3.8 Grafiek PGA nabij Groningen Vierverlaten; 1,46 m/s²

De toe te passen importance factor is 1,23 voor de vereiste herhalingstijd van 1000 jaar. In Tabel 3.1 zijn de resultaten van de toepassing van de importance factor samengevat.

locatie	PGA (T=475j)	PGA (mast; T=1000j)
Eemshaven	2,01	2,47
Knikpunt Loppersum	4,22	5,18
Knikpunt Brillerij	1,75	2,15
Vierverlaten	1,46	1,79

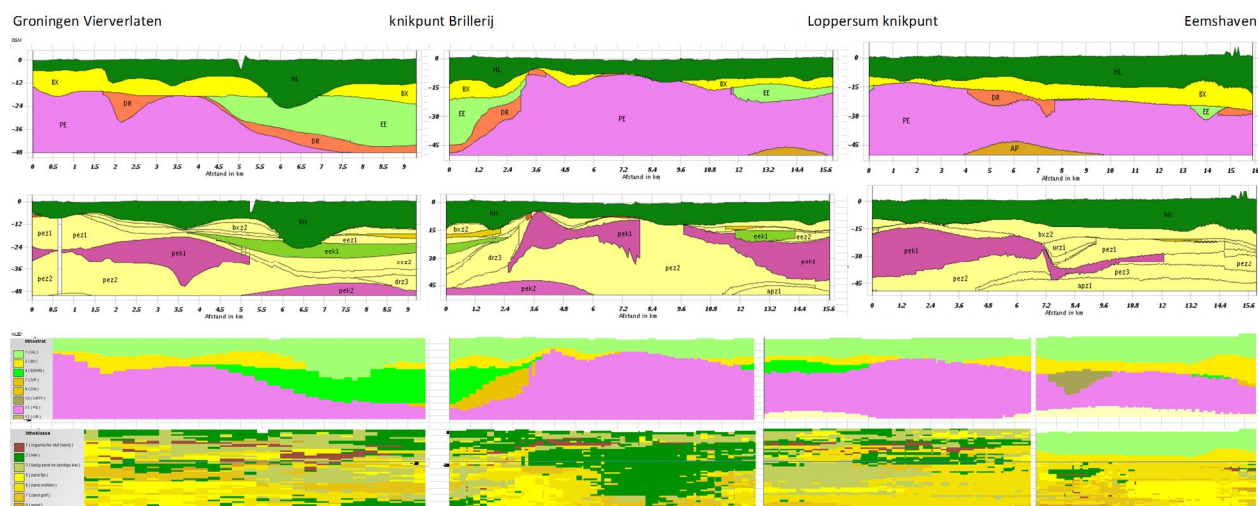
Tabel 3.1 PGA in m/s^2 aan maaiveld op locaties langs tracé

3.5 Grondopbouw

De globale grondopbouw langs het tracé is vastgesteld met de informatie beschikbaar via het DINOloket [4]. Hiermee wordt vastgesteld hoe de grondopbouw in het tracé varieert en waar, op basis van de geologie, maatgevende locaties aanwezig zijn.















Op basis van de beschikbare grondmodellen [4], met name NL3D (het meest nauwkeurige model GeoTop is op het moment van schematiseren nog niet beschikbaar in Groningen) is de ligging van de formaties (stratigrafie) vastgesteld langs het hoogspanningstracé van Groningen Vierverlaten tot aan Eemshaven. Daarnaast is tevens een verwachting van de grondlagen (lithoklasse) langs het tracé gegeven. In figuur 3.10 zijn de resultaten van de grondmodellen in de lengte van het tracé weergegeven.







Het NL3D model is een verbeterde, meer nauwkeuriger, versie van het DGM model. Het RegisII model is een model specifiek voor geohydrologische doeleinden met vooral onderscheid in watervoerende en niet-watervoerende laagpakketten.



Figuur 3.9 Grondprofielen langs hoogspanningsmast tracé (boven DGM model, midden RegisII model, onder NL3D model formaties en lithologie; [2])

Een omschrijving van de aangetroffen grondtypes en gehanteerde kleurcoderingen in figuur 3.10 is weergegeven in tabel 3.2.

Laagcode	Kleurcode in Regis	Kleurcode in NL3D	Naam	Omschrijving
HL c			Holoceen	Combinatie van zand, leem, klei en veen afgezet gedurende het Holoceen (tot circa 11000 jaar geleden). Deze lagen komen met name naast de rug en in mindere mate op de (verhoogde) rug voor.
Bx z			Boxtel	De formatie is dun en onvolledig ontwikkeld in gebieden waar oudere afzettingen relatief dicht aan de oppervlakte liggen. Binnen de Formatie van Boxtel worden de volgende afzettingen aangetroffen: eolische afzettingen (stuifzand, land- en rivierduinen, dekzand, nat-eolische afzettingen, 'desert pavements', löss), kleinschalig fluviale afzettingen, niveo-eolische afzettingen, hellingafzettingen, lacustriene afzettingen en organogene vormen. Op deze locatie vormen m.n. glaciële afzettingen van de Formatie van Drenthe of mariene afzettingen van de Eemformatie de ondergrens.
Bx k			Boxtel klei	Vermoedelijk leem, zwak tot sterk zandig, soms kleiig, soms humeus, grijsbruin tot donkergrijs, kalkloos tot sterk kalkhoudend.
Dr gs			Drenthe, laagpakket Gieten	De Formatie van Drenthe bestaat uit sedimenten die zijn gevormd door of nabij het Saale landijs. De afzettingen van het Laagpakket van Gieten zijn voor het overgrote deel gevormd als 'basal till' ("grondmorene"/keileem).
Dr z			Drenthe	De Formatie van Drenthe bestaat uit sedimenten die zijn gevormd door of nabij het Saale landijs. Het betreft zandige glaciofluviale afzettingen (smeltwater, meren) waarbij zand uiterst grof kan zijn.
Ee z			Eem	Mariene zandafzetting in de bekkens veroorzaakt na terugtrekken ijs in laatste interglaciaal na ijstijd Saalien en voor Wechselien.
Ee k			Eem	Mariene kleiafzetting in de bekkens

				veroorzaakt na terugtrekken ijs in laatste interglaciaal na ijstijd Saalien en voor Wechselien
UR TY			Urk laagpakket van Tynje	Fluviatiele afzettingen van de Rijn, stroomafwaarts in Noord Nederland waarschijnlijk ook afzettingen uit een zoet getijden milieu (deel van de kleiige inschakelingen). Een deel van de kleiige afzettingen is waarschijnlijk in een kustnabij marien milieu afgezet.
Pe z			Peelo	De diep in de ondergrond insnijdende Peelo-geulen worden veelal geïnterpreteerd als door smeltwater gevormde sub-glaciale dalen gedurende Elsterien glaciatie. Deze dalen zijn direct na het ontstaan ervan gevuld met fluvioglaciale afzettingen, tijdens en na het terugtrekken van het ijsfront. Het betreft hier zandige eenheden met hoge conusweerstand.
Pe k			Peelo	Idem als hiervoor, echter dit zijn de klei eenheden (potklei)

Tabel 3.2 Omschrijving grondsoorten

Uit de modellen valt op dat er enige variatie in de ondergrond wordt aangetroffen. In de paars aangegeven Peelo afzettingen wordt het met groen in de lithologie aangegeven potklei aangetroffen. Dit bevindt zich op meerdere delen van het tracé. Alhoewel de aanwezigheid van potklei voor de fundering van de masten een minder goede laag is kan dit voor de aardbevingsbestendigheid een gunstige invloed hebben. De klei zal niet verweken onder invloed van aardbevingstrillingen en mogelijk zal het aardbevingssignaal richting maaiveld dempen. Bij de zandafzettingen valt op dat het zand van verschillende formaties afkomstig kan zijn. Binnen deze formaties worden grote verschillen in pakkingsdichtheid verwacht als gevolg van de verschillende afzettingsregimes.

3.6 Maatgevende grondprofielen

Met behulp van de lokale informatie omtrent de opbouw van de ondergrond bij de mastlocaties [3] zijn twee maatgevende grondprofielen worden vastgesteld. De voor de berekening met een paalfundering van belang zijnde maatgevende grondprofielen hebben een diepte range vanaf het maaiveld tot ca. 25 m diep. Voor de berekening kan zowel een Stijf grondprofiel als een Slap grondprofiel maatgevend zijn.

Stijf grondprofiel

Een stijf grondprofiel wordt gevonden daar waar veel zand aanwezig is (bij voorkeur tot vlakbij maaiveld) met hoge conusweerstand. Op basis van de grondprofielen worden deze verwacht halverwege het tracé van Vierverlaten naar knikpunt Brillerij, nabij mast 655 en nabij Loppersum, mast 718. Na een steekproefsgewijze beoordeling rond deze locaties wordt

sondering DKM-655-1 (mast 655) als maatgevend gezien. Een grafiek van deze sondering is weergegeven in bijlage E.

Slap grondprofiel

Een slap grondprofiel wordt gevonden daar waar veel losgepakt zand aanwezig is of op een locatie waar weinig zand aanwezig is en een holocene klei en veen pakket bovenop een pleistoceen zandpakket met lage conusweerstand wordt aangetroffen.

Deze slappe grondopbouw wordt verwacht nabij halverwege het tracé knikpunt Brillerij en knikpunt Loppersum, nabij mast 670, en richting het eindpunt Eemshaven, nabij mast 751.

Rond de locatie Bedum wordt over een tracé lengte van ca. 7 km en iets verder 1,5 km een locatie aangetroffen waar het pleistocene zand afwezig in de beschouwde diepte range en waar potklei aanwezig is, bijv. nabij mast 699. Potklei heeft een veel lagere conusweerstand dan zand. Wel is deze klei zeer stijf t.o.v. de holocene kleien.

Na een steekproefsgewijze beoordeling rond deze locaties wordt sondering DKM-670-1 (mast 670) als maatgevend gezien voor die locaties zonder potklei. Nabij sondering 670 wordt een locatie gevonden met veel losgepakte zanden. Qua stijfheid ontlopen deze zandlagen en de kleiige lagen (potklei) elkaar weinig. Voor de aardbevingsbestendigheid is het effect van het aanwezige zand veel groter dan van een kleilaag. Op basis van de beoordeling van lokale sonderingen is mastlocatie 670 gekozen als maatgevende Slappe ondergrond. Een grafiek van deze sondering is weergegeven in bijlage F.

3.7 Optreden van verweking

Op basis van een reeds bij eerder onderzoek gemaakt rekenmodel (Deltares 2013/2014) zal worden vastgesteld in welke grondlagen verweking kan optreden. Bepaald wordt wat hiervan de consequentie is voor de sterkte-eigenschappen van deze lagen t.b.v. de verdere analyses.

De locatie waar het grootste effect zal optreden wordt gekozen als maatgevende grondopbouw (mastlocatie) voor de verdere analyses waarbij verweking een grote rol speelt.

Voor de methode van het in rekening brengen van verweking wordt verwezen naar bijlage H.

3.8 Bepaling overdracht aardbevings signaal via fundering naar mast

In een berekening uitgevoerd met het eindige-elementen softwarepakket PLAXIS zal worden vastgesteld in hoeverre de ondergrond en de funderingsconstructie met mast het aardbevings signaal, dat komt uit de diepe ondergrond, beïnvloedt, en welk signaal dan resteert ten behoeve van een aardbevingsanalyse van de mast. Doel is om na te gaan in hoeverre dit anders is dan nu is toegepast als invoer in de TenneT mast analyse [1] waarin gebruik wordt gemaakt van opgeschaalde gemeten vrije maaiveld signalen.

De situatie is bij uitstek geschikt voor een schematisatie in PLAXIS 3D. Echter met deze complexe modellering moet voor deze dynamische belastingen rekening worden gehouden met zeer lange rekentijden. Deze aanpak is daarmee minder geschikt voor het doorrekenen van verschillende scenario's. Daarom is er voor gekozen te starten met enkele 2D benaderingen en tot slot voor de maatgevende gevallen nog een 3D analyse uit te voeren.

3.9 Impact verweking op palen

In de voorgaande analyses zal rekening worden gehouden met het effect van de verweking (hetzij een volledige wateroverspanning, hetzij een zakking door verdichting) op de palen.

Indien er een substantiële invloed van de verweking is kunnen palen horizontaal of verticaal verplaatsen. Deze berekende verplaatsing zal worden gelegd naast toelaatbare vervormingen die vanuit de mastintegriteit door de opdrachtgever worden opgelegd.

4 Plaxis schematisatie

4.1 Algemeen

De constructie zal in eerste instantie worden geschematiseerd tot een 2D situatie. In de schematisatie worden zowel de mast, de funderingsplaat en de funderingselementen, als de ondergrond gemodelleerd in 1 rekenmodel. Hierop zullen verschillende variatieberekeningen worden uitgevoerd, namelijk:

- Twee grondmodellen; het is op voorhand niet te voorspellen welke van de twee gekozen grondmodellen uit stap 2 maatgevend zal zijn in de overdracht van de aardbevingssignalen.
- Drie aardbevingssignalen: het is vooraf moeilijk te voorspellen welk aardbevingssignaal maatgevend is. Dit is namelijk afhankelijk van de frequenties en de interactie met de constructie. De norm NEN-EN1998 geeft dan ook aan dat minimaal drie aardbevingssignalen gebruikt moeten worden. Uit beschikbare in Groningen gemeten signalen zullen er drie worden gekozen en worden opgeschaald naar de vereiste PGA-waarde. Als basis voor deze selectie worden de signalen gebruikt die in eerdere aardbevingsstudies door Deltares zijn gebruikt.

Dit levert zes berekeningen op. Wanneer duidelijk wordt welke combinatie maatgevend is zullen twee aanvullende berekeningen worden uitgevoerd waarbij de fundering wordt gevarieerd. Dit levert informatie over de gevoeligheid van het resultaat voor de 'stijfheid' van de fundering.

In de berekening zal rekening worden gehouden met het al dan niet optreden van verweking.

Opgemerkt wordt dat in de berekeningen uitsluitend de aardbevingsbelasting wordt meegenomen. De gecombineerde belasting door aardbeving en wind wordt niet beschouwd.

Op basis van de uitgevoerde berekeningen zal tot slot het berekende signaal ter plaatse van de onderzijde mast worden vergeleken met het signaal zoals in het vrije veld wordt gehanteerd. Het gaat hierbij met name om de grootte van de versnelling.

Indien blijkt dat het signaal is afgenomen (overdrachtsfactor <1) dan kan in een vervolg de analyse van de mast nogmaals worden gedaan maar dan worden aangepast aan de lagere belasting.

Na de 2D analyse volgt een 3D analyse. In dit rekenmodel zal de constructie (mast op een ronde plaat met daaronder langs de rand de 10 palen) in een 3D-model worden gemodelleerd samen met de omringende grond.

4.2 Grondopbouw en grondparameters

4.2.1 Algemene grondopbouw en grondparameters

Er is gekozen voor 2 typische grondprofielen. Het eerste profiel wordt gekenmerkt door veel stijve zandlagen met hoge conusweerstand, waarvoor sondering 655 als maatgevend dient. Het tweede profiel is een slap profiel met zandlagen met lage conusweerstand, waarvoor

sondering 670 als maatgevend dient. In tabellen 4.1 en 4.2 zijn de grondprofielen weergegeven.

Nr.	beschrijving	b.k. laag [m t.o.v. NAP]	o.k. laag [m t.o.v. NAP]	q _c -gem.
1	Clayey silt	0	-6.2	0.4
2	peat	-6.2	-7	0.6
3	Sand (1a)	-7	-13.0	20
4	Sand (2a)	-13.0	-16.5	10
5	Sand (2b)	-16.5	-23.5	12.5
6	Sand (1b)	-23.5	-27.5	20
7	Sand (1c)	-27.5	-33.5	25
8	Sand (1d)	-33.5	-40	30

Tabel 4.1 Grondprofiel 'stijf' sondering 655

Nr.	beschrijving	b.k. laag [m t.o.v. NAP]	o.k. laag [m t.o.v. NAP]	q _c -gem.
1	Peat	0	-3	0.5
2	Clayey silt	-3	-10	1
3	Sand (3)	-10	-18	3
4	Sand (4)	-18	-22	6
5	Sand (2a)	-22	-27	10
6	Sand (1a)	-27	-33	18
7	Sand (1c)	-33	-40	25

Tabel 4.2 Grondprofiel 'slap' sondering 670

De grondwaterstand wordt aangenomen op 1 m onder maaiveld.

Voor de aangetroffen grondlagen zijn de sterkteparameters vastgesteld gebruik makend van de NEN 9997 (tabel 2). Voor gebruik in de eindige elementen berekening is vanwege de vereiste numerieke stabiliteit de cohesie op minimaal 1 kPa gezet.

naam	Gamma droog	Gamma nat	Cohesie' c	Inw wrijvingshoek ' phi	Dilatantie psi
peat	12	12	5	17	0
Clayey silt	16	18	1	22	0
Sand (1..)	18	20	1	35	5
Sand (2..)	17	19	1	30	0
Sand (3..)	18	20	1	27*	0
Sand (4..)	17	19	1	30*	0

Tabel 4.3 Gebruikte sterkte parameters

4.2.2 Parameters HS model

In de Plaxis berekening wordt het Hardening soil model gebruikt. Voor gebruik van het Hardening Soil small strain model in de eindige elementen berekeningen zijn aanvullende stijfheidsparameters afgeleid. Uit rapport 'Parameterbepaling Plaxis Hardening Soil model', versie 2, feb 2003 (Feddema) zijn de volgende correlaties afgeleid:

zand

$$E_{50} = E_{oed}$$

$$E_{oed} = 4 \cdot q_c$$

$$E_{ur} = 5 \cdot E_{oed}$$

klei

$$E_{50} = 2 \cdot E_{oed}$$

$$E_{oed} = 3 \cdot a \cdot 8 \cdot q_c$$

$$E_{ur} = 3,5 \cdot E_{oed}$$

De parameter E_{ur} bepaald bij welke rek (beter: stijfheid) het small strain gedrag overgaat in het hardening soil gedrag, m.a.w. bij welke rek de rekafhankelijke stijfheid niet meer gebruikt wordt. Om over een zo groot mogelijk bereik de goede rekafhankelijke stijfheid en demping mee te nemen moet de verhouding G_{ur}/G_0 zo klein mogelijk zijn. Daaruit volgt dat G_{ur} (en dus ook E_{ur}) zo klein mogelijk gekozen moet worden.

Op basis van oriënterende berekeningen blijkt een verhouding $G_{ur}/G_0=1/6$ een goede basis te geven.

Een schatting voor G_0 wordt verkregen met de correlatie:

- Zand: $G_i = 10 \cdot q_c$
- Klei: $G_i = 40 \cdot q_c$

Voor achtergrond rondom correlaties van typische HS small strain parameters wordt verwezen naar bijlage I.

Naam	Gamma 0,7	E50 ref	Hoed ref	Eur ref	M	G0 ref
Peat	0,12e-3	1000	540	3000	0.9	22.3e3
Clayey silt	0.12e-3	1200	750	2400	0.8	10.6e3
Sand (1..)	0.15e-3	48e3	48e3	96e3	0.5	200e3
Sand (2..)	0.15e-3	24e3	24e3	48e3	0.5	100e3
Sand (3..)	0.15e-3	12e3	12e3	24e3	0.5	50e3
Sand (4..)	0.15e-3	24e3	24e3	48e3	0.5	100e3

Tabel 4.4 HS small strain stijfheidsparameters

4.3 Materiaaldemping parameters

4.3.1 Achtergrond

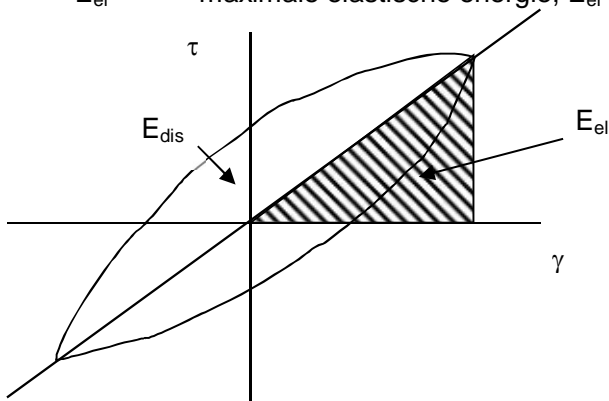
De materiaaldemping reduceert de voortplanting van golven naar het maaiveld, door de arbeid die wordt gedissipeerd tijdens de cyclische schuifspanningswisseling.

De materiaaldemping kan worden bepaald uit laboratoriumproeven als de resonant column test en de VTT (vrij torsie trilling) test. Dit type testen is al door diverse onderzoekers op diverse grondsoorten uitgevoerd. De demping wordt gepresenteerd als een relatieve dempingsmaat D, die is gedefinieerd als:

$$D = \frac{1}{4\pi} \frac{E_{dis}}{E_{el}}$$

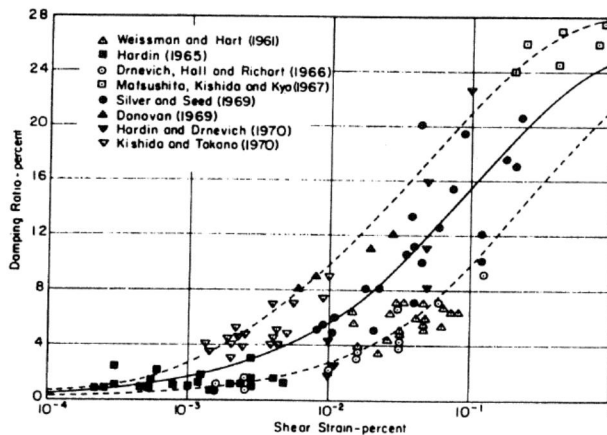
Met:

- D demping ratio
- E_{dis} gedissipeerde energie per wisseling
- E_{el} maximale elastische energie, $E_{el} = 0,5 * \gamma_{max} * \tau_{max}$



Figuur 4.1 Grafische weergave van de definitie van demping

De demping neemt toe bij toenemende schuifrekamplitude. Een typisch verloop van de demping als functie van de schuifrekamplitude is in de volgende figuur gegeven.



Figuur 4.2 Demping in zand, uit [Seed et al 1986]

In de PLAXIS berekening zijn drie bijdragen mogelijk aan de totale demping:

- Numerieke demping via de tijdsintegratiemethode.
- Rayleigh demping per grondsoort.
- Demping in het constitutieve model.

De daarvoor gemaakte keuzes worden hierna beschreven.

4.3.2 Geen demping via de tijdsintegratiemethode

Numerieke demping wordt vaak toegepast in combinatie met uitsluitend elastische materialen, om zo de versturende hoge frequenties te kunnen uifilteren. Bij elasto-plastische materialen zoals grond zorgt het materiaalgedrag zelf meestal al voor voldoende demping. De default waarde voor de constante $\gamma = 0.5$ in de Newmark-beta tijdsingratiemethode is daarom gehandhaafd. Bij deze waarde vindt er geen numerieke demping plaats en is de tijdsintegratiemethode het meest nauwkeurig.

4.3.3 Beperkte Rayleigh demping voor alle grondsoorten

Door middel van de Rayleigh demping kan aanvullende materiaaldemping in grond worden beschreven indien dat niet voldoende door het constitutieve model zelf gebeurt. Dat is bijvoorbeeld het geval bij het Mohr-Coulomb model of het klassieke HardeningSoil model. Voor de damwand en het anker wordt uiteraard geen materiaaldemping in rekening gebracht.

Volgens tabel 4.1 van EC8-5 moet de demping bij een piekversnelling van 0,2g gelijk zijn aan 6%. En bij een piekversnelling van 0.3g gelijk aan 10%. Voor de combinatie met het Mohr-Coulomb model of het klassieke HardeningSoil model zijn tijdens de verkennende berekeningen de volgende keuzes gemaakt voor de aanvullende frequentie afhankelijke Rayleigh demping bij de dominante frequenties van 2 Hz en 12 Hz:

- $F = 2 \text{ Hz}$: $D = 3\%$.
- $F = 12 \text{ Hz}$: $D = 3\%$.

Voor de combinatie met het Hardening Soil Small Strain model is de volgende keuzes gemaakt voor de frequentie afhankelijke Rayleigh demping bij de dominante frequenties:

- $F = 2 \text{ Hz}$: $D = 1\%$.
- $F = 12 \text{ Hz}$: $D = 1\%$.

Dit resulteert in de Rayleigh parameters:

- Alpha = 0.2154.
- Beta = 2.274E-04.

Deze minimale demping zorgt voor een voldoende stabiele berekening tijdens een min of meer elastische respons bij kleinere amplitudes.

Uit de eerste berekeningsresultaten bleek dat m.n. in de toplaag het dempende gedrag zoals beschreven in figuren 4.2 en 4.3 niet werd geconstateerd. Hierop is na analyse besloten de demping D te verhogen naar 2%. De alpha en beta worden dan voor deze laag 2x zo hoog.

4.4 2D Schematisatie (Vertaling 3D naar 2D)

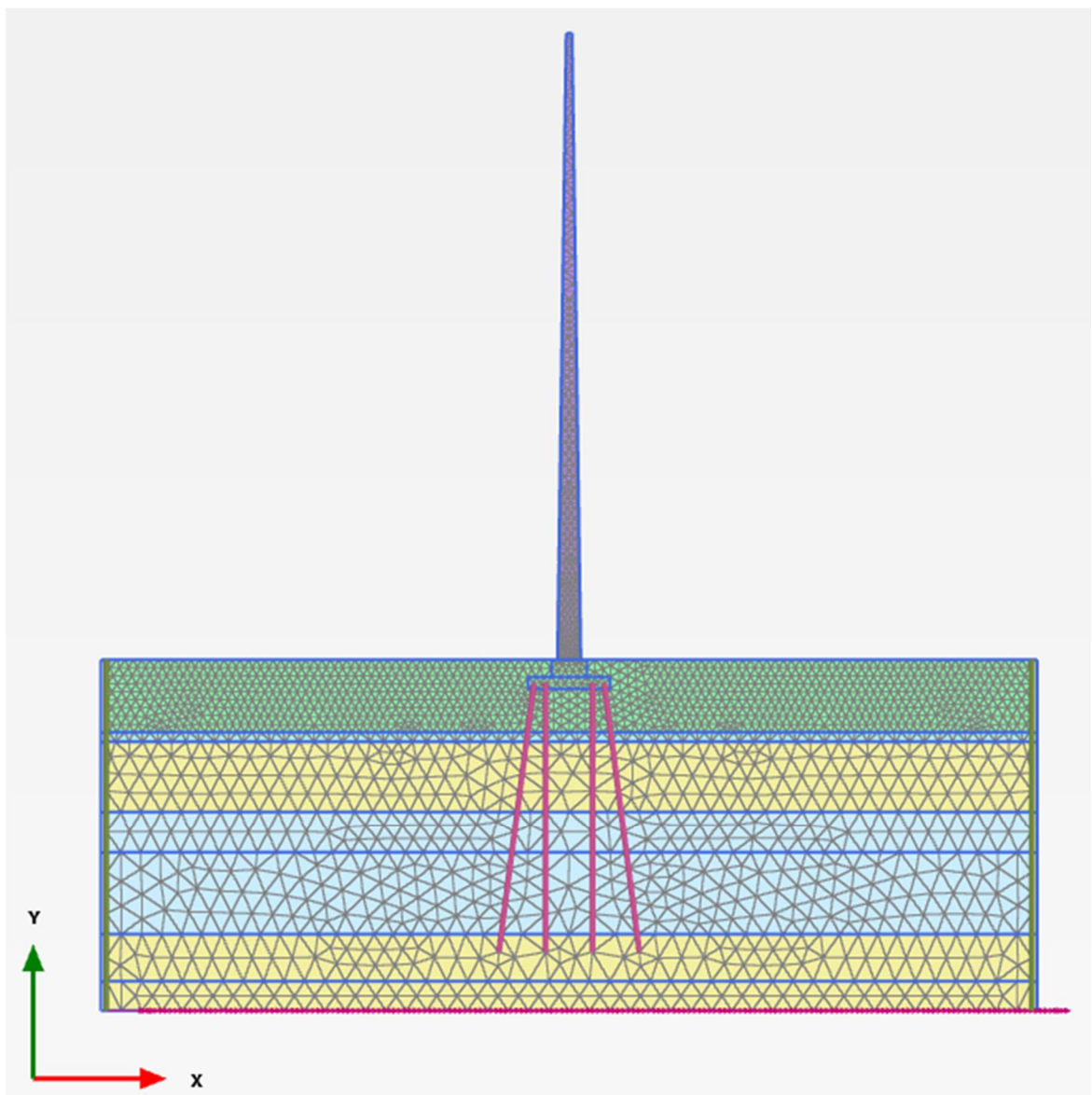
4.4.1 Inleiding

De werkelijke 3D situatie zal in eerste instantie worden gemodelleerd in een 2D omgeving om de rekentijd per geval te beperken en een indruk te krijgen van de aanwezige effecten. Hiervoor zijn omrekenregels vastgesteld voor de constructie en funderingspalen.

4.4.2 Geometrie van mesh

De bovenkant van de mesh loopt in principe door tot het maaiveld dat zich rond NAP bevindt. De onderkant van de mesh wordt gelegd op 30 m onder maaiveld. Dit is een gebruikelijke waarde voor het opleggen van een aardbevings signaal in internationale literatuur.

De linker en rechterraand van de mesh worden op 2x de diepte gelegd en komen op + 40 en – 40 m. Op deze wijze zullen de randen geen effect hebben op de situatie in het midden van de mesh. Een maaiveldresponsie in het midden van de mesh is exact hetzelfde als halverwege de rechterhelft van de mesh. Hiermee is vastgesteld dat randen geen effect meer hebben in de dynamische berekeningen. In de toplaag met slappe grond is een verfijning van de mesh uitgevoerd.



Figuur 4.3 Mesh voor de Plaxis berekeningen

De mastconstructie is herkenbaar in de mesh. De funderingspalen zijn conform par. 4.5 gemodelleerd waarbij de buitenste palen herkenbaar zijn als de schoor staande palen onder de funderingsplaat. In de dynamische berekeningen wordt de aardbevingsversnelling opgelegd aan de basis van de mesh. De linker- en rechterrاند van de symmetrische mesh zijn via tied degrees of freedom aan elkaar gelinked. Dit houdt in dat er geen energie kan verdwijnen via de randen van de mesh.

4.4.3 Modelling onderplaat

De betonnen funderingen bestaat uit een onderplaat waarin de funderingspalen zijn bevestigd en een opstort waarop de mast wordt gemonteerd. Ten behoeve van de vertaling van de afmetingen van de onderplaat naar de 2D afmeting (strip) gebruiken we de volgende uitgangspunten:

- Gelijke afmeting.
- Gelijk traagheidsmoment.

Het oppervlak van de fundering is

$$A = \pi \cdot R^2$$

Het traagheidsmoment van een cirkel is

$$I = \frac{\pi \cdot R^4}{4}$$

Voor de afmetingen in de 2D PLAXIS berekeningen wordt een breedte (B) en lengte (L) gekozen zodanig dat dezelfde oppervlakte en traagheidsmoment aanwezig is.

Voor een rechthoek is het oppervlakte

$$A = B \cdot L$$

Het traagheidsmoment is:

$$I = \frac{1}{12} L \cdot B^3$$

Hieruit volgen als vergelijkingen:

$$A = \pi \cdot R^2 = B \cdot L$$

$$I = \frac{\pi \cdot R^4}{4} = \frac{1}{12} L \cdot B^3$$

Uitwerken geeft:

$$L = \frac{3 \cdot \pi \cdot R^4}{B^3}$$

$$A = \pi \cdot R^2 = B \cdot \frac{3 \cdot \pi \cdot R^4}{B^3}$$

$$\pi \cdot R^2 = \frac{3 \cdot \pi \cdot R^4}{B^2}$$

$$B^2 = 3 \cdot R^2$$

$$B = R \cdot \sqrt{3}$$

$$L = \frac{3 \cdot \pi \cdot R^4}{B^3} = \frac{3 \cdot \pi \cdot R^4}{R^3 \cdot 3\sqrt{3}} = \frac{\pi \cdot R}{\sqrt{3}}$$

Met een R van 4 m (zie gegevens par 3.2) volgt:

$$B = 6.92 \text{ m}$$

$$L = 7.2 \text{ m}$$

In de 2D berekening stelt de ingevoerde plaat met breedte B in feite een strip voor die in het vlak loodrecht op de 2D geometrie (dus loodrechte op het scherm) oneindig doorloopt. De eigenschappen die iets zeggen over de strip hebben dus een waarde per m'.

Met de gekozen waarden zijn het traagheidsmoment en de equivalente breedte overeenkomstig de oorspronkelijke cirkelvormige plaat. De EI, die iets zegt over de buigstijfheid is in deze 2D richting derhalve ongeveer gelijk aan die van de oorspronkelijke cirkel.

De equivalente L zal in gebruik worden om de load van de mast goed te kunnen verdelen over de plaat.

4.4.4 Modelling opstort op onderplaat

Op de onderplaat bevindt zich een verhoging (cirkelvormig), de zogenaamde opstort, waarop de uiteindelijke mast is gemonteerd. In de 2D berekening wordt dit een strip. Door de gekozen lengte L van de onderplaat ligt de lengte vast. De massa (volume) ligt ook vast. Hierdoor blijven er twee variabelen over: de breedte en de hoogte.

Stel afmetingen verhoging:

- Straal R1
- Hoogte h

Volume wordt

$$V = \pi \cdot h \cdot R_1^2$$

In de 2D schematisatie is volume

$$V = L \cdot b1 \cdot h1$$

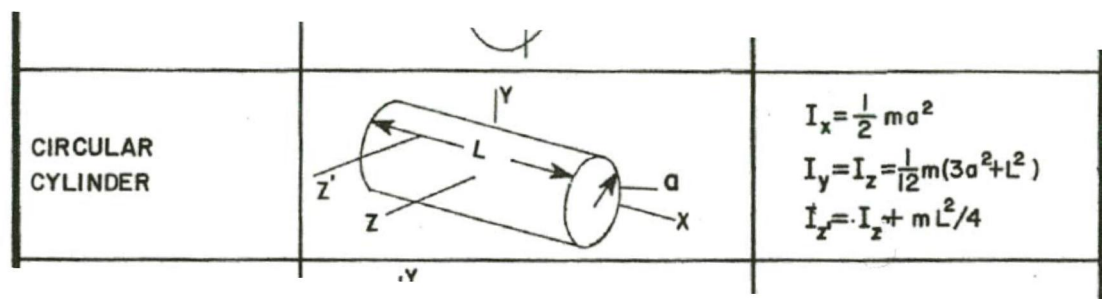
Dit geeft

$$V = \pi \cdot h \cdot R_1^2 = L \cdot b1 \cdot h1 = \frac{\pi \cdot R}{\sqrt{3}} \cdot b1 \cdot h1 =$$

$$b1 \cdot h1 = \frac{\sqrt{3} \cdot \pi \cdot h \cdot R_1^2}{\pi \cdot R} = \frac{\sqrt{3} \cdot h \cdot R_1^2}{R}$$

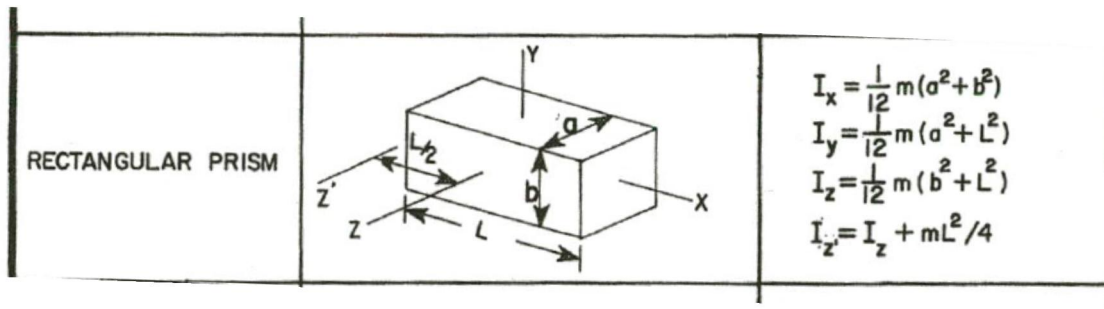
Het rotatietraagheidsmoment van de cirkelvormige opstort bedraagt:

$$I = \frac{1}{12} \cdot m \cdot (3 \cdot R_1^2 + h^2)$$



Het rotatietraagheidsmoment van een balk bedraagt

$$I = \frac{1}{12} \cdot m \cdot (h_1^2 + b_1^2)$$



Gelijkstellen geeft:

$$I = \frac{1}{12} \cdot m \cdot (3 \cdot R_1^2 + h^2) = \frac{1}{12} \cdot m \cdot (h_1^2 + b_1^2)$$

$$(3 \cdot R_1^2 + h^2) = (h_1^2 + b_1^2)$$

Vanuit de eis van gelijk volume volgde:

$$b_1 \cdot h_1 = \frac{\sqrt{3} \cdot \pi \cdot h \cdot R_1^2}{\pi \cdot R} = \frac{\sqrt{3} \cdot h \cdot R_1^2}{R}$$

De equivalente afmeting van de stripvormige schematisatie van de opstort kan nu worden bepaald.

Daarbij nemen we aan dat de fysieke hoogte van de strip gelijk is aan de hoogte van de opstort : $h_1 = h$

Massa cirkelvormige opstort

$$m = \rho_1 \cdot V = \rho_1 \cdot \pi \cdot h \cdot R_1^2$$

Massa strip:

$$m = \rho_2 \cdot V = \rho_2 \cdot L \cdot b_1 \cdot h$$

Gelijkstellen geeft:

$$m = \rho_1 \cdot \pi \cdot h \cdot R_1^2 = \rho_2 \cdot L \cdot b_1 \cdot h$$

$$\rho_1 \cdot \pi \cdot R_1^2 = \rho_2 \cdot L \cdot b_1$$

$$\rho_1 = \frac{\rho_2 \cdot L \cdot b_1}{\pi \cdot R_1^2}$$

Dit kan worden herschreven tot:

$$\frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{\pi \cdot R_1^2}{L \cdot b_1}$$

Dit geeft als oplossing:

$$B_1 = 1,3$$

$$\frac{\rho_2}{\rho_1} = 1,007$$

Een andere benadering is te kiezen om de massarotatie traagheid van de oorspronkelijke cirkelvormige opstort en het equivalente strip (met beperkte lengte L) gelijk te houden:

Cirkelvormige opstort

$$I = \frac{1}{12} \cdot m \cdot (3 \cdot R_1^2 + h^2)$$

$$I = \frac{1}{12} \cdot \rho_1 \cdot V \cdot (3 \cdot R_1^2 + h^2)$$

$$I = \frac{1}{12} \cdot \rho_1 \cdot \pi \cdot h \cdot R_1^2 \cdot (3 \cdot R_1^2 + h^2)$$

Strip:

$$I = \frac{1}{12} \cdot m \cdot (h^2 + b_1^2)$$

$$I = \frac{1}{12} \cdot \rho_2 \cdot L \cdot b_1 \cdot h \cdot (h^2 + b_1^2)$$

Gelijkstellen geeft

$$I = \frac{1}{12} \cdot \rho_1 \cdot \pi \cdot h \cdot R_1^2 \cdot (3 \cdot R_1^2 + h^2) = \frac{1}{12} \cdot \rho_2 \cdot L \cdot b_1 \cdot h \cdot (h^2 + b_1^2)$$

$$\rho_1 \cdot \pi \cdot h \cdot R_1^2 \cdot (3 \cdot R_1^2 + h^2) = \rho_2 \cdot \frac{\pi \cdot R}{\sqrt{3}} \cdot b_1 \cdot h \cdot (h^2 + b_1^2)$$

$$\rho_1 \cdot R_1^2 \cdot (3 \cdot R_1^2 + h^2) = \rho_2 \cdot \frac{R}{\sqrt{3}} \cdot b_1 \cdot (h^2 + b_1^2)$$

$$\frac{\rho_2 \cdot L \cdot b_1}{\pi \cdot R_1^2} \cdot R_1^2 \cdot (3 \cdot R_1^2 + h^2) = \rho_2 \cdot \frac{R}{\sqrt{3}} \cdot b_1 \cdot (h^2 + b_1^2)$$

$$\frac{\pi \cdot R}{\sqrt{3}} \cdot b_1}{\pi} \cdot (3 \cdot R_1^2 + h^2) = \frac{R}{\sqrt{3}} \cdot b_1 \cdot (h^2 + b_1^2)$$

$$\frac{R}{\sqrt{3}} \cdot b_1 \cdot (3 \cdot R_1^2 + h^2) = \frac{R}{\sqrt{3}} \cdot b_1 \cdot (h^2 + b_1^2)$$

$$(3 \cdot R_1^2 + h^2) = (h^2 + b_1^2)$$

Dit geeft:

$$b_1 = R_1 \cdot \sqrt{3}$$

Voor het volumegewicht van de verhoging/opstorting volgt nu:

$$\frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{\pi \cdot R_1^2}{L \cdot b_1}$$

$$\frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{\pi \cdot R_1^2}{\frac{\pi \cdot R}{\sqrt{3}} \cdot R_1 \cdot \sqrt{3}}$$

$$\frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{R_1}{R}$$

In dit laatste geval geeft dit de oplossing:

$$B_1 = 3,0$$

$$\frac{\rho_2}{\rho_1} = 0,4$$

Ofwel volumiek gewicht beton opstort wordt $0,4 \cdot 24 = 9,6 \text{ kN/m}^3$.

Er wordt in de berekening gekozen voor de laatste oplossing omdat hiermee een opstort wordt gemodelleerd die qua breedte lijkt op de oorspronkelijk cirkelvormige opstort.

4.4.5 Modelling mast

De standaardmast heeft een hoogte van 53,5 m. De diameter van de mast bedraagt aan de top 0,5 m en aan de voet 2 m waarbij de wanddikte 24 mm bedraagt. Het gewicht van de mast is ca. $383 \cdot 10^3 \text{ kN}$ en het moment aan de mastvoet bedraagt $19,5 \text{ MNm}$ als gevolg van horizontale belastingen op de mast. De h.o.h. afstand tussen de 2 masten is 22,2 m.

De mast wordt gebruik makend van de zelfde formules als in par. 4.2 geschematiseerd als een load op de opstort.

$$b_1 = R_1 \cdot \sqrt{3}$$

De mast heeft een verlopende diameter van 2 m tot 0,5 m. De gemiddelde diameter is 1,25 m. Aangenomen is dat de mast kan worden geschematiseerd als een balk met een breedte 1,73 m aan de onderzijde. De load van de mast op de breedte van de onderzijde (1,73 m) wordt dan $\text{load} = G_{\text{mast}} / (A_{\text{mast}} / A_{\text{balk}}) / 1,73 = 306 \text{ kN/m/m}$ over een breedte van 1,73.

De voorgaande benadering heeft als nadeel dat de massa traagheid van de mast dan niet in het systeem zit. Daarom zal de mast ook als een 2D schijf worden geschematiseerd. Het volumegewicht van de schijf wordt zodanig gekozen dat de massa traagheid gelijk blijft.

Conform de modellering in 4.5.3 met diens verstande dat het rotatietraagheidsmoment van de holle cirkelvormige mast bedraagt:

$$I = \frac{1}{12} \cdot m \cdot (3 \cdot (R_u^2 + R_i^2) + h^2)$$

Met:

R_u uitwendige straal

R_i inwendige straal (uitwendige straal – wanddikte)

Geldt bij gelijkstellen van dit rotatietraagheidsmoment met dat van een balk

Gelijkstellen geeft:

$$I = \frac{1}{12} \cdot m_{\text{mast}} \cdot (3 \cdot (R_u^2 + R_i^2) + h^2) = \frac{1}{12} \cdot m_{\text{balk}} \cdot (h_1^2 + b_1^2)$$

Waarbij

B_1 eerder afgeleide breedte balk (1,73 m)

h hoogte mast = hoogte balk = 53,5 m

$$m_{balk} = m_{mast} \cdot \frac{3 \cdot (R_u^2 + R_i^2) + h^2}{h_1^2 + b_1^2}$$

Ofwel

$$m_{balk} \approx m_{mast}$$

De massa van de mast wordt berekend uit een gemiddeld 1,25 m diameter ronde buis met wanddikte 24 mm en hoogte 53,5 m en een volumiek gewicht van 80 kN/m³; die van de balk uit een rechthoekige balk met breedte 1,73 m, fictieve lengte 7,2 m en hoogte 53,5 m. Dit geeft een volumiek gewicht van de balk van 2 kN/m³.

4.4.6 Modelling palen

4.4.6.1 Paalconfiguratie

Voor de palen wordt een gelijksoortige aanpak gevolgd. Uitgangspunt is dat de verticale veerstijfheid en de rotatie veerstijfheid correct worden gemodelleerd.

Stel:

- Aantal palen : N
- Verticale veerstijfheid palen: k_v

De verticale veerstijfheid van de palengroep is:

$$K_v = N \cdot k_v$$

met

- K_v verticale veerstijfheid paalgroep
- N aantal palen

De rotatieveerstijfheid van de paalgroep is:

$$K_{rot} = \frac{1}{2} \cdot R^2 \cdot N \cdot k_v$$

met

- K_{rot} rotatieveerstijfheid paalgroep
- R straal palenrij (NB dit zal iets lager zijn dan de straal van het betonblok)
- N aantal palen
- k_v verticale veerstijfheid enkele paal

Voor een blok op twee rijen palen met een tussenafstand a is de rotatieveerstijfheid (per palenrij is het aantal palen $\frac{1}{2} \cdot N$)

$$K_{rot} = 2 \cdot \left(\frac{1}{2}a\right)^2 \cdot \left(\frac{1}{2}N\right) \cdot k_v$$

$$K_{rot} = \frac{1}{4} \cdot a^2 \cdot N \cdot k_v$$

Gelijkstellen hiervan aan de rotatieveerstijfheid van een cirkel met palen geeft:

$$K_{rot} = \frac{1}{2} \cdot R^2 \cdot N \cdot k_v = \frac{1}{4} \cdot a^2 \cdot N \cdot k_v$$

Hieruit volgt

$$a = R\sqrt{2}$$

Het alternatief is om 4 rijen palen te gebruiken. Het aantal palen per rij is dan $\frac{1}{4} \cdot N$.

De rotatieveerstijfheid wordt dan:

$$K_{rot} = 2 * \left(\frac{1}{2}a\right)^2 \cdot \left(\frac{1}{4}N\right) \cdot k_v + 2 * \left(\frac{1}{2}b\right)^2 \cdot \left(\frac{1}{4}N\right) \cdot k_v$$

$$K_{rot} = \frac{1}{8} \cdot N \cdot k_v * (a^2 + b^2)$$

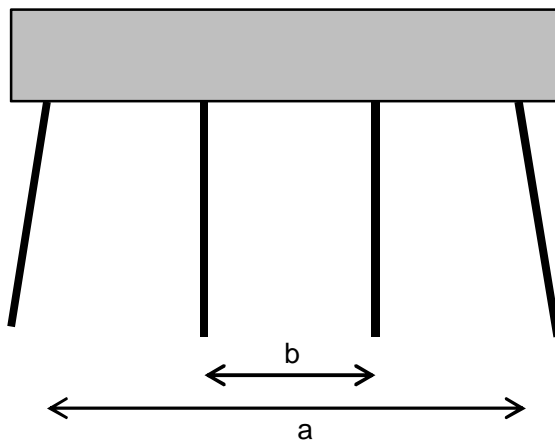
Gelijkstellen hiervan aan de rotatieveerstijfheid van een cirkel met palen geeft:

$$K_{rot} = \frac{1}{2} \cdot R^2 \cdot N \cdot k_v = \frac{1}{8} \cdot N \cdot k_v * (a^2 + b^2)$$

$$R^2 = \frac{1}{4} \cdot (a^2 + b^2)$$

$$(a^2 + b^2) = 4 \cdot R^2$$

Als voor a wordt genomen $a = R\sqrt{3}$ (Overeenkomstig effectieve breedte blok) geeft dit $b = R$.



Figuur 4.4 Afmetingen fundering

4.4.6.2 Scheefstand palen

De palen onder het blok staan schoor. Effectief is deze schoorstand van belang voor de palen die in de richting van de versnelling staan. De palen aan de 'zijkant' van het blok staan voor deze richting effectief niet schoor maar verticaal.

Indien de palen in de 2D schematisatie dezelfde schoorstand krijgen wordt het effect van de schoorstand overschat. Een eerste analyse met behulp van enkele eenvoudige formules in een spreadsheet geeft dat de buitenste rij de schoorstand moet hebben, en de binnenste rij nagenoeg verticaal moet staan.

4.5 3D schematisatie

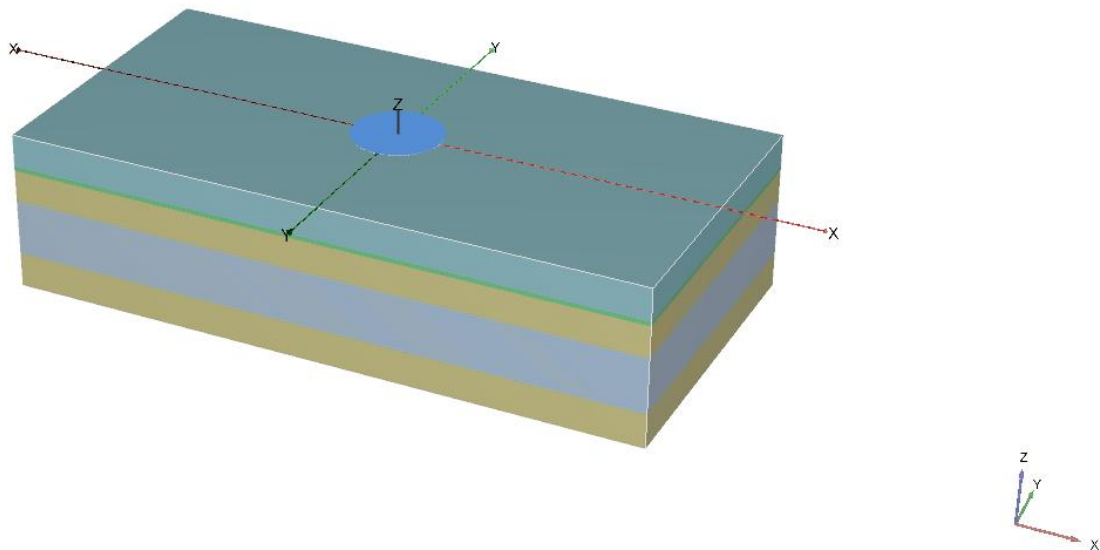
4.5.1 Mesh

De mesh is zoveel mogelijk gelijk gehouden worden aan de 2D schematisatie. De bovenkant van de mesh is het maaiveld dat zich rond NAP bevindt. De onderkant van de mesh is gelegd op 30 m onder maaiveld. Dit is een gebruikelijke waarde voor het opleggen van een aardbevings signaal in internationale literatuur.

De mesh begrenzing in X-richting (de richting van de bewegingen van het aardbevings signaal) is in eerste instantie op 2x de diepte gelegd t.o.v. het centrum (mastlocatie) en komt op + 40 m en - 40 m. Op deze wijze zullen de randen geen effect hebben op de situatie in het midden van de mesh. De mesh begrenzing in Y-richting (loodrecht op het opgelegde signaal is gekozen op 1x de fundering diepte en komt op + 25 m en - 25 m. De mast is in het centrum geplaatst. In een later stadium zijn de grenzen 2x verder gezet omdat deze te veel demping van het signaal veroorzaakten.

De elementgrootte is het resultaat van een balans tussen acceptabele rekentijd en benodigde nauwkeurigheid van de resultaten. Om deze reden is voor een medium fijnheid van de mesh.

In figuur 4.7 is het 3D model van de grond gegeven (de constructie is hier uitgezet). De verschillende grondlagen zijn als grondvolumes zichtbaar.



Figuur 4.5 3D model voor de berekening van het stijve ondergrondprofiel

In de dynamische berekeningen wordt de aardbevingsversnelling opgelegd aan de basis van de mesh, in de 3D schematisatie is dat het gehele ondervlak. De mesh begrenzingen in X-richting zijn 'viscous' randen. De randen gedragen zich als visceuze dempers. Hiermee wordt het signaal geabsorbeerd waardoor numerieke reflecties worden voorkomen. De bijbehorende relaxation coefficients C1 en C2 kunnen gebruikt worden om het absorptievermogen te vergroten. C1 wordt gebruikt voor de richting loodrecht op het vlak, C2 voor de tangentiale richting. Als de rand alleen wordt onderworpen op golven die loodrecht binnen komen, zoals hier theoretisch het geval, kan worden volstaan met $C1=C2=1$ (bron Plaxis). Wanneer het signaal in een arbitraire richting binnenkomt (praktisch gezien bij aanwezigheid van een constructie het geval) kan C2 worden aangepast om de absorptie te verbeteren. Op dit moment is hiervan afgezien.

De randen in Y-richting zijn gezet op 'none' (de enige andere optie in Plaxis 3D). Dit zal normaal gesproken leiden tot reflecties op de rand. Aangezien er geen signaal gezet wordt in de richting van deze rand wordt verwacht dat het aandeel reflecties (veroorzaakt door numerieke dispersie van de signaal richting beperkt zal blijven.

In de dynamische berekeningsstap zijn de randen niet beperkt in deformaties maar kunnen vrij bewegen.

4.5.2 Constructie

De constructie bestaat uit 3 onderdelen:

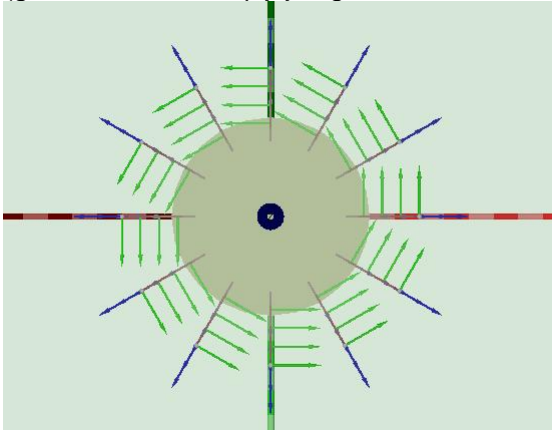
- Palen onder de funderingsplaat.
- De funderingsplaat inclusief opstort.
- De mast.

Palen onder funderingsplaat

Er zijn 12 prefab beton (vierkant 500 mm) geschematiseerd conform bijlage C.

De paalpunt is op basis van de gebruikte sondering aangenomen op NAP – 25 m. De bovenkant paal is in de berekening geschematiseerd als 0,5 m in de funderingsplaat (teneinde een goede inklemming te kunnen realiseren in het model). In Plaxis zijn de palen geschematiseerd met de optie 'embedded pile'.

In figuur 4.6 is een topaanzicht gegeven van de funderingspalen t.o.v. de funderingsplaat (groene en blauwe pijltjes geven de loodrechte richtingen t.o.v. de palen).

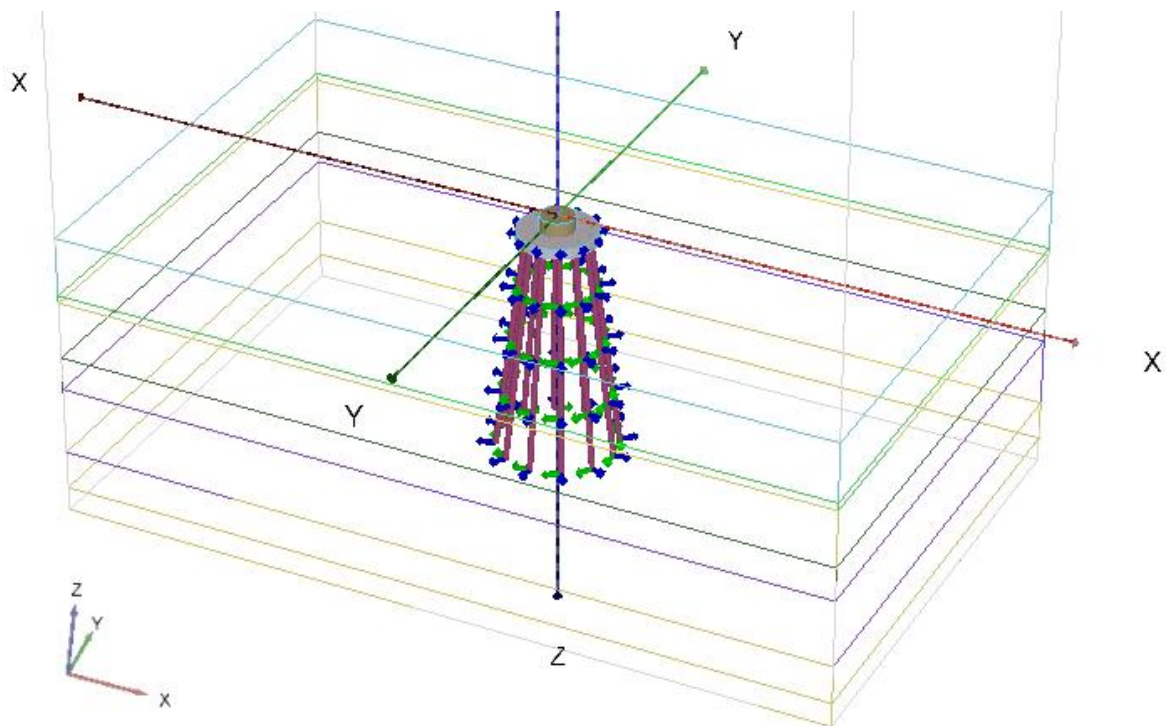


Figuur 4.6 Aanzicht 12 funderingspalen in de funderingsplaat

In figuur 4.7 zijn de funderingspalen in perspectief aanzicht zichtbaar.

Funderingsplaat en opstort

De funderingsplaat en opstort zijn geschematiseerd als 2 cilinders. Deze cilinders krijgen nadat de constructie wordt geactiveerd in de berekening de eigenschappen van beton (gekozen is voor $\gamma = 24 \text{ kN/m}^3$ en $E = 20 \cdot 10^6 \text{ kN/m}^2$). De afmetingen zijn gelijk als vermeld in paragraaf 3.3. In figuur 4.7 zijn de funderingsplaat en opstort zichtbaar (de grondvolumes zijn doorzichtig gemaakt).

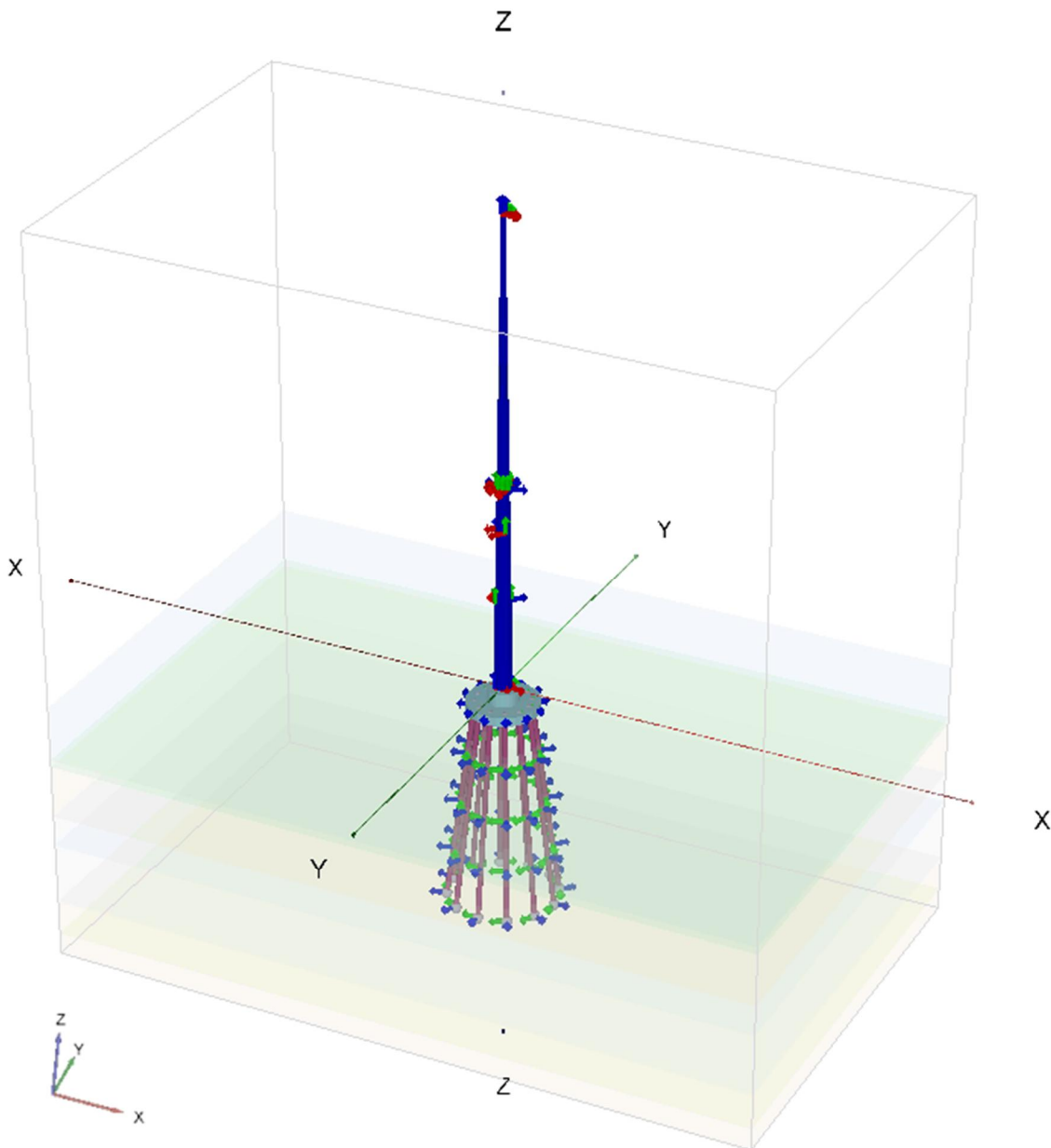


Figuur 4.7 Aanzicht funderingsplaat op de funderingspalen

Mast

De mast is een taps toelopende (in de hoogte versmallende) holle cilinder. Deze geometrische vorm is in Plaxis bij benadering in te voeren. Dit is gedaan door de cilinder te benaderen met 12 platen. Hierbij zijn de afmetingen van de standaardmast en bijbehorende wanddikte als genoemd in paragraaf 3.2 aangehouden. Deze mast is geplaatst op de opstort van de funderingsplaat.

In figuur 4.8 is de gehele constructie in de mesh (grondvolumes zijn doorzichtig) weergegeven.



Figuur 4.8 Aanzicht mast, funderingsplaat en funderingspalen

4.6 Verweking

4.6.1 Invloed verweking op sterkte ondergrond

In de 'normale' situatie is een waterspanning aanwezig in de ondergrond die bepaald wordt door de aanwezige freatische grondwaterstand. Tijdens een aardbeving treden bewegingen op in de ondergrond en zal de wateroverspanning zich tijdens de aardbeving opbouwen. Om de waterspanningsopbouw als gevolg van de cyclische belasting impliciet te kunnen meenemen zou een geavanceerd constitutief model als hypoplasticiteit of UBCsand nodig zijn. Het nadeel van deze geavanceerde modellen is dat ze ieder hun eigen specifieke materiaalparameters vereisen. De keuze hiervan vereist meestal het uitvoeren van specifiek laboratoriumonderzoek. Dit onderzoek is niet beschikbaar en in de voor deze studie beschikbare tijd ook niet uit te voeren. Correlaties met bijvoorbeeld een conusweerstand zijn

ook niet beschikbaar. Dit betekent dat er een grote onzekerheid blijft bestaan of de uiteindelijk gekozen parameters voldoende representatief zijn voor de lokale ondergrond.

Daarom is gekozen om de wateroverspanning door de aardbeving indirect via de sterkteparameters in rekening te brengen. De volgende procedure wordt daarbij gevolgd:

- Met de methode EERI MNO 12 wordt de wateroverspanning en de veiligheidsfactor tegen verweking aan het einde van de aardbeving bepaald.
- Er wordt geen belastingfactor op de berekende wateroverspanning in rekening gebracht.
- De (relatieve) wateroverspanning in zand wordt in rekening gebracht als een reductie van de sterkte.
- Conform de huidige praktijk wordt verondersteld dat in de klei- en veenlagen tijdens de aardbeving geen wateroverspanning en/of sterkte reductie ontstaat.

Deze wijze van modelleren veronderstelt dat de maximale wateroverspanning tijdens de gehele duur van de aardbeving aanwezig is. Dit is een conservatieve aanname. Verwacht wordt dat tijdens het moment van de maximale versnelling de (residuele) wateroverspanning lager is dan de waarde aan het einde van de aardbeving. Dit effect kan in rekening worden gebracht door uit te gaan van een gereduceerde wateroverspanning. Aanwijzingen hiervoor zijn gegeven in de NPR 9998 [5] (hoofdstuk10 en bijlagen E en F). Een toetsing van constructies onder een aardbevingsbelasting zou dan moeten plaatsvinden voor 2 situaties, namelijk:

- Moment maximale piekversnelling, gereduceerde wateroverspanning.
- Moment einde aardbeving, geen piekversnelling, maximale wateroverspanning.

De fictieve waarde van de hoek van inwendige wrijving wordt bepaald door te eisen dat de bezwijkschuifspanning goed wordt gemodelleerd.

De bezwijkwaarde voor de schuifspanning op een vlak is:

$$\tau_{max} = (\sigma'_{v0} - u) \cdot \tan(\phi)$$

De relatieve wateroverspanning is gedefinieerd als

$$r_u = \frac{u}{\sigma'_{v0}}$$

Invullen hiervan geeft

$$\tau_{max} = \sigma'_{v0} \cdot (1 - r_u) \cdot \tan(\phi)$$

Vervolgens wordt een fictieve hoek van inwendige wrijving (ϕ_{fic}) bepaald die zonder wateroverspanning dezelfde bezwijkschuifspanning geeft, dus een waarde die voldoet aan:

$$\tau_{max} = \sigma'_{v0} \cdot \tan(\phi_{fic})$$

Hieruit volgt:

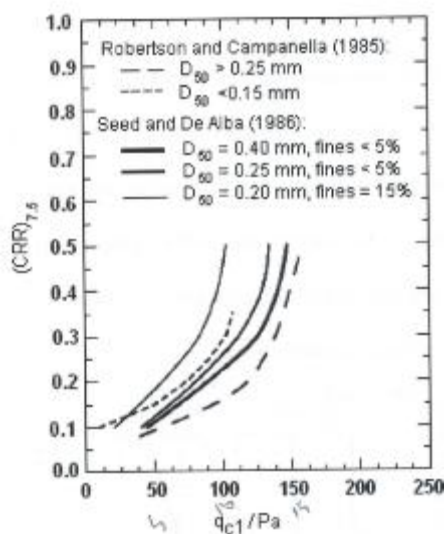
$$\tan(\phi_{fic}) = (1 - r_u) \cdot \tan(\phi)$$

Opmerking: door deze wijze van modelleren wordt de invloed van de wateroverspanning op de stijfheid van de zandlagen niet meegenomen in de berekening.

Als minimum sterkte (reststerkte) van het verweekte zand wordt 3,5° gebruikt.

Een verdere beschrijving van de berekening van r_u is te vinden in Bijlage H.

Grondlagen met een genormaliseerde qc1 waarde van meer dan 15 MPa zullen niet meer verweken (zie figuur 4.5, $qc1/Pa=150$ komt overeen met een qc1 waarde, genormaliseerde qc waarde, van 15 MPa). Bij deze zandlaag op een diepte van ca. 20 m, en een aanwezige korrelspanning van circa 200 kPa zal de werkelijke conusweerstand rond de 20 MPa liggen.

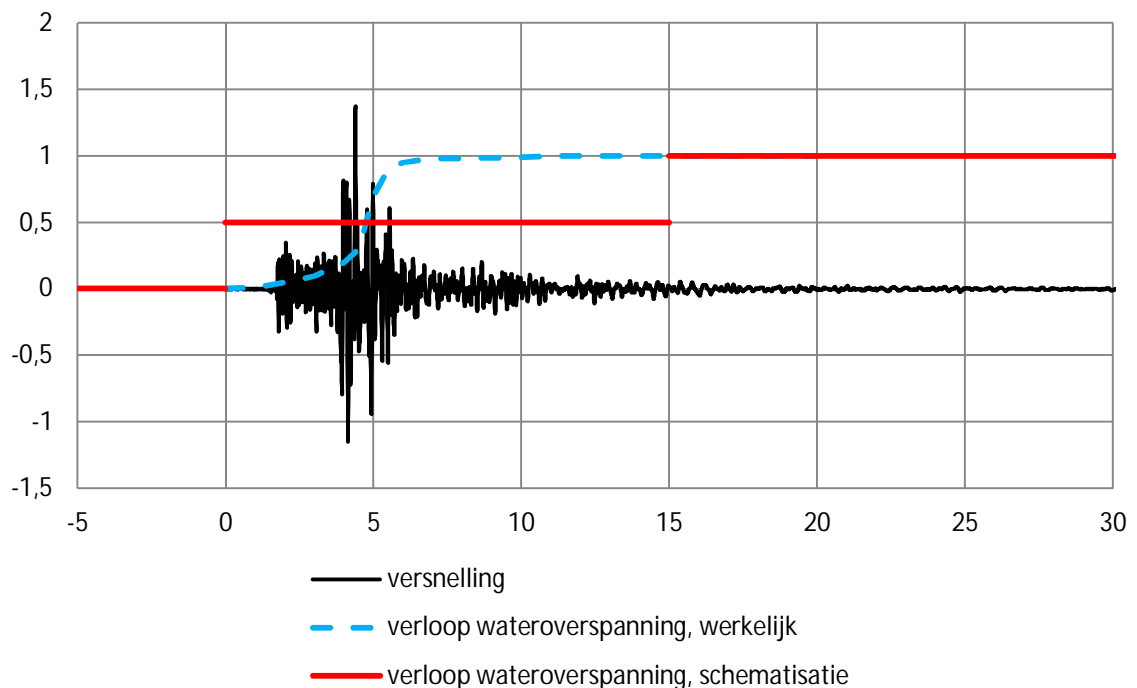


Figuur 4.9 Effect van Genormaliseerde conusweerstand op verweking

4.6.2 Schematisatie verweking in eindige elementen berekening

Tijdens de aardbeving verloopt de wateroverspanning van nul, aan het begin van de aardbeving, tot de maximale waarde aan het einde van de aardbeving. Het exacte verloop tijdens de aardbeving is niet bekend, maar verwacht wordt dat tijdens de grootste versnellingen de meeste wateroverspanning wordt gegenereerd. In Figuur 4.6 is dit schematisch weergegeven.

Voor de berekening, zoals in PLAXIS, kan dit tijdsafhankelijke verloop niet worden ingevoerd en kan slechts één waarde worden opgegeven. Hiervoor is als beste benadering de helft van de uiteindelijke volledige wateroverspanning aan het einde van de aardbeving gebruikt. Uiteindelijk zal de wateroverspanning, na orde 10 minuten, weer verdwijnen (dit is niet in de figuur weergegeven). Binnen enkele uren zal de situatie weer genormaliseerd zijn. Deze schematisatie wordt momenteel in alle berekeningsrichtlijnen voor toepassing in Groningen gehanteerd.



Figuur 4.10 Verloop waterspanning gedurende aardbeving en schematisatie voor berekeningen/toetsingen

De benadering is gekozen omdat dit aansluit met hoe wateroverspanningen zich opbouwen onder een dynamische belasting. Het aantal dynamische bewegingen is hierin een bepalende factor en eveneens de constatering dat de grootste opbouw plaatsvindt na de grootste versnellingen.

4.6.3 Berekening verwekinggraad afhankelijk van hoogte PGA

Voor 5 niveaus van de PGA aan maaiveld zijn voor 4 grondprofielen de effecten van verweking bepaald. Dit om vast te stellen welke r_u optreedt en om een indicatie te krijgen van welke verdichting in het zand kan optreden en wat voor maaiveldzakking dan zou kunnen optreden.

Uitgangspunten

- GWS: 1 m onder mv (hydrostatisch verloop over diepte met $\gamma_{water} = 9,81 \text{ kN/m}^3$).
- Beschouwde pga-niveaus: 0,1g; 0,2g; 0,3g, 0,42g en 0,53g.
- *Veiligheidsfactor FoS*; Deze is alleen bepaald voor verwekingsgevoelige lagen, gedefinieerd als $I_c < 2,6$ en $z < gws$. Zie 1208782-000-GEO-0002, versie 03, 5 mei 2014, definitief.
- *Verdichting*; De relatieve dichtheid is bepaald volgens Slagado/MNO12. De verdichting is bepaald met de formules beschreven in Yoshimine et al. (2006) voor de lagen met $I_c < 2,6$ en een niveau onder de grondwaterspiegel.
- Omdat rondom de laagovergangen de ene laag de metingen in de andere laag verstoren is consequent de eerste en laatste 25 cm van iedere verwekingsgevoelige laag buiten beschouwing gelaten.

Uitkomsten

Maaiveldzakkingen per sondering en PGA-niveau zijn weergegeven in tabel 4.5. De gepresenteerde zakkingen zijn conservatief.

Sondering	$U_{mv;pga=0.1}$ (m)	$U_{mv;pga=0.2}$ (m)	$U_{mv;pga=0.3}$ (m)	$U_{mv;pga=0.42}$ (m)	$U_{mv;pga=0.53}$ (m)
'DKM655-1_000'	0.00	0.06	0.20	0.40	0.48
'DKM670-1_000'	0.02	0.35	0.53	0.61	0.66
'DKM718-2_000'	0.00	0.11	0.31	0.38	0.40
'DKMP751-1_000'	0.01	0.12	0.24	0.31	0.33

Tabel 4.5 Conservatieve zakking door verweking voor verschillende sonderingen

Bijlage J presenteert per sondering de conusweerstand, het wrijvingsgetal, de veiligheidsfactor FoS, de wateroverspanning en de zakking over de diepte voor PGA's gelijk aan 0,1; 0,2; 0,3, 0,42g en 0,53g. Invloed verweking op sterkte parameters in eindige elementen berekeningen

Voor de in par 4.6.3 genoemde grondlagen zal als gevolg van een PGA waarde gelijk aan 5,2 een hoge r.u waarde kunnen optreden in de zandlagen. In tabel 4.6 is aangegeven wat de t.b.v. verweking aangepaste phi waarden worden voor de zandlagen. Hierbij wordt voor het geval tijdens de aardbeving aangenomen dat 50% van de wateroverspanning aanwezig is.

	Phi [°]	r_u [-]	phi_50% r_u [°]
Sand 1	35	<0,1	35
Sand 2	30	1	16,1
Sand 3	27*	0	27
Sand 4	30	1	16,1
* Deze zandige laag bevat veel klei/leem , de verwekingsgraad is dan 0 zoals bij kleilagen			

Tabel 4.6 Invloed verweking op sterkte parameters

5 Versnellingsignalen

5.1 Selectie signalen

Door Deltares zijn in 2013 4 signalen gemeten geselecteerd die naar verwachting het spectrum in te verwachten aardbevingssignalen (duur, frequentie, aantal wisselingen) omvatten. Dit zijn de signalen:

- Event 1: Westeremden, opnemer MID3 – $M_w = 3.4$, simpel signaal, 1 piek.
- Event 5: Hoeksmeer, opnemer WSE – $M_w = 3.4$, groter aantal wisselingen.
- Event 6: Huizinge, opnemer WSE – $M_w = 3.6$, complex signaal, meerdere pieken.
- Event 8: Zandweer, opnemer KANT – $M_w = 3.2$, tussenliggend signaal.

Volgens EC8 dient bij berekeningen in het tijdsdomein minimaal 3 signalen gebruikt te worden. Na analyse van de signalen en ervaringen in eerdere projecten is er voor gekozen de signalen 1, 6 en 8 te kiezen.

Er is gekozen uitsluitend uit te gaan van de horizontale versnelling.

De gebeurtenissen zijn geselecteerd op grond van de karakteristieke lengte van de signalen, het aantal effectieve wisselingen en de verwachte waarden van deze karakteristieken bij magnitudes $M_w > 5$. Voor elke gebeurtenis is zowel de radiale, de transversale en de verticale component aanwezig. De signalen zijn weergegeven in bijlage K.

Tabel 5.1 geeft de piekwaarden van de geselecteerde gemeten signalen, uitgedrukt in m/s^2 .

Event	Signaal	Radiaal	Transversaal	Verticaal
1	060808MID3	0,108	0,485	0,154
5	110627WSE	0,075	0,082	0,093
6	120816WSE	0,509	0,407	0,750
8	130207KANT	0,172	0,296	0,256

Tabel 5.1 Piekwaarden van de geselecteerde gemeten tijdsignalen [m/s^2]

5.2 Verschaling signalen

5.2.1 Algemeen

Om de gemeten signalen om te zetten naar representatieve signalen, worden de geregistreerde aardbevingssignalen verschaald voor een maatgevende aardbeving met een hogere magnitude.

Een hogere (moment) magnitude betekent dat er meer energie vrijkomt tijdens de aardbeving. Dit kan alleen als het gemobiliseerde breukvlak groter is en/of dat de verplaatsing in de breuk groter is dan bij de geregistreerde beving. Verwacht wordt dat dit tot gevolg heeft dat niet alleen de versnelling moet worden verschaald, maar dat waarschijnlijk ook de frequentie inhoud moet worden verschaald en dat er meer wisselingen ontstaan.

Methoden om deze verschaling uit te voeren zijn in de literatuur slechts spaarzaam beschreven. Over de wijze van verscalen van aardbevingssignalen is nog geen consensus

bereikt in NEN/NPR verband. Hier zal de aanpak worden gevolgd zoals voorgesteld in 2013 door Deltares.

De aan het maaiveld gemeten signalen worden enerzijds geschaald op basis van de piekversnelling en anderzijds op de tijdsperiode tussen de pieken. De schaling in het tijdsdomein is gebaseerd op een verband tussen de piekperiodes bij verschillende magnitudes [Kalkan & Chopra, 2010] en een relatie tussen magnitude en piekversnelling [Akkar et al. 2013].

5.2.2 Verschaling frequentie

Bekend is dat bij zwaardere aardbevingen het signaal lagere frequenties zal bevatten. Op basis van een literatuurstudie is gekozen om de frequentie te verscalen door aanpassing van de tijdstapgrootte. De magnitude van de ontwerpaardbeving wordt geschat uit de ontwerp piekversnelling. Uiteindelijk geeft dit de volgende relatie voor de verschaling van de tijdstap:

$$\frac{T_{\text{piek}}}{T_{\text{piek.ref}}} = \exp(0.3M - M_{\text{ref}})$$

Met:

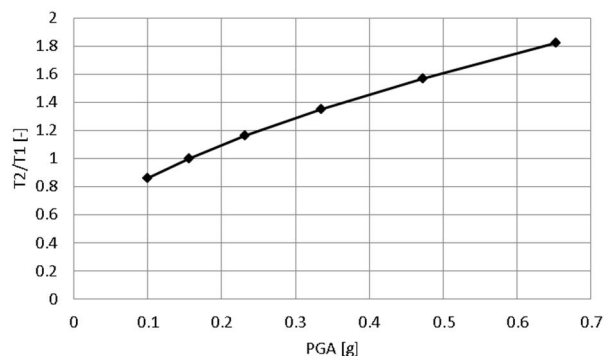
T_{piek}	De periode tussen de pieken bij magnitude M of piekversnelling PGA
$T_{\text{piek.ref}}$	De waarde van T_{piek} voor het ongeschaalde accelerogram
M_{ref}	De waarde van M voor het ongeschaalde accelerogram

Om het verband tussen versnelling en magnitude te bepalen is met de methode (Akkar, Sandikkaya, & Bommer, 2013) voor diverse magnituden de piekversnelling berekend. Gerekend is met voortplantingssnelheid $C_s = 184$ m/s, diepte 3 km, afstand 0 km en een representatieve waarde van mediaan plus een keer de standaardafwijking.

Magnitude	PGA [g]
3	0,10
3,5	0,156
4	0,232
4,5	0,335
5	0,472
5,5	0,653

Tabel 5.2 Verband magnitude en PG, volgens (Akkar, Sandikkaya, & Bommer, 2013)

Dit verband is grafisch weergegeven in figuur 5.1.



Figuur 5.1 Verband magnitude en PG, volgens (Akkar, Sandikkaya, & Bommer, 2013)

Ten behoeve van de berekeningen is door deze punten een lijn gefit.

$$\frac{T_{\text{piek}}}{T_{\text{piek.ref}}} = -1.036 * \left(\frac{PGA}{g}\right)^2 + 2.4963 * \left(\frac{PGA}{g}\right) + 0.63$$

5.2.3 Verschaling piekversnelling

De piekversnelling is als volgt verschaald:

- Voor elk signaal is bekend wat de piekversnelling aan maaiveld van het gemeten signaal aan maaiveld was (PGA_meting).
- De ontwerp versnelling aan maaiveld is een ontwerpconditie (PGA_design).
- De versnelling op diepte wordt verschaald met de factor PGA_design/PGA_meting.

5.2.4 Omrekenen naar signalen op onderkant mesh

De gemeten signalen betreffen maaiveldsignalen. Voor de PLAXIS berekeningen dient een signaal aan de onderkant van de mesh ingevoerd te worden.

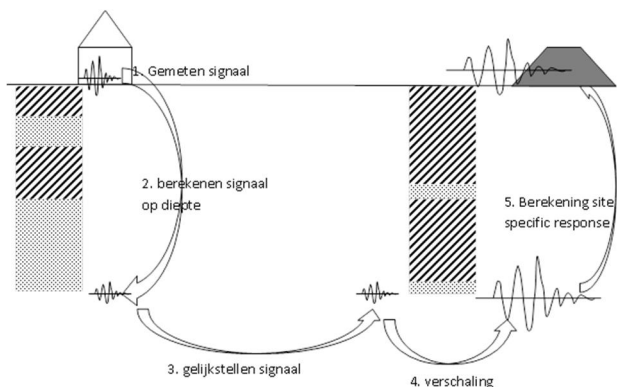
Om deze signalen te bepalen zijn met het programma EERA de signalen teruggerekend naar een diepte van 30 m. Opgemerkt wordt dat deze signalen in 1 richting bekend zijn. Voor de richting loodrecht hierop zijn de signalen niet gedeconvuleerd. Voor de 3D berekeningen is dit een beperking, het betekent dat die deconvolutie alsnog moet plaatsvinden. Ook indien de signalen op een andere diepte dan 30 m nodig zijn moet deze deconvolutie nog plaatsvinden. Een optie is om niet de beschikbare signalen te gebruiken maar met STRATA opnieuw de deconvolutie toe te passen. Voor de verticale versnelling wordt geen deconvolutie toegepast. Het signaal op diepte wordt gelijk gesteld aan het gemeten signaal op maaiveld.

De gevolgde procedure om het accelerogram aan de basis af te leiden uit het door het KNMI gegeven accelerogram aan maaiveld bestaat uit de volgende stappen:

- Op basis van het uitgevoerde grondonderzoek bij de stations wordt een grondlagenschematisatie ter plaatse vastgesteld.
- Met programma als EERA is vervolgens het versnellingssignaal op 30 m diepte bepaald dat het gemeten versnellingssignaal aan maaiveld geeft.
- Dit signaal op diepte wordt verschaald voor de gewenste magnitude en piekversnelling.
- Met het aldus verschaalde signaal wordt vervolgens de respons op de te onderzoeken locatie (met de daar geldende grondlagenschematisatie) berekend. Daarbij dient de

respons aan het maaiveld overeen te komen met het oorspronkelijke maaiveldsignaal. Indien dit substantieel afwijkt wordt een extra iteratie stap uitgevoerd waarbij het in de vorige stap bepaalde verschaalde signaal op diepte wordt gecorrigeerd.

In Figuur 5.2 is deze procedure schematisch weergegeven.



Figuur 5.2 Procedure voor vertalen signaal naar de basis

6 Resultaten berekeningen

6.1 2D Vergrotingsfactor grondprofiel zonder constructie (free field)

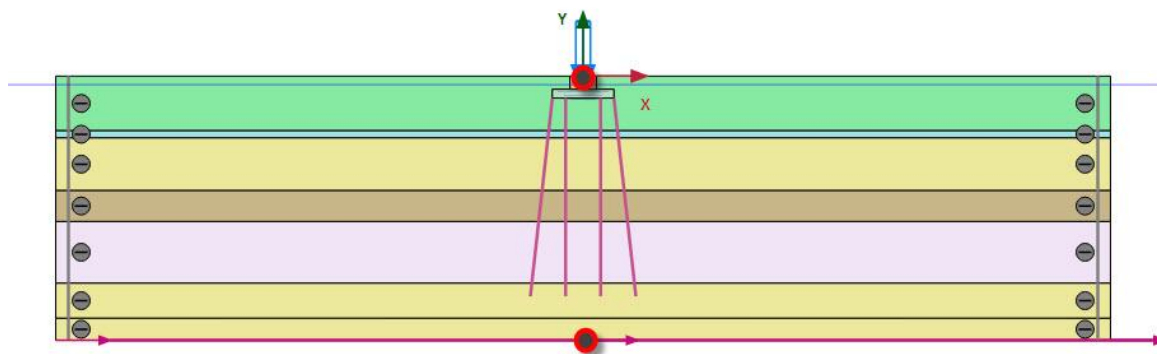
De gebruikte tijdsignalen zijn verschaald naar een basissignaal op 30 m diepte. Daarna heeft een opschaling plaatsgevonden om een PGA aan maaiveld te genereren die ongeveer gelijk is aan de in de uitgangspunten geformuleerde rekenwaarde van de PGA behorende bij de gekozen herhalingsstijd van 1000 jaar. Het is niet gelukt om in alle gevallen exact de gewenste waarde van $5,2 \text{ m/s}^2$ aan maaiveld te halen. Berekeningsresultaten zullen derhalve ook in percentages worden beoordeeld.

In tabel 6.1 zijn de toegepaste verschalingsfactoren t.o.v. het originele signaal op de amplitude weergegeven.

Signaal	Max PGA basis origineel signaal	Vergrotingsfactor	Max PGA basis berekening
Event1	0,192	24	4,6
Event6	0,310	10	3,1
Event8	0,083	30	2,5

Tabel 6.1 Vergroting tijdsignaal aan de basis

In de volgende paragrafen zijn de resultaten van de aan maaiveld geregistreerde signalen weergegeven waarna vergrotings/reductiefactoren zijn berekend. De meetpunten die met elkaar worden vergeleken zijn gelegen aan de basis en aan het maaiveld in het midden van de mesh. Uiteindelijk zal de situatie met en zonder constructie met elkaar worden vergeleken. De meetpunten zijn aangegeven in figuur 6.1.



Figuur 6.1 Mesh met de meetpunten  aan de basis en aan het maaiveld

Om de aan het maaiveld berekende PGA te kunnen vergelijken met de gewenste PGA (par. 3.4) is de mesh versmalt tot een kolom om de numerieke rekentijd te verkleinen. De mesh heeft dan een breedte van 4 m.

In tabellen 6.2 en 6.3 zijn de berekeningsresultaten voor de situatie zonder constructie samengevat. Het valt op dat bij signalen 6 en 8 voor beide grondprofielen het signaal aan het maaiveld groter wordt en bij signaal 1 minder groot.

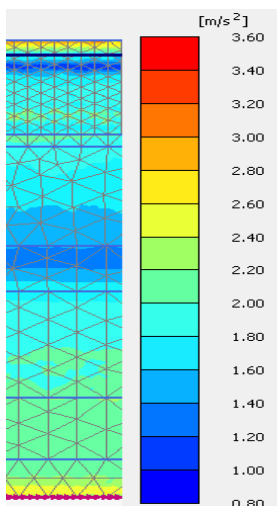
Event	Pga (-30)	Pga (mv)	Vergrotingsfactor
1	4,6	3,5	0,76
6	3,1	3,6	1,16
8	2,5	4,1	1,64

Tabel 6.2 Vergrotingsfactor aardbevingssignaal naar MV voor vast grondprofiel 655

Event	Pga (-30)	Pga (mv)	Vergrotingsfactor
1	4,6	3,5	0,76
6	3,1	4,0	1,29
8	2,5	3,4	1,36

Tabel 6.3 Vergrotingsfactor aardbevingssignaal naar MV voor vast grondprofiel 670

Uit een nadere analyse blijkt dat de versnellingen als gevolg van de stijve maar deels verwekende zandlagen afnemen om ten slotte nabij maaiveld weer opgeslingerd te worden. Dat is weergegeven in figuur 6.2 voor event 1 en grondprofiel 'stijf'.



Figuur 6.2 Overzicht maximale versnellingen van maaiveld tot basis (event 1, 'stijf')

6.2 2D Vergrotingsfactor inclusief constructie

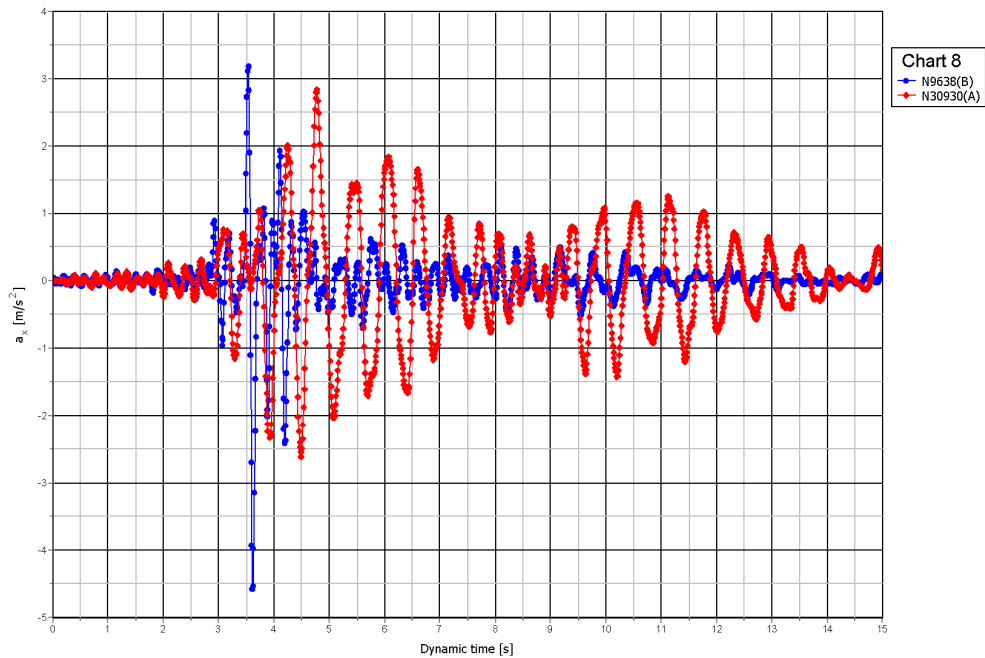
6.2.1 Grondopbouw 'stijf'

Hieronder volgende de resultaten van de berekende respons aan maaiveld t.o.v. het opgelegde signaal aan de basis voor de grondopbouw 'stijf' inclusief constructie.

Event 1

Max amplitude basis 4,6

Max amplitude constructie maaiveld 2,9



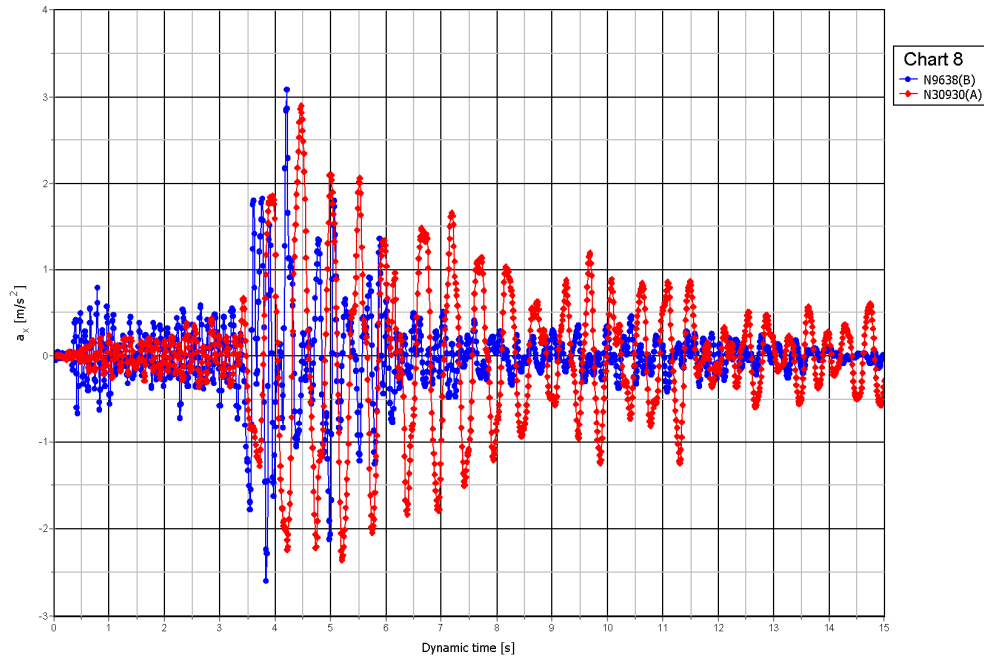
Figuur 6.3 Constructierespons op mv (rode lijn) en aardbevingssignaal aan basis (blauwe lijn) event 1 (grondprofiel 'stijf')

Omdat de waarde aan het maaiveld hier nog niet overeenkomt met de doelwaarde zijn in een 2^e fase extra berekeningen uitgevoerd voor dit signaal en deze grondslag, waarbij de PGA aan de basis is gevarieerd. De resultaten hiervan zijn opgenomen in de resultaten tabel 6.6.

Event 6

Max amplitude basis 3,1

Max amplitude constructie maaiveld 2,9

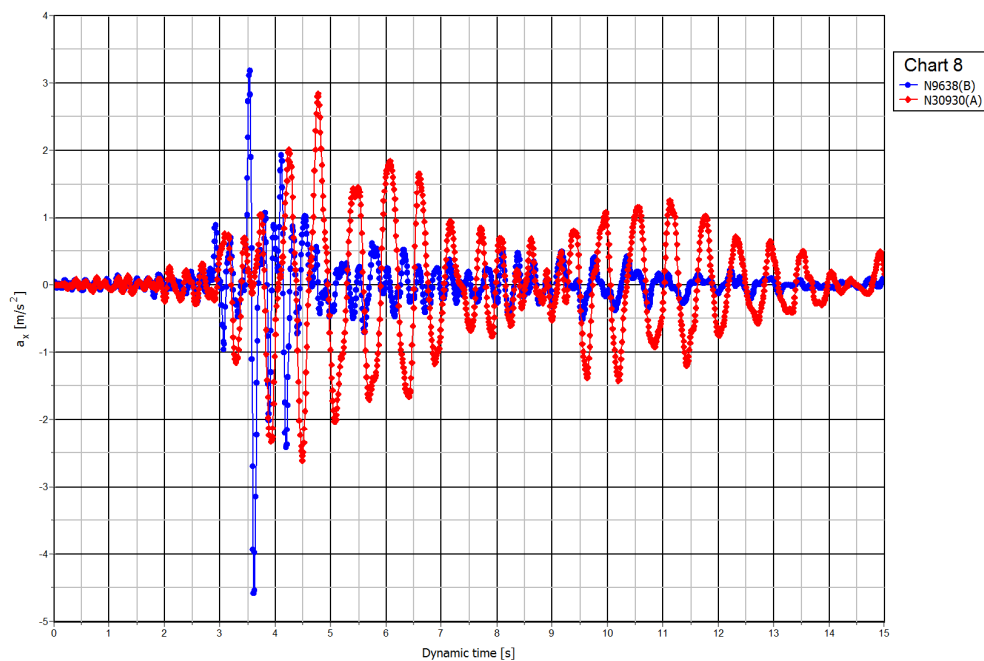


Figuur 6.4 Constructierespons op mv (rode lijn) en aardbevingsignaal aan basis (blauwe lijn) event 6 (grondprofiel 'stijf')

Event 8

Max amplitude basis 4,6

Max amplitude constructie maaiveld 2,9



Figuur 6.5 Constructierespons op mv (rode lijn) en aardbevingsignaal aan basis (blauwe lijn) event 8 (grondprofiel 'stijf')

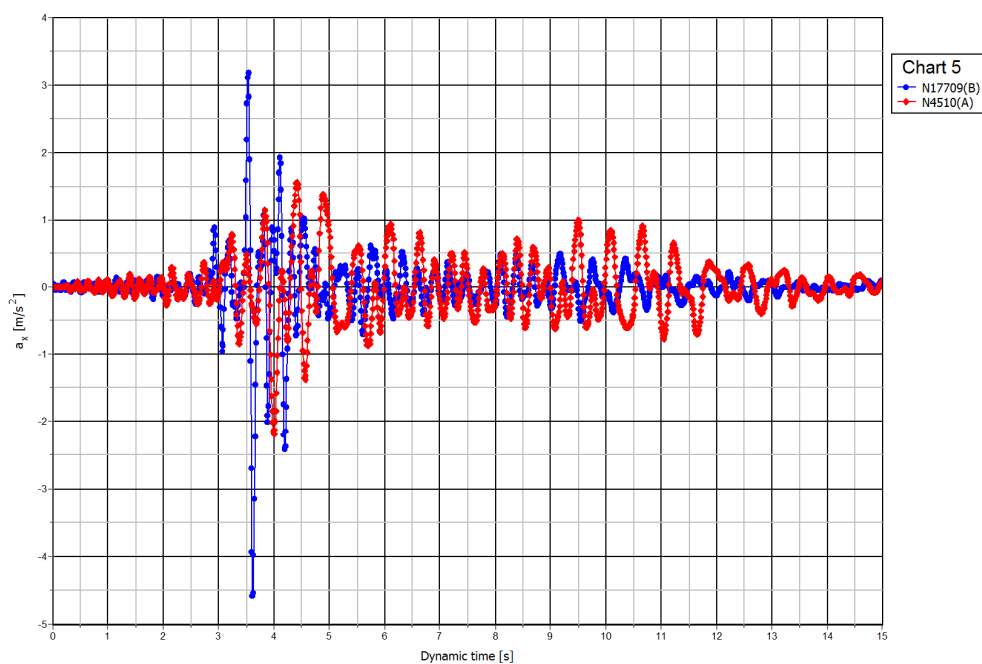
6.2.2 Grondopbouw 'slap'

Hieronder volgende de resultaten van de berekende respons aan maaiveld t.o.v. het opgelegde signaal aan de basis voor de grondopbouw 'slap' inclusief constructie.

Event 1

Max amplitude basis 4,6

Max amplitude constructie maaiveld 2,2

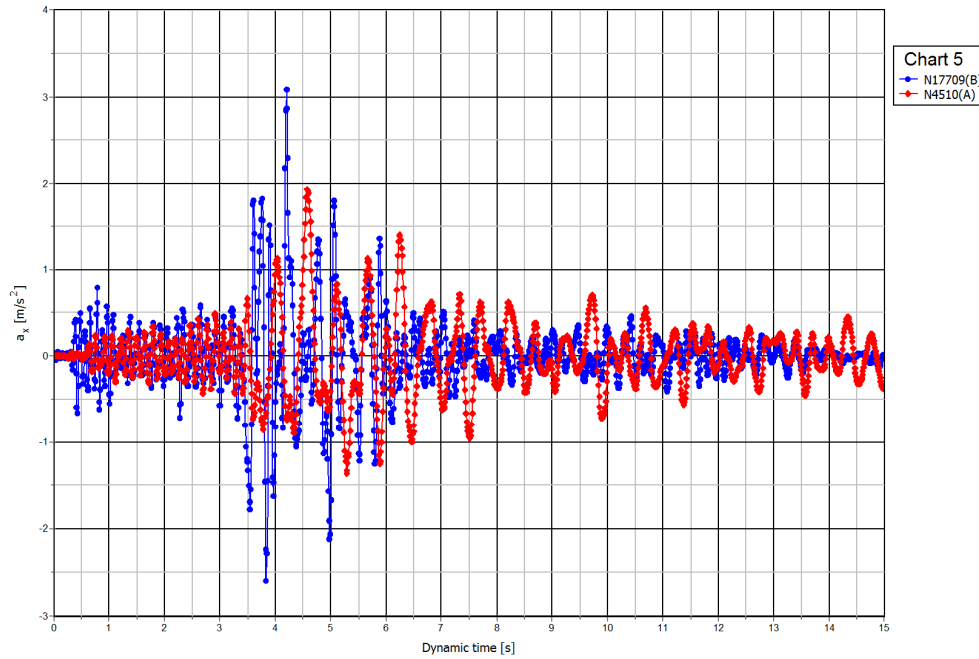


Figuur 6.6 Constructierespons op mv (rode lijn) en aardbevingssignaal aan basis (blauwe lijn) event 1 (grondprofiel 'slap')

Event 6

Max amplitude basis 3,1

Max amplitude maaiveld 2,0

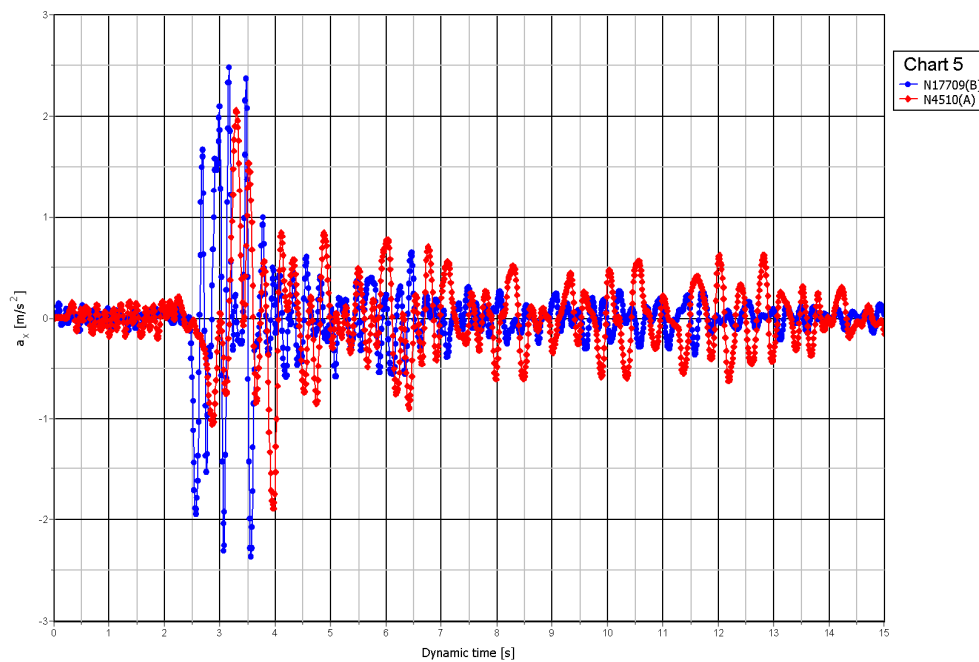


Figuur 6.7 Constructierespons op mv (rode lijn) en aardbevingssignaal aan basis (blauwe lijn) event 6 (grondprofiel 'slap')

Event 8

Max amplitude basis 2,5

Max amplitude maaiveld 2,1



Figuur 6.8 Constructierespons op mv (rode lijn) en aardbevingssignaal aan basis (blauwe lijn) event 8 (grondprofiel 'slap')

6.2.3 Samenvatting met constructie

In tabellen 6.4 en 6.5 zijn de berekeningsresultaten voor de situatie met de constructie samengevat. Het valt op dat bij alle signalen en voor beide grondprofielen het signaal aan het maaiveld (bovenkant fundering/onderkant mast) lager is geworden dan de waarde berekend in het vrije veld. Bij het grondprofiel 'slap' is de reductie groter dan bij het grondprofiel 'stijf'.

Event	Pga (-30)	PGA (mv; free field)	PGA (mv; constructie)	Vergrotingsfactor constructieve tov free field
1	4,6	3,5	2,9	0,85
6	3,1	3,6	2,9	0,81
8	4,6	4,1	2,9	0,71

Tabel 6.4 Vergrotingsfactor aardbevings signaal bovenkant funderingsconstructie voor vast grondprofiel 655

Event	Pga (-30)	PGA (mv; free field)	PGA (mv; constructie)	Reductiefactor
1	4,6	3,5	2,2	0,65
6	3,1	4,0	2,0	0,50
8	2,5	3,4	2,1	0,62

Tabel 6.5 Vergrotingsfactor aardbevings signaal bovenkant funderingsconstructie voor slap grondprofiel 670

6.3 2D Vergrotingsfactor bij afwijkende fundering

Om de gevoeligheid van de resultaten nader te beschouwen is de stijfheid van de fundering van de constructie gevarieerd. Uitgegaan is van de situatie bij event 1 voor het vaste profiel. Hier was de verhouding tussen het berekende signaal aan maaiveld bij aanwezig van een constructie t.o.v. het vrije maaiveld het grootst.

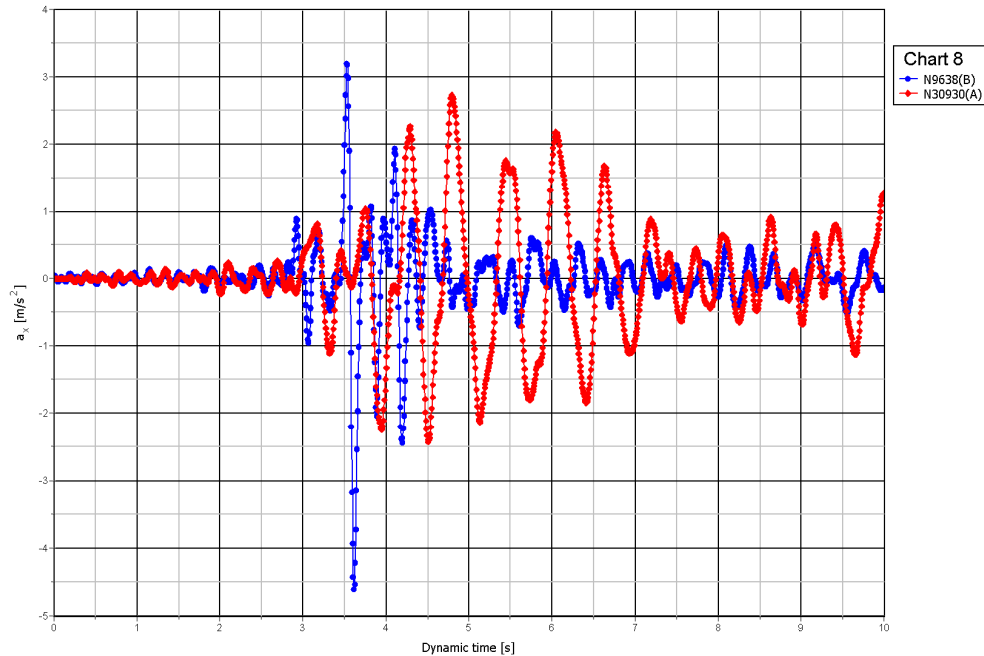
6.3.1 Minder stijve fundering

Deze situatie is gesimuleerd door in de schematisatie te kiezen voor een prefab paal vierkant 400 i.p.v. 500. Het oppervlak van de palen is een factor 1,5 kleiner.

Event 1

Max amplitude basis 4,6

Max amplitude constructie maaiveld 2,8



Figuur 6.9 Constructierespons slappere fundering op mv (rode lijn) en aardbevingssignaal aan basis (blauwe lijn) event 1 (grondprofiel 'stijf')

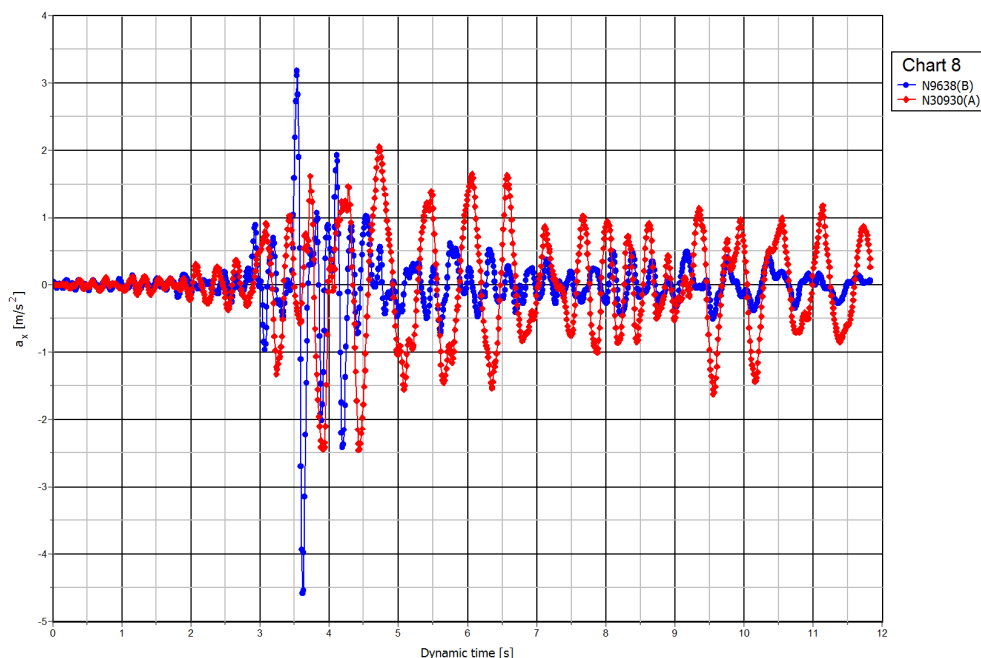
6.3.2 Stijvere fundering

Deze situatie is gesimuleerd door in de schematisatie uit te gaan van de mortelschroefpaal rond 800. Het oppervlak van de palen is een factor 2 groter.

Event 1

Max amplitude basis 4,6

Max amplitude constructie maaiveld 2,5



Figuur 6.10 Constructierespons stijvere fundering op mv (rode lijn) en aardbevingsignaal aan basis (blauwe lijn) event 1 (grondprofiel 'stijf')

6.4 2D vergrotingsfactor en het effect van de versnelling

Om te beoordelen of de waarde van de in de berekening gebruikte versnelling en effect heeft op de overdrachtsfactor c.q. vergrotingsfactor zijn een aantal aanvullende berekeningen gemaakt.

Event	Pga (-30)	PGA (mv; free field)	PGA (mv; constructie)	Vergrotingsfactor constructieve tov free field
1	1,5	1,9	1,45	0,77
1	3,0	2,8	2,2	0,78
1	4,6	3,5	2,9	0,85
1	6,1	4,0	3,1	0,78

Tabel 6.6 Resultaten berekeningen met verschillende PGA niveaus

Uit de resultaten uit tabel 6.6 volgt dat een gering effect uitgaat van een verandering van de grootte van de versnelling in het in de constructieve berekeningen te gebruiken aardbeving signaal. Er is geen trend gesignaleerd. De maatgevende waarde wordt in dit rapport gebruikt. Wel valt op dat PGA waarde op het maaiveld in het vrije veld minder snel toeneemt dan de onderin aangebrachte PGA waarde. Dit valt te verklaren uit het niet lineair-elastische gedrag van de grond. Door de hogere PGA waarde aan de basis zal meer plasticiteit optreden in bepaalde grondlagen waardoor de ondergrond steeds slechter in staat is het signaal naar het maaiveld over te brengen.

6.5 3D vergrotingsfactor

In deze berekening is 1 situatie berekend, nl. de combinatie van grondprofiel 'stijf' met event 1 (aardbevingssignaal 1). Conform paragraaf 6.1 is op de onderzijde van de mesh een verschaald aardbevingssignaal opgelegd.

In tabel 6.1 zijn de berekeningsresultaten van de respons aan maaiveld weergegeven voor de situatie zonder constructie en met constructie.

Event	Pga (-30)	PGA (mv; free field)	PGA (mv; constructie)	Vergrotingsfactor constructieve tov free field
1	4,6	3.62	3.04	0,84

Tabel 6.7 Vergrotingsfactor aardbevingssignaal bovenkant funderingsconstructie voor vast grondprofiel 655

Uit tabel 6.7 blijkt dat de 3D-analyse leidt tot een vergelijkbare factor als bij de 2D berekeningen hebben. .

6.6 Samenvatting berekeningsresultaten

In de tabellen 6.8 en 6.9 zijn alle 2D-resultaten van de uitgevoerde berekeningen samengevat. In tabel 6.10 is het 3D-resultaat weergegeven.

Event	Pga (-30)	Pga (mv;free field)	Vergrotingsfactor free field	PGA (mv; constructie)	Vergrotingsfactor constructieve tov free field
1	4,6	3,5	0,76	2,9	0,85
6	3,1	3,6	1,16	2,9	0,81
8	2,5	4,1	1,64	2,9	0,71

Tabel 6.8 Vergrotingsfactor aardbevingssignaal bovenkant funderingsconstructie voor grondprofiel 'stijf'

Event	Pga (-30)	Pga (mv)	vergrotingsfactor	PGA (mv; constructie)	Reductiefactor
1	4,6	3,5	0,76	2,2	0,65
6	3,1	4,0	1,29	2,0	0,50
8	2,5	3,4	1,36	2,1	0,62

Tabel 6.9 Vergrotingsfactor aardbevingssignaal bovenkant funderingsconstructie voor grondprofiel 'slap'

Event	Pga (-30)	PGA (mv; free field)	PGA (mv; constructie)	Vergrotingsfactor constructieve tov free field
1	4,6	3.6	3.0	0,84

Tabel 6.10 Vergrotingsfactor aardbevingssignaal bovenkant funderingsconstructie voor vast grondprofiel 655

Uit voorgaande tabellen blijkt dat het 3D resultaat overeenkomt met het ongunstigste 2D resultaat. Geadviseerd wordt deze waarde 0,85 te hanteren.

In de onderstaande tabel 6.11 zijn de resultaten van de berekeningen met een variatie in stijfheid van de fundering weergegeven.

Event	I (traagheid- moment) [m ⁴]	Pga (mv- 30)	Pga (mv;free field)	Vergroting -factor free field	PGA (mv; con- structie)	Vergrotings- factor constructive tov free field	Perc.
1 prefab vk 400	0,00213	4,6	3,5	0,76	2,8	0,80	95%
1 prefab vk 500 (standaard)	0,00521	4,6	3,5	0,76	2,9	0,85	100 %
1 mortelschroef rond 800	0,02011	4,6	3,5	0,76	2,5	0,75	88%

Tabel 6.11 Invloed stijfheid fundering op vergrotingsfactor aardbevingssignaal

Uit tabel 6.11 blijkt dat een verandering van paaltype waarbij de stijfheid groter of lager wordt in dit geval een geringe invloed heeft op het berekeningsresultaat.

7 Conclusies

7.1 Algemeen

In deze rapportage is vastgesteld welke aardbevingsbelasting op een WinTrack mast in rekening dient te worden gebracht. Hierbij is rekening gehouden met het aantal masten in een representatief deel van de verbinding.

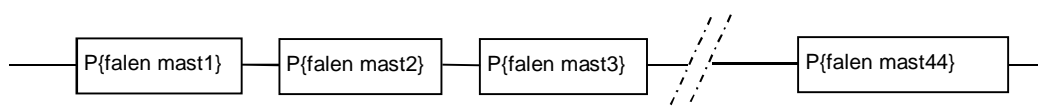
Daarnaast zijn specifieke effecten van de aardbeving vastgesteld, door na te gaan in hoeverre verweking kan optreden en hoe verweking kan worden meegenomen bij het ontwerp van de fundering van de masten. Tevens is vastgesteld in welke mate het aardbevingsignaal wordt gedempt bij overdracht van de grond naar de fundering. Met andere woorden; er is een analyse gedaan hoe de in de grond aanwezige constructie het aardbevingsignaal dat resteert aan de onderzijde mast reduceert t.o.v. het aardbevingsignaal aan het vrije maaiveld. Deze reductiefactor c.q. vergrotingsfactor is vastgesteld met behulp van 2D eindige elementen berekeningen voor een vast en een minder vast grondprofiel en voor 3 representatief geachte aardbevingsignalen. De uitkomst van deze van 2D eindige elementen berekeningen is geverifieerd aan de hand van een 3D eindige elementen berekening.

7.2 PGA rekenwaarde

Het tracé is onderverdeeld in kleinere eenheden of verbindingen. Door TenneT is aangegeven dat het uitgangspunt een faalfrequentie van eens in de 500 jaar per verbinding is (conform de ontwerpisen in NEN-EN 50341).

Voor de bepaling van de herhalingstijd voor een enkele mast is gebruik gemaakt van de resultaten van een analyse waarbij de bijdrage van het aantal masten is meegenomen.

Er kan worden gesteld dat de verbinding zal falen als één of meer masten bezwijken. Er is dus sprake van een serieel systeem.



De kans op falen van de verbinding wordt bepaald door het product van de kansen dat masten falen ofwel in formule vorm (met n=aantal masten, n = 44):

$$P\{\text{falen verbinding}\} = 1 - \prod_{(i=1..44)} (1 - P\{\text{faal } i\}) \text{ of } 1 - \prod_{(i=1..44)} (P\{\text{niet falen mast } i\})$$

De faalkans per mast wordt dan bepaald door rekening te houden met het feit dat de sterkte van de aardbeving alleen bij één mast maximaal is en bij naastgelegen masten kleiner is. Op basis van de PGA kaart van KNMI (NPR 9998) [5] kan worden afgeleid dat opvolgende masten nabij Loppersum een faalkans hebben die steeds 1,7% kleiner is, deze afname neemt iets verderop in het tracé sneller af aangezien de contourlijnen daar dichter op elkaar liggen.

Op basis van deze benadering is vastgesteld dat de toelaatbare faalfrequentie voor een mast gelijk is aan 1/1000 bij een faalfrequentie van eens in de 500 jaar voor de verbinding. Hieruit blijkt dat voor een enkele mast in een verbinding een waarde voor de herhalingstijd van de in rekening te brengen aardbevingsbelasting wordt gevonden van 1000 jaar. Dit komt overeen

met een importance factor van 1,23 op de 'standaard' PGA waarde zoals door KNMI beschreven.

De maximale en daarmee maatgevende PGA wordt $5,2 \text{ m/s}^2$.

7.3 Verweking

Als gevolg van de door de aardbeving veroorzaakte trillingen kan zand verweken. Dat houdt in dat deze verweekte lagen tijdelijk hun sterkte (gedeeltelijk) verliezen. Zandlagen met een conusweerstand hoger dan circa 20 MPa zullen niet meer verweken. Ook kleiige lagen en zandlagen vermengd met klei of kleilaagjes zullen niet verweken.

De verweking uit zich in een (tijdelijk) lagere sterkte. Dit is in de eindige elementen berekeningen meegenomen. De methodiek om de verweking te bepalen is gegeven in bijlage H.

Tevens kan het zand na de verweking verdichten waardoor de korrels daarna dichter op elkaar zitten. Dit zal uiteindelijk leiden tot een zakking van het maaiveld. Voor 4 typische grondprofielen is deze maximale maaiveldzakking tot de maximale PGA van $5,2$ berekend. Dit is weergegeven in tabel 7.1.

Sondering	$U_{mv; pga=0.1}$ (m)	$U_{mv; pga=0.2}$ (m)	$U_{mv; pga=0.3}$ (m)	$U_{mv; pga=0.42}$ (m)	$U_{mv; pga=0.53}$ (m)
'DKM655-1_000'	0,00	0,06	0,20	0,40	0,48
'DKM670-1_000'	0,02	0,35	0,53	0,61	0,66
'DKM718-2_000'	0,00	0,11	0,31	0,38	0,40
'DKMP751-1_000'	0,01	0,12	0,24	0,31	0,33

Tabel 7.1 Berekende maaiveldzakking als gevolg van verdichting door aardbevingstrillingen voor 5 PGA waarden uitgedrukt in (g) en 4 grondopbouwen

Verweking is van korte duur; in die periode is er een verlaagde sterkte in zowel verticale als horizontale richting. Het is te verdedigen dat in die periode (in par. 4.6.2 aangegeven als maximaal een aantal uren) er geen harde wind dus externe horizontale kracht aanwezig is die afdracht naar ondergrond noodzakelijk maakt. Er zijn nog geen regels vastgesteld hoe om te gaan met dit effect. Masten die permanent horizontaal belast worden (zoals hoekmasten) of voor de verticale draagkracht van palen moet bij het ontwerp van de fundering wel degelijk rekening gehouden worden met een tijdelijk verwekingseffect in de zandlagen.

Dit kan door de fundering meer horizontale opnamekracht mee te geven in het ontwerp en palen diep genoeg in de niet verweekbare grond te zetten. Andere maatregelen kunnen zijn het accepteren van een verplaatsing en mogelijk enige schade.

7.4 Invloed constructie op aardbevingssignaal

Met behulp van eindige elementen analyses is bepaald welk effect een funderingsconstructie heeft op de doorgifte van het aardbevingssignaal vanuit de diepte naar het maaiveld (of in dit geval onderkant mast).

In tabel 7.2 is het effect weergegeven voor een stijve ondergrond met een circa 7 m kleiige laag daarbovenop. In tabel 7.3 voor een minder vaste ondergrond met zand met lagere conusweerstand en daarop een kleiige laag van ca. 10 m dikte.

Event	Pga (-30)	Pga (mv;free field)	Vergrotingsfactor free field	PGA (mv; constructie)	Vergrotingsfactor constructive tov free field
1	4,6	3,5	0,76	2,9	0,85
6	3,1	3,6	1,16	2,9	0,81
8	2,5	4,1	1,64	2,9	0,71

Tabel 7.2 Vergrotingsfactor aardbevingssignaal bovenkant funderingsconstructie voor grondprofiel 'stijf'

Event	Pga (-30)	Pga (mv)	vergrotingsfactor	PGA (mv; constructie)	Reductiefactor
1	4,6	3,5	0,76	2,2	0,65
6	3,1	4,0	1,29	2,0	0,50
8	2,5	3,4	1,36	2,1	0,62

Tabel 7.3 Vergrotingsfactor aardbevingssignaal bovenkant funderingsconstructie voor grondprofiel 'slap'

Voor de maatgevende situatie uit de 2D analyses is een 3D analyse uitgevoerd. Het resultaat is vermeld in tabel 7.4.

Event	Pga (-30)	PGA (mv; free field)	PGA (mv; constructie)	Vergrotingsfactor constructive tov free field
1	4,6	3,62	3,04	0,84

Tabel 7.4 Vergrotingsfactor aardbevingssignaal bovenkant funderingsconstructie voor vast grondprofiel 655

Tevens is voor de vaste ondergrond bekeken wat het effect is van een veranderende stijfheid van de fundering op de resultaten. Dit effect is voor de huidige uitgevoerde berekeningen niet groot gebleken.

Uit de hiervoor beschreven resultaten kunnen de volgende conclusies getrokken worden:

1. De bepaalde reactie nabij het maaiveld is per aardbevingssignaal anders. Daarom moeten volgens de bepaling in de NPR 9998 minimaal 3 aardbevingssignalen worden beschouwd.
2. Een aanwezige fundering reduceert het aardbevingssignaal t.o.v het signaal dat gemeten zou worden in het vrije maaiveld. In de uitgevoerde berekeningen is het effect minstens 85% van het oorspronkelijk maaiveld signaal.
3. De stijfheid van de paalfundering (andere typen en afmetingen palen) heeft bij de onderzochte combinaties weinig effect op het reducerende effect van de constructie.

Op basis van het voorgaande wordt t.o.v. het in de constructieve berekeningen toe te passen aardbeving signaal het volgende geadviseerd:

- De aardbevingsbelasting dient te worden vastgesteld voor een herhalingstijd van 1000 jaar.
- Voor het ontwerp van een constructie kan er een reductie worden toegepast op het direct op de constructie te zetten aardbevingsbelasting aan het maaiveld. De mate van reductie varieert en kan per lokaal aanwezige situatie vastgesteld

worden (ondergrond, mastfunderingstype).

- Vanwege de geconstateerde variabiliteit in afgeleide reductiefactoren is de toepassing van een conservatieve waarde in dit geval noodzakelijk. Een reductie waarde van 0,85 is de bovengrens.
- Op basis van de huidige berekeningsresultaten kan worden niet vastgesteld of het gunstiger is om de 2 parallelle funderingen van de in paren geplaatste palen als 1 fundering uit te voren. In het algemeen kan wel worden gesteld dat een zwaardere fundering een gunstig effect zal hebben op het reducerende vermogen op het aardbevings signaal vanwege de grotere massa. Echter vanwege het niet in alle richtingen symmetrische afmeting van de fundering zal het gunstige effect niet in alle richtingen aanwezig zijn.
- Het verplaatsen van de fundering (onderplaat) tot boven maaiveld in plaats van onder maaiveld lijkt op basis van de berekeningsresultaten minder gunstig te zijn omdat daarmee de hoeveelheid massa (en stijfheid) onder maaiveld wordt verlaagd. Echter dit is niet specifiek onderzocht in de uitgevoerde berekeningen. Het toepassen van een diepere ligging van de funderingsplaat of een dikkere plaat zal naar verwachting een enigszins positief effect hebben, echter het effect zal waarschijnlijk relatief gering zijn.

7.5 Aanbevelingen bij de aanbesteding

Rekening houdend met de hiervoor genoemde conclusies wordt t.b.v. de aanbesteding het volgende aan bevolen mee te nemen in de bepalingen voor het constructief beoordelen van de mastconstructie, funderingsplaat en fundering.

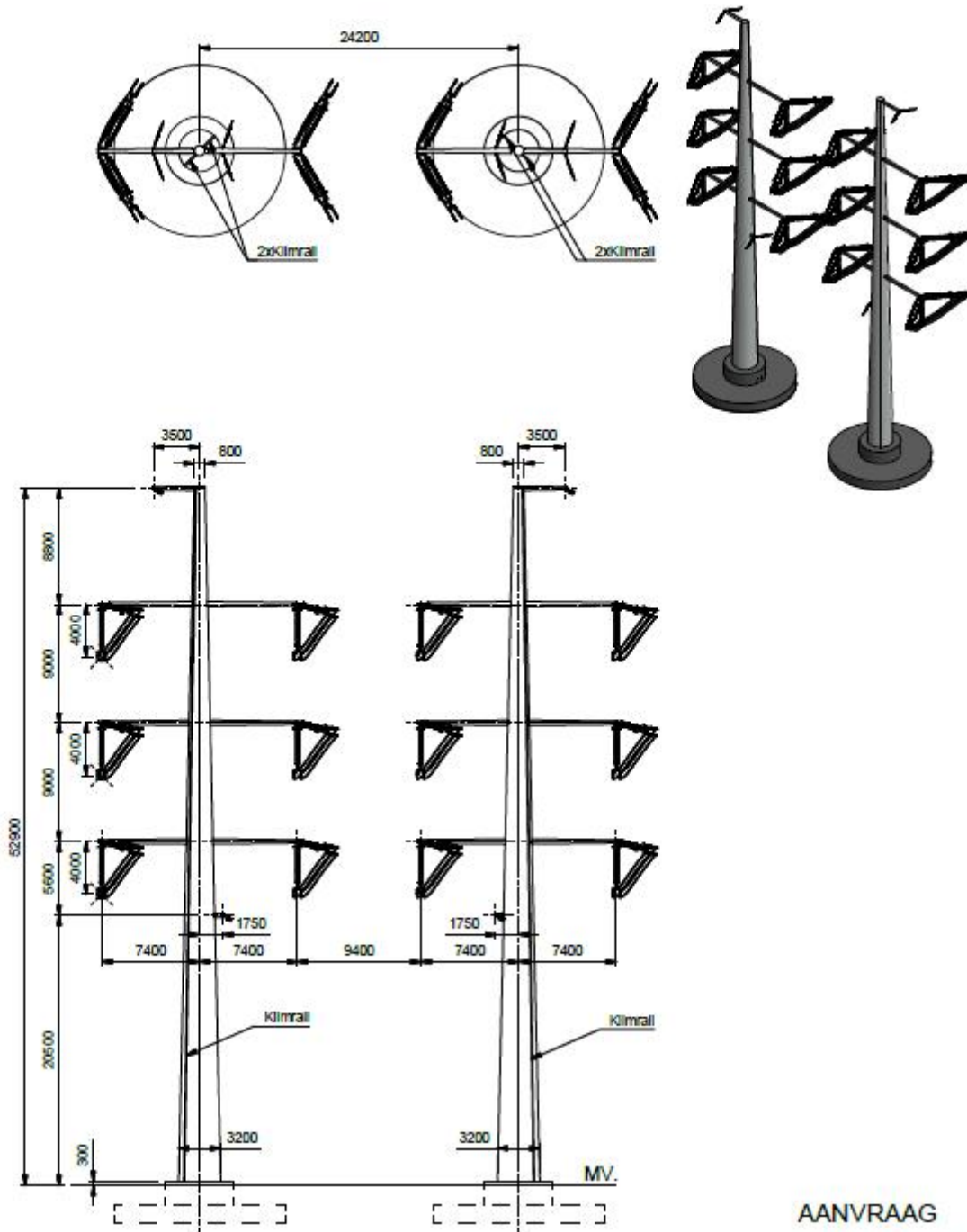
- De maximale PGA voor de berekeningen met de masten wordt bepaald door een factor 1,23 toe te passen op de door KNMI afgegeven waarden zoals gegeven in de NPR [5]. Dit komt overeen met een herhalingstijd van 1000 jaar.
- De aardbevingsbelasting die wordt overgedragen op de constructie is kleiner dan de aardbevingsbelasting aan het maaiveld, wat inhoudt dat voor de constructieve berekening rekening mag worden gehouden met een factor 0,85 op de aardbevingsbelasting indien dit signaal direct op de constructie wordt gezet. Er zijn aanwijzingen dat voor minder vaste ondergrond (slap) de factor nog lager is. Omdat de resultaten zeer afhankelijk zijn van de omstandigheden wordt geadviseerd alleen lagere waarden toe te staan indien deze voor een specifieke situatie worden aangetoond.
- Naast de normale statische berekeningen dienen als gevolg van een aardbevingsbelasting de volgende extra belastinggevallen te worden getoetst:
 - o Tijdens de aardbeving is de aardbevingsbelasting aanwezig (aangebracht door een aardbevingssignaal) in combinatie met een verweking in die grondlagen die onder deze belasting kunnen verweken, waarvan de mate van verweking 50% is van berekende waarde. Dit effect wordt in rekening gebracht door een fictieve inwendige wrijvingshoek ϕ voor zand te bepalen en die in de berekening toe te passen (verwezen wordt naar bijlage H).
 - o Na de aardbeving is er geen aardbevingsbelasting meer aanwezig maar is de wateroverspanning nog 100% aanwezig. In deze korte duur situatie dienen statische belastingen (verticaal en horizontaal) nog steeds opgenomen te

kunnen worden door constructie en fundering conform de eisen van de eurocode 7 (NEN9997). Dit geldt mogelijk niet voor de combinatie met de maatgevende windbelasting. Eventueel kan een karakteristieke windbelasting worden bepaald waarmee in deze korte tijdsperiode (maximaal enkele uren) rekening moet worden gehouden.

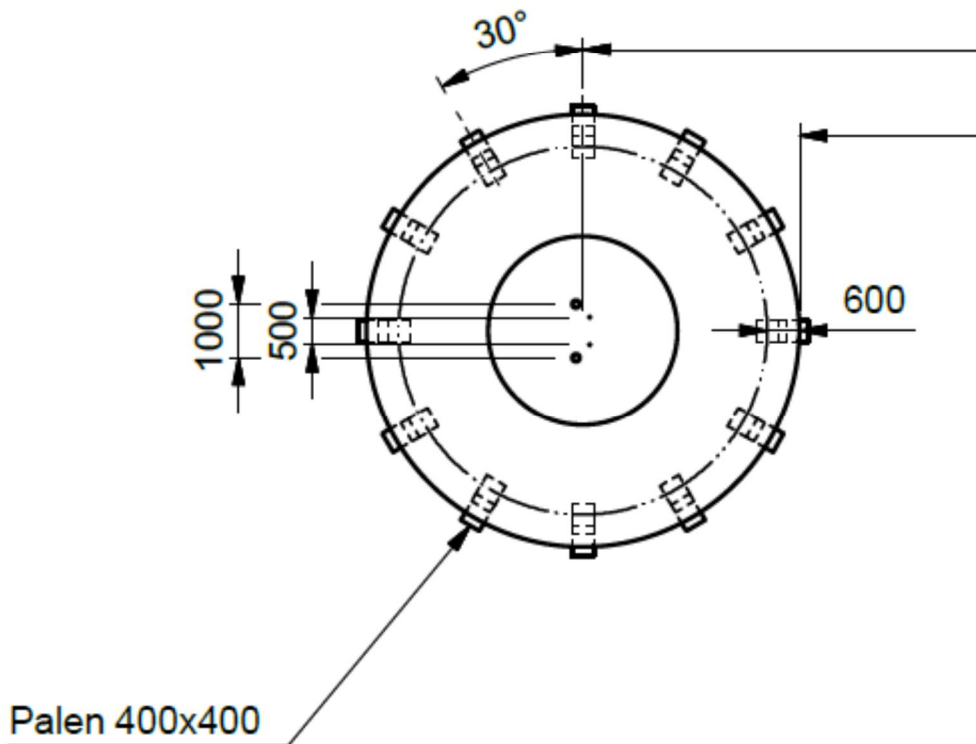
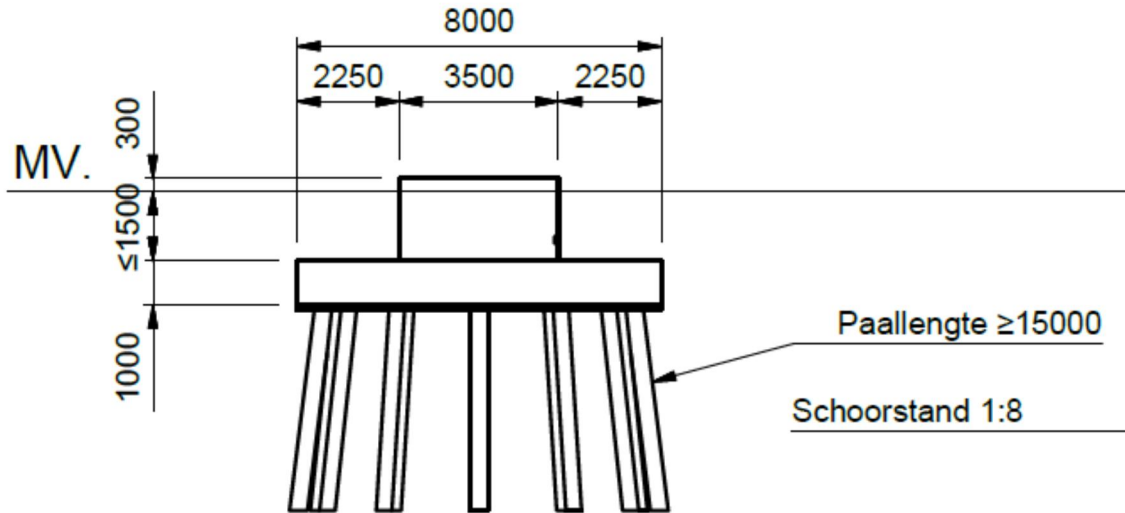
- Door verweking zal een verdichting optreden die zal leiden tot een zakking die uiteindelijk tot maaiveld zal doorzetten. Er dient rekening te worden gehouden met het effect van deze zakking. Bij funderingen op staal kan deze zakking direct worden verdisconteerd. Bij funderingen op palen is mogelijk een interactie berekening noodzakelijk om vast te stellen of een paal belast wordt door deze zakking (negatieve kleeft, belasting door zakkende grond bij flauwe schoorstanden of ankers) of dat een paal weerstand kan ontleen aan deze laag (positieve kleeft). De paalpunt dient bij voorkeur in een niet verweerbare laag te staan. De optredende scheefzakking kan worden bepaald door een zakking te berekenen bij de meest en minst maatgevende sondering bij een mast (er wordt vanuit gegaan dat overal minstens 4 sonderingen beschikbaar zijn). Bij geschroefde of grondverwijderende paalsystemen en bij funderingen op staal dient een veiligheidsmarge van 2 op de bepaalde waarde te worden vastgesteld voornamelijk vanwege de onzekerheden in het model dat de zakking bepaald (zie bijlage H). Bij grondverdringende paalsystemen wordt verwacht dat de grond als gevolg van de grondverdringing is verbeterd en de veiligheidsmarge achterwege kan blijven. Wordt voorgaande analyse uitgevoerd op basis van achteraf uitgevoerde sonderingen dan is een veiligheidsmarge van 3 noodzakelijk op het berekende zakkingsverschil.
- Indien bij het ontwerp gebruik gemaakt wordt van aardbeving signalen voor een dynamische berekening dienen minimaal 3 aardbevingssignalen te worden beoordeeld; elk signaal heeft zijn eigen karakteristieken en het is niet vooraf te voorspellen welk signaal maatgevend zal zijn. Het vrije veld aardbevingssignaal dient derhalve zodanig opgeschaald te worden dat de maximale acceleratie overeenkomt met de vastgestelde maximale PGA. In paragraaf 5.2 is aangegeven hoe de signalen kunnen worden verschaald (amplitude, frequentie). Indien het signaal direct op de constructie aangrijpt en er geen grondoverdracht wordt gemodelleerd is een reductie factor op de amplitude van 0,85 van toepassing. Deltares kan de signalen zoals hier als maatgevend geselecteerd ter beschikking stellen.

A Standaard mast

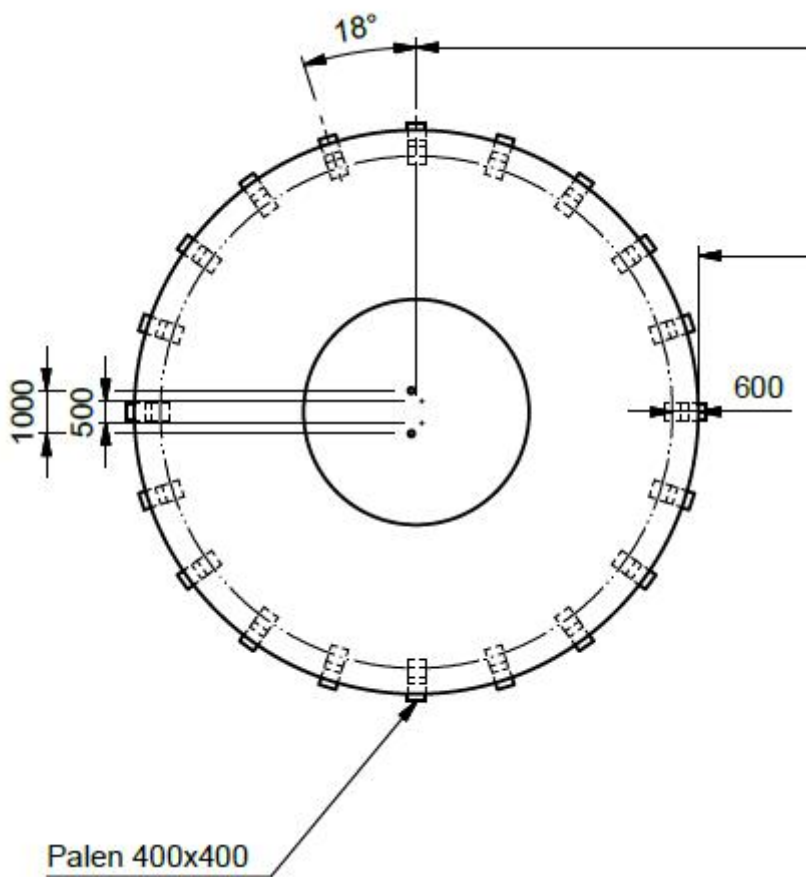
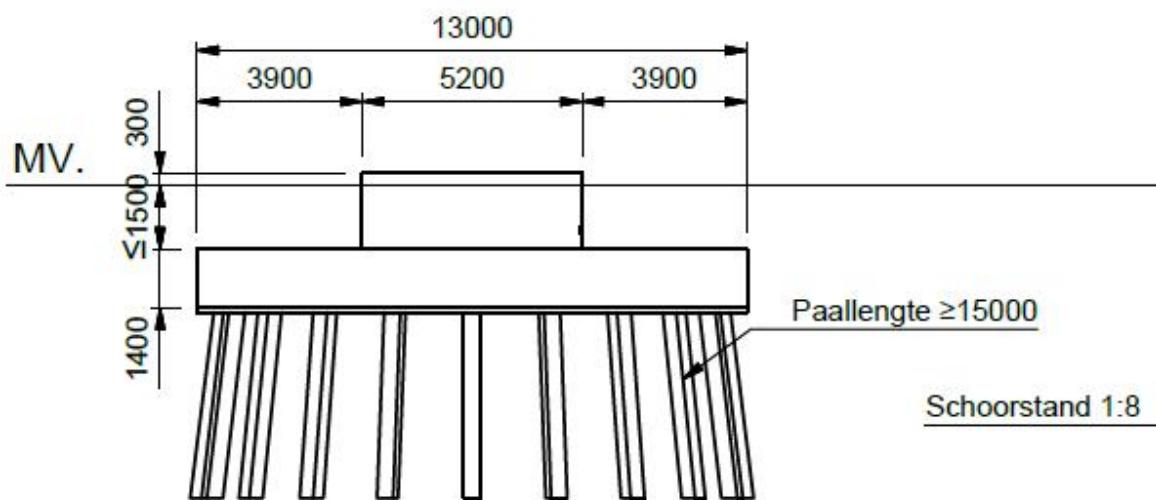
B Hoekmast



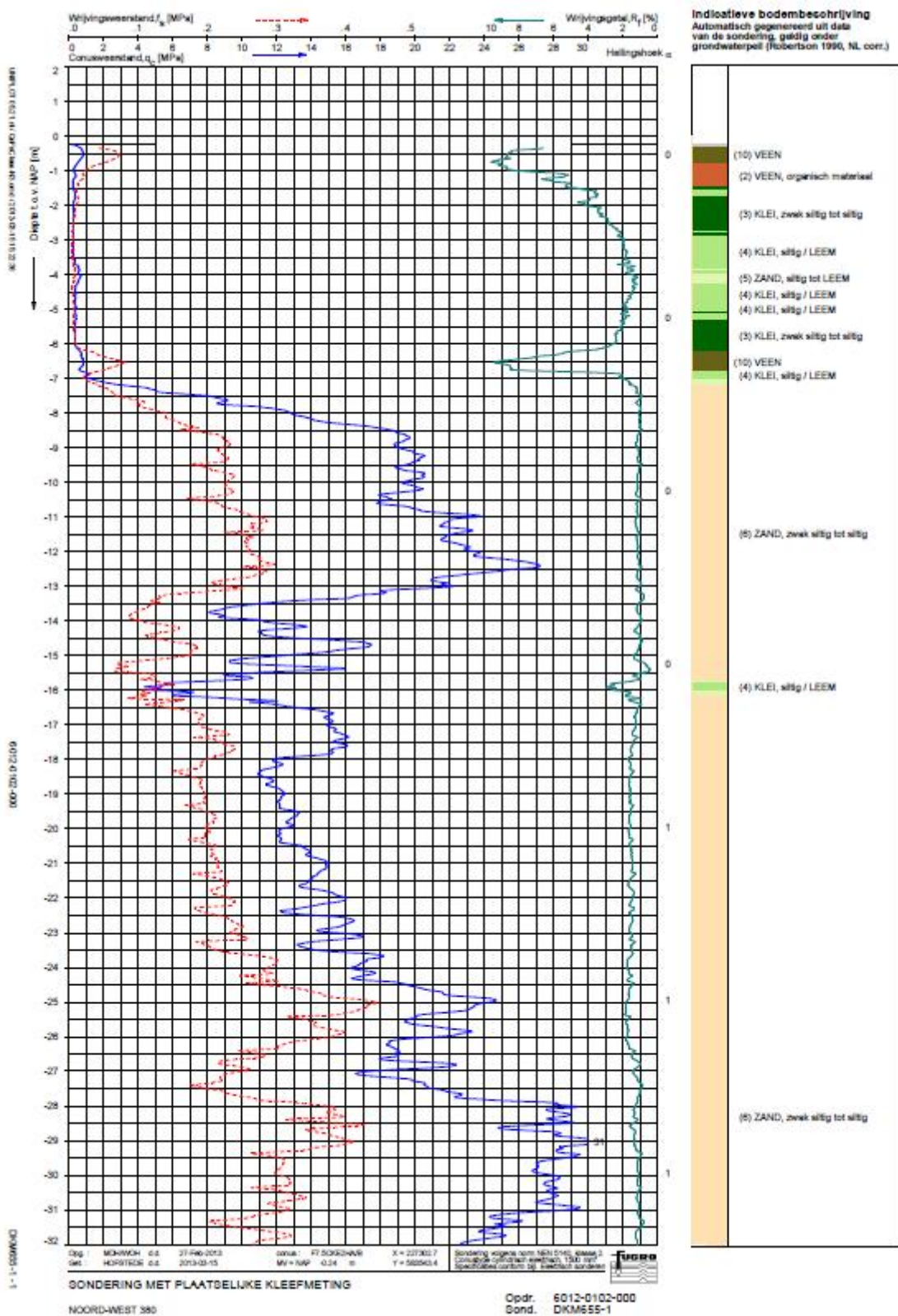
C Fundering standaard mast



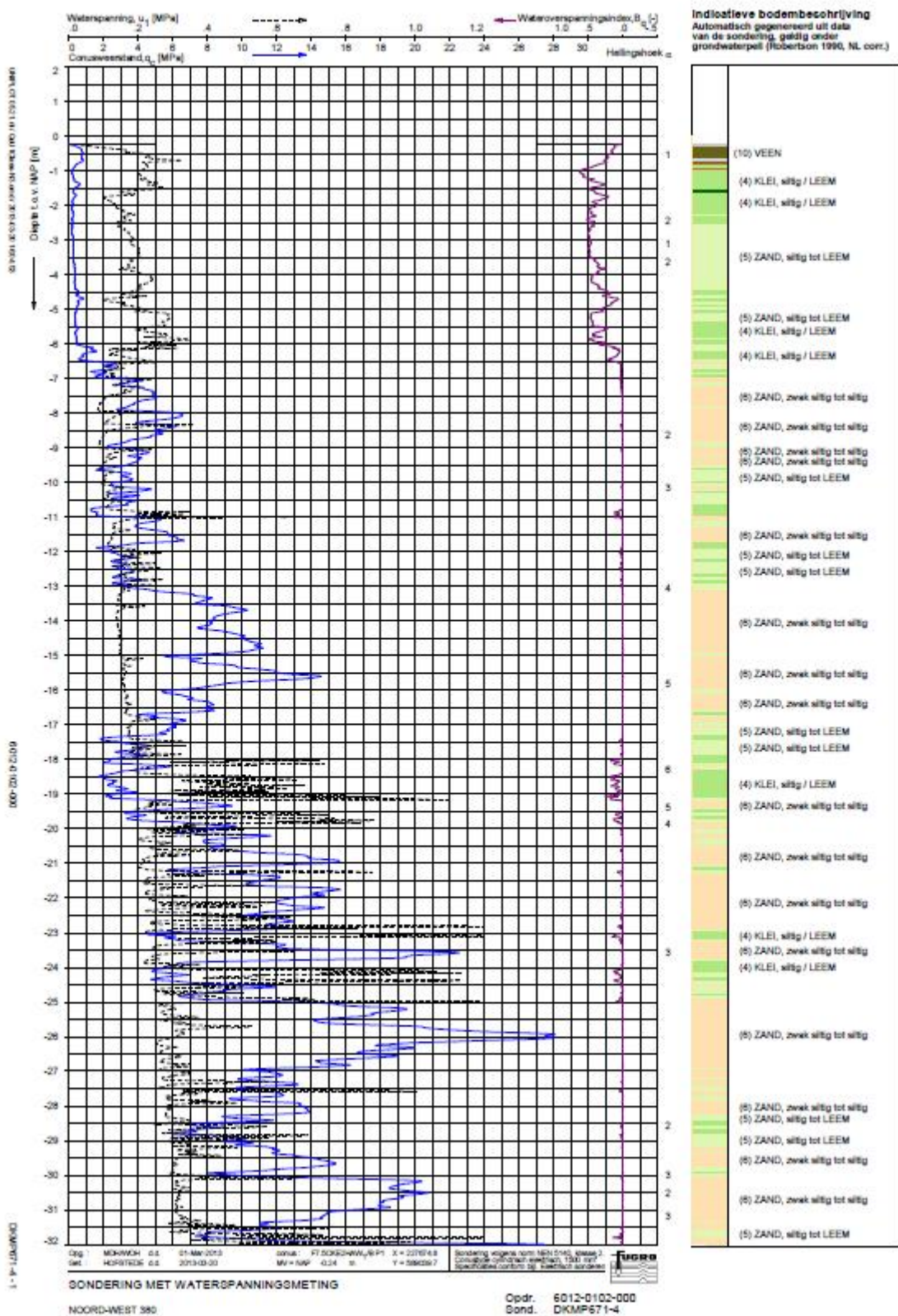
D Fundering hoekmast



E Sondering 655 'stijf'



F Sondering 670 'slap'



G Bepaling herhalingstijd belasting

G.1 Inleiding

TenneT heeft aan Deltares opdracht gegeven (inkooporder T235711 16 oktober 2014, Deltares 1210484-000-GEO-0003-jvm d.d. 4 november 2014) voor onderzoek naar de effecten van aardbevingen op de fundering van masten voor een hoogspanningsverbinding in Noord Nederland.

Dit rapport betreft de vaststelling van de maatgevende aardbevingsbelasting.

De grootte van de aardbevingsbelasting is afhankelijk van de van toepassing zijnde herhalingstijd van een aardbeving met een bepaalde intensiteit. De zwaardere aardbevingen hebben een hogere herhalingstijd. Het verband tussen de intensiteit van de aardbeving en de herhalingstijd is door het KNMI onderzocht door middel van een Probabilistische seismic hazard analysis. Het resultaat van deze studie is een kaart van Groningen waarop op elke locatie is af te lezen van de aardbevingsbelasting is voor een bepaalde herhalingstijd.

Door TenneT is aangegeven wat de toelaatbare faalfrequentie is voor de aan te leggen hoogspanningsverbinding in Noord Nederland. De toelaatbare faalfrequentie bedraagt eens in de 500 jaar voor de gehele verbinding. In de beschikbaar gestelde afleiding van deze faalfrequentie is gebruik gemaakt van een gemiddelde lengte van de verbinding van 13,4 km wat overeenkomt met 44 masten. De vraag is welke herhalingstijd voor de toetsing van een enkele mast gebruikt moet worden, om voor de hoogspanningsverbinding als geheel het gewenste veiligheidsniveau van een faalfrequentie van eens in de 500 jaar te halen.

In dit rapport stelt Deltares de herhalingstijd per mast vast op een manier die voldoet aan de aan de door TenneT gegeven toelaatbare faalkans voor de gehele verbinding. Hiermee kan dan de importance factor worden afgeleid om zo in combinatie met de standaard pga waarde, zoals afgegeven door KNMI, een 'rekenwaarde' van de aardbevingsbelasting (piekgrondversnelling aan maaiveld) af te kunnen leiden t.b.v. de toetsing van een mast onder aardbevingsbelasting.

G.2 Projectomschrijving

G.2.1 Beschikbare gegevens

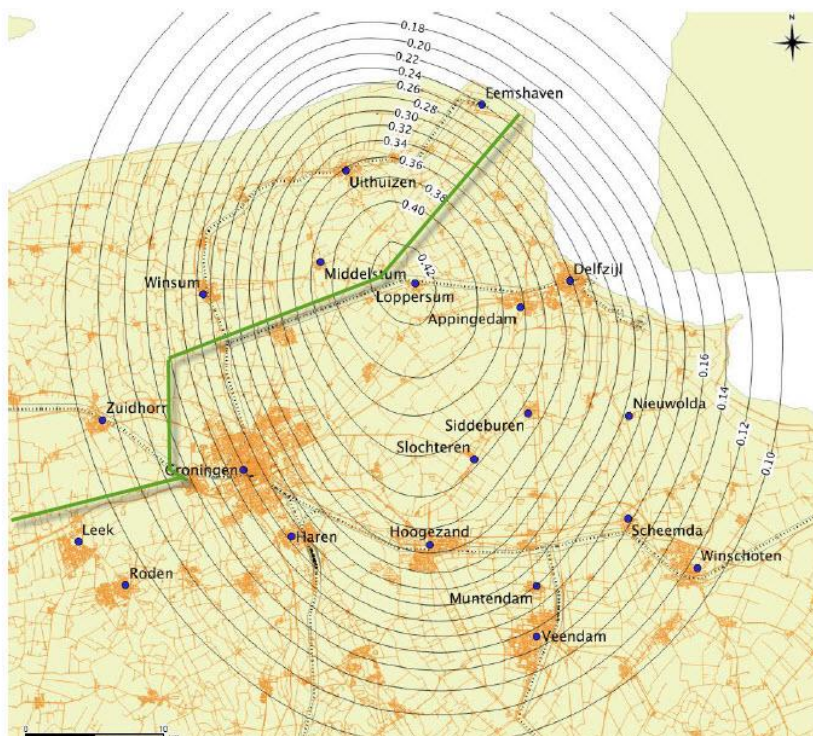
Het tracé van de 380kV verbinding is weergegeven in Figuur G.1.



Figuur G.1 Tracé 380 kV verbinding

Het oostelijke deel (globaal Eemshaven –Groningen Vierverlaten) is gelegen in het aardbevingsgebied.

Het 380 kV tracé van figuur G.1 is globaal ingetekend in de topografische kaart, zie figuur G.2, waarin ook zijn aangegeven de PGA-waarden zoals genoemd in het Interim Advies (NEN, 2014) voor terugkeerperiodes van 475 jaar. De PGA (peak ground acceleration) is de ontwerpbelasting (grondversnelling aan maaiveld) veroorzaakt door de aardbeving en is in deze figuur aangegeven als een waarde t.o.v. de zwaartekrachtversnelling g ($g=10 \text{ m/s}^2$). De cirkel met de maximale waarde 0,42 om Loppersum komt derhalve overeen met een PGA van $4,2 \text{ m/s}^2$.



Figuur G.2 Tracé 380 kV door het aardbevingsgebied met PGA waarden voor terugkeerperiode 475 jaar

Uit figuur G.2 blijkt dat het tracé Noord Groningen doorkruist. Vanaf Eemshaven gaat het tracé naar Loppersum, het centrum van de PGA contourlijnen, om vervolgens via station Groningen Vierverlaten in westelijke richting het gebied te verlaten. Overigens zijn op dit moment de plannen voor het tracé vanaf Vierverlaten richting Ens (in westelijke richting) gewijzigd.

Er wordt uitgegaan van een gemiddelde verbinding lengte van 13,4 km en een gemiddelde veldlengte, de mastafstand, van 300 meter (een hoogspanningsverbinding gesteund met 44 masten). Voor een verbinding wordt een conservatieve faalfrequentie van 1/500 per verbinding per jaar (conform de ontwerp-eisen in NEN-EN 50341) toegepast. Voor het falen van de verbinding maakt het niet uit of een mast geheel of gedeeltelijk omvalt.

G.2.2 Methode

In hoofdstuk G.3 zal op basis van statistische afwegingen en de veiligheidsfilosofie een PGA waarde voor een enkele mast afgeleid worden. Om praktische redenen wordt geen volledig probabilistische berekening van de verbinding gemaakt, maar is gekozen voor een pragmatische aanpak. Er wordt van uitgegaan dat de mast-constructie qua veiligheidsfilosofie kan worden gezien als een enkele constructie.

In hoofdstuk 3 wordt gestart met het beschrijven van de veiligheidsfilosofie. Daarna wordt de benadering beschreven om te komen tot een faalkans/herhalingstijd per mast waarbij rekening wordt gehouden met de aanwezigheid van X aantal masten in de te beschouwen verbinding die tezamen bijdragen aan de totale faalfrequentie van de verbinding.

G.3 Analyse statistiek voor falen hoogspanningsverbinding

G.3.1 Inleiding

Het project betreft de beoordeling van een hoogspanningsverbinding onder aardbevingsbelasting. De hoogspanningskabels in deze verbinding worden gesteund door masten van het type WinTrack. De verbinding mag eens in de 500 jaar uitvallen.

Voor het constructief toetsen van de masten is door een aardbevingsbelasting gehanteerd. De materiaal spanningen in de masten veroorzaakt door de aardbevingsbelasting zijn getoetst aan door de norm aangegeven bezwijkwaarden voor druk- en trekspanningen. Uit (Royal Haskoning DHV, 2014) is niet volledig duidelijk hoe gebruik is gemaakt van partiële factoren.

De door TenneT gehanteerde faalfrequentie is vrijwel gelijk aan de door KNMI aangegeven en in de NPR 1998 overeengekomen standaard herhalingstijd. Deze waarde staat niet ter discussie. Een herhalingstijd of terugkeerperiode van gemiddeld eens in de 475 jaar betekent dat er een maximale overschrijdingskans van 10% in 50 jaar (levensduur) is dat deze belasting wordt bereikt. Dit is de basis van de vermelde PGA's in NPR9998 (NEN, 2015), zie figuur G.2. Terugrekenen naar de overschrijdingskans per jaar geeft 0,002105 ofwel een herhalingstijd van $1/0,002105=475$ jaar (deze waarde wordt soms in publicaties afgerond naar 500 jaar).

G.3.2 Veiligheid

Constructies worden zodanig ontworpen dat de kans dat de (onzekere) belasting S groter is dan de (onzekere) sterkte R, kleiner is dan een bepaalde faalkanseis.

Dit wordt bij (semi) probabilistisch ontwerpen zodanig vertaald dat de rekenwaarde van de belasting (S_d) kleiner is dan de rekenwaarde van de sterkte (R_d). Een rekenwaarde van de belasting kan naast een karakteristieke waarde gecombineerd met een partiële belastingfactor ook bepaald zijn door een waarde die overeenkomt met een toetsnorm bepaald door een gekozen overschrijdingskans.

Het veiligheidsniveau van een constructie kan theoretisch worden vastgelegd in de kans op het bezwijken gedurende een relevante tijdsperiode. In plaats van te werken met de kans op bezwijken (P), wordt bij technische voorschriften zoals de NEN (eurocodes) gebruik gemaakt van de betrouwbaarheidsindex β . Deze betrouwbaarheidsindex staat in directe relatie tot de kans op bezwijken van de constructie door middel van de functie:

$$P\{\text{falen}\} = \Phi(-\beta)$$

waarbij:

Φ de standaard normale verdeling

$P\{\text{falen}\}$ de kans op falen

Een aantal waarden van deze relatie zijn aangegeven in tabel G.1.

Betrouwbaarheidsindex β [-]	Kans op bezwijken $P\{\text{faal}\}$ [-]
0	0,5
1	0,16
2	0,023
3	0,0013
4	0,000032

Tabel G.1 Relatie betrouwbaarheidsindex β en kans op bezwijken $P\{\text{faal}\}$

In principe zijn er 2 overwegingen om een betrouwbaarheidseis aan een constructie op te leggen:

- Economische overweging
- Veiligheidsoverweging (onevenredig grote risico's voor mensen worden niet geaccepteerd).

De eerste overweging leidt tot een economische optimalisering van de totale bouwkosten en het product van schade en kans op falen. De tweede overweging tracht het risico voor verlies aan mensenlevens te beperken tot een niveau dat (significant) lager is dan andere risico's die mensen in het dagelijks leven ondervinden.

Voor een normaal bouwwerk zijn de voor Nederland van toepassing zijnde betrouwbaarheidsindices voor nieuwbouw opgenomen in de NL versies van NEN-EN 1990, hier weergegeven in tabel G.2. Het blijkt dat voor situaties waarbij de windbelasting dominant is, een lagere waarde beter aansluit bij de realiteit. Deze waarden zijn opgenomen in de laatste kolom. Voor bestaande bouw zullen de waardes iets lager liggen.

Gevolg-klasse	Gevolgen van bezwijken		Windbelasting niet maatgevend	Windbelasting maatgevend
	Kans op levensgevaar	Kans op economische schade		
CC1	uitgesloten/klein	klein	$\beta n = 3,3$	$\beta n = 2,3$
CC2	aanzienlijk	aanzienlijk	$\beta n = 3,8$	$\beta n = 2,8$
CC3	zeer groot	zeer groot	$\beta n = 4,3$	$\beta n = 3,3$

Tabel G.2 De betrouwbaarheidsindex voor nieuwbouw voor de ontwerplevensduur (CC =consequence class)

TenneT kiest voor zijn masten standaard voor klasse CC2(a). De waarden in de tabel zijn opgesteld uitgaande van een ontwerplevensduur van 50 jaar. Indien uitsluitend economische motieven in het spel zijn, is het rationeel deze waarden ook te hanteren bij een kortere periode.

In verband met menselijke veiligheid is echter een constante kans per jaar van toepassing, ongeacht de ontwerplevensduur van de constructie. De β wordt daarmee hoger bij kortere ontwerplevensduren. Deze waarden worden echter nooit kleiner dan de waarden aangegeven voor wind door het toepassen van een minimale referentieperiode van 15 jaar.

De algemene veiligheidsfilosofie en rekenmethoden voor aardbevingsbelastingen staan in NEN-EN 1998-1 (NEN, 2005). De veiligheidsfilosofie komt overeen met die van NEN-EN 1990.

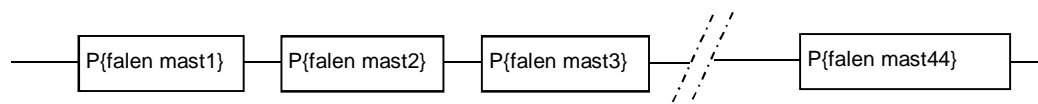
G.3.3 Bepaling Herhalingstijd

G.3.3.1 Algemeen

In de volgende paragrafen zal een benadering worden afgeleid die de aanwezigheid van de masten in het systeem (de verbinding) meeneemt bij de vaststelling van de herhalingstijd per mast. De afgeleide herhalingstijd voor de aardbevingsbelasting zal daarmee van toepassing zijn op een enkele mast, alle masten tezamen zullen dan uiteindelijk voldoen aan de faalfrequentie zoals TenneT hanteert.

G.3.3.2 Systeem (verbinding vs masten)

Er kan worden gesteld dat de verbinding zal falen als één of meer masten bezwijken. Er is dus sprake van een serie systeem.



In eerste instantie kan gesteld worden bij de veronderstelling dat alle masten in principe identiek zijn en dat alle masten min of meer gelijk belast worden. Dan is het een juiste veronderstelling dat de kans op falen voor alle masten gelijk is ofwel $P\{\text{falen mast } i\} = P\{\text{falen mast } 1\}$

Een ondergrens van de herhalingstijd zou worden verkregen door uit te gaan dat alle masten vrijwel identiek zijn en alle masten belast worden bij een aardbeving, ofwel dat de variatie en sterkte en belasting nihil is. Dan is het zo dat als één mast bezwijkt de overige masten ook bezwijken, ofwel dat de faalkans van het hele systeem gelijk is aan de faalkans van een enkele mast. De genoemde ondergrens is de werkelijke waarde bij volledige afhankelijkheid van de masten, d.w.z. falen van de ene mast impliceert falen van de andere masten.

De bovengrens van de herhalingstijd is van toepassing als de faalmechanismen elkaar uitsluiten en het falen van de ene mast het falen van de andere masten uitsluit.

Een snelle aanscherping van de bovengrens wordt verkregen door af te stappen van het hiervoor beschreven onderling uitsluiten van falen. De bovengrens van de kans op falen wordt dan bepaald door het product van de kansen dat mast i niet faalt ofwel in formule vorm (met n =aantal masten, $n = 44$):

$$P\{\text{falen verbinding}\} < 1 - \prod_{(i=1..44)} (1 - P\{\text{faal } i\}) \text{ of } 1 - \prod_{(i=1..44)} (P\{\text{niet falen mast } i\})$$

Ofwel bij gelijke kansen per mast:

$$P\{\text{falen verbinding}\} < 1 - (1 - P\{\text{faal mast } i\})^n \text{ of } 1 - (P\{\text{niet falen mast } i\})^n$$

De faalkans is verder aan te scherpen door rekening te houden met het feit dat de sterkte van de aardbeving alleen bij één mast maximaal is en bij naastgelegen masten kleiner is. Hiervoor is afgeleid dat opvolgende masten een faalkans hebben die steeds 1,7% kleiner is. Deze waarde is afgeleid uit de afname van de maximale PGA vanuit het centrum naar diverse knikpunten in het tracé van de hoogspanningsverbinding. Door de afstanden tussen de masten en de in NPR9998 aangegeven verspreiding van de maximale PGA's over Groningen kan vastgesteld worden dat er per mast een circa 1,7% afname van de PGA aanwezig is. Aangenomen wordt dat de faalkans ook ongeveer met deze waarde per mast afneemt. Overigens kan dezelfde benadering worden toegepast door te kijken naar losse aardbeving events. De omvang van een aardbeving is ca. 20 km, de afname t.o.v. het middelpunt is iets groter dan de nu aangehouden 1,7%. Deze benadering leidt tot ongeveer dezelfde resultaten als hier verder uitgewerkt.

G.3.4 Bepaling Herhalingstijd mast

G.3.4.1 Relatie faalkans verbinding en faalkans mast

In deze paragraaf wordt aangegeven hoe met de in de voorgaande paragraaf aangegeven ruimtelijke afname van de PGA (belasting) een relatie gelegd kan worden tussen de faalkans van een verbinding en de faalkans van een mast.

In de constructieve toetsing wordt gebruik gemaakt van een aardbevingsbelasting beschreven met een PGA met een bepaalde herhalingsperiode. Als de toetsing op sterkte net voldoet is er sprake van UC (Unity Check) =1 of FOS (Factor Of Safety = 1/UC)=1.

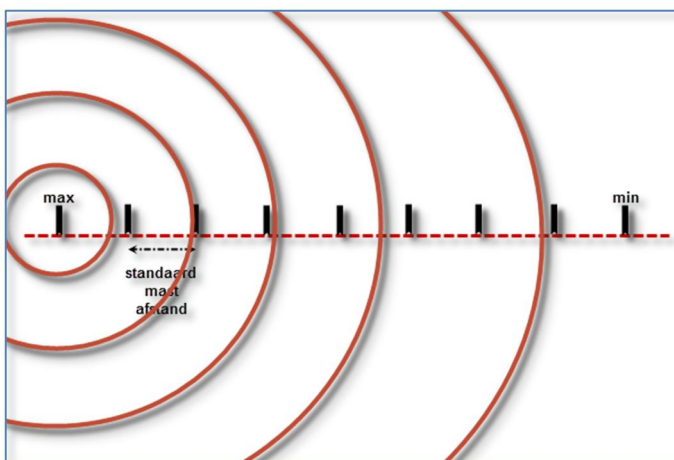
Om te bepalen welke bijdrage elke mast heeft aan de faalkans voor een verbinding wordt aangenomen dat het systeem een faalkans 0,5 heeft ofwel de constructie heeft evenveel kans om te falen als om niet te falen.

Dus stel nu dat voor het complete systeem moet gelden: $P\{\text{falen verbinding}\} = 0,5$

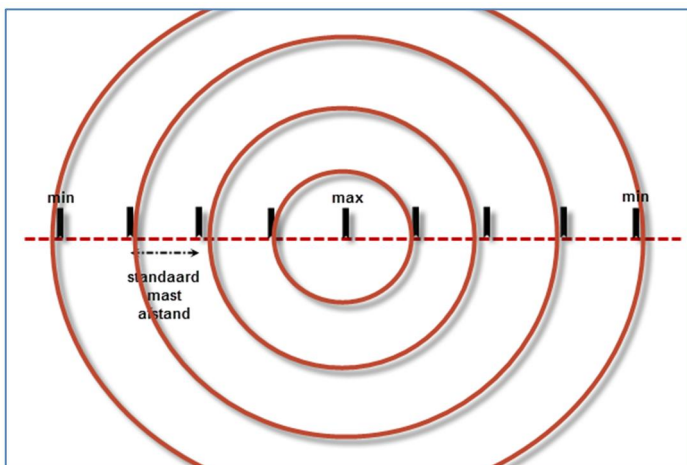
In bijlage A is een uitwerking gegeven van hoe elke mast een bijdrage levert aan de totale faalkans van een verbinding met in dit geval 44 masten.. Dit is in eerste instantie gedaan voor een constante belasting (spreiding 0%), alle masten ondervinden dezelfde belasting (kans op falen per mast is gelijk). In de uitwerking is gezocht naar de faalkans van 1 mast die in een serie van 44 masten leidt tot een totale kans op falen van een verbinding van 0,5. Dit leidt tot:

$$\text{spreiding } 0\% \ \& \ P\{\text{falen verbinding}\} = 0,5 \quad \rightarrow \ P\{\text{falen mast } i\} = 0,016.$$

Vervolgens is dit gedaan door rekening te houden met een afname van de belasting per mast van 1,7% (spreiding 1,7%). Deze afname kan zijn vanaf een maximum aan 1 zijde van de verbinding tot een minimum aan een andere zijde van een verbinding. Dit is weergegeven in figuur G.3. In dit geval zal aan het uiteinde van de verbinding de grootste afname zijn bereikt. Een andere aanname is een maximum exact in het midden en een afname in beide richtingen. Dit is weergegeven in G.4. In dit geval wordt de uiteindelijke afname minder groot dan is bereikt in het voorgaande geval met eenzijdige afname. Deze laatste benadering zal worden toegepast, omdat die tot een minder snelle afname van de faalkans zal leiden (conservatief).



Figuur G.3 Afname aardbevingsbelasting in 1 richting



Figuur G.4 Afname aardbevingsbelasting in 2 richtingen

Voor dit geval, rekening houdend met een 2-zijdige afname van 1,7% van de faalkans per mast is gezocht is naar de faalkans van 1 mast die in een serie van 44 masten leidt tot een totale kans op falen van een verbinding van 0,5. Dit leidt tot:

$$\text{spreiding } 1,7\% \ \& \ P\{\text{falen verbinding}\} = 0,5 \quad \rightarrow \ P\{\text{falen mast } i\} = 0,019$$

Door rekening te houden met de geometrische spreiding van de aardbevingsbelasting neemt de totale faalkans per mast dus toe van 0,016 naar 0,019.

Uit voorgaande blijkt dat de minimale faalkans van een enkele mast ongeveer een factor $0,5/0,019 = 25$ lager ligt dan de faalkans van een verbinding,

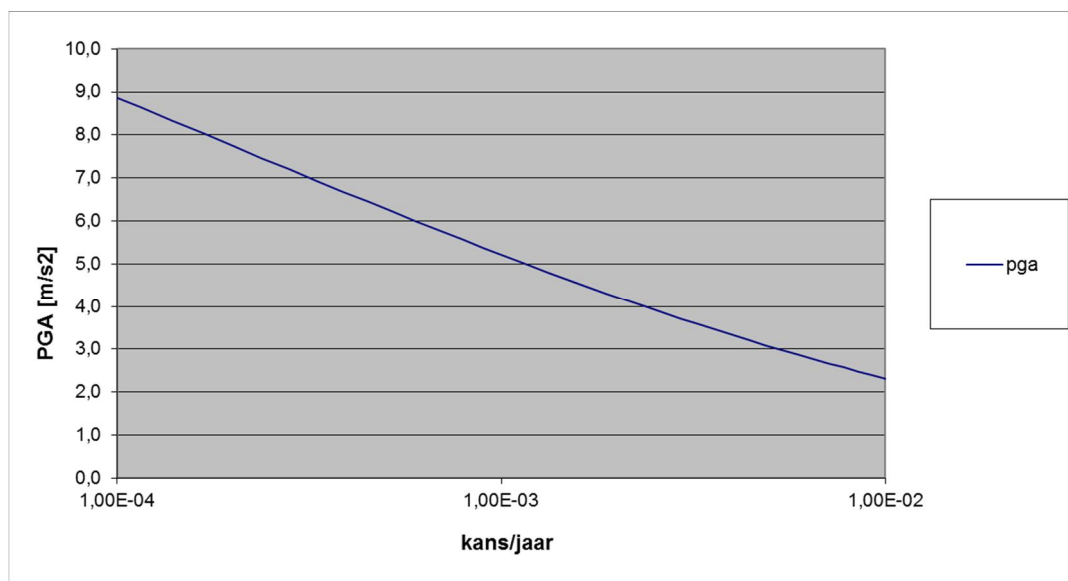
Hiervoor is rekening gehouden met de afname van de faalkans voor opvolgende masten (welke een reële aanname is in een aardbevingsgebied). En er is aangenomen dat de faalkans naar rato van de grootte van de PGA mate afneemt. De conclusie is dat de betrouwbaarheidsindex behorende bij de volledige verbinding moet dusdanig verhoogd worden tot een betrouwbaarheidsindex voor een enkele mast, dat de faalkans een factor 25 lager wordt.

G.3.4.2 Verhoging betrouwbaarheidsindex mast t.o.v. betrouwbaarheidsindex verbinding

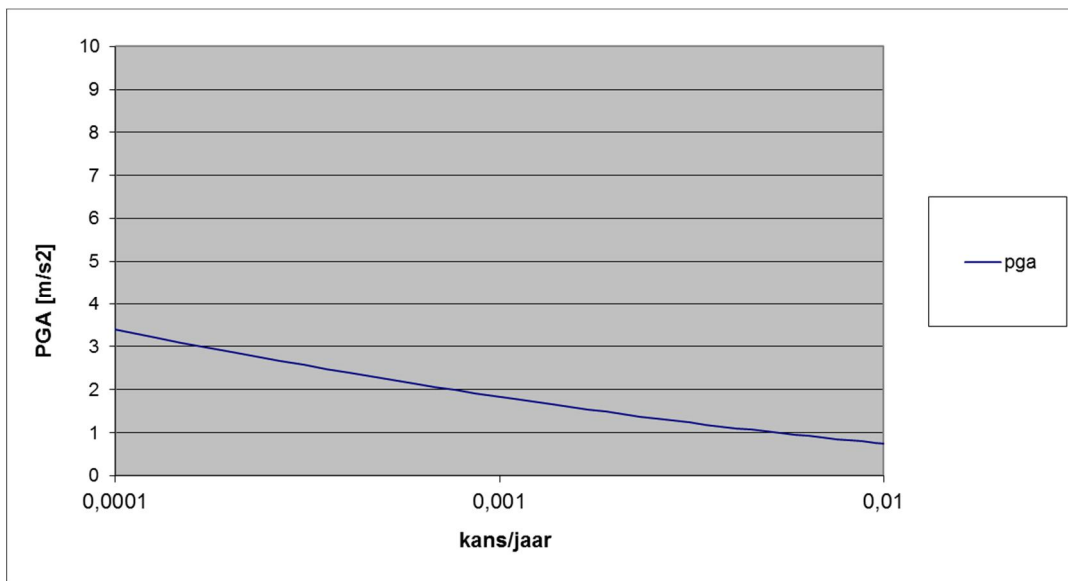
Voor het uitvoeren van de toetsing van de belasting ten opzichte van de sterkte, is de beste oplossing het kiezen van een volledig probabilistische aanpak. Praktisch heeft het gebruik van een conventionele toetsing de voorkeur. Dit is eenvoudiger, inzichtelijker en sluit aan op de adviespraktijk. De invloed van een vereiste lagere faalkans door een aardbevingsbelasting voor een mast moet dan vertaald worden naar:

- een extra partiële factor bij de toetsing
- of een aangepaste toets FoS of toets UC.

Er wordt gekozen voor de simpeler laatste optie. De volledige verbinding wordt getoetst op een PGA behorend bij een herhalingsstijd van 475 jaar. Als een enkele mast op conventionele wijze wordt getoetst moet nu een corresponderende PGA /herhalingsstijd combinatie worden bepaald bij een aangepaste betrouwbaarheidsindex van een enkele mast of een aangepast toetscriterium (welke leidt tot een aangepaste FOS of UC) voor een enkele mast. De relatie tussen de herhalingsstijd en de PGA is in figuur G.5 (locatie Loppersum) en figuur G.6 (locatie Vierverlaten) weergegeven.



Figuur G.5 Afhankelijkheid PGA van de herhalingsperiode (kans/jaar) voor locatie Loppersum

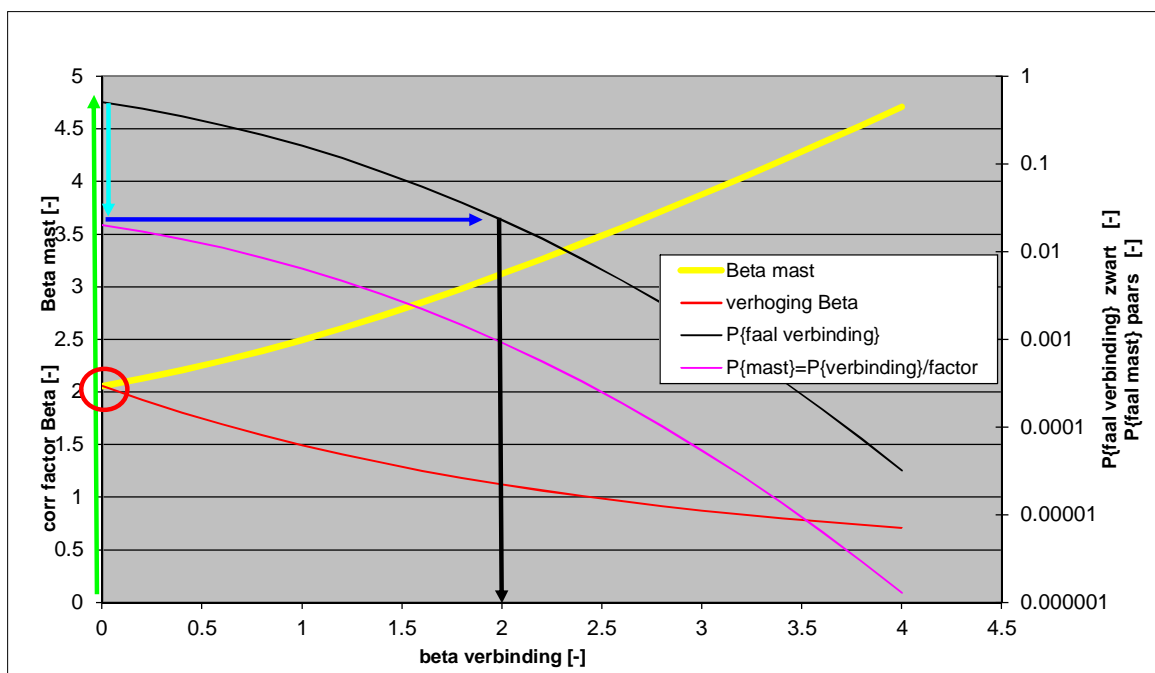


Figuur G.6 Afhankelijkheid PGA van de herhalingsperiode (kans/jaar) voor locatie Vierverlaten

De kans/jaar (faalkans) is afhankelijk van de β (betrouwbaarheidsindex). Deze waarde veranderde voor een mast t.o.v. de waarde voor een verbinding.

Op basis van de waarde β (betrouwbaarheidsindex) is met een standaard normale verdeling een faalkans te bepalen. Voor de verbinding is de relatie tussen faalkans (verticale as – rechts) en β (horizontale as) in figuur G.7 aangegeven met de zwarte lijn ($P\{\text{faal verbinding}\}$). Voor een waarde $\beta = 0$ is af te lezen $P\{\text{faal verbinding}\} = 0,5$. (groene pijl).

De statistische analyse hiervoor resulteerde in een gewenste faalkans voor een enkele mast die een factor 25 kleiner is dan de faalkans van de verbinding. Met de paarse lijn in Figuur G.7 is dat weergegeven. Op de rechter verticale as is af te lezen dat de afstand tussen de zwarte en paarse lijn een factor 25 is. Van de waarde $P\{\text{faal verbinding}\} = 0,5$ gaat de licht blauwe pijl naar $P\{\text{faal mast}\} = 0,5/25 = 0,02$.



Figuur G.7 verloop β_{mast} met $\beta_{\text{verbinding}}$ voor een geometrische afname per mast van 1,7%

Vervolgens wordt nu bepaald welke betrouwbaarheidsindex β hoort bij deze faalkans. Dat is in figuur G.7 grafisch weergegeven met de donkerblauwe pijl die horizontaal terug gaat naar de zwarte lijn. De gevonden waarde β_{mast} is gelijk aan 2,05. Er is dus een verhoging van de β met 2,05 nodig ten opzichte van de oorspronkelijke β waarde van 0.

In de vorige paragrafen is t.b.v. de rekenexercitie uitgegaan van een betrouwbaarheidsindex $\beta_{\text{verbinding}} = 0$ (faalkans 0,5). Afhankelijk van de veiligheidsfilosofie zal de werkelijke betrouwbaarheidsindex β voor de verbinding een andere waarde hebben (zie Tabel G.2). De berekening van de verhoging van de β voor andere waarden is in Figuur G.7 weergegeven met een dunne rode lijn. Bij de waarde $\beta_{\text{verbinding}} = 0$ geeft de rode lijn een waarde $\beta_{\text{verhoging}} = 2,05$ (rode cirkel). Te zien is dat de rode lijn daalt voor hogere waarden. Dus voor grotere waarden $\beta_{\text{verbinding}}$ is een kleinere $\beta_{\text{verhoging}}$ nodig om te komen tot de toe te passen β_{mast} . De waarde $\beta_{\text{verhoging}} = 2,05$ is dus een conservatieve waarde.

Ten slotte is in Figuur G.7 met een dikke gele lijn de waarde β_{mast} weergegeven.

Voor gangbare waarden $\beta_{\text{verbinding}} = 3$ à 4 wordt dus toename van de β met 0,7 à 0,9 gevonden.

G.3.4.3 Aangepaste toetswaarde (UC/FOS) mast

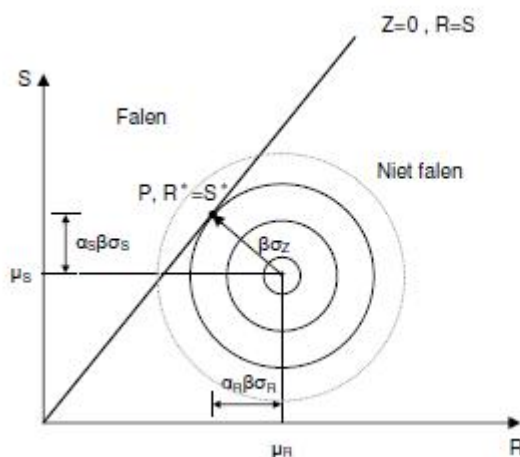
Op basis van een vereenvoudigde traditionele benadering wordt nu afgeleid in hoeverre de Factor of Safety (of UC) aangepast moet worden om de correctie van de betrouwbaarheidsfactor mogelijk te maken. Dat wordt gedaan op basis van een toetsing met een overall veiligheidsfactor, waarbij de overall factor een waarde vertegenwoordigt die met de normale toetsing bereikt wordt met partiële factoren. Verwacht wordt dat dit ongeveer dezelfde resultaten oplevert als bij een toetsing met partiële factoren aangezien die partiële factoren in het algemeen zijn bepaald rekening houdend met de 'overall' factor zoals die altijd werd gebruikt.

De grenstoestandsfunctie kan uitgedrukt worden in de variabelen voor sterkte R en belasting S als volgt:

$$Z = R - S$$

De grenswaarde voor deze functie is $Z=0$. Er van uitgaande dat de sterkte en de belasting normaal verdeeld zijn kan deze functie geschematiseerd worden zoals aangegeven in figuur G.8.

De betrouwbaarheidsindex (β) is de afstand van het gemiddelde van een verdeling tot de hoogste kansdichtheid op de grenswaarde. Er zijn meer waarden die liggen op deze grens, maar β geeft de waarden waarvan de kans het grootst is dat deze zullen optreden wanneer falen optreedt. De betrouwbaarheidsindex zegt dus iets over de afstand tussen de optredende belasting en de sterkte, zoals met een FoS of UC wordt bewerkstelligd.



Figuur G.8 Ontwerppunt en betrouwbaarheidsindex uitgezet in sterkte (R) en belasting (S)

In het verleden was er voor berekeningen waarbij de spanning in het materiaal staal werd getoetst van een overall veiligheidsfactor van 1,5. De eis voor toetsing van de buigende momenten (of eigenlijk de daardoor veroorzaakte spanningen) was dan:

$$M_{\text{actueel}} * 1,5 < M_{\text{plastisch}}$$

Met een gebruikelijke waarde conform de NEN voor de betrouwbaarheidsindex $\beta=3,8$ voor de mast wordt een variatiecoëfficiënt van $V = (1-1/1,5)/3,8 = 0,09$ bepaald. Bij deze waarde hoort dan een UC van 1,0 in huidige normtoetsing met partiële factoren. Deze getallen bepalen dan de afstand tussen het ontwerppunt en de Z functie in figuur G.8. Eerder is een maximale correctie van β met een waarde 2,05 bepaald. De werkelijke correctie of aangepaste afstand tussen het ontwerppunt en de Z functie wordt dan $\Delta\beta \cdot V$, ofwel 2,05 maal de variatiecoëfficiënt $= 2,05 * 0,09 = 0,19$. Derhalve is toetsing aan een UC $= 1 - 0,19 = 0,81$ een conservatieve schatting.

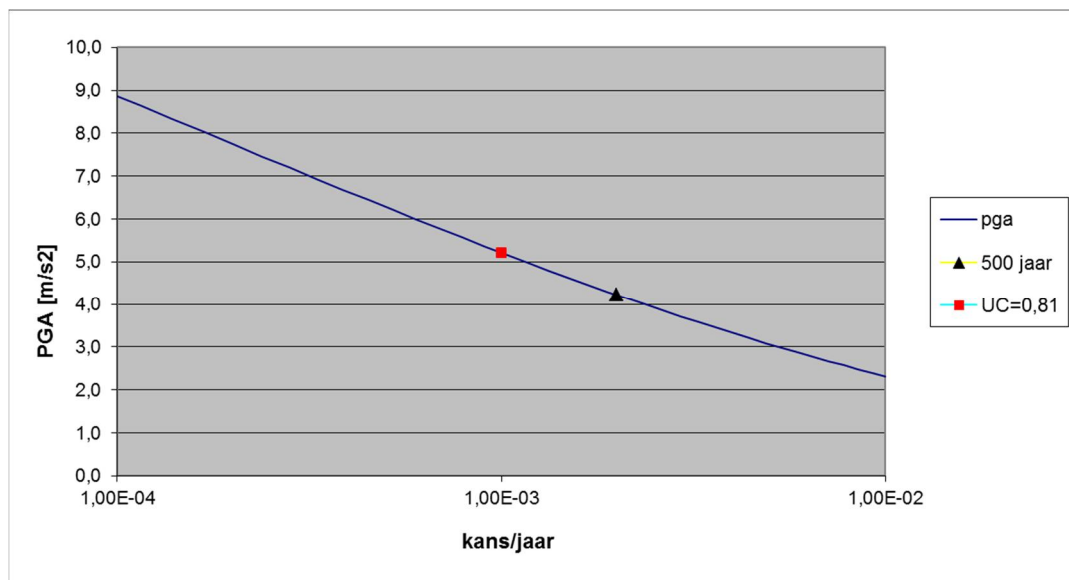
Met voorgaande is op basis van de eerder berekende verschuiving van de betrouwbaarheidsindex van een verbinding naar een mast bepaald welke andere UC op de

verhouding tussen optredende belasting en sterkte moet worden toegepast. Hiervoor is een $UC = 0,81$ afgeleid, ofwel een FoS van 1,23.

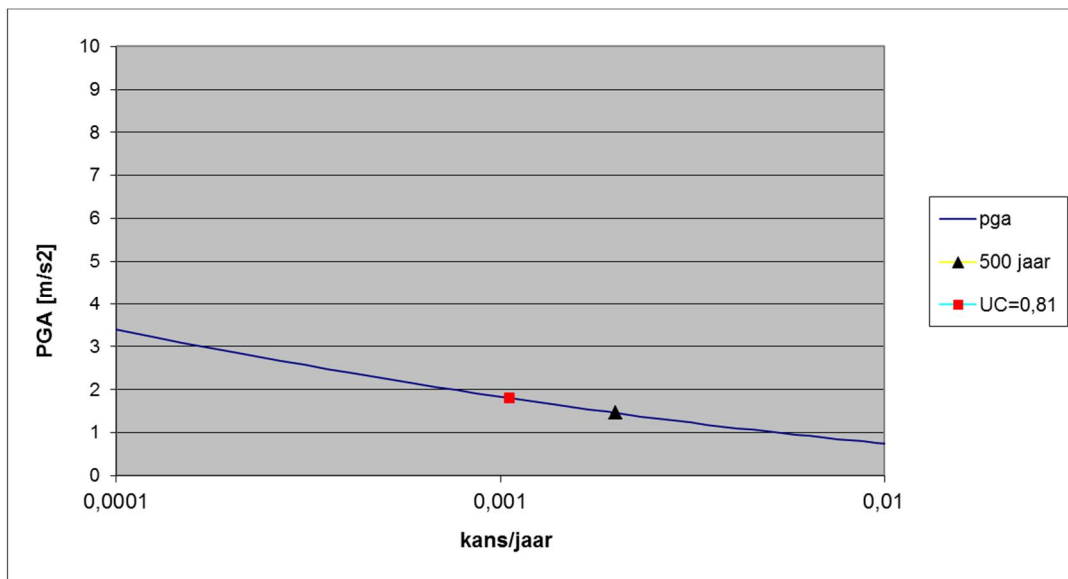
G.3.4.4 Aangepaste herhalingstijd en belastingfactor aardbevingsbelasting

Onder de veronderstelling dat de toename van de staalspanning door de aardbeving lineair verloopt met de grootte van de PGA is een herhalingstijd voor de toetsing van een mast te bepalen. In figuur G.9 zijn beide ontwerppunten (standaardwaarde 500 jaar en aangepaste waarde) voor locatie Loppersum weergegeven met een zwarte driehoek (de waarde bij een herhalingstijd 500 jaar), met een PGA van $4,22 \text{ [m/s}^2\text{]}$, en een rood vierkant (de waarde behorende bij de aangepaste toets $UC=0,81$).

In figuur G.10 is hetzelfde weergegeven voor locatie Vierverlaten, waarbij de zwarte driehoek een PGA van $1,46 \text{ [m/s}^2\text{]}$ heeft bij de standaard herhalingstijd van 500 jaar. De waarde behorende bij het rode vierkant, ofwel de aangepaste toets rekening houdend met het voorgaande betreffende de 44 masten, hoort een overschrijdingskans van resp. 0,0010 à 0,0011 ofwel een herhalingstijd van ca. 930 a 990 jaar.



Figuur G.9 PGA en overschrijdingskans voor de standaard herhalingstijd en de aangepaste waarde (Loppersum)



Figuur G.10 PGA en overschrijdingskans voor de standaard herhalingsstijd en de aangepaste waarde (Vierverlaten)

Resumerend kan worden gesteld dat, rekening houdend met de aanwezigheid van een groot aantal masten in een verbinding waarbij de faalkans per mast iets afneemt in dezelfde orde als de afname van de aardbevingsbelasting (PGA), gekozen kan worden voor een herhalingsstijd van de aardbevingsbelasting van 1000 jaar. De PGA neemt dan een factor $1/0,81 = 1,23$ toe ten opzichte van de waarde behorende bij een standaard herhalingsstijd.

G.4 Conclusie

De kans dat een verbinding met 44 masten faalt, is groter dan de kans dat een enkele mast faalt. Dat is in rekening te brengen door een enkele mast te toetsen op een aardbevingsbelasting behorende bij een herhalingsstijd van 1000 jaar.

Er dient dan gekozen te worden voor een PGA behorende bij een overschrijdingskans van $0,001 \text{ jr}^{-1}$. Dit zal leiden tot een waarde van de aardbevingsbelasting (PGA) die een factor 1,23 hoger ligt dan de waarde behorende bij de herhalingsstijd van 475 jaar.

H Rekenmethode verweking en wateroverspanning

H.1 Inleiding

Cyclische belasting door bijvoorbeeld een aardbeving leidt tot tijdelijke wateroverspanningen in een zandlaag onder de waterkering, die daardoor uiteindelijk volledig kan verweken. De daarvoor in de onderhavige studie gehanteerde methodiek is identiek aan de methodiek die eerder is gehanteerd in de voorafgaande onderzoeken (Deltares, 2014a) (Deltares, 2014b). Voor de overzichtelijkheid wordt de beschrijving van de methodiek in deze bijlage nog eens herhaald.

In § H.2 wordt beschreven hoe de veiligheid tegen volledig verweken in dit onderzoek is berekend. De tijdelijke wateroverspanning voorafgaand aan verweken leidt tot een sterktereductie in de zandlaag. Deze sterktereductie wordt in een stabiliteitsberekening meegenomen. In § H.3 wordt beschreven hoe deze wateroverspanning wordt bepaald uit de veiligheid tegen volledig verweken.

H.2 Berekening van de veiligheid tegen volledige verweking

H.2.1 Definitie van de veiligheidsfactor

De veiligheidsfactor tegen volledige verweking over de diepte wordt, net zoals in de voorafgaande Quick-Scan (Deltares, 2013a) berekend met de internationaal gangbare methode die is beschreven in de EERI MNO-12 monograph (Idriss & Boulanger, 2008).

Deze veiligheidsfactor is als volgt gedefinieerd:

$$FoS = \frac{CRR_{7.5} * MSF * K_{\sigma} * K_{\alpha}}{CSR}, \quad CSR = 0,65 \frac{PGA}{g} \frac{\sigma_{v0}}{\sigma'_{v0}} r_d$$

met:

- FoS : veiligheidsfactor tegen verweking (*Factor of Safety*).
- CSR : Cyclic Stress Ratio. Dit is de verhouding tussen de cyclische schuifspanning en de initiële effectieve verticale spanning
- $CRR_{7.5}$: Cyclic Resistance Ratio. Dit is de kritieke waarde van de CSR bij een magnitude van 7.5. Boven deze kritieke waarde treedt verweking op.
- MSF : Magnitude Scaling Factor, die een vertaling geeft van de magnitude 7.5 naar de beschouwde magnitude
- K_{σ} : correctiefactor voor de isotrope spanningstoestand.
- K_{α} : correctiefactor voor statische schuifspanning.

De formule voor de CSR volgt uit een eenvoudige beschouwing van het krachterevenwicht bij versnelling van een kolom grond. Uitgangspunt daarbij is de situatie van een horizontaal maaiveld en een schuifgolf die van onderen naar boven loopt. In de formule worden de volgende constanten en parameters gebruikt.

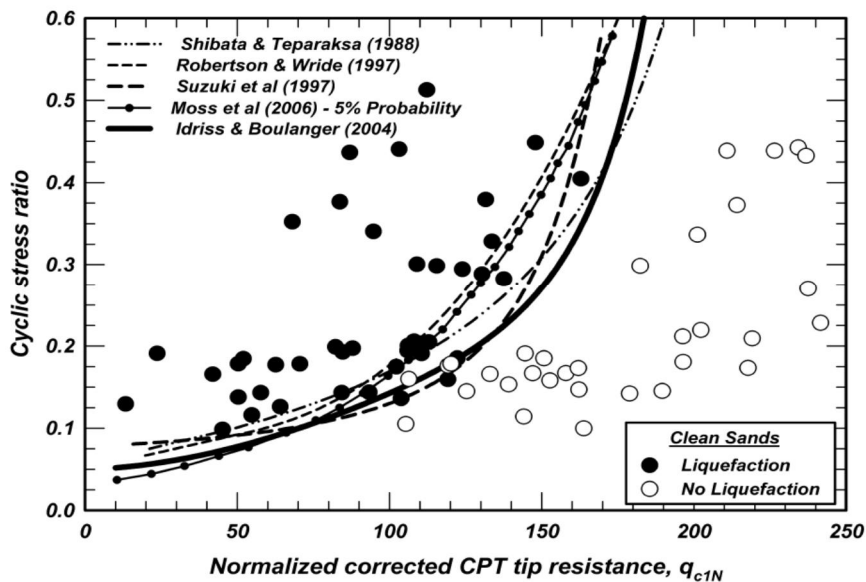
- 0,65: een factor die de verhouding tussen een representatieve amplitude en de maximale versnellingsamplitude weergeeft.
- r_d : een diepte-reductiefactor.
- PGA : de piekgrondversnelling.

- σ_{v0} : de totale verticale spanning.
- σ'_{v0} : de effectieve verticale spanning.
- g : de versnelling van de zwaartekracht.

De bepaling van de meest relevante parameters voor de berekening van de FoS wordt besproken in de volgende subparagrafen.

H.2.2 Bepaling van de Cyclic Resistance Ratio CRR

De *Cyclic Resistance Ratio* $CRR_{7.5}$ volgt uit een empirische correlatie met de (genormaliseerde) conusweerstand volgens de EERI MNO-12 monograph. Deze correlatie is bepaald als de conservatief gekozen grenslijn in de grafiek van CSR tegen genormaliseerde conusweerstand, q_{c1N} waarboven in praktijkgevallen verweking is geconstateerd.

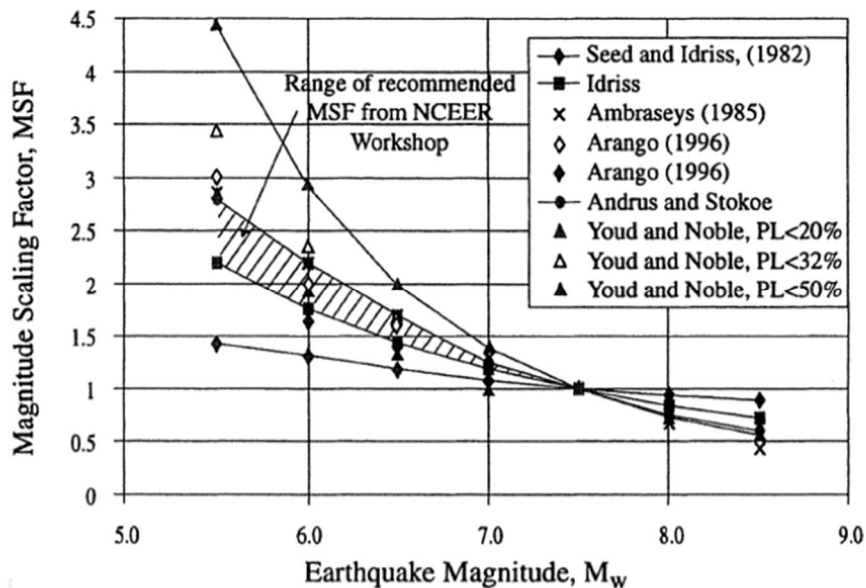


Figuur H.1 Bepaling CRR uit correlatie met genormaliseerde CPT waarde (Idriss & Boulanger, 2008)

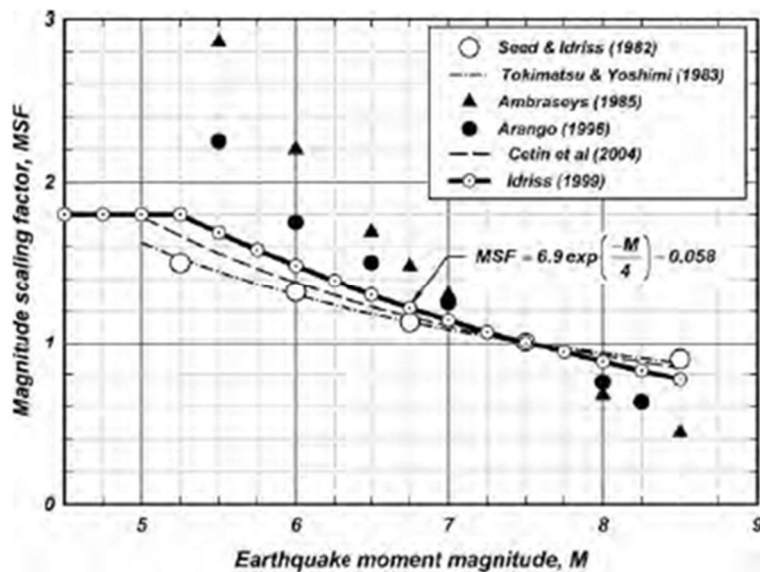
H.2.3 Bepaling van de Magnitude Scaling Factor MSF

De grootte van de Magnitude Scaling Factor MSF wordt bepaald uit de moment magnitude van de beschouwde aardbeving volgens de EERI MNO-12 monograph. In feite wordt hiermee niet zozeer de zwaarte van de aardbeving, maar de lengte van het aardbevings signaal in rekening gebracht. In het algemeen zal een zwaardere aardbeving ook een langer aardbevings signaal genereren, waarmee een relatie met de magnitude voor de hand ligt.

Een hogere waarde voor MSF betekent een hogere veiligheid tegen verweken. Voor de grootte van MSF is er een opvallend verschil in de waarden volgens de NCEER workshops (Youd, et al., 2001) en die volgens EERI MNO-12. Idriss en Boulanger tonen de grootte van MSF als functie van de magnitude (Idriss & Boulanger, 2008).



Figuur H.2 MSF volgens NCEER workshop 1996/1998 (Youd, et al., 2001)

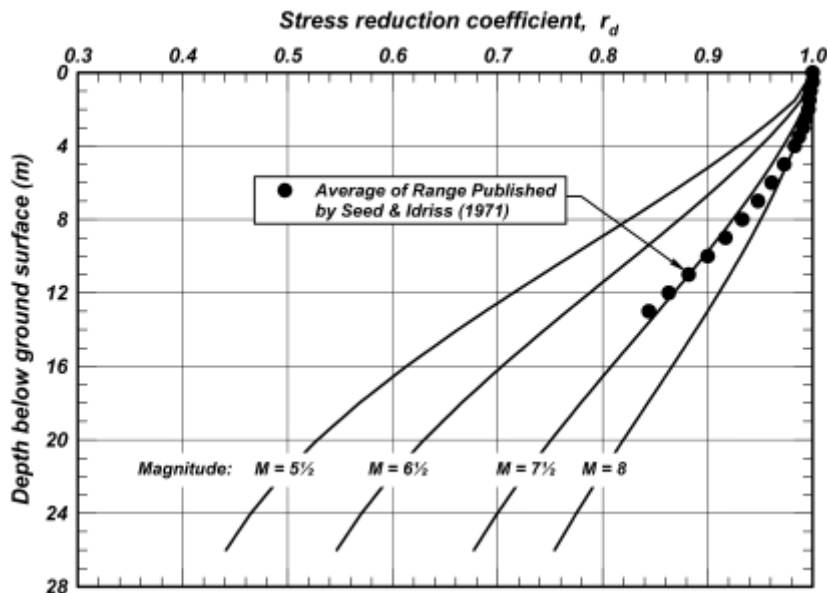


Figuur H.3 MSF volgens EERI monograph MNO-12 (Idriss & Boulanger, 2008)

De grafiek uit de NCEER workshop toont geen waarden voor magnituden lager dan $M_w = 5,5$. Toepassing van deze grafiek voor een magnitude van bijvoorbeeld $M_w = 4$ vereist dus een eigen interpretatie. Meestal zal dat neerkomen op extrapolatie.

In de grafiek van EERI MNO-12 wordt de waarde van MSF begrensd op $MSF = 1,8$. Hiervoor wordt als motivatie gegeven dat een aardbeving, hoe klein de magnitude ook mag zijn, minimaal 1 piek bevat. Gebruik makend van een empirische relatie tussen CSR en het aantal cycli tot verweking komt EERI MNO-12 vervolgens tot de conclusie dat de maximale waarde 1,8 moet zijn. Dit is echter een theoretische beschouwing, waarvoor geen empirisch bewijs wordt gegeven. De redenering is echter plausibel.

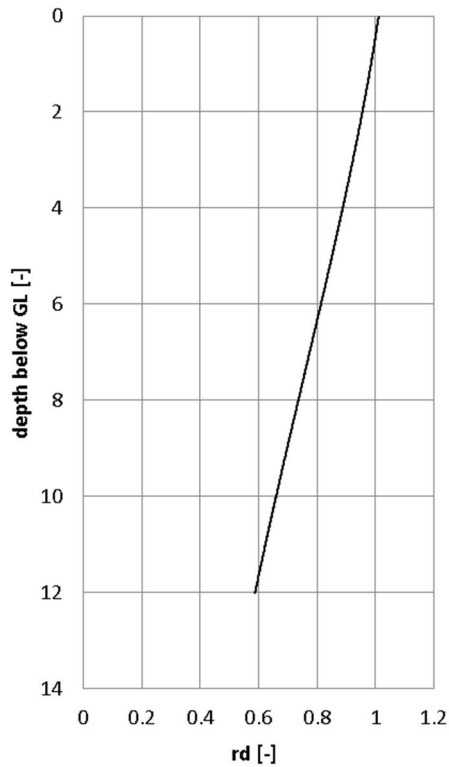
H.2.4 Bepaling van de diepteafhankelijke reductieratio r_d
 De factor r_d brengt in rekening dat met het toenemen van de diepte de kolom grond boven het beschouwde niveau niet meer als een star lichaam kan worden beschouwd. Figuur H.4 geeft de grootte van deze parameter als functie van de diepte en de magnitude.



Figuur H.4 r_d -factor volgens EERI MNO-12 (Idriss & Boulanger, 2008)

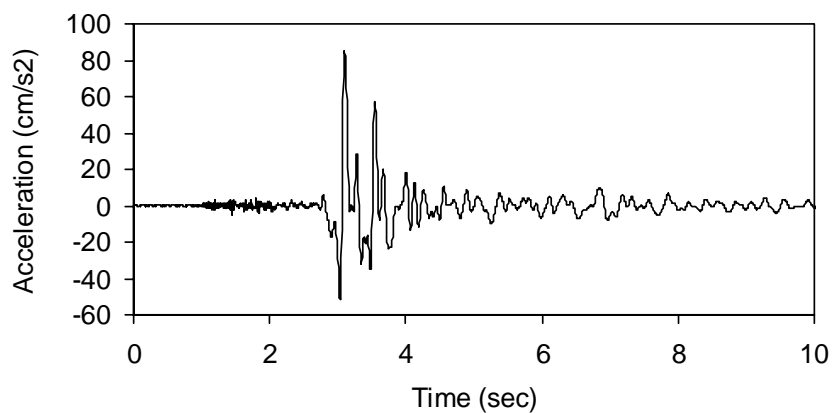
Figuur H.4 suggereert dat de grootte van deze parameter goed bepaald kan worden. In werkelijkheid is er sprake van een bandbreedte en hangt de waarde af van het specifieke aardbevingsignaal en de lokale grondopbouw.

Voor een $M_w = 3.5$ aardbeving is het verloop van r_d met de diepte volgens de formules van EERI MNO-12 gegeven in Figuur H.5.



Figuur H.5 rd factor voor $M = 3,5$; volgens methode EERI MNO-12

Om een idee te krijgen of de afname van r_d met de diepte volgens deze formules realistisch is voor de geïnduceerde bevingen door gaswinning zijn al tijdens de Quick Scan (Deltares, 2013a) een aantal responsberekeningen gemaakt met het EERA programma. Als invoer voor de aardbeving is het gemeten signaal in Middelstum gebruikt.



Figuur H.6 Invoer signaal (N.B. t.b.v. de berekening is het begin deel met versnelling nul weggelaten)

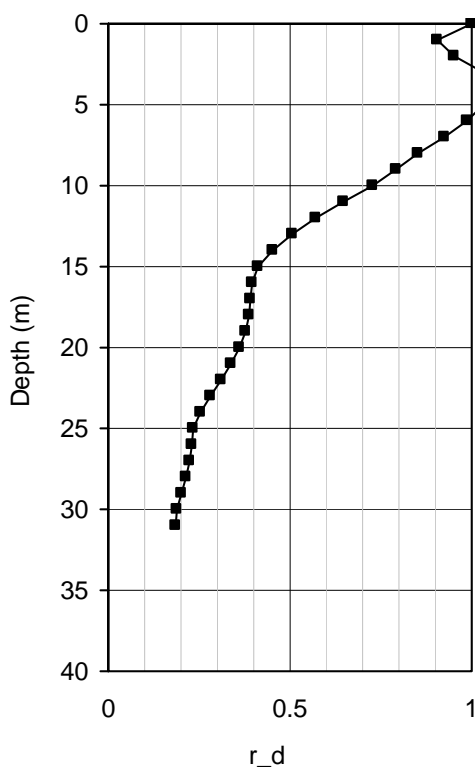
Dit signaal wordt opgelegd aan maaiveld. Als piekversnelling is $PGA = 0,2$ g gebruikt. Uit de berekening volgt het verloop van de maximale schuifrekamplitude met de diepte. Uit deze

waarde is vervolgens het verloop van r_d met de diepte bepaald. Hiervoor is de volgende uitdrukking gebruikt:

$$r_d = \frac{(\Delta\tau/\sigma')}{(\Delta\tau/\sigma')_{z=0}}$$

Met

- $(\Delta\tau/\sigma')$ relatieve schuifspanning op beschouwde diepte
- $(\Delta\tau/\sigma')_{z=0}$ relatieve schuifspanningsamplitude op maaiveld



Figuur H.7 Voorbeeld van het berekende verloop van de r_d over de diepte.

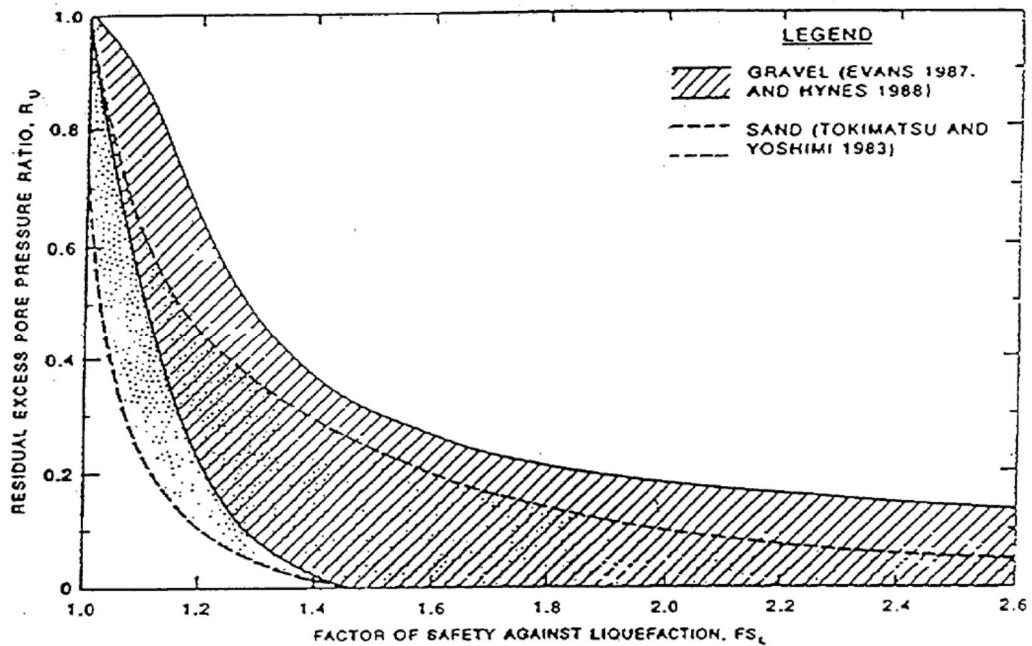
Figuur H.7 geeft het verloop van r_d met de diepte voor het beschouwde grondprofiel. Hieruit blijkt dat er in de bovenste 6 m geen reductie optreedt. Op 10 m diepte is de waarde van r_d ongeveer 0,7. Deze waarden liggen hoger dan die volgens EERI MNO-12.

Op basis van deze beperkte analyse lijkt er geen reden te zijn om de r_d -factor sterk naar beneden aan te passen. Integendeel, de aanpak volgens EERI MNO-12 lijkt voor de situatie in Groningen aan de optimistische kant te zijn. Er is daarom besloten om in de berekeningen uit te gaan van een meer conservatieve benadering met:

$$\begin{aligned} \text{diepte} < 5 \text{ m} & \quad r_d = 1 \\ 5\text{m} < \text{diepte} < 20 \text{ m} & \quad r_d = 1 - 0.03 \cdot (\text{diepte} - 5) \end{aligned}$$

H.3 Berekening van wateroverspanning

De methode die hiervoor is beschreven geeft alleen aan of er sprake is van volledige verweking. Als de veiligheid tegen verweking groter dan 1 is, kan er nog wel sprake zijn van de opbouw van enige wateroverspanning. In (Marcuson, Hynes, & Franklin, 1991) wordt Figuur H.8 gegeven voor het schatten van de wateroverspanning bij een FoS (*Factor of Safety*) tegen verweking van meer dan 1.



Figuur H.8 Grafiek voor wateroverspanning als functie van FoS verweking uit Marcuson et al (1990)

Een andere aanpak is om empirische relaties te gebruiken om de geïnduceerde wateroverspanningen te bepalen. Uit uitgevoerde cyclische triaxiaalproeven wordt de volgende relatie tussen de schuifspanningsamplitude en het aantal belastingcycli dat leidt tot verweking afgeleid:

$$\frac{\Delta\sigma_d / 2\sigma_c}{I_D} = a * N_{liq}^{-b}$$

met:

- $\Delta\sigma_d$: Amplitude van de schuifspanning.
- σ_c : Initiële effectieve verticale spanning.
- I_D : Relatieve dichtheid.
- N_{liq} : Aantal cycli dat leidt tot verweking bij ongedraineerde condities.
- a, b : empirische constanten.

De constanten a en b zijn bepaald bij $I_D = 0.4$ en zijn: $a = 0.65$ en $b = 0.15$.

Herschrijven van de vergelijking geeft:

$$\frac{\Delta\sigma_d / 2\sigma'_c}{I_D} = a * N_{liq}^{-b}$$

$$N_{liq} = \left(\frac{\Delta\sigma_d / 2\sigma'_c}{a.I_D} \right)^{(-1/b)}$$

De *cyclic shear stress ratio* (CSR) waarbij verweking optreedt in de CPT analyse, waarbij FOS = 1, geeft de bijbehorende N_{liq} gedurende de aardbeving. Dit is een schatting van het equivalente aantal belastingcycli N gedurende de ontwerpaardbeving. Voor een hogere veiligheidsfactor FOS wordt de CSR lager. Met deze gereduceerde CSR kan het aantal belastingcycli nodig voor verweking voor het betreffende zand en relatieve schuifspanningsniveau worden berekend. De ratio N/N_{liq} volgt uit:

$$\frac{N}{N_{liq}} = \frac{\left(\frac{(\Delta\sigma_d / 2\sigma'_c)_{FoS=1}}{a.I_D} \right)^{(-1/b)}}{\left(\frac{(\Delta\sigma_d / 2\sigma'_c)_{FS=1} / FoS}{a.I_D} \right)^{(-1/b)}} = (FoS)^{(-1/b)}$$

De (relatieve) wateroverspanning r_u wordt geschat met de volgende empirische relatie:

$$r_u = \frac{2}{\pi} \arcsin \left(\frac{N}{N_{liq}} \right)^{(1/2\theta)}$$

waarin:

- r_u : Relatieve wateroverspanning (verhouding tussen wateroverspanning en initiële verticale spanning).
- N : Het aantal belastingcycli.
- N_{liq} : Het benodigd aantal cycli tot verweking bij ongedraineerde condities.
- θ : Empirische constante.

Combinatie van de vergelijkingen voor r_u en N/N_{liq} geeft:

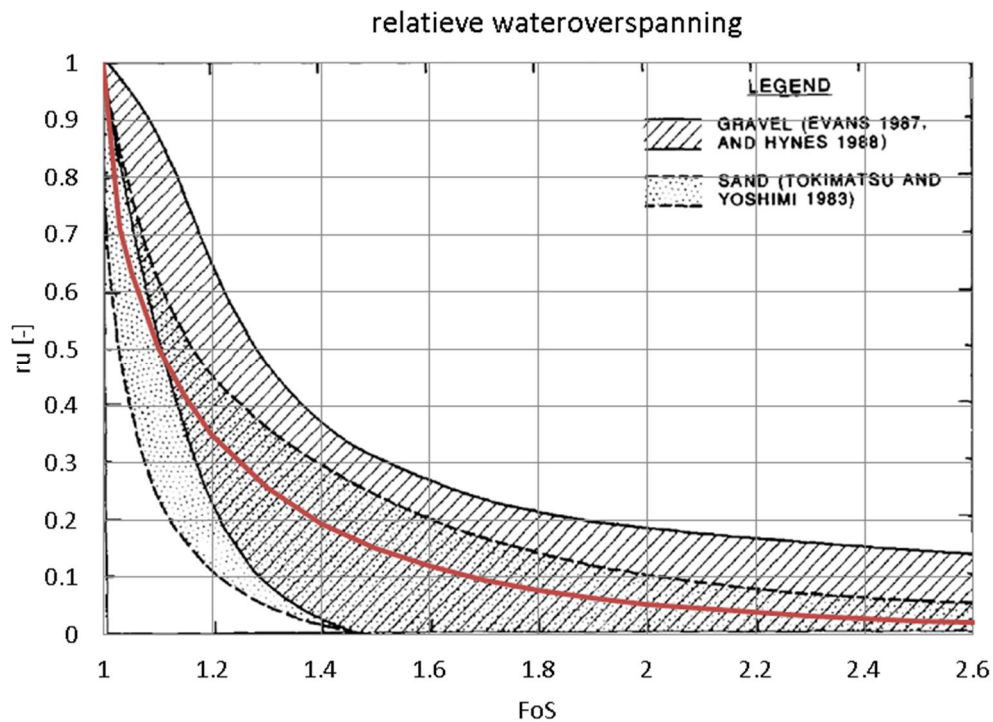
$$r_u = \frac{2}{\pi} \arcsin \left(FoS^{(-1/b)} \right)^{(1/2\theta)} = \frac{2}{\pi} \arcsin \left(FoS^{(-1/(b2\theta))} \right)$$

De volgende tabel toont de geschatte wateroverspanningsratio r_u als een functie van de veiligheidsfactor tegen verweking FOS. De gebruikte empirische constanten zijn $b = 0.2$ en $\theta = 0.7$.

FOS [-]	N/N_{liq} [-]	r_u [-]
1.1	0.62	0.50
1.2	0.40	0.35
1.3	0.27	0.26
1.4	0.19	0.19
1.5	0.13	0.15
1.6	0.10	0.12
1.7	0.07	0.10
1.8	0.05	0.08

Tabel H.1 Geschatte wateroverspanning als functie van de veiligheidsfactor tegen verweking

Figuur H.9 vergelijkt de verkregen waarden volgens deze aanpak met de data zoals gepresenteerd in Marcuson et al. (1990).



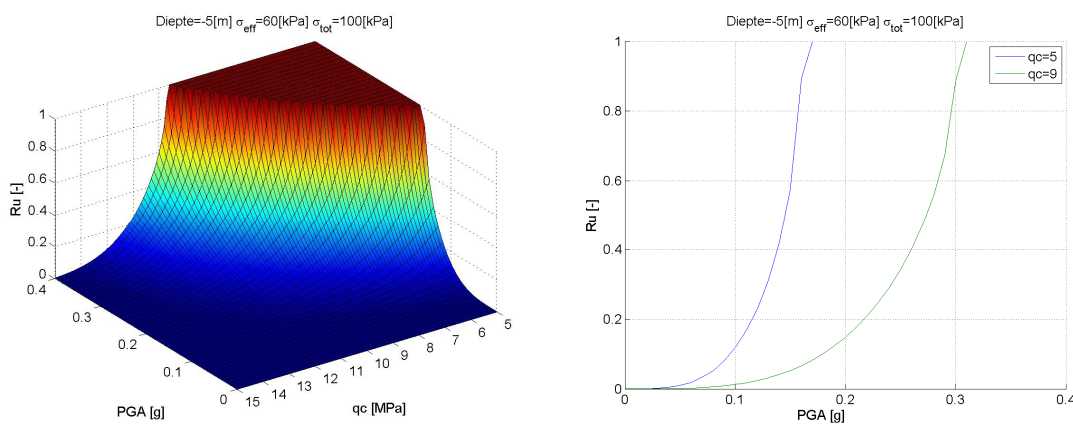
Figuur H.9 Relatieve wateroverspanning bij FoS > 1, de rode lijn is het hiervoor afgeleide theoretische verband

De gevonden waarden zijn goed in lijn met elkaar. Het hiervoor afgeleide theoretische verband wordt daarom gebruikt.

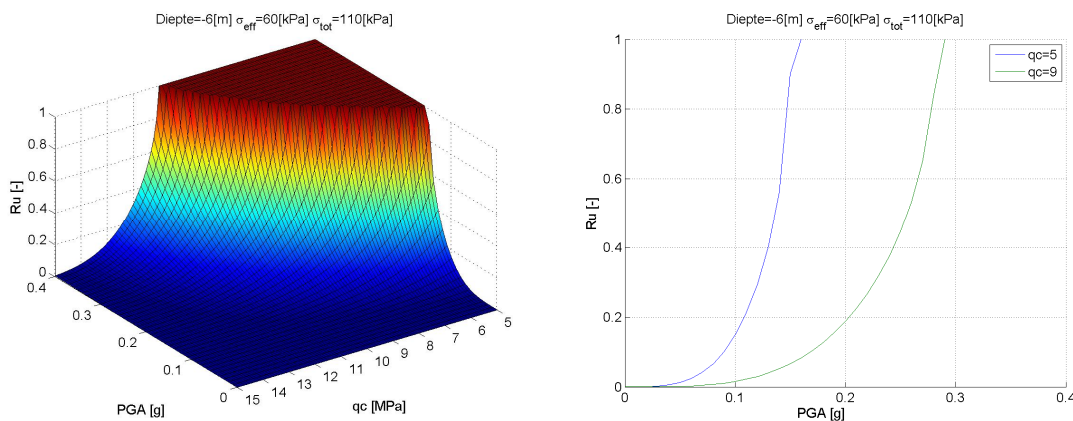
H.4 Wateroverspanning als functie van conusweerstand en piekversnelling

Gebruik van de in de vorige paragrafen gepresenteerde vergelijkingen leidt tot een verband tussen de relatieve wateroverspanning r_u aan de ene kant en de piekversnelling PGA en conusweerstand q_c aan de andere kant.

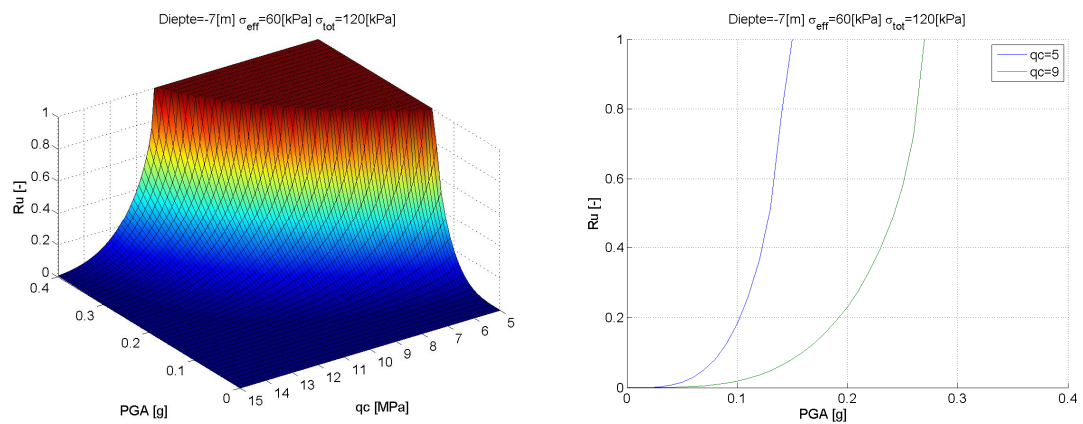
In de volgende figuren worden de relatieve wateroverspanningen ter illustratie gegeven als functie van piekversnelling en sondeerweerstand, voor een zandlaag met de onderkant op 10m onder maaiveld en de bovenkant tussen 0 en 6 meter onder maaiveld. In de grafiek wordt steeds de diepteligging van het laagmidden gegeven. De grafieken maken inzichtelijk welke combinaties van sondeerweerstand en piekversnelling veilig en onveilig zijn.



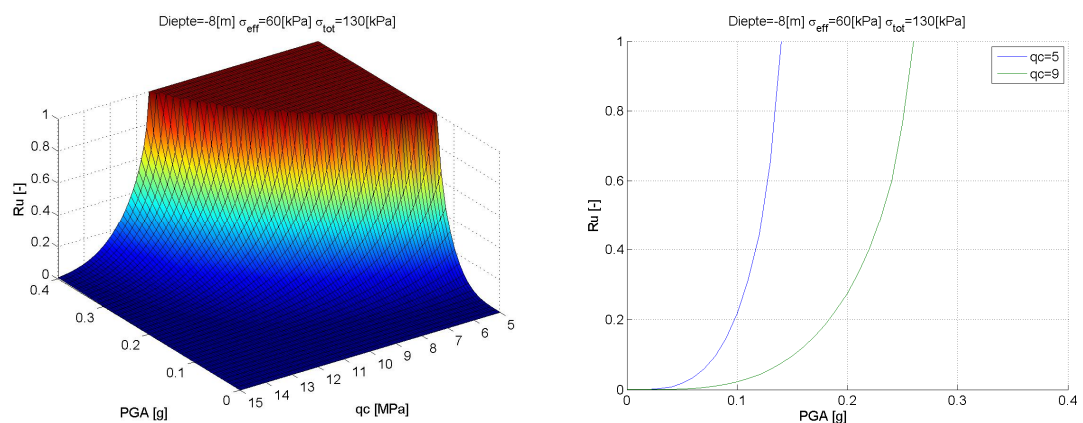
Figuur H.10 De verwekingsgraad r_u als functie van sondeerweerstand q_c en piekversnelling PGA , voor een zandlaag met de bodem op 10 meter onder het maaiveld en de top aan het maaiveld



Figuur H.11 De verwekingsgraad r_u als functie van sondeerweerstand q_c en piekversnelling PGA , voor een zandlaag met de bodem op 10 meter onder het maaiveld en de top op 2 meter onder het maaiveld



Figuur H.12 De verwekingsgraad r_u als functie van sondeerweerstand q_c en piekversnelling PGA, voor een zandlaag met de bodem op 10 meter onder het maaiveld en de top op 4 meter onder het maaiveld



Figuur H.13 De verwekingsgraad r_u als functie van sondeerweerstand q_c en piekversnelling PGA, voor een zandlaag met de bodem op 10 meter onder het maaiveld en de top op 6 meter onder het maaiveld

H.5 Bepaling zakking door verdichting

De verdichting wordt bepaald met de formules in [Yoshimine et al 2006]. Hier wordt de aldaar beschreven procedure herhaald.

Invoer voor de bepaling van de volumerek zijn:

- Veiligheid tegen verweking (FS), zie voor de bepaling daarvan in B.3.
- Relatieve dichtheid van het zand (R_e), te bepalen uit bijvoorbeeld een correlatie met de conusweerstand.

De bepaling van de volumerek gaat via de volgende stappen:

1. Bepaal F_{ult}

- Als $R_e < 39,2\%$

$$F_{ult} = 0.9524$$

- Als $R_e \geq 39,2\%$

$$F_{ult} = -0.0006 \cdot R_e^2 + 0.047 \cdot R_e + 0.032$$

Met R_e in [%]

2. Bepaal schuifrekamplitude

- als $F_{ult} \leq FS \leq 2.0$

$$\gamma_{c,max} = 3.5 \cdot (2 - FS) \cdot \frac{(1 - F_{ult})}{(FS - F_{ult})}$$

- als $FS \geq 2.0$

$$\gamma_{c,max} = 0$$

- als $FS \leq F_{ult}$

$$\gamma_{c,max} = \infty$$

3. bepaal de volumerek ($\epsilon_{vc,max}$)

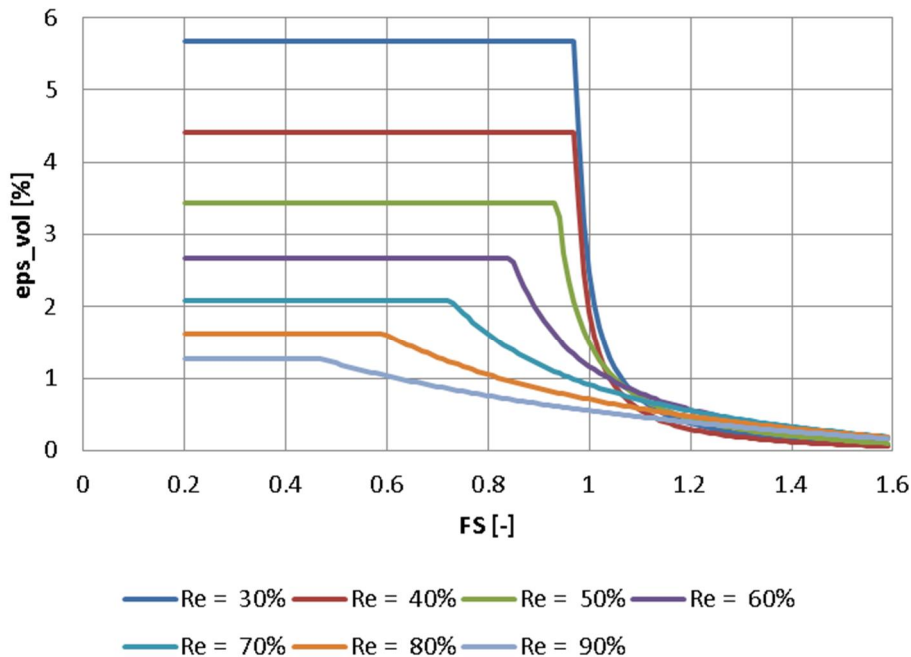
- als $\gamma_{c,max} \leq 8\%$

$$\epsilon_{vc,max} = 1.5 \cdot \exp(-0.025 \cdot R_e) \cdot \gamma_{c,max}$$

- als $\gamma_{c,max} \geq 8\%$

$$\epsilon_{vc,max} = 12 \cdot \exp(-0.025 \cdot R_e)$$

Figuur B.7 toont de met bovenstaande uitdrukkingen berekende volumerek als functie van de veiligheid tegen verweking en de relatieve dichtheid.



Figuur H.14 Verdichting (volumerek) als functie relatieve dichtheid en veiligheidsfactor tegen verweking

De maaiveldzakking door verdichting volgt uit de integratie van de verticale rekken over de verticale as. Hierbij mag de verticale rek gelijk gesteld worden aan de volumerek.

Het model zal een overschatting geven van berekende zakkings als gevolg van verdichting.

Bij de overgang van klei naar zand en omgekeerd wordt de conusweerstand beïnvloed door de kleilaag. Daardoor wordt er direct onder of boven de kleilaag een lagere conusweerstand gemeten dan overeenkomt met de dichtheid van het zand.

Voor de beoordeling van de gevoeligheid voor verweking kan daarom het resultaat van het zand date minder dan 0,25 m van de laagscheiding ligt worden verwaarloosd. Als met een gemiddelde waarde van de conusweerstand wordt gerekend, is het effect van de laagscheiding kleiner en mag deze laagcorrectie niet in rekening worden gebracht.

In Pleistoceen zand is de weerstand tegen verweking, door de hogere leeftijd en daardoor sterkere bijdrage van aging aan de weerstand tegen verweking, waarschijnlijk groter dan op basis van alleen de conusweerstand wordt voorspeld. Er is geen gevalideerde methode beschikbaar om dat effect in rekening te brengen, zodat dit mogelijk positieve effect nog niet in rekening gebracht kan worden.

I Hardening Soil small strain parameters

Bepaling gamma_{0.7}

Uit:

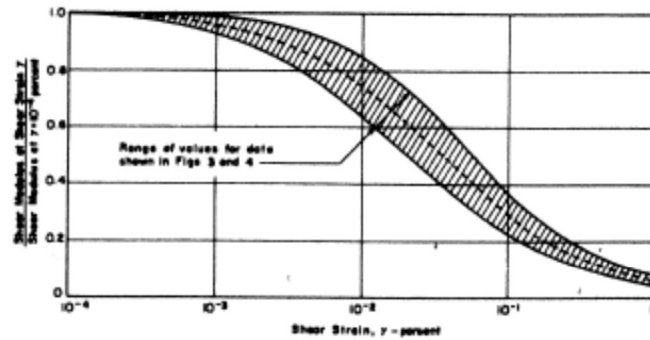
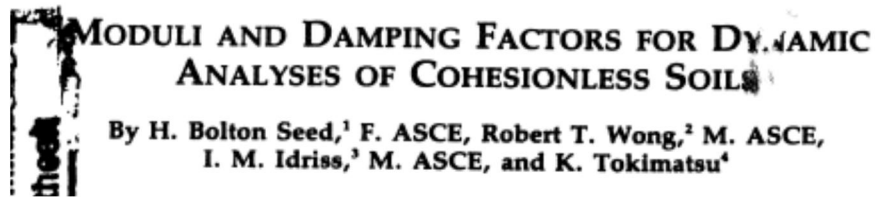


FIG. 2.—Variation of Shear Modulus with Shear Strain for Sands (after Seed and Idriss, 1970)

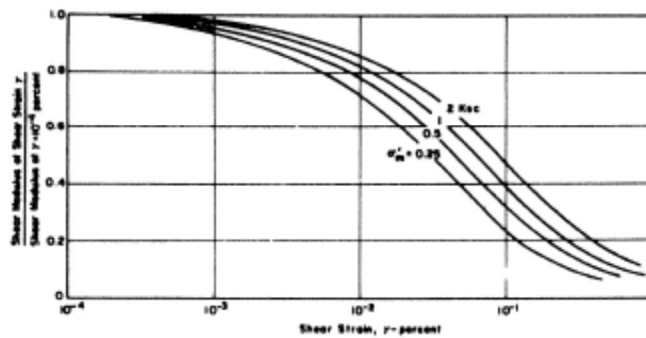


FIG. 3.—Variation of Shear Modulus with Shear Strain for Sands (after Iwasaki et al., 1976)

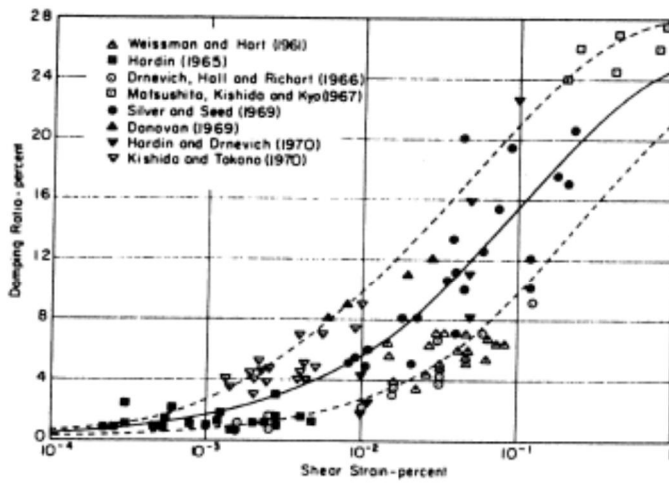


FIG. 6.—Damping Ratios for Sands

DE volgende figuren komen uit EERC-70-10

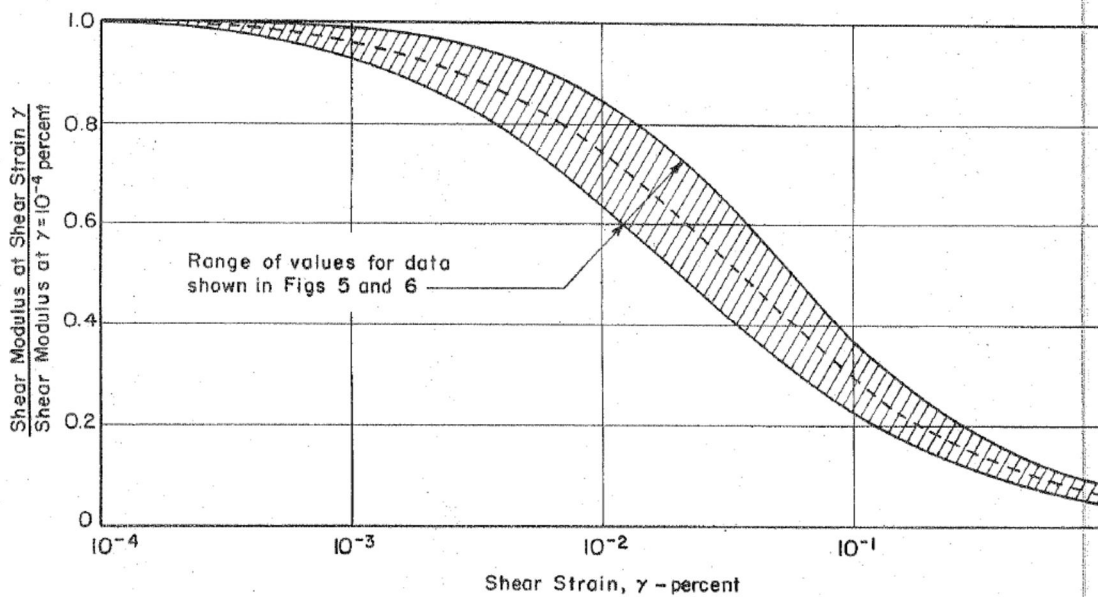


Fig.7 VARIATION OF SHEAR MODULUS WITH SHEAR STRAIN FOR SANDS.

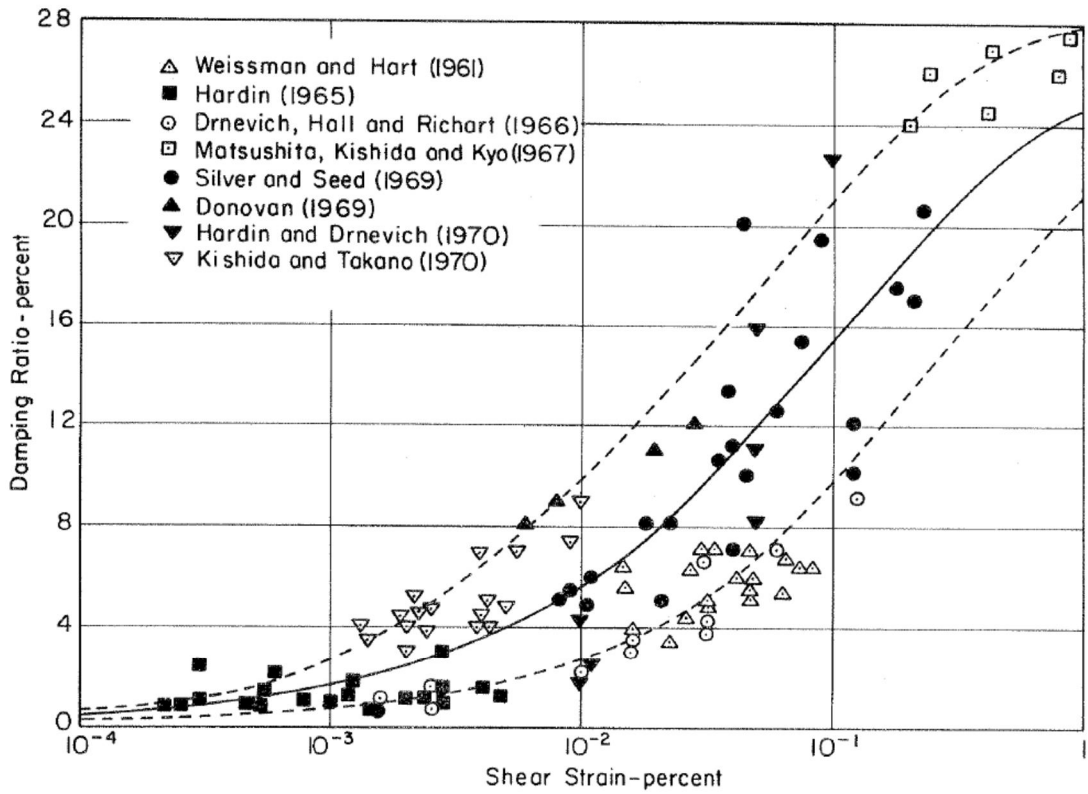


Fig. 10 DAMPING RATIOS FOR SANDS.

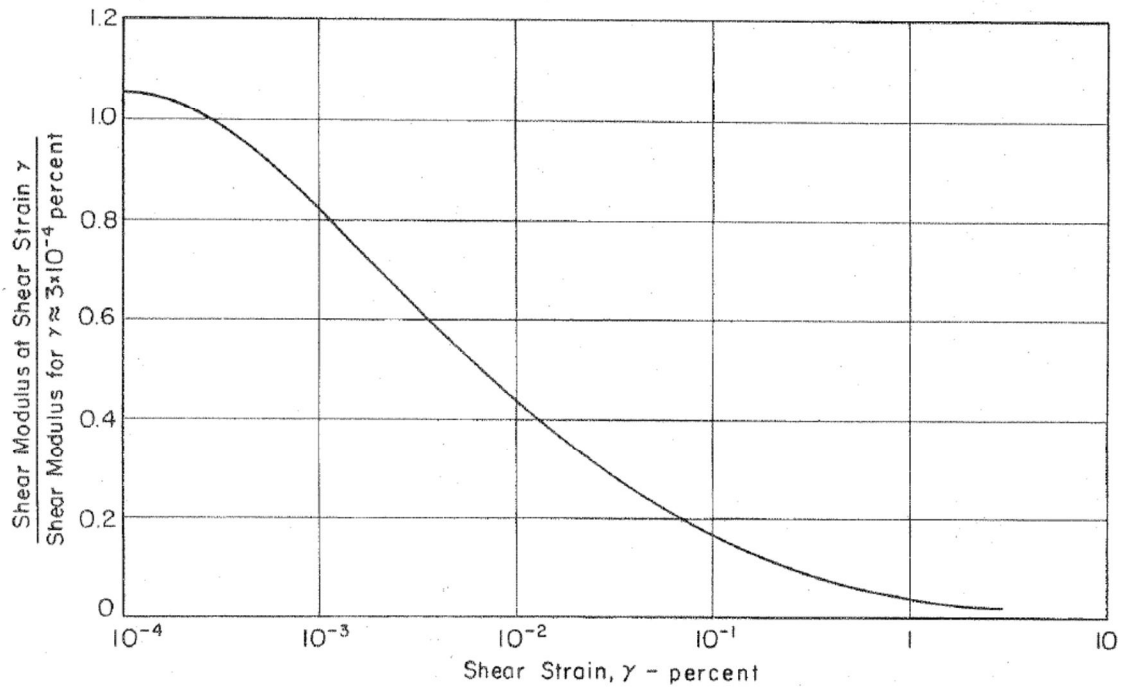


Fig. 14 TYPICAL REDUCTION OF SHEAR MODULUS WITH SHEAR STRAIN FOR SATURATED CLAYS.

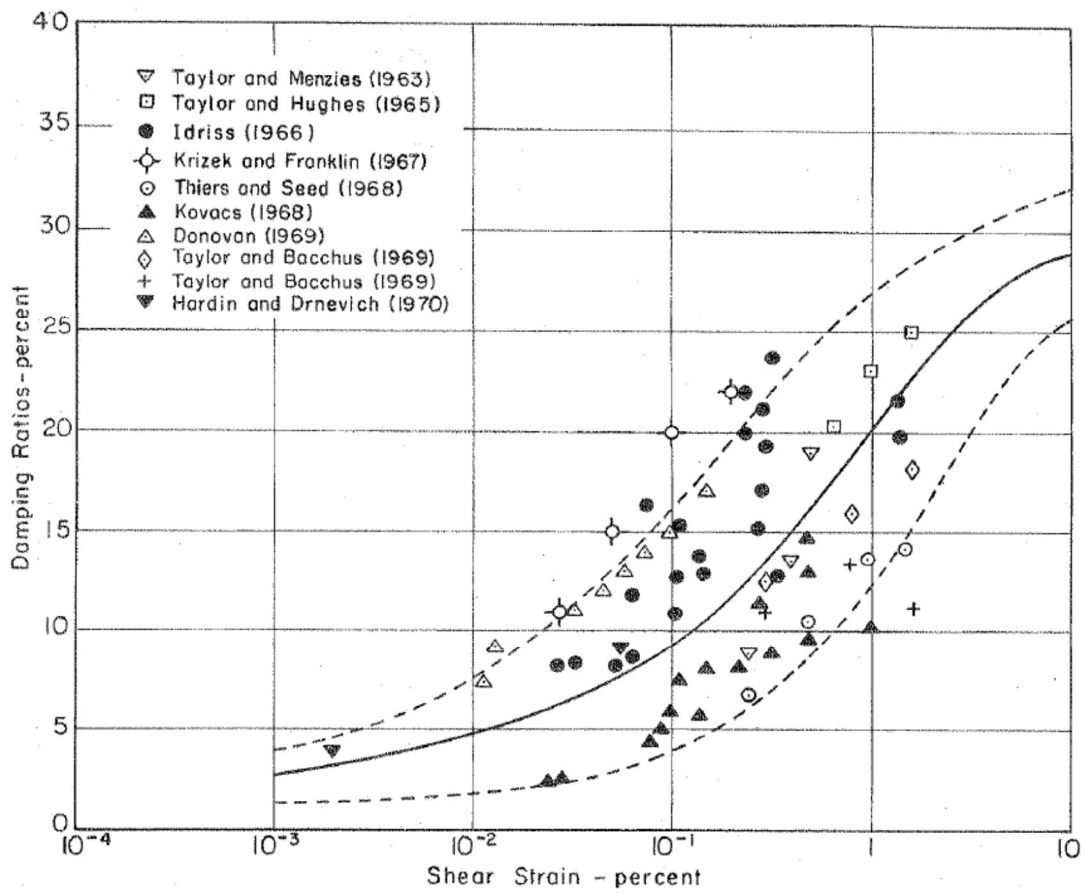
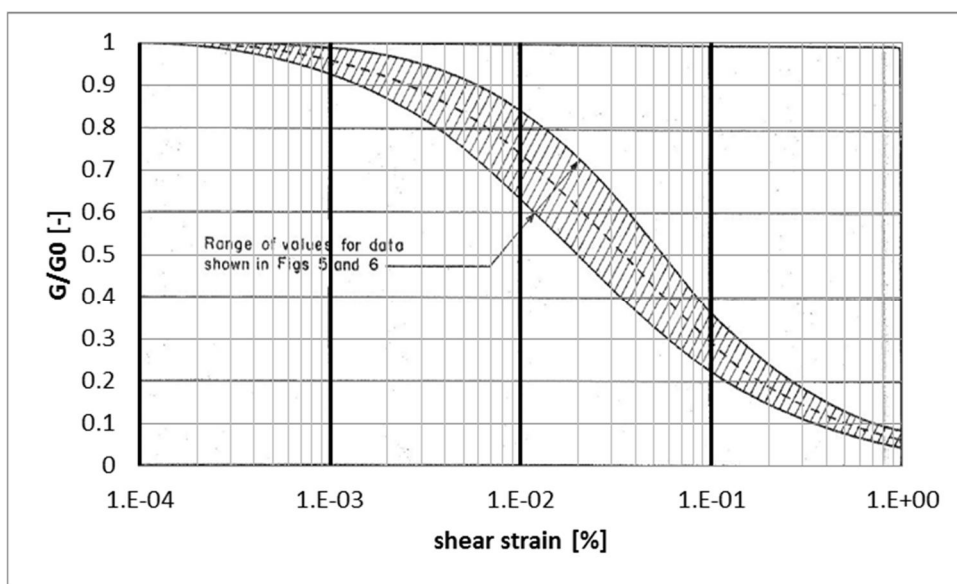
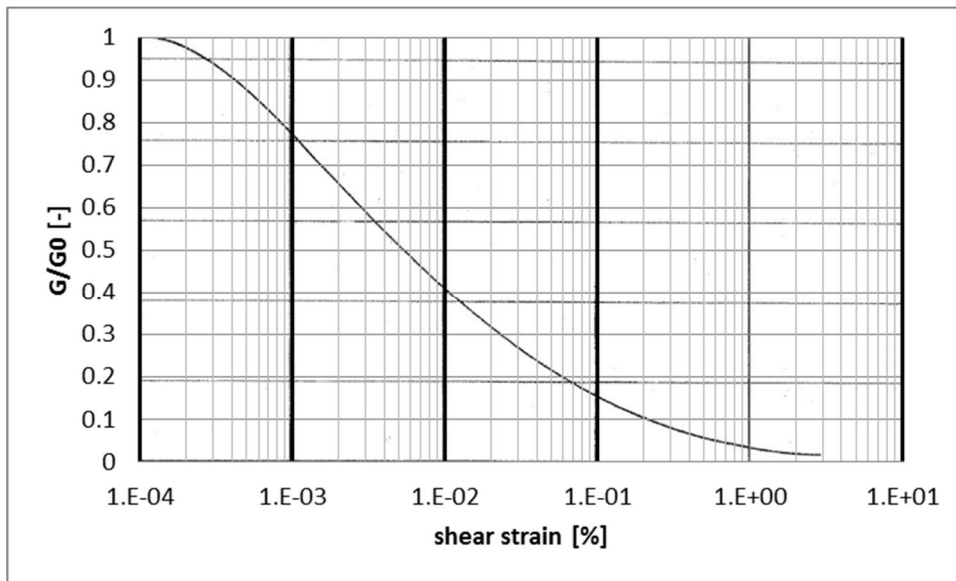


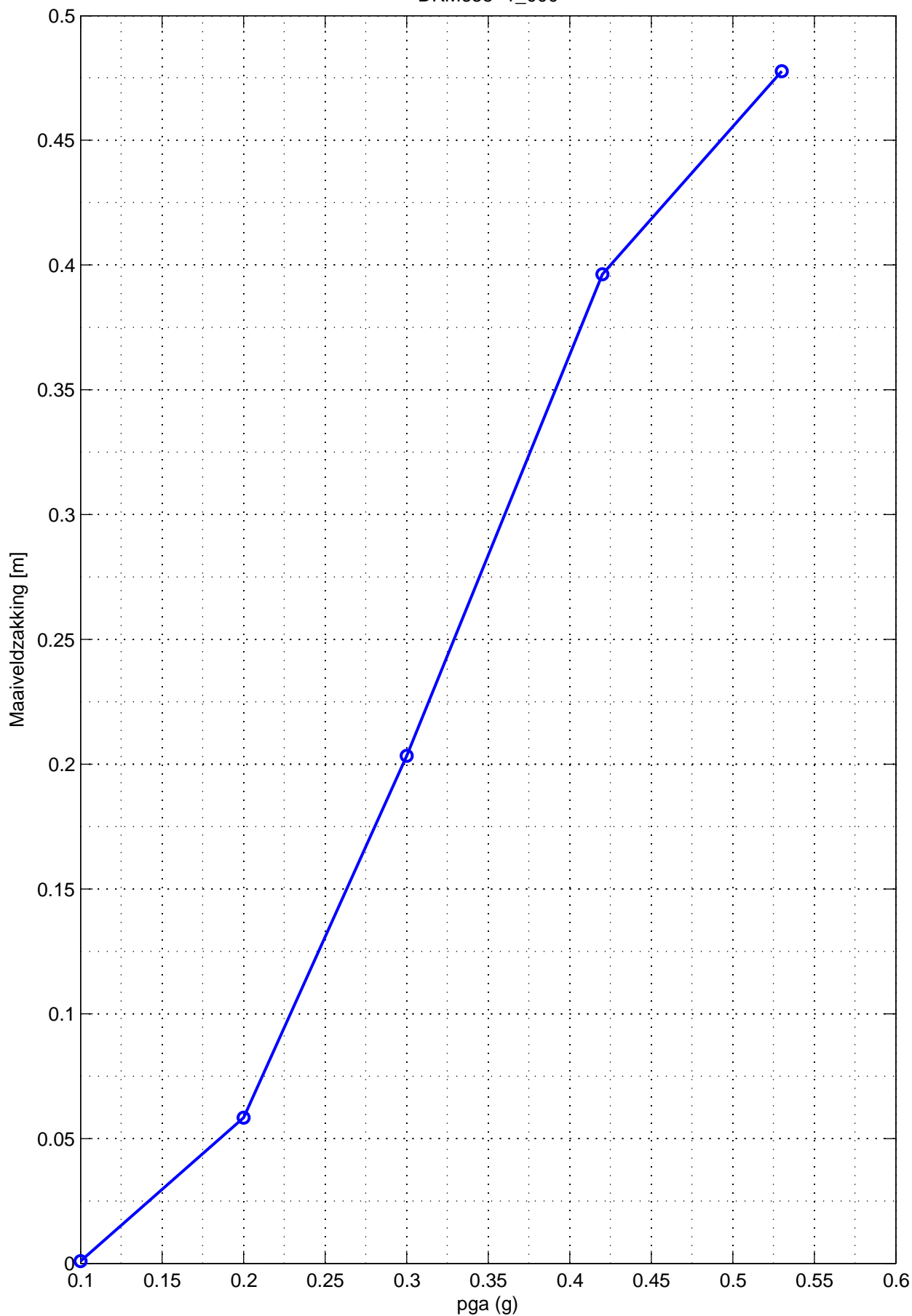
Fig.15 DAMPING RATIOS FOR SATURATED CLAYS.





J Effect verweking – wateroverspanning - zakking

DKM655-1_000



Stieltjesweg 2, 2628 CK DELFT
Postbus 69, 2600 AB DELFT

Telefoon (015) 269 35 00
Telefax (015) 261 08 21

Homepage:
www.geodelft.nl

datum
2015-03-20

get.
lange

Zakking door verdichting als functie van de pga
file: DKM655-1_000.GEF

1210484

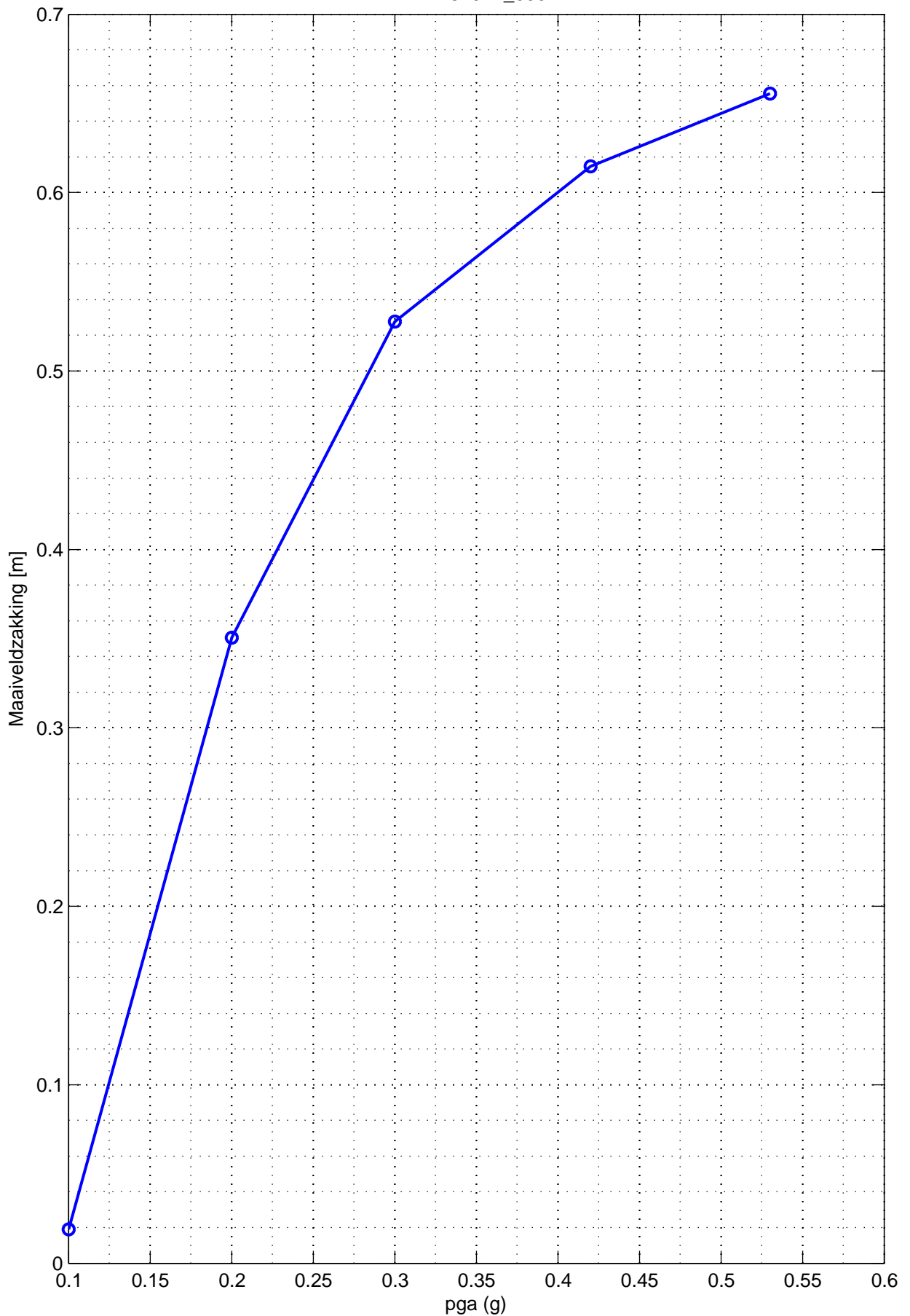
gez.
meij

Verwekingsgevoeligheid WindTrack-mast (Tennet)

BIJL. H1

form.
A4

DKM670-1_000



Stieltjesweg 2, 2628 CK DELFT
Postbus 69, 2600 AB DELFT

Telefoon (015) 269 35 00
Telefax (015) 261 08 21

Homepage:
www.geodelft.nl

datum
2015-03-20

get.
lange

Zakking door verdichting als functie van de pga
file: DKM670-1_000.GEF

1210484

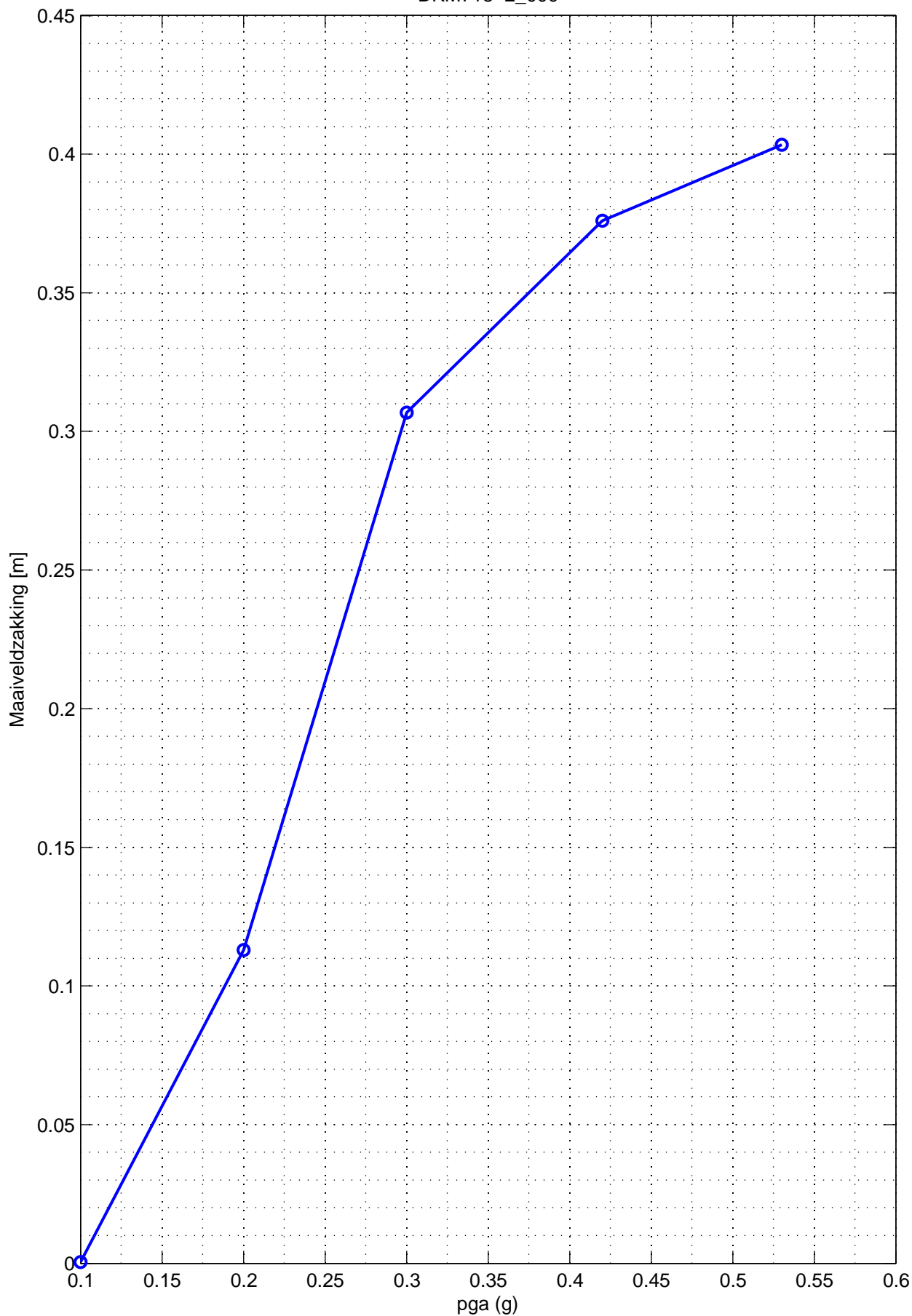
gez.
meij

Verwekingsgevoeligheid WindTrack-mast (Tennet)

BIJL. H2

form.
A4

DKM718-2_000



Stieltjesweg 2, 2628 CK DELFT
Postbus 69, 2600 AB DELFT

Telefoon (015) 269 35 00
Telefax (015) 261 08 21

Homepage:
www.geodelft.nl

datum	2015-03-20	get. lange
-------	------------	---------------

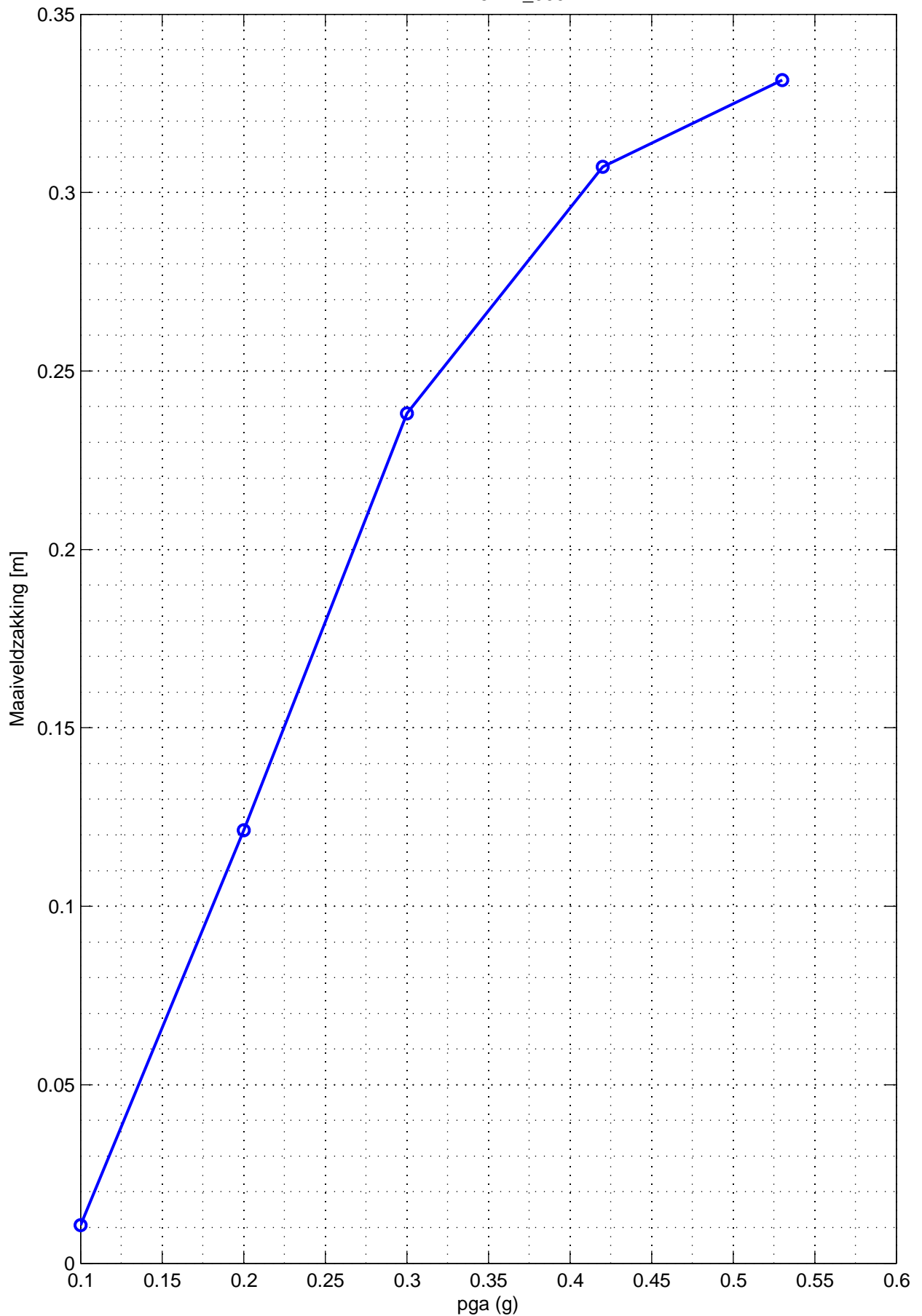
Zakking door verdichting als functie van de pga
file: DKM718-2_000.GEF

1210484	gez. meij
---------	--------------

Verwekingsgevoeligheid WindTrack-mast (Tennet)

BIJL. H3	form. A4
----------	-------------

DKPM751-1_000



Stieltjesweg 2, 2628 CK DELFT
Postbus 69, 2600 AB DELFT

Telefoon (015) 269 35 00
Telefax (015) 261 08 21

Homepage:
www.geodelft.nl

datum
2015-03-20

get.
lange

Zakking door verdichting als functie van de pga
file: DKPM751-1_000.GEF

1210484

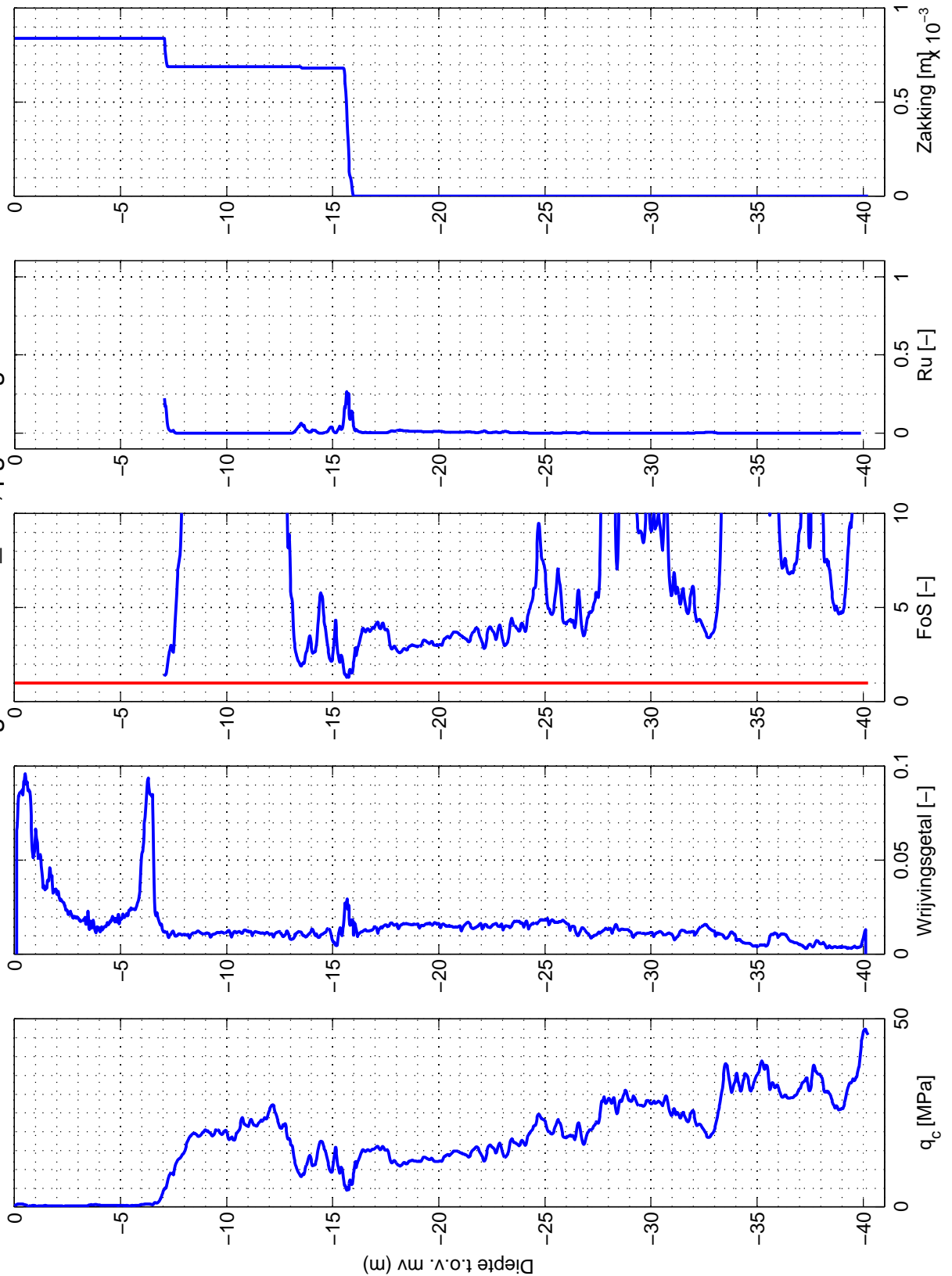
gez.
meij

Verwekingsgevoeligheid WindTrack-mast (Tennet)

BIJL. H4

form.
A4

sondering: DKM655-1_000; pga=0.1g



Stieltjesweg 2, 2628 CK DELFT
Postbus 69, 2600 AB DELFT

Telefoon (015) 269 35 00
Telefax (015) 261 08 21

Homepage:
www.geodelft.nl

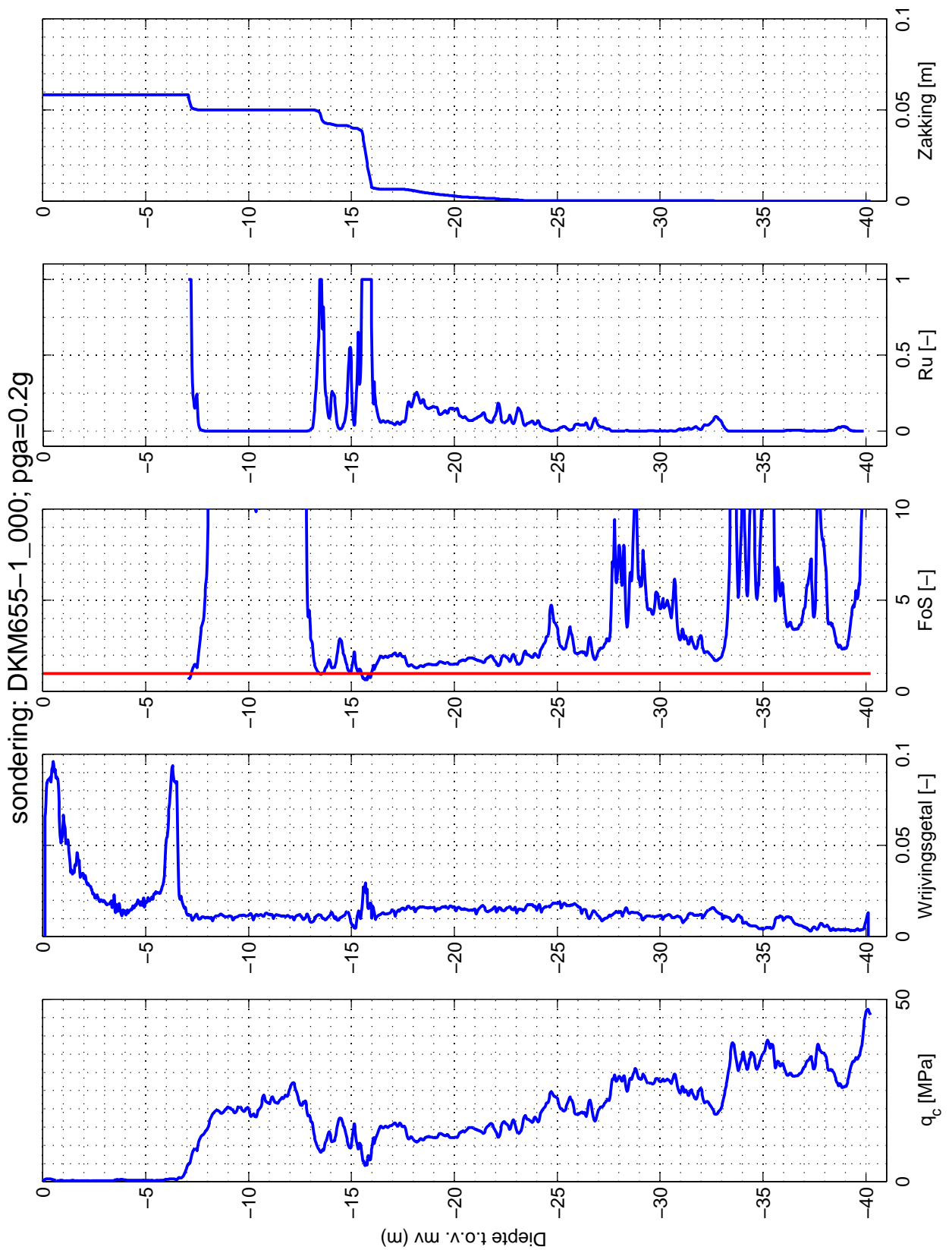
datum	2015-03-20	get. lange
-------	------------	------------

Veiligheid tegen verweking en zakking door verdichting
file: DKM655-1_000.GEF

1210484	gez. mej
---------	----------

Verwekingsgevoeligheid WindTrack-mast (Tennet)

BIJL. G01	form. A4
-----------	----------



Stieltjesweg 2, 2628 CK DELFT
Postbus 69, 2600 AB DELFT

Telefoon (015) 269 35 00
Telefax (015) 261 08 21

Homepage:
www.geodelft.nl

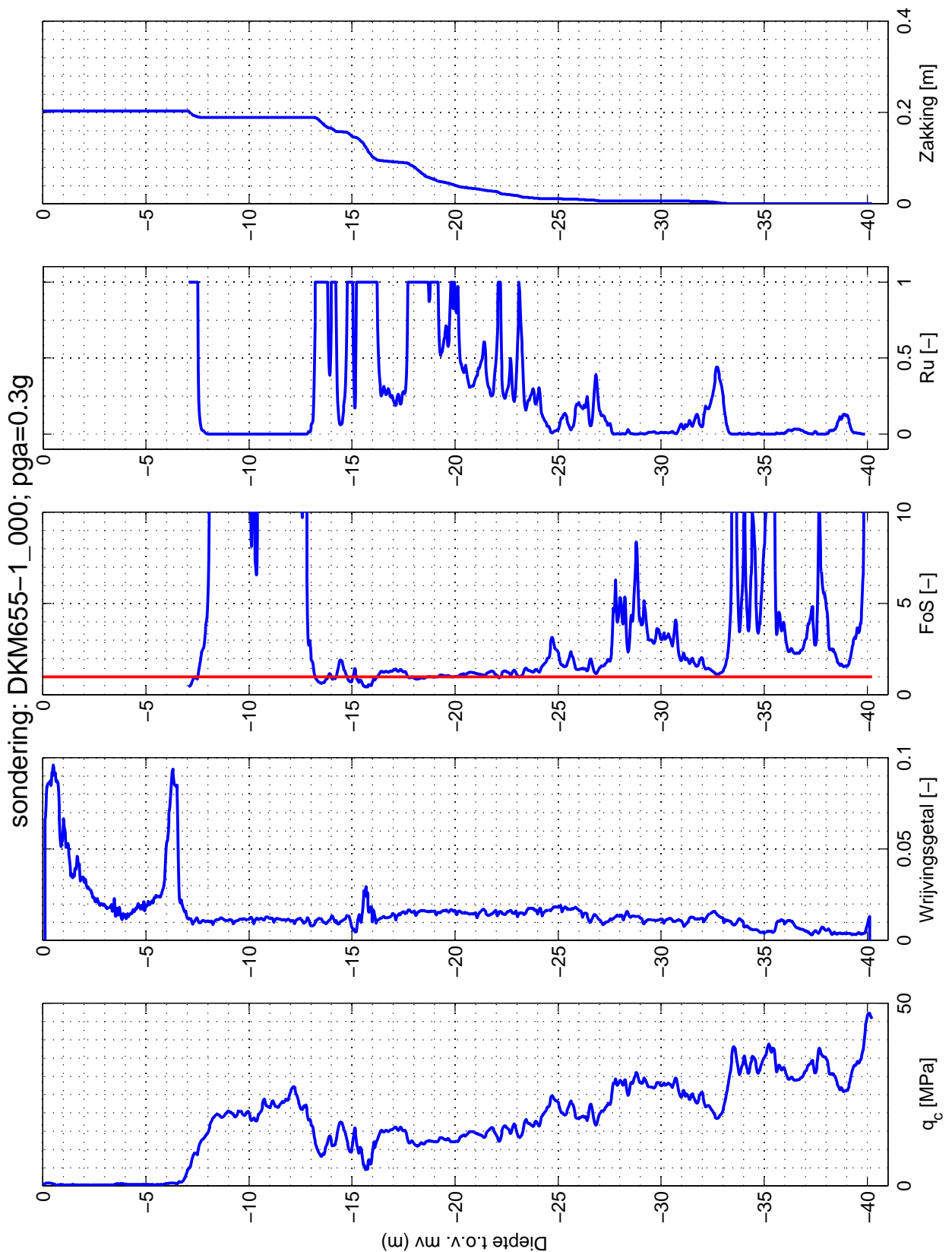
datum	2015-03-20	get. lange
-------	------------	------------

Veiligheid tegen verweking en zakking door verdichting
file: DKM655-1_000.GEF

1210484	gez. mej
---------	----------

Verwekingsgevoeligheid WindTrack-mast (Tennet)

BIJL. G02	form. A4
-----------	----------



sondering: DKM655-1_000; pga=0.3g



Stieltjesweg 2, 2628 CK DELFT
Postbus 69, 2600 AB DELFT

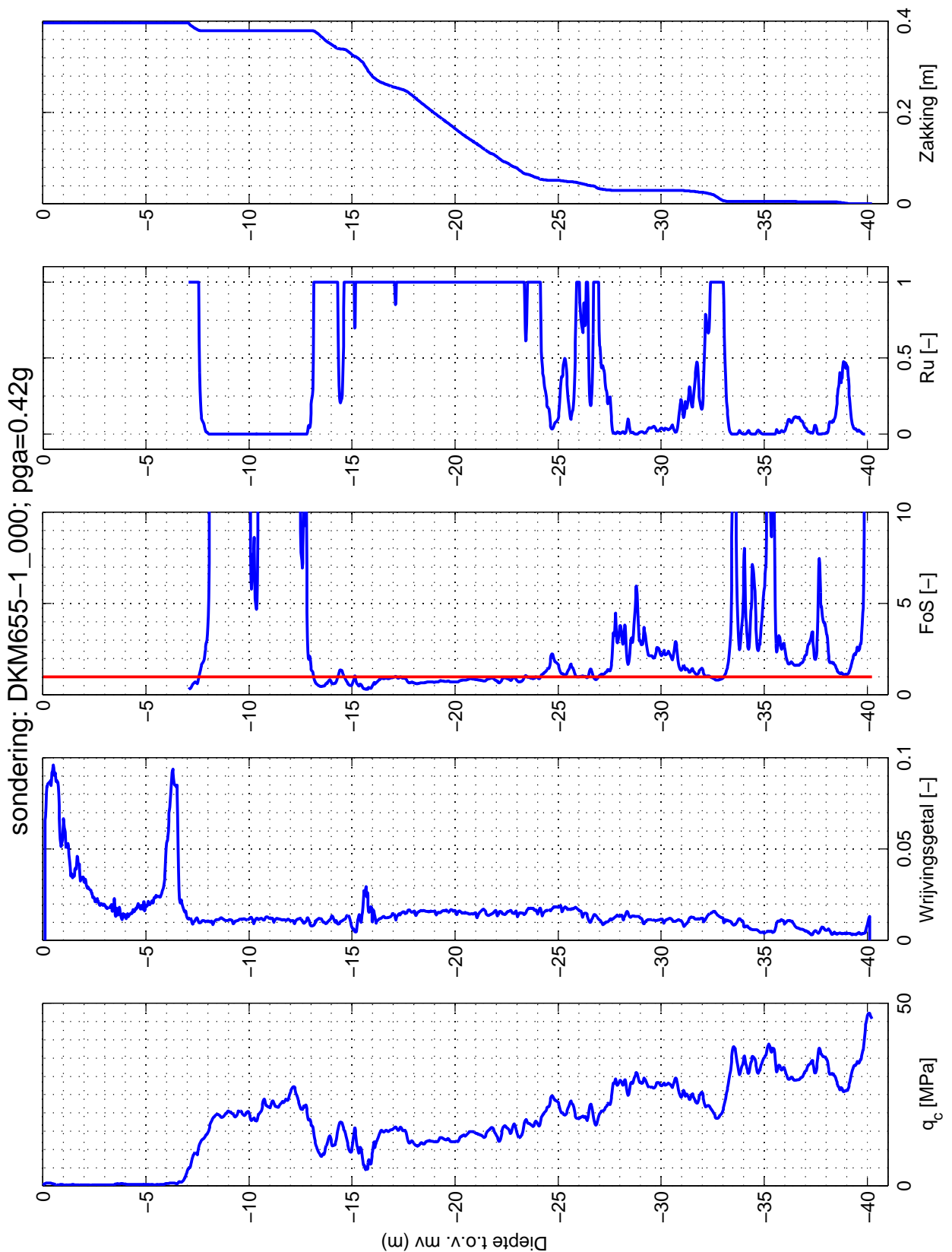
Telefoon (015) 269 35 00
Telefax (015) 261 08 21

Homepage:
www.geodelft.nl

datum	2015-03-20	get. lange
-------	------------	------------

Veiligheid tegen verweking en zakking door verdichting
file: DKM655-1_000.GEF
Verwekingsgevoeligheid WindTrack-mast (Tennet)

1210484	gez. meij
BIJL. G03	form. A4



Stieltjesweg 2, 2628 CK DELFT
Postbus 69, 2600 AB DELFT

Telefoon (015) 269 35 00
Telefax (015) 261 08 21

Homepage:
www.geodelft.nl

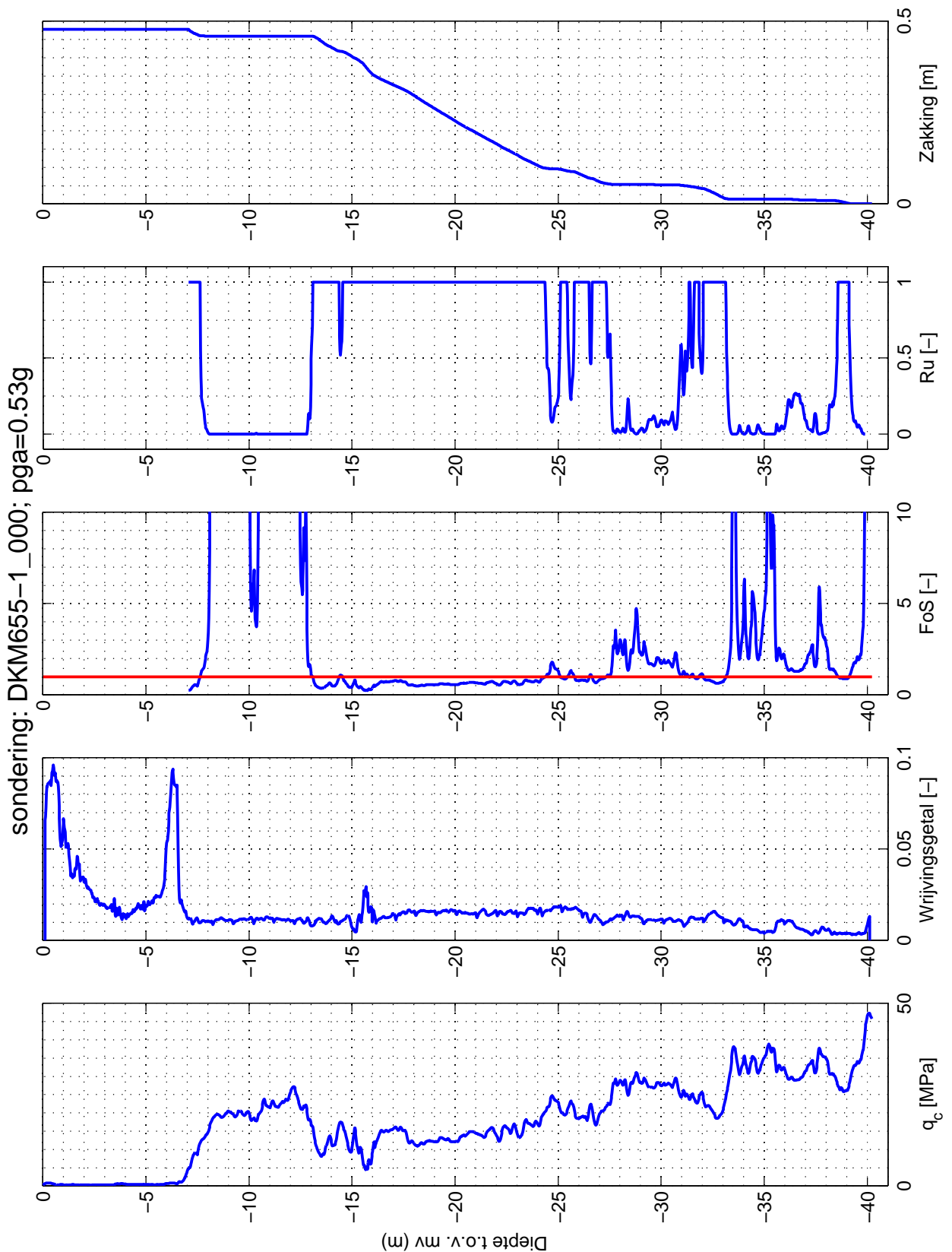
datum	2015-03-20	get. lange
-------	------------	---------------

Veiligheid tegen verweking en zakking door verdichting
file: DKM655-1_000.GEF

1210484	gez. meij
---------	--------------

Verwekingsgevoeligheid WindTrack-mast (Tennet)

BIJL. G04	form. A4
-----------	-------------



Stieltjesweg 2, 2628 CK DELFT
Postbus 69, 2600 AB DELFT

Telefoon (015) 269 35 00
Telefax (015) 261 08 21

Homepage:
www.geodelft.nl

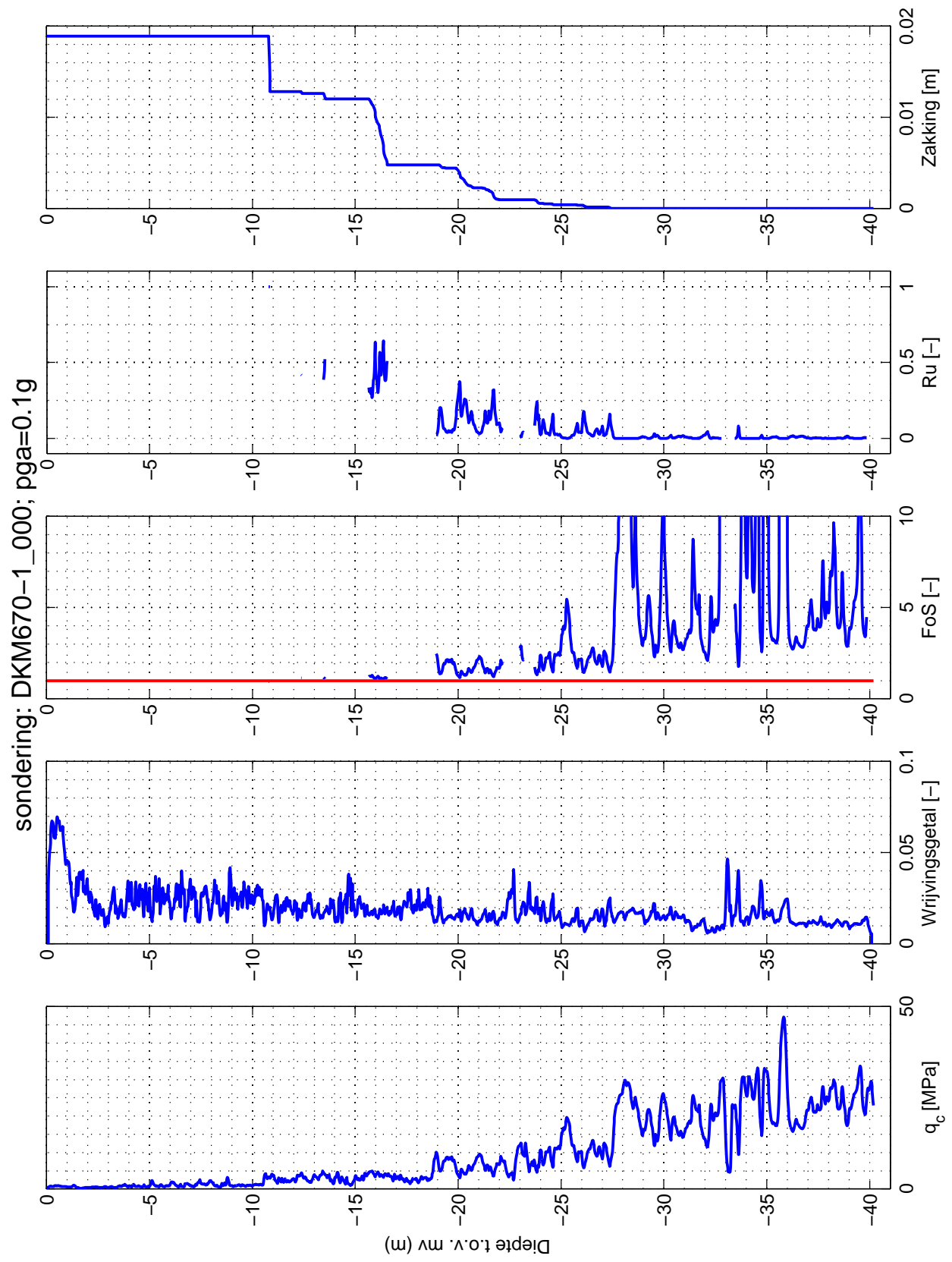
datum	2015-03-20	get. lange
-------	------------	---------------

Veiligheid tegen verweking en zakking door verdichting
file: DKM655-1_000.GEF

1210484	gez. meij
---------	--------------

Verwekingsgevoeligheid WindTrack-mast (Tennet)

BIJL. G05	form. A4
-----------	-------------



sondering: DKM670-1_000; pga=0.1g



Stieltjesweg 2, 2628 CK DELFT
Postbus 69, 2600 AB DELFT

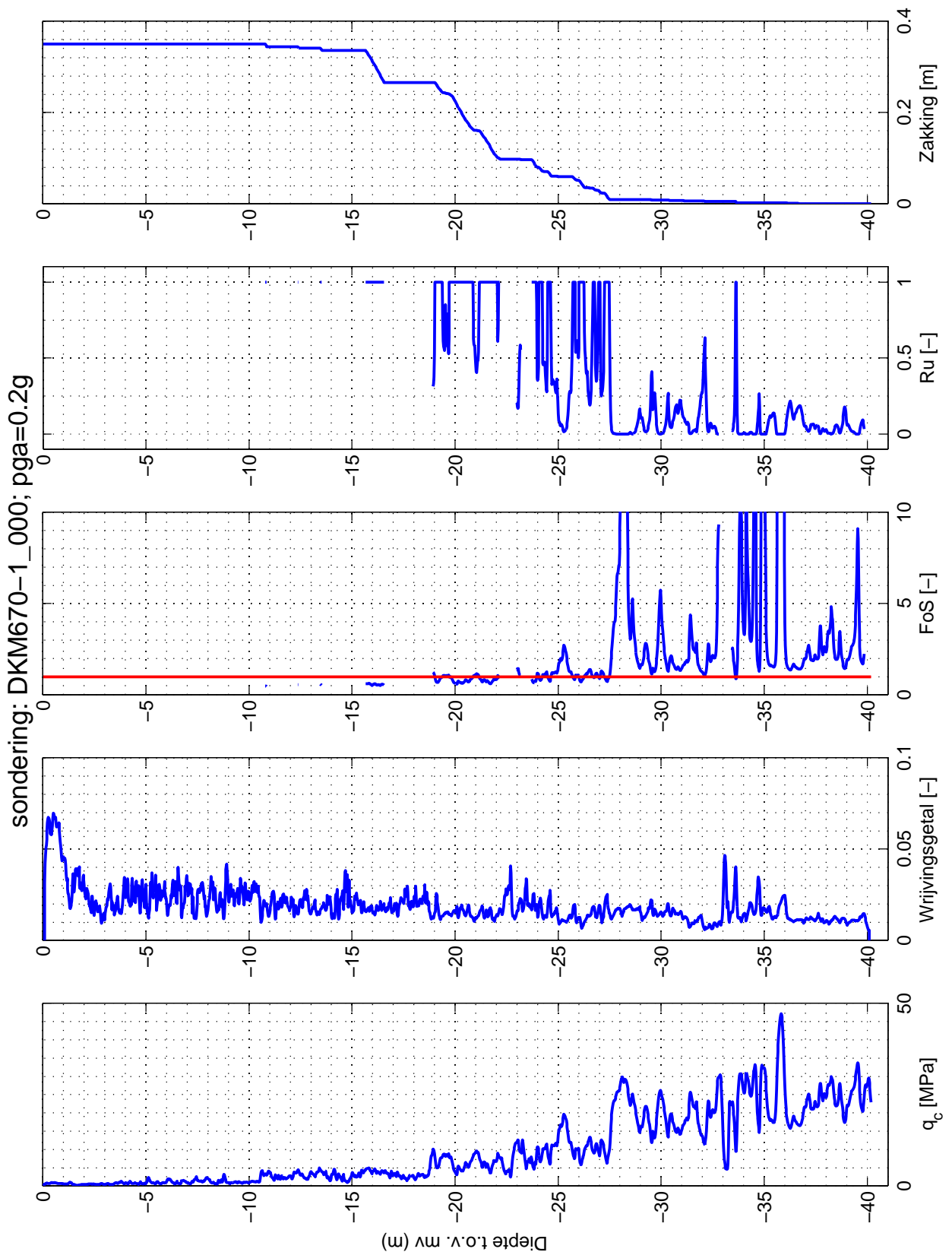
Telefoon (015) 269 35 00
Telefax (015) 261 08 21

Homepage:
www.geodelft.nl

datum	2015-03-20	get. lange
-------	------------	------------

Veiligheid tegen verweking en zakking door verdichting
file: DKM670-1_000.GEF
Verwekingsgevoeligheid WindTrack-mast (Tennet)

1210484	gez. mej
BIJL. G06	form. A4



Stieltjesweg 2, 2628 CK DELFT
Postbus 69, 2600 AB DELFT

Telefoon (015) 269 35 00
Telefax (015) 261 08 21

Homepage:
www.geodelft.nl

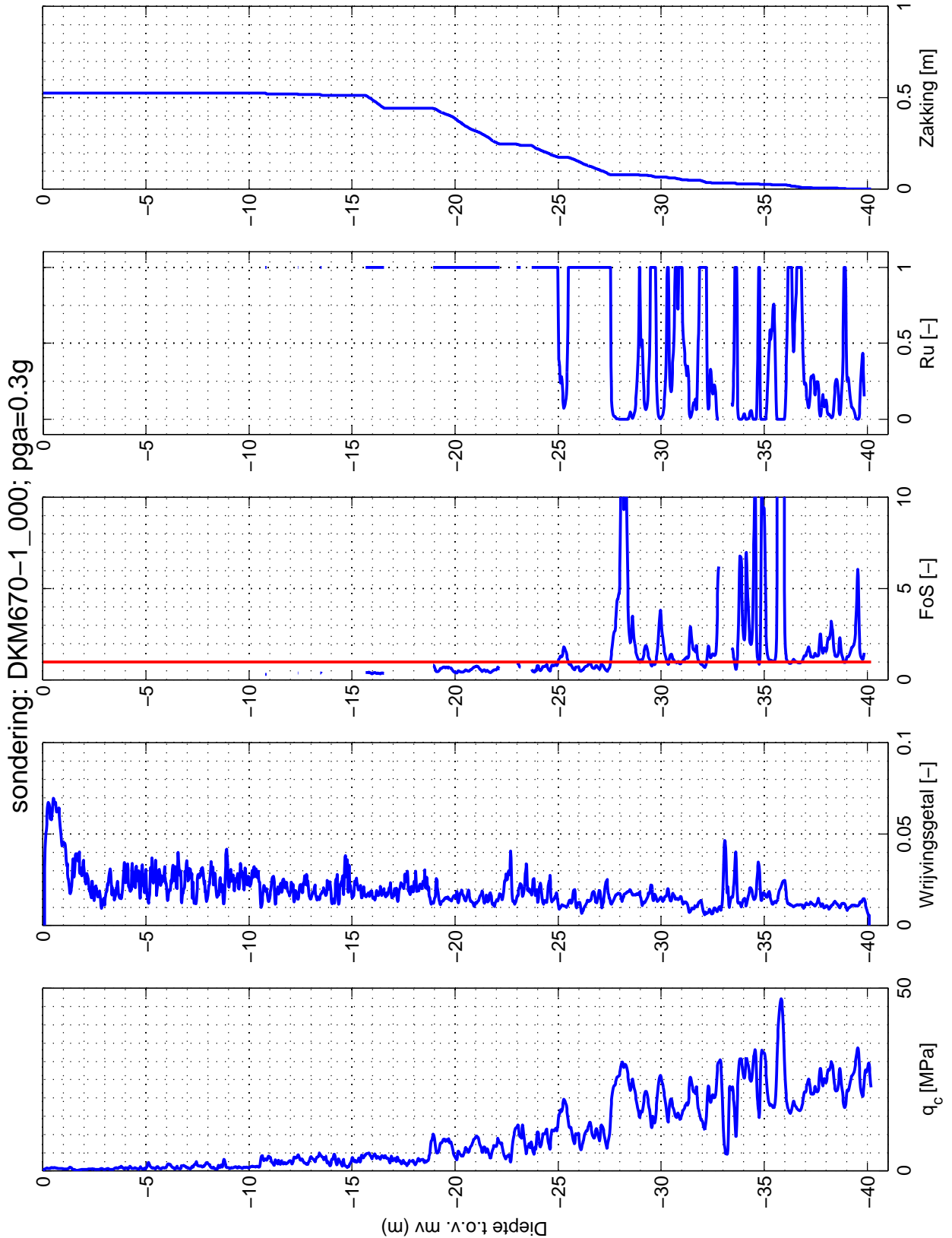
datum	2015-03-20	get. lange
-------	------------	------------

Veiligheid tegen verweking en zakking door verdichting
file: DKM670-1_000.GEF

1210484	gez. meij
---------	-----------

Verwekingsgevoeligheid WindTrack-mast (Tennet)

BIJL. G07	form. A4
-----------	----------



Stieltjesweg 2, 2628 CK DELFT
Postbus 69, 2600 AB DELFT

Telefoon (015) 269 35 00
Telefax (015) 261 08 21

Homepage:
www.geodelft.nl

datum	2015-03-20	get. lange
-------	------------	---------------

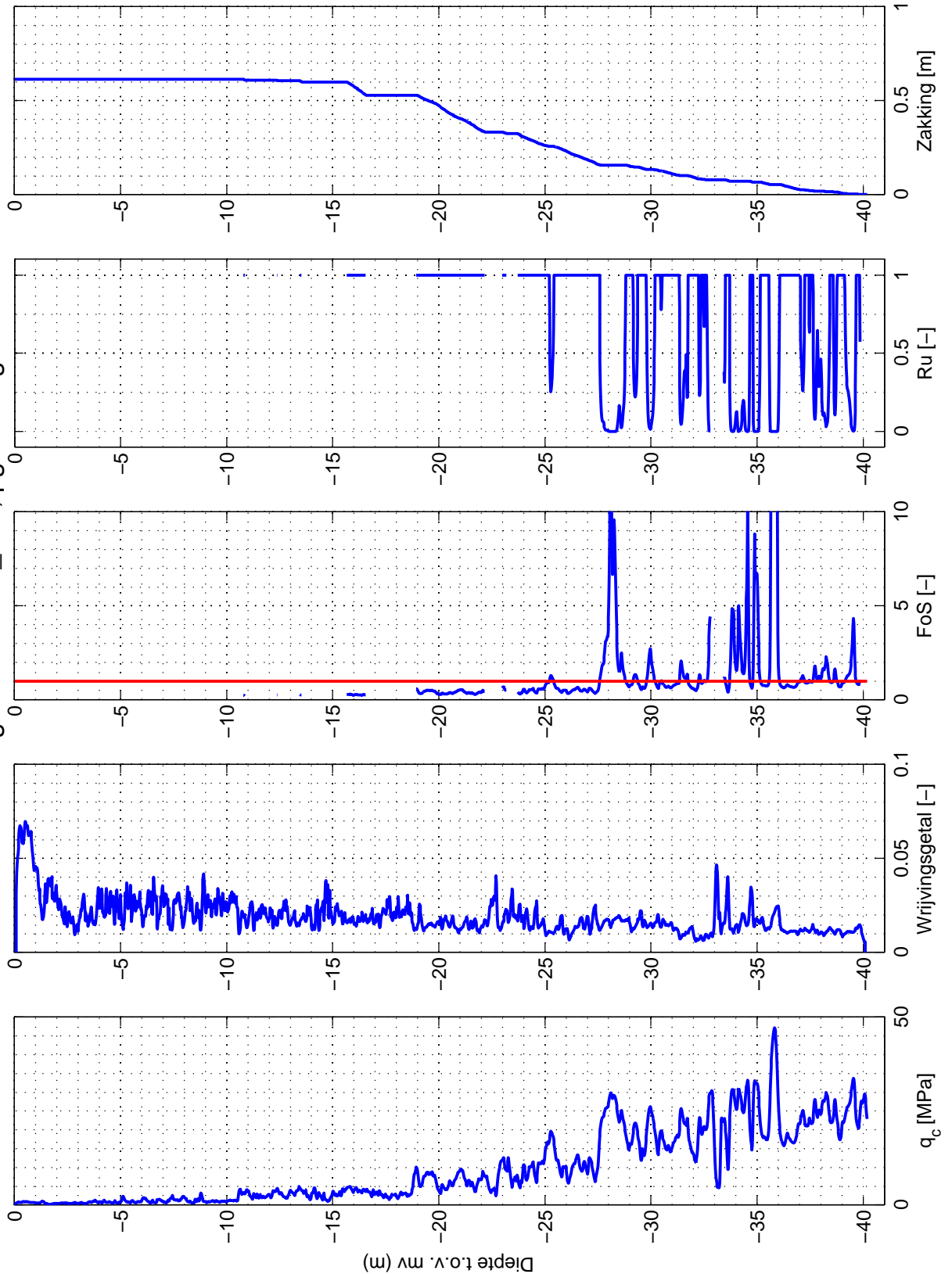
Veiligheid tegen verweking en zakking door verdichting
file: DKM670-1_000.GEF

1210484	gez. meij
---------	--------------

Verwekingsgevoeligheid WindTrack-mast (Tennet)

BIJL. G08	form. A4
-----------	-------------

sondering: DKM670-1_000; pga=0.42g



Stieltjesweg 2, 2628 CK DELFT
Postbus 69, 2600 AB DELFT

Telefoon (015) 269 35 00
Telefax (015) 261 08 21

Homepage:
www.geodelft.nl

datum	2015-03-20	get. lange
-------	------------	------------

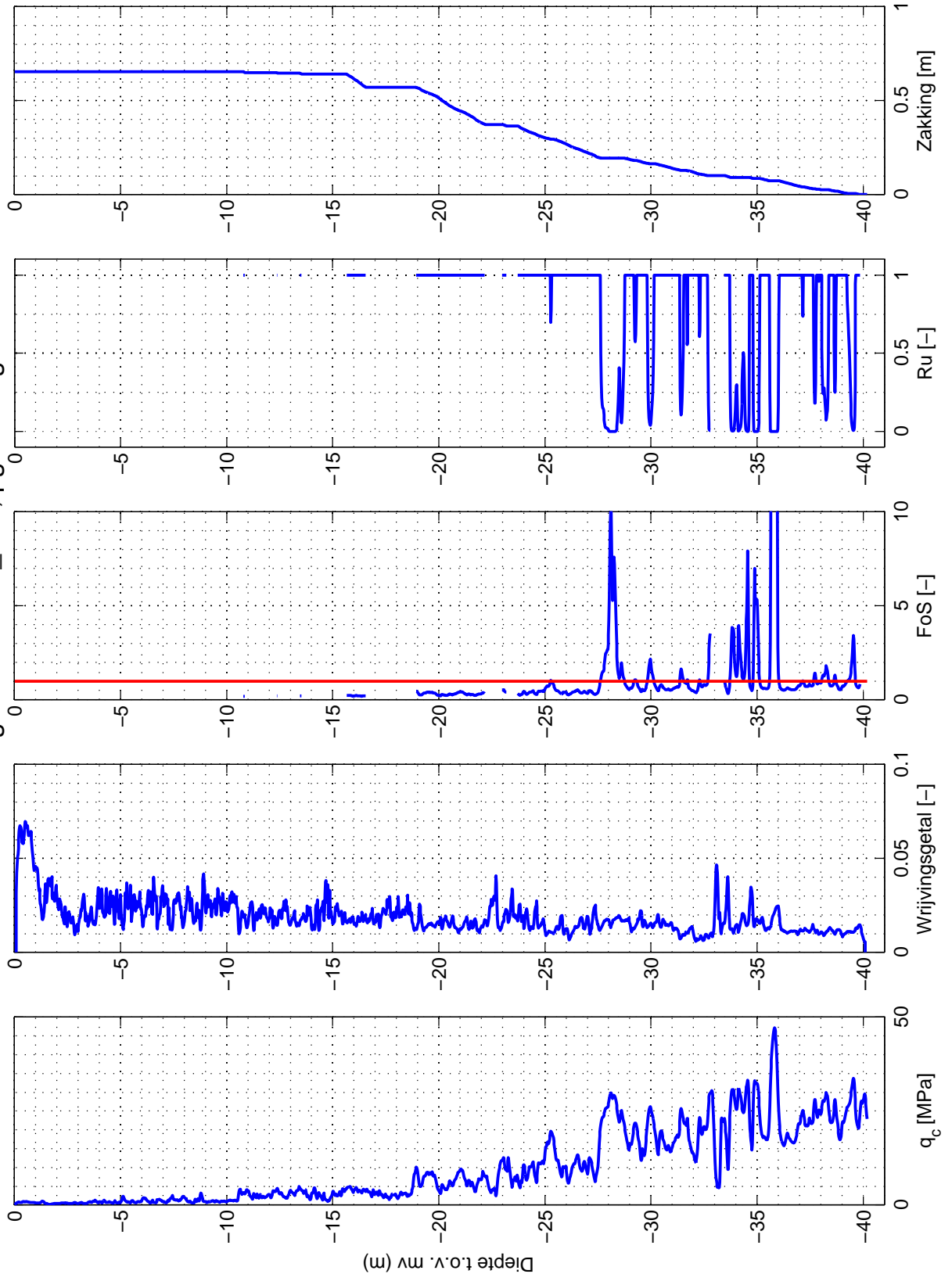
Veiligheid tegen verweking en zakking door verdichting
file: DKM670-1_000.GEF

1210484	gez. meij
---------	-----------

Verwekingsgevoeligheid WindTrack-mast (Tennet)

BIJL. G09	form. A4
-----------	----------

sondering: DKM670-1_000; pga=0.53g



Stieltjesweg 2, 2628 CK DELFT
Postbus 69, 2600 AB DELFT

Telefoon (015) 269 35 00
Telefax (015) 261 08 21

Homepage:
www.geodelft.nl

datum	2015-03-20	get. lange
-------	------------	------------

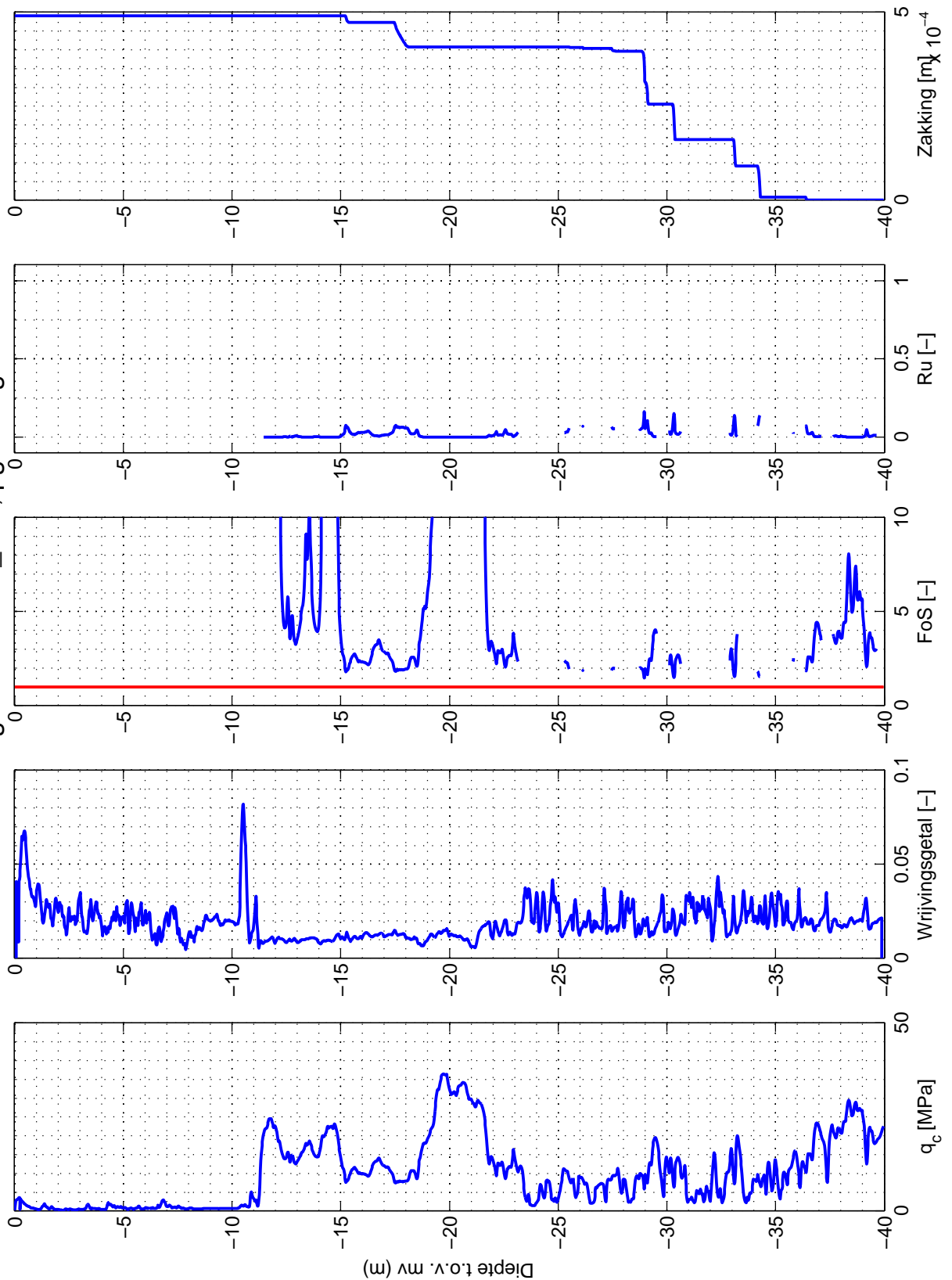
Veiligheid tegen verweking en zakking door verdichting
file: DKM670-1_000.GEF

1210484	gez. mej
---------	----------

Verwekingsgevoeligheid WindTrack-mast (Tennet)

BIJL. G10	form. A4
-----------	----------

sondering: DKM718-2_000; pga=0.1g



Stieltjesweg 2, 2628 CK DELFT
Postbus 69, 2600 AB DELFT

Telefoon (015) 269 35 00
Telefax (015) 261 08 21

Homepage:
www.geodelft.nl

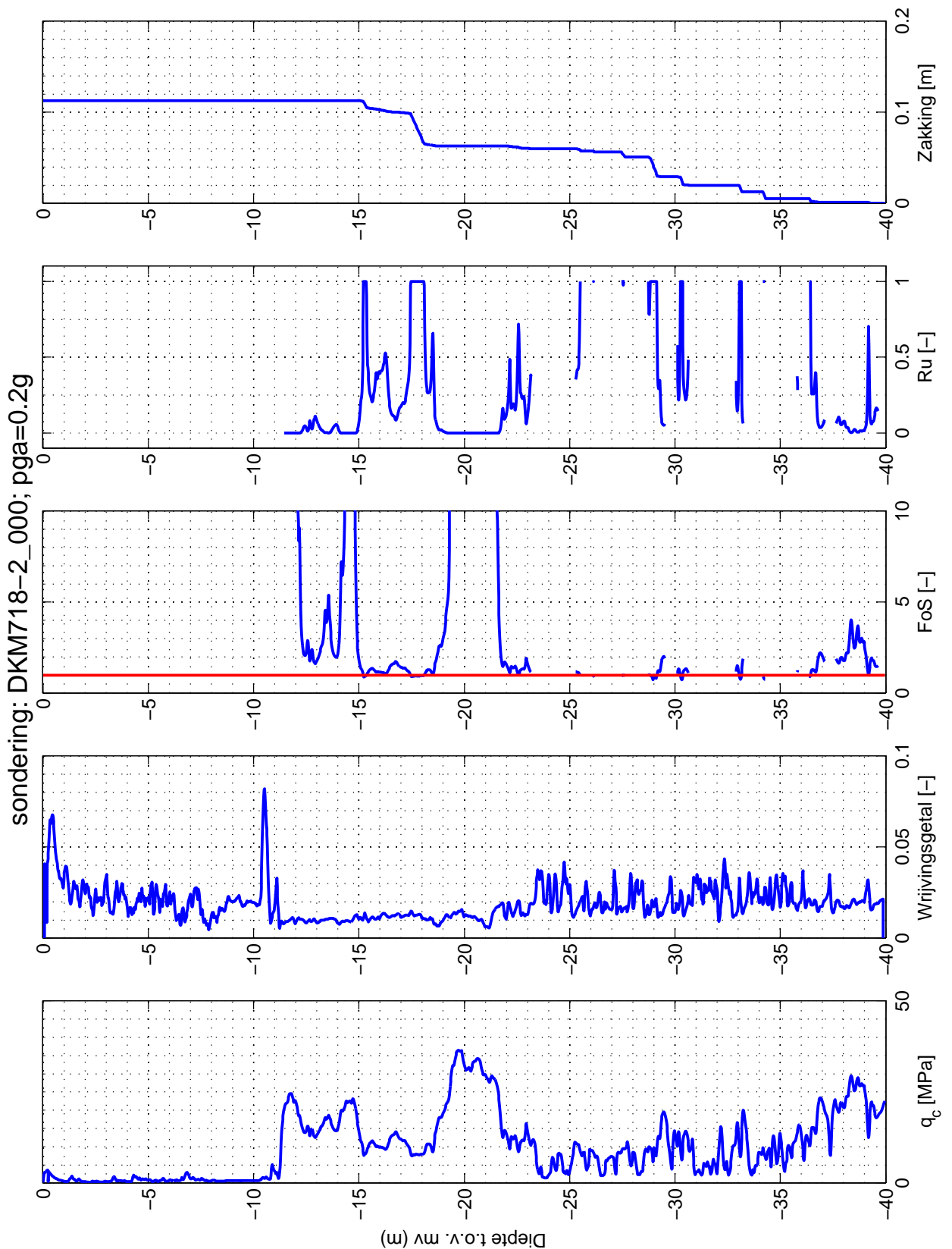
datum	2015-03-20	get. lange
-------	------------	---------------

Veiligheid tegen verweking en zakking door verdichting
file: DKM718-2_000.GEF

1210484	gez. meij
---------	--------------

Verwekingsgevoeligheid WindTrack-mast (Tennet)

BIJL. G11	form. A4
-----------	-------------



Stieltjesweg 2, 2628 CK DELFT
Postbus 69, 2600 AB DELFT

Telefoon (015) 269 35 00
Telefax (015) 261 08 21

Homepage:
www.geodelft.nl

datum
2015-03-20

get.
lange

Veiligheid tegen verweking en zakking door verdichting
file: DKM718-2_000.GEF

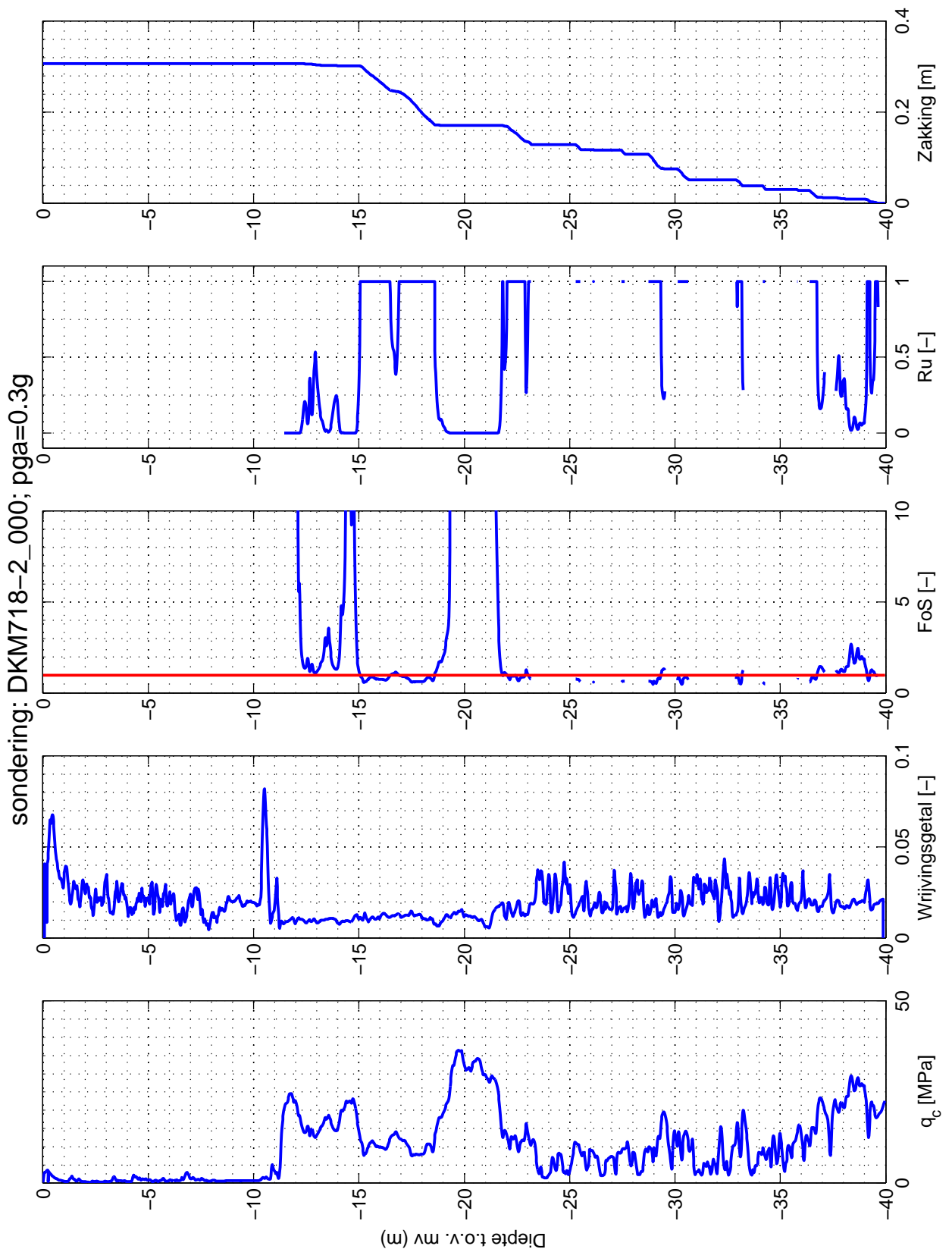
1210484

gez.
meij

Verwekingsgevoeligheid WindTrack-mast (Tennet)

BIJL. G12

form.
A4



Stieltjesweg 2, 2628 CK DELFT
Postbus 69, 2600 AB DELFT

Telefoon (015) 269 35 00
Telefax (015) 261 08 21

Homepage:
www.geodelft.nl

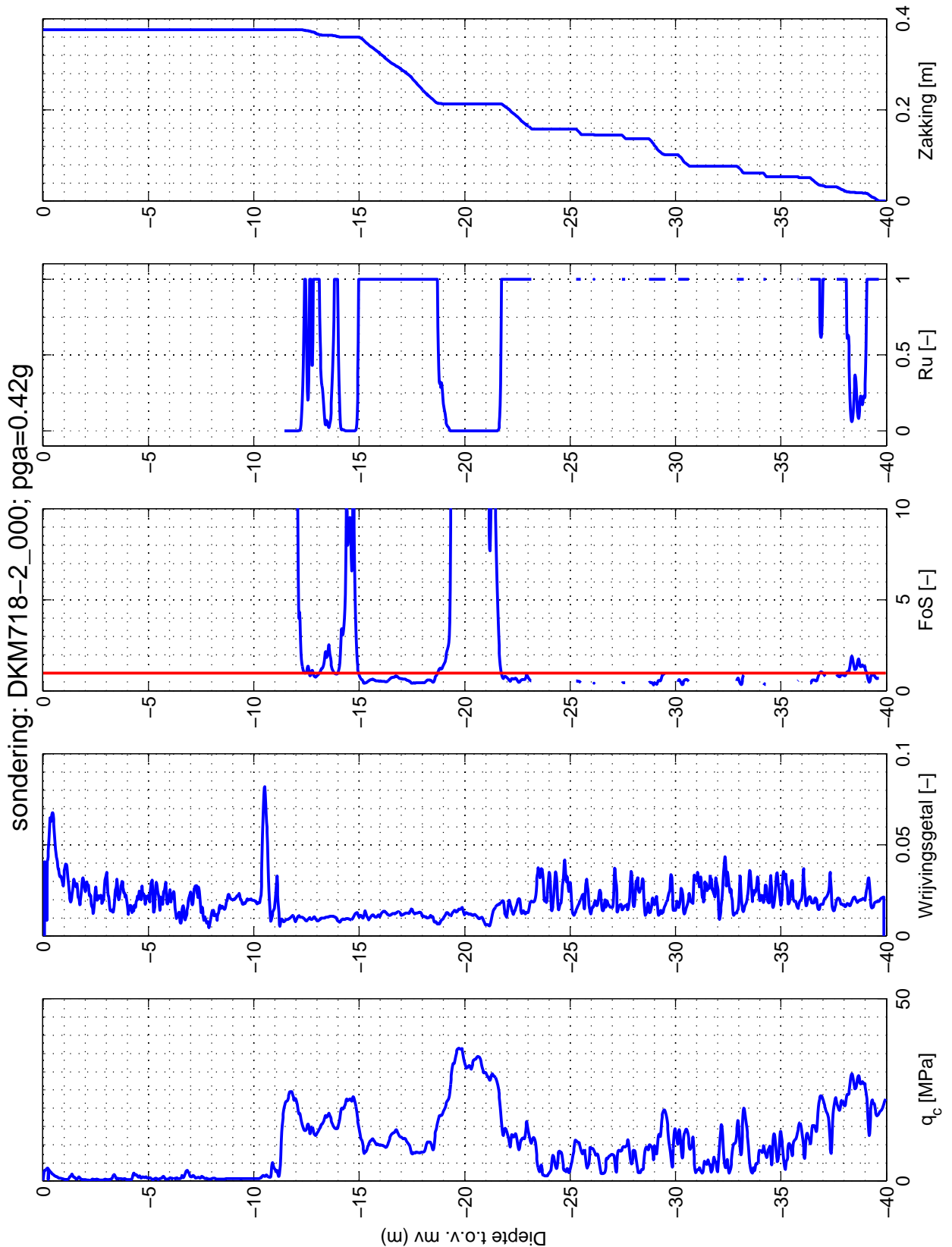
datum	2015-03-20	get. lange
-------	------------	---------------

Veiligheid tegen verweking en zakking door verdichting
file: DKM718-2_000.GEF

1210484	gez. meij
---------	--------------

Verwekingsgevoeligheid WindTrack-mast (Tennet)

BIJL. G13	form. A4
-----------	-------------



sondering: DKM718-2_000; pga=0.42g



Stieltjesweg 2, 2628 CK DELFT
Postbus 69, 2600 AB DELFT

Telefoon (015) 269 35 00
Telefax (015) 261 08 21

Homepage:
www.geodelft.nl

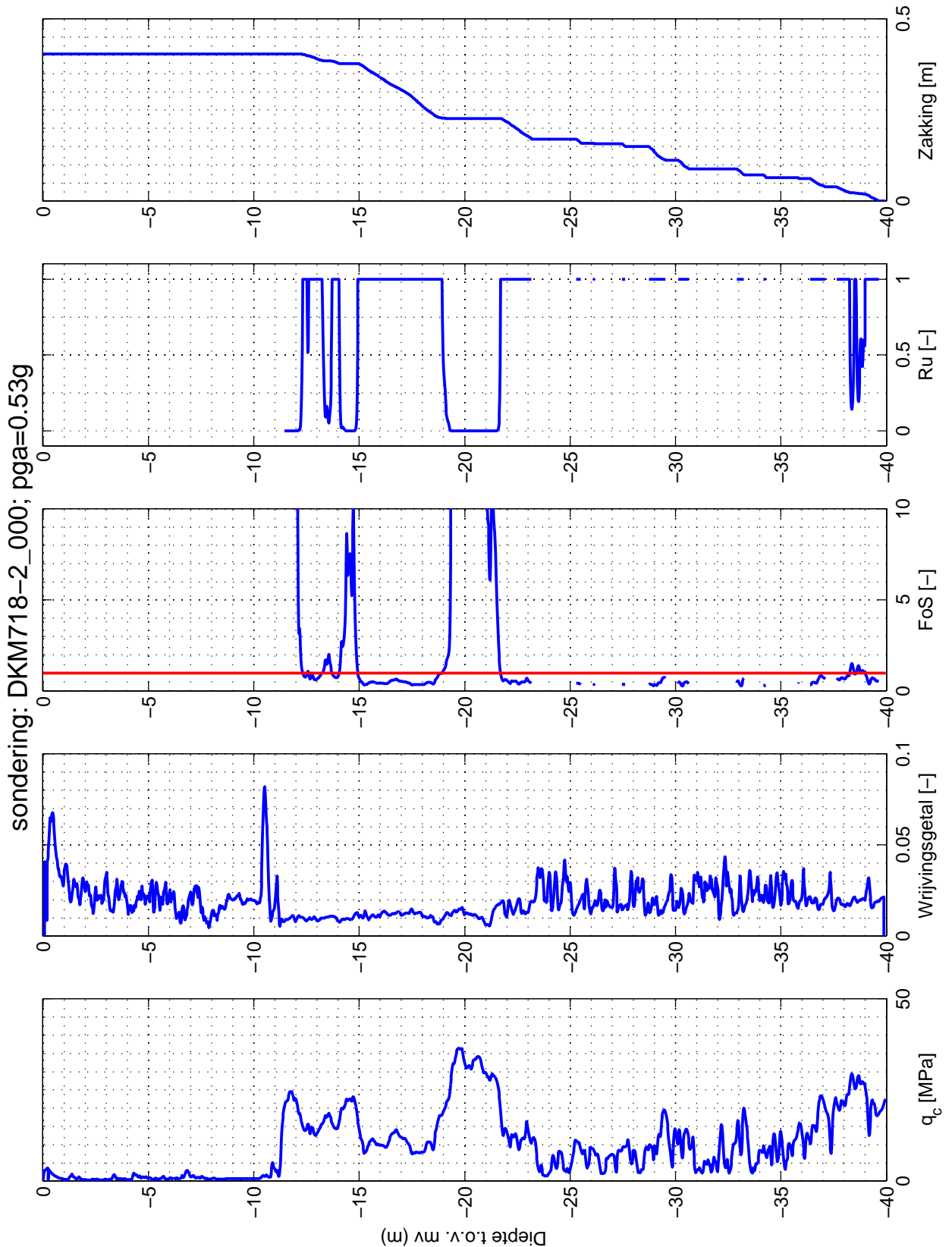
datum	2015-03-20	get. lange
-------	------------	---------------

Veiligheid tegen verweking en zakking door verdichting
file: DKM718-2_000.GEF

1210484	gez. meij
---------	--------------

Verwekingsgevoeligheid WindTrack-mast (Tennet)

BIJL. G14	form. A4
-----------	-------------



sondering: DKM718-2_000; pga=0.53g



Stieltjesweg 2, 2628 CK DELFT
Postbus 69, 2600 AB DELFT

Telefoon (015) 269 35 00
Telefax (015) 261 08 21

Homepage:
www.geodelft.nl

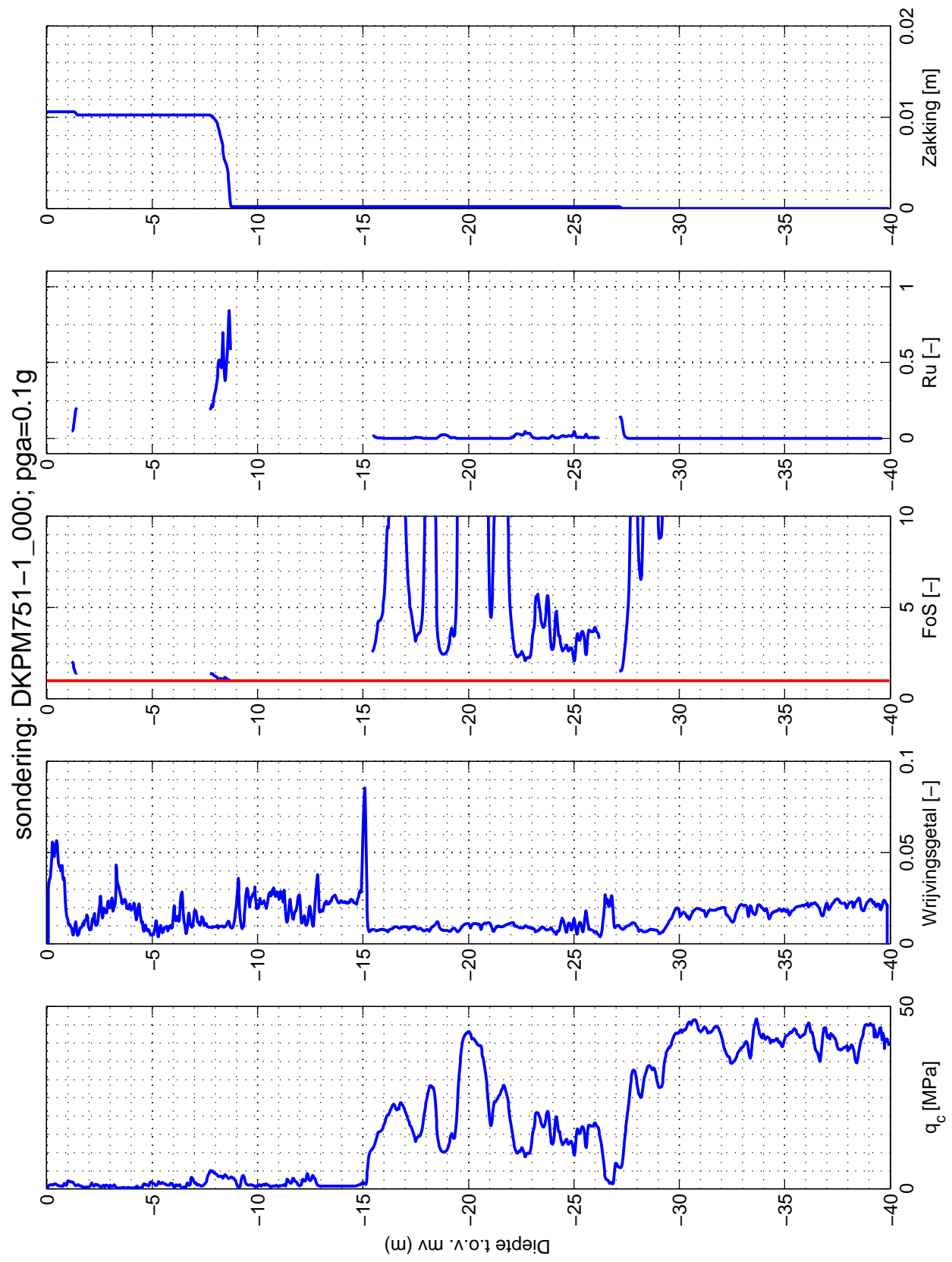
datum	2015-03-20	get. lange
-------	------------	---------------

Veiligheid tegen verweking en zakking door verdichting
file: DKM718-2_000.GEF

1210484	gez. meij
---------	--------------

Verwekingsgevoeligheid WindTrack-mast (Tennet)

BIJL. G15	form. A4
-----------	-------------



sondering: DKPM751-1_000; pga=0.1g



Stieltjesweg 2, 2628 CK DELFT
Postbus 69, 2600 AB DELFT

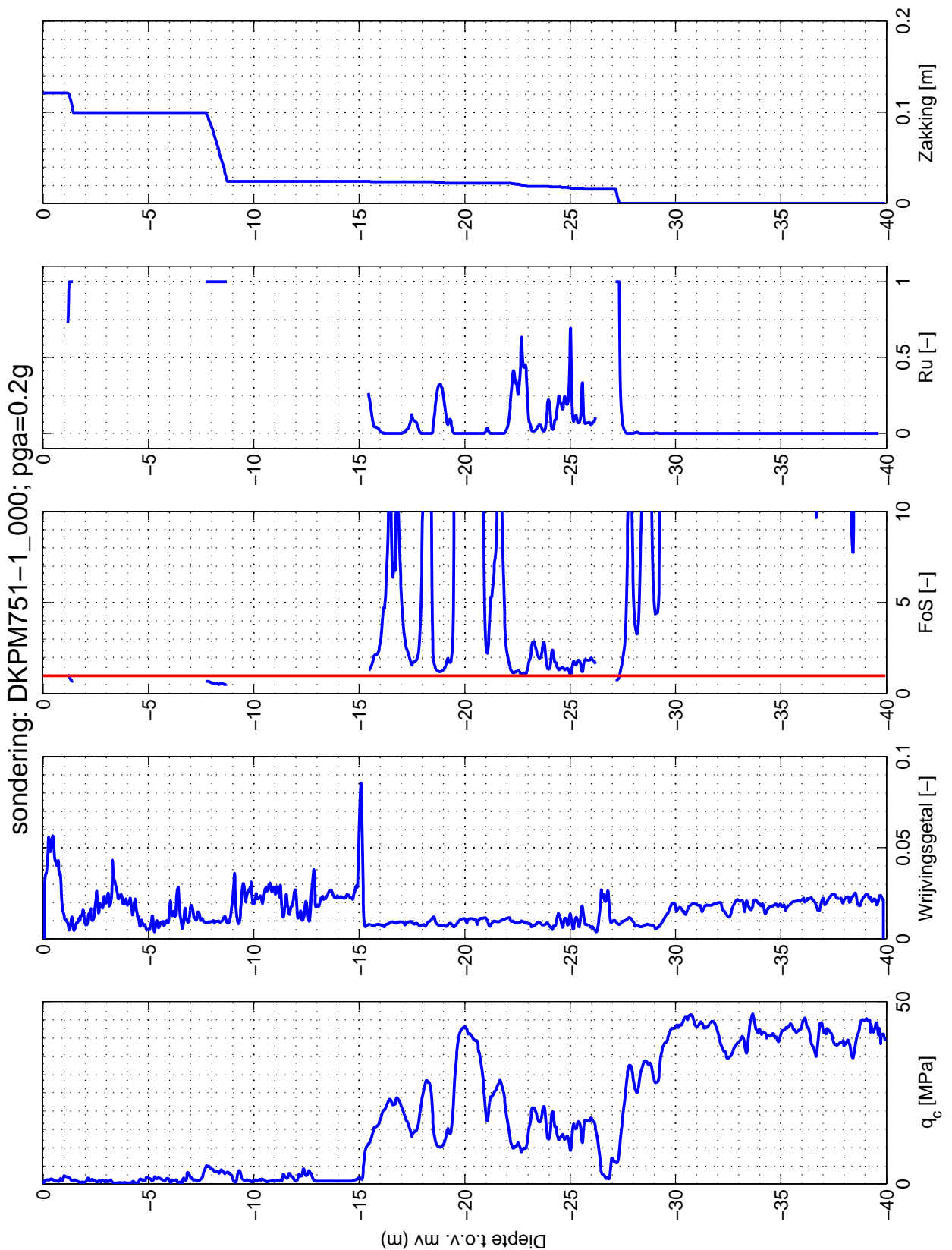
Telefoon (015) 269 35 00
Telefax (015) 261 08 21

Homepage:
www.geodelft.nl

datum	2015-03-20	get. lange
-------	------------	------------

Veiligheid tegen verweking en zakking door verdichting
file: DKPM751-1_000.GEF
Verwekingsgevoeligheid WindTrack-mast (Tennet)

1210484	gez. mej
BIJL. G16	form. A4



sondering: DKPM751-1_000; pga=0.2g



Stieltjesweg 2, 2628 CK DELFT
Postbus 69, 2600 AB DELFT

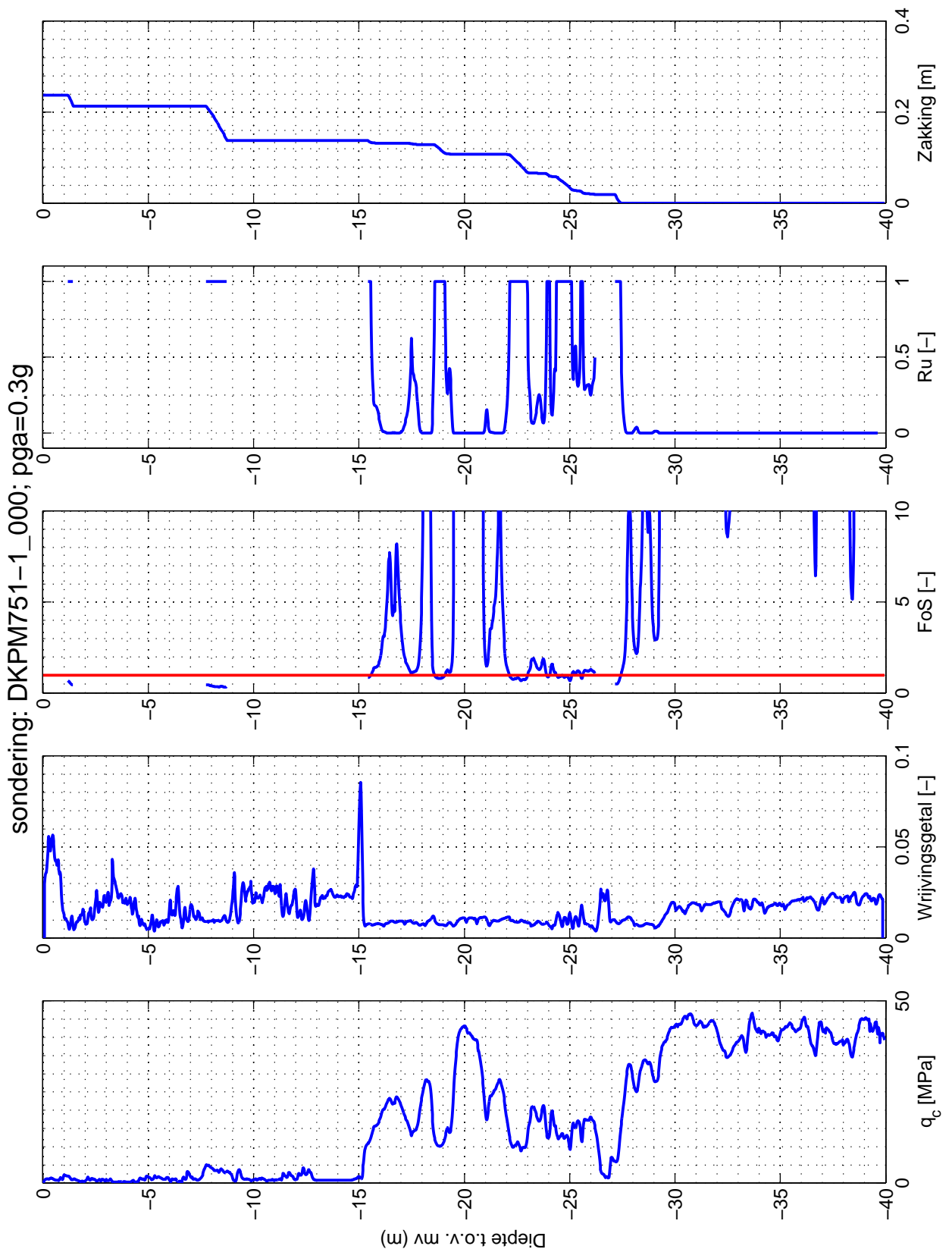
Telefoon (015) 269 35 00
Telefax (015) 261 08 21

Homepage:
www.geodelft.nl

datum	2015-03-20	get. lange
-------	------------	---------------

Veiligheid tegen verweking en zakking door verdichting
file: DKPM751-1_000.GEF
Verwekingsgevoeligheid WindTrack-mast (Tennet)

1210484	gez. meij
BIJL. G17	form. A4



Stieltjesweg 2, 2628 CK DELFT
Postbus 69, 2600 AB DELFT

Telefoon (015) 269 35 00
Telefax (015) 261 08 21

Homepage:
www.geodelft.nl

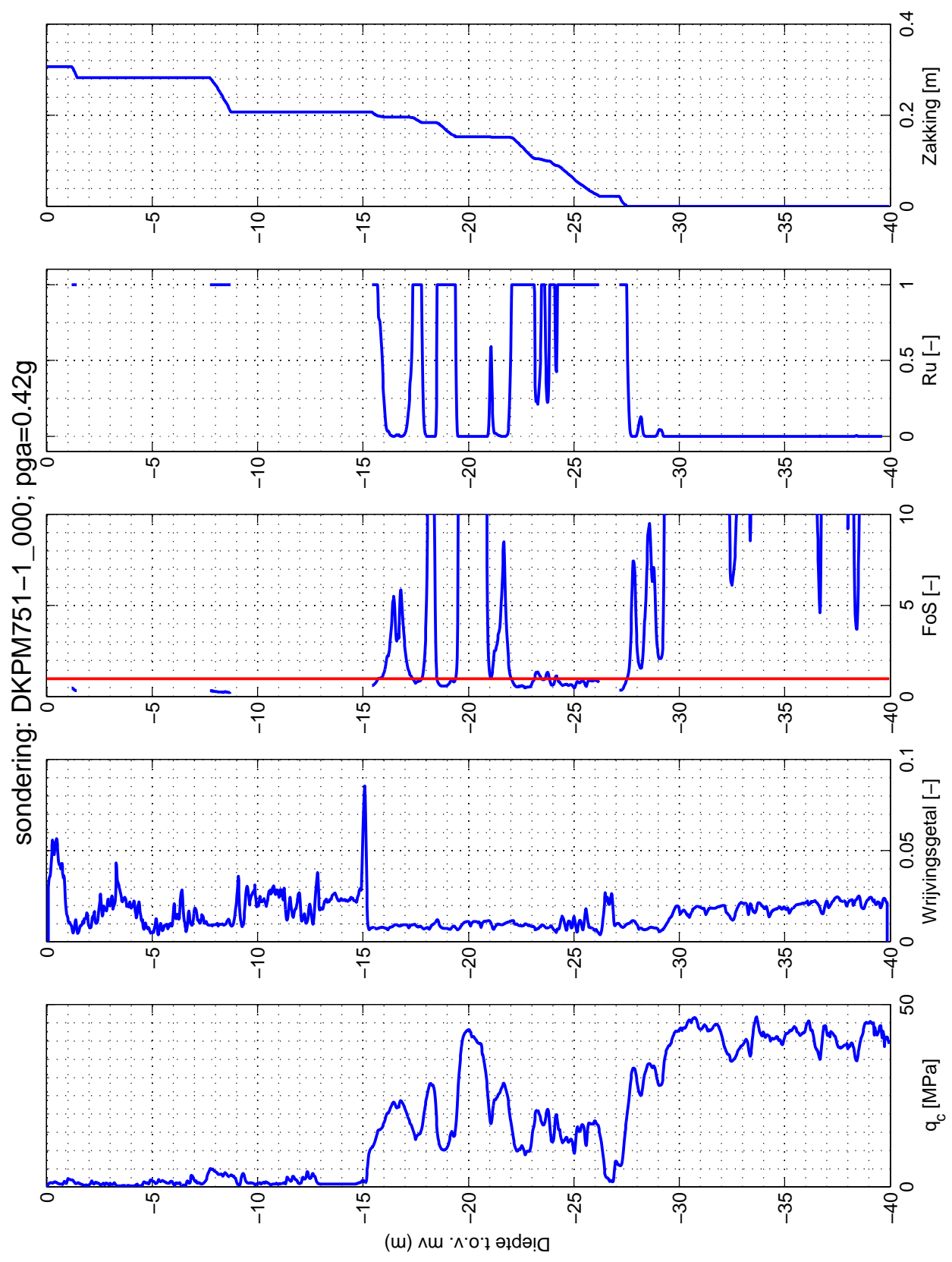
datum	2015-03-20	get. lange
-------	------------	---------------

Veiligheid tegen verweking en zakking door verdichting
file: DKPM751-1_000.GEF

1210484	gez. meij
---------	--------------

Verwekingsgevoeligheid WindTrack-mast (Tennet)

BIJL. G18	form. A4
-----------	-------------



sondering: DKPM751-1_000; pga=0.42g



Stieltjesweg 2, 2628 CK DELFT
Postbus 69, 2600 AB DELFT

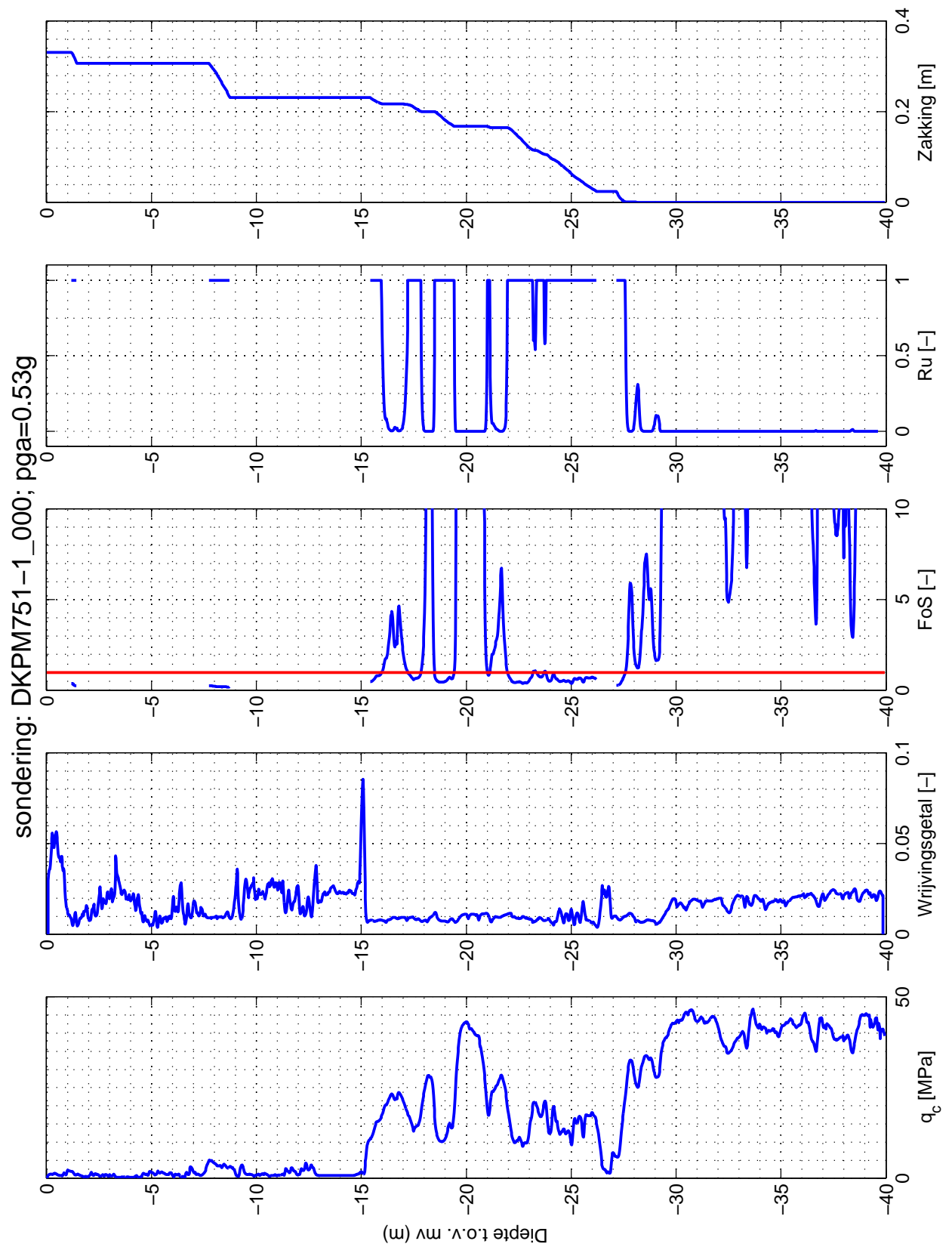
Telefoon (015) 269 35 00
Telefax (015) 261 08 21

Homepage:
www.geodelft.nl

datum	2015-03-20	get. lange
-------	------------	------------

Veiligheid tegen verweking en zakking door verdichting
file: DKPM751-1_000.GEF
Verwekingsgevoeligheid WindTrack-mast (Tennet)

1210484	gez. meij
BIJL. G19	form. A4



Stieltjesweg 2, 2628 CK DELFT
Postbus 69, 2600 AB DELFT

Telefoon (015) 269 35 00
Telefax (015) 261 08 21

Homepage:
www.geodelft.nl

datum	2015-03-20	get. lange
-------	------------	---------------

Veiligheid tegen verweking en zakking door verdichting
file: DKPM751-1_000.GEF

1210484	gez. meij
---------	--------------

Verwekingsgevoeligheid WindTrack-mast (Tennet)

BIJL. G20	form. A4
-----------	-------------

K Tijdsignalen

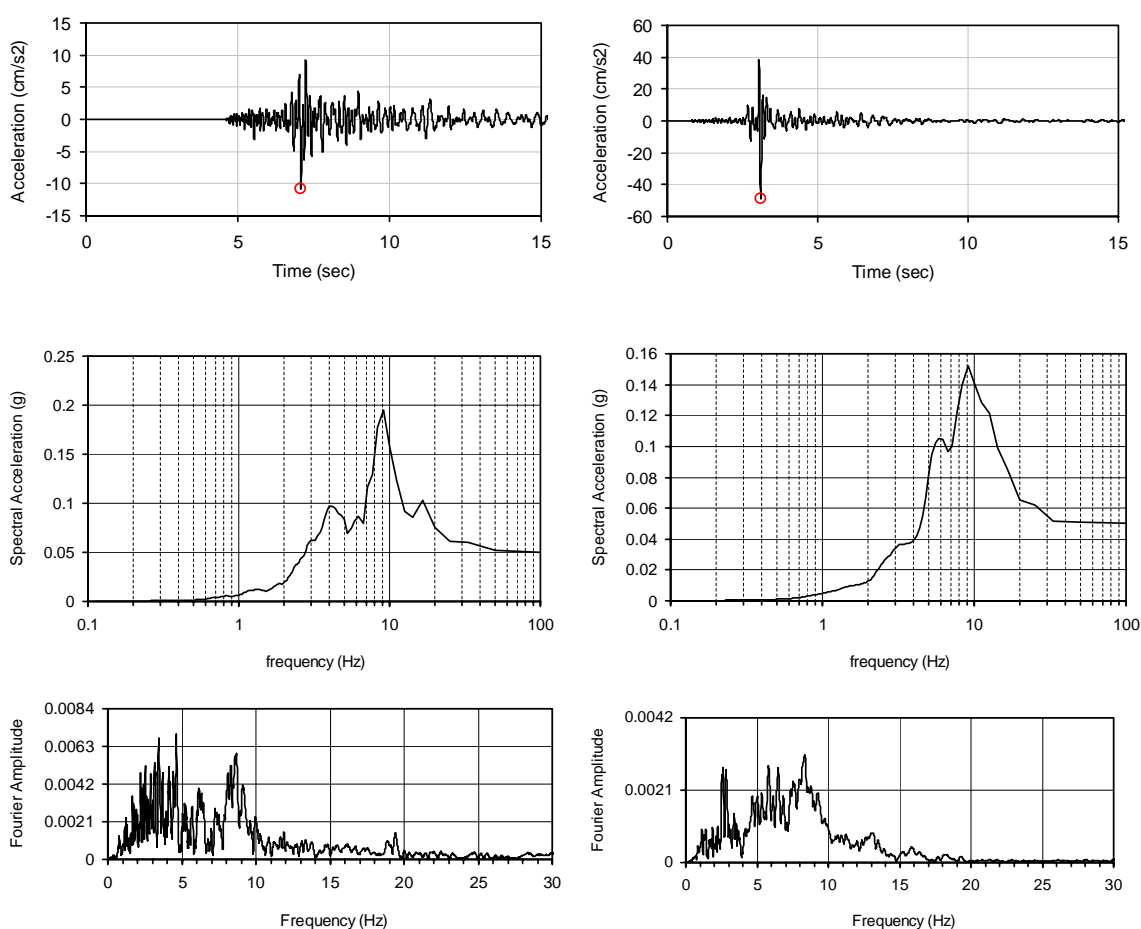
K.1 Karakteristieken

In de berekeningen is gekozen voor 3 tijdsignalen. Dit betreft de volgende signalen:

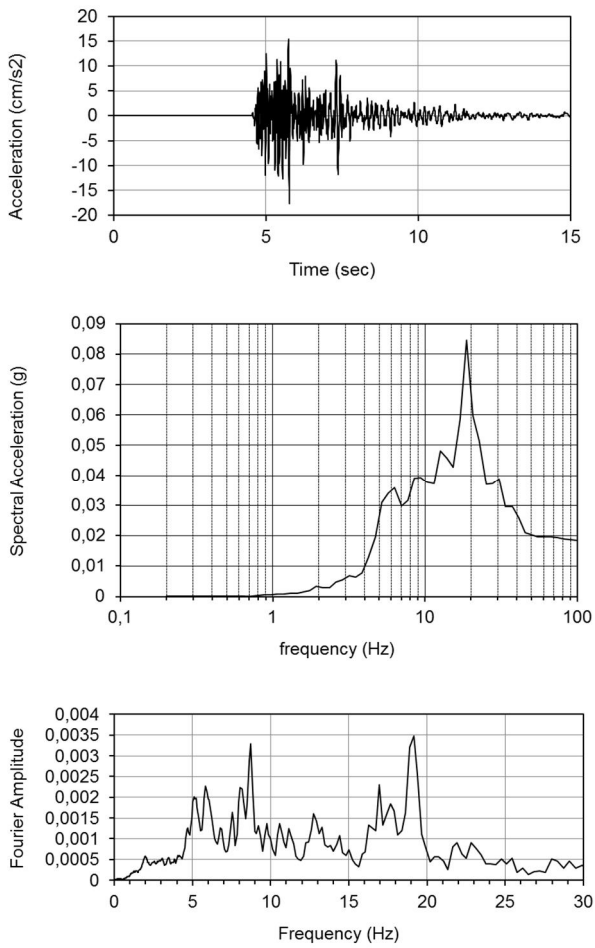
- Event 1: Westeremden, opnemer MID3 – □□ = 3.4, simpel signaal, 1 piek.
- Event 6: Huizinge, opnemer WSE – □□ = 3.6, complex signaal, meerdere pieken.
- Event 8: Zandweer, opnemer KANT – □□ = 3.2, tussenliggend signaal.

Na analyse van de signalen en ervaringen in eerdere projecten is er voor gekozen de signalen 1, 6 en 8 te kiezen.

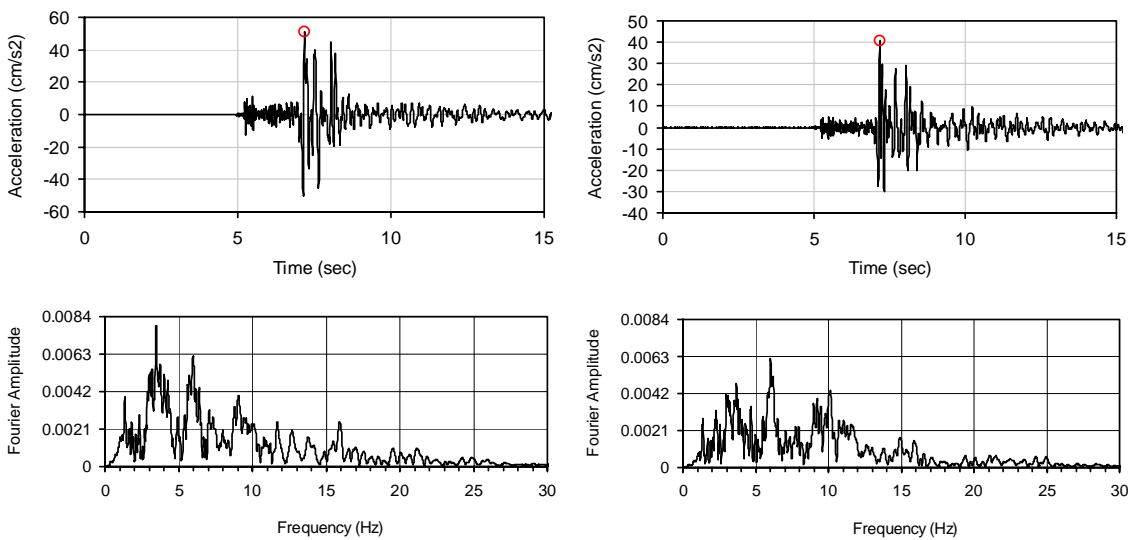
Voor elke event (tijdsignaal) is zowel de radiale, de transversale en de verticale component aanwezig. De karakteristieken van de radiale en transversale en verticale componenten zijn hieronder aangegeven.

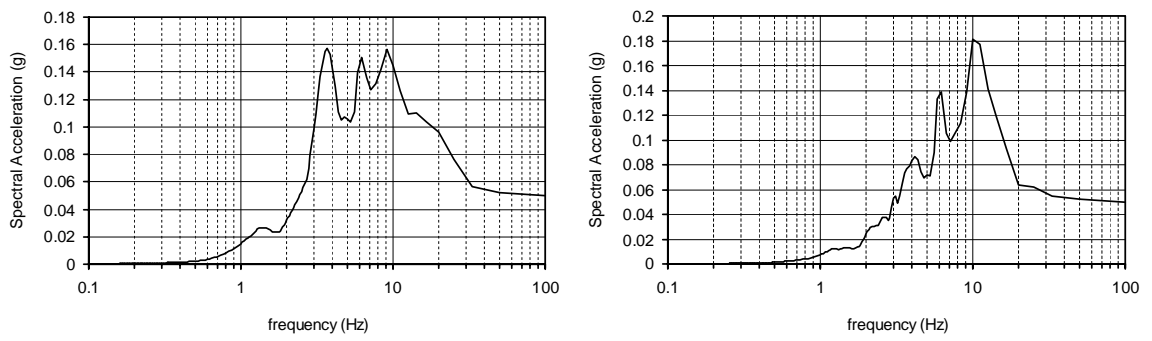


Figuur 7.1 Event 1 (1060808mid3): radiaal (links) en transversaal (rechts)

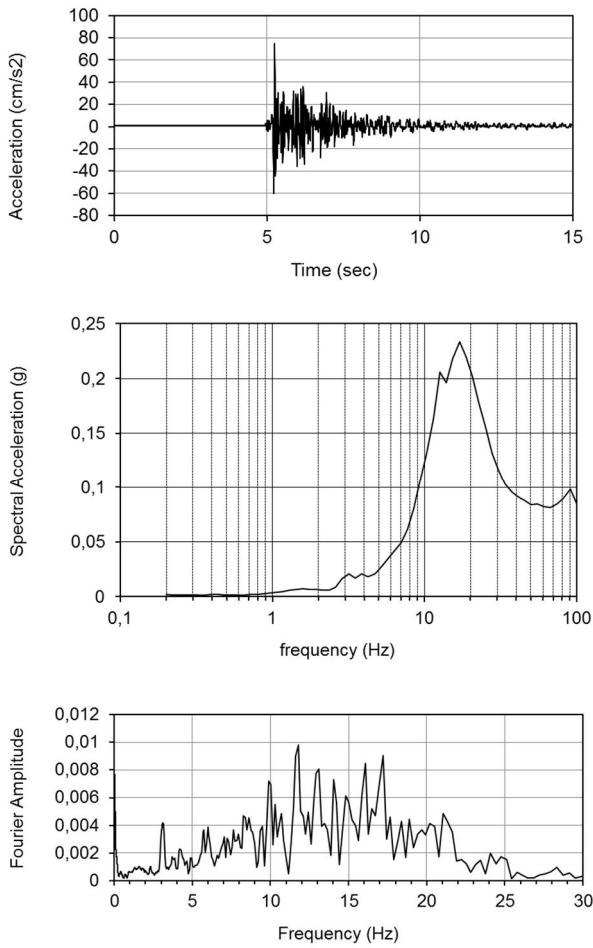


Figuur 7.2 Event 1 (060808mid3) verticaal

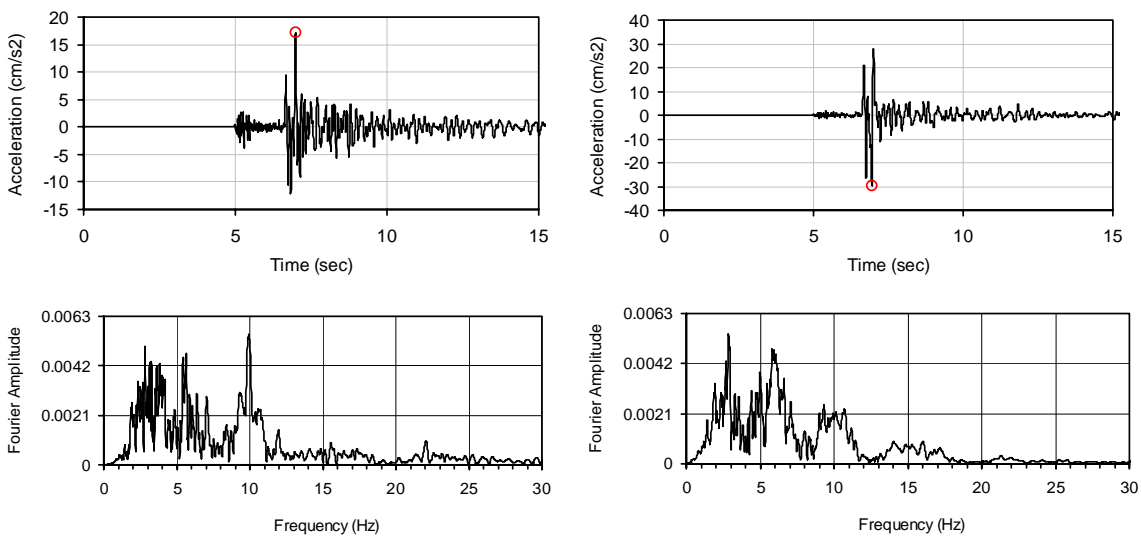


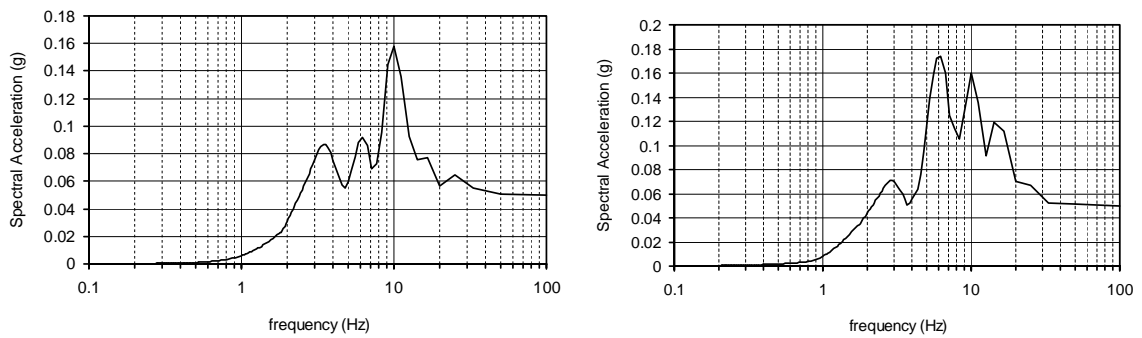


Figuur 7.3 Event 6 (120816wse): radiaal (links) en transversaal (rechts)

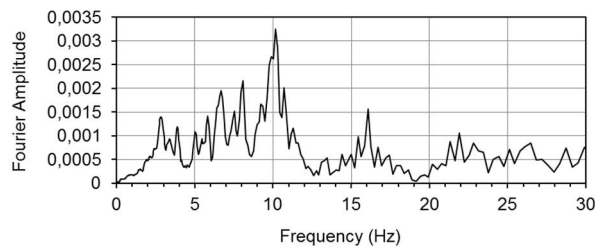
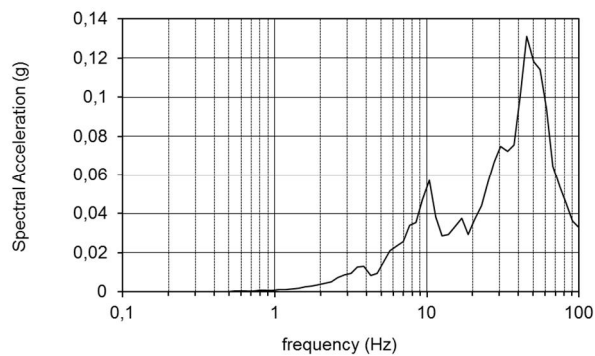
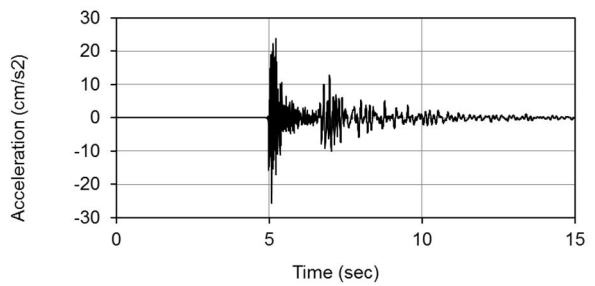


Figuur 7.4 Event 6 (120816wse): verticaal





Figuur 7.5 Event 8. (130207kant): radiaal (links) en transversaal (rechts)



Figuur 7.6 Event 8. (130207kant):verticaal

De volgende tabel geeft de piekwaarden van de geselecteerde gemeten signalen, weergegeven in figuren 3.3 t/m 3.10, uitgedrukt in m/s^2 .

Event	Signaal	radiaal	Transversaal	verticaal
1	060808MID3	0,108	0,485	0,154
5	110627WSE	0,075	0,082	0,093
6	120816WSE	0,509	0,407	0,750
8	130207KANT	0,172	0,296	0,256

Tabel 7.5 Piekwaarden van de geselecteerde gemeten tijdsignalen [m/s^2]

K.2 Bodemprofielen voor verschaling

De volgende tabellen beschrijven het bodemprofiel dat voor de vertaling is gebruikt (rapport damwand Eemskanaal), op elk van de locaties waar een gemeten accellerogram gegeven is.

Tabel K.1 Bodemprofiel bij CPT DKMS6

Layer Number	Soil Material Type	Number of sublayers in layer	Thickness of layer (m)	Maximum shear modulus G_{max} (MPa)	Initial critical damping ratio (%)	Total unit weight (kN/m^3)	Shear wave velocity (m/sec)
klei	1	1	1,9	18,50		15,00	110
klei	2	1	1,5	15,29		15,00	100
zand	3	2	1,5	34,96		17,50	140
klei	4	1	2,5	28,43		16,50	130
klei	5	1	3,0	28,43		16,50	130
klei	6	1	1,0	44,36		17,00	160
zand	7	2	2,5	165,14		18,00	300
klei	8	1	1,5	56,15		17,00	180
klei	9	1	1,5	76,42		17,00	210
klei	10	1	1,5	76,42		17,00	210
klei	11	1	2,5	121,69		17,00	265
klei	12	1	2,5	121,69		17,00	265
klei	13	1	2,0	135,86		17,00	280
klei	14	1	2,0	135,86		17,00	280
klei	15	1	2,0	135,86		17,00	280
klei	16	1	1,5	135,86		17,00	280
Bedrock	17	0		5045,87	1	22,00	1500

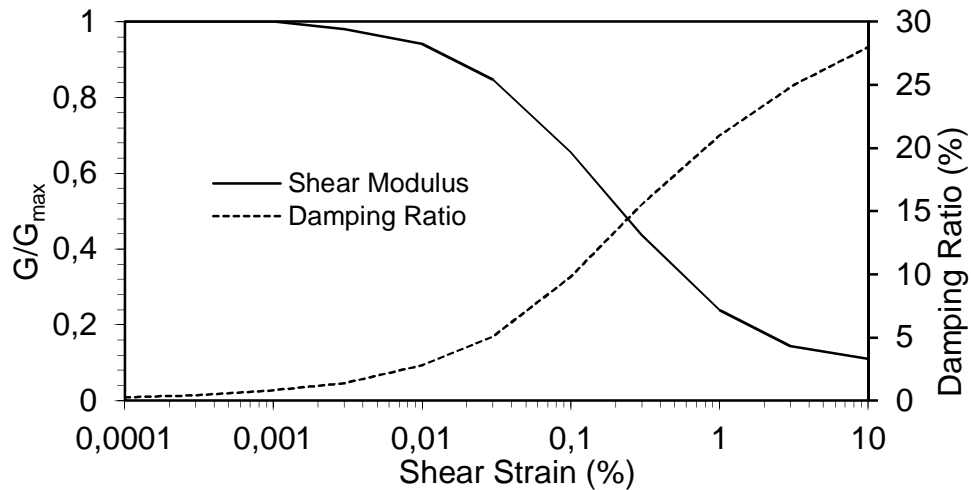
Tabel K.2 Bodemprofiel bij CPT DKMS4.

Layer Number	Soil Material Type	Number of sublayers in layer	Thickness of layer (m)	Maximum shear modulus G_{max} (MPa)	Initial critical damping ratio (%)	Total unit weight (kN/m^3)	Shear wave velocity (m/sec)
klei	1	1	3,4	24,12		14,00	130
klei	2	1	3,4	24,12		14,00	130
zand	3	2	1,0	56,15		17,00	180
zand	4	2	2,0	86,34		17,50	220
klei	5	1	3,3	29,97		15,00	140
zand	6	2	2,2	124,04		18,00	260
klei	7	1	1,5	68,54		16,00	205
zand	8	2	2,0	120,59		17,50	260
klei	9	1	3,0	63,96		16,50	195
zand	10	2	2,5	92,89		18,00	225
zand	11	2	2,0	124,04		18,00	260
zand	12	2	1,5	130,93		19,00	260
zand	13	2	1,5	130,93		19,00	260
zand	14	2	1,5	130,93		19,00	260
zand	15	2	1,0	130,93		19,00	260
zand	16	2	1,0	130,93		19,00	260
Bedrock	17	0		4357,80	1	19,00	1500

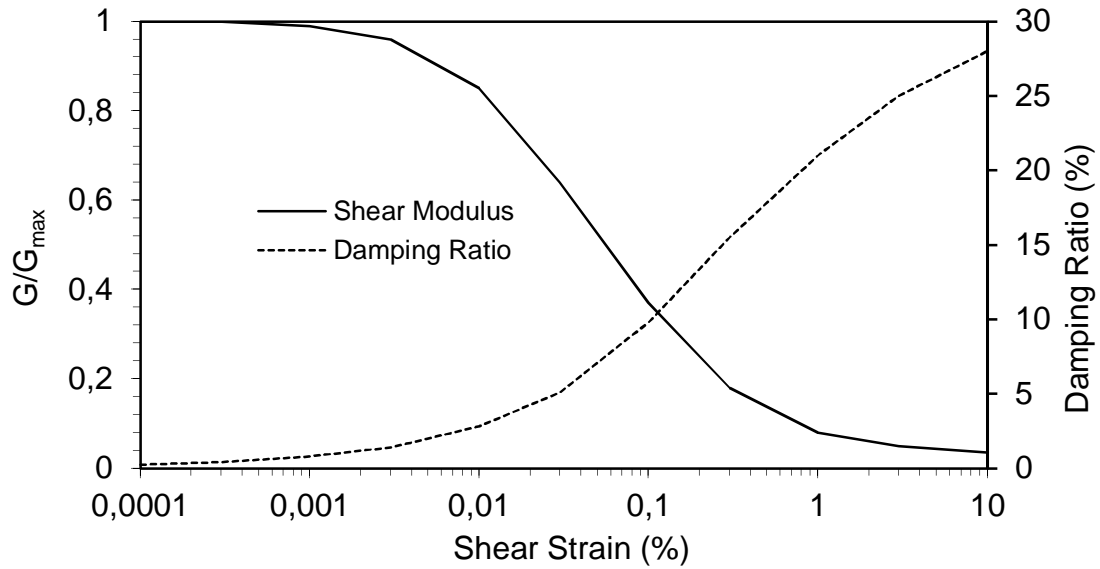
Tabel K.3

Bodemprofiel bij CPT DKMS5

	Layer Number	Soil Material Type	Number of sublayers in layer	Thickness of layer (m)	Maximum shear modulus G_{max} (MPa)	Initial critical damping ratio (%)	Total unit weight (kN/m^3)	Shear wave velocity (m/sec)
klei	1	1	1	3,4	14,27		14,00	100
klei	2	1	1	3,0	20,55		14,00	120
zand	3	2	1	1,5	135,86		17,00	280
zand	4	2	1	1,0	83,87		17,00	220
zand	5	2	1	1,5	99,82		17,00	240
zand	6	2	1	1,5	155,96		17,00	300
zand	7	2	1	1,5	135,86		17,00	280
zand	8	2	1	1,0	76,42		17,00	210
klei	9	1	1	1,5	133,76		18,00	270
klei	10	1	1	1,5	133,76		18,00	270
zand	11	2	1	1,5	150,03		17,50	290
zand	12	2	1	1,0	150,03		17,50	290
zand	13	2	1	2,0	193,81		18,00	325
zand	14	2	1	2,0	193,81		18,00	325
zand	15	2	1	2,5	193,81		18,00	325
zand	16	2	1	3,0	193,81		18,00	325
Bedrock	17	0			5045,87	1	22,00	1500



Figuur K.1 Grafieken met de gebruikte G/G_{dyn} en D (damping) als functie van de schuifrekamplitude voor klei (Seed and Sun, 1989 and Idriss 1990)



Figuur K.2 Grafieken met de gebruikte G/G_{dyn} en D (demping) als functie van de schuifrekamplitude voor zand (Seed and Sun, 1989 and Idriss 1990)

Bijlage 9 Onderzoek zogeffect molens

NOORD-WEST 380 KV

Bepaling “zogeffect” veroorzaakt door Wintrack hoogspanningsverbinding op molens

TenneT TSO B.V.

Rapport nr.: 15-3165

Datum: 2015-12-21



Projectnaam:	Noord-West 380 kV	DNV GL - Energy
Rapport titel:	Bepaling "zogeffect" veroorzaakt door Wintrack hoogspanningsverbinding op molens	Energy Advisory Postbus 9035
Klant:	TenneT TSO B.V., Postbus 718 6800 AR ARNHEM	6800 ET ARNHEM
Contactpersoon:	Joos de Bakker	
Datum:	2015-12-21	
Project nr.:	10012937	Tel: +31 26 356 9111
Unit:	PMT-POL	KvK 09080262
Rapport nr.:	15-3165	

Taak en doelstelling:

Onderzoek naar het "zogeffect" veroorzaakt door de nieuwe Noord West 380 kV Wintrack verbinding op drie molens

Auteur:

Beoordeeld:

Goedgekeurd:

Erwin Platenkamp

Ton van der Wekken

Andries van der Wal

BELANGRIJKE MEDEDELING EN DISCLAIMER

Dit document is auteursrechtelijk beschermd en mag niet aan derden beschikbaar worden gesteld zonder uitdrukkelijke schriftelijke toestemming van de DNV GL entiteit die dit document heeft opgesteld ("DNV GL"). Dit document is uitsluitend bedoeld voor het gebruik door de klant zoals aangegeven op de voorpagina van dit document ("de Klant") en wie met DNV GL een schriftelijke overeenkomst is aangegaan. Indien en voor zover de wet dat toelaat, is noch DNV GL noch enige groepsmaatschappij ("de Groep") verantwoordelijk op grond van een contract, onrechtmatige daad, nalatigheid daarbij inbegrepen, of op enige andere wijze, jegens derden (daarvan uitgezonderd de Klant). Geen van de Groep deel uitmakende entiteit is aansprakelijk voor enig verlies of schade hoe dan ook geleden als gevolg van enig handelen, nalaten of verzuim (ontstaan door onachtzaamheid of anderszins) door DNV GL, de Groep of diens medewerkers, onderaannemers dan wel agenten. De inhoud van dit document vormt één geheel met de aannames en voorbehouden die daarin zijn opgenomen dan wel in hetzelfde verband anderszins zijn gecommuniceerd. Dit document bevat mogelijk technische detailinformatie die uitsluitend bedoeld is voor personen met de relevante expertise.

Dit document is samengesteld op basis van informatie beschikbaar ten tijde van het opstellen ervan. Het is niet uitgesloten dat dergelijke informatie daarna verandert of is veranderd. Behalve indien en voor zover een opdracht tot het verifiëren van informatie en gegevens uitdrukkelijk met de Klant is overeengekomen, is DNV GL op geen enkele wijze verantwoordelijk in verband met onjuiste informatie of gegevens die zij van haar Klant of een derde heeft ontvangen, dan wel voor de gevolgen van dergelijke onjuiste informatie of gegevens, die al dan niet in dit document is opgenomen of waarnaar in dit document wordt verwezen.

Reference to part of this report which may lead to misinterpretation is not permissible.

Versie	Datum	Reden voor uitgave	Auteur	Beoordeeld	Goedgekeurd
0	2015-12-21	Eerste uitgave rapport	Erwin Platenkamp	Ton van der Wekken	Andries van der Wal

Inhoud

1	INLEIDING.....	1
2	SITUATIE.....	2
2.1	Situatie Molen Zuidwending	2
2.2	Situatie Molen de Palen	3
2.3	Situatie Molen Eureka	4
2.4	Uitgangspunten	5
3	RESULTATEN.....	6
3.1	Molen de Zuidwending	6
3.2	Molen de Palen	7
3.3	Molen Eureka	7
4	CONCLUSIE	8

1 INLEIDING

TenneT ontwikkelt een nieuwe 380kV hoogspanningsverbinding van Eemshaven naar Vierverlaten bij Groningen. Het betreft een 4-circuit 380 kV verbinding, waarbij de bestaande 220kV vakwerkverbinding komt te vervallen. Een visualisatie van de Wintrackverbinding is weergegeven in Figuur 1.

De nieuwe Wintrack verbinding doorsnijdt op drie locaties een molenbiotoop. Een molenbiotoop is een contour om een molen met een straal van 400 meter. Voor de drie molens is een onderzoek nodig om in beeld te brengen of er gevolgen zijn op de prestaties van de molens.

TenneT heeft DNV GL gevraagd om een onderzoek uit te voeren of er nadelige gevolgen zijn vanuit de hoogspanningsverbinding op de drie genoemde molens. Objecten die in de buurt van een windmolen zijn gelegen kunnen voor de windwervels en windafname zorgen. Deze gevolgen zijn onderzocht voor de bestaande situatie, gebaseerd op bestaande hoogspanningsverbindingen, en de nieuwe situatie gebaseerd op de geplande de nieuwe 380 kV Wintrack verbinding. Dit is inclusief het amoveren van bestaande verbindingen.



Figuur 1: Visualisatie 2x 380 kV Wintrack hoogspanningsverbinding, bestaande uit pylonen in plaats van vakwerk masten

Een wintrackmast in de lijnverbinding NW380 zal bestaan uit twee pylonen, onderlinge afstand van grofweg 24 meter, waar tussen de geleiders ingetrokken worden. De pylonen hebben een gemiddelde hoogte van 55 meter en een gemiddelde diameter van 1,5 meter.

De afstand tussen twee paar pylonen is grofweg 350 meter, waarbij per pylon 6 keer een 4-bundel fasegeleider is opgehangen inclusief een bliksemgeleider in de top van de mast en een compensatie geleider onderin de mast. De afstand tussen de 4-bundel fasegeleider is 0,5 meter en deze worden opgehangen aan isolatoren die in een driehoek vorm aan de mast worden gekoppeld.

2 SITUATIE

De nieuwe Wintrack verbinding doorsnijdt op drie locaties een molenbiotoop. De drie molenlocaties hebben de volgende benamingen:

- Molen Zuidwending
- Molen de Palen
- Molen Eureka

Hieronder is per molenlocatie de huidige situatie en de geplande situatie beschreven.

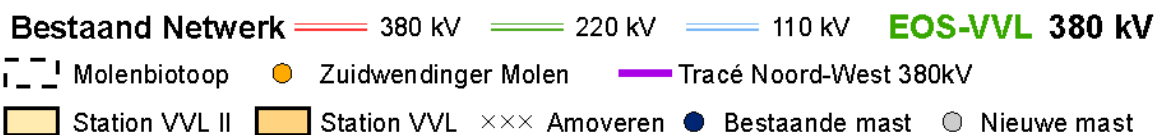
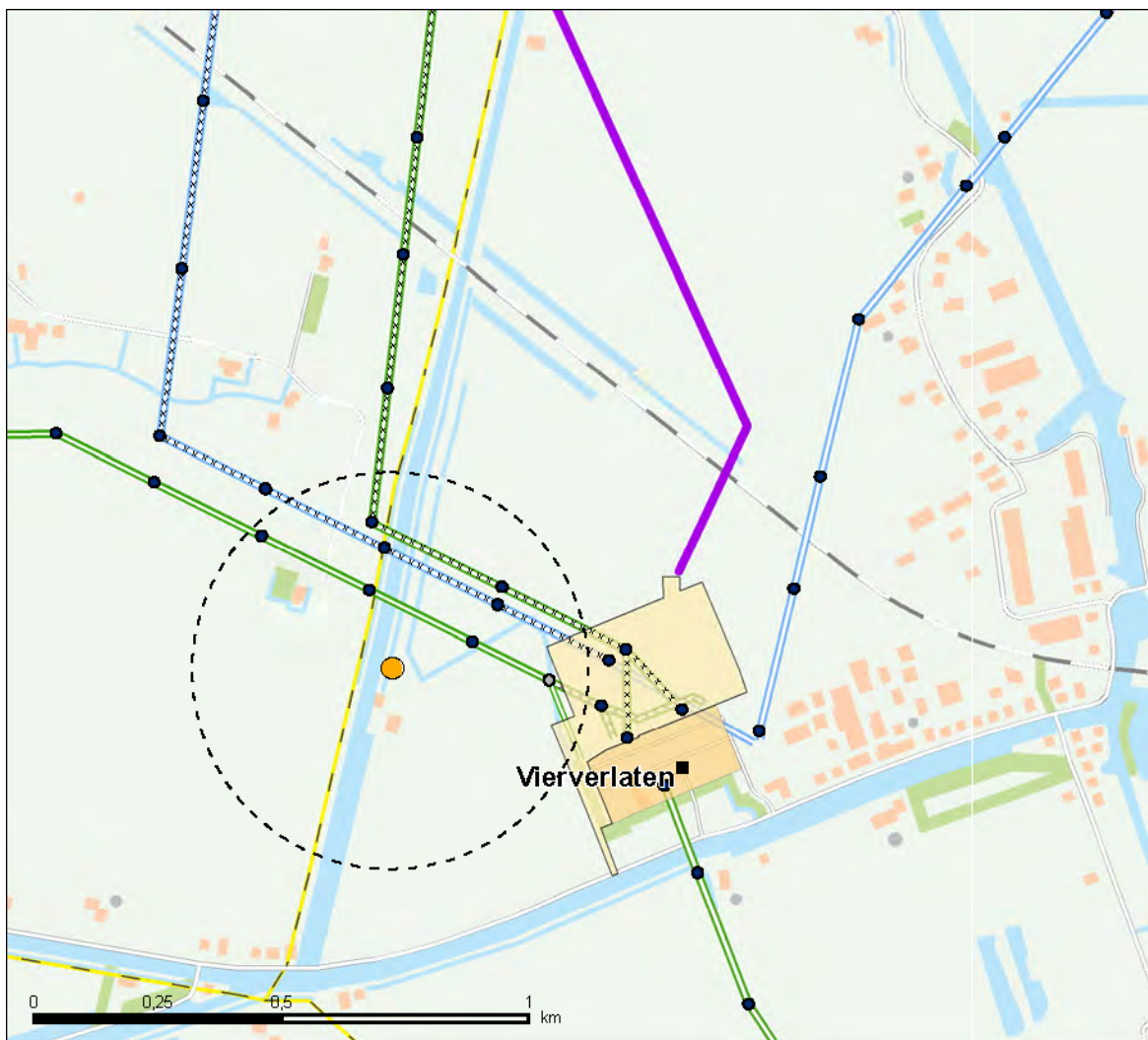
2.1 Situatie Molen Zuidwending

In de huidige situatie bij Molen Zuidwending, vallen drie hoogspanningsverbindingen binnen de molenbiotoop. De dichtstbijzijnde hoogspanningsverbinding is de 220 kV van station Vierverlaten naar Bergum. Daarboven liggen twee hoogspanningsverbindingen, 110 kV en 220 kV die geamoveerd zullen worden wanneer de nieuwe 380 kV verbinding gebouwd gaat worden. Deze verbindingen liggen op respectievelijk 200 meter en 225 meter van de molen Zuidwending.

In de nieuwe situatie wordt ten noorden van het hoogspanningsstation Vierverlaten een nieuwe 380 kV Wintrack hoogspanningsverbinding aangelegd. Het nieuwe geplande 380 kV traject (paars) zal niet in de molenbiotoop liggen.

Het hoogspanningsstation Vierverlaten wordt uitgebreid en komt daarmee wel in de molenbiotoop. Het grootste gedeelte van het station zal een hoogte hebben lager dan 10 meter en daarom geen invloed uitoefenen op de molen. Echter er zullen een aantal vakwerkmasten worden opgezet waar de geleiders op eindigen. Deze vakwerkmasten zullen 20 meter hoog zijn en een breedte hebben van 4 meter. Deze masten kunnen wel invloed hebben op de molen. De afstand vanuit de molen naar de Zuidwending is bepaald op 360 meter.

De situatie is in Figuur 2 weergegeven.



Figuur 2: Weergave molenbiotoop om Molen Zuidwending

2.2 Situatie Molen de Palen

In de huidige situatie ligt er een 220 kV hoogspanningsverbinding op 400 meter ten zuiden van molen de Palen. In de nieuwe situatie zal de 220 kV verbinding geamoveerd worden en ten noorden van de molen wordt er een nieuwe 380 kV Wintrack verbinding gerealiseerd. De kortste afstand van de nieuwe verbinding tot aan de molen is 262 meter. Dit is gemeten vanaf de molen naar de geleiders die tussen de hoogspanningsmasten gespannen zullen zijn. De kortste afstand van de molen tot aan een hoogspannings mast is 297 meter.

Dit is weergegeven in Figuur 3.

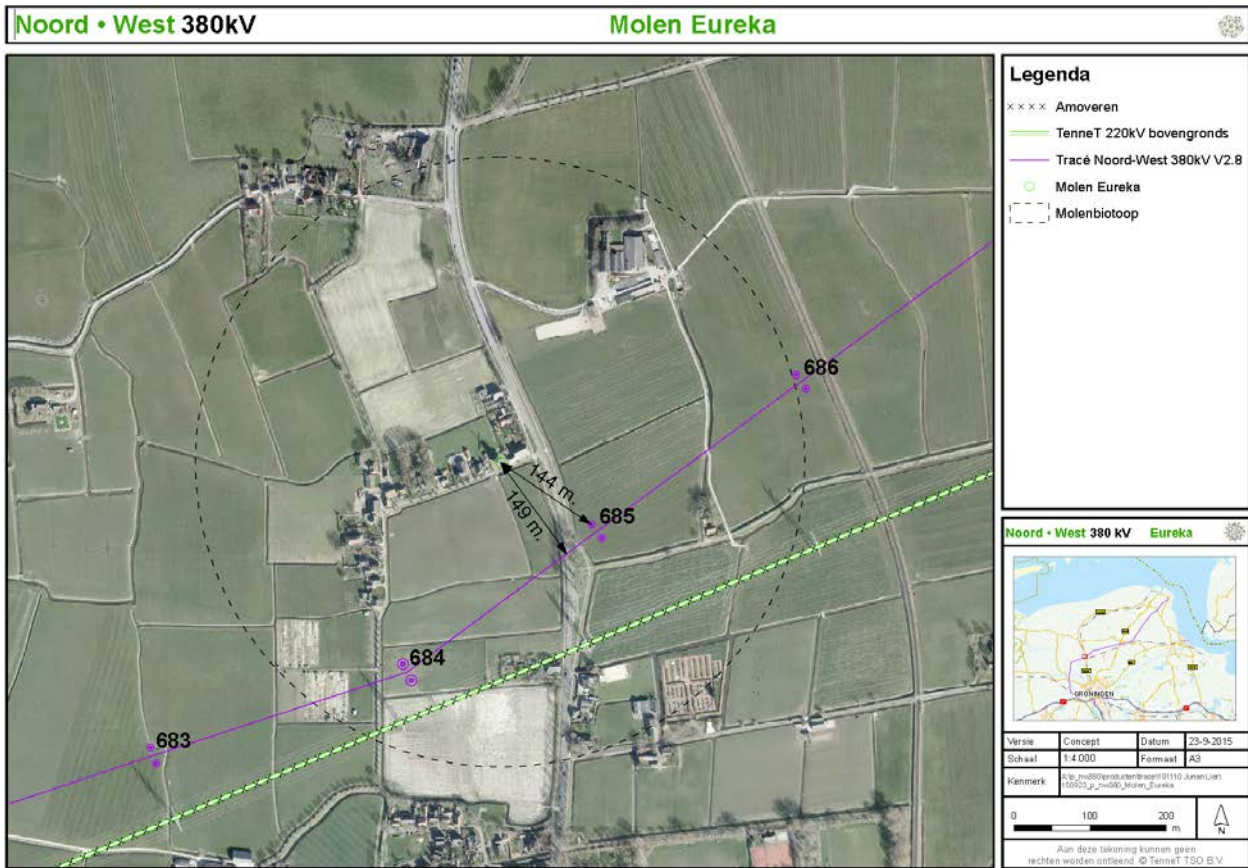


Figuur 3: Overzicht huidige en nieuwe situatie betreffende molen de Palen

2.3 Situatie Molen Eureka

In de huidige situatie ligt er een 220 kV hoogspanningsverbinding op 260 meter ten zuiden van de molen de Eureka. In de nieuwe situatie zal tussen de bestaande 220 kV verbinding en molen Eureka de nieuwe 380 kV Wintrack verbinding gerealiseerd worden. De kortste afstand tussen een mast van de nieuwe verbinding naar de molen zal 144 meter bedragen.

Dit is weergegeven in Figuur 4.



Figuur 4: Overzicht huidige en nieuwe situatie betreffende molen Eureka

2.4 Uitgangspunten

Obstakels in de buurt van een windmolen kunnen voor windwervels en windafname zorgen. In dit rapport wordt dit het “zoeffect” van het obstakel genoemd. Voor het bepalen van de “zoeffecten” van de hoogspanningsverbinding op de molens worden de volgende aannames gedaan:

Bepaling van “zoeffecten” is gebaseerd op de NEN EN 1991-1-4 Eurocode 1: Belasting op constructies, windbelasting. Conform de genoemde norm dient voor slanke gebouwen en schoorstenen die in lijn gegroepeerd staan het effect van toenemende turbulentie in het zog van nabijgelegen constructies in acht te worden genomen. Gesteld wordt dat zoeffecten verwaarloosbaar zijn indien de afstand tussen twee gebouwen of schoorstenen groter is dan 25 keer de dwarswindafmeting van een bouwwerk of schoorsteen aan de loefzijde. De tekst uit de Eurocode 1 (NEN EN 1991-1-4) is hieronder weergegeven.

6.3.3 Zogeffecten

(1) Voor slanke gebouwen ($h/d > 4$) en schoorstenen ($h/d > 6,5$) die in lijn of gegroepeerd staan, behoort het effect van toenemende turbulentie in het zog van nabijgelegen constructies (zogeffect) in acht te zijn genomen.

(2) Zogeffecten mogen als verwaarloosbaar zijn verondersteld indien tenminste één van de volgende voorwaarden van toepassing is.

- De afstand tussen twee gebouwen of schoorstenen is groter dan 25 keer de dwarswindafmeting van een bouwwerk of schoorsteen aan loefzijde.
- De eigenfrequentie van een bouwwerk of schoorsteen aan loefzijde is groter dan 1 Hz.

OPMERKING Indien aan geen van de voorwaarden van 6.3.3 (2) is voldaan, worden windtunnelproeven of specialistisch advies aanbevolen.

Voor de masten wordt de dwarsafmeting bepaald door de breedte van de mast bekeken op 10 meter hoogte vanaf grond niveau. Gezien de afstand tot aan de molens is de breedte op 10 meter hoogte een conservatieve benadering. Voor de 110 kV hoogspannings mast wordt er een mastbreedte van 6 meter aangehouden en voor een 220 kV mast een breedte van 8 meter. Voor de Wintrack (pylon) mast is breedte bepaald op 2,5 meter op 10 meter hoogte. Dit is de breedte die de wind verstoort en leidt tot "zogeffecten" aan de loefzijde van de mast.

Voor de Wintrack masten kan dit vergroot worden aangezien twee masten in elkaar verlengde kunnen staan in richting van de molen. Indien dit het geval is wordt de breedte met een factor 1,5 vergroot. De breedte wordt dan 3,75 meter.

De "zogeffecten" die door de geleiders worden veroorzaakt, die tussen de hoogspanningsmasten gespannen zijn, worden verwaarloosd. De dwarsdoorsnede is 0,5 meter en in vergelijking met de masten kan dit verwaarloosbaar worden geacht.

3 RESULTATEN

Hieronder zijn de "zogeffecten" voor elke situatie voor de huidige en nieuwe situatie weergegeven.

3.1 Molen de Zuidwending

In de situatie bij molen de Zuidwending worden twee hoogspannings verbindingen 110 kV en 220 kV geamoveerd en een 380 kV Wintrack hoogspanningsverbinding gerealiseerd. De Wintrackverbinding zal echter buiten de molenbiotoop liggen. De uitbreiding van station Viervelaten zal wel tot in de biotoop van molen de Zuidwending plaatsvinden. Hieronder zijn de zogeffecten voor de huidige situatie en de nieuwe situatie weergegeven.

Huidige situatie bij molen Zuidwending

Type verbinding	Dwarsafmeting	Lengte "zogeffect"	Afstand tot molen	Voldoet
110 kV verbinding	6 meter	150 meter	200 meter	ja
220 kV verbinding	8 meter	200 meter	225 meter	ja

Nieuwe situatie molen Zuidwending

Type verbinding	Dwarsafmeting	Lengte "zogeffect"	Afstand tot molen	Voldoet
380 kV hoogspanningsstation Vierverlaten	4 meter	100 meter	360 meter	ja

3.2 Molen de Palen

In de situatie bij molen de Palen zal de bestaande 220 kV verbinding gemoveerd worden en vervangen worden door de 380 kV Wintrack verbinding. Hieronder zijn de zogeeffekten voor de huidige situatie en de nieuwe situatie weergegeven.

Huidige situatie bij molen de Palen

Type verbinding	Dwarsafmeting	Lengte "zogeffect"	Afstand tot molen	Voldoet
220 kV verbinding	8 meter	200 meter	400 meter	ja

Nieuwe situatie molen de Palen

Type verbinding	Dwarsafmeting	Lengte "zogeffect"	Afstand tot molen	Voldoet
380 kV mast	3,75 meter	94 meter	292 meter	ja

3.3 Molen Eureka

In de situatie bij molen Eureka zal de bestaande 220 kV verbinding gemoveerd worden en vervangen worden door de 380 kV Wintrack verbinding. Hieronder zijn de "zogeffecten" voor de huidige situatie en de nieuwe situatie weergegeven.

Huidige situatie bij molen Eureka

Type verbinding	Dwarsafmeting	Lengte "zogeffect"	Afstand tot molen	Voldoet
220 kV verbinding	8 meter	200	260 meter	ja

Nieuwe situatie molen Eureka

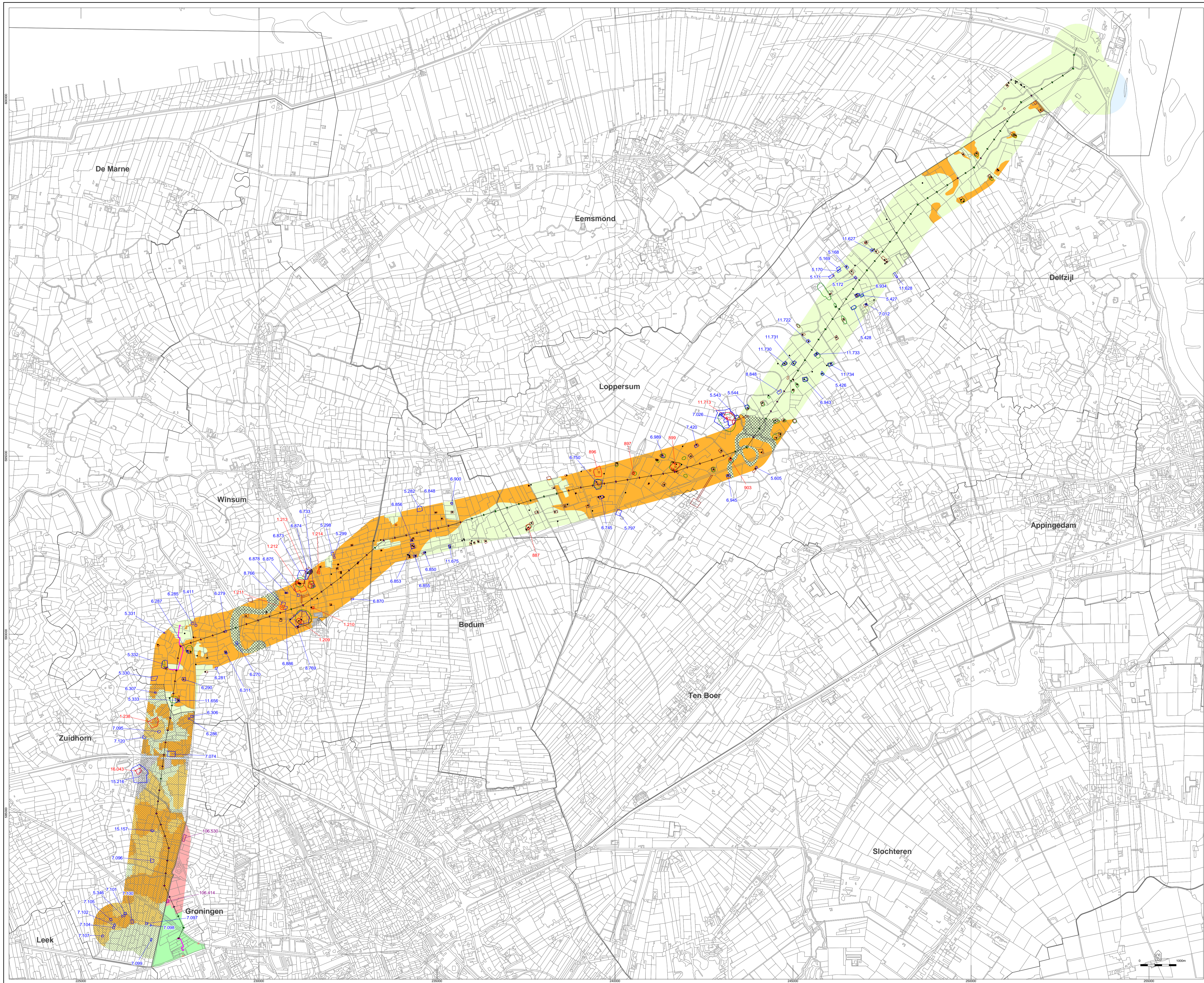
Type verbinding	Dwarsafmeting	Lengte "zogeffect"	Afstand tot molen	Voldoet
380 kV mast	3,75	94 meter	144 meter	ja

4 CONCLUSIE

Conform de NEN EN 1991-1-4 Eurocode 1: Belasting op constructies, zal het "zog effect" veroorzaakt door de nieuwe 380 kV Wintrack verbinding verwaarloosbaar zijn. Dit geldt voor alle drie de molens.

De resultaten gelden voor wintrackmasten met 4 circuit ophanging dan wel masten met 2 circuit ophanging.

Bijlage 10 Overzichtskaart archeologie

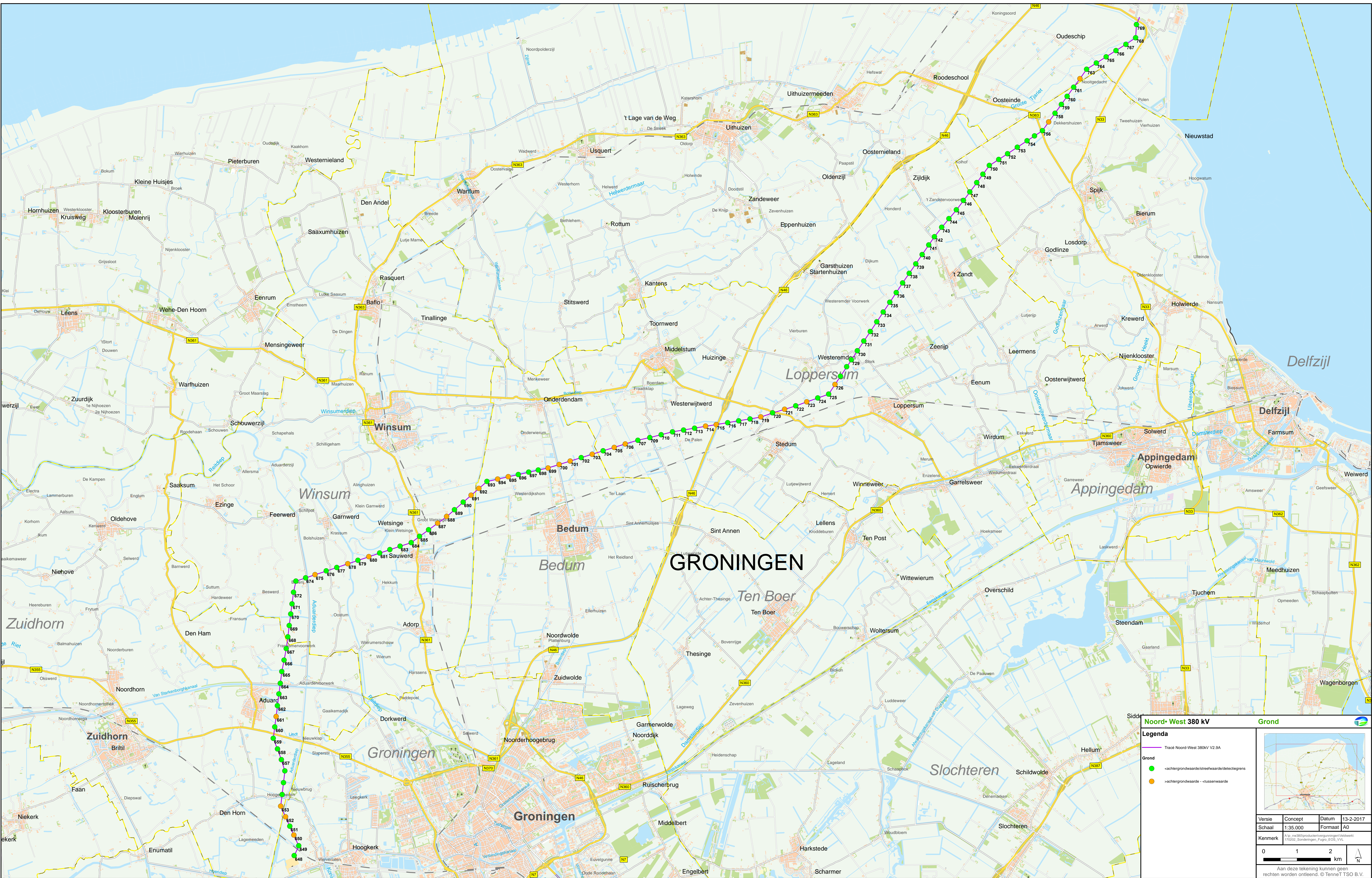


Noord-West 380 kV
Archeologische waarden en verwachtingen
t.b.v. inpassingsplan

- Legenda**
- 123 Archeologisch rijksmonument (met nummer)
 - 123 Gemeentelijk archeologisch monument of beschermd gebied (met nummer)
 - 123 Amk-terrein, overig (met nummer)
 - Geïventariseerde locatie (punt)
 - Geïventariseerde locatie (vlak)
 - ▨ Terp / wierde
 - ▨ Beekdal
 - ▨ Hoge verwachting voor steentijd binnen 3 m -mv
 - ▨ Onderzocht gebied > 1 ha; geen archeologische waarden
 - ▨ Onderzochte mastvoetlocatie: vervolgstap karterend booronderzoek
 - ▨ Onderzochte mastvoetlocatie: vervolgstap proefsleuvenonderzoek
 - ▨ Onderzochte mastvoetlocatie: geen vervolgonderzoek
 - ▨ Hoge archeologische verwachting
 - ▨ Middelhoge archeologische verwachting
 - ▨ Lage archeologische verwachting
 - ▨ Moderne bebouwing
 - ▨ Geen verwachting (water)
 - ▨ Niet gekarteerd
 - ▨ Gemeente Groningen: gemeentelijk archeologisch monument
 - ▨ Gemeente Groningen: archeologisch perceel
 - ▨ Gemeente Groningen: archeologische zone
 - ▨ Gemeente Groningen: geen archeologisch gebied
 - ▨ Gebied waarvoor alleen de IKAW beschikbaar is
 - ▨ Tracé met mastvoeten (contour ontgraving) V2_9A
 - ▨ Kabeltracé 110 kV
 - ▨ Gemeentegrens
 - ▨ Topografie (top50 vector)



Bijlage 11 Veldonderzoeken bodem en water



Noord-West 380 kV Grond

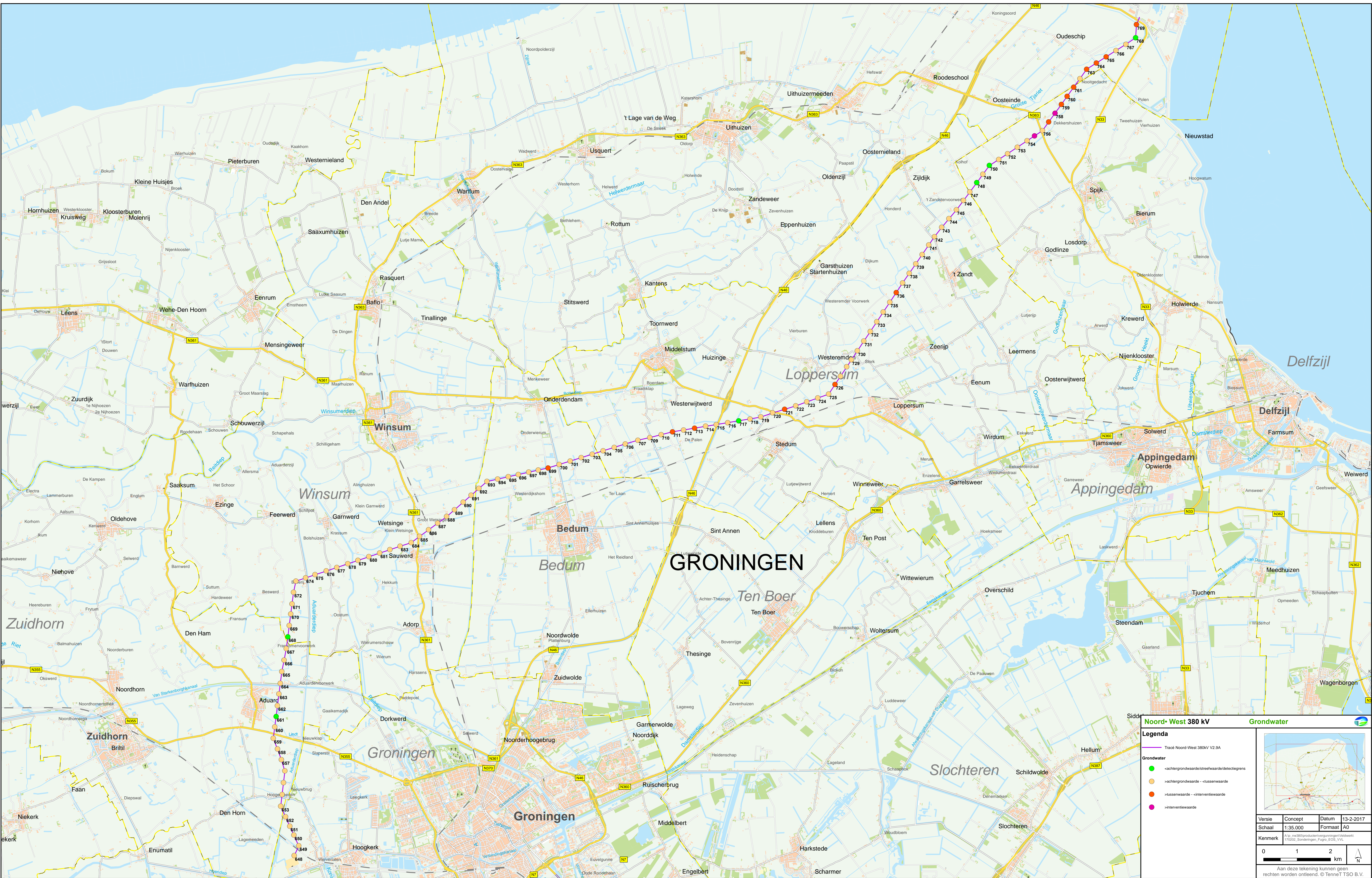
Legenda

- Trace Noord-West 380kV V2.9A
- Grond
- achtergrondwaarde/streefwaarde/selectiegrens
- achtergrondwaarde - tussenwaarde

Versie	Concept	Datum	13-2-2017
Schaal	1:35.000	Formaat	A0
Kenmerk	Z:\p_380productie\vegen\groningen\16061717022_Sonderingen_Figu_808_V16		

0 1 2 km

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



Noord-West 380 kV Grondwater

Legenda

- Trace Noord-West 380kV V2.9A
- <achtergrondwaarde/streefwaarde/steekcijfers
- >achtergrondwaarde - <stussenwaarde
- >stussenwaarde - <interventiewaarde
- >interventiewaarde

Versie	Concept	Datum	13-2-2017
Schaal	1:35.000	Formaat	A0
Kenmerk	A:\p_380\producten\vegen\groningen\160601_170202_Sonderingen_Figu_808_V16		

0 1 2 km

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

Bijlage 12 Watertoets

Watertoets behorend bij
Inpassingsplan Noord-West 380 kV EOS-VVL
Ministerie van Economische Zaken
Ministerie van Infrastructuur en Milieu
Versie 20170309

**Watertoets behorend bij
Inpassingsplan Noord-West 380 kV EOS-VVL
Ministerie van Economische Zaken
Ministerie van Infrastructuur en Milieu
Versie 20170309**

Rapportnummer: 212x00988.069387_1

Datum: 9 maart 2017

Contactpersoon opdrachtgever: Min. EZ, dhr. drs. W.A. Roeterdink

Projectteam BRO: Jasmijn van Tilburg

Trefwoorden: Watertoets, inpassingsplan Noord-West 380 kV-
verbinding EOS-VVL

Bron foto kافت: -

Beknopte inhoud: Watertoets ten behoeve van het inpassingsplan voor de
hoogspanningsverbinding Noord-West 380 kV EOS-VVL

BRO
Hoofdvestiging
Postbus 4
5280 AA Boxtel
Bosscheweg 107
5282 WV Boxtel
T +31 (0)411 850 400
F +31 (0)411 850 401
E info@bro.nl

Inhoudsopgave

pagina

1. INLEIDING	3
1.1 Aanleiding	3
1.2 Watertoetsprocedure	3
1.3 Overleggen met waterschap	3
1.4 Onderliggend plan	4
1.5 Leeswijzer	4
2. BELEID EN REGELGEVING	5
2.1 EU	5
2.2 Rijk	5
2.3 Provincie	7
2.4 Waterschap	7
2.5 Gemeenten	8
Gemeente Eemmond	8
Gemeente Delfzijl	9
Gemeente Loppersum	9
Gemeente Bedum	9
Gemeente Winsum	9
Gemeente Zuidhorn	10
Gemeente Groningen	10
3. VOORKEURSTRACE	11
3.1 Globale beschrijving	11
4.2.1 Algemeen	11
4.2.1 Tracébeschrijving	12
4. EFFECTEN WATERSYSTEEM	14
4.1 Zetting bij ontwatering	14
4.2 Bodemverontreiniging	15
4.2.1 Beschermingzones	15
4.2.2 Verontreiniging als gevolg van uitloging	15
4.2.3 Bodemopbouw en waterafsluitende lagen	15
4.3 Grondwater	17
4.3.1 Algemeen	17
4.3.1 Grondwatertrappen	17
4.3.2 Bemaling	17

4.3.3	Verplaatsen bestaande verontreiniging	19
4.3.4	Aantrekken brak/ zout grondwater	19
4.3.6	Opbarstingrisico	20
4.4	Oppervlaktewater en waterkeringen	21
4.4.1	Doorvaarhoogte kanalen	21
4.4.2	Waterkeringen en watergangen	21
4.4.3	Wateroverlast	21
4.4.4	Riolering	22
4.4.5	Watervoorziening	22
4.4.6	Volksgesondheid	22
4.4.7	Oppervlaktewaterkwaliteit	23
4.4.8	Interferentie hoogspanningsleidingen op waterhuishoudkundige installaties	23
4.5	Effecten door tijdelijke werken	23

5. VERANKERING (RIJKS)INPASSINGSPLAN 25

6. CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN 26

6.1	Bodem	26
6.2	Grondwater	26
6.3	Oppervlaktewater en waterkeringen	26
6.4	Juridische verankering	27

Bijlagen 29

Bijlage 1:	31
Overzichtskaart oppervlaktewateren en waterkeringen	31
Bijlage 2:	33
Waterberging station Vierverlaten	33

1. INLEIDING

1.1 Aanleiding

TenneT, de beheerder van het landelijk hoogspanningsnet, heeft het voornemen een nieuwe 380 kV-verbinding aan te leggen. Deze hoogspanningsverbinding zal gaan lopen van hoogspanningsstation Eemshaven Oudeschip tot en met hoogspanningsstation Vierverlaten. De nieuwe verbinding is nodig om in de toekomst voldoende capaciteit te bieden voor elektriciteitstransport. De verbinding zelf bestaat uit verschillende onderdelen, zoals masten, isolatoren, geleiders voor stroom en bliksemraden. Daarnaast zullen er tijdelijke lijnen, ondergrondse kabels en opstijppunten gerealiseerd dienen te worden met de daarbij benodigde werkterreinen. Ook het hoogspanningsstation Vierverlaten zal worden uitgebreid.

Om de hoogspanningsverbinding en de uitbreiding van het hoogspanningsstation Vierverlaten planologisch mogelijk te maken wordt een (rijks)inpassingsplan opgesteld. Ter onderbouwing van het inpassingsplan wordt onder andere een watertoetsprocedure doorlopen.

1.2 Watertoetsprocedure

Bij elke ruimtelijke ontwikkeling, zoals wordt vastgelegd in het inpassingsplan, is het verplicht een watertoets uit te voeren. De watertoets is een procedure waarin de waterbeheerder en initiatiefnemer gezamenlijk de effecten en maatregelen vroegtijdig in beeld brengen en daarmee verankeren in de plannen.

1.3 Overleggen met waterschap

Gedurende de planvorming omtrent de Noord-West 380 kV-verbinding EOS-VVL heeft veelvuldig overleg plaatsgevonden met het betrokken waterschap Noorderzijlvest. In onderstaande tabel staat een overzicht van de overlegmomenten.

Tabel 1. Overzicht overlegmomenten met waterschap

Datum
22 februari 2010
30 mei 2011
7 juli 2011
22 februari 2012
20 maart 2012

6 juli 2012
23 oktober 2012
8 november 2012
20 juni 2013
18 oktober 2013
4 november 2014
6 november 2014
8 november 2014
18 februari 2015
10 juni 2015
30 september 2015
26 januari 2016
15 februari 2017

De watertoets is ook naar het waterschap Noorderzijlvest verzonden (als bijlage bij het inpassingsplan) ten behoeve van het vooroverleg artikel 3.1.1. Wro.

1.4 Onderliggend plan

Deze watertoets is gebaseerd op de volgende gegevens:

- Hoofdrapport milieueffectrapport '*Noord-West 380 kV Eemshaven Oudeschip-Vierverlaten*' (Tauw kenmerk R001-4634227HJW-V01);
- '*Rapportage invloedsgebied standaard bemaling*' (Deltares kenmerk 1205675-003-GEO-002);
- '*Noord-West 380 kV-verbinding Voorbereiding TenneT aanvraag Watervergunning*' (Deltares, d.d. 22 december 2015, kenmerk 1208844-000)

1.5 Leeswijzer

Het doel en kader van deze watertoets wordt beschreven in hoofdstuk 1. In hoofdstuk 2 wordt ingegaan op het relevante beleid en regelgeving ten aanzien van het project. Hoofdstuk 3 geeft een korte beschrijving van de ligging van het voorkeurstracé en de technische eigenschappen van de onder- en bovengrondse verbinding. Hoofdstuk 4 beschrijft de effecten van aanleg op het watersysteem en hoe deze gemitigeerd of voorkomen worden. In hoofdstuk 5 worden de bestemmingen uit het inpassingsplan en de verankering van de wateraspecten beschreven. Ten slotte geeft hoofdstuk 6 de conclusies weer.

2. BELEID EN REGELGEVING

2.1 EU

Kaderrichtlijn Water

Sinds 2000 is de Europese Kaderrichtlijn Water van kracht. Deze richtlijn heeft tot doel om de Europese wateren in een goede ecologische staat te brengen. Voor elk waterlichaam zijn eisen geformuleerd rond de ecologische en chemische waterkwaliteit. Waterbodems (al dan niet vervuild) vormen een onderdeel van een waterlichaam. Daarom hebben de eisen ook betrekking op de kwaliteit van waterbodems. Dit is relevant voor de nieuwe hoogspanningsverbinding wanneer nieuwe masten in waterbodems geplaatst worden.

2.2 Rijk

Waterwet

De Waterwet is per 22 december 2009 in werking getreden. In deze wet wordt het waterbeheer in Nederland geregeld, zoals het voorkómen van zowel wateroverlast, waterschaarste, als waterverontreiniging. Daarnaast voorziet de wet in het toekennen van functies voor het gebruik van water, zoals scheepvaart, drinkwatervoorziening, landbouw, industrie en recreatie.

De Waterwet en het waterbeleid zijn verdeeld in twee drietrapsstrategieën, namelijk 'vasthouden – bergen – afvoeren' en 'schoon houden – scheiden – schoon maken'. Voor de nieuwe hoogspanningsverbinding betekent dit dat graaf- en aanlegwerkzaamheden niet ten koste mogen gaan van het waterbergend vermogen van het gebied en dat verontreiniging van de (water)bodem moet worden voorkomen. Tot slot mag het veiligheidsniveau van waterkeringen niet afnemen door de aanleg van de nieuwe hoogspanningsverbinding.

De ondergrond en het watersysteem vormen de basislaag voor ruimtelijke ontwikkelingen. Bij het opstellen van ruimtelijke plannen, zoals bestemmingsplannen en (rijks)inpassingsplannen, is het uitvoeren van een watertoets verplicht op basis van het Besluit ruimtelijke ordening (art 3.1.1). Het doel van de watertoets is om waterhuishoudkundige belangen een goede plek te geven in het ruimtelijk plan. De initiatiefnemer van de ontwikkeling en de waterbeheerders (Rijkswaterstaat en het waterschap) overleggen daarom vroegtijdig over de manier waarop in het plan omgegaan wordt met de effecten op het watersysteem.

Wet bodembescherming

In de bodem en/of het grondwater kunnen verontreinigingen aanwezig zijn. Daarom moet de bodemkwaliteit binnen het plangebied onderzocht worden bij het opstellen van een ruimtelijk plan moet. Deze verplichting volgt uit de Wet op de ruimtelijke ordening (Wro) en het Besluit op de ruimtelijke ordening (Bro). De Wet bodembescherming (Wbb) regelt het beschermen en saneren van bodems. Zo schrijft de Wbb voor dat veroorzakers van een verontreiniging deze weer opruimen. Daarnaast beschrijft de wet de aanpak van bodemverontreiniging op land. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen historische gevallen van bodemverontreiniging (ontstaan vóór 1987) en nieuwe gevallen. Dit onderscheid is van belang omdat voor historische verontreinigingen de landeigenaar verantwoordelijk is. Bij graafwerkzaamheden moet deze grond worden gesaneerd of afgevoerd. Bij nieuwe verontreinigingen geldt een zorgplicht. De veroorzaker van de verontreiniging moet deze saneren. Dat betekent bijvoorbeeld dat TenneT het initiatief neemt voor een plan met beheersmaatregelen als een grondwaterverontreiniging door bemaling tijdens de aanleg kan worden beïnvloed.

Wet algemene bepalingen omgevingsrecht

In deze wet (per 1 oktober 2010) zijn meerdere vergunningstrajecten van bestaande wetten ondergebracht, zoals de vergunning voor indirecte lozingen uit de voormalige Wvo, verschillende APV vergunningen en vergunningen uit de Wet milieubeheer. Al deze voorheen verschillende vergunningen zijn door de Wabo geïntegreerd in één omgevingsvergunning, met één vergunningenprocedure en één bevoegd gezag. Voor de Noord-West 380 kV-verbinding EOS-VVL beschrijft deze wet de procedure voor de omgevingsvergunning(en). De toetsingskaders voor deze vergunningen zijn echter in veruit de meeste gevallen in de reeds geldende wetgeving blijven staan.

Nationaal Waterplan

In het Nationaal Waterplan wordt uitgegaan van de strategie die bestaat uit:

- meebewegen met natuurlijke processen waar het kan, weerstand bieden waar het moet en kansen voor welvaart en welzijn benutten;
- met een adaptieve aanpak anticiperen op de toekomstige ontwikkelingen;
- betrokkenheid van alle relevante partijen, zowel publiek als privaat, bij zowel het definiëren van de opgaven als het vinden van oplossingen.

Het Nationaal Waterplan beschrijft de hoofdlijnen van het nationale waterbeleid. Op basis van de Wet ruimtelijke ordening heeft het Nationaal Waterplan voor de ruimtelijke aspecten de status van een structuurvisie. Belangrijke onderdelen van het Nationaal Waterplan zijn het nieuwe beleid op het gebied van waterveiligheid, het Noordzeebeleid en de Stroomgebiedbeheerplannen op grond van de KRW.

2.3 Provincie

Het waterbeleid van de provincie Groningen wordt verwoord in de Omgevingsverordening provincie Groningen 2009 (partiële herziening 2014).

In de verordening zijn ten aanzien van de waterkering bij de Kwelderweg bij Eemshaven regels opgenomen ter bescherming van de functie van de primaire watergang.

Tussen Sauwerd en Aduard gaat het tracé van de nieuwe Noord-West 380 kV-verbinding EOS-VVL door het slotenpatroon van Middag-Humsterland. Er zijn in de verordening ten aanzien van het Nationaal Landschap Middag-Humsterland regels gesteld ter bescherming van de landschappelijke openheid, het reliëf, de karakteristieke verkaveling, het beloop en profiel van watergangen en wegen en alsmede het daarmee samenhangende reliëf en de aanwezige wierden en dijken.

Daarnaast zijn er voor grote delen van het tracé van de nieuwe 380 kV-verbinding EOS-VVL normen opgenomen ten aanzien van de bergings- en afvoercapaciteit van regionale wateren.

2.4 Waterschap

Algemeen – de Watertoets

De watertoets is een proces waarbij de initiatiefnemer van een ruimtelijk plan en de waterbeheerder met elkaar in gesprek gaan in een zo vroeg mogelijk stadium. Door het maken van onderlinge goede afspraken wordt er zorg voor gedragen dat het waterhuishoudkundige en ruimtelijke beleid goed wordt toegepast en uitgevoerd.

De vroegtijdige betrokkenheid van de waterbeheerder bij het ruimtelijk plan leidt uiteindelijk tot het wateradvies van de waterbeheerder en de expliciete afweging van de wateraspecten in het plan. Dit wordt beschreven in de waterparagraaf van een ruimtelijk plan, in het geval van het voorliggende inpassingsplan vormt deze bijlage de waterparagraaf. Daarnaast is het van belang dat de waterbeheerder ook bij de uitvoering van het plan betrokken blijft. In de uitvoering worden vaak keuzes gemaakt die relevant zijn voor het water, maar die niet in een ruimtelijk plan als een inpassingsplan kunnen worden geregeld.

Zoals onder paragraaf 1.3 al is beschreven hebben er al diverse overleggen met het waterschap Noorderzijlvest plaatsgevonden. De voorliggende bijlage is dan ook opgesteld mede op basis van deze overleggen.

Waterschap Noorderzijlvest

De primaire taken van het waterschap Noorderzijlvest zijn 'voldoende water', 'schoon water' en 'veiligheid'. In het Waterbeheerplan 2010-2015 vormt duurzaamheid een centraal thema. Er wordt grote waarde gehecht aan duurzaam waterbeheer, dat bijdraagt aan de kwaliteit van de leefomgeving en versterking van de regionale economie.

Water moet ook de ruimte krijgen. Bij de invulling van het concept 'ruimte voor water' moeten er zorgvuldige afwegingen worden gemaakt. Het concept 'leven met water' krijgt steeds meer aandacht. Een voorbeeld hiervan is dat steeds vaker wordt voorgesteld om het waterpeil niet aan de gebiedsfunctie (wonen, natuur etc.) aan te passen, maar de gebiedsfunctie juist aan het bestaande waterpeil.

Het waterschap Noorderzijlvest hanteert als uitgangspunt in haar beleidsnotitie Water en Ruimte - Noorderzijlvest dat bij een toename van verhard oppervlak, dit gecompenseerd dient te worden. Voor plannen en projecten met een maximale toename van verhard oppervlak van 750 m² is een vrijstelling vastgesteld voor het creëren van compenserende waterberging. Bij het bepalen van de wateropgave voor oppervlaktewater en benodigde compensatie wordt op grond van de gebiedsgrootte een onderverdeling gemaakt. Bij kleine plannen wordt volstaan met het toepassen van een vuistregel, of moet een analyse worden uitgevoerd. Voor omvangrijke gebieden moet een waterhuishoudingsplan worden opgesteld. Zie voor de verdeling onderstaande tabel.

Bruto oppervlakte plangebied	Toe te passen methode
< 10 ha	Vuistregel 10%
10 ha – 200 ha	Regenduurlijnen
> 200 ha	Waterhuishoudingsplan

2.5 Gemeenten

Waterplannen beschrijven in zijn algemeenheid het beleid van de gemeenten op het gebied van water. Waterplannen bevatten een integrale aanpak van het waterbeheer binnen de gemeentegrenzen. De plannen gaan in op de onderwerpen grondwater, waterkwaliteit, regenwater en afvalwater. Voor zover relevant zijn in het onderstaande de gemeentelijke waterplannen beschreven die beleid vormen ter plaatse van het tracé van de Noord-West 380 kV-verbinding EOS-VVL.

Gemeente Eemsmond

De gemeente Eemsmond heeft haar waterbeleid verwoord in het gemeentelijke Water- en rioleringsplan. Hierin wordt weergegeven hoe de gemeente Eemsmond haar zorg voor de inzameling en transport van het stedelijk afvalwater, de afvoer van het hemelwater, de grondwaterproblematiek en het duurzaam en integraal waterbeheer in de planperiode 2011 t/m 2015 vorm wil geven en is aangegeven welke rol water speelt binnen de gemeente.

Het watersysteem zal zodanig zijn ingericht dat veiligheid is gewaarborgd en dat overlast wordt beperkt. Een watersysteem waarin het water helder is, van goede kwaliteit is, een

schone waterbodem heeft en een oever die, evenals het water en de waterbodem, geschikt is voor de aanwezige gebruiksfuncties.

Met de implementatie van de waterparagraaf is er een sterk verbeterde afstemming tussen waterbeheer en ruimtelijke ordening tot stand gekomen.

Gemeente Delfzijl

De doelstelling van het Waterplan 2007 van de gemeente Delfzijl is als volgt:

- Het ontwikkelen van een gemeenschappelijke visie van gemeente en waterschap op het stedelijk en landelijk waterbeheer in de gemeente Delfzijl;
- Het afstemmen van waterbeleid binnen de gemeente, tussen de gemeente en het waterschap en met andere partijen, zodat de stedelijke wateropgaven worden gehaald tegen de laagste maatschappelijke kosten;
- Het maken van concrete afspraken over ambities, maatregelen, de bekostiging daarvan en de doorwerking in de ruimtelijke ordening.

Het waterplan is een functioneel beleidsdocument, dat een kader biedt voor sectorale plannen en plannen met betrekking tot de ruimtelijke ordening. Het waterplan geeft input voor het uitvoeren van de watertoets en het schrijven van een waterparagraaf voor bestemmingsplannen.

Gemeente Loppersum

In juli 2007 is het Waterplan Loppersum opgesteld. Het doel van het plan is het realiseren van een duurzaam watersysteem. In het landelijk gebied geldt de doelstelling van het verbeteren van de waterkwaliteit en ecologie. Er wordt ingezet op een gedifferentieerd onderhoud en het aanleggen van meer natuurvriendelijke oevers. Het beheer en onderhoud dient te worden afgestemd op de gewenste beeldkwaliteiten.

Gemeente Bedum

Het gemeentelijke waterplan stamt uit 2008. Volgens dit waterplan streeft de gemeente Bedum naar een duurzaam en veerkrachtig watersysteem. Daarnaast wil de gemeente dat het veilig is en zowel kwantitatief als kwalitatief is het watersysteem in orde. Verder werkt de gemeente aan het creëren van draagvlak en vergroten van waterbewustzijn en waterwaardering. Tot slot wordt aangegeven dat met name bij ruimtelijke plannen het van belang is dat er goede samenwerking is en een verdeling van verantwoordelijkheden.

Gemeente Winsum

De Visie van het Waterplan Winsum is in 2006 opgesteld in samenwerking met het waterschap Noorderzijlvest. Het waterplan bestaat uit twee delen, een visie waarin de huidige situatie wordt beschreven op het gebied van waterkwantiteit en -kwaliteit. Daarnaast wordt er een visie voor de toekomst beschreven en worden doelstellingen benoemd.

In de watervisie is een scala aan maatregelen opgenomen die bij de uitvoering van het waterbeleid aan de orde komen. De maatregelen hebben betrekking op het creëren van voldoende waterberging, verbetering van de kwaliteit, inrichting van natuurvriendelijke oevers, vervanging van rioleringen en het geven van een meervoudige functie aan het water.

Gemeente Zuidhorn

De gemeente Zuidhorn heeft met de vier gemeentes in het Westerkwartier (Grootegast, Leek en Marum) een intergemeentelijk waterplan vastgesteld. Hierin wordt de visie tot het jaar 2020 beschreven. Het beheer van het watersysteem blijft voor het belangrijkste deel gericht op veiligheid en functionaliteit. De inrichting van het watersysteem vindt plaats met zo min mogelijk technische ingrepen en de natuurlijke veerkracht van het water dan waar mogelijk hersteld. De uitgangspunten van de visie zijn de tritsen schoonhouden-scheiden-zuiveren (waterkwaliteit) en vasthouden-bergen-afvoeren (waterkwantiteit). De oevers worden zodanig ingericht dat deze zijn afgestemd op de omgeving en de functie. De cultuurhistorische waarden van het water dienen behouden te blijven. Waar nodig worden deze hersteld of verbeterd. In de bestemmingsplannen wordt de cultuurhistorische waarde van het water wordt waar mogelijk benoemd en bestemd. Voor zover water van belang is voor het goed functioneren van het watersysteem wordt dit als zodanig vastgelegd in de bestemmingsplannen.

Gemeente Groningen

De gemeente Groningen geeft in het Groninger Water- en Rioleringsplan 2009 – 2013 Waterwerk aan dat het haar centrale waterambitie is te streven naar een duurzaam stedelijk waterbeheer. Het plan voert de naam 'Waterwerk' omdat in dit GWRP de nadruk ligt op de samenhangende waterambities van de gemeente en de daaruit voortvloeiende maatregelen.

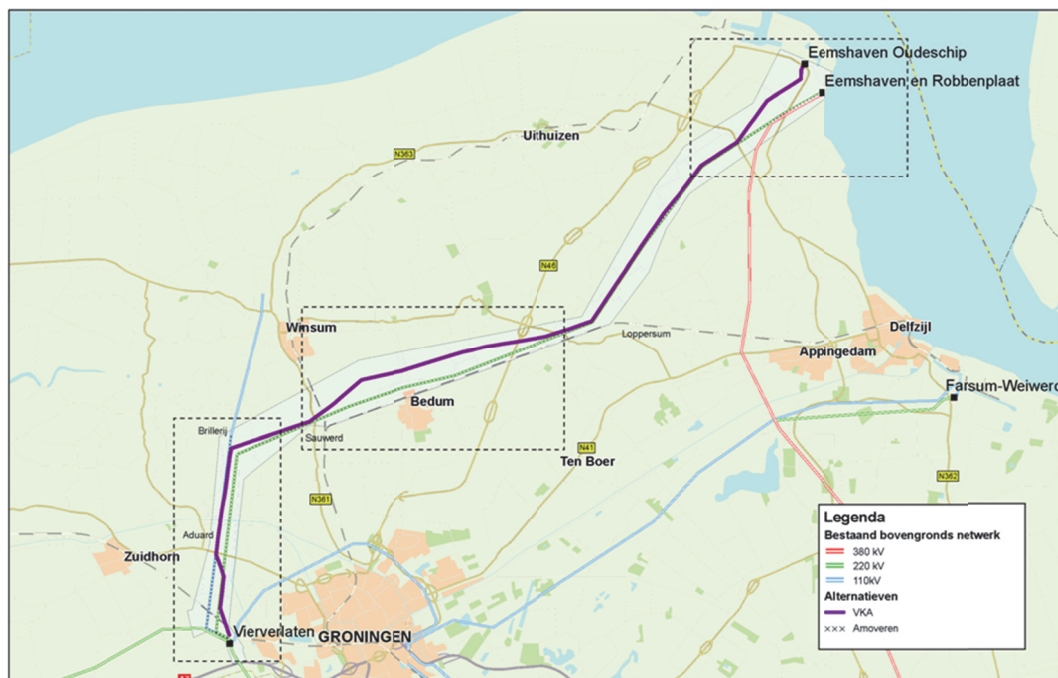
3. VOORKEURSTRACE

In het inpassingsplan wordt het voorkeurstracé (VKA) juridisch – planologisch vastgelegd als uit te voeren project. Het VKA is opgebouwd uit delen van alle alternatieven die in het MER zijn beschouwd. Daarnaast zijn de aspecten tijd, kosten en nettechniek van invloed geweest bij het bepalen van het VKA (voor een uitgebreide motivering wordt verwezen naar paragraaf 5.5 van de toelichting van het inpassingsplan). Het inpassingsplan wordt door de Ministers van I&M en EZ vastgesteld.

3.1 Globale beschrijving

3.1.1 Algemeen

De verbinding Noord-West 380 kV EOS – VVL loopt vanaf het hoogspanningsstation Eemshaven Oudeschip, naar het transformatorstation Vierverlaten bij Groningen. De lengte van het tracé tussen Eemshaven Oudeschip en Vierverlaten bedraagt circa 40 kilometer. Het tracé van de 380 kV-verbinding vervangt de bestaande 220 kV-verbinding van Eemshaven Robbenplaat naar transformatorstation Vierverlaten. Het tracé volgt in grote lijnen het tracé van deze 220 kV-verbinding maar is geoptimaliseerd op basis van de effecten van de hoogspanningsverbinding op het milieu. Met de realisatie van de nieuwe 380 kV-verbinding komt de bestaande 220 kV-verbinding te vervallen.



Figuur 1: Afwijking tracé nieuwe 380 kV-verbinding van het bestaande 220 kV-tracé

3.1.2 Tracébeschrijving

Het tracé van de nieuwe 380 kV-verbinding begint bij het hoogspanningsstation Eemshaven Oudeschip, in de gemeente Eemshaven. In Eemshaven ligt het tracé noordelijker dan het bestaande 220 kV-tracé. Het gehucht Nooitgedacht in de gemeente Delfzijl wordt hierdoor ten noorden gepasseerd.

Na Nooitgedacht keert het tracé van de nieuwe 380 kV-verbinding terug naar het bestaande 220 kV-tracé. Het tracé loopt hier vervolgens in een rechte lijn door het agrarische gebied. De dorpen 't Zandt, Zeerijp, Loppersum en Westeremden worden op enige afstand gepasseerd. Nabij Westeremden maakt het tracé een knik in westelijke richting.

Na Westeremden blijft het tracé van de nieuwe 380 kV-verbinding het bestaande 220 kV-tracé in westelijke richting volgen. Het dorp Stedum wordt ten noorden gepasseerd. Ter hoogte van Bedum wordt het 220 kV-tracé losgelaten door voor Bedum in noordelijke richting uit te wijken en voorbij Bedum het bestaande 220 kV-tracé weer op te pakken. Het tracé volgt daarmee een nieuwe route noordelijk om het dorp Bedum heen om ter hoogte van Sauwerd het bestaande 220 kV-tracé weer op te pakken. De nieuwe 380 kV-verbinding loopt tussen Klein Wetsinge en Sauwerd door. Het tracé vervolgt in westelijke richting en kruist het Reitdiep en het Aduarderdiep. Bij het Aduarderdiep vindt de kruising van het kanaal iets noordelijker plaats dan het bestaande 220 kV-tracé.

Bij Brillerij komen de ondergrondse 110 kV-verbinding uit Grijpskerk en de bovengrondse 110 kV-verbinding Ranum samen, waarna deze als één 2x 110 kV-verbinding bovengronds doorloopt naar Vierverlaten. Vanaf de kruising met het Aduarderdiep tot aan transformatorstation Vierverlaten wordt de nieuwe 380 kV-verbinding in eerste instantie gecombineerd met deze 2 x 110 kV-verbinding. Wanneer op termijn de verbinding Noord-West 380 kV EOS-VVL bedreven gaat worden op 4 x 380 kV-circuits, zal de 110 kV-verbinding tussen Brillerij en Vierverlaten verkabeld worden (ondergronds worden gebracht).

De nieuwe verbinding wordt tot en met Aduard dicht op het bestaande 110 kV-tracé gebouwd. Hier wordt het Van Starckenborghkanaal gekruist. Ten zuiden van Aduard maakt het tracé van de nieuwe 380 kV-verbinding een knik en keert terug naar het bestaande 220 kV-tracé. Dit wordt gevolgd richting transformatorstation Vierverlaten waarbij de spoorlijn Leeuwarden – Groningen wordt gekruist. Voor het spoor maakt het tracé een knik richting station Vierverlaten. De knik ligt op deze plek om een gas- en waterleiding verderop te vermijden. Bij Vierverlaten sluiten de twee 110 kV-circuits aan op het bestaande transformatorstation en de twee 380 kV-circuits op de nieuwe uitbreiding van dit station met 380 kV-transformatoren.

Om de stroom vanaf de nieuwe 380 kV-verbinding verder te kunnen transporteren over / naar het bestaande net, dient transformatorstation Vierverlaten uitgebreid te worden met

380 / 220 kV transformatoren. Met het inpassingsplan wordt de uitbreiding van het station Ververlaten mogelijk gemaakt, waarbinnen zes 380 / 220 kV transformatoren worden geplaatst. Deze transformatoren worden inpandig geplaatst.

4. EFFECTEN WATERSYSTEEM

In dit hoofdstuk worden op hoofdlijnen de effecten beschreven die de 380 kV-verbinding EOS-VVL heeft op het watersysteem. Het behandelt de volgende aspecten: zetting bij ontwatering, bodemverontreiniging, grondwater, oppervlaktewater en waterkeringen en effecten door tijdelijke werken.

4.1 Zetting bij ontwatering

Tijdens de realisatiefase kan zetting van de klei- en veengronden optreden als gevolg van bemaling van grondwater (tijdelijke verlaging grondwaterstand). Deze bemaling is nodig voor het tijdelijk droog houden van de bouwputten. Voor de mastvoeten is de bemalingsduur echter kort (circa 28 dagen), waardoor de verwachte zetting beperkt is.

Potentieel zettingsgevoelige objecten zijn (spoor)wegen, watervoorzieningen en bebouwing. Voor landbouwgrond is zetting weinig schadelijk. Door mitigerende maatregelen, zoals retourbemaling, is dit negatieve effect voor kwetsbare objecten goed te mitigeren, waardoor de kans op schade is te verwaarlozen.

Bij een aantal mastlocaties liggen er zettingsgevoelige objecten binnen het invloedsgebied van de bemaling:

- bij 5 mastlocaties bebouwing binnen het invloedsgebied van de bemaling aanwezig is;
- bij 10 mastlocaties er sprake is van een kade, waterkering of watergang, binnen het invloedsgebied van de bemaling;
- bij 16 mastlocaties er kabels en of leidingen worden aangetroffen binnen het invloedsgebied van de bemaling;
- bij 3 locaties een spoorbaan het invloedsgebied van de bemaling doorsnijdt;
- bij in totaal 30 locaties er een weg of fietspad aanwezig is binnen het invloedsgebied van de bemaling.

Ten behoeve van de uitvoering zal onderzoek worden gedaan naar de kans op zetting. Op basis hiervan wordt de uitvoeringsmethodiek bepaald. Uitgangspunt is dat zetting slechts zo beperkt optreedt dat deze niet tot onaanvaardbare schadelijke effecten leidt. Daarnaast zullen de effecten van de bemaling worden gemonitord.

4.2 Bodemverontreiniging

4.2.1 Beschermingzones

Er liggen geen milieubeschermingsgebieden, bodembeschermingsgebieden of boringsvrije zones in of nabij het plangebied. Ook zijn er geen grondwaterbeschermingszones aanwezig binnen het plangebied tussen Eemshaven en Vierverlaten. De aanleg van de verbinding heeft daarom geen effect op deze gebieden respectievelijk zones.

4.2.2 Verontreiniging als gevolg van uitloging

Er heeft literatuuronderzoek plaatsgevonden naar de uitloging en de gangbare onderhoudsmaatregelen voor de kabels en de masten. Uit dit onderzoek blijkt dat de uitloging van de toegepaste materialen, mede door coating, nihil is. Het risico op uitloging is zeer beperkt.

De funderingen voor de masten van de nieuwe verbinding zijn van beton met een stalen wapening. De nieuwe verbinding bestaat uit stalen verzinkte masten, betonnen masten of hybride masten (staal/beton). Na de aanbesteding wordt duidelijk welk materiaal voor de masten wordt toegepast. Aan de masten worden aluminium geleiders gehangen.

Indien stalen verzinkte masten worden toegepast, dient het zware metaal zink als corrosiewerend materiaal voor de masten. De stalen verzinkte masten worden voorzien van een geverfde/gepoedercoate laag. Op deze manier wordt voorkomen dat de zinklaag wordt aangetast, zink van de mast spoelt en er zodoende een verhoogde concentratie zink bij de mast in de bodem ontstaat.

Uitloging, verwerking en verspreiding als gevolg van het mogelijk afbladderen van de coating worden voorkomen door tijdig onderhoud, het gebruik van niet of weinig uitloogbare, onderhoudsarme materialen, de juiste coating (zonder schadelijke stoffen), gebruik van spatdoeken bij het coaten van masten en een gedragscode bij het reinigen van de masten. Hetzelfde geldt voor de geleiders en andere onderdelen.

De bestaande 220 kV-verbinding, die uit staal en aluminium bestaat, wordt grotendeels verwijderd. Naast de masten waar de 220 kV-verbinding in hangt, wordt ook de fundering tot 2 meter onder maaiveld verwijderd. Hierdoor zal de (geringe) uitloging van deze verbinding niet meer optreden.

4.2.3 Bodemopbouw en waterafsluitende lagen

De bodem tussen Eemshaven en Vierverlaten behoort tot het noordelijke zeeleigebied. Zeeklei heeft een taaie en waterdoorlatende structuur. Hierdoor komen bodemprocessen vaak minder goed op gang. Daardoor missen zeeleibodems vaak gelaagdheid. De

zeeklei ligt vrijwel altijd op een pakket dekzand. De zeeklei is voornamelijk in de Middeleeuwen afgezet, toen ook grote inbraken vanuit zee optraden en onder meer de boezems Fivel en Eems zijn ontstaan. De hoogte van het maaiveld in het tracé varieert tussen de NAP + 2,5 en NAP - 2,5 m.

De Fivelboezem (rondom de huidige Eemshaven) is volledig dichtgeslibd en is nu globaal herkenbaar aan de gronden die iets meer zavel bevatten. Dit gebied behoort tot het jonge-zeeboezem- en kweldergebied. De bodem bestaat hier voornamelijk uit zavel of lichte klei met een homogeen profiel. Ook de kustzone bestaat hoofdzakelijk uit lichtere gronden, soms met een dun kleidek. Deze (voormalig) buitendijkse gronden zijn typische aanwassen.

Uit het geologische profiel voor Noorderzijlvest volgt dat er bij de Eemshaven sprake is van een pakket Holocene afzettingen met een dikte van circa 15 meter. Langs het tracé richting Viervelaten neemt de dikte van dit pakket af tot circa 2 meter. Onder het Holoceen worden langs het gehele tracé de hoofdzakelijk zandige afzettingen van de formatie van Boxtel aangetroffen. De dikte van deze formatie varieert van 0 tot circa 9 meter. Onder de formatie van Boxtel worden lokaal afzettingen aangetroffen van de formaties van Urk, de Eemformatie en de formatie van Drente. Het betreft hoofdzakelijk zandige afzettingen, alleen aan de bovenzijde van de Eemformatie is klei afgezet. Onder het gehele tracé wordt de formatie van Peelo aangetroffen. Ter hoogte van de Eemshaven wordt deze formatie aangetroffen op een diepte van circa 27 meter, ter hoogte van Viervelaten wordt de formatie aangetroffen op 12 meter diepte. De dikte varieert van 5 tot 45 meter, mede een gevolg van insnijdingen door andere formaties. Bij Eemshaven is sprake van een deklaag met een dikte van circa 15 meter. Onder de deklaag worden zandige lagen aangetroffen tot een diepte van meer dan 50 meter. Vanaf kilometrering 5 tot 22,5 wordt het zandige lagen pakket onderbroken door een kleipakket. Dit pakket vormt hier de eerste scheidende laag. Boven deze laag wordt het bovenste watervoerende pakket aangetroffen en onder de scheidende laag het diepe watervoerende pakket. Uit het geohydrologische profiel volgt dat de scheidende laag op meerdere locaties ontbreekt, waardoor er daar sprake is van een samengaan van het bovenste en diepe watervoerende pakket.

De doorlatendheid van de deklaag is beperkt langs het tracé van de nieuwe 380 kV-verbinding EOS-VVL. De doorlatendheid van het bovenste watervoerende pakket varieert sterk. Dit is een gevolg van het feit dat er plaatselijk pas op grote diepte slechtdoorlatende lagen worden aangetroffen. Daar waar er Eemklei of klei van Peelo worden aangetroffen is sprake van een relatief dun bovenste watervoerende pakket. Het grootste deel van het tracé wordt gekarakteriseerd door een relatief beperkte doorlatendheid van het bovenste watervoerende pakket. De weerstand van de scheidende laag is langs grote delen van het tracé hoog. Op een aantal locaties is er sprake van een geringe weerstand of ontbreekt de laag volledig.

4.3 Grondwater

4.3.4 Algemeen

Bij het aanleggen van de fundering voor de masten van de nieuwe 380 kV-verbinding en aanleg van de 110-kV-kabels kan bemaling van het grondwater plaatsvinden. Afhankelijk van de grondwaterstand, dikte van de deklaag, de aanwezigheid van bestaande mobiele verontreinigingen en de aanwezigheid van brak/zout grondwater, variëren de effecten van de aanleg op het grondwatersysteem.

4.3.5 Grondwatertrappen

Het tracé van de nieuwe 380 kV-verbinding wordt gekarakteriseerd door relatief lage gemiddeld laagste grondwaterstanden, lager dan 1,2 meter onder maaiveld. Op basis van de gemiddeld hoogste stand valt het gebied langs het tracé in de grondwaterklassen VI en V. Klasse VI met een hoogste grondwaterstand tussen 0,4 en 0,8 onder maaiveld wordt aangetroffen tussen kilometrerig 0 en 16. Tussen kilometrerig 19 en 41 ligt de gemiddeld hoogste grondwaterstand minder dan 0,4 m onder maaiveld (trap V). Het overgangsgebied tussen beiden wordt gekarakteriseerd met een grondwatertrap V*, waarbij de GHG meer ligt in de range van 0,2 tot 0,4 meter onder maaiveld.

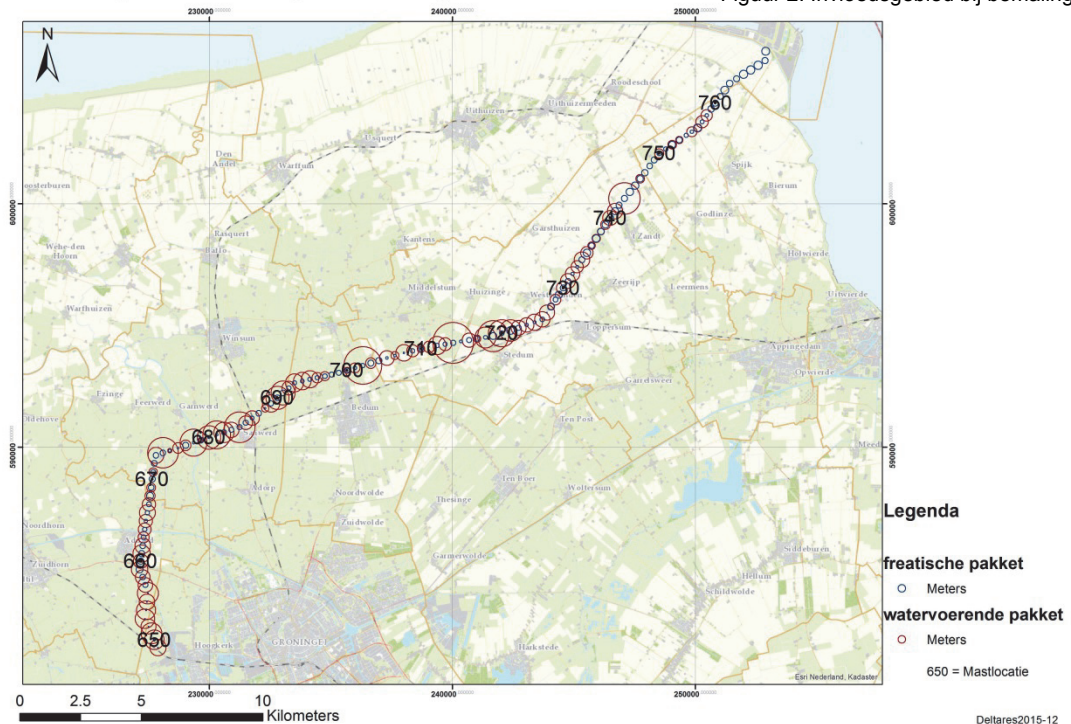
4.3.6 Bemaling

De fundatie van de mast wordt in een bouwput, in beginsel, in den droge aangebracht. Dit betekent dat op de meeste locaties gebruik zal worden gemaakt van een bemaling om de grondwaterstand tijdelijk te verlagen. Voor het bemalen van de locaties is het noodzakelijk toestemming te verkrijgen door bij het bevoegde gezag door een melding of een vergunningaanvraag te doen. Daarbij is het invloedsgebied bij bemaling relevant. Dit heeft betrekking op de zone waarbinnen, als gevolg van het toepassen van een bemaling voor de aanleg van een standaardmastfundatie, de (freatische) grondwaterstand wordt verlaagd met 0,05 meter of meer.

Er is bij de bemalingsberekeningen onderscheid gemaakt naar het benodigde debiet voor een freatische bemaling en het debiet voor een spanningsbemaling. Deze laatste is nodig wanneer er een risico bestaat van het opbarsten van een afsluitende kleilaag onder de bouwput, dit als gevolg van de ontgraving en de daarbij toegepaste verlaging van de grondwaterstand. In het freatische pakket heeft het invloedsgebied een omvang, die varieert van 5 tot 170 meter. De gemiddelde straal van het invloedsgebied in het freatische pakket bedraagt 120 meter. In het watervoerende pakket, onder de afsluitende deklaag, heeft het invloedsgebied een omvang, die varieert van 83 tot 841 meter. De gemiddelde straal van het invloedsgebied in het watervoerende pakket, voor de 93 mastlocaties waar een spanningsbemaling noodzakelijk kan zijn, bedraagt 313 meter.

Invloedsgebied bemaling - Noorderzijlvest

Figuur 2: Invloedsgebied bij bemaling



Uitgaande van de aanleg van de fundatie van de masten in een bouwkuip, die door een bemaling droog gehouden dient te worden, is het waterbezwaar bepaald van de freatische bemaling en de eventueel benodigde spanningsbemaling, om het opbarsten van de bodem van de bouwput te voorkomen:

- uitgaande van een gemiddeld hoogste grondwaterstand is, voor het hele tracé het waterbezwaar voor de freatische bemaling bepaald op $1.963.032 \text{ m}^3$.
- uitgaande van een gemiddeld hoogste grondstijghoogte is voor het tracé het waterbezwaar voor de spanningsbemaling bepaald op 740.462 m^3 .

Op basis van vorenstaande is het totale waterbezwaar voor het gehele tracé bepaald op $2.699.986 \text{ m}^3$. Dit waterbezwaar is gebaseerd op de situatie van een grondwaterstand die overeenkomt met de gemiddeld hoogste grondwaterstand.

Ter beperking van het waterbezwaar wordt aanbevolen om:

- zowel de duur van de bemaling als de verlaging van de grondwaterstand te bewaken;
- voor die delen van het tracé waar een grote onderlinge beïnvloeding wordt verwacht tussen bemalingen bij naast elkaar gelegen mastvoeten, de verlaging van de grondwaterstand extra zorgvuldig te monitoren en het debiet af te stellen op basis van deze gemonitorde verlaging;
- voor een aantal mastlocaties valt te overwegen de bemaling in het droge jaargetijde te plannen, zodat het toepassen van een spanningsbemaling voorkomen kan worden.

Deze zullen in de betreffende bemalingsplannen ten behoeve van de watervergunning worden opgenomen.

4.3.7 Verplaatsen bestaande verontreiniging

Bij de realisatie van de mastvoeten wordt grond vergraven. Uitgangspunt is om gebiedseigen grond zoveel mogelijk ter plekke te verwerken, waarbij rekening wordt gehouden met de kwaliteit van de grond ter plaatse. De nieuwe 380 kV-verbinding loopt langs c.q. doorsnijdt vrijwel geen bodemverontreinigingen. Een plaatsing van een mast in de directe nabijheid van bodemverontreinigingen wordt in principe vermeden. Tenzij het een verontreiniging betreft die zich uitstrekt over een groter gebied, is het plaatsen van een mast in een verontreinigd gebied dus niet waarschijnlijk. Indien dat wel gebeurt, zal de locatie gesaneerd worden, hetgeen een positief effect heeft op de bodemkwaliteit. Daarnaast is van belang of de verontreiniging ook in het grondwater (mobiele verontreiniging) is terecht gekomen. Aantasting van dergelijke verontreinigde locaties als gevolg van bronnering kan namelijk een verspreiding van de verontreiniging tot gevolg hebben. Echter, gezien de beperkte tijdsduur van dergelijke bronneringen (per mastvoet) en de beperkte oppervlak waar dergelijke tijdelijke maatregelen worden toegepast, zal een eventuele verspreiding van een mobiele verontreiniging beperkt zijn. Met betrekking tot milieuhygiënische invloeden wordt op basis van de uitgevoerde onderzoeken geconcludeerd dat er bij geen van de mastlocaties sprake is van sterke (mobiele) grondwaterverontreinigingen binnen met invloedsgebied van de bemalingen.

4.3.8 Aantrekken brak/ zout grondwater

Over het gehele tracé van de nieuwe 380 kV-verbinding wordt op geringe diepte de overgang naar zout water aangetroffen. Tussen kilometrering 12,5 en 29 en 35 tot 35,5 is dit tussen 0 en 5 meter onder maaiveld. Op de overige stukken is dit tussen 5 en 20 meter onder maaiveld. Als spanningsbemaling wordt toegepast bij het aanleggen van de fundering van de masten van de nieuwe 380 kV-verbinding en de aanleg van de 110-kV-kabels dan wordt brak/zout grondwater aangetrokken. De invloedsstraal van deze mogelijke onttrekkingen reikt namelijk tot het brakke water in het diepe watervoerende pakket. In overleg met het waterschap Noordzijldervest wordt bepaald op welke wijze het bemalingswater met een verhoogd zoutgehalte kan worden geloosd. Na realisatie is er geen sprake meer van het lozen van brak/zout oppervlaktewater.

Zowel voor het onttrekken, het eventueel retour bemalen als het lozen van grondwater dient (afhankelijk van de volumes en debieten) een watervergunning of –melding aangevraagd te worden in het kader van de Keur van het waterschap Noordzijldervest.

4.3.9 Opbarstingrisico

In vrijwel het gehele plangebied tussen Eemshaven en Vierverlaten bestaat de kans dat de bodem bij graafwerkzaamheden opbarst en is (spannings)bemaling nodig. In het gebied tussen Loppersum en Vierverlaten (nabij Stedum en Westervijtwerd en in het gebied tussen Sauwerd, Aduard en Den Horn) zit zout / brak grondwater in het onderliggende watervoerende pakket. Omdat in deze gebieden spanningsbemaling moet worden toegepast, wordt daarmee mogelijk zout water aangetrokken uit het onderliggende watervoerende pakket. Om negatieve effecten te voorkomen zijn meerdere maatregelen mogelijk. Deze zullen in de betreffende bemalingsplannen ten behoeve van de watervergunning worden opgenomen. Voor het toepassen van (spannings)bemaling is een watervergunning nodig in het kader van de Keur.



Figuur 3: Opbarstinggevaar en zoutconcentratie

4.4 Oppervlaktewater en waterkeringen

4.4.10 Doorvaarhoogte kanalen

Alle waterlopen binnen het plangebied worden bovengronds gekruist. Boten en zeilboten met een masthoogte van meer dan zes meter kunnen van Delfzijl naar Vlissingen varen via de Staande Mastroute. Schepen kunnen in de zomer met een staande mast (die niet meer dan dertig meter hoog mag zijn) bijna het hele land door varen. Er is sprake van één kruising tussen de Staande Mastroute en de 380 kV-verbinding EOS-VVL. Waar nodig worden bij kruisingen van kanalen en de Staande Mastroute hoge bipolemasten van 75 meter hoog gebruikt. Hierdoor is de veilige doorvaart van boten met staande masten tot maximaal 30 meter gegarandeerd.

4.4.11 Waterkeringen en watergangen

In bijlage 1 is een kaart opgenomen met daarop het tracé van de 380 kV-verbinding EOS-VVL, de hoofdwatgangen en de primaire en overige waterkeringen. Het tracé van de nieuwe 380 kV-verbinding passeert een aantal 'overige' waterkeringen. Primaire waterkeringen worden niet gepasseerd. Bij het positioneren van de masten is het uitgangspunt dat de masten niet in grote en primaire watergangen of in de beschermingszone van een waterkering worden gerealiseerd.

4.4.12 Wateroverlast

Op hoofdlijnen zal de fundering van de masten van de nieuwe 380 kV-verbinding er als volgt uit zien. De 2 palen staan los van elkaar, elk op een betonnen poer. Per locatie wordt bekeken of de fundering op maaiveld komt of op een diepte van ca. 1,5 meter onder maaiveld.

Er heeft overleg plaats gevonden met het waterschap Noorderzijlvest. Hierin is onder andere gesproken over eventuele watercompensatie naar aanleiding van de toename van het verharde oppervlak. Wanneer de fundering wordt gerealiseerd op een diepte van circa 1,5 meter onder maaiveld, is er geen sprake van toename van het verharde oppervlak. Ingeval vanuit technische overwegingen er een fundering nodig is die ondieper dan 1,5 meter onder maaiveld reikt (dus op maaiveld), dan komt er 2x een cirkel met een diameter van 8 meter aan verharding. Dit betekent per locatie ongeveer 100 m² aan verharding. Het compenseren in het buitengebied geldt vanaf 2.500 m² toename verhard oppervlak. Per peilgebied zal dit bij lange na niet worden gehaald. Compensatie is dan ook niet vereist. Bovendien wordt de bestaande 220 kV-verbinding verwijderd; de masten worden weggehaald en afgevoerd en de fundering wordt in beginsel tot 2 meter onder het maaiveld weggehaald. Daarna wordt de bodem in de oorspronkelijke staat hersteld. Het funderen en plaatsen van de masten van de nieuwe 380 kV-verbinding leidt daarom niet

tot een extra belasting van het oppervlaktewatersysteem. Watercompensatie is dan niet aan de orde.

De uitbreiding van het station Vierverlaten vindt plaats op het bestaande bedrijvenpark Westpoort. In het stedenbouwkundig inrichtingsmodel van dit bedrijventerrein is reeds voorzien in een vergroting van het bestaande oppervlak voor berging. Per bemalingsgebied (polder) worden de normen van het waterschap en het NBW/RBW in acht genomen om te voorzien in voldoende berging van regenwater, teneinde afwenteling op de boezem te voorkomen. Door de uitbreiding van station Vierverlaten wordt er 7.310 m² wateroppervlakte aan sloten wordt gedempt en neemt het verhard oppervlak met 1.980 m² toe (zie bijlage 2). Dat betekent dat er 7.508 m² waterberging gecreëerd moet worden. Ter compensatie voor het dempen van watergangen ter plaatse van de uitbreiding van het station Vierverlaten en de toename van het verhard oppervlak ten gevolge van deze uitbreiding, wordt rondom het station Vierverlaten een watergang gerealiseerd van 5.090 m² om waterberging te creëren. Deze nieuwe watergang is bestemd tot 'Water'. In een overeenkomst tussen TenneT en de gemeente worden daarnaast afspraken vastgelegd over de realisatie van de overige 2.418 m² benodigde waterberging. In bijlage 2 is daarvoor een mogelijkheid opgenomen. Deze waterberging is bovendien vastgelegd in het Landschapsplan dat onderdeel uitmaakt van de regels van dit inpassingsplan.

4.4.13 Riolering

Bij de aanleg van de nieuwe 380 kV-verbinding en de 110 kV-kabels is kruising met riolering geen probleem. Er is een KLIC-melding gedaan om de exacte ligging van riolering in beeld te brengen en mastposities van de nieuwe 380 kV-verbinding zo veel als mogelijk daarop af te stemmen. Er komen in beginsel geen masten op rioleringen. Voor zover bekend kruisen de 110 kV-kabels geen rioleringen. Hiervoor zal nog een KLIC-melding worden gedaan. Als blijkt dat er een riolering wordt gekruist, zal hieronder door geboord worden. In voorkomend geval, kan ook de betreffende riolering worden verlegd.

4.4.14 Watervoorziening

Bij het traceren is rekening gehouden met aanwezigheid van waterleidingen. Er is een KLIC-melding gedaan om de exacte ligging van waterleidingen in beeld te brengen en mastposities zo veel als mogelijk daarop af te stemmen. Er komen in beginsel geen masten op waterleidingen. Voor zover bekend kruisen de 110 kV-kabels geen waterleidingen. Hiervoor zal nog een KLIC-melding worden gedaan. Als blijkt dat er een waterleiding wordt gekruist, zal hieronder door geboord worden. In voorkomend geval, kan ook de betreffende waterleiding worden verlegd.

4.4.15 Volksgezondheid

Er zijn geen gezondheidsrisico's te verwachten in relatie tot water.

4.4.16 Oppervlaktewaterkwaliteit

De realisatie van de nieuwe 380 kV-hoogspanningsverbinding EOS-VVL heeft geen invloed op de oppervlaktewaterkwaliteit.

4.4.17 Interferentie hoogspanningsleidingen op waterhuishoudkundige installaties

De NEN-EN 50341 stelt eisen aan het stroomniveau dat door hoogspanningsverbindingen veroorzaakt mag worden. Hiermee is bij het lijnontwerp rekening gehouden en zal er naar verwachting geen interferentie optreden. Bij de tracering van de nieuwe 380 kV-hoogspanningsverbinding EOS-VVL zijn bovendien grote waterhuishoudkundige installaties in beeld gebracht en zo veel mogelijk vermeden. Nabij Bedum gaat de verbinding vlak langs een wat groter gemaal (Haandijk). Verder liggen er in de nabijheid nog wat kleinere gemalen. Op al deze locaties zijn mitigerende maatregelen mogelijk, zoals aarding van het gemaal of eventuele verplaatsing, als onverwacht mocht blijken dat er sprake is van interferentie.

4.5 Effecten door tijdelijke werken

Bij de bouw van de masten worden tijdelijke bouwwegen aangelegd en mogelijk (tijdelijke) dammen. Bij de aanleg van deze werken wordt onder andere rekening gehouden met de onderhoudsstroken van hoofdwatergangen en de stabiliteit van waterkeringen. De bouwwegen kunnen daarnaast minimale zetting van de ondergrond veroorzaken. Deze is echter verwaarloosbaar. Indien er zetting optreedt dan zal deze zal bij het verlaten van de locatie worden opgeheven door de uitvoering van cultuurtechnische werkzaamheden. Bij de aanleg van dammen zal worden voldaan aan de betreffende Keur en wordt, indien nodig, een watervergunning aangevraagd of melding gedaan.

5. VERANKERING (RIJKS)INPASSINGSPLAN

In het (rijks)inpassingsplan wordt de 380 kV-verbinding EOS-VVL planologisch-juridisch verankerd door middel van de dubbelbestemming 'Leiding – Hoogspanningsverbinding 4x 380 kV'. Op enkele plaatsen dienen tijdelijke hulplijnen aan te worden gelegd. Deze krijgen de dubbelbestemming 'Leiding – Hoogspanningsverbinding Voorlopig'. Om vanaf de bestaande 110 kV-verbindingen bij Brilllerij aan te sluiten op de nieuwe 380 kV-verbinding worden ondergrondse 110 kV-verbindingen aangelegd. Ten behoeve van de aansluiting van de 110 kV-lijn op het station is bovendien de aanleg van een ondergrondse 110 kV-verbinding vanaf de nieuwe gecombineerde 110/380 kV-verbinding naar het station Vierverlaten noodzakelijk. Hiervoor is de dubbelbestemming 'Leiding – Hoogspanningsverbinding 110 kV ondergronds'. Het transformatorstation Vierverlaten inclusief de uitbreiding krijgt de bestemming 'Bedrijf – Hoogspanningsstation' en de daarvoor te realiseren waterberging/gang van 5.090 m² de bestemming 'Water'. Opstijgpunten krijgen de bestemming 'Bedrijf-Opstijgpunt'. De bestaande 220 kV-verbinding wordt verwijderd door middel van de gebiedsaanduiding 'vrijwaringszone – Hoogspanningsverbinding te vervallen'.

Voor de aanleg of het onderhoud van het project blijven de regels van de onderliggende (dubbel)bestemmingen van kracht, zoals 'Waterstaat - Waterkering' en 'Water'. Ter plaatse van de bovenbeschreven enkelbestemmingen zijn dergelijke (dubbel)bestemmingen niet van kracht. Daarmee zijn de waterbelangen voldoende verankerd.

6. CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN

6.1 Bodem

Tijdens de realisatiefase treedt een aantal effecten op die gemitigeerd worden. Door het onttrekken van grondwater en de aanleg van tijdelijke bouwwegen en tijdelijke werkterreinen kan er zetting optreden. Door mitigerende maatregelen, zoals retourbemaling, is dit negatieve effect voor kwetsbare objecten goed te mitigeren, waardoor de kans op schade is te verwaarlozen.

Er liggen geen milieubeschermingsgebieden, grondwaterbeschermingszones, bodembeschermingsgebieden of boringsvrije zones in of nabij het plangebied.

6.2 Grondwater

Op delen van het tracé van de nieuwe 380 kV-verbinding is sprake van opbarstrisico. Door het ontbreken van scheidende lagen in de ondergrond is het toepassen van damwanden om het waterbezwaar te beperken hier waarschijnlijk geen optie. Er zijn technische mogelijkheden om dit opbarstrisico te beperken, bijvoorbeeld door het toepassen van spanningsmaling. Hiermee wordt het risico van opbarsting verkleind. Bij het onttrekken van grondwater bij spanningsbemaling kan brak of zout grondwater worden opgepompt. Afhankelijk van de kwaliteit van het oppervlaktewater wordt het opgepompte water via retourbemaling weer in de bodem teruggebracht.

Er is geen sprake van bodemverontreinigingen dus bij het onttrekken van grondwater kunnen bestaande bodemverontreinigingen niet worden verplaatst.

6.3 Oppervlaktewater en waterkeringen

Het tracé van de 380 kV-verbinding EOS-VVL passeert een aantal waterkeringen. Bij het positioneren van de masten worden de kern- en beschermingszones van deze waterkeringen vermeden.

Er is in principe geen noodzaak tot compensatie van oppervlakte water als gevolg van verharding: de masten en de bijbehorende fundering worden zodanig uitgevoerd dat deze niet leiden tot een toename van verharding die gecompenseerd moet worden.

Er hoeven voor de 380 kV-verbinding EOS-VVL geen watergangen gedempt te worden. Er is wel sprake van (tijdelijke) dempingen voor de aanleg van bouwwegen en werkter-

reinen, die zijn nodig voor de aanleg van de verbinding en zullen worden verwijderd nadat de verbinding is gerealiseerd.

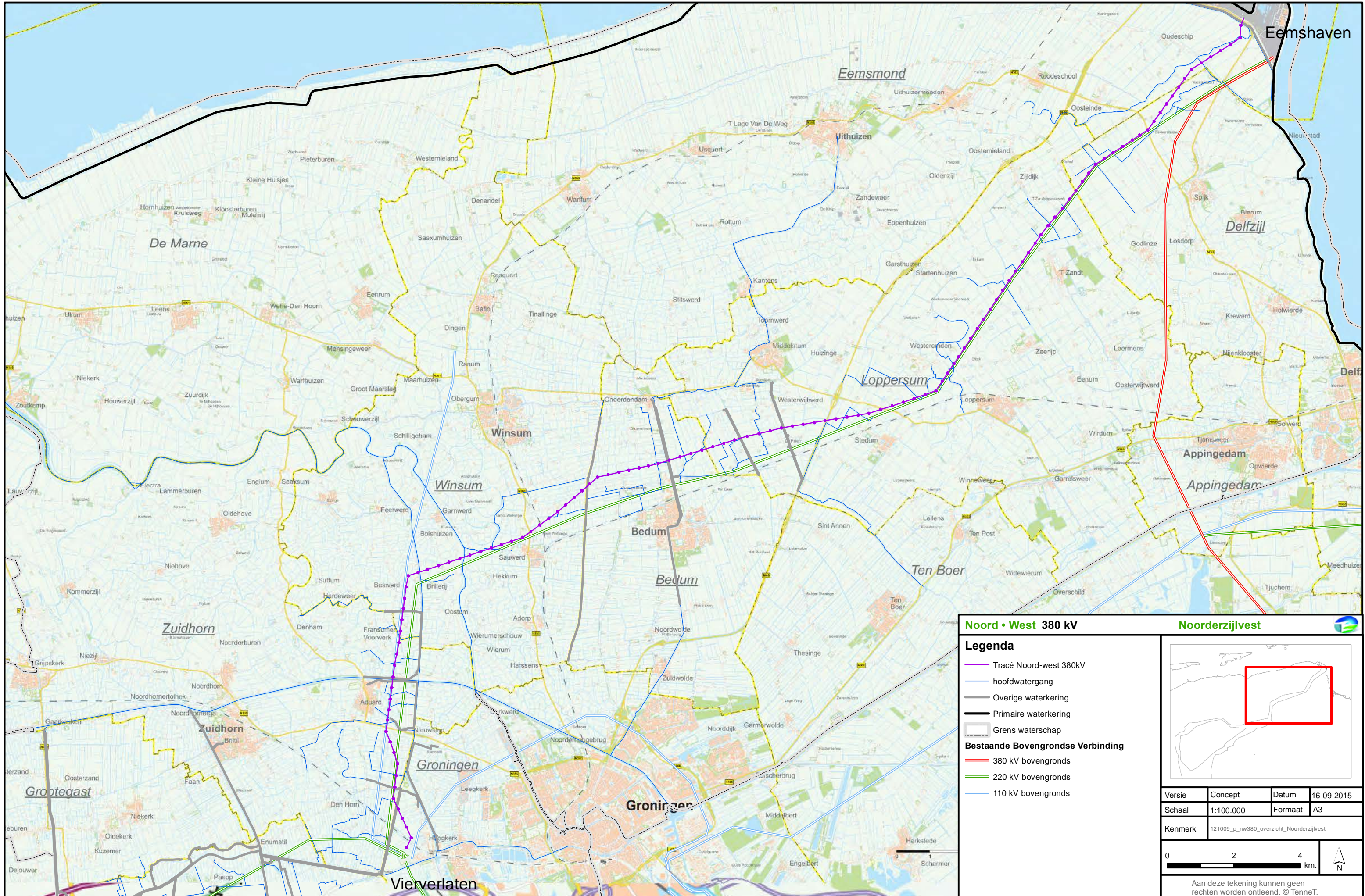
6.4 Juridische verankering

De 380 kV-verbinding EOS-VVL wordt met het inpassingsplan juridisch verankerd door middel van het opnemen van dubbelbestemmingen (zie hoofdstuk 5). Waterstaatkundige belangen zijn verankerd in de onderliggende bestemmingsplannen; deze blijven van kracht en worden hiermee ook beschermd.

Bijlagen

Bijlage 1:

Overzichtskaart oppervlaktewateren en waterkeringen

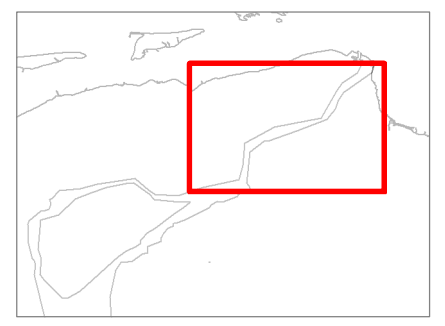


Noord • West 380 kV

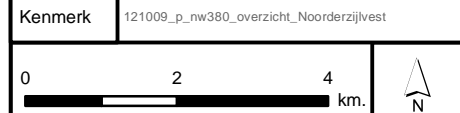
Noorderzijlvest

Legenda

- Tracé Noord-west 380kV
- hoofdwaterring
- Overige waterkering
- Primaire waterkering
- Grens waterschap
- Bestaande Bovengrondse Verbinding**
- 380 kV bovengronds
- 220 kV bovengronds
- 110 kV bovengronds



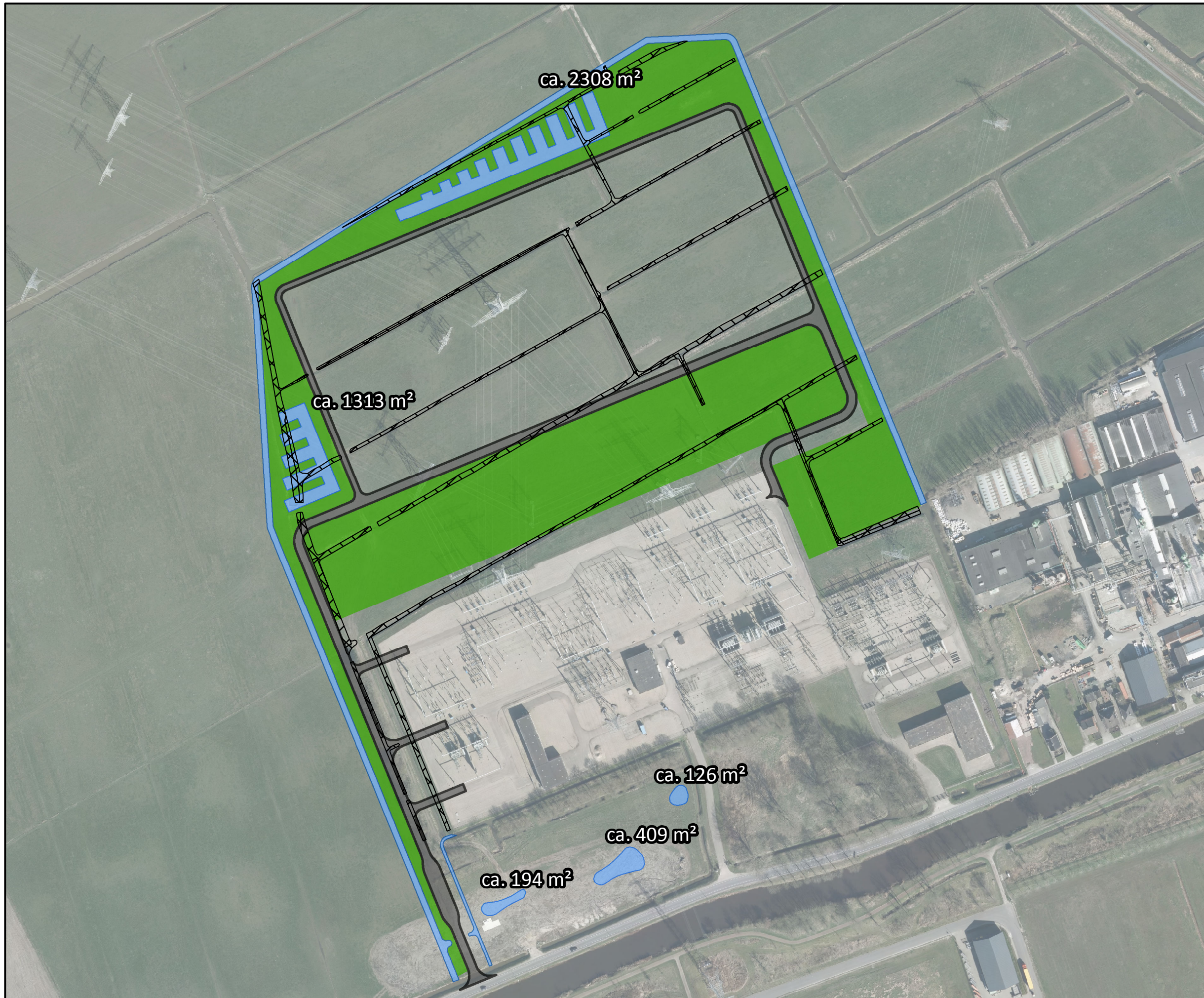
Versie	Concept	Datum	16-09-2015
Schaal	1:100.000	Formaat	A3
Kenmerk	121009_p_nw380_overzicht_Noorderzijlvest		







Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT.

Bijlage 2:

Waterberging station Vierverlaten



Legenda

-  Nieuwe wegen station VVL
-  Te dempen sloten
-  Groen
-  Nieuw Wateroppervlak

SAMENVATTING OPPERVLAKTEN

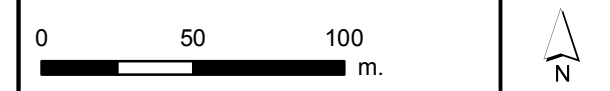
aanname: wateroppervlak = 1,40m - N.A.P. (winterpeil)

Wateroppervlakte te dempen sloten =	ca. 7310 m ²
Wateroppervlakte nieuwe sloten =	ca. 5090 m ²
1) : verschil bestaand - nieuw wateroppervlak:	ca. 2220 m ²
2) : vuistregel: compensatie 10% van toename verhard oppervlak 10% van 1980m ² toename verhard oppervlak:	ca. 198 m ²
3) : resterende compensatie:	ca. 2418 m ²
4) : extra te realiseren wateroppervlakte (compensatie) (overcompensatie i.v.m. begroeiing)	ca. 4350 m ²

Noord • West 380 kV VVL



Versie	Concept	Datum	11-1-2017
Schaal	1:2.500	Formaat	A3
Kenmerk	170109_Station_Vierverlaten_Watercompensatie		



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

Bijlage 13 Voortoets Wnb

**Voortoets Wnb
(VKA NW380kV EOS-VVL)**

2 juni 2017

**Voortoets Wnb
(VKA NW380kV EOS-VVL)**

Toetsing aan de Wet natuurbescherming

Verantwoording

Titel	Voortoets Wnb (VKA NW380kV EOS-VVL)
Subtitel	Toetsing aan de Wet natuurbescherming
Opdrachtgever	TenneT TSO B.V.
Projectleider	Frank Aarts
Projectcoördinatie	Wim Heijligers
Auteur(s)	Wim Heijligers, Roland van der Vliet en Carolien Wegstapel
Projectnummer	1222443
Aantal pagina's	114 (exclusief bijlagen)
Datum	2 juni 2017
Handtekening	Ontbreekt in verband met digitale verwerking. Dit rapport is aantoonbaar vrijgegeven.

Colofon

Tauw bv
BU Meten, Inspectie & Advies
Dr. Holtroplaan 5
Postbus 1680
5602 BR Eindhoven
Telefoon +31 40 23 25 55 0
Fax +31 40 23 25 57 5

Dit document is eigendom van de opdrachtgever en mag door hem worden gebruikt voor het doel waarvoor het is vervaardigd met inachtneming van de rechten die voortvloeien uit de wetgeving op het gebied van het intellectuele eigendom. De auteursrechten van dit document blijven berusten bij Tauw. Kwaliteit en verbetering van product en proces hebben bij Tauw hoge prioriteit. Tauw hanteert daartoe een managementsysteem dat is gecertificeerd dan wel geaccrediteerd volgens:

- NEN-EN-ISO 9001

Kenmerk R002-1222443WCH-rlk-V06-NL

Inhoud

Verantwoording en colofon	5
1 Inleiding	11
1.1 Aanleiding en doel	11
1.2 Samenhang rapportages natuur	12
1.3 Leeswijzer	13
2 Voorgenomen activiteit, plan- en onderzoeksgebied	15
2.1 Voorgenomen activiteit	15
2.2 Plangebied	16
2.3 Onderzoeksgebied	17
3 Wettelijk kader: Wet natuurbescherming	18
3.1 Inleiding	18
3.2 Vogel- en Habitatrichtlijn; Natura 2000	18
3.3 Toetsingsproces Wet natuurbescherming	19
3.4 Programma Aanpak Stikstof	22
4 Methoden	24
4.1 Afbakening mogelijke effecten	24
4.2 Afbakening relevante Natura 2000-gebieden	25
4.3 Afbakening relevante instandhoudingsdoelstellingen	28
4.4 Draadslachtofferonderzoek	30
4.5 Beoordeling effecten op Natura 2000-gebieden	32
5 Waddenzee (en Duinen Schiermonnikoog)	34
5.1 Enkele opmerkingen vooraf	34
5.2 Relevante instandhoudingsdoelstellingen	35
5.3 Voortoets	40
5.3.1 Broedvogelsoorten	40
5.3.2 Niet-broedvogelsoorten	53
5.4 Conclusie	66
6 Leekstermeergebied	67
6.1 Inleiding	67
6.2 Relevante instandhoudingsdoelstellingen	67
6.3 Voortoets	69

6.4	Conclusies.....	73
7	Zuidlaardermeergebied.....	74
7.1	Relevante instandhoudingsdoelstellingen	74
7.2	Voortoets	75
7.3	Conclusie.....	77
8	Lauwersmeer	78
8.1	Relevante instandhoudingsdoelstellingen	78
8.2	Voortoets	80
8.3	Conclusie.....	87
9	Fochteloërveen	88
9.1	Relevante instandhoudingsdoelstellingen	88
9.2	Voortoets	89
9.3	Conclusie.....	91
10	Alde Feanen	92
10.1	Relevante instandhoudingsdoelstellingen	92
10.2	Voortoets	92
10.3	Conclusie.....	93
11	De Wieden	94
11.1	Relevante instandhoudingsdoelstellingen	94
11.2	Voortoets	94
11.3	Conclusie.....	95
12	Niedersächsisches Wattenmeer und angrenzendes Küstenmeer.....	96
12.1	Relevante instandhoudingsdoelstellingen	96
12.2	Voortoets	98
12.3	Conclusie.....	102
13	Stikstofdepositie	103
13.1	Inleiding	103
13.2	Opzet onderzoek	104
13.3	Uitgangspunten en emissies	104
13.4	Modellering.....	106
13.5	Resultaten	107
14	Samenvatting en conclusies	108

15	Literatuur.....	110
-----------	------------------------	------------

Bijlage(n)

- 1 Resultaten Aeriusberekeningen
- 2 Rapportage SOVON Vogelonderzoek Nederland

1 Inleiding

TenneT TSO B.V. heeft onderzoek laten uitvoeren naar de effecten op natuur van aanleg en gebruik van een nieuwe bovengrondse 380 kV hoogspanningsverbinding tussen Eemshaven Oudeschip en Vierverlaten. Dit rapport vormt als onderdeel daarvan de voortoets van effecten van dit voornemen op de natuurlijke kenmerken van de Natura 2000-gebieden op het te realiseren tracé en de omgeving daarvan.

1.1 Aanleiding en doel

TenneT TSO B.V., de beheerder van het landelijke hoogspanningsnet (hierna: TenneT), wil de transportcapaciteit van elektriciteit vanaf Eemshaven vergroten. Aanleiding is de geleidelijke toename van de elektriciteitsproductie op Eemshaven, aansluitingen van windparken en nieuwe verbindingen van Eemshaven naar het buitenland. De bestaande verbindingen hebben niet genoeg capaciteit om in het transport hiervan te voorzien. Hiervoor worden meerdere projecten uitgevoerd. Eén van de projecten betreft de nieuwbouw van een 380kV verbinding van Eemshaven naar Vierverlaten. Deze hoogspanningsverbinding en capaciteitsvergroting is nodig om in de toekomst voldoende capaciteit te hebben voor elektriciteitstransport. Er is een nieuwe vier circuits 380 kV verbinding nodig. Door de geleidelijke toename van de elektriciteitsproductie van en via Eemshaven zullen in eerste instantie hiervan twee circuits en later vier circuits in gebruik genomen worden. Deze verbinding wordt Noord-West 380 kV Eemshaven Oudeschip-Vierverlaten (verder te noemen Noord-West 380 kV EOS-VVL) genoemd.

Voorafgaand aan het besluit over de te realiseren verbinding en de uitvoeringswijze ervan, wordt een procedure voor een milieueffectrapportage (m.e.r.) doorlopen en een Milieueffectrapport (MER) opgesteld. Het MER zorgt ervoor dat het milieu een volwaardige rol kan krijgen naast andere aspecten als (net-)techniek, kosten en maatschappelijk draagvlak in de besluitvorming. In het MER voor Noord-West 380 kV EOS-VVL zijn verschillende tracé-alternatieven met elkaar vergeleken op onder meer de effecten op natuur. Het MER is inmiddels gereed en heeft geresulteerd in de keuze voor een voorkeursalternatief (of voorkeurstracé; zie § 2.1 en figuur 2.1 en 2.2). Het voorkeurstracé wordt in het vervolg van dit rapport ook als nieuwe (hoogspannings)verbinding of kortweg het tracé aangeduid. Van belang is dat de nieuwe verbinding, die vooralsnog als een twee-circuit 380 kV-verbinding wordt aangelegd (en in de toekomst mogelijk wordt opgewaardeerd tot een vier-circuit-verbinding) in de plaats komt van de bestaande 220 kV-verbinding Eemshaven Oudeschip – Vierverlaten.

Het doel van dit rapport is om vast te stellen of effecten die de realisatie, de exploitatie en het onderhoud van Noord-West 380 kV EOS-VVL mogelijk veroorzaken op de instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebieden zich voordoen dan wel uitgesloten kunnen worden. Dit is van belang voor de verdere procedure. Als effecten niet kunnen worden uitgesloten, is een Passende Beoordeling nodig en dient een vergunning ingevolge de Wet natuurbescherming te worden verkregen.

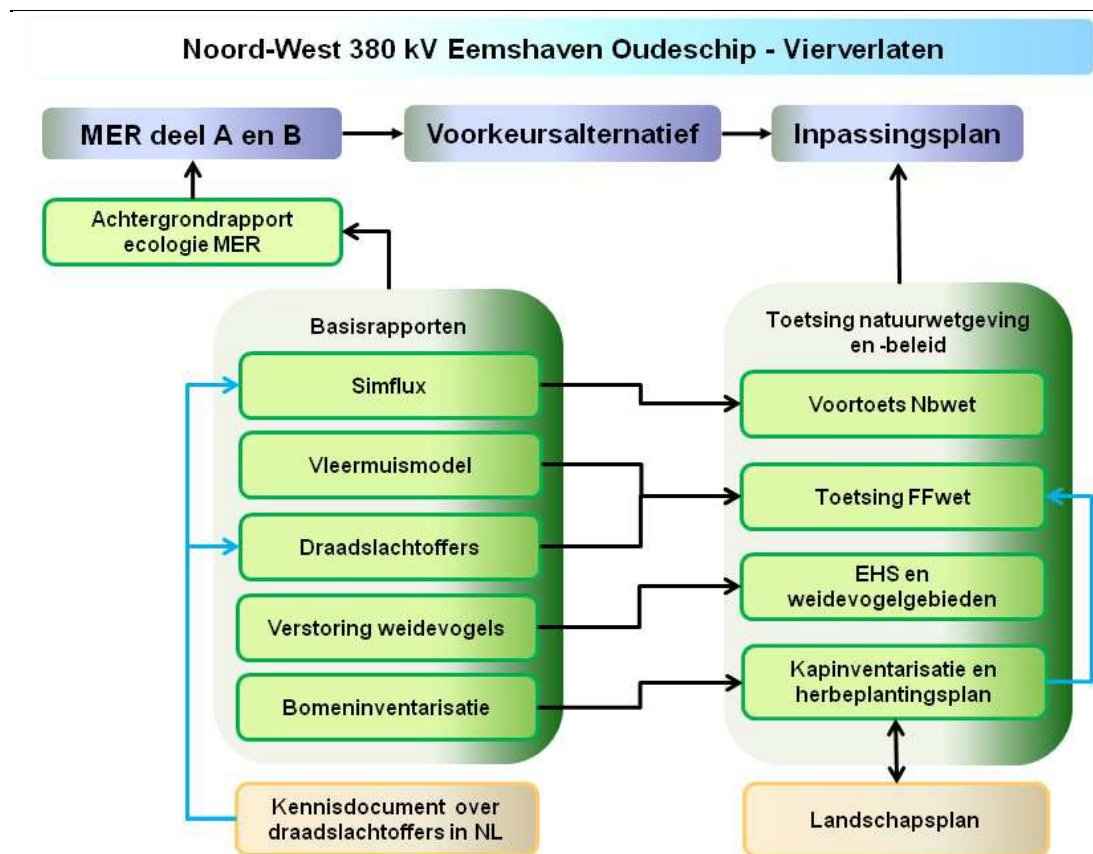
Voor het project Noord-West 380 kV EOS-VVL is de rijkscoördinatie­regeling van toepassing, hetgeen inhoudt dat andere procedures die nodig zijn voor realisatie van het plan (zoals die voor de Wet natuurbescherming), door het Rijk (in combinatie met de minister van EZ in samenspraak met die van I&M) gecoördineerd worden. Als dit plan in een besluit is vastgesteld, vindt uiteindelijk de realisatie van de hoogspanningsverbinding plaats.

1.2 Samenhang rapportages natuur

In het kader van het project Noord-West 380 kV EOS-VVL zijn op het gebied van ecologie verschillende rapporten opgesteld (figuur 1.1). Ten behoeve van de milieueffectrapportage is een Achtergrondrapport ecologie MER opgesteld, waarin de effecten van de verschillende tracéalternatieven voor ecologie worden beschreven. Het MER heeft geleid tot een voorkeursalternatief, waarvoor een Inpassingsplan wordt opgesteld.

Voor de toetsing van het Inpassingsplan aan wetgeving en beleid op het gebied van natuur zijn afzonderlijke rapporten opgesteld vanuit onder meer de Wet natuurbescherming. Het voorliggende rapport Voortoets Wnb (VKA NW380kV EOS-VVL) is één van deze rapporten en toetst de effecten van het voornemen aan de Wet natuurbescherming.

Een aantal rapporten biedt basisinformatie voor zowel de MER-fase als voor toetsing van het Inpassingsplan. De bevindingen in deze rapporten worden zowel voor de MER-fase als voor toetsing van het Inpassingsplan benut. Voor het voorliggende rapport is met name het Basisrapport Simflux, dat de vliegbewegingen van vogels vanuit Natura 2000-gebieden in beeld brengt, relevant.



Figuur 1.1 Samenhang rapportages op het gebied van ecologie voor het project Noord-West 380kV EOS-VVL; de Flora- en faunawet en de Natuurbeschermingswet 1998 zijn per 1-1-2017 vervangen door de Wet natuurbescherming

1.3 Leeswijzer

Dit rapport geeft in detail weer of er sprake is van mogelijke effecten van het voornemen op relevante instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebieden. Daartoe wordt in hoofdstuk 2 kort de voorgenomen activiteit beschreven, en in hoofdstuk 3 de relevante wetgeving.

Hoofdstuk 4 behandelt de methoden van onderzoek in detail. Hier vindt ook een nadere inperking van gebieden en doelen plaats.

Vanaf hoofdstuk 5 worden per Natura 2000-gebied de instandhoudingsdoelstellingen behandeld volgens een vast stramien. Op basis van gemodelleerde vliegbewegingen (Simflux) wordt per soort (instandhoudingsdoelstelling) nagegaan of er sprake is van vliegbewegingen over het tracé.

Wanneer onvoldoende gegevens beschikbaar zijn voor toepassing van Simflux wordt gewerkt met kaarten met verspreidingsgegevens. Op basis van deze gegevens wordt nagegaan of de nieuwe verbinding effecten op de instandhoudingsdoelstellingen kan hebben.

Van de Duitse Natura 2000-gebieden is in dit geval alleen het gebied "Niedersächsisches Wattenmeer und angrenzendes Küstenmeer"; de eventuele effecten op dit gebied worden behandeld in hoofdstuk 12.

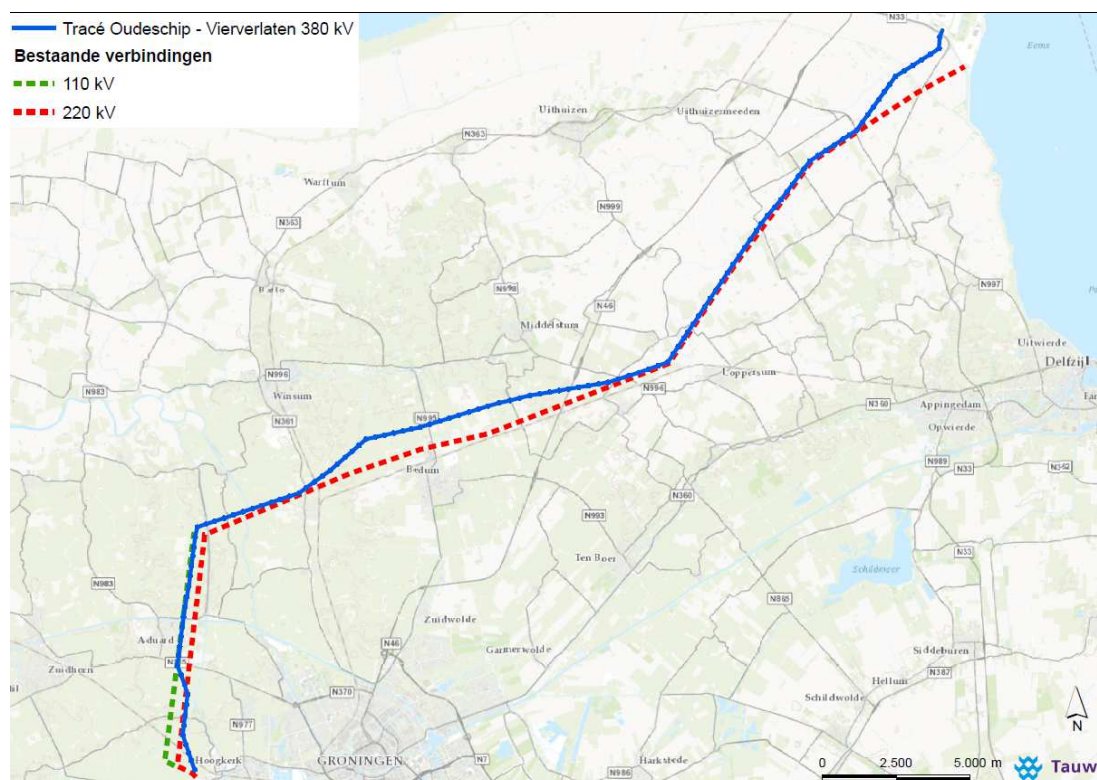
Het rapport sluit af met een hoofdstuk dat de conclusies bevat, en tenslotte een literatuurlijst.

2 Voorgenomen activiteit, plan- en onderzoeksgebied

In dit hoofdstuk wordt de voorgenomen activiteit beschreven en hoe het plangebied en onderzoeksgebied voor de nieuwe hoogspanningsverbinding is bepaald.

2.1 Voorgenomen activiteit

Er wordt een nieuwe bovengrondse 4 circuits 380 kV-hoogspanningsverbinding gebouwd in de provincie Groningen tussen het hoogspanningsstation Oudeschip bij de Eemshaven en het station ter hoogte van Vierverlaten (zie figuur 2.1).



Figuur 2.1 Overzichtkaart tracé Eemshaven Oudeschip – Vierverlaten (blauwe lijn). De bestaande 220 kV-verbinding (rood gearceerd) wordt verwijderd. De groene lijn betreft de huidige (te verwijderen) 110 kV-verbinding tussen Brillerij en Vierverlaten

De nieuwe hoogspanningsverbinding Noord-West 380 kV EOS-VVL tussen Eemshaven en Vierverlaten is ongeveer 40 kilometer lang en wordt bovengronds aangelegd. De nieuwe verbinding vervangt de huidige 220 kV-verbinding die wordt afgebroken. De nieuwe verbinding is een 380 kV-verbinding van 4 circuits. Gedurende de eerste jaren hangen er echter twee circuits 380 kV in, omdat dit qua capaciteit volstaat voor de middellange termijn. Dit is een tijdelijke situatie. Tussen Brillerij en Vierverlaten wordt de nieuwe verbinding in de tijdelijke situatie gecombineerd met de bestaande 110 kV-verbinding Vierverlaten – Winsum Brillerij. Dit betekent dat er in dit deel van het plangebied in plaats van twee verbindingen (2 x 220 en 2 x 110) in de huidige situatie, straks nog maar één verbinding over is.

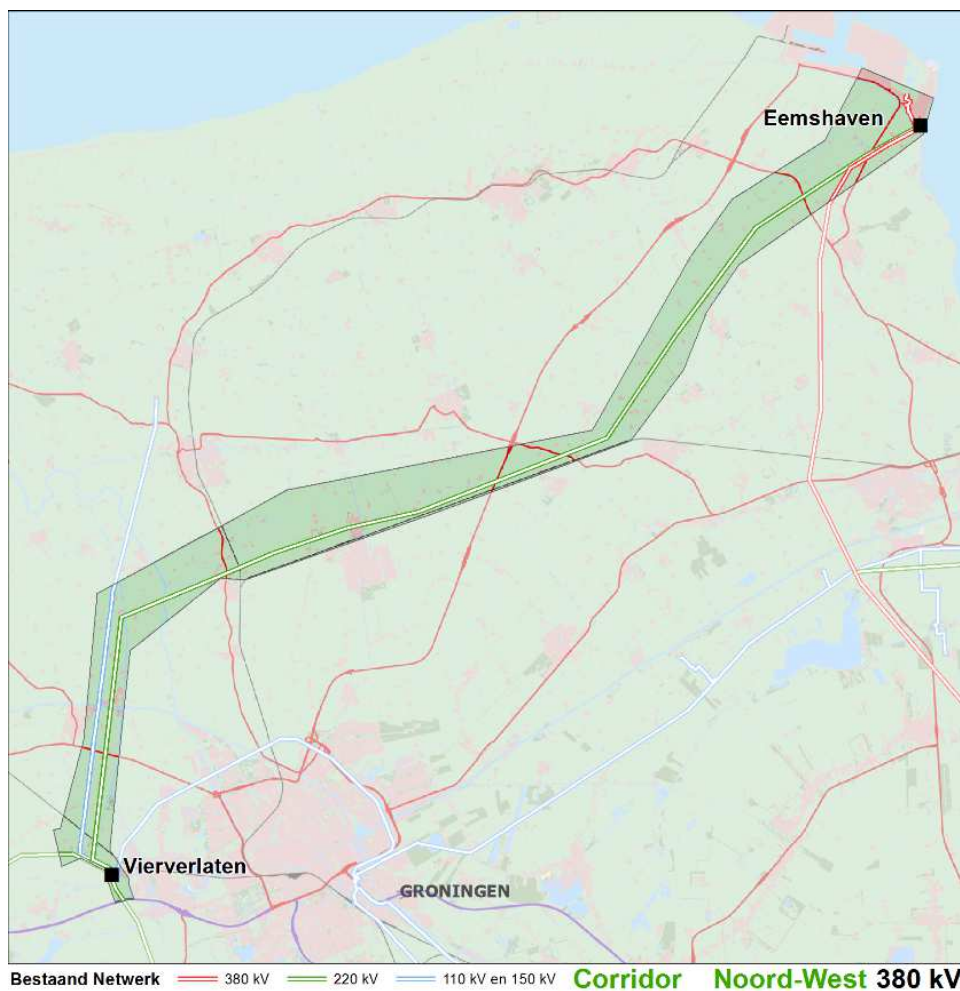
De verbinding wordt zo gebouwd dat de masten en funderingen stevig genoeg zijn om vier circuits te dragen. Op voorhand is niet exact te bepalen op welk moment de transportcapaciteit van een vier-circuitsverbinding nodig is. Op basis van de huidige gegevens is de verwachting dat dit tussen 5 en 12 jaar vanaf de realisatie is. De 110 kV-circuits kunnen dan worden gebruikt als twee (extra) circuits 380 kV. De 110 kV-verbinding wordt dan ondergronds gebracht.



Figuur 2.2 Eindsituatie

2.2 Plangebied

Het plangebied bestaat uit een zone waarin het tracé van de nieuwe verbinding, de tijdelijke werkterreinen en werkwegen om de nieuwe verbinding te realiseren, de in het MER onderzochte tracéalternatieven en de te verwijderen bestaande verbindingen zich bevinden. Het plangebied is relevant voor het bepalen van eventuele rechtstreekse, lokale effecten van het voornemen op natuurwaarden (zie § 4.1).



Figuur 2.3 Plangebied Noord-West 380 kV EOS-VVL

2.3 Onderzoeksgebied

Het onderzoeksgebied voor bepaling van (externe) effecten van het voornemen op de natuurwaarden van Natura 2000-gebieden is veel ruimer dan het plangebied. De omvang van het onderzoeksgebied wordt bepaald door een aantal soorten vogels met een instandhoudingsdoelstelling in Natura 2000-gebieden, die vanuit hun slaapplek of broedgebied naar foerageergebieden vliegen. Deze kunnen daarbij afstanden tot meerdere tientallen kilometers overbruggen en daarmee tot ver buiten een Natura 2000-gebied komen (zie § 4.1). Het onderzoeksgebied is weergegeven in figuur 4.1.

3 Wettelijk kader: Wet natuurbescherming

In dit hoofdstuk wordt de wetgeving in relatie tot Natura 2000-gebieden besproken. Natura 2000 is de overkoepelende benaming voor gebieden die onder de Europese Vogel- en Habitatrichtlijn vallen. Beide richtlijnen zijn in Nederland omgezet in de Wet natuurbescherming. De wet vormt de achtergrond voor de beoordeling van effecten van het voornemen.

3.1 Inleiding

Beoordeling van mogelijke effecten van een voornemen op Natura 2000-gebieden vloeit voort uit wetgeving op Europees en nationaal niveau. In dit hoofdstuk wordt daarom deze wetgeving toegelicht, omdat zij een dwingend kader vormt. In de Wet natuurbescherming wordt gebiedsbescherming behandeld in hoofdstuk 2. Via deze wet worden speciale beschermingszones op basis van de Europese Vogel- en Habitatrichtlijn aangewezen. De aangewezen gebieden worden meestal als Natura 2000-gebieden aangeduid.

Tabel 3.1 geeft een overzicht van beleid en wetgeving zoals dat in dit hoofdstuk wordt besproken. In de navolgende paragrafen wordt dit verder toegelicht.

Tabel 3.1 Samenvatting relevante wetgeving voor dit project

Wetgeving	Omschrijving	Relevantie voor dit project
Vogelrichtlijn; Wet natuur- bescherming	Bescherming vogelrichtlijnsoorten en speciale beschermingszones voor vogels	Mogelijke sterfte en/of verstoring soorten; aantasting leefgebieden
Habitatrichtlijn; Wet natuur- bescherming	Bescherming habitatrichtlijnsoorten (exclusief vogels) en habitats en speciale beschermings- zones voor deze soorten en habitats	Mogelijke sterfte en/of verstoring soorten; aantasting leefgebieden en habitats

3.2 Vogel- en Habitatrichtlijn; Natura 2000

De Vogel- en Habitatrichtlijn vormen samen de belangrijkste natuurbeschermingswetgeving op Europees niveau. Beide zijn geïmplementeerd in Nederlandse wetgeving (Wet natuurbescherming). Vogel- en Habitatrichtlijn omvatten zowel soort- als gebiedsbescherming.

De aanwijzing van speciale beschermingszones wordt als gebiedsbescherming aangemerkt. Een belangrijk aspect van deze gebieden vormt het geheel aan instandhoudingsdoelstellingen voor habitats en soorten. Soortbescherming wordt gereserveerd voor beschermde soorten ingevolge hoofdstuk 3 van de Wet natuurbescherming en wordt niet in deze voortoets beschreven.

Het netwerk van speciale beschermingszones die op grond van de Vogel- en Habitatrictlijn zijn aangewezen wordt over het algemeen als Natura 2000 aangeduid. Voor Nederland betreft het ruim 160 gebieden. Een Natura 2000-gebied kan uit Vogelrichtlijngebied, Habitatrictlijngebied of een combinatie van beide bestaan. Bij een gecombineerd Vogel- en Habitatrictlijngebied kan elk onderdeel zijn eigen begrenzing hebben, afhankelijk van de aanwezige natuurwaarden.

De aanwijzing van de Natura 2000-gebieden in Nederland is in 2007 begonnen. De al eerder aangewezen Vogelrichtlijngebieden zijn daarbij opnieuw aangewezen. Bij de aanwijzing van de Natura 2000-gebieden is de precieze begrenzing van een gebied vastgelegd, evenals de kwalificerende soorten en/of habitattypen en de instandhoudingsdoelstellingen per soort en habitatype. De schaal en beschermde waarden van de gebieden varieert. De instandhoudingsdoelstellingen worden in ruimte, omvang en tijd nader uitgewerkt in beheerplannen.

Ook in de andere lidstaten van de EU, waaronder Duitsland zijn Natura 2000-gebieden aangewezen. Voor zover deze door het voornemen beïnvloed kunnen worden komen ze in deze rapportage aan bod.

3.3 Toetsingsproces Wet natuurbescherming

De bescherming van Natura 2000-gebieden volgens de Wet natuurbescherming is in Nederland gelijkwaardig aan de bescherming volgens artikel 6 van de Habitatrictlijn. Hiermee is een zorgvuldige afweging gewaarborgd rond plannen en projecten die gevolgen kunnen hebben voor Natura 2000-gebieden. De wet spreekt hierbij van aantasting van de 'natuurlijke kenmerken' van een gebied, waarmee de instandhoudingsdoelstellingen worden bedoeld. Natura 2000-gebieden mogen geen significant negatieve gevolgen ondervinden. Van significant negatieve gevolgen is sprake wanneer instandhoudingsdoelstellingen kunnen worden geschaad.

Bij het beoordelen van de effecten kunnen globaal vier stappen worden onderscheiden (zie ook figuur 3.1), namelijk voortoets, verslechteringstoets, passende beoordeling en ADC-toets. Deze worden hieronder besproken.

Het toetsingsproces volgens de Wet natuurbescherming is nodig bij zowel plannen ('plantoets') als projecten en handelingen (in het kader van een vergunningprocedure; 'projecttoets'), zie de artikelen 2.7 en 2.8. In dit geval is vanwege de koppeling aan een rijksinpassingsplan sprake van een plantoets.

Voortoets

Van een plan, dat gevolgen kan hebben voor een Natura 2000-gebied en dat niet nodig is voor het beheer van het gebied, moet worden nagegaan of het afzonderlijk dan wel in combinatie met andere plannen of projecten (de zogenaamde cumulatie) een verslechtering of verstoring van de beschermde soorten en/of habitats kan veroorzaken.

Cumulatie treedt op als meerdere projecten, processen of handelingen een effect hebben op de instandhoudingsdoelstellingen van een Natura 2000-gebied. Waar één project, proces of handeling geen significant effect hoeft te hebben, kan dat in combinatie wel het geval zijn. Indien een effect wordt voorspeld voor een afzonderlijk project, proces of handeling moet vervolgens een toets van cumulatie worden uitgevoerd om de mate van significantie van dit effect te bepalen.

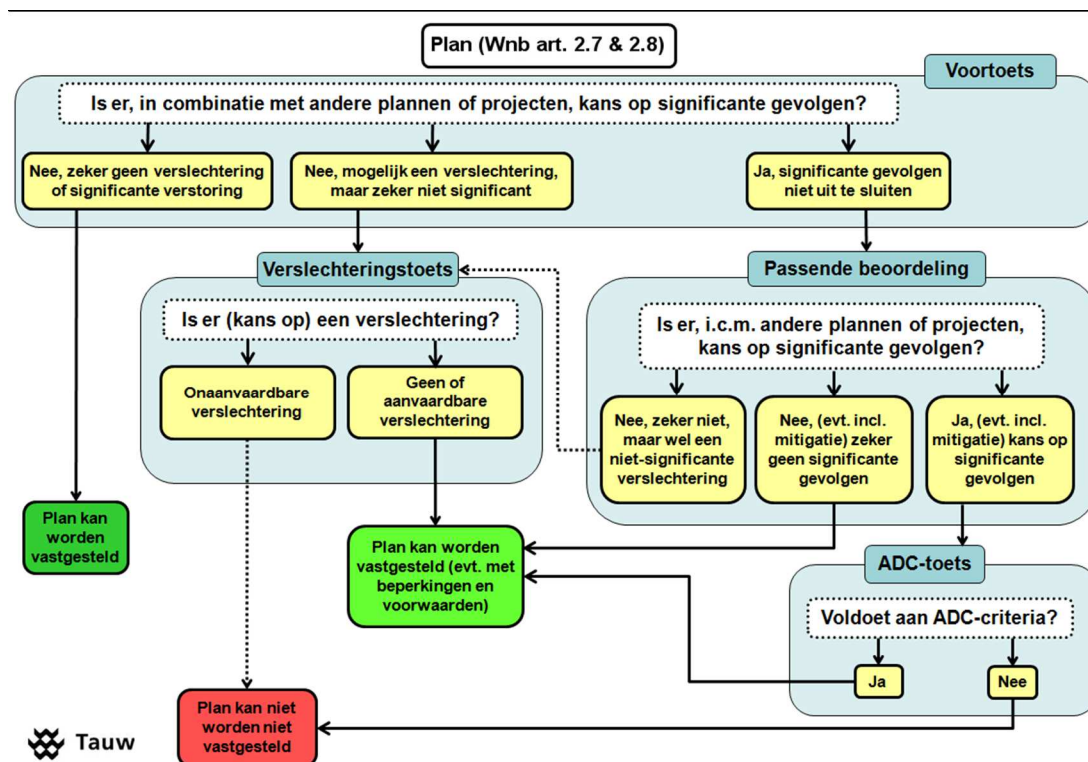
Wordt geconcludeerd dat er mogelijk significante gevolgen kunnen zijn, dan is een passende beoordeling noodzakelijk.

Verslechteringstoets

Als geconcludeerd wordt dat er zeker geen significante gevolgen kunnen zijn, maar wel mogelijk sprake is van verslechtering, dan is een verslechteringstoets nodig. Via een verslechteringstoets wordt getoetst of een project, handeling of plan een kans met zich meebrengt op verslechtering van natuurlijke habitats of habitats van soorten. Onder verslechtering wordt de fysische aantasting van een habitat verstaan (Ministerie van LNV, 2005). Dit betekent dat verslechtering plaatsvindt als bijvoorbeeld het habitat in oppervlakte afneemt of als de kwaliteit van de habitat voor de langere termijn aangetast wordt (bijvoorbeeld via een verandering van de specifieke structuur en functies die nodig zijn voor de instandhouding van het habitat).

Passende beoordeling

Centrale vraag in de passende beoordeling is of en - zo ja - in hoeverre de natuurlijke kenmerken van de speciale beschermingszone door het plan worden aangetast. Daartoe worden de mogelijk significante gevolgen van het plan of project voor het gebied nader onderzocht, rekening houdend met de instandhoudingsdoelstellingen van dat gebied. Als met zekerheid vaststaat dat de natuurlijke kenmerken niet significant zullen worden aangetast (eventueel na mitigatie), kan op grond daarvan toestemming worden verleend voor het plan.



Figuur 3.1 Procedure toetsing Wet natuurbescherming (voor een plan). Sinds 1 januari 2017 worden plannen getoetst aan artikel 2.7 van de Wnb

In een passende beoordeling kan worden nagegaan of het toepassen van zogenaamde mitigerende maatregelen in het plan ertoe leidt dat de (mogelijke) effecten worden verminderd of zich mogelijk zelfs niet voordoen. Met de inzet van mitigerende maatregelen kunnen wellicht schadelijke effecten op de natuurwaarden zodanig worden beperkt dat van significant negatieve gevolgen geen sprake meer is.

In een iteratief proces dient eerst de significantievraag te worden beantwoord, vervolgens kunnen mitigerende maatregelen worden betrokken en kan nogmaals op significantie worden getoetst. Als met zekerheid vaststaat dat door het plan of project inclusief de mitigerende maatregelen de natuurlijke kenmerken niet zullen worden aangetast, kan op grond daarvan toestemming worden verleend voor het plan of project. Daarbij dient de tijdige en volledige uitvoering van de mitigerende maatregelen wel geborgd te worden.

Als blijkt dat de natuurlijke kenmerken van de speciale beschermingszone al dan niet met inbegrip van mitigerende maatregelen toch kunnen worden aangetast, volgt een bestuurlijke afweging of het plan of project alsnog kan worden gerealiseerd, de ADC-toets.

ADC-toets

De ADC-toets wordt zo genoemd omdat hierin achtereenvolgens een alternatievenonderzoek dient plaats te vinden (A), vastgesteld dient te worden of sprake is van dwingende redenen van groot openbaar belang (D) en ten slotte, compensatie (C) dient te worden gerealiseerd.

In het alternatievenonderzoek moet worden nagegaan of er alternatieve oplossingen zijn voor het plan of project zonder of met minder effecten op Natura 2000-gebieden. Als die er zijn, mag geen toestemming worden gegeven voor het plan of project. Bestaan er geen alternatieve oplossingen, dan wordt de volgende stap gezet.

Het plan of project kan slechts doorgang vinden wanneer sprake is van dwingende redenen van groot openbaar belang, met inbegrip van redenen van sociale of economische aard. Daartoe is een onderbouwing noodzakelijk. In het geval dat er negatieve effecten optreden op een prioritair type natuurlijk habitat en/of een prioritair soort, kunnen in beginsel alleen argumenten die verband houden met de menselijke gezondheid, de openbare veiligheid of voor het milieu wezenlijk gunstige effecten aan de orde zijn. Andere dwingende redenen van groot openbaar belang kunnen in dat geval slechts worden aangevoerd na het inwinnen van advies van de Europese Commissie.

Wanneer sprake is van een dwingende reden van groot openbaar belang, dan kan toestemming worden gegeven voor het plan, wanneer alle nodige compenserende maatregelen worden genomen die noodzakelijk zijn voor het waarborgen van de algehele samenhang van Natura 2000. De Europese Commissie dient op de hoogte te worden gesteld van de genomen compenserende maatregelen.

3.4 Programma Aanpak Stikstof

Sinds 1 juli 2015 is het Programma Aanpak Stikstof (hierna PAS) in werking. Van projecten of 'andere handelingen' die kunnen leiden tot een toename van stikstofdepositie moet met het wettelijk voorgeschreven rekeninstrument AERIUS worden berekend hoe groot het effect is op (stikstofgevoelige) Natura 2000-gebieden. De aanlegfase bepaalt of het initiatief wel of niet vergunningplichtig is in het kader van de Wnb op basis van het aspect stikstofdepositie. Indien de maximale stikstofdepositie ten gevolge van de aanlegfase groter is dan 0,05 mol/ha/jaar, maar kleiner of gelijk aan de grenswaarde van 1 mol/ha/jaar, is het initiatief vergunningsvrij en volstaat een melding in het kader van het PAS (indien het initiatief in een meldingsplichtige categorie valt).

Bij een maximale stikstofdepositie boven 1 mol/ha/jaar is het initiatief vergunningplichtig. De grenswaarde van 1 mol/ha/jaar wordt voor een Natura 2000-gebied van rechtswege verlaagd naar 0,05 mol/ha/jaar als de depositieruimte voor meldingen bijna is vergeven. Ook dan geldt er vergunningplicht en is er een vergunningaanvraag nodig.

Een actuele lijst van aanpassingen van de grenswaarden per Natura2000-gebied is te vinden op de website '<http://pas.bij12.nl/content/mededeling-over-de-ruimte-voor-meldingen>'. Voor de Waddenzee, één van de dichtbijgelegen Natura 2000-gebieden, is de grenswaarde verlaagd tot 0,05 mol/ha/jaar.

De benodigde ontwikkelingsruimte moet uiteraard beschikbaar zijn, dus passen binnen de beschikbare ontwikkelingsruimte en bovendien minder dan 3 mol/ha/jaar bedragen op de relevante gebieden. Indien deze waarde wordt overschreden, is vergunningverlening onder het PAS niet mogelijk.

4 Methoden

Dit hoofdstuk beschrijft de methode om te komen tot een selectie van gebieden en soorten die mogelijk door de nieuwe hoogspanningsverbinding worden geschaad. Ook wordt de wijze beschreven waarop bepaald wordt of significant negatieve effecten al dan niet kunnen worden uitgesloten.

4.1 Afbakening mogelijke effecten

Uit het Achtergrondrapport Ecologie voor het MER Noord-West 380 kV EOS-VVL is al gebleken dat geen van de onderzochte tracéalternatieven een Natura 2000-gebied rechtstreeks beïnvloedt. Lokale effecten op Natura 2000-doelstellingen, zoals door vergraving en dergelijke, treden daarom niet op. Rechtstreekse effecten op habitattypen of habitatrichtlijnsoorten zijn er daarom niet.

Indirecte effecten zijn in beginsel mogelijk wanneer bijvoorbeeld aanlegwerkzaamheden buiten een Natura 2000-gebied van invloed zijn op de natuurwaarden daarbinnen. De Waddenzee is op een afstand van 1,3 km van het tracé het dichtstbijzijnde gebied. Negatieve effecten van aanlegwerkzaamheden, zoals heien, licht- en geluidhinder en dergelijke, zijn zowel vanwege de afstand als vanwege het industriële karakter van het tussenliggende gebied uitgesloten. In de Eemshaven is al veel verstoring aanwezig in de vorm van geluid, licht, trillingen en menselijke aanwezigheid. De dieren die op dit moment regelmatig in en rondom de Eemshaven voorkomen ondervinden deze effecten al. Andere indirecte effecten van aanleg, zoals tijdelijke verlaging van de grondwaterstand door bronbemalingen op mastvoetlocaties en werkterreinen, hebben vanwege de afstand met zekerheid geen effect op Natura 2000-gebieden.

Dit betekent dat alleen mogelijke externe effecten resteren. Dit zijn effecten die zich voordoen buiten Natura 2000-gebieden op individuen van soorten die niet binnen een Natura 2000-gebied blijven, maar van daaruit regelmatig foerageertochten ondernemen. Voorbeelden van zulke soorten zijn de bever en de meervleermuis.

De bever kan dagelijks 7,5 km overbruggen (Fustec et al., 2001) en zou eventueel effecten kunnen ondervinden bij aanlegwerkzaamheden. Voor deze soort geldt echter in geen van de Natura 2000-gebieden in de directe omgeving van het tracé een instandhoudingsdoelstelling. De meervleermuis, die eventueel een effect zou kunnen ondervinden vanwege beïnvloeding van foerageerroutes, kan een afstand van 10 km overbruggen (Haarsma & Tuitert, 2009). Voor deze soort gelden instandhoudingsdoelstellingen in De Wieden en Weerribben, op grote afstand van het plangebied. De meeste andere soorten komen bij lange na niet zo ver op hun dagelijkse tochten.

Een uitzondering is er voor een aantal soorten vogels die vanuit hun slaappleats of broedgebied naar foerageergebieden vliegen. Deze kunnen daarbij afstanden tot meerdere tientallen kilometers overbruggen en daarmee tot ver buiten een Natura 2000-gebied komen. Wanneer individuen van deze soorten door aanvaring met de bedrading van de nieuwe hoogspanningsverbinding als draadslachtoffers eindigen kan dit gevolgen hebben voor de staat van instandhouding van de populatie en daarmee op de instandhoudingsdoelstelling van een Natura 2000-gebied. Er moet dan ook onderzoek worden gedaan naar het effect van de hoogspanningsverbinding op het optreden van draadslachtoffers. Daarnaast moet het optreden van eventuele effecten van de uitstoot van stikstofdioxide en/of ammoniak tijdens de benodigde werkzaamheden worden onderzocht. Zulke effecten kunnen alleen optreden wanneer in Natura 2000-gebieden sprake is van stikstofgevoelige habitattypen of leefgebieden van soorten.

4.2 Afbakening relevante Natura 2000-gebieden

Het dichtstbijzijnde Natura 2000-gebied is de Waddenzee waar deze grenst aan de Eemshaven. De nieuwe hoogspanningsverbinding ligt op 1,3 km van het voorkeursalternatief. Andere Natura 2000-gebieden liggen op grotere afstand van de alternatieven. In tabel 4.1 is de afstand van de middelpunten van Natura 2000-gebieden tot het tracé gegeven.

In deze tabel zijn in eerste instantie gebieden binnen een afstand van 30 km van het tracé opgenomen, omdat verreweg de meeste soorten vogels deze afstand bij hun dagelijkse pendelvluchten niet overschrijden. De afstand van 30 km wordt alleen overschreden door lepelaar, die tot 40 km vanuit de broedkolonie foerageert (Van der Winden et al., 2004) en aalscholver, die tot 70 km komt (Van der Hut et al., 2007). De tabel is daarom aangevuld met gebieden tot op 40 km afstand als daarin de Lepelaar een instandhoudingsdoelstelling als broedvogel heeft (Duinen Schiermonnikoog) en tot 70 km afstand als daarin de aalscholver een instandhoudingsdoelstelling als broedvogel heeft (Alde Feanen en De Wieden). De lijst is aangevuld met het Duitse Vogelrichtlijngebied Niedersächsisches Wattenmeer und angrenzendes Küstenmeer. Het resultaat is de lijst van gebieden in tabel 4.1 en afgebeeld in figuur 4.1.

De gebieden Bakkeveense Duinen, Norgerholt, Witterveld en Wijnjeterper Schar hebben alleen instandhoudingsdoelstellingen voor habitattypen en het Drentsche Aa-gebied bovendien voor lokaal verblijvende habitatsoorten. Effecten op deze gebieden zijn uitgesloten. Eventuele effecten op deze en andere gebieden met stikstofgevoelige instandhoudingsdoelstellingen zijn onderzocht met behulp van het wettelijk voorgeschreven rekeninstrumentarium Aerius. Uit de berekening blijkt dat er geen sprake is van effecten op daarvoor gevoelige Natura 2000-gebieden. Deze effecten blijven daarom in het navolgende buiten beschouwing.

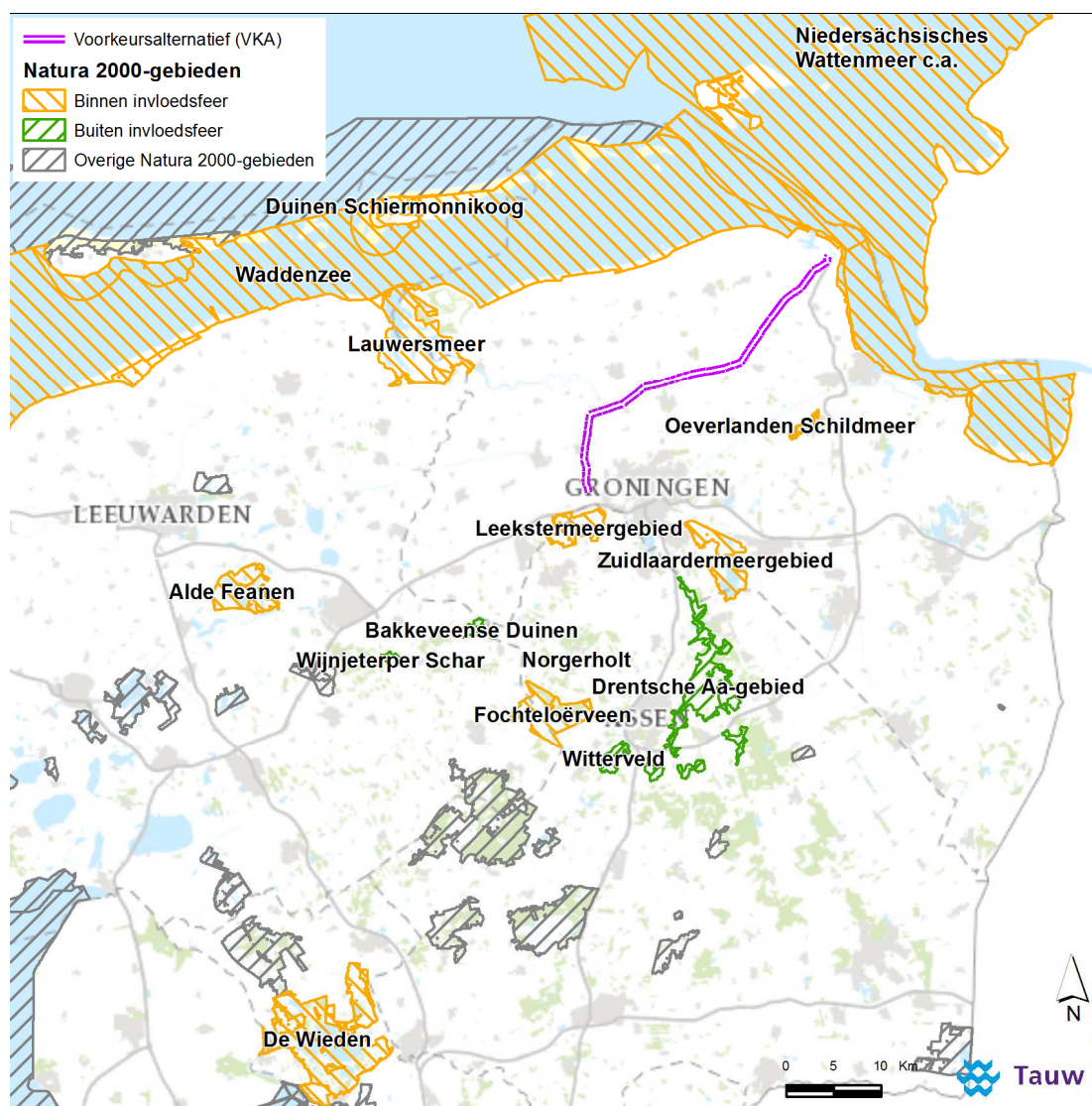
Tabel 4.1 Afstand tussen tracé en Natura 2000-gebieden (middelpunt). In vet en oranje gemarkeerd de te bespreken Natura 2000-gebieden binnen de invloedssfeer van de nieuwe hoogspanningsverbinding. De groen gemarkeerde gebieden liggen vanwege de aard van de instandhoudingsdoelstellingen buiten de invloedssfeer

Natura 2000-gebied	Afstand (km)	Aard van te beoordelen instandhoudingsdoelstellingen
Bakkeveense Duinen	18,9	Alleen habitattypen
Drentsche Aa-gebied	22,6	Geen pendelende soorten
Fochteloërveen	23,6	Pandelende niet-broedvogelsoorten
Lauwersmeer	19,6	Pandelende broedvogel- en niet-broedvogelsoorten
Leekstermeergebied	3,7	Pandelende niet-broedvogelsoorten
Norgerholt	17,1	Alleen habitattypen
Waddenzee	1,3	Pandelende broedvogel- en niet-broedvogelsoorten
Duinen Schiermonnikoog	27,6	Pandelende broedvogelsoort (alleen Lepelaar)
Wijnjeterper Schar	26,9	Alleen habitattypen
Witterveld	27,9	Alleen habitattypen
Zuidlaardermeergebied	15,0	Pandelende niet-broedvogelsoorten
Alde Feanen	circa 37	Pandelende broedvogelsoorten
De Wieden	circa 60	Pandelende broedvogelsoorten
Niedersächsisches Wattenmeer und angrenzendes Küstenmeer	(zie tekst)	Pandelende broedvogel- en niet-broedvogelsoorten

Fochteloërveen, Leekstermeergebied en Zuidlaardermeergebied hebben instandhoudingsdoelstellingen voor broedvogelsoorten die tijdens de broedtijd in het gebied zelf blijven, namelijk (een voor de verschillende gebieden variërende combinatie van de soorten) geoorde fuut, roerdomp, porseleinhoen, kwartelkoning, rietzanger, paapje en roodborsttapuit. De instandhoudingsdoelstellingen voor deze soorten worden zeker niet beïnvloed door de nieuwe hoogspanningsverbinding.

Lauwersmeer en Waddenzee kennen pendelende broedvogelsoorten. De afstand tussen het Lauwersmeer en het plangebied is voor alle pendelende broedvogelsoorten groter dan de maximale foerageerafstand. Daarnaast kent de aalscholver als pendelende broedvogelsoort een grote maximale foerageerafstand van 70 kilometer. Hiermee komt het tracé voor de broedende aalscholvers van de Natura 2000-gebieden Alde Feanen en De Wieden binnen bereik. Daarom worden niet alleen voor de Waddenzee maar ook voor de Alde Feanen en De Wieden pendelende broedvogelsoorten besproken.

Fochteloërveen, Lauwersmeer, Leekstermeergebied, Zuidlaardermeergebied en Waddenzee hebben instandhoudingsdoelstellingen voor verschillende soorten niet-broedvogels met een pendelgedrag, die de afstand tot het plangebied kunnen overbruggen. Deze gebieden worden voor deze pendelende niet-broedvogelsoorten nader besproken.



Figuur 4.1 Natura 2000-gebieden die in de tekst besproken zijn. De bescherming van het beschermde natuurmonument Oeverlanden Schildmeer is sinds 1 januari 2017 vervallen

Ten slotte worden hier nog de Duitse Natura 2000-gebieden besproken. Voor zover het gebieden betreft die onder de Habitatrichtlijn vallen, zoals het Nationalpark Niedersächsisches Wattenmeer, Hund und Paapsand en Unterems und Aussenems met doelen voor habitattypen en/of habitatrichtlijnsoorten kunnen effecten hierop vanwege de afstand en gelijk de redenering voor de Waddenzee worden uitgesloten. Van belang zijn daarom alleen gebieden die onder de Vogelrichtlijn vallen.

In de omgeving van Eemshaven liggen de volgende Duitse Vogelrichtlijngebieden (met tussen haakjes de kortste afstand tot het tracé):

- Niedersächsisches Wattenmeer und angrenzendes Küstenmeer (4,6 km)
- Hund und Paapsand (2,6 km)
- Krummhörn (10,3 km)
- Emsmarsch van Leer bis Emden (18,5 km)

De zandbanken Hond en Paap vallen vanwege verschil in opvatting over de rijksgrens zowel onder het Duitse Vogelrichtlijngebied Hund und Paapsand als onder het Nederlandse deel van de Waddenzee. Omdat de in de Duitse aanwijzing genoemde soorten ook gelden als instandhoudingsdoelstellingen voor de Waddenzee kan met bespreking van dit laatste gebied worden volstaan. De voor de gebieden Krummhörn en Emsmarsch von Leer bis Emden genoemde soorten worden genoemd voor de Waddenzee en het Niedersächsisches Wattenmeer und angrenzendes Küstenmeer, of betreffen soorten die geen pendelend verdrag vertonen. Om deze redenen wordt alleen het Vogelrichtlijngebied Niedersächsisches Wattenmeer und angrenzendes Küstenmeer besproken voor zowel pendelende broedvogelsoorten als pendelende niet-broedvogelsoorten. Dit gebied is als enige Duitse gebied in tabel 4.1 opgenomen.

4.3 Afbakening relevante instandhoudingsdoelstellingen

De relevante instandhoudingsdoelstellingen worden op eenzelfde wijze als voor de gebieden afgebakend. Voor elke soort met een instandhoudingsdoelstelling wordt nagegaan op welke plaatsen deze binnen het Natura 2000-gebied voorkomt; dit is voor elk gebied te vinden in de paragraaf 'voortoets'. Bij broedvogels betreft het dan de broedlocaties / kolonies en bij niet-broedvogels de hoogwatervluchtplaatsen. Op basis van de maximale foerageerafstand per soort (Van der Vliet et al., 2011) kan worden bepaald of de desbetreffende soort het plangebied kan bereiken. Soorten die het plangebied kunnen bereiken worden in de voortoets nader besproken. Soorten die het plangebied niet bereiken worden verder buiten beschouwing gelaten. Deze soorten ondervinden immers met zekerheid geen effecten van de nieuwe hoogspanningsverbinding.

De informatie om tot afbakening te komen wordt steeds in een tabel samengevat. Zie voorbeeldtabel 4.2 met uitleg van de betekenis van de kolomkoppen.

Tabel 4.2 Voorbeeldtabel instandhoudingsdoelstellingen en afbakening

Soort	LSVI	DOL	DKL	Pop	Foer	Bron	Afstand
Broedvogels							
Lepelaar	+	=	=	430	40	van der Winden et al. 2004	20
Eider	--	>	=	5000	15	van der Hut et al. 2007	20
Niet-broedvogels							
Fuut	-	=	=	310	0	gebiedsgebonden	
Aalscholver	+	=	=	4200	20	van der Hut et al. 2007	

In de voorbeeldtabel wordt onderscheid gemaakt tussen instandhoudingsdoelstellingen voor broedvogels en voor niet-broedvogels. Soms komen soorten in beide categorieën terug. In de kolommen wordt de volgende informatie gegeven:

- Soort: vogelsoort
- LSVI: landelijke staat van instandhouding
- DOL: Doelstelling omvang leefgebied
- DKL: Doelstelling kwaliteit leefgebied
- Pop: Omvang populatie (indicatief ten behoeve van draagkracht leefgebied). Bij de broedvogels betreft het steeds het aantal *broedparen* en bij de niet-broedvogels het aantal *individuen*
- Foer: Maximale foerageerafstand van de vogelsoort in kilometer (van der Vliet et al., 2011)
- Bron: Literatuurverwijzing naar maximale foerageerafstand
- Afstand: afstand van het plangebied tot de meest nabijgelegen hoogwatervluchtplaats, broedlocatie en dergelijke (afhankelijk van de soort; dit wordt nader toegelicht in de teksten per gebied)

Voor de betekenis van de symbolen onder LSVI, DOL en DKL zij verwezen naar [www.synbiosys.alterra.nl/natura 2000](http://www.synbiosys.alterra.nl/natura_2000).

In de laatste kolom van de tabel worden de volgende kleuren gebruikt met als betekenis:

	De soort bereikt het plangebied niet; maximale foerageerafstand is geringer dan afstand tot plangebied
	Maximale foerageerafstand is groter dan afstand tot plangebied; de soort kan het plangebied bereiken

Eventueel ander kleurgebruik in tabellen wordt ter plaatse verklaard.

4.4 Draadslachtofferonderzoek

De mogelijke effecten van de nieuwe hoogspanningsverbinding zijn uitvoerig onderzocht. Eén van de uitgevoerde onderzoeken heeft betrekking op mogelijke 'draadslachtoffers'. De resultaten van dit onderzoek zijn separaat gerapporteerd (Heijligers en Wegstapel, 2016). De –modelmatig berekende- aantallen draadslachtoffers zijn te vinden in tabel 4.3. Weergegeven zijn de –modelmatig bepaalde- aantallen draadslachtoffers per soort per jaar, voor de gehele hoogspanningsverbinding Vierverlaten – Oudeschip. Voor veel van de soorten waarvan draadslachtoffers verwacht worden zijn geen instandhoudingsdoelstellingen geformuleerd. Van de soorten waarvoor wél een instandhoudingsdoelstelling is geformuleerd geldt dat deze slechts ten dele een relatie hebben met de Natura 2000-gebieden, sterk afhankelijk van de foerageerafstand die de soorten maximaal afleggen. Hierop wordt in het navolgende per Natura 2000-gebied nader ingegaan. Per gebied en per soort wordt in afzonderlijke hoofdstukken beschreven in hoeverre de aantallen draadslachtoffers tot significante effecten leiden. De conclusie daarvan is dat dat voor geen van de soorten en gebieden het geval is.

Omdat in deze voortoets beoordeeld wordt in hoeverre de instandhoudingsdoelstellingen geschaad kunnen worden door de plaatsing en de aanwezigheid van de nieuwe hoogspanningsverbinding betekent dit dat de soorten waarvoor géén instandhoudingsdoelstelling is geformuleerd in deze rapportage buiten beschouwing blijven. In het separate rapport waarin de effecten op beschermde soorten worden getoetst aan de Wet natuurbescherming (Aragon van den Broeke en Heijligers, 2017) komen deze effecten wél aan bod.

Tabel 4.3 Overzicht van berekende aantallen additionele aanvaringsslachtoffers voorkeursalternatief NW380 kV EOS-VVL *inclusief mitigerende maatregelen* (bron: Heijligers en Wegstapel, 2016)

Soort	Aantal draadslachtoffers
Bergeend	0
Blauwe reiger	0
Bonte vliegenvanger	2-5
Brandgans	0
Brilduiker	0-1
Dodaars	2-5
Fitis	2-5
Fuut	5-10
Goudplevier	50-100
Grasmus	2-5
Grauwe gans	0
Grote lijster	0-1
Grote zaagbek	0-1

Kenmerk R002-1222443WCH-rlk-V06-NL

Soort	Aantal draadslachtoffers
Houtsnip	0-1
Kemphaan	0
Kerkuil	0-1
Kievit	100-500
Kleine karekiet	2-5
Kleine rietgans	0
Kolgans	0
Koperwiek	50-100
Krakeend	0-1
Kramsvogel	50-100
Kuifeend	20-50
Kwartel	0-1
Lepelaar	0
Meerkoet	100-500
Merel	20-50
Oeverloper	0-1
Paapje	0-1
Patrijs	0-1
Ransuil	0-1
Regenwulp	0
Roodborst	5-10
Slobeend	20-50
Smient	20-50
Spotvogel	2-5
Tafeleend	0-1
Tapuit	0-1
Toendrarietgans	0
Tuinfluitier	5-10
Waterhoen	50-100
Watersnip	0
Wilde eend	100-500
Wintertaling	10-50
Zanglijster	20-50
Zomertaling	5-10
Zwartkop	20-50

4.5 Beoordeling effecten op Natura 2000-gebieden

De mogelijke effecten hebben betrekking op een aantal soorten vogels die vanuit hun slaapplaats of broedgebied naar foerageergebieden vliegen. Deze kunnen daarbij afstanden tot meerdere tientallen kilometers overbruggen en daarmee tot ver buiten een Natura 2000-gebied komen.

Wanneer individuen van deze soorten door aanvaring met de bedrading van de nieuwe hoogspanningsverbinding als draadslachtoffers eindigen kan dit gevolgen hebben voor de staat van instandhouding van de populatie en daarmee op de instandhoudingsdoelstelling van een Natura 2000-gebied.

De Natura 2000-gebieden Waddenzee, Duinen Schiermonnikoog, Leekstermeergebied, Zuidlaardermeergebied, Lauwersmeer, Fochteloërveen, Alde Feanen en De Wieden, het Duitse gebied Niedersächsisches Wattenmeer und angrenzendes Küstenmeer, bevatten instandhoudingsdoelstellingen voor vogelsoorten die in beginsel het tracé van de nieuwe verbinding kunnen bereiken.

Voor de soorten waarvan voldoende gegevens beschikbaar zijn over aanwezige aantallen in foerageergebieden zijn met behulp van Simflux vliegfluxkaarten tussen slaap- en rustgebieden en foerageergebieden gemaakt. De beoordeling heeft aan de hand van deze vliegfluxkaarten plaatsgevonden. De kaarten zijn gebaseerd op meerjarige tellingen van vogels in telgebieden. De vliegfluxkaarten zijn gemaakt met een speciaal voor dit doel ontwikkeld model (Simflux, Heijligers *et al.*, 2016) en laten van een soort met een instandhoudingsdoelstelling in een specifiek Natura 2000-gebied de relaties zien met de omliggende foerageergebieden.

Voor één van de gebieden, namelijk het Leekstermeergebied, zijn de met Simflux in beeld gebrachte vliegroutes door SOVON Vogelonderzoek Nederland gecontroleerd aan de hand van actuele telgegevens. De resultaten van deze controle zijn te vinden in bijlage 2. Uit de controle blijkt dat in de ruimtelijke verspreiding van de kwalificerende soorten zich geen duidelijke veranderingen hebben voorgedaan, behalve in enige mate bij de smient, waar een verschuiving in zuidoostelijke richting lijkt te hebben plaatsgevonden. Brandgans en kolgans nemen duidelijk toe, de smient af. Deze situatie komt in grote lijnen overeen met de landelijke ontwikkeling (SOVON Vogelonderzoek Nederland, 2017).

Voor de soorten waarvan onvoldoende telgegevens beschikbaar zijn over gebruik van foerageergebieden en Simflux niet kan worden toegepast worden verspreidingskaarten samengesteld op basis van NDFF-gegevens. Hiermee kan worden vastgesteld of er in de omgeving van het tracé waarnemingen zijn gedaan van de desbetreffende soort.

In tegenstelling tot de Simfluxkaarten laten de verspreidingskaarten geen specifieke relatie met een Natura 2000-gebied zien.

Bij de verspreidingskaarten op basis van NDFF-gegevens wordt onderscheid gemaakt in de broedperiode (maart tot en met juli) en de periode daarbuiten (augustus tot en met februari). Op de kaarten van de broedperiode zijn ook broedgevallen aangegeven (op basis van selectie van in NDFF-data¹). Dit hoeven niet per se echte broedgevallen te zijn geweest.

¹ "telondwrp" = 'broedpaar' OR "telondwrp" = 'nest' OR "telondwrp" = 'pas gebruikt nest of eierschalen' OR "telondwrp" = 'territorium' OR "telondwrp" = 'vers gesleep nestmateriaal' OR "stadium" = 'ei' OR "stadium" = 'juveniel (vliegvlug)' OR "stadium" = 'kuiken (niet vliegvlug)' OR "gedrag" = 'afleidingsgedrag' OR "gedrag" = 'bezoek aan nestplaats' OR "gedrag" = 'broedend' OR "gedrag" = 'nest-indicerend gedrag' OR "gedrag" = 'nestbouw' OR "gedrag" = 'parend / copula' OR "gedrag" = 'territoriumgedrag' OR "gedrag" = 'territoriumindicerend' OR "gedrag" = 'transport voedsel of ontlasting.' OR "gedrag" = 'vastgesteld territorium' OR "protocol" = '14.001 Atlasproject Broedvogels 1998-2000' OR "protocol" = '14.201 Monitoring van broedvogels (NEM)' OR "protocol" = '14.203 Landelijk Soortenonderzoek Broedvogels (NEM)'

5 Waddenzee (en Duinen Schiermonnikoog)

In dit hoofdstuk worden de mogelijke effecten van de ingebruikname van de hoogspanningsverbinding Noord-West 380 kV EOS- VVL op de instandhoudingsdoelstellingen van de Waddenzee besproken. Conclusie is dat significant negatieve effecten met zekerheid kunnen worden uitgesloten. Er is geen cumulatietoets en ook geen passende beoordeling nodig.

5.1 Enkele opmerkingen vooraf

Naast de instandhoudingsdoelstellingen voor de Waddenzee wordt in dit hoofdstuk ook de instandhoudingsdoelstelling voor de broedvogelsoort Iepelaar van het Natura 2000-gebied Duinen Schiermonnikoog meegenomen. Dit is de enige soort in dat Natura 2000-gebied waarvan de foerageerafstand kan overlappen met het tracé van de hoogspanningsverbinding, waardoor op deze soort *theoretisch* effecten kunnen optreden.

Verder moet vooraf een opmerking over de situatie van Eemshaven worden gemaakt. De uiterste noordoostpunt van de nieuwe hoogspanningsverbinding haakt vlak bij de Waddenzee aan op de bestaande hoogspanningsinfrastructuur van de Eemshaven. De situatie van Eemshaven is uitzonderlijk. Het Eemshavengebied steekt uit in de Waddenzee en vormt een hoekpunt in de Groningse kustlijn. Het vormt daarmee de uiterste noordoostpunt van het Nederlandse vasteland en heeft daardoor een grote aantrekkingskracht op trekvogels. Grote delen van het industrieterrein liggen braak en enkele delen zijn als natuurgebied ingericht. Het Eemshavengebied wordt gekenmerkt door een grote mate van landschappelijke afwisseling, met kleine en grotere plassen, open water, graslanden, rietvelden en struweel- en bospartijen. Bovendien is het gebied en de directe omgeving ervan van belang als hoogwatervluchtplaats voor vele soorten wadvogels. Het gebied fungeert hiermee als een avifaunistische hotspot.

Om deze redenen is er een groot verschil tussen het (zeer vogelrijke) Eemshavengebied en het aangrenzende Groningse akkerland, dat juist (veel) soortenarmer is. De zeedijk vormt een scherpe grens tussen vogelrijkdom en vogelarmoede. In het Eemshavengebied zijn hoogspanningsverbindingen en enkele tientallen windmolens te vinden. Deze leiden vanwege de grote concentratie aan vogels tot aanzienlijke aantallen aanvaringslachtoffers (Klop et al., 2012, Brenninkmeijer et al., 2017). Bedacht moet echter worden dat deze situatie niet model staat voor die van de nieuwe hoogspanningsverbinding, die voornamelijk door zeer vogelarm gebied loopt.

Op verzoek van Tauw BV is het contrast tussen de Eemshaven en het ‘Groningse achterland’ nader onderzocht door SOVON Vogelonderzoek Nederland. De resultaten daarvan zijn te vinden in bijlage 2. Uit de resultaten van de analyse door SOVON blijkt onder meer het volgende:

- “In algemene zin is vooral het Eemshavengebied van belang, in wat mindere mate ook de twee uurhokken juist ten oosten van Vierverlaten, dus de westzijde van de stad Groningen”
- “De veruit meeste soorten watervogels zijn vastgesteld in de omgeving van de Eemshaven. Ook rond Vierverlaten en de westrand van de stad Groningen zijn relatief veel watervogelsoorten vastgesteld”

5.2 Relevante instandhoudingsdoelstellingen

Te bespreken broedvogelsoorten

De kwalificerende broedvogelsoorten voor Natura 2000-gebied Waddenzee worden gepresenteerd in tabel 5.1. Van deze soorten kennen de meeste een grotere foerageerafstand dan de afstand tussen de Eemshaven en de eilanden, met uitzondering van Lepelaar en Kleine mantelmeeuw (tabel 5.1). Dat betekent dat de eilandpopulaties van alle soorten behalve Lepelaar en Kleine mantelmeeuw de Eemshaven niet bereiken tijdens de broedperiode, zodat effecten op de eilandpopulaties van deze kwalificerende broedvogelsoorten worden uitgesloten. Effecten op de eilandkolonies van Lepelaar en Kleine mantelmeeuw worden verderop besproken.

Een klein aantal kwalificerende broedvogelsoorten broedt in de Eemshaven (SOVON Vogelonderzoek Nederland, 2009; tabel 5.1²). Eemshaven valt buiten de begrenzing van het Natura 2000-gebied Waddenzee, en effecten op deze broedvogels hoeven strikt genomen niet te worden beoordeeld. Echter, ze foerageren wel deels in of boven de Waddenzee en mogelijk het vasteland, zodat zij hier toch kort worden behandeld. Het betreft de broedvogelsoorten Bruine kiekendief, Kluut, Bontbekplevier, Strandplevier, Visdief en Noordse stern (tabel 5.1).

Samenvattend worden alleen effecten op de kwalificerende broedvogelsoorten Lepelaar, Bruine kiekendief, Kleine mantelmeeuw, Kluut, Bontbekplevier, Strandplevier, Visdief en Noordse stern beoordeeld. Van deze soorten werd alleen van de kluut tijdens het broedseizoen (tussen maart en juli) een draadslachtoffer gevonden tijdens een jaarrond monitoringonderzoek van draadslachtoffers (augustus 2011-juli 2012) langs een hoogspanningsverbinding in de Eemshaven (Klop et al., 2012), namelijk op 4 mei. In de gehele onderzoeksperiode 2011/2012 – 2015/2016 werden daarnaast draadslachtoffers vastgesteld van kleine mantelmeeuw (gemiddeld één keer mogelijk draadslachtoffer per jaar), visdief (vier keer mogelijk en vijf keer zeker) en noordse stern (één keer zeker) (Brenninkmeijer et al., 2017).

² Zie bijlage 2 voor meer recente informatie over broedvogels (bron: SOVON Vogelonderzoek Nederland, Vogelatlas)

Te bespreken niet-broedvogelsoorten

De kwalificerende niet-broedvogelsoorten voor Natura 2000-gebied Waddenzee worden gepresenteerd in tabel 5.1. Van een aantal van deze soorten zijn draadslachtoffers gevonden tijdens een jaarrond monitoringonderzoek van draadslachtoffers (augustus 2011-juli 2012) langs een hoogspanningsverbinding in de Eemshaven (Klop et al., 2012): Aalscholver, Grauwe gans, Bergeend, Krakeend, Wilde eend, Slobeend, Scholekster, Kluut, Goudplevier, Kievit, Bonte strandloper, Wulp, Steenloper en Zwarte stern. Van de meeste van deze soorten werd slechts één exemplaar gevonden gedurende het monitoringsjaar. Meerdere slachtoffers werden gevonden van Aalscholver (3), Grauwe gans (3), Wilde eend (13) en Steenloper (2). In de gehele onderzoeksperiode (2011/2012 – 2015/2016) jaren werden meerdere zekere slachtoffers gevonden van aalscholver (gemiddeld 5 per jaar), bonte strandloper (8), grauwe gans (17), wilde eend (17) en zwarte stern (6) (Brenninkmeijer et al., 2017).

De Eemshaven is een plek waar gestuwde trek van vogels plaatsvindt (Klop et al., 2012). Daarom zijn ook de concentraties aan vogels en exemplaren hoger dan gemiddeld in de provincie Groningen (en Nederland), hetgeen per definitie leidt tot hogere aantallen van slachtoffers vanwege de aanwezigheid van obstakels (waaronder windmolens en enkele hoogspanningsverbindingen). Deze slachtoffers zijn echter niet per definitie gerelateerd aan het Natura 2000-gebied Waddenzee omdat veel vogels gedurende de trekperiode niet gebiedsgebonden zijn maar alleen langs vliegen. Het optreden van draadslachtoffers onder Natura 2000-soorten kan dus niet direct gelinkt worden aan de instandhoudingsdoelstellingen van het gebied.

Een groot aantal van de niet-broedvogelsoorten gebruikt zogenaamde hoogwatervluchtplaatsen (hvp's) om tijdens hoog water te rusten. Tijdens laag water maken deze soorten dan weer gebruik van droogvallende platen om te foerageren (Wiersma & van Dijk, 2009; Van der Hut et al., 2014). Dit dagelijkse patroon creëert een netwerk van vliegbewegingen waardoor deze soorten een risico lopen om tegen een hoogspanningsverbinding aan te vliegen. Geen risico is er in de volgende gevallen:

- Wiersma & van Dijk (2009) geven aan dat de Krakeend, Wintertaling, Wilde eend, Pijlstaart, Slobeend, Topper, Eider, Middelste zaagbek, Grote zaagbek en Slechtvalk geen gebruik maken van dergelijke hvp's
- Hieraan voegen wij Fuut en Brilduiker toe die zich ook niet verzamelen op hvp's
- Fuut en de eendensoorten Topper, Eider, Brilduiker, Middelste zaagbek en Grote zaagbek gedragen zich als gebiedsgebonden soorten in de winter, hetgeen betekent dat deze soorten in dat seizoen geen dagelijkse pendelende vliegbewegingen vertonen. Op deze zes soorten zijn er geen effecten op hun instandhoudingsdoelstellingen
- De slechtvalk is een roofvogel van welke soortgroep er geen of nauwelijks draadslachtoffers worden gevonden (Rijkswaterstaat, 2009). Een effect op deze soort is ook uitgesloten

- Wiersma & van Dijk (2009) geven daarnaast aan dat het gebruik van hvp's door Goudplevier en Kievit slecht bekend is. Deze soorten zijn echter geen wadvogels zoals de andere kwalificerende steltlopersoorten van de Waddenzee. Beide soorten zijn vooral binnendijks te vinden op graslanden en akkers. Wij nemen om deze redenen aan dat beide soorten geen dagelijkse pendelvluchten over de Eemshaven tussen wad en binnenland vertonen zodat om deze reden van deze soorten weinig draadslachtoffers worden verwacht
- Om een vergelijkbare reden worden effecten op Toendrarietgans en Brandgans uitgesloten: beide soorten foerageren en slapen in binnendijkse gebieden en/of in de kwelders. Om deze reden zijn hun dagelijkse vliegbewegingen rondom de Groninger Waddenzee zeer kort. Omdat beide soorten niet nabij de Eemshaven slapen of foerageren (Wiersma & van Dijk, 2009) worden effecten op beide soorten uitgesloten
- Ten slotte geven Wiersma & van Dijk (2009) voor Kleine zwaan en Zwarte stern aan dat er geen hvp's zijn voor deze soorten in het Groninger deel van de Waddenzee. Voor deze soorten zijn er ook geen dagelijkse pendelbewegingen in de omgeving van de Eemshaven zodat voor deze soorten ook direct effecten op de instandhoudingsdoelstellingen kunnen worden uitgesloten

Voor de overige soorten is op basis van Wiersma & van Dijk (2009) en Van der Hut et al. (2014) bepaald waar ten opzichte van de Eemshaven zich de dichtstbijzijnde hvp bevindt. Vervolgens is op basis van de maximale foerageerafstand bepaald of de Eemshaven in het bereik van deze hvp ligt. Soorten waarvoor de Eemshaven binnen bereik ligt, worden in het vervolg nader besproken. Bij deze beoordeling is aangehouden dat de maximale foerageerafstand kleiner is dan de afstand tussen hvp en Eemshaven.

Vanwege de afstand tussen dichtstbijzijnde hvp en Eemshaven kunnen effecten op een aantal kwalificerende soorten voor de Waddenzee worden uitgesloten, omdat zij een maximale foerageerafstand hebben die kleiner is dan deze afstand. Het betreft de Lepelaar, Kluut, Bontbekplevier, Zilverplevier, Kanoet, Drieteenstrandloper, Krombekstrandloper, Grutto, Rosse grutto en Zwarte ruiter. De resterende soorten worden nader besproken.

Tabel 5.1 Instandhoudingsdoelstellingen en afbakening Natura 2000-gebied Waddenzee. Algemene toelichting tabel zie § 4.3. Voor soorten met afstand in groen worden effecten uitgesloten. Soorten met afstand in oranje worden besproken.

Soort	LSVI	DOL	DKL	Pop	Foer	Bron	Afstand
Broedvogels							
Soorten aangegeven in Lavendel: broedt in Eemshaven							
Lepelaar	+	=	=	430	40	van der Winden et al. 2004	20
Eider	--	>	=	5000	15	van der Hut et al. 2007	20
Bruine Kiekendief	+	=	=	30	5	Brenninkmeijer et al. 2006	0
Blauwe Kiekendief	--	=	=	3	5	Brenninkmeijer et al. 2006	40
Kluut	-	>	=	3800	5	van der Hut et al. 2007	0
Bontbekplevier	-	=	=	60	3	van der Hut et al. 2007	0
Strandplevier	--	>	>	50	2	van der Hut et al. 2007	0
Kleine Mantelmeeuw	+	=	=	19000	30	van der Hut et al. 2007	2,5
Grote stern	--	=	=	16000	30	van der Hut et al. 2007	33
Visdief	-	=	=	5300	12	van der Hut et al. 2007	0
Noordse Stern	+	=	=	1500	7	van der Hut et al. 2007	0
Dwergstern	--	>	>	200	5	van der Hut et al. 2007	20
Velduil	--	=	=	5	5	*	86
Niet-broedvogels							
Soorten aangegeven in blauw: foerageert (in omgeving van) Eemshaven							
Fuut	-	=	=	310	0	gebiedsgebonden	
Aalscholver	+	=	=	4200	20	van der Hut et al. 2007	
Lepelaar	+	=	=	520	20	van der Hut et al. 2007	
Kleine Zwaan	-	=	=	1600	12	van Gils & Tijssen 2007	
Toendrarietgans	+	=	=	geen	30	**	
Grauwe Gans	+	=	=	7000	30	Nolet et al. 2009	
Brandgans	+	=	=	36800	30	Nolet et al. 2009	
Rotgans	-	=	=	26400	2	van der Hut et al. 2007	
Bergeend	+	=	=	38400	3	van der Hut et al. 2007	
Smient	+	=	=	33100	11	Boudewijn et al. 2009	
Krakeend	+	=	=	320	5	Guillemin et al. 2008	
Wintertaling	-	=	=	5000	9	Guillemin et al. 2008	
Wilde eend	+	=	=	25400	26	Davis 2007	
Pijlstaart	-	=	=	5900	2	Legagneux et al. 2009 e.a.	
Slobeend	+	=	=	750	1	van der Hut et al. 2007	
Topper	--	>	=	3100	15	van der Hut et al. 2007	
Eider	--	>	=	90000-115000	0	gebiedsgebonden	
Brilduiker	+	=	=	100	5	van der Hut et al. 2007	

Soort	LSVI	DOL	DKL	Pop	Foer	Bron	Afstand
Middelste Zaagbek	+	=	=	150	5	van der Hut et al. 2007	
Grote Zaagbek	--	=	=	70	5	***	
Slechtvalk	+	=	=	40	ND	geen gegevens	
Scholekster	--	>	=	140000-160000	15	van der Hut et al. 2007	
Kluut	-	=	=	6700	10	van der Hut et al. 2007	
Bontbekplevier	+	=	=	1800	8	van der Hut et al. 2007	
Goudplevier	--	=	=	19200	15	Gillings et al. 2005	
Zilverplevier	+	=	=	22300	10	van der Hut et al. 2007	
Kievit	-	=	=	10800	15	****	
Kanoet	-	>	=	44400	20	van der Hut et al. 2007	
Drieteenstrandloper	-	=	=	3700	1	van der Hut et al. 2007	
Krombekstrandloper	+	=	=	2000	12	*****	
Bonte strandloper	+	=	=	206000	12	van der Hut et al. 2007	
Grutto	--	=	=	1100	15	****	
Rosse grutto	+	=	=	54400	15	van der Hut et al. 2007	
Wulp	+	=	=	96200	15	van der Hut et al. 2007	
Zwarte ruiter	+	=	=	1200	8	van der Hut et al. 2007	
Tureluur	-	=	=	16500	2	van der Hut et al. 2007	
Groenpootruiter	+	=	=	1900	5	van der Hut et al. 2007	
Steenloper	--	>	=	2300-3000	2	van der Hut et al. 2007	
Zwarte Stern	--	=	=	23000	ND	geen gegevens	

Toelichting:

- zie paragraaf 4.3 (p.26) voor de betekenis van de gebruikte afkortingen
- * gebaseerd op ecologische overeenkomst met Blauwe kiekendief (onder andere Voous, 1986).
- ** Van de soorten ganzen heeft de Toendrarietgans gemiddeld de grootste afstand tussen slaapplek en foerageergebied (Dubbeldam & Zijlstra, 1996). Voor deze soort is daarom dezelfde afstand als de andere ganzensoorten aangehouden.
- *** Vanwege de verwantschap van Grote zaagbek met de Middelste zaagbek is voor de eerste soort de foerageer afstand van de Middelste zaagbek aangehouden (cf. van der Hut et al., 2007)
- **** Voor de steltlopersoorten Grutto en Kievit is de grootste bekende gerapporteerde foerageer afstand voor een, voor dit onderzoek relevante, steltlopersoort aangehouden (namelijk die van zowel Scholekster als Wulp; cf. van der Hut et al., 2007)
- ***** Voor de steltlopersoort Krombekstrandloper is dezelfde maximale foerageer afstand aangehouden als die van de vergelijkbare soort Bonte strandloper (van der Hut et al., 2007)

5.3 Voortoets

5.3.1 Broedvogelsoorten

Lepelaar

Broedvogel Lepelaar Schiermonnikoog, Rottumerplaat, Rottumeroog en Zuiderduin

Ligging kolonies

Relevante broedkolonies van de Lepelaar binnen het Natura 2000-gebied Waddenzee liggen op Rottumerplaat, Rottumeroog en Zuiderduin. Daarnaast is er sprake van kolonies op de Waddeneilanden. Daarvan is de kolonie binnen het Natura 2000-gebied Duinen Schiermonnikoog de enige van waaruit broedvogels het plangebied kunnen bereiken met dagelijkse pendelvluchten. Vanuit de kolonies op de meer westelijk gelegen eilanden is het plangebied niet bereikbaar. Gemakshalve wordt de situatie voor de kolonie op Schiermonnikoog met de Waddenzee meegenomen.

De Waddenzee in ruime zin (inclusief het Deense en Duitse deel) is het meest noordelijk gelegen Europese broedgebied van de Lepelaar. Lepelaars broeden hier voornamelijk op de eilanden waar een laag risico op predatie is. De kolonies liggen op de hogere en lagere kwelders en in rietbanken en lage bomen langs meren in natte duinvalleien (Koffijberg et al., 2006). De aantallen binnen het Nederlandse deel van het Natura 2000-gebied Waddenzee nemen toe.

Vliegbewegingen

Lepelaars foerageren tot maximaal 40 km vanaf de kolonie (van der Winden et al., 2004).

Theoretisch gezien kan de lepelaar dus vanuit de kolonies in de Waddenzee en die van Schiermonnikoog het plangebied bereiken.

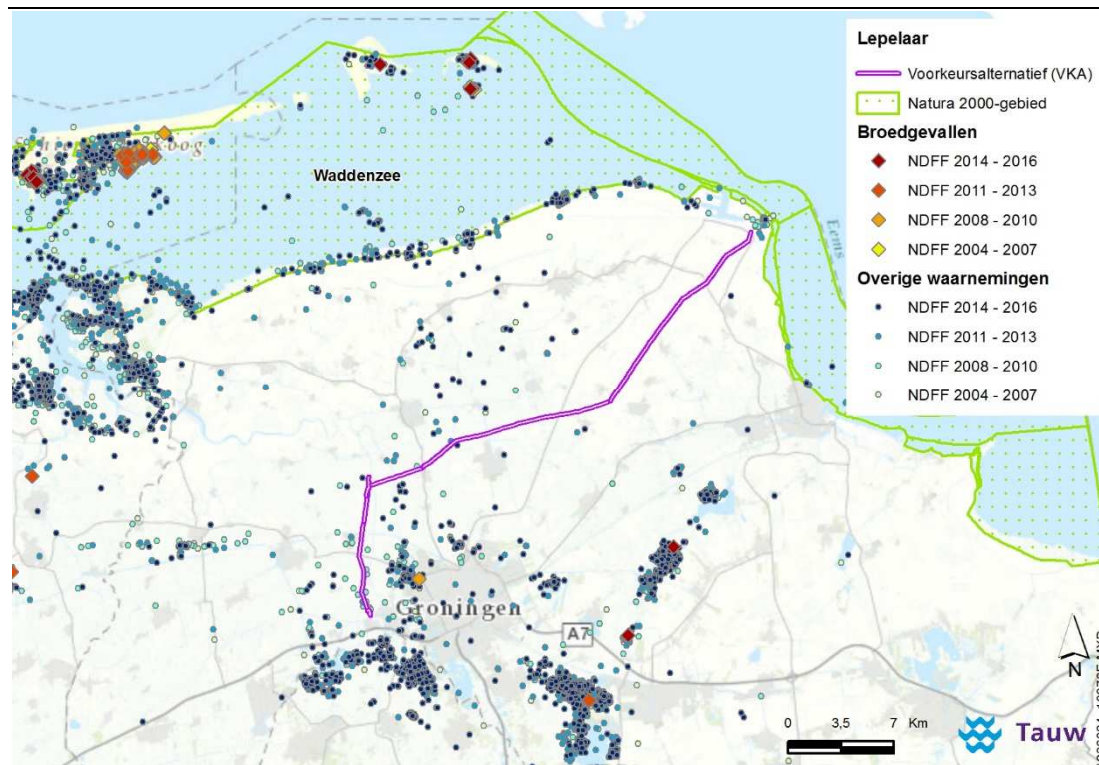
Broedende Lepelaars zijn trouw aan eenmaal gekozen foerageergebieden. Voslamber (1994) vermeldde al dat Lepelaars uit de kolonie van de Oostvaardersplassen, gesticht door vogels van de voormalige kolonie van het Naardermeer, dezelfde foerageergebieden als voorheen bleven gebruiken. De vogels van het Naardermeer zochten van oudsher hun voedsel in Noord-Holland (Brouwer, 1964) en de vogels van de Oostvaardersplassen doen dat nu nog steeds.

De Lepelaar kent in het Natura 2000-gebied Waddenzee een gestage toename, hetgeen heeft geresulteerd in kolonisatie van nieuwe gebieden. Er wordt bijvoorbeeld vermoed dat de broedvogels van Rottumeroog en -plaat zijn grootgebracht in de kolonies van Schiermonnikoog omdat de groei van de kolonie van Schiermonnikoog eruit is (gebaseerd op een afnemend broedsucces (Lok et al., 2009). Voor de vogels van Schiermonnikoog is aangetoond dat zij het plangebied van de hoogspanningsverbinding kunnen bezoeken om te foerageren.

Omdat de broedvogels van Rottumeroog en -plaat afstammen van die van Schiermonnikoog mag dat van deze broedvogels ook worden aangenomen. De vogels foerageren in het vroege voorjaar vooral in sloten binnen de graslandgebieden (en niet zozeer de akkergebieden) in de Groningse en Friese polders op het vasteland (Blomert & Wymenga, 2000). In deze periode zijn er nog geen prooidieren aanwezig zijn op het wad (Blomert & Wymenga, 2000). Vanaf half mei foerageren Lepelaars meer op garnalen op het wad en komen dan tot na het broedseizoen op allerlei plaatsen in de Waddenzee voor. Belangrijke foerageergebieden zijn eilandpolders en -kwelders, en mosselbanken en geulen- en prielenstelsels in de Waddenzee. Belangrijke foerageergebieden tijdens het broedseizoen zijn dan de eilandpolders en -kwelders, en de mosselbanken en geulen- en prielenstelsels in de Waddenzee.

Uit figuur 5.1 blijkt dat de aantallen foeragerende lepelaars op het vasteland over het algemeen laag zijn, hetgeen ook uit oudere literatuurgegevens blijkt (Blomert & Wymenga, 2000 en van der Winden et al., 2004). Het idee bestaat dat er vooral in de nazomer (buiten het broedseizoen) grote aantallen op het vasteland van Groningen pleisteren (in de natuurontwikkelingsgebieden). Op basis van foerageergedrag van gezenderde Lepelaars vanuit Schiermonnikoog kan worden geconcludeerd dat Lepelaars vanaf de Wadden voornamelijk foerageren in het waddengebied zelf en in het Lauwersmeer. Incidenteel wordt er gefoerageerd in de poldersloten vlak achter de kustlijn (www.natuurmonumenten.nl/lepelaar). De Eemshaven zelf vormt een marginaal geschikt foerageergebied voor de Lepelaar met jaarlijks maximaal een enkel individu gedurende de broedtijd.

Door autonome ontwikkelingen neemt de attractiviteit van de Eemshaven als foerageergebied voor de Lepelaar af. Eventueel geschikt habitat in of langs de kust van de Eemshaven ligt ten noorden ervan.



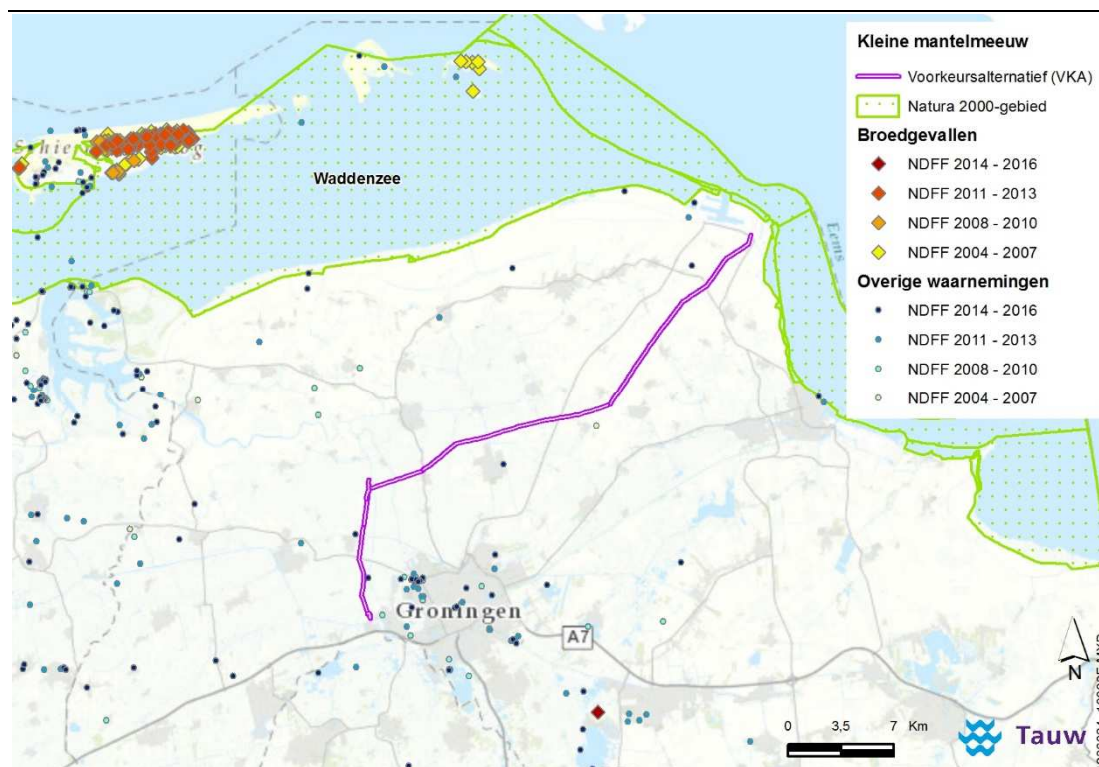
Figuur 5.1 Waarnemingen van Lepelaar (instandhoudingsdoelstelling Waddenzee) in de broedperiode gedurende de afgelopen 15 jaar.

Op basis van trouw van de Lepelaar aan foerageergebieden en de ligging van de foerageergebieden rondom de Waddenzee wordt geconcludeerd dat de vogels van de relevante waddenkolonies in hun dagelijkse foerageergedrag niet tot aan de Eemshaven en de rest van het plangebied reiken. Kruisingen van het plangebied door vliegende Lepelaars vanuit de kolonies in het Natura 2000-gebied de Waddenzee komen dan ook niet voor. Een effect op de instandhoudingsdoelstelling van de Lepelaar als broedvogel wordt uitgesloten.

Broedvogel Kleine mantelmeeuw Hond-Paap

De Kleine mantelmeeuw kan het plangebied bereiken omdat deze op Hond-Paap broedt. De soort foerageert vooral op open water, droogvallende platen en kwelders en schorren, waardoor de Eemshaven niet gepasseerd wordt. Er kan dus worden uitgesloten dat er draadslachtoffers vallen door de nieuwe verbinding.

Het verspreidingsbeeld van de soort gedurende de broedperiode in de afgelopen 15 jaar bevestigt dat in de buurt van het tracé vrijwel geen waarnemingen zijn gedaan (figuur 5.2).



Figuur 5.2 Waarnemingen van Kleine mantelmeeuw (instandhoudingsdoelstelling Waddenzee) in de broedperiode gedurende de afgelopen 15 jaar.

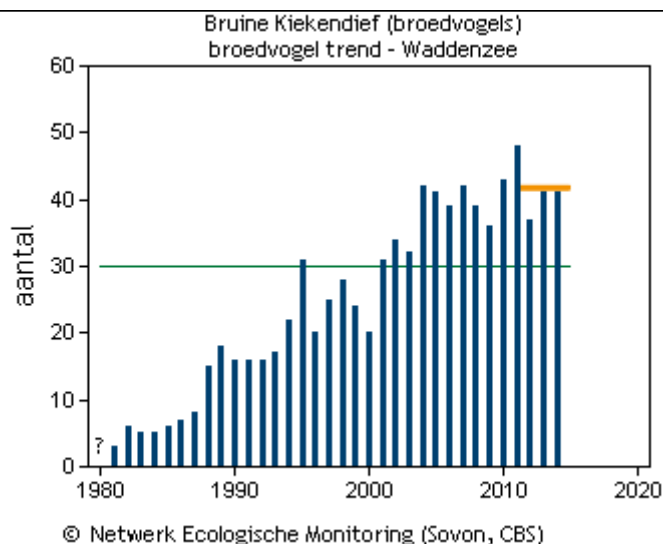
Broedvogels Eemshaven

Een klein aantal kwalificerende broedvogelsoorten voor Natura 2000-gebied Waddenzee broedt ook in de Eemshaven. Deze worden hieronder besproken.

Bruine kiekendief

In het Natura 2000-gebied Waddenzee is de instandhoudingsdoelstelling van de bruine kiekendief gericht op het broedseizoen: "Behoud omvang en kwaliteit leefgebied met een draagkracht voor een populatie van ten minste 30 paren". De instandhoudingsdoelstelling wordt ruimschoots gehaald, zo blijkt uit telgegevens van Sovon (bron: Sovon.nl, geraadpleegd d.d. 11 mei 2017). Zie ook figuur 5.3. Het gemiddelde aantal broedparen in de periode 2011-2014 bedraagt (afgerond) 42³ (www.sovon.nl).

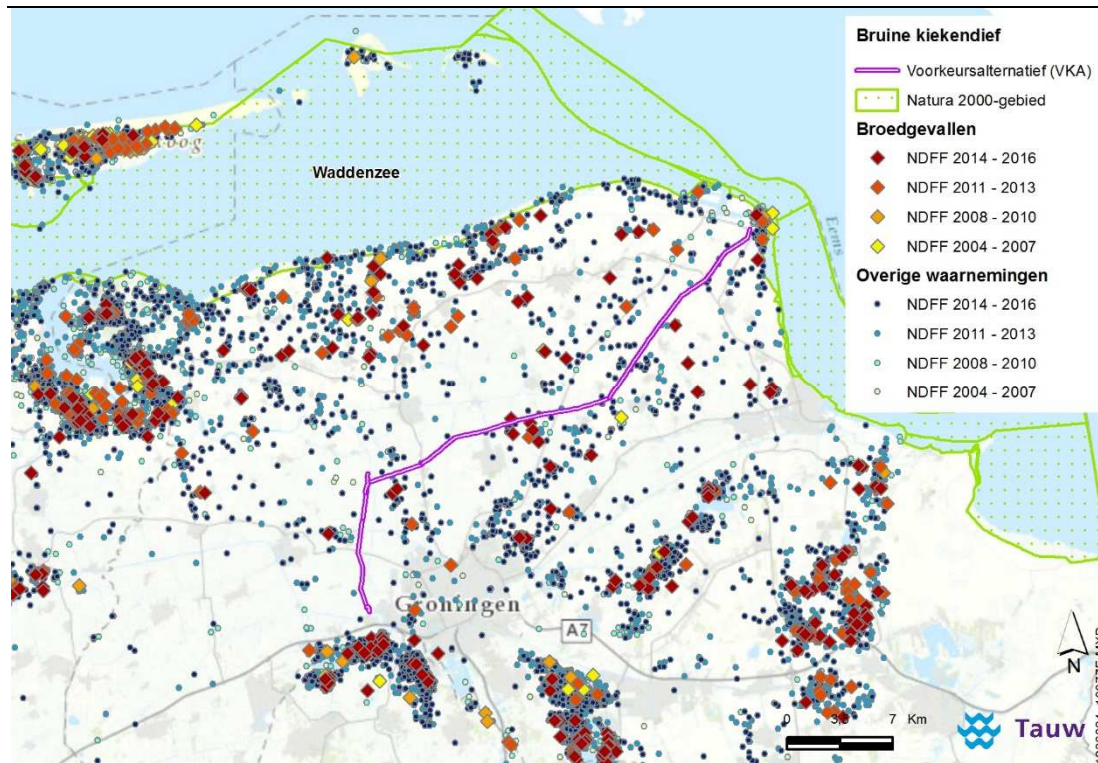
³ 2014 is het meest recente jaar waarvan op sovon.nl gegevens van de aantallen broedparen in het Natura 2000-gebied Waddenzee zijn vermeld. Ook het gemiddelde aantal broedparen in de periode 2011-2015 bedroeg (afgerond) 42



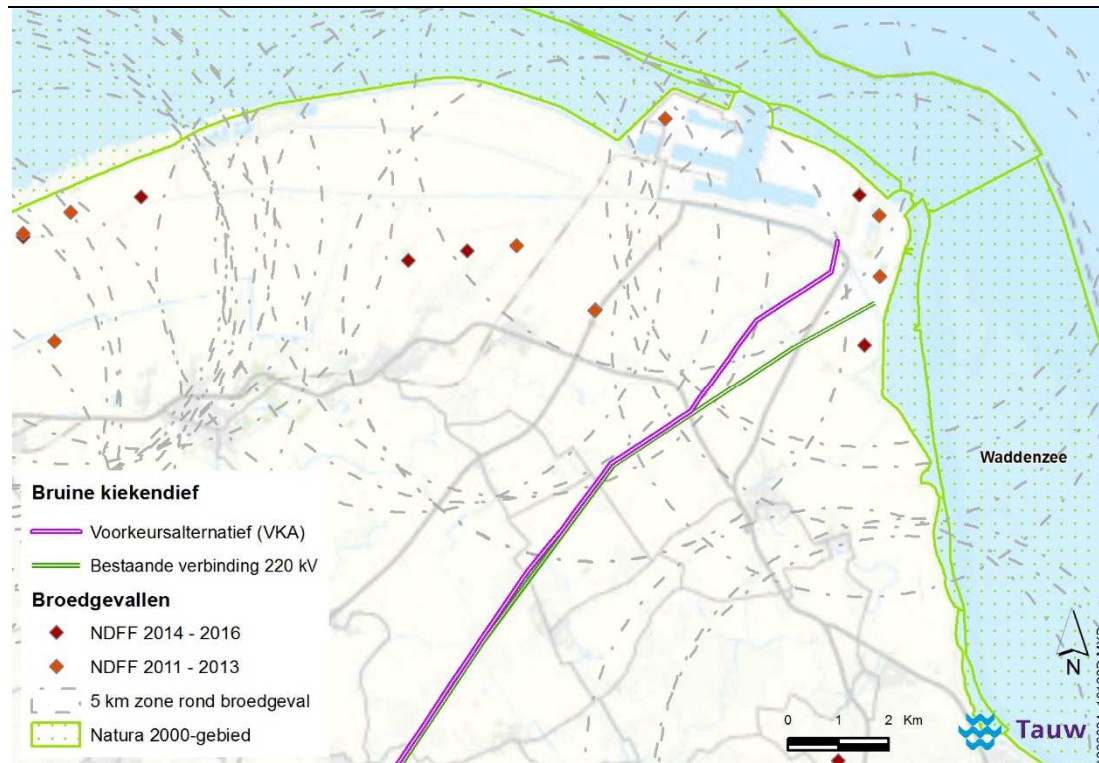
Figuur 5.3 Aantallen broedparen van bruine kiekendief in Natura 2000-gebied Waddenzee 1981-2014 (bron: Sovon.nl, d.d. 11 mei 2017); de oranje lijn is het gemiddelde aantal broedparen in de periode 2011-2014, de groene lijn is de instandhoudingsdoelstelling van deze soort in dit Natura 2000-gebied (bron: Sovon)

Figuur 5.4 toont de (in NDFF⁴ opgenomen) waarnemingen van de bruine kiekendief in de broedperiode in dit deel van Groningen in de laatste 15 jaar. In de provincie Groningen zijn verspreid broedgevallen van de bruine kiekendief bekend. Gelet op de foerageerafstand tijdens het broedseizoen (5 km) heeft slechts een beperkt deel daarvan een relatie met het Natura 2000-gebied Waddenzee. Van die broedgevallen zijn enkele op of in de directe omgeving van de Eemshaven vastgesteld. De waarnemingen van de bruine kiekendief tijdens de broedperiode binnen een afstand van 5 km van het Natura 2000-gebied Waddenzee zijn weergegeven in figuur 5.5. Een klein deel van de nieuwe hoogspanningsverbinding is binnen de 5 km-zone rond deze vermoedelijke nestlocaties gelegen. Deze vogels kunnen het tracé dus in theorie kruisen.

⁴ NDFF: Nationale Databank voor Flora en Fauna



Figuur 5.4 Waarnemingen van Bruine kiekendief (instandhoudingsdoelstelling Waddenzee) in de broedperiode gedurende de afgelopen 15 jaar (bron: NDFF).



Figuur 5.5 Broedgevallen bruine kiekendief in de periode 2011-2016 binnen een afstand van 5 km van het Natura 2000-gebied Waddenzee (bron: NDFD). Rond elk geregistreerd broedgeval is de foerageerafstand van 5 km als een cirkel weergegeven.

Uit figuur 5.5 blijkt dat van in totaal zes waarnemingen tijdens de broedperiode één of beide hoogspanningsverbindingen binnen de foerageerafstand van 5 km liggen. De meeste broedgevallen zijn geregistreerd in 2013 (4 broedgevallen).

Enige ecologische informatie over de bruine kiekendief

De bruine kiekendief broedt in het Natura 2000-gebied Waddenzee meestal in 'natte valleien met riet' (bron: ministerie van LNV, 2009) en ook daarbuiten vaak in rietlanden. Doorgaans broedt de bruine kiekendief op lastig bereikbare plaatsen (Bijlsma, 1996). De vogels zijn jaarlijks gedurende een periode van ongeveer zeven maanden in Nederland: De terugkeer naar broedgebieden uit overwinteringsgebieden is in maart / april. Vestiging heeft dan plaats in de periode 20 maart – 10 mei, waarna de eerste eileg plaatsheeft in de periode 11 april – 24 mei. Jongen heeft de kiekendief in de periode tussen 20 mei en 20 augustus. De maximale voedselbehoefte is tussen 5 juni en 10 juli. De trek naar de overwinteringsgebieden heeft tot slot plaats in de periode september / oktober (Bijlsma, 1996; Brenninkmeijer *et al.*, 2006).

Het broedseizoen bestaat daarmee uit een aantal verschillende activiteiten. De gevoeligheid van de soort om slachtoffer te worden van een hoogspanningsverbinding verschilt sterk per activiteit, afhankelijk van de vlieghoogte:

- **Baltsvluchten.** Deze vinden plaats boven de broedplaats (Bijlsma, 1996). De vogels maken ingewikkelde vliegbewegingen, waarbij ze soms ook op wat grotere hoogte vliegen. Hoewel ze daarbij in aanvaring zouden kunnen komen met een hoogspanningslijn is er binnen een afstand van vele honderden meters tot enkele kilometers van de dichtstbijzijnde broedgevallen geen tracé van een hoogspanningslijn aanwezig. Daarom is de kans dat tijdens baltsvluchten slachtoffers vallen uiterst gering
- **Foerageren.** Tijdens het foerageren zelf vliegen de vogels laag boven het land, zoals boven rietlanden. In Flevoland joegen de vogels veruit het meest boven landbouwgewassen (Beemster *et al.*, 2011). De vogels hebben een zekere dekking van de vegetatie nodig om prooien ongemerkt te kunnen benaderen (Brenninkmeijer, 2006). Kiekendieven jagen op het gehoor. Ze jagen dus nooit hoog in de lucht, maar zo'n twee meter boven de grond, veel lager dus dan de hoogte waarop de draden aan de hoogspanningsverbinding zijn opgehangen. Tijdens het foerageren is de kans op aanvaringslachtoffers daarom verwaarloosbaar
- **Foerageervluchten.** Tijdens de vliegbewegingen tussen de broedgebieden en de foerageergebieden kunnen kiekendieven ook grotere hoogten bereiken. Ze doen dat bijvoorbeeld bij potentiële barrières als snelwegen en hoogspanningsverbindingen. Er zijn in Flevoland overigens geen aanwijzingen gevonden dat de spoorlijn Lelystad – Almere, de A6 of de hoogspanningsleiding langs de A6 als barrière functioneren, in die zin dat achter de barrière verminderde benutting optreedt. Met betrekking tot de A6 is wel waargenomen dat vogels voor de oversteek normaliter eerst hoogte maken (overvlieghoogte veelal meer dan 25 meter; Beemster *et al.*, 2011). De kans op draadslachtoffers van hoogspanningsverbindingen is daarom in dit gebied vrijwel beperkt tot deze foerageervluchten. De kans daarop is klein omdat de soort alleen overdag vliegt. Bovendien wordt de nieuwe hoogspanningsverbinding beter zichtbaar dan de bestaande lijn. De aanvaringskans is bepaald tijdens draadslachtofferonderzoek: 18,174 per 10.000 vliegbewegingen. Het aantal vluchten per broedseizoen per broedpaar bedraagt 460 (Heijligers *et al.*, 2016), wat neerkomt op 0,84 aanvaringslachtoffer per jaar. Overigens zijn er in het gebied van de Eemshaven bij de 'tijdelijke hoogspanningsverbinding' en bij de bestaande 380 kV-verbinding op de Eemshaven geen draadslachtoffers van de bruine kiekendief geregistreerd (Verhagen en Korthorst, 2017, Brenninkmeijer *et al.*, 2017)

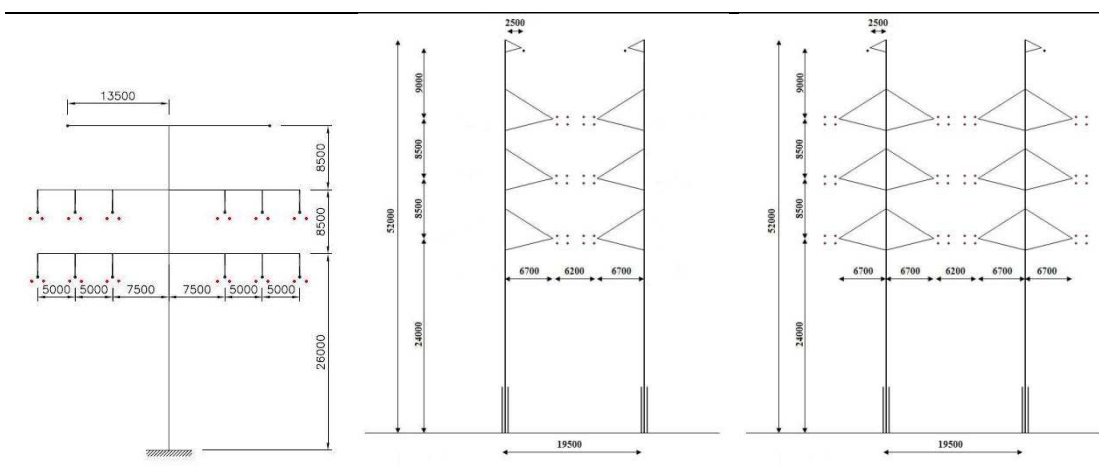
Effecten van de hoogspanningsverbinding EOS380

Voor de effectbepaling is onderscheid gemaakt in drie situaties:

1. Bestaande situatie (220 kV-verbinding)
2. Tijdelijke situatie (220 kV-verbinding én 380 kV-verbinding, deze situatie duurt maximaal twee jaar)
3. Eindsituatie (alléén 380 kV-verbinding)

Hoogte van de draden

In figuur 5.6 is een schematische dwarsdoorsnede van de hoogspanningsverbinding getekend, zowel in de bestaande als de nieuwe situatie.



Figuur 5.6 Bestaande verbinding (links; code 22H4A2), nieuwe 2-circuit (midden; code 38NB2A2) en nieuwe 4-circuit (rechts; code 38NB4A2).

Uit figuur 5.6 volgt dat in de bestaande 220 kV-verbinding de draden worden opgehangen op een hoogte van (iets minder dan) ongeveer 26 meter. In de nieuwe verbinding hangen de draden op een hoogte van ten minste 24 meter. Er is dus vrij weinig verschil in de hoogte waarop de draden zijn opgehangen. Dat neemt niet weg dat er verschil is in de zichtbaarheid van de draden (voor vogels).

Bestaande situatie

Klop et al. (2012) vonden geen draadslachtoffers van de bruine kiekendief tijdens hun monitoringonderzoek van slachtoffers (door windmolens) in de Eemshaven. Wel zijn elders in Nederland bruine kiekendieven als draadslachtoffer gevonden. Klop et al. (2012) namen regelmatig waar hoe Bruine kiekendieven in de omgeving van de bestaande hoogspanningsverbinding vlogen en foerageerden zonder in de problemen te komen.

De broedlocatie bij de Eemshaven wordt al jarenlang gebruikt en kennelijk niet geschaad door de bestaande hoogspanningsverbindingen. Er zijn in elk geval geen draadslachtoffers geregistreerd (Brenninkmeijer *et al.*, 2017).

Tijdelijke situatie

In de omgeving van de Eemshaven zijn de tracés van de 220 en de 380 kV verbindingen niet volledig gebundeld. De afstand tussen de beide tracés is maximaal ongeveer 1 km, zodat voor vogels die de verbinding kruisen in de tijdelijke situatie in feite sprake is van een tweetal barrières. Dit is niet voor alle geregistreerde broedgevallen relevant maar alleen voor de maximaal 3 meest oostelijke broedplaatsen op de Eemshaven. Deze situatie duurt maximaal twee jaar.

Eindsituatie

De nieuwe NW380kV EOS-VVL zal beter zichtbaar zijn dan de bestaande 220 kV-verbinding door het aanbrengen van draadmarkering en meer geleiders, zodat de kans op aanvaringen kleiner is dan in de bestaande situatie. De gebundelde fasegraden maken de lijn voor vogels beter zichtbaar, waardoor minder draadslachtoffers zullen vallen. Dit blijkt uit het uitgevoerde draadslachtofferonderzoek (van der Vliet en Boerefijn, 2014). Zoals eerder ook aangegeven vliegt de bruine kiekendief uitsluitend overdag; de toename van de zichtbaarheid is daarmee een zeer belangrijke factor voor deze soort.

Geén significante effecten

Voor de Bruine kiekendief geldt zoals eerder aangegeven dat het aantal broedparen in het Natura 2000-gebied Waddenzee met gemiddeld 42 in de periode 2011-2014 ruim boven de instandhoudingsdoelstelling van 30 broedparen ligt. De andere broedparen bevinden zich op ruime afstand van het plangebied, zodat ook op populatieniveau negatieve effecten op deze instandhoudingsdoelstelling zijn uitgesloten. Ook voor de bruine kiekendief zijn significant negatieve effecten daarom uitgesloten. Verder geldt dat als werkzaamheden buiten het broedseizoen plaatsvinden, er geen verstoring plaatsvindt.

Conclusie is dat negatieve effecten als gevolg van het voornemen niet aan de orde zijn. Een cumulatietoets hoeft niet te worden uitgevoerd en ook een passende beoordeling is voor deze soort niet nodig.

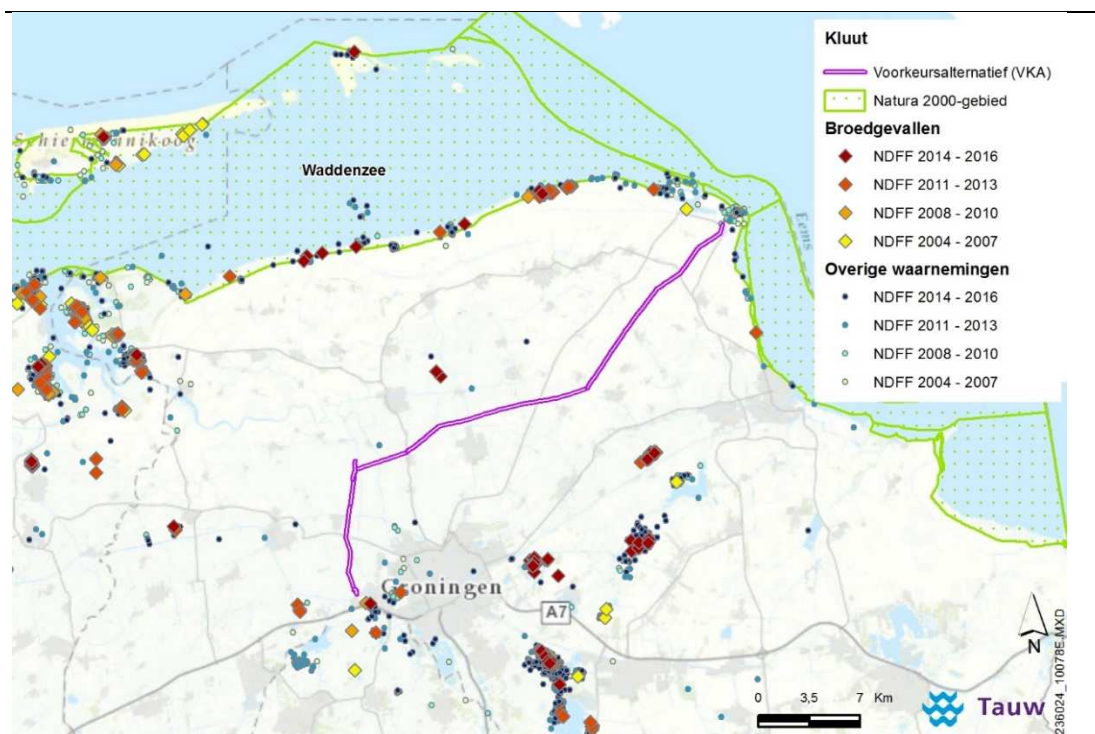
Kluut, Bontbekplevier en Strandplevier

Kluut, Bontbekplevier en de Strandplevier broeden in het meest oostelijke gedeelte van de Eemshaven, bij de Eemscentrale. In 2004 waren hier 88 broedparen Kluut, 13 broedparen Bontbekplevier en 3 broedparen Strandplevier te vinden (Willems *et al.*, 2006). Werkzaamheden zullen op afstand van deze broedplaatsen plaatsvinden, zodat geen verlies van broedgebied of verstoring optreedt.

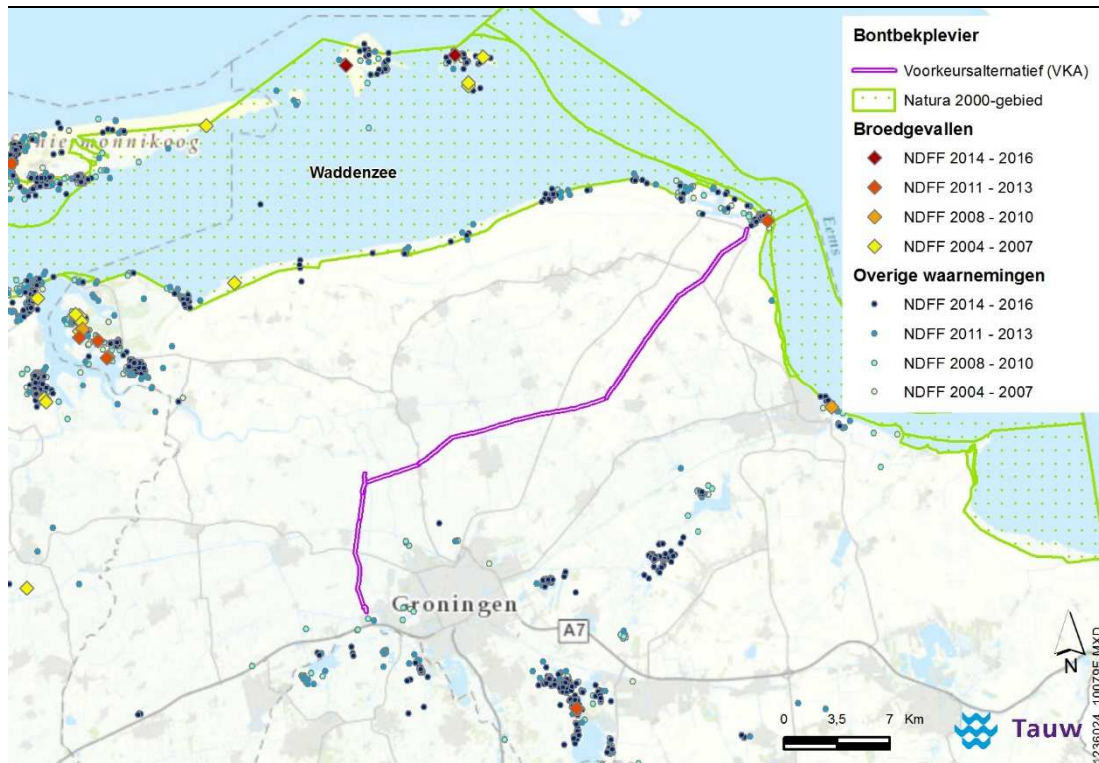
Zowel de Kluut, de Bontbekplevier en de Strandplevier foerageren op het wad (Vogelbescherming, 2009). Vogels streven naar een zo kort mogelijke afstand tussen de broedlocatie en het foerageergebied. De hoogspanningsverbinding komt niet tussen het broedgebied en het foerageergebied in te staan zodat er als gevolg van de nieuwe hoogspanningsverbinding geen draadslachtoffers onder deze broedvogels worden verwacht.

De verspreidingsbeelden (figuur 5.7, 5.8 en 5.9) in de broedperiodes van de afgelopen 15 jaar laten zien dat de drie soorten niet of nauwelijks in de omgeving van het nieuwe tracé worden waargenomen. Opgemerkt moet worden dat Klop et al. (2012) een draadslachtoffer van de Kluut tijdens het broedseizoen hebben gevonden, namelijk op 4 mei 2012. De Kluut trekt op dat moment nog steeds door, zodat dit slachtoffer niet noodzakelijkerwijs een lokale broedvogel heeft betroffen. Anderzijds kan ook niet worden uitgesloten dat het een broedvogel betreft. Voor de nieuwe verbinding is dit niet relevant aangezien deze niet in het broedgebied van de Kluut staat en ook geen vliegroutes doorsnijdt (zie ook figuur 5.7).

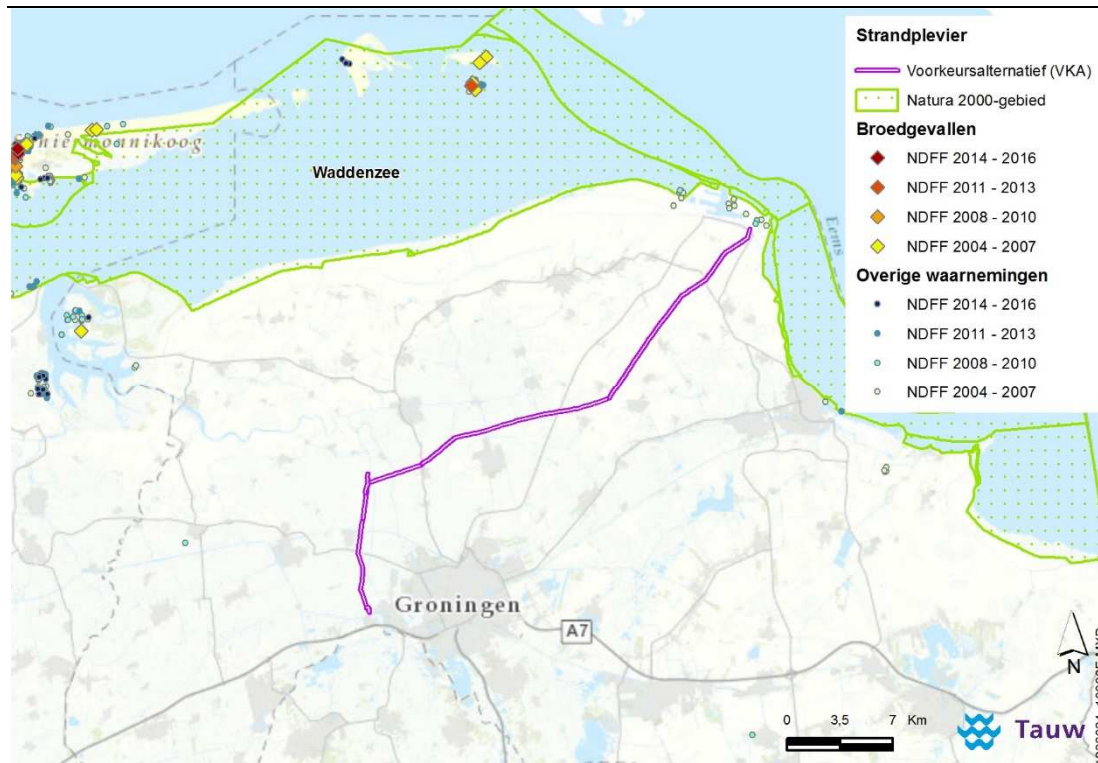
Vanwege de te verwachten routes tussen broedplaats en foerageergebied wordt een significant negatief effect op de broedvogelsoorten Kluut, Bontbekplevier en Strandplevier door aanleg en gebruik van de hoogspanningsverbinding uitgesloten.



Figuur 5.7 Waarnemingen van kluut (instandhoudingsdoelstelling Waddenzee) in de broedperiode gedurende de afgelopen 15 jaar (bron: NDFD).



Figuur 5.8 Waarnemingen van bontbekplevier (instandhoudingsdoelstelling Waddenzee) in de broedperiode gedurende de afgelopen 15 jaar (bron: NDFD).

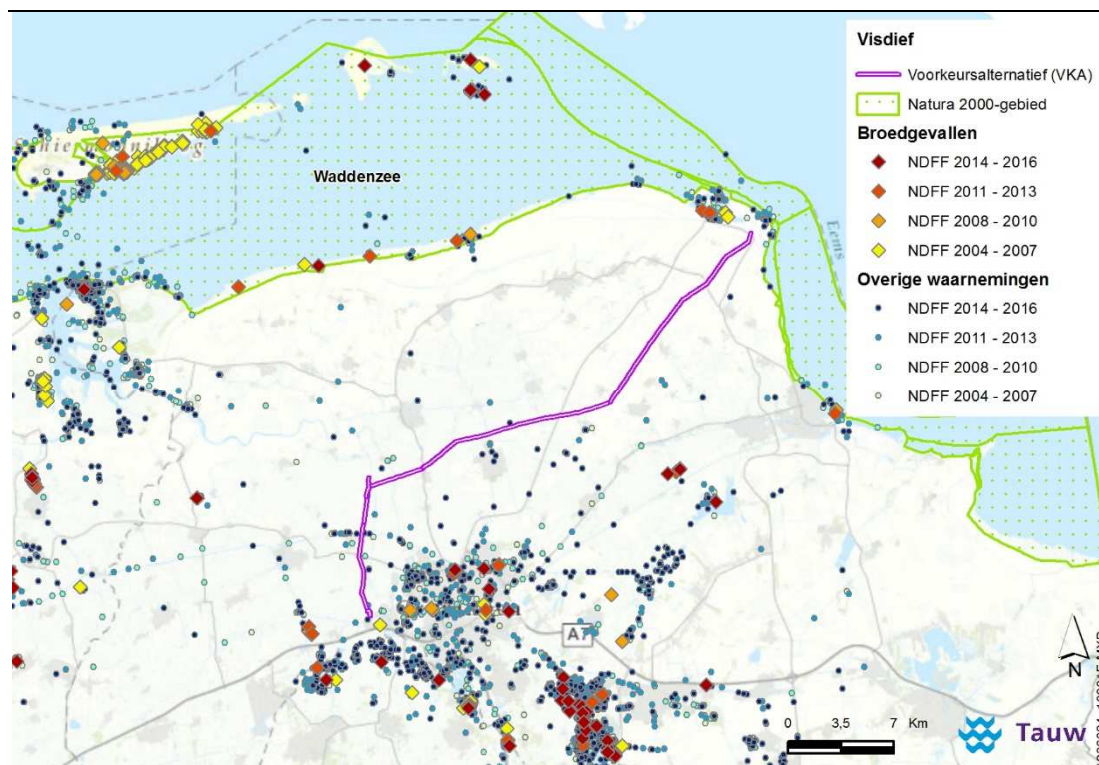


Figuur 5.9 Waarnemingen van strandplevier (instandhoudingsdoelstelling Waddenzee) in de broedperiode gedurende de afgelopen 15 jaar (bron: NDFD).

Visdief en Noordse stern

De visdief en de noordse stern broeden op de westkant van de Eemshaven. De werkzaamheden voor de hoogspanningsverbinding vinden alleen plaats op de oostkant van de Eemshaven, waardoor versturende effecten (door bijvoorbeeld de aanwezigheid van mensen) uitgesloten worden. Omdat de visdief en de noordse stern op open water en op het wad foerageren, wordt de hoogspanningsverbinding niet gepasseerd. Hierdoor worden draadslachtoffers uitgesloten. Een significant negatief effect op de visdief en de noordse stern wordt daarom uitgesloten.

De verspreidingsbeelden (figuur 5.10 en 5.11) in de broedperiodes van de afgelopen 15 jaar laten zien dat de beide soorten niet of nauwelijks in de omgeving van het nieuwe tracé worden waargenomen.



Figuur 5.10 Waarnemingen van visdief (instandhoudingsdoelstelling Waddenzee) in de broedperiode gedurende de afgelopen 15 jaar (bron: NDFF).

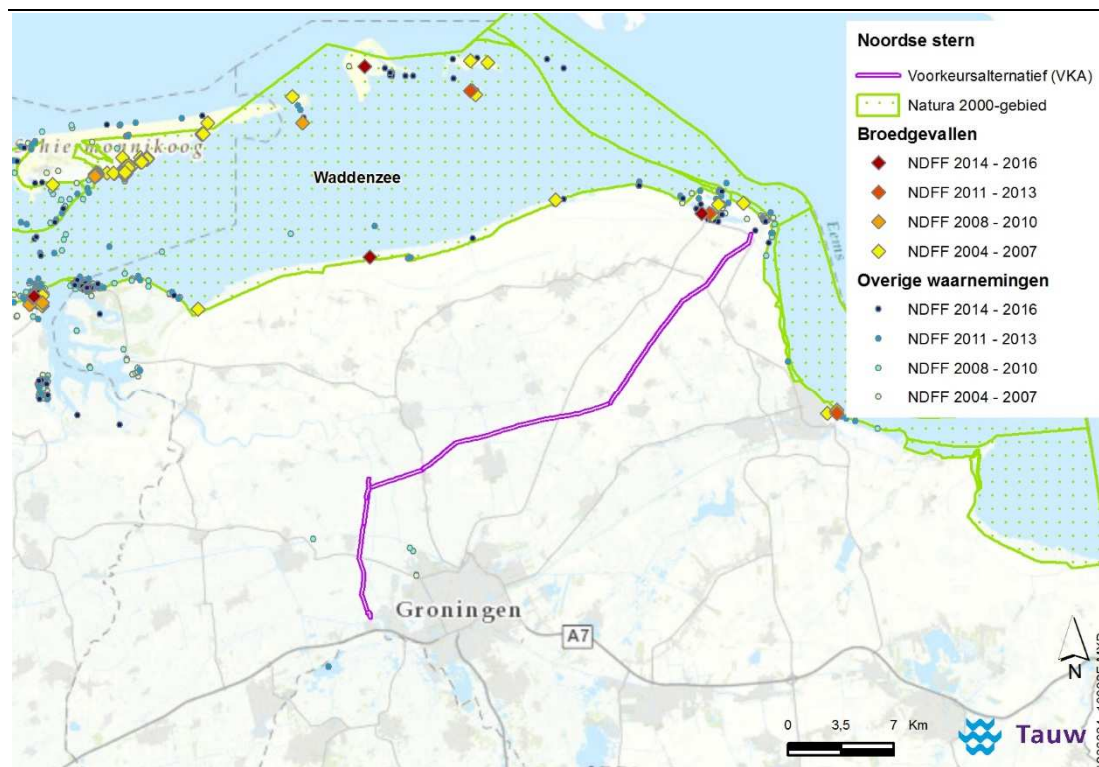
5.3.2 Niet-broedvogelsoorten

Het belangrijkste effect op niet-broedvogelsoorten is sterfte via een aanvaring met een hoogspanningsverbinding (draadslachtoffers). Andere verstoringen kunnen niet plaatsvinden omdat de afstand tussen hoogspanningsverbinding en Waddenzee 1,3 km bedraagt (tabel 4.1). Deze afstand is te groot voor een versturende werking op hvp's⁵ of foeragerende vogels.

Effecten kunnen voor de meeste niet-broedvogelsoorten om verschillende redenen worden uitgesloten. Uitzonderingen zijn Aalscholver, Grauwe gans, Rotgans, Bergeend, Smient, Scholekster, Zilverplevier, Bonte strandloper, Wulp, Tureluur, Groenpootruiter en Steenloper. Hieronder wordt per soort(groep) besproken wat de dichtstbijzijnde hvp's zijn, door hoeveel exemplaren deze gemiddeld per jaar wordt bezocht, en hoe dit gemiddelde aantal zich verhoudt tot de instandhoudingsdoelstelling van de soort voor de Waddenzee.

⁵ hvp: hoogwatervluchtplaats

Hierbij hebben wij aangenomen dat effecten kunnen worden uitgesloten als de besproken hvp's nabij de Eemshaven door gemiddeld minder exemplaren dan 1 % van de instandhoudingsdoelstelling voor deze soort wordt bezocht. Getelde aantallen per soort(groep) zijn beschikbaar via Wiersma & van Dijk (2009).



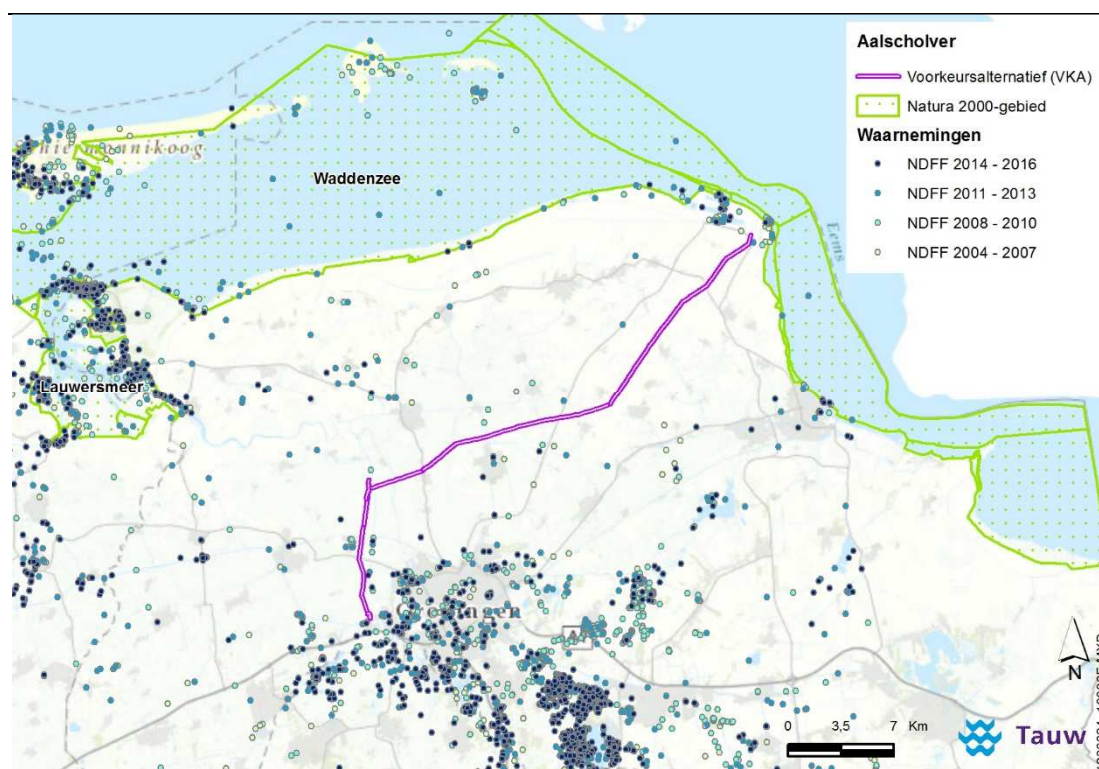
Figuur 5.11 Waarnemingen van noordse stern (instandhoudingsdoelstelling Waddenzee) in de broedperiode gedurende de afgelopen 15 jaar (bron: NDFF).

Aalscholver

De Aalscholver gebruikt de oostelijke strekdam van het Doekegatkanaal in de Eemshaven als slaappleaats. Verder wordt richting het oosten ook gerust op eilandjes in de Eems en in de haven van Delfzijl. Ten noorden van de Eemshaven liggen er verder slaappleaatsen op Rottumerplaat en Simonsplaat maar de afstand tussen deze slaappleaatsen en het plangebied is groter dan de maximale foerageerafstand van de soort (20 kilometer). Op al deze locaties zijn de vogels in concentraties aanwezig. Meer verspreid rusten de vogels ook in de strook langs de Waddenkust tussen Lauwersmeer en Pieterburen. Ook deze slaappleaats ligt buiten het bereik van de Aalscholvers die rondom de Eemshaven foerageren.

De instandhoudingsdoelstelling voor de Waddenzee bedraagt 4.200 exemplaren. Op de rustplaats binnen de Eemshaven komen over het jaar gemiddeld 50 exemplaren voor. Dit bedraagt 1,2 % van het totaal van de Waddenzee. De hvp is dus binnen het gebied de Waddenzee van belang voor de soort.

Aalscholvers uit het (noord)oosten van de Waddenzee hoeven om de rustplaatsen te bereiken niet de hoogspanningsverbinding over te steken. Dat geldt eveneens voor de vogels ten westen van de Eemshaven. Daarnaast geldt dat de aalscholver in het Waddengebied veelal foerageert op platvis (ministerie van LNV, 2009) die niet binnendijs voorkomt. Deze voedselkeuze betekent dat er geen grote aantallen aalscholvers vanuit het Waddengebied het binnenland van Groningen en Friesland in zullen vliegen (zie ook figuur 5.12). Een significant negatief effect op de aalscholvers van de Waddenzee kan dus met zekerheid uitgesloten worden.



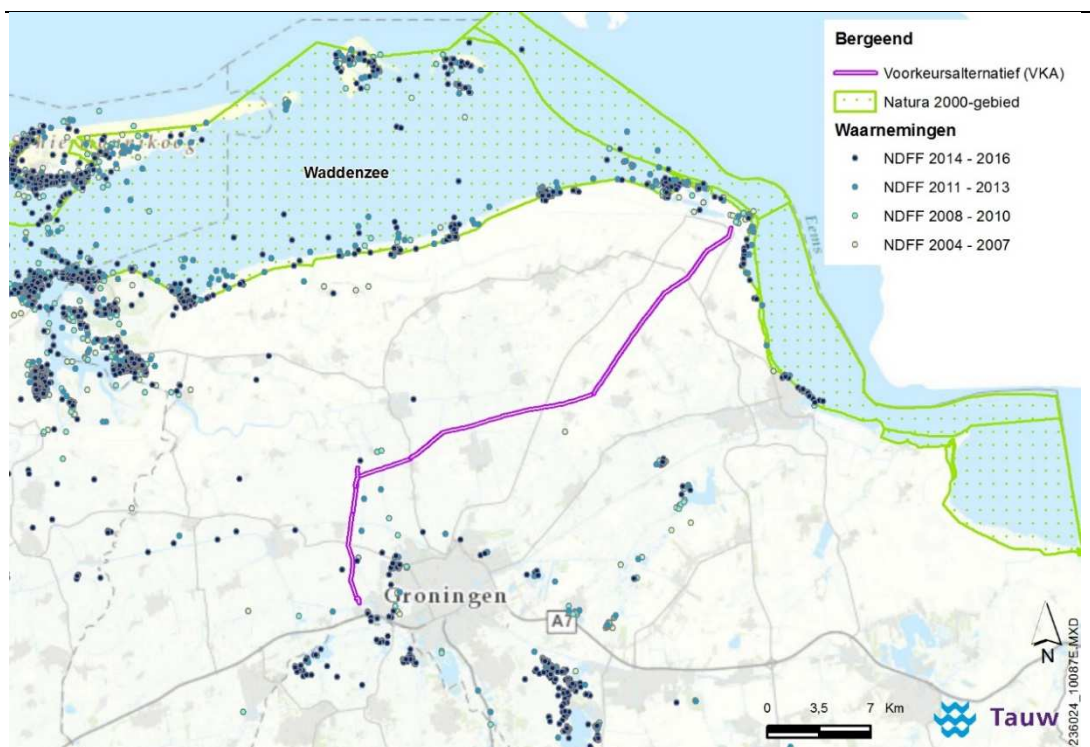
Figuur 5.12 Waarnemingen van aalscholver (instandhoudingsdoelstelling Waddenzee) buiten de broedperiode gedurende de afgelopen 15 jaar (bron: NDFP).

Grauwe gans en Rotgans

De Grauwe gans heeft een grote maximale foerageerafstand van 30 km. Dat maakt de meeste hvp's en rustplaatsen van de Groninger kust bereikbaar voor vogels die rondom de Eemshaven foerageren. De dichtstbijzijnde rustplaatsen zijn Uithuizerwad ten (noord-)westen van de Eemshaven. De kaart van de Grauwe gans in Wiersma & van Dijk (2009) laat echter vooral de verspreiding van foeragerende vogels zien omdat de Grauwe gans niet afhankelijk is van getij en dus geen getijdvluchten onderneemt. De Rotgans benut als slaapplecht alleen het kweldergebied ten westen van de Eemshaven. Zij foerageren daar ook. Omdat beide soorten ganzen foerageren en rusten op nagenoeg dezelfde locaties voeren zij geen pendelende vliegbewegingen uit. Effecten op beide soorten zijn uitgesloten.

Bergeend

De Bergeend gebruikt als hvp zowel het Uithuizerwad direct ten (noord-)westen van de Eemshaven als de Robbenplaat en het noordelijke deel van de Bocht van Watum ten oosten van de Eemshaven. Hier kunnen zij in concentraties voorkomen. Vanwege de kleine maximale foerageerafstand van de soort (3 km) zijn de andere Groninger hvp's buiten het bereik van de vogels die rondom de Eemshaven aanwezig zijn.

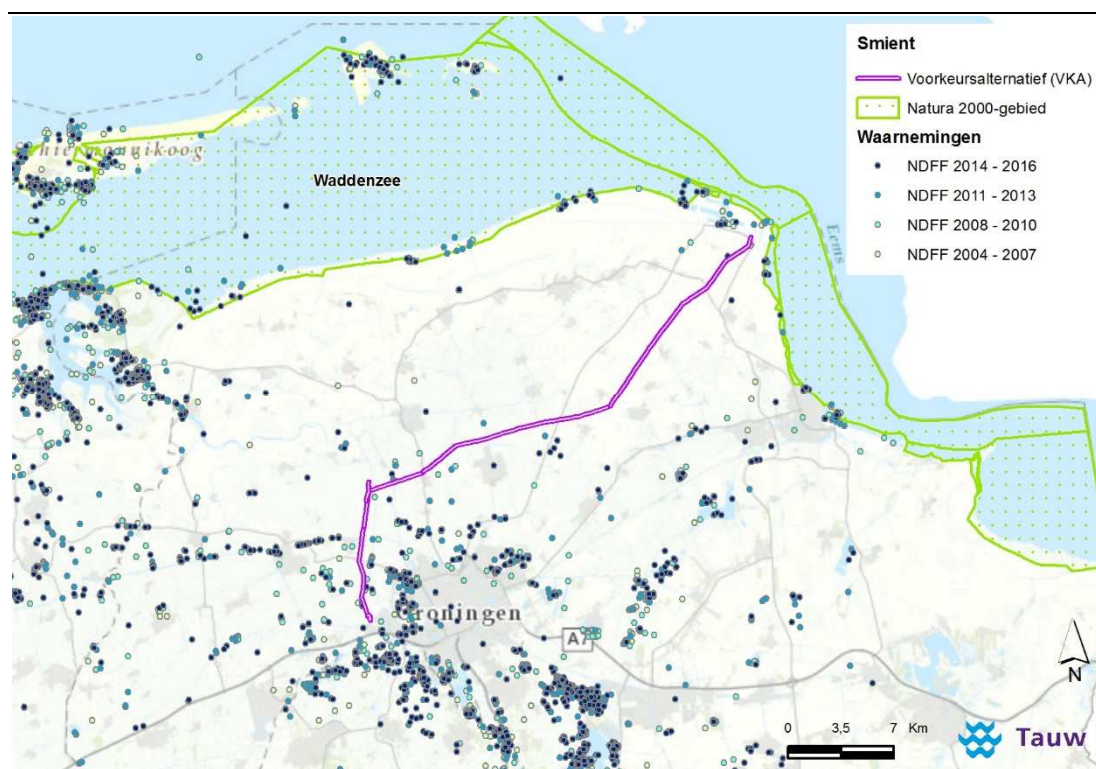


Figuur 5.13 Waarnemingen van bergeend (instandhoudingsdoelstelling Waddenzee) buiten de broedperiode gedurende de afgelopen 15 jaar (bron: NDFF).

De instandhoudingsdoelstelling voor de Waddenzee bedraagt 38.400 exemplaren. Op beide hvp's komen over het jaar gemiddeld 1.200 exemplaren voor. Per hvp bedraagt dit 3,1 % van het totaal van de Waddenzee. Beide hvp's zijn dus binnen het gebied de Waddenzee van belang voor de soort.

De Eemshaven voorziet niet in een goed foerageergebied voor de bergeend omdat zij foerageren op slikken. De bergeend komt daarom niet in grote aantallen in de Eemshaven voor (Ministerie van LNV, 2008; SOVON Vogelonderzoek Nederland, 2009). Om deze reden zullen de bergeenden die gebruik maken van de hvp's niet arriveren uit de richting van de Eemshaven zodat de hoogspanningsverbindingen aldaar niet of nauwelijks gekruist worden tijdens dagelijkse pendelvluchten (zie ook figuur 5.13).

Smient



Figuur 5.14 Waarnemingen van smient (instandhoudingsdoelstelling Waddenzee) buiten de broedperiode gedurende de afgelopen 15 jaar (bron: NDFF).

De smient gebruikt langs de Groninger Waddenkust alleen het gebied ten oosten van de Eemshaven als foerageer- en slaapplek. De dichtstbijzijnde locatie die als zodanig wordt gebruikt is de waddenkust ter hoogte van Bierum. Dit is ook de enige locatie die eventueel binnen bereik is voor vogels die in de omgeving van de Eemshaven zouden verblijven.

Echter, smienten kwamen in het verleden niet in of nabij de Eemshaven voor omdat de omgeving niet voorzag in een goede foerageerlocatie (Meeuwssen & van Scharenburg, 1988).

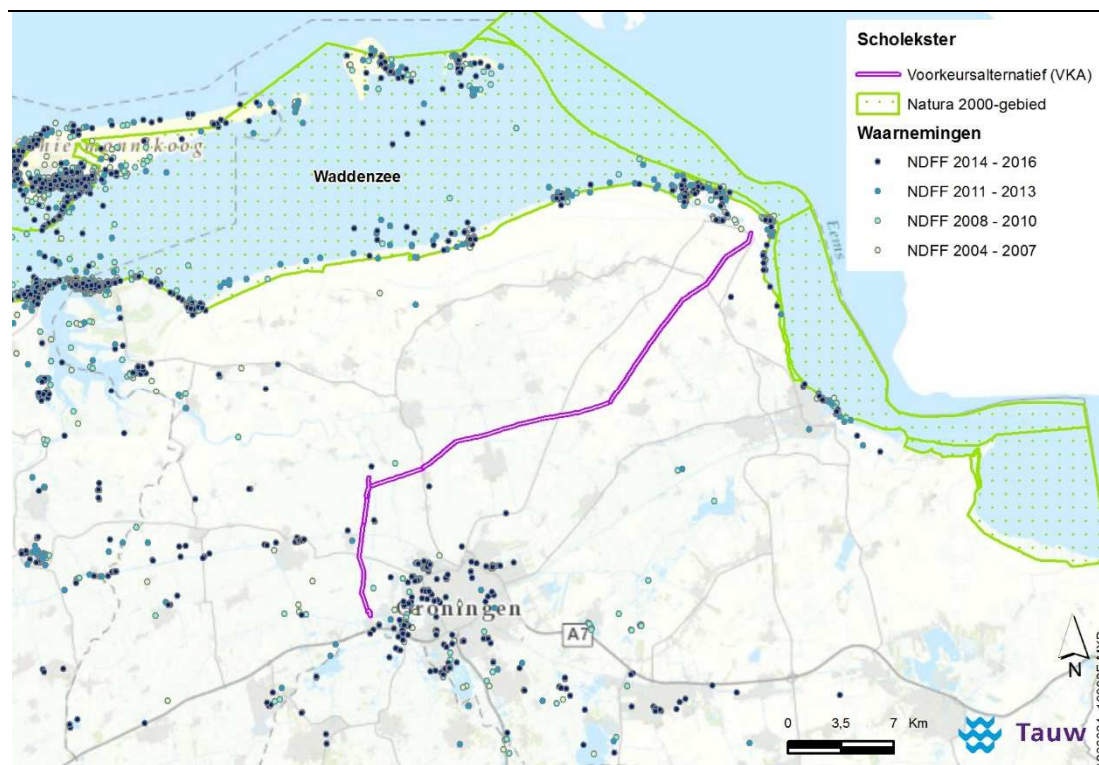
Deze situatie is niet gewijzigd: in de omgeving van de Eemshaven komen geen graslanden voor en er worden dus geen grote aantallen smienten in de Eemshaven verwacht. De soort vliegt daarom niet vanuit de Waddenzee het binnenland in (zie ook figuur 5.14). Een significant negatief effect op de soort wordt daarom uitgesloten.

Scholekster

De Scholekster gebruikt als hvp zowel het Uithuizerwad direct ten (noord-)westen van de Eemshaven als de Robbenplaat en het noordelijke deel van de Bocht van Watum ten oosten van de Eemshaven. Hier kunnen zij in concentraties voorkomen. Daarnaast komen er concentraties voor op de hvp op de dam bij de Eemscentrale. Ook elders langs de Groninger Waddenkust komen hvp's voor die voor de soort vanwege zijn relatief grote maximale foerageerafstand (15 km) binnen bereik zijn van de vogels die rondom de Eemshaven aanwezig zijn.

De instandhoudingsdoelstelling voor de Waddenzee bedraagt minimaal 140.000 exemplaren. Op de westelijke hvp komen over het jaar gemiddeld 4.000 exemplaren voor, hetgeen neerkomt op 2,9 % van het totaal van de Waddenzee. Op de oostelijke hvp komen over het jaar gemiddeld 2.000 exemplaren voor, hetgeen neerkomt op 1,4 % van het totaal van de Waddenzee. Ten slotte komen op de hvp in de Eemshaven zelf gemiddeld 600 exemplaren voor, hetgeen neerkomt op 0,4 % van het totaal van de Waddenzee. Behalve de hvp in de Eemshaven zelf zijn de hvp's binnen het gebied de Waddenzee van belang voor de soort.

Scholeksters vanuit het (noord)oosten van de Waddenzee hoeven om de hvp's te bereiken niet de hoogspanningsverbinding over te steken. Dat geldt eveneens voor de vogels ten westen van de Eemshaven. Ook de scholeksters op en rond de Eemshaven hoeven dat niet (zie figuur 5.15). Een significant negatief effect op de scholeksters van de Waddenzee kan dus met zekerheid uitgesloten worden.



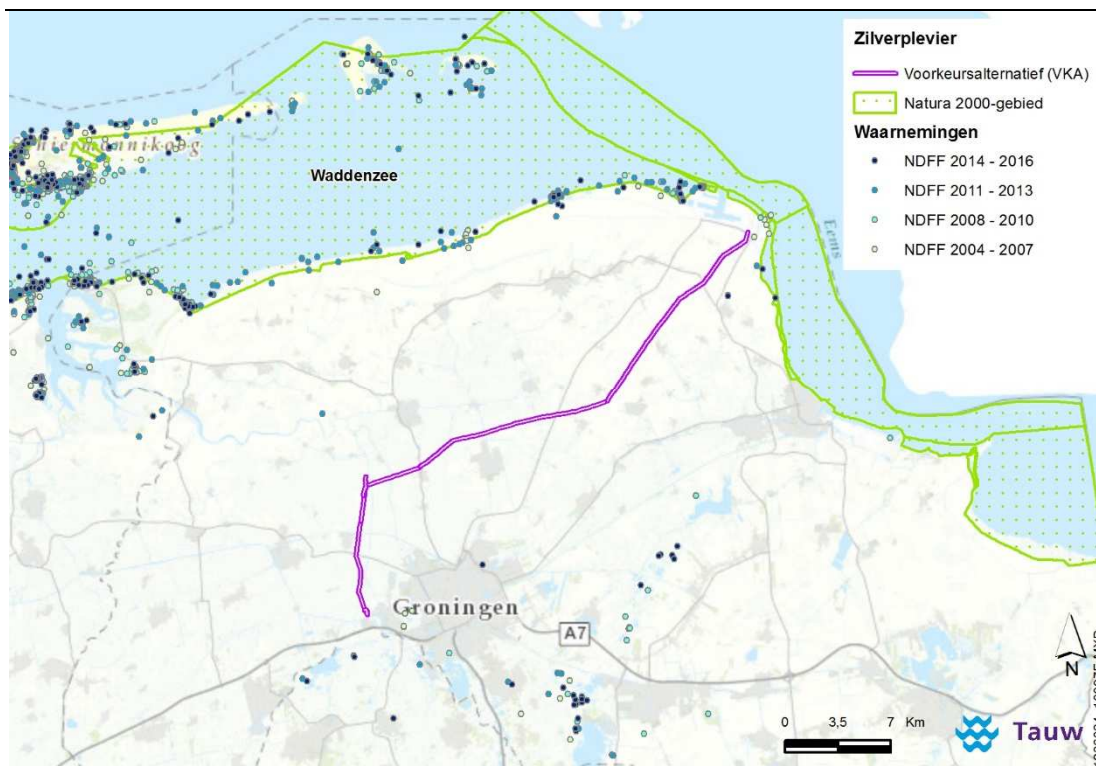
Figuur 5.15 Waarnemingen van scholekster (instandhoudingsdoelstelling Waddenzee) buiten de broedperiode gedurende de afgelopen 15 jaar (bron: NDFF).

Zilverplevier

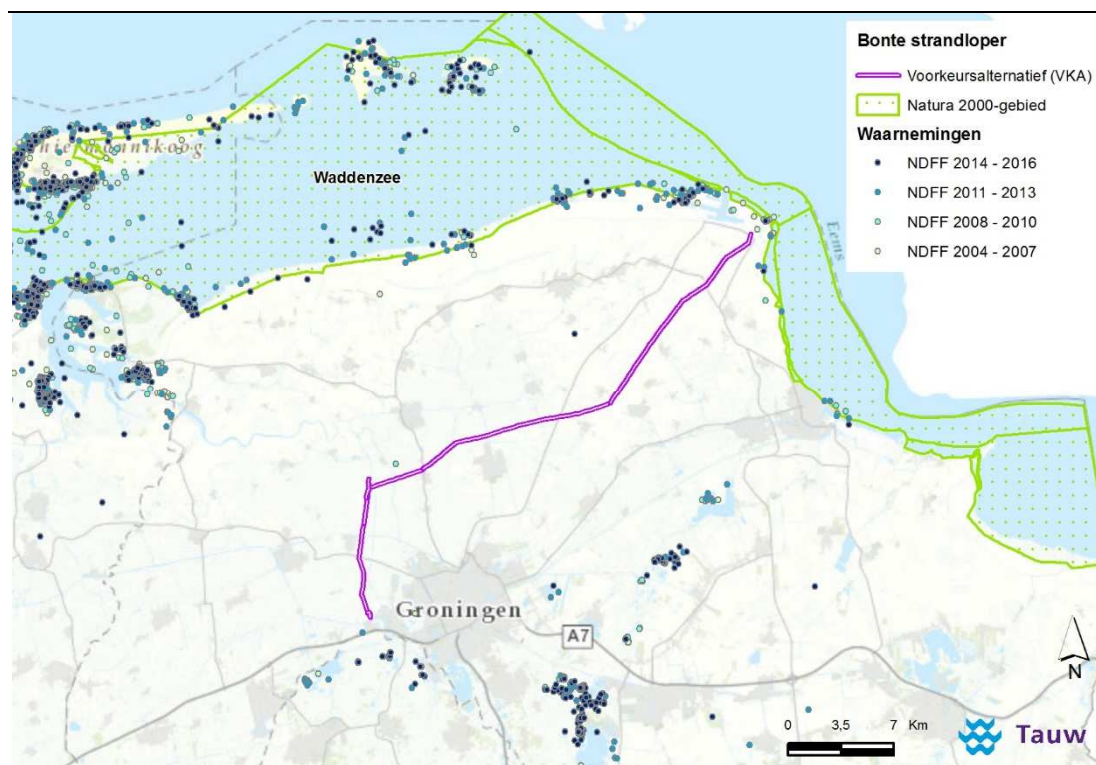
De zilverplevier gebruikt als hvp het Uithuizerwad direct ten (noord-)westen van de Eemshaven. Hier kunnen zij in concentraties voorkomen.

Ook elders langs de Groninger Waddenkust, zowel ten westen als ten oosten van de Eemshaven, komen hvp's voor die voor de soort vanwege zijn relatief grote maximale foerageerafstand (10 km) binnen bereik zijn van de vogels die rondom de Eemshaven aanwezig zijn. De instandhoudingsdoelstelling voor de Waddenzee bedraagt 22.300 exemplaren. Op de westelijke hvp komen over het jaar gemiddeld 500 exemplaren voor, hetgeen neerkomt op 2,2 % van het totaal van de Waddenzee. De hvp is dus binnen het gebied de Waddenzee van belang voor de soort.

De Eemshaven voorziet niet in een goed foerageergebied voor de zilverplevier omdat zij foerageren op slikken. De zilverplevier komt daarom niet in grote aantallen in de Eemshaven voor. Om deze reden zullen de zilverplevieren die gebruik maken van de hvp's niet arriveren uit de richting van de Eemshaven zodat de hoogspanningsverbindingen aldaar niet of nauwelijks gekruist worden tijdens dagelijkse pendelvluchten (zie figuur 5.16). Een significant negatief effect op de zilverplevieren van de Waddenzee kan dus met zekerheid uitgesloten worden.



Figuur 5.16 Waarnemingen van zilverplevier (instandhoudingsdoelstelling Waddenzee) buiten de broedperiode gedurende de afgelopen 15 jaar (bron: NDFF).

Bonte strandloper


Figuur 5.17 Waarnemingen van bonte strandloper (instandhoudingsdoelstelling Waddenzee) buiten de broedperiode gedurende de afgelopen 15 jaar (bron: NDFF).

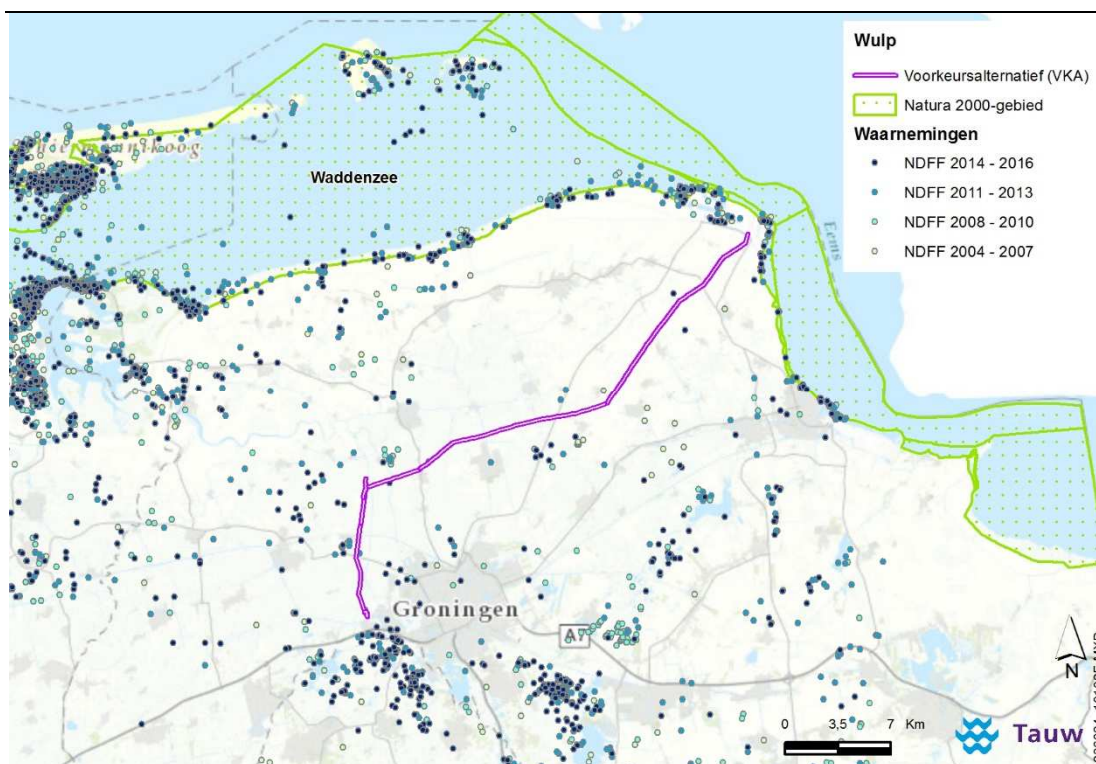
De bonte strandloper gebruikt als hvp het Uithuizerwad direct ten (noord-)westen van de Eemshaven. Verder naar het westen benut de soort vrijwel de gehele kuststrook tussen het Lauwersmeer en Uithuizen als hvp. Een deel hiervan ligt binnen bereik van de vogels die in de omgeving van de Eemshaven aanwezig zijn. De hvp's ten oosten van de Eemshaven liggen echter op een te grote afstand voor deze soort (die 12 km bedraagt). Dit geldt ook voor de hvp's op de eilanden.

De instandhoudingsdoelstelling voor de Waddenzee bedraagt 206.000 exemplaren. Op de hvp komen over het jaar gemiddeld 2.500 exemplaren voor, hetgeen neerkomt op 1,2 % van het totaal van de Waddenzee. De hvp is dus binnen het gebied de Waddenzee van belang voor de soort.

De Eemshaven voorziet niet in een goed foerageergebied voor de Bonte strandloper omdat zij foerageren op slikken. De bonte strandloper komt daarom niet in grote aantallen in de Eemshaven voor.

Om deze reden zullen de bonte strandlopers die gebruik maken van de hvp's niet arriveren uit de richting van de Eemshaven zodat de hoogspanningsverbindingen aldaar niet of nauwelijks gekruist worden tijdens dagelijkse pendelvluchten (zie figuur 5.17). Een significant negatief effect op de bonte strandlopers van de Waddenzee kan dus met zekerheid uitgesloten worden.

Wulp



Figuur 5.18 Waarnemingen van wulp (instandhoudingsdoelstelling Waddenzee) buiten de broedperiode gedurende de afgelopen 15 jaar (bron: NDFF).

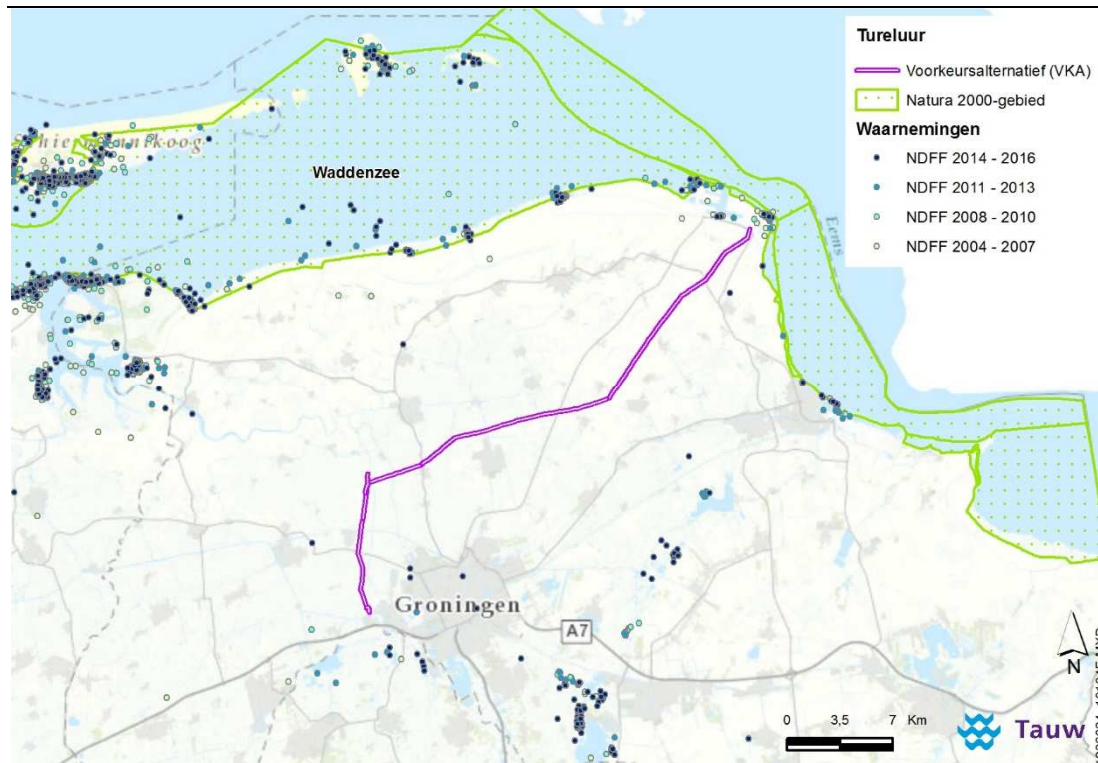
De wulp gebruikt als hvp zowel het Uithuizerwad direct ten (noord-)westen van de Eemshaven als de waddenkust ter hoogte van Bierum ten oosten van de Eemshaven. Hier kunnen zij in concentraties voorkomen. De eerste is ook belangrijk in het geval van extreem tij: Wulpen rusten dan binnendijs. Ook elders langs de Groninger Waddenkust komen hvp's voor die voor de soort vanwege zijn relatief grote maximale foerageer afstand (15 km) binnen bereik zijn van de vogels die rondom de Eemshaven aanwezig zijn. De instandhoudingsdoelstelling voor de Waddenzee bedraagt minimaal 96.200 exemplaren.

Op de westelijke hvp komen over het jaar gemiddeld 1.250 exemplaren voor, hetgeen neerkomt op 1,3 % van het totaal van de Waddenzee. Op de oostelijke hvp komen over het jaar gemiddeld 400 exemplaren voor, hetgeen neerkomt op minder dan 0,4 % van het totaal van de Waddenzee. De westelijke hvp is dus binnen het gebied de Waddenzee van belang voor de soort. De Eemshaven voorziet niet in een goed foerageergebied voor de wulp omdat zij foerageren op slikken. De wulp komt daarom niet in grote aantallen in de Eemshaven voor (figuur 5.18). Om deze reden zullen de wulpen die gebruik maken van de hvp niet arriveren uit de richting van de Eemshaven zodat de hoogspanningsverbindingen aldaar niet of nauwelijks gekruist worden tijdens dagelijkse pendelvluchten. Een significant negatief effect op de wulpen van de Waddenzee kan dus met zekerheid uitgesloten worden).

Tureluur

De tureluur gebruikt als hvp zowel het Uithuizerwad direct ten (noord-)westen van de Eemshaven als de dam bij de Eemscentrale op de Eemshaven. Hier kunnen zij in concentraties voorkomen. Vanwege de kleine maximale foerageerafstand van de soort (twee kilometer) zijn de andere Groninger hvp's buiten het bereik van de vogels die rondom de Eemshaven aanwezig zijn. De instandhoudingsdoelstelling voor de Waddenzee bedraagt 16.500 exemplaren. Op de westelijke hvp komen over het jaar gemiddeld 300 exemplaren voor, hetgeen neerkomt op 1,8 % van het totaal van de Waddenzee. Op de hvp in de Eemshaven komen gemiddeld 40 exemplaren voor, hetgeen neerkomt op 0,2 % van het totaal van de Waddenzee. Alleen de westelijke hvp is dus binnen het gebied de Waddenzee van belang voor de soort.

Tureluurs foerageren op de rotsblokken van dammen en pieren in het gebied, maar toch vooral op de slikken en wadplaten. Vanwege de herkomst van deze vogels en de geringe maximale foerageerafstand hoeven tureluurs om de hvp te bereiken niet de hoogspanningsverbinding over te steken. In de buurt van het tracé wordt de soort weinig waargenomen (figuur 5.19). Een significant negatief effect op de tureluurs van de Waddenzee kan dus met zekerheid uitgesloten worden.



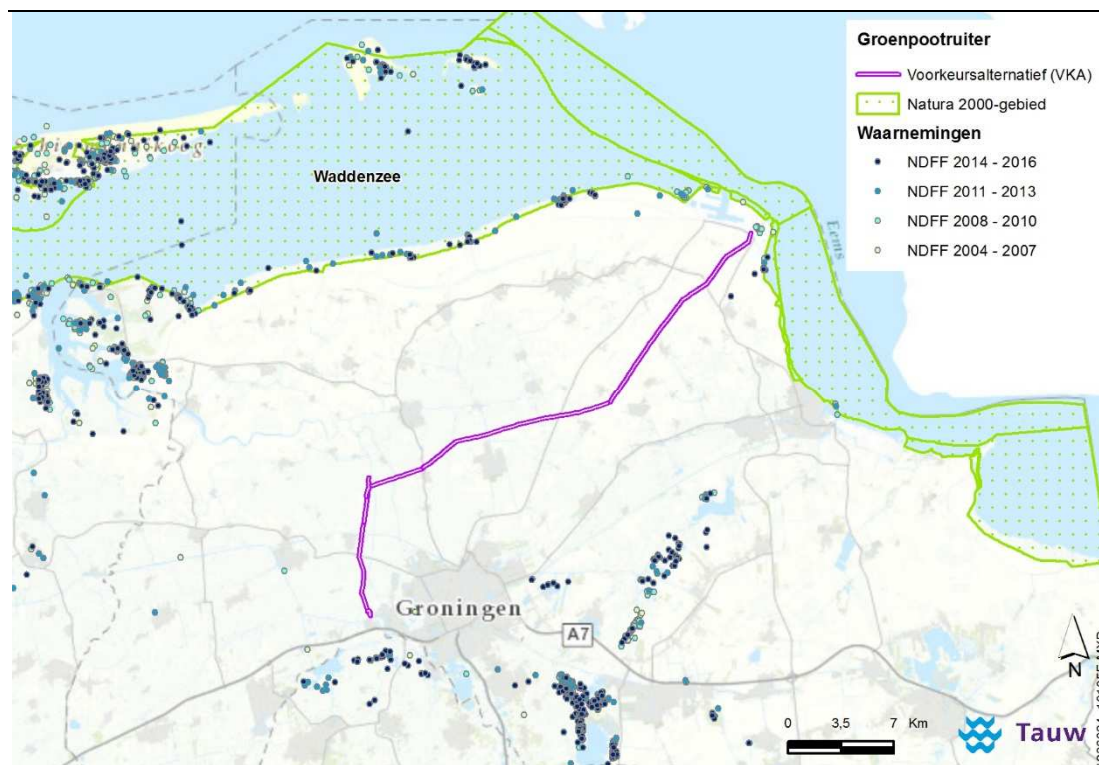
Figuur 5.19 Waarnemingen van tureluur (instandhoudingsdoelstelling Waddenzee) buiten de broedperiode gedurende de afgelopen 15 jaar (bron: NDFD).

Groenpootruiter

De groenpootruiter gebruikt als hvp zowel het Uithuizerwad direct ten (noord-)westen van de Eemshaven als de Robbenplaat en het noordelijke deel van de Bocht van Watum ten oosten van de Eemshaven. Hier kunnen zij in concentraties voorkomen. Vanwege de kleine maximale foerageer afstand van de soort (5 km) zijn de andere Groninger hvp's buiten het bereik van de vogels die rondom de Eemshaven aanwezig zijn.

De instandhoudingsdoelstelling voor de Waddenzee bedraagt 1.900 exemplaren. Op de westelijke hvp komen over het jaar gemiddeld 150 exemplaren voor, hetgeen neerkomt op 7,9 % van het totaal van de Waddenzee. Op de oostelijke hvp komen over het jaar gemiddeld 30 exemplaren voor, hetgeen neerkomt op 1,6 % van het totaal van de Waddenzee. Beide hvp's zijn dus binnen het gebied de Waddenzee van belang voor de soort.

Groenpootruiters vanuit het (noord)oosten van de Waddenzee hoeven om de hvp's te bereiken niet de hoogspanningsverbinding over te steken. Dat geldt eveneens voor de vogels ten westen van de Eemshaven. Op de Eemshaven zelf is slechts marginaal foerageerhabitat aanwezig. In de buurt van het tracé wordt de soort weinig waargenomen (figuur 5.20). Een significant negatief effect op de groenpootruiters van de Waddenzee kan dus met zekerheid uitgesloten worden.



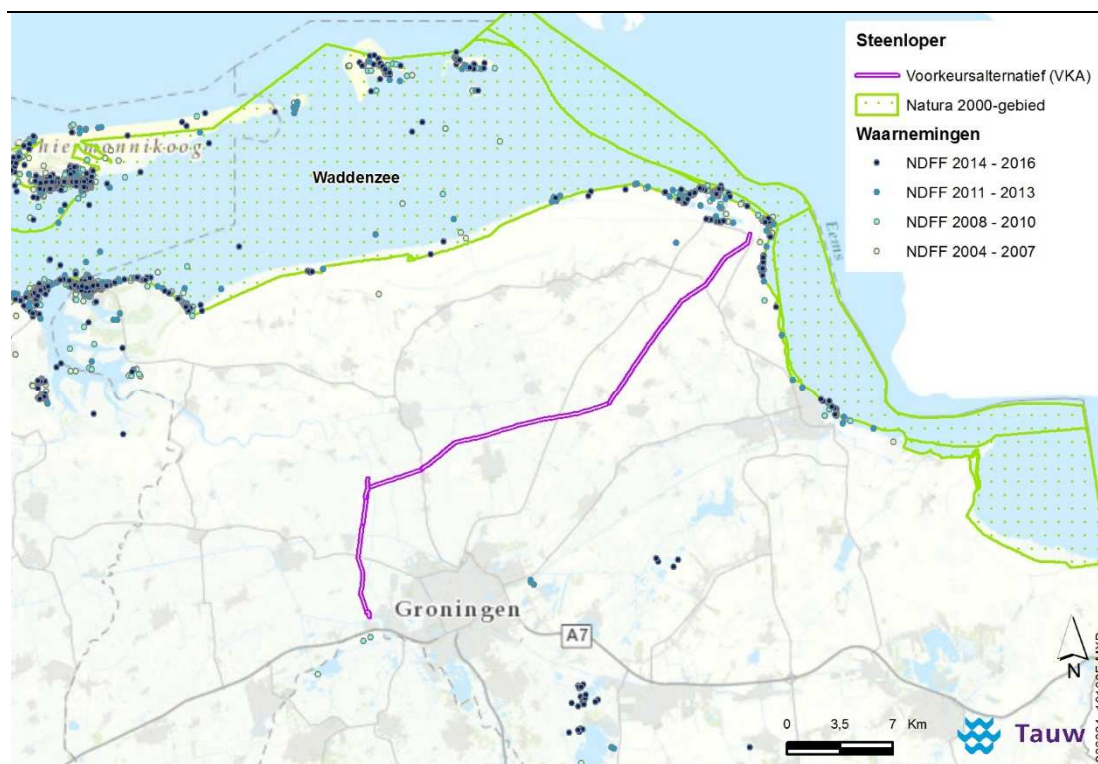
Figuur 5.20 Waarnemingen van groenpootruiter (instandhoudingsdoelstelling Waddenzee) buiten de broedperiode gedurende de afgelopen 15 jaar (bron: NDFF).

Steenloper

Voor de steenloper zijn rondom de Eemshaven alleen de strekdammen langs het Doekegatkanaal van belang als hvp. In tegenstelling tot de meeste andere wadvogels prefereren steenlopers in de omgeving van de Eemshaven dus stenige dammen om te overtijen. Vanwege de kleine maximale foerageerafstand van de soort (2 km) zijn de andere Groninger hvp's buiten het bereik van de vogels die rondom de Eemshaven aanwezig zijn.

De instandhoudingsdoelstelling voor de Waddenzee bedraagt minimaal 2.300 exemplaren. In de gehele Eemshaven komen over het jaar gemiddeld 35 exemplaren voor, hetgeen neerkomt op 1,5 % van het totaal van de Waddenzee. Op de oostelijke hvp komen over het jaar gemiddeld 10 exemplaren voor, hetgeen neerkomt op 0,4 % van het totaal van de Waddenzee. De hvp is dus binnen het gebied de Waddenzee niet van belang voor de soort.

Steenlopers foerageren vooral op de rotsblokken van dammen en pieren in het gebied. Daarnaast foerageert een deel op de slikken en wadplaten. Niet alle aanwezige steenlopers van de Eemshaven maken gebruik van de hvp in de Eemshaven, zodat de hvp van ondergeschikt belang is binnen de Waddenzee. In de buurt van het tracé wordt de soort weinig waargenomen (Figuur 5.21). Een significant negatief effect op de steenlopers van de Waddenzee kan dus met zekerheid uitgesloten worden.



Figuur 5.21 Waarnemingen van steenloper (instandhoudingsdoelstelling Waddenzee) buiten de broedperiode gedurende de afgelopen 15 jaar (bron: NDFF).

5.4 Conclusie

In dit hoofdstuk is nagegaan of de nieuwe hoogspanningsverbinding mogelijk tot negatieve gevolgen leidt voor de instandhoudingsdoelstellingen van het Natura 2000-gebied Waddenzee.

Uit de voorgaande paragrafen blijkt dat er van de relevante broedvogel- en niet-broedvogelsoorten geen verhoogde kans is op draadslachtoffers. Voor alle soorten kunnen significant negatieve effecten op populatieniveau dus op voorhand worden uitgesloten.

6 Leekstermeergebied

In dit hoofdstuk worden de mogelijke effecten van de ingebruikname van de hoogspanningsverbinding Noord-West 380 kV EOS-VVL op de instandhoudingsdoelstellingen van het Leekstermeergebied besproken. Conclusie is dat significant negatieve effecten met zekerheid kunnen worden uitgesloten. Daarom is geen cumulatietoets en ook geen passende beoordeling nodig.

6.1 Inleiding

Het Leekstermeergebied ligt op enkele kilometers afstand van het tracé ten zuidwesten van station Vierverlaten. Het gebied maakt deel uit van een gradiëntrijke overgang van het Drents plateau naar laagveen. Het Leekstermeergebied wordt gekenmerkt door een open veenweidelandschap; aan de westzijde ligt het Leekstermeer waarlangs zich plaatselijk brede rietkragen bevinden. Ten noorden en ten westen van het meer liggen enkele verlande petgaten (zoals de Lettelberter Petten) en enkele houtwallen. Meer dan de helft van het gebied bestaat uit (voormalige) cultuurgraslanden. Het gebied is op 30 december 2010 door het ministerie van EL&I (nu EZ) definitief aangewezen als Natura 2000-gebied. Een beheerplan is in 2016 gepubliceerd (Provincie Drenthe, 2016).

Huidige hoogspanningsverbindingen in de omgeving

De bestaande 220 kV-verbinding loopt parallel aan de nieuwe (zie figuur 2.1). Deze verbinding zal worden verwijderd nadat de nieuwe verbinding is aangelegd. Daarnaast loopt vanaf de bocht van het tracé in zuidelijke richting een 110 kV-verbinding parallel aan de nieuwe verbinding naar Vierverlaten. Ook deze verbinding zal worden verwijderd.

6.2 Relevante instandhoudingsdoelstellingen

Het Leekstermeergebied heeft instandhoudingsdoelstellingen voor de broedvogelsoorten porseleinhoen, kwartelkoning en rietzanger. Het gebied ligt op iets meer dan twee km afstand van het tracé van de nieuwe hoogspanningsverbinding. Omdat de genoemde soorten in het gebied zelf blijven heeft de aan te leggen hoogspanningsverbinding met zekerheid geen effect op deze instandhoudingsdoelstellingen.

Daarnaast zijn er instandhoudingsdoelstellingen voor de niet-broedvogelsoorten kolgans, brandgans en smient. Deze soorten gebruiken het gebied onder meer als slaappleats en voeren van daaruit foerageervluchten uit naar de graslanden in de omgeving. De maximale foerageer afstand van deze soorten bedraagt 30 km. Het plangebied valt binnen deze range. Het is dus mogelijk dat tijdens foerageervluchten het tracé van de nieuwe verbinding wordt gekruist, waardoor draadslachtoffers kunnen vallen. Om deze reden worden de drie soorten in dit hoofdstuk besproken.

Tabel 6.1 Instandhoudingsdoelstellingen en afbakening Natura 2000-gebied Leekstermeergebied. Zie § 4.3 voor een algemene toelichting. Voor soorten met foerageerafstand ('Foer') in groen worden effecten uitgesloten. Soorten met foerageerafstand in oranje worden besproken.

Soort	LSVI	DOL	DKL	Pop	Foer	Bron
Broedvogels						
Porseleinhoen	--	=	=	2	0	gebiedsgebonden
Kwartelkoning	-	=	=	5	0	gebiedsgebonden
Rietzanger	-	=	=	70	0	gebiedsgebonden
Niet-broedvogels						
Kolgans	+	=	=	640	30	Nolet et al. 2009
Brandgans	+	=	=	110	30	Nolet et al. 2009
Smient	+	=	=	640	11	Boudewijn et al. 2009

Toelichting:

- zie paragraaf 4.3 (p.26) voor de betekenis van de gebruikte afkortingen

Het beheerplan voor het Leekstermeergebied (Provincie Drenthe, 2016) meldt in algemene zin over deze (en andere) soorten het volgende: "In de herfst en de winter is het Leekstermeergebied een belangrijk ganzengebied. Het Leekstermeer en de plassen ten zuiden van het meer vormen een goede slaappleats, met de direct omliggende weidegronden als foerageergebied. Ten opzichte van de situatie van voor de herinrichting is het oppervlak geschikt rustgebied toegenomen maar is het oppervlak geschikt foerageergebied sterk verminderd. In het Drentse deel zijn vooral de graslanden in de omgeving van Sandebuurtrek als foerageergebied. Deze graslanden zijn daarom aangewezen als ganzenfoerageergebied. Aan de Groningse kant is een groot deel van de polder Vredewold aangewezen als ganzenfoerageergebied. De ganzenfoerageergebieden bestaan voornamelijk uit voedselrijke graslanden zonder veel botanische waarden."

Het beheerplan laat echter zien dat in de directe omgeving van het Leekstermeergebied voldoende geschikt verstoringsvrij foerageergebied voor herbivore watervogels beschikbaar is. Ook tellingen van watervogels laten volgens het beheerplan zien dat deze soorten vooral binnen het gebied blijven en in graslanden direct ten noorden ervan. In de navolgende paragrafen wordt voor de afzonderlijke soorten nagegaan of de simulaties van vliegbewegingen deze bevindingen bevestigen of tot een andere conclusie leiden.

6.3 Voortoets

Kolgans



Figuur 6.1 Vliegbewegingen van kolgans vanuit het Leekstermeergebied

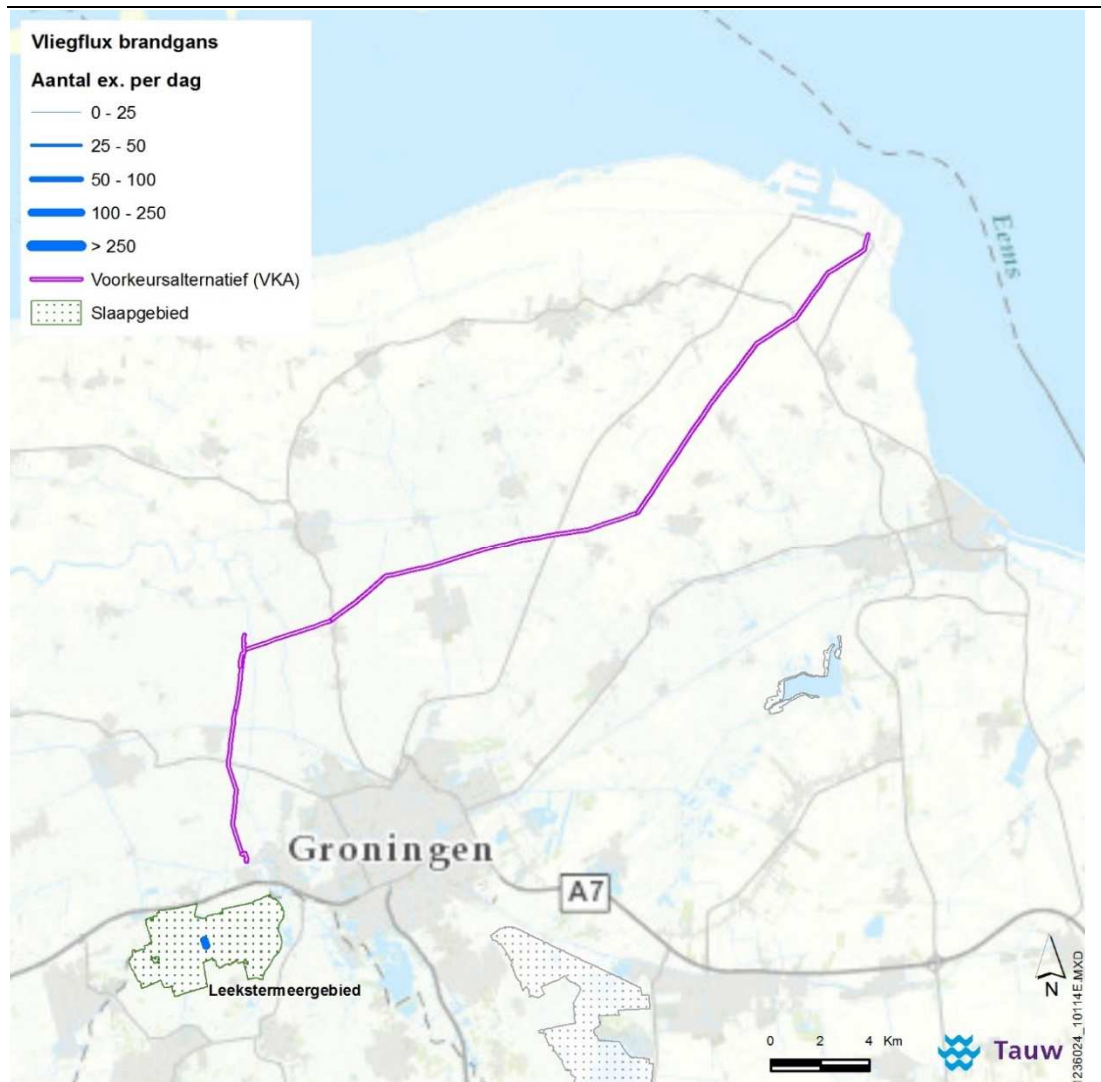
Het Leekstermeergebied is aangewezen als *slaapplaats* en als *foerageergebied* voor de kolgans. De maximale foerageerafstand van de kolgans als niet-broedvogel is 30 km (Nolet et al., 2009). De landelijke staat van instandhouding van deze soort is gunstig. De doelstelling omvat behoud van omvang en kwaliteit van het leefgebied.

Uit de analyse met Simflux blijkt dat er geen vliegbewegingen door het tracé worden voorspeld. De soort blijft vooral in het gebied zelf, wat op zichzelf ook logisch is vanwege de gecombineerde slaap- en foerageerfunctie. Daarnaast worden vliegbewegingen voorspeld naar foerageergebieden op korte afstand van het gebied in noordwestelijke richting. Omdat er geen vliegbewegingen worden voorspeld binnen het plangebied worden er ook geen draadslachtoffers berekend. Voor de kolgans kan een negatief effect daarom worden uitgesloten.

Brandgans

Het Leekstermeergebied is aangewezen als *slaapplaats* en als *foerageergebied* voor de brandgans. De maximale foerageerafstand van de brandgans als niet-broedvogel is 30 km (Nolet et al., 2009). De landelijke staat van instandhouding van deze soort is gunstig. De doelstelling omvat behoud van omvang en kwaliteit van het leefgebied.

Uit de analyse met Simflux blijkt dat er geen vliegbewegingen door het tracé worden voorspeld. De soort blijft alleen in het gebied zelf, wat op zichzelf ook logisch is vanwege de gecombineerde slaap- en foerageerfunctie. Omdat er geen vliegbewegingen worden voorspeld binnen het plangebied worden er ook geen draadslachtoffers berekend. Ook voor de brandgans kan een negatief effect daarom worden uitgesloten.



Figuur 6.2 Vliegbewegingen van brandgans vanuit het Leekstermeergebied

Smient

Het Leekstermeergebied is aangewezen als slaappleats en als foerageergebied voor de smient. De maximale foerageerafstand van de smient als niet-broedvogel is 11 km (Boudewijn et al., 2009). De soort kan dus met vliegbewegingen het plangebied bereiken. De landelijke staat van instandhouding van deze soort is gunstig. De doelstelling omvat behoud van omvang en kwaliteit van het leefgebied.

Uit de analyse met Simflux blijkt echter dat er geen vliegbewegingen door het tracé worden voorspeld. De soort blijft vooral in het gebied zelf, wat op zichzelf ook logisch is vanwege de gecombineerde slaap- en foerageerfunctie. Daarnaast worden vliegbewegingen voorspeld naar foerageergebieden op korte afstand van het gebied in noordwestelijke richting. Omdat er geen vliegbewegingen worden voorspeld binnen het plangebied zal er ook geen sprake zijn van draadslachtoffers. Voor de smient kan een negatief effect daarom worden uitgesloten.

Controle ruimtelijke verspreiding door SOVON aan de hand van actuele telgegevens

De voor dit gebied met behulp van Simflux in beeld gebrachte vliegroutes zijn door SOVON Vogelonderzoek Nederland gecontroleerd aan de hand van actuele telgegevens. De resultaten van deze controle zijn te vinden in bijlage 2. Uit de controle blijkt dat in de ruimtelijke verspreiding van de kwalificerende soorten zich geen duidelijke veranderingen hebben voorgedaan, behalve in enige mate bij de smient, waar een verschuiving in zuidoostelijke richting lijkt te hebben plaatsgevonden. Brandgans en kolgans nemen duidelijk toe, de smient af. Deze situatie komt in grote lijnen overeen met de landelijke ontwikkeling (SOVON Vogelonderzoek Nederland, 2017).



Figuur 6.3 Vliegbewegingen van de smient vanuit het Leekstermeergebied

6.4 Conclusies

In dit hoofdstuk is nagegaan of de nieuwe hoogspanningsverbinding mogelijk tot negatieve gevolgen leidt voor de instandhoudingsdoelstellingen van het Natura 2000-gebied Leekstermeergebied. Uit de voorgaande paragrafen blijkt dat er van de relevante soorten smient, kolgans en brandgans geen vliegbewegingen door het tracé van de nieuwe hoogspanningsverbinding worden voorspeld. Draadslachtoffers worden daarom ook niet verwacht. Significante negatieve effecten kunnen op voorhand worden uitgesloten. Een cumulatietoets hoeft niet te worden uitgevoerd. Een passende beoordeling is niet nodig.

7 Zuidlaardermeergebied

In dit hoofdstuk worden de effecten van de ingebruikname van de hoogspanningsverbinding Noord-West 380 kV EOS-VVL op de instandhoudingsdoelstellingen van het Zuidlaardermeergebied besproken. Conclusie is dat significant negatieve effecten met zekerheid kunnen worden uitgesloten. Daarom is geen cumulatietoets en ook geen passende beoordeling nodig.

7.1 Relevante instandhoudingsdoelstellingen

De afstand van het gebied tot het tracé bedraagt 15,0 km (tabel 4.1). Alleen toendrarietgans en kolgans kunnen deze afstand overbruggen. Andere soorten kunnen het tracé niet bereiken en worden met zekerheid niet beïnvloed (tabel 7.1).

Tabel 7.1 Instandhoudingsdoelstellingen en afbakening Natura 2000-gebied Zuidlaardermeergebied. Zie § 4.3 voor algemene toelichting op de tabel. Voor soorten met foerageerafstand ('Foer') in groen worden effecten uitgesloten. Soorten met foerageerafstand in oranje worden besproken

Soort	LSVI	DOL	DKL	Pop	Foer	Bron
Broedvogels						
Roerdomp	--	=	=	5	0,4	van der Hut 2001
Porseleinhoen	--	>	>	15	0	gebiedsgebonden
Rietzanger	-	=	=	200	0	gebiedsgebonden
Niet-broedvogels						
Kleine Zwaan	-	=	=	4	12	van Gils & Tijssen 2007
Toendrarietgans				210	ND	*
				630 foer/10100 slaa		
Kolgans	+	=	=	p	30	Nolet et al. 2009
Smient	+	=	=	2700	11	Boudewijn et al. 2009
Slobeend				120	1	van der Hut et al. 2007

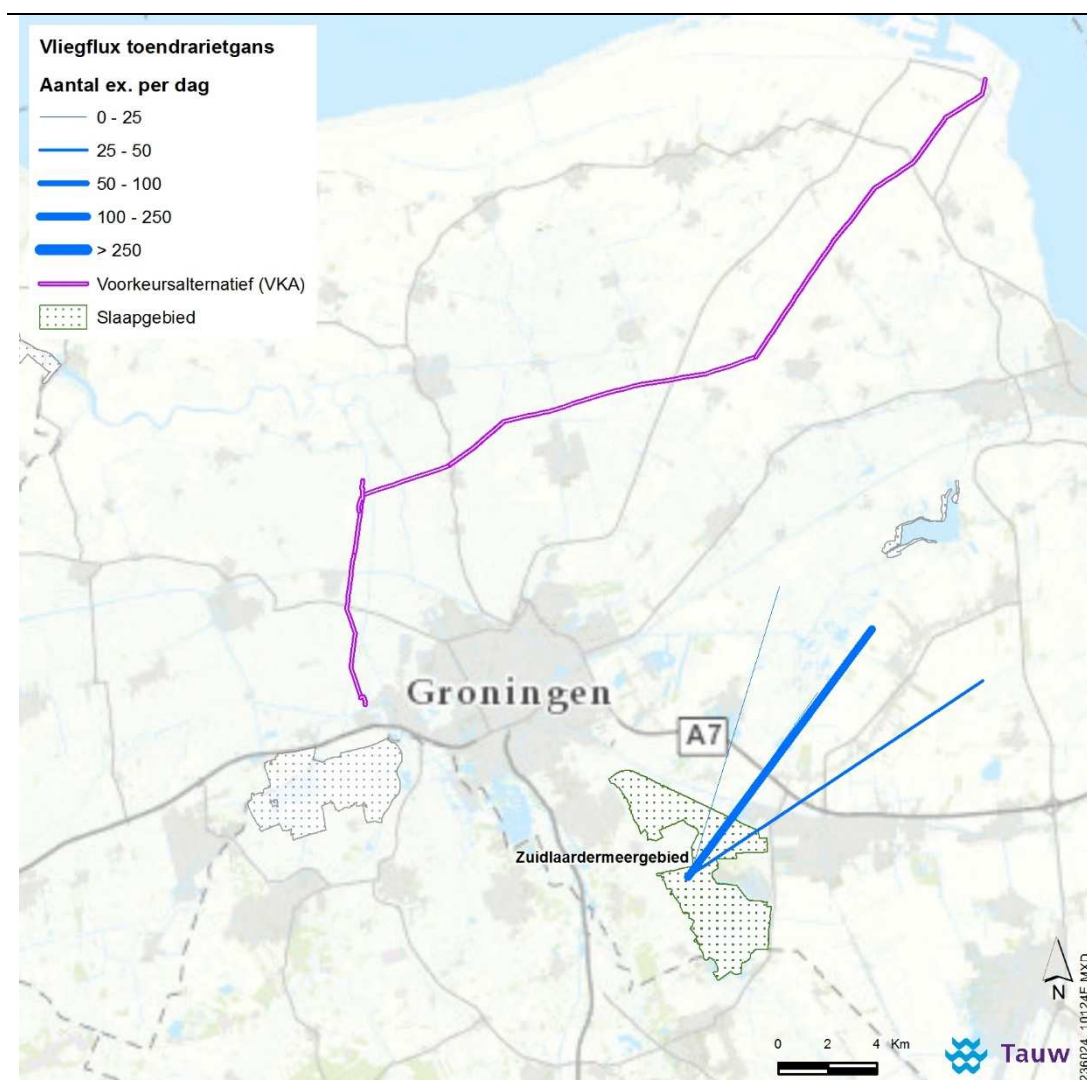
Toelichting:

- Zie paragraaf 4.3 (p.26) voor de betekenis van de gebruikte afkortingen
- * Van de soorten ganzen heeft de Toendrarietgans gemiddeld de grootste afstand tussen slaapplaats en foerageergebied (Dubbeldam & Zijlstra, 1996). Voor deze soort is daarom dezelfde afstand als de andere ganzensoorten aangehouden

7.2 Voortoets

Toendrarietgans

Uit de analyse met Simflux (figuur 7.1) blijkt dat de toendrarietgans tijdens de dagelijkse pendelvluchten grote afstanden kan afleggen in noordoostelijke richting. De vogels bereiken het plangebied echter bij lange na niet. Er zijn geen vliegbewegingen door het tracé van de nieuwe hoogspanningsverbinding en er zullen geen draadslachtoffers vallen. Effecten als gevolg van de nieuwe verbinding zijn uitgesloten.

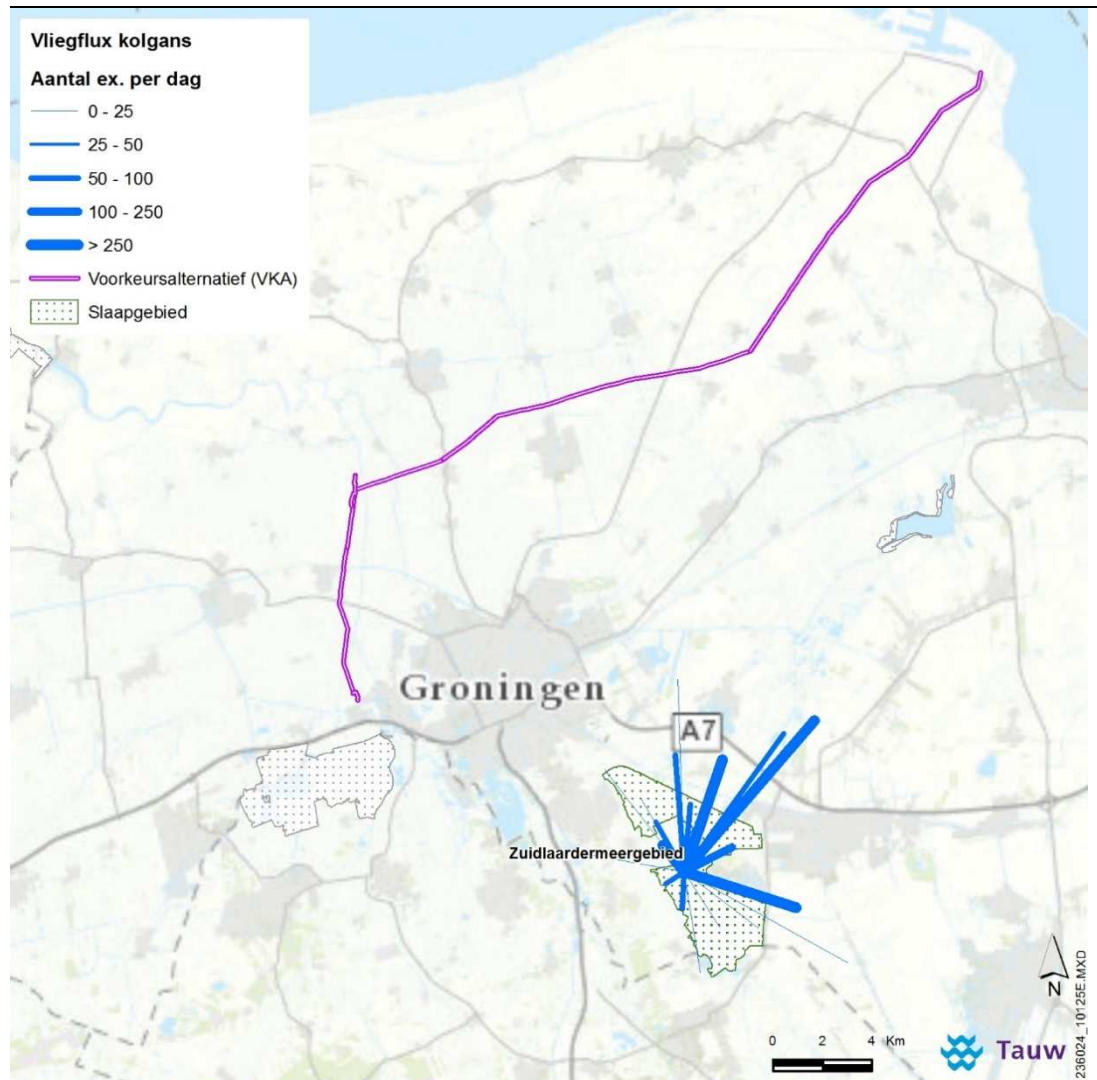


Figuur 7.1 Vliegbewegingen toendrarietgans vanuit Zuidlaardermeergebied.

Kolgans

Het Zuidlaardermeergebied is aangewezen als *slaapplaats* en als *foerageergebied* voor de Kolgans. De maximale foerageerafstand van de Kolgans als niet-broedvogel is 30 km (Nolet et al., 2009).

Uit de analyse met Simflux blijkt dat de Kolgans in de directe omgeving van het Zuidlaardermeergebied voldoende foerageermogelijkheden heeft. De vogels met een noordelijke vliegrichting bereiken het plangebied bij lange na niet. Er zijn geen vliegbewegingen door het tracé van de nieuwe hoogspanningsverbinding en er zullen geen draadslachtoffers vallen. Effecten als gevolg van de nieuwe verbinding zijn uitgesloten.



Figuur 7.2 Vliegbewegingen kolgans vanuit Zuidlaardermeergebied.

7.3 Conclusie

Voor de toendrarietgans en de kolgans kunnen negatieve effecten op voorhand worden uitgesloten. Een cumulatietoets hoeft niet te worden uitgevoerd. Een passende beoordeling is niet nodig.

8 Lauwersmeer

In dit hoofdstuk worden de effecten van de ingebruikname van de hoogspanningsverbinding Noord-West 380 kV EOS-VVL op de instandhoudingsdoelstellingen van het Lauwersmeer besproken. Conclusie is dat significant negatieve effecten met zekerheid kunnen worden uitgesloten. Daarom is geen cumulatietoets en ook geen passende beoordeling nodig.

8.1 Relevante instandhoudingsdoelstellingen

De afstand van het voorgenomen tracé tot het Natura 2000-gebied Lauwersmeer bedraagt 19,6 km (tabel 4.1). Voor alle soorten met een instandhoudingsdoelstelling als broedvogel is deze afstand te groot.

Bij de niet-broedvogels kunnen fuut, lepelaar, kleine zwaan, wilde zwaan, bergeend, smient, krakeend, wintertaling, pijlstaart, slobbeend, tafeleend, kuifeend, brilduiker, nonnetje, meerkoet, kluut, bontbekplevier, goudplevier, grutto, wulp en zwarte ruit het plangebied niet bereiken omdat dit verder weg ligt dan hun maximale foerageerafstand. Effecten op deze niet-broedvogelsoorten kunnen om deze reden worden uitgesloten.

Tabel 8.1 Instandhoudingsdoelstellingen en afbakening Natura 2000-gebied Lauwersmeer. Algemene toelichting tabel zie § 4.3. Voor soorten met afstand in groen worden effecten uitgesloten. Soorten met afstand in oranje worden besproken.

Soort	LSVI	DOL	DKL	Pop	Foer	Bron
Broedvogels						
Roerdomp	--	=	=	10	0,4	van der Hut 2001
Bruine kiekendief	+	=	=	20	5	Brenninkmeijer et al. 2006
Grauwe kiekendief	--	=	=	4	17	Bijlsma 1993
Porseleinhoen	--	=	=	15	0	gebiedsgebonden
Kluut	-	=	=	110	5	van der Hut et al. 2007
Bontbekplevier	-	=	=	4	3	van der Hut et al. 2007
Kemphaan	--	>	>	20	0	gebiedsgebonden
Noordse stern	+	=	=	5	7	van der Hut et al. 2007
Velduil	--	=	=	1	5	*
Blauwborst	+	=	=	120	0	gebiedsgebonden
Paapje	--	=	=	11	0	gebiedsgebonden
Snor	--	=	=	25	0	gebiedsgebonden
Rietzanger	-	=	=	1900	0	gebiedsgebonden
Niet-broedvogels						

Soort	LSVI	DOL	DKL	Pop	Foer	Bron
Fuut	-	=	=	60	0	gebiedsgebonden
Aalscholver	+	=	=	70	20	van der Hut et al. 2007
Lepelaar	+	=	=	80	15	van der Hut et al. 2007
Kleine Zwaan	-	=	=	140	12	van Gils & Tijssen 2007
Wilde Zwaan	-	=	=	10	10	Robinson et al. 2004
Kolgans	+	=	=	190	30	Nolet et al. 2009
Dwerggans	--	=	=	40	30	**
Grauwe Gans	+	=	=	1100	30	Nolet et al. 2009
Brandgans	+	=	=	1700	30	Nolet et al. 2009
Bergeend	+	=	=	480	3	van der Hut et al. 2007
Smient	+	=	=	1600	11	Boudewijn et al. 2009
Krakeend	+	=	=	900	5	Guillemin et al. 2008
Wintertaling	-	=	=	1900	9	Guillemin et al. 2008
Wilde eend	+	=	=	1700	26	Davis 2007
Pijlstaart	-	=	=	510	2	Legagneux et al. 2009 e.a.
Slobeend	+	=	=	290	1	van der Hut et al. 2007
Tafeleend	--	=	=	130	15	Boudewijn & Kuijpers 1985
Kuifeend	-	=	=	540	15	De Leeuw 1997
Brielduiker	+	=	=	40	5	van der Hut et al. 2007
Nonnetje	-	=	=	9	3	***
Zeearend	+	=	=	1		geen gegevens
Meerkoet	-	=	=	970	0	gebiedsgebonden
Kluut	-	=	=	90	10	van der Hut et al. 2007
Bontbekplevier	+	=	=	60	8	van der Hut et al. 2007
Goudplevier	--	=	=	150	15	Gillings et al. 2005
Grutto	--	=	=	260	15	****
Wulp	+	=	=	50	15	van der Hut et al. 2007
Zwarte ruiter	+	=	=	100	8	van der Hut et al. 2007
Reuzenster	+	=	=	10		geen gegevens

Toelichting:

- zie paragraaf 4.3 (p.26) voor de betekenis van de gebruikte afkortingen
- * gebaseerd op ecologische overeenkomst met Blauwe kiekendief (onder andere Voous, 1986)
- ** vanwege de verwantschap van Dwerggans met Kolgans is voor de eerste soort de foerageer afstand van de Kolgans aangehouden
- *** vanwege de verwantschap van Nonnetje met de Middelste zaagbek is voor de eerste soort de foerageer afstand van de Middelste zaagbek aangehouden (cf. van der Hut et al., 2007)
- **** voor de steltloper soort Grutto is de grootste bekende gerapporteerde foerageer afstand voor een, voor dit onderzoek relevante, steltloper soort aangehouden (namelijk die van zowel Scholekster als Wulp; cf. van der Hut et al., 2007)

Van zeearend en reuzenstern is geen maximale foerageerafstand bekend. Deze soorten worden daarom besproken.

Van de overige soorten niet-broedvogels hebben aalscholver, kolgans, dwerggans, grauwe gans, brandgans en wilde eend een maximale foerageerafstand die groter dan 19,6 km is. (Alleen) Deze soorten kunnen het plangebied met hun pendelvluchten bereiken, dus deze soorten worden hieronder besproken.

8.2 Voortoets

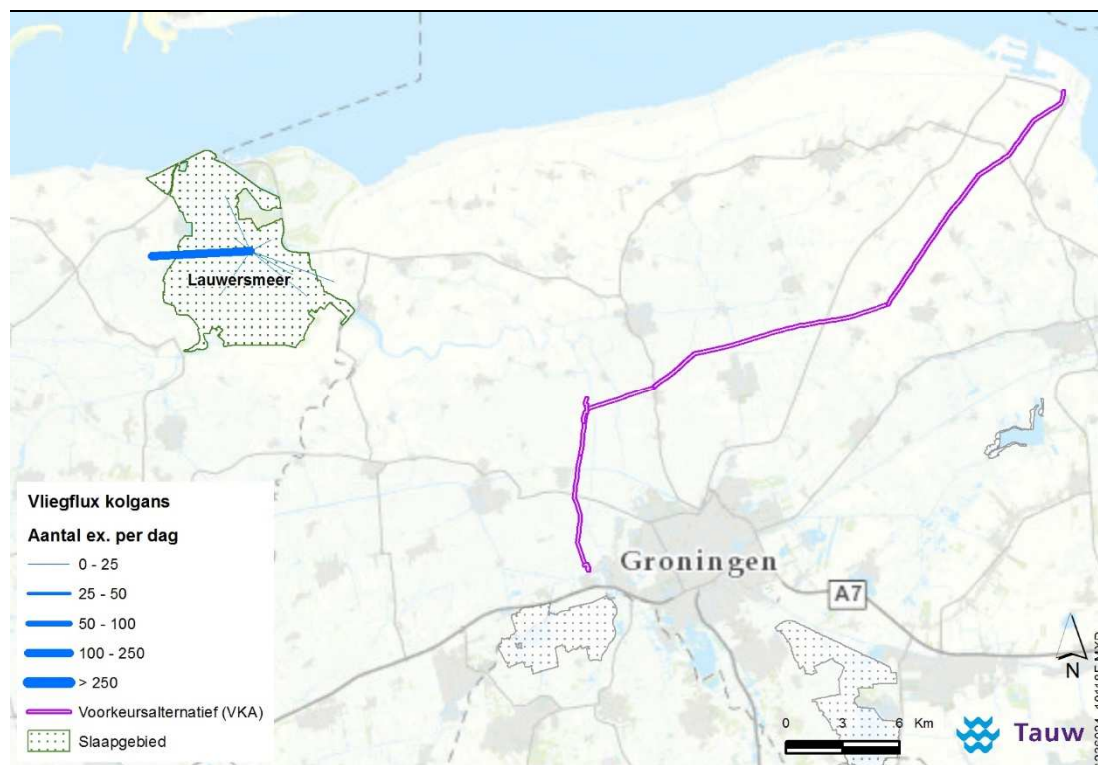
Aalscholver

Het Lauwersmeer is aangewezen als *foerageergebied* voor de aalscholver. De instandhoudingsdoelstelling bedraagt 70 exemplaren. De maximale foerageerafstand van de aalscholver als niet-broedvogel is 20 km (van der Hut et al., 2007).

Omdat het Lauwersmeer draagkracht heeft om te fungeren als foerageergebied is er geen reden te veronderstellen dat de soort lange vluchten het gebied uit zal ondernemen. Het gebied is vanwege zijn uitgestrektheid en rust immers ook geschikt als rustgebied. Daarnaast is de afstand tussen Lauwersmeer en de alternatieven bijna de maximale foerageerafstand van de aalscholver. De soort wordt ook niet veel waargenomen in de buurt van het tracé (figuur 5.12). Er worden geen negatieve effecten verwacht op de instandhoudingsdoelstelling van de soort.

Kolgans

Het Lauwersmeer is aangewezen als *slaapplaats* en als *foerageergebied* voor de kolgans. De maximale foerageerafstand van de kolgans als niet-broedvogel is 30 km (Nolet et al., 2009). Uit de simulatietool blijkt dat de kolgans hoofdzakelijk ten westen van het Lauwersmeer foerageert, maar ook wel binnen het gebied. De soort bereikt hierbij niet het plangebied (Figuur 8.1). Effecten op de kolgans kunnen worden uitgesloten.



Figuur 8.1 Vliegbewegingen van de kolgans vanuit het Lauwersmeer

Dwerggans

Het Lauwersmeer is vooral aangewezen als *slaapplaats* voor de Dwerggans. De maximale foerageerafstand van de Dwerggans als niet-broedvogel is gelijk gesteld aan die van de Kolgans: 30 km (Nolet et al., 2009). Het definitieve aanwijzingsbesluit van het Lauwersmeer geeft aan dat de soort alleen foerageert binnen de Bantpolder ten westen van het Lauwersmeer en soms ook bij Paesens ten noordwesten van het gebied.

De soort vliegt dus niet richting het oosten om te foerageren. Dit wordt bevestigd door waarnemingen (figuur 8.2). Effecten op de Dwerggans kunnen daarom worden uitgesloten.

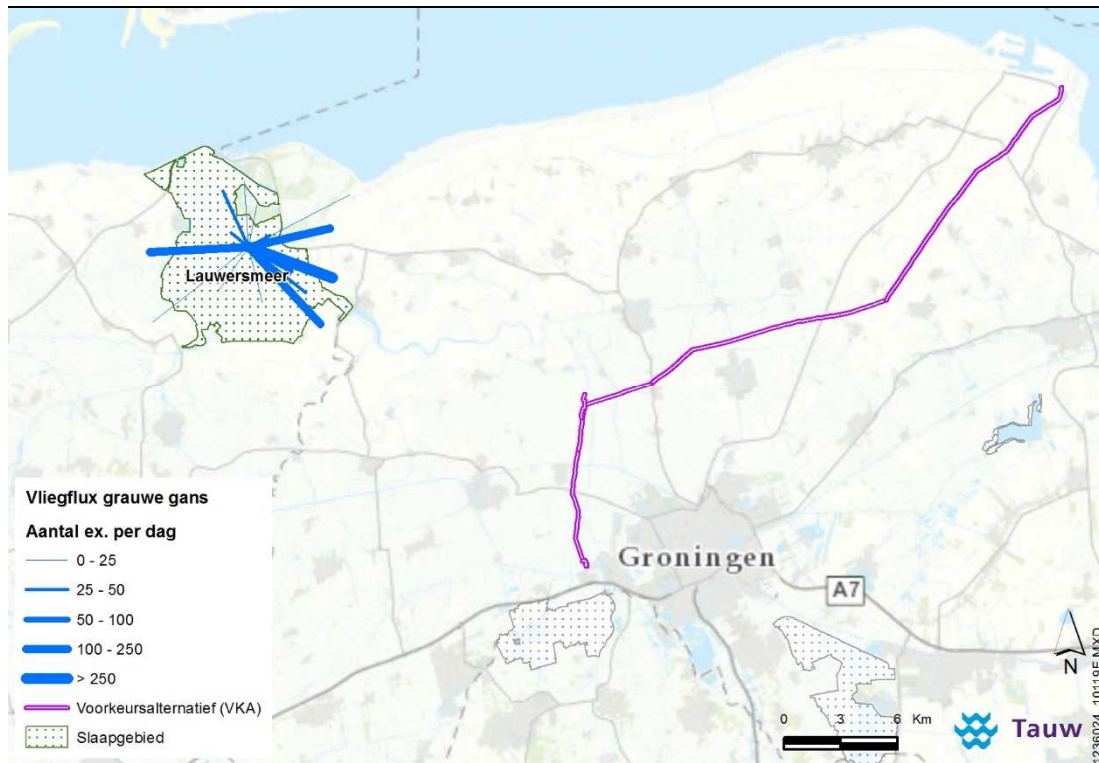


Figuur 8.2 Waarnemingen van de dwerggans (instandhoudingsdoelstelling Lauwersmeer) buiten de broedperiode gedurende de afgelopen 15 jaar.

Grauwe gans

Het Lauwersmeer is aangewezen als *slaapplaats* en als *foerageergebied* voor de grauwe gans. De maximale foerageerafstand van de grauwe gans als niet-broedvogel is 30 km (Nolet et al., 2009).

Uit de simulatietool blijkt dat de grauwe gans zowel rondom het Lauwersmeer als ook binnen het gebied foerageert. De soort bereikt hierbij niet het plangebied (figuur 8.3). Effecten op de grauwe gans kunnen worden uitgesloten.

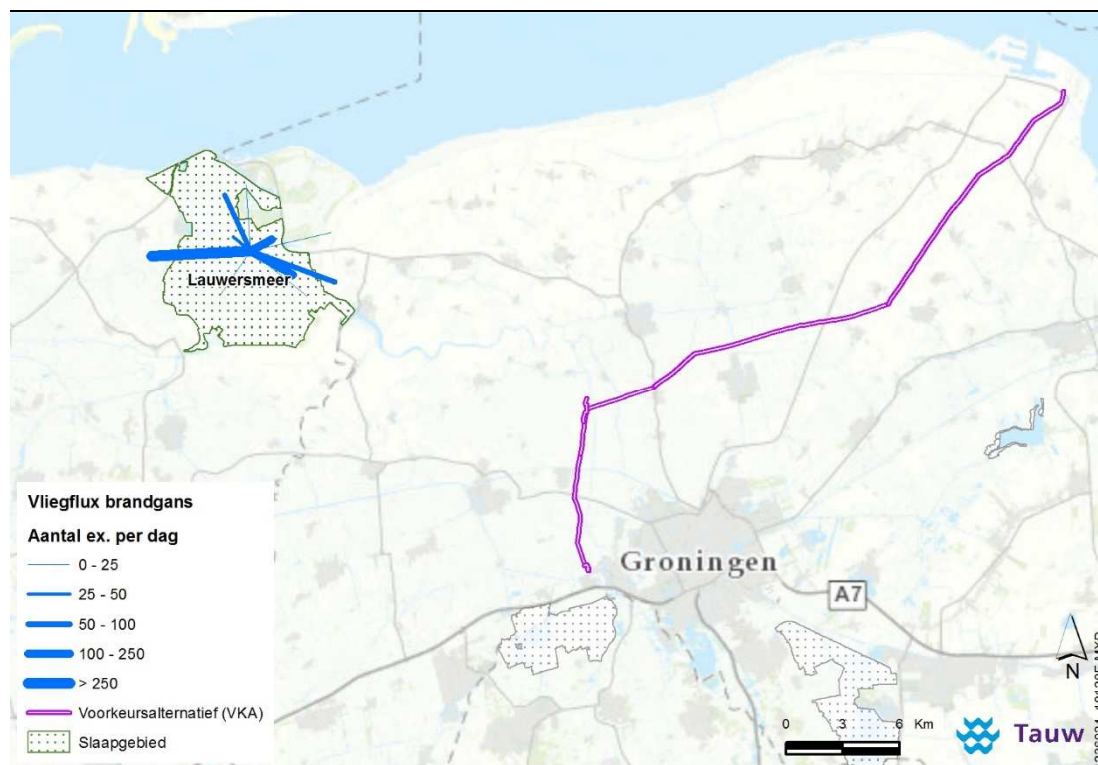


Figuur 8.3 Vliegbewegingen van de grauwe gans vanuit het Lauwersmeer

Brandgans

Het Lauwersmeer is aangewezen als *slaapplaats* en als *foerageergebied* voor de brandgans. De maximale foerageerafstand van de brandgans als niet-broedvogel is 30 km (Nolet et al., 2009).

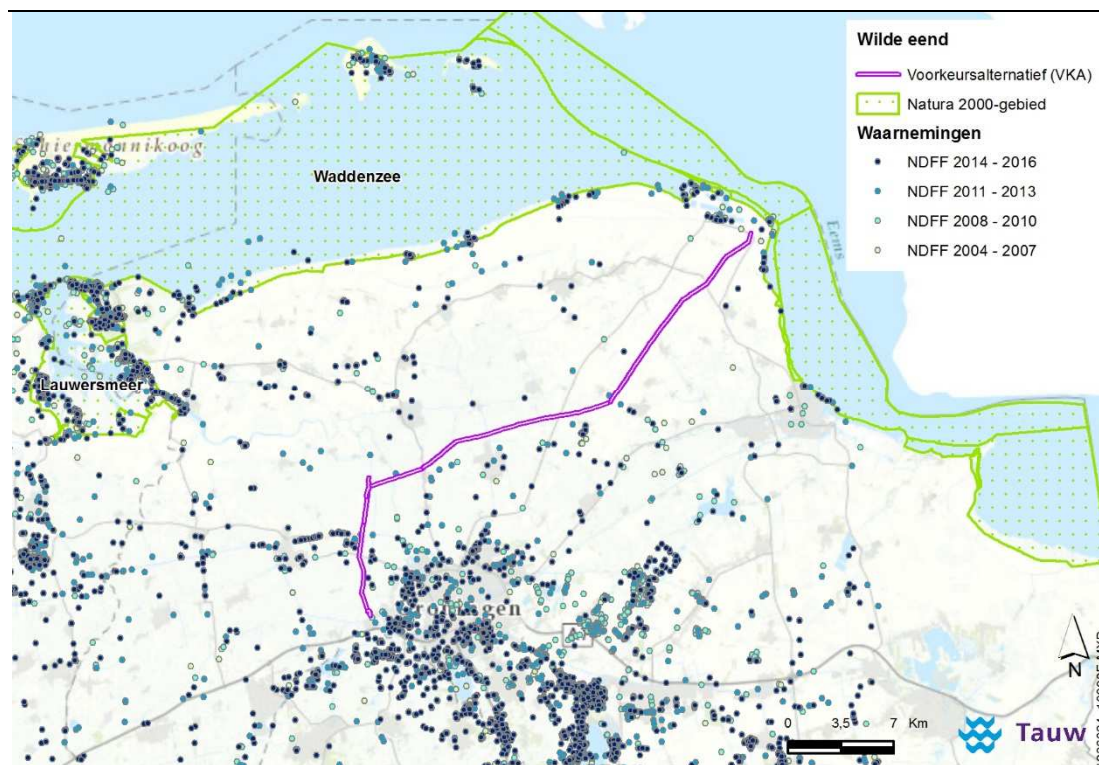
Uit de simulatietool blijkt dat de brandgans hoofdzakelijk ten westen van het Lauwersmeer en in het gebied zelf foerageert. De soort bereikt hierbij niet het plangebied (figuur 8.4). Effecten op de brandgans kunnen worden uitgesloten.



Figuur 8.4 Vliegbewegingen van de brandgans vanuit het Lauwersmeer

Wilde eend

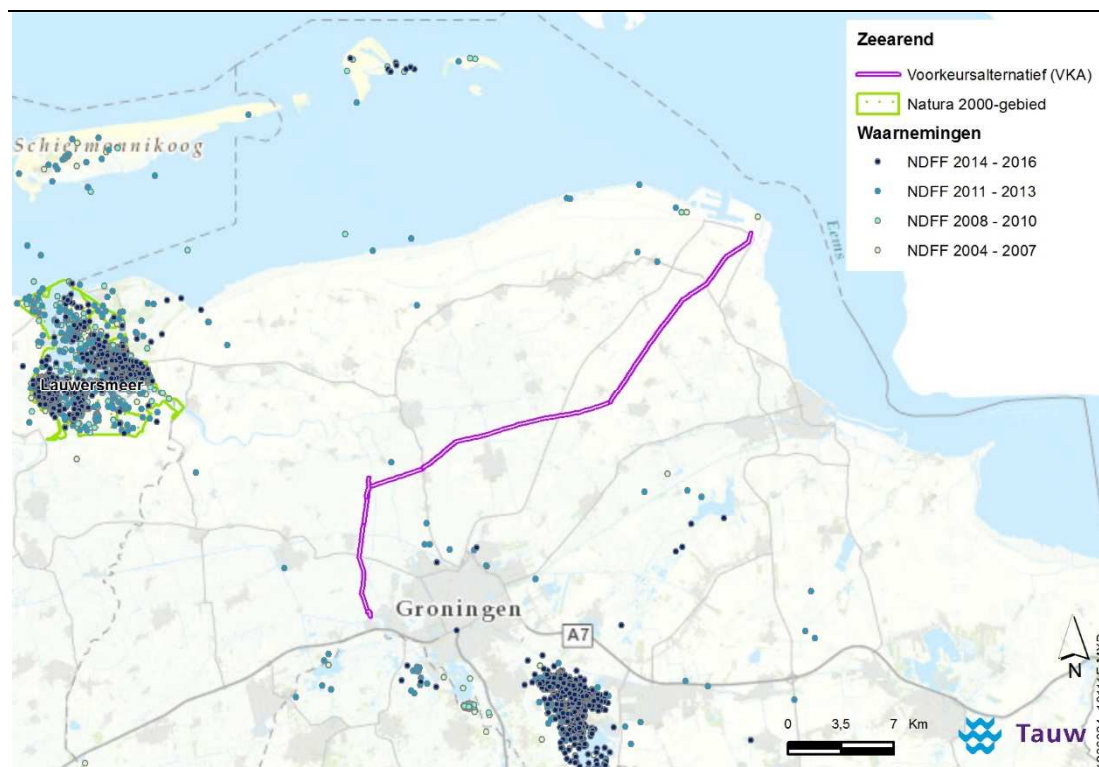
Het Lauwersmeer is aangewezen als *foerageergebied* voor de wilde eend. De instandhoudingsdoelstelling van de soort voor het gebied bedraagt 1.700 exemplaren. De maximale foerageerafstand van de wilde eend als niet-broedvogel is 26 km (Davis, 2007). Omdat het Lauwersmeer draagkracht heeft te fungeren als foerageergebied is er geen reden te veronderstellen dat de soort lange vluchten het gebied uit zal ondernemen. Het gebied is vanwege zijn uitgestrektheid en rust immers ook geschikt als rustgebied. Het verspreidingsbeeld (figuur 8.5) bevestigt dit.



Figuur 8.5 Waarnemingen van de wilde eend (instandhoudingsdoelstelling Lauwersmeer) buiten de broedperiode gedurende de afgelopen 15 jaar.

Zeearend

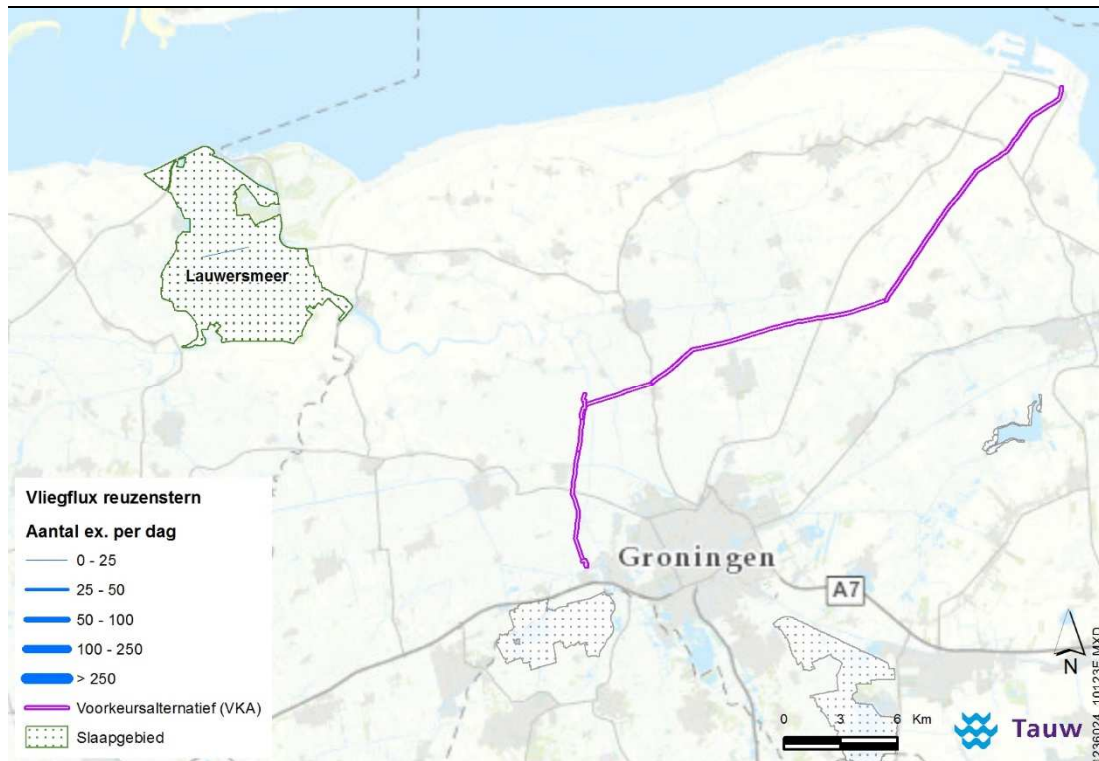
Het Lauwersmeer is aangewezen als *foerageergebied* voor de Zeearend. De maximale foerageerafstand van de Zeearend als niet-broedvogel is onbekend. In 2008 verbleven er drie Zeearenden in het Lauwersmeer (Hornman et al., 2011). Sindsdien is de soort een vaste gast in het gebied. In figuur 8.6 zijn de waarnemingen van de Zeearend in de periode van 2000 tot en met 2014 uitgezet. De soort blijft voornamelijk binnen het Lauwersmeergebied en wordt daarbuiten weinig waargenomen. In de directe omgeving van het plangebied is slechts een enkele keer een waarneming gedaan.



Figuur 8.6 Waarnemingen van Zearend (instandhoudingsdoelstelling Lauwersmeer) buiten de broedperiode gedurende de afgelopen 15 jaar.

Reuzenster

Het Lauwersmeer is aangewezen als *slaapplaats* en als *foerageergebied* voor de reuzenster. De maximale foerageer afstand van de reuzenster als niet-broedvogel is onbekend. Uit de simulatietool (figuur 8.7) blijkt dat de reuzenster (uitsluitend) in het Lauwersmeer foerageert. Effecten op de reuzenster kunnen daarom worden uitgesloten.



Figuur 8.7 Vliegbewegingen van de reuzenster vanuit het Lauwersmeer. De soort blijft alleen binnen het gebied

8.3 Conclusie

Voor alle Natura 2000-soorten van het Lauwersmeer kunnen negatieve effecten door draadslachtoffers op voorhand worden uitgesloten. Een cumulatietoets en passende beoordeling is niet nodig.

9 Fochteloërveen

In dit hoofdstuk bespreekt de mogelijke effecten van de ingebruikname van de hoogspanningsverbinding Noord-West 380 kV EOS-VVL op de instandhoudingsdoelstellingen van het Fochteloërveen. Conclusie is dat significant negatieve effecten met zekerheid kunnen worden uitgesloten. Daarom is een passende beoordeling niet nodig.

9.1 Relevante instandhoudingsdoelstellingen

Het Fochteloërveen ligt op een afstand van 23,6 km van het plangebied (tabel 4.1). De broedvogelsoorten met een instandhoudingsdoelstelling zijn geoorde fuut, porseleinhoen, paapje en roodborsttapuit. Deze soorten zijn alle gebiedsgebonden, zodat de hoogspanningsverbinding voor deze soorten met zekerheid geen gevolgen heeft.

Van de niet-broedvogelsoorten hebben kleine zwaan, wilde zwaan, wintertaling en slobbeend een maximale foerageerafstand die ruim onder de 20 km blijft. Deze soorten worden daarom zeker niet beïnvloed door de hoogspanningsverbinding. De enige soorten niet-broedvogels met een instandhoudingsdoelstelling die de afstand kunnen overbruggen zijn de kolgans en de toendrarietgans.

Tabel 9.1 Instandhoudingsdoelstellingen en afbakening Natura 2000-gebied Fochteloërveen. Zie § 4.3 voor een algemene toelichting op de tabel. Voor soorten met een foerageerafstand ('Foer') in groen worden effecten uitgesloten. Soorten met een foerageerafstand in oranje worden besproken

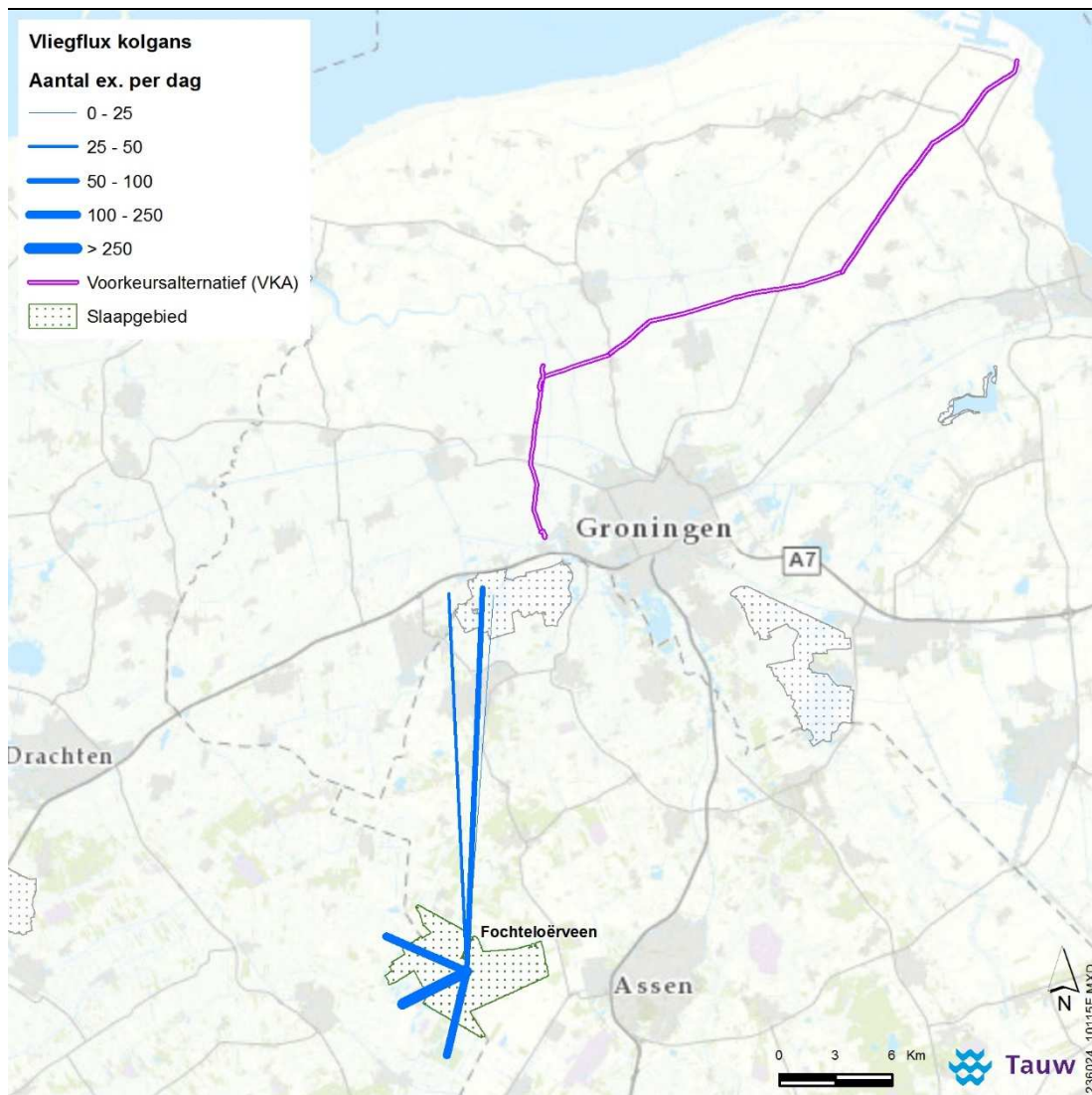
Soort	LSVI	DOL	DKL	Pop Foer	Bron
Broedvogels					
Geoorde fuut	+	=	=	13	0 gebiedsgebonden
Porseleinhoen	--	=	=	20	0 gebiedsgebonden
Paapje	--	=	=	60	0 gebiedsgebonden
Roodborsttapuit	+	=	=	65	0 gebiedsgebonden
Niet-broedvogels					
Kleine zwaan	-	=	=	90	12 van Gils & Tijssen 2007
Wilde zwaan	-	=	=	100	10 Robinson et al. 2004
Toendrarietgans	+	=	=	11100	30 *
Kolgans	+	=	=	2300	30 Nolet et al. 2009
Wintertaling	-	=	=	600	9 Guillemain et al. 2008
Slobbeend	+	=	=	40	1 van der Hut et al. 2007

Toelichting:

- zie paragraaf 4.3 (p.26) voor de betekenis van de gebruikte afkortingen
- * Van de soorten ganzen heeft de Toendrarietgans gemiddeld de grootste afstand tussen slaappleaats en foerageergebied (Dubbeldam & Zijlstra, 1996). Voor deze soort is daarom dezelfde afstand als de andere ganzensoorten aangehouden.

9.2 Voortoets

Kolgans

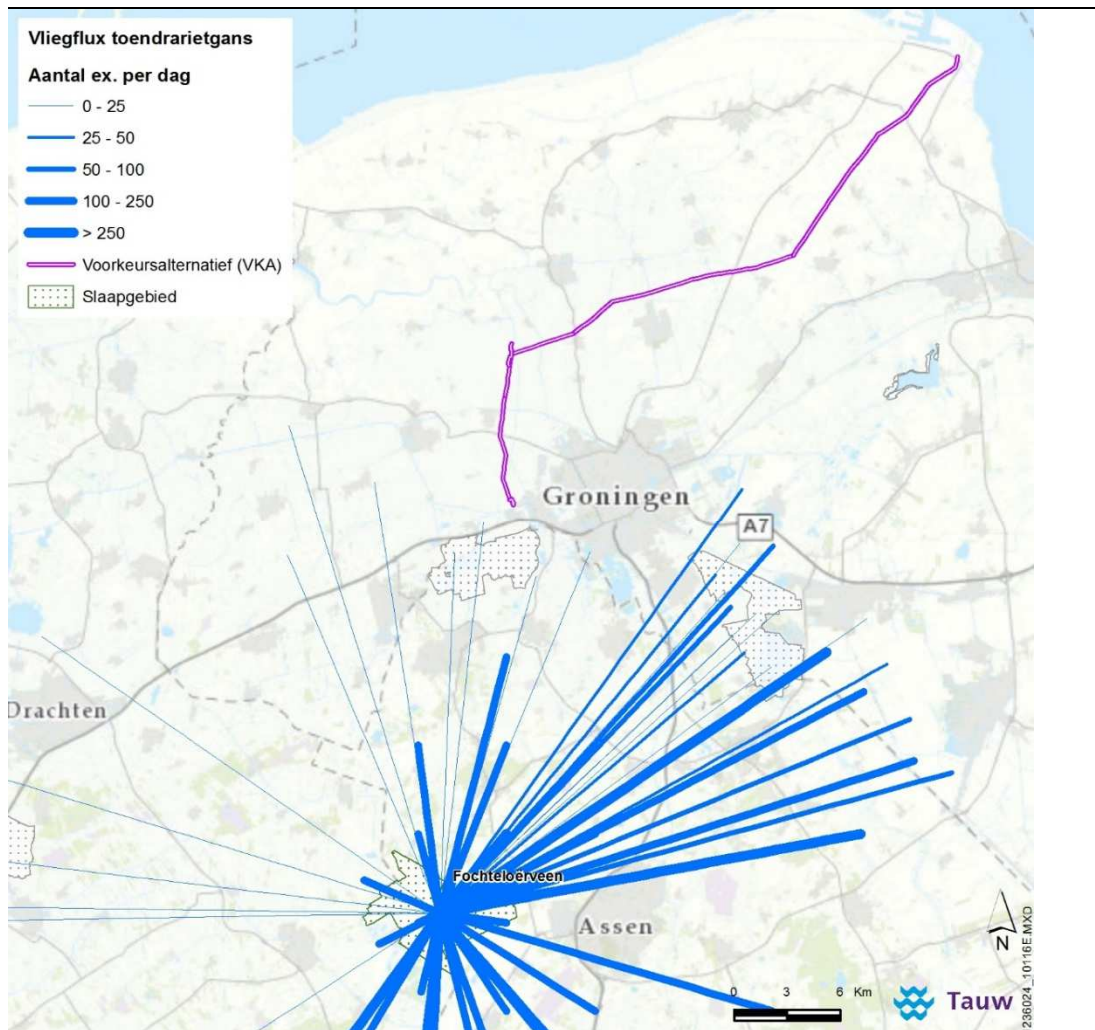


Figuur 9.1 Vliegbewegingen van de kolgans vanuit het Fochteloërveen

Het Fochteloërveen is aangewezen als *slaapplaats* en als *foerageergebied* voor de kolgans. De maximale foerageerafstand van de kolgans als niet-broedvogel is 30 km (Nolet et al., 2009).

Uit de analyse met Simflux blijkt dat de kolgans vooral ten zuiden en westen van het Fochteloërveen foerageert, en in geringere aantallen tot bijna 20 km naar het noorden. De vogels met een noordelijke vliegrichting bereiken het plangebied echter niet. Er zijn geen vliegbewegingen door het tracé van de nieuwe hoogspanningsverbinding en er zullen geen draadslachtoffers vallen. Effecten als gevolg van de nieuwe verbinding zijn uitgesloten.

Toendrarietgans



Figuur 9.2 Vliegbewegingen toendrarietgans vanuit het Fochteloërveen

Uit de analyse met Simflux (figuur 9.2) blijkt dat de toendrarietgans tijdens de dagelijkse pendelvluchten grote afstanden kan afleggen, tot circa 20 km vanaf het Fochteloërveen, vooral in oostelijke en zuidelijke richting. De vogels met een noordelijke vliegrichting bereiken het plangebied echter niet. Er zijn geen vliegbewegingen door het tracé van de nieuwe hoogspanningsverbinding en er zullen geen draadslachtoffers vallen. Effecten als gevolg van de nieuwe verbinding zijn uitgesloten.

9.3 Conclusie

Voor zowel de kolgans als de toendrarietgans in het Fochteloërveen kunnen negatieve effecten door draadslachtoffers op voorhand worden uitgesloten. Voor geen van deze soorten is een cumulatietoets en een passende beoordeling nodig. Cumulatieve effecten door aanvaringsslachtoffers bij windparken en cumulatieve effecten door areaalverlies van foerageergebieden kunnen worden uitgesloten.

10 Alde Feanen

In dit hoofdstuk worden de effecten van de ingebruikname van de hoogspanningsverbinding Noord-West 380 kV EOS-VVL op de instandhoudingsdoelstellingen van de Alde Feanen besproken. Conclusie is dat significant negatieve effecten met zekerheid kunnen worden uitgesloten. Daarom is een passende beoordeling niet nodig.

10.1 Relevante instandhoudingsdoelstellingen

Het Natura 2000-gebied Alde Feanen ligt op een afstand van circa 37 km van het tracé. De enige soort die deze afstand tijdens dagelijkse pendelvluchten kan overbruggen is de aalscholver in de broedtijd. Deze soort wordt daarom besproken. Andere soorten hebben een maximale foerageerafstand van 30 km en kunnen het plangebied niet bereiken.

10.2 Voortoets

Aalscholver

De kolonie aalscholvers in de Alde Feanen bevindt zich in het centrum van het gebied (Buro Bakker, 2009). Aalscholvers leggen maximaal 70 km af naar een foerageerlocatie (van Dam et al., 1995). Door hun grote maximale foerageerafstand kunnen de Aalscholvers vanuit de Alde Feanen theoretisch gezien een groot deel van het plangebied bereiken. In de praktijk blijkt dat Aalscholvers vooral in de Alde Feanen zelf foerageren, hoewel ook de directe omgeving wordt bezocht (Wymenga & Attema, 2009).

Tabel 10.1 Instandhoudingsdoelstelling broedvogel Aalscholver in Natura 2000-gebied Alde Feanen. Zie § 4.3 voor een algemene toelichting op de tabel. Soorten met een foerageerafstand ('Foer') in oranje worden besproken (andere soorten kunnen gebied niet bereiken)

Soort	LSVI	DOL	DKL	Pop	Foer	Bron
Broedvogels						
Aalscholver	+	=	=	910	70	van Dam et al. 1995

Toelichting:

- zie paragraaf 4.3 (p.26) voor de betekenis van de gebruikte afkortingen

Aalscholvers zullen in de broedperiode vanuit de Alde Feanen het plangebied niet bezoeken, aangezien hier geen geschikte foerageergebieden liggen. Effecten als gevolg van de hoogspanningsverbinding zijn uitgesloten.

10.3 Conclusie

In dit hoofdstuk is nagegaan of de nieuwe hoogspanningsverbinding mogelijk tot negatieve gevolgen leidt voor de instandhoudingsdoelstellingen van het Natura 2000-gebied Alde Feanen. Uit de voorgaande paragrafen blijkt dat er van de relevante soort aalscholver (broedvogel) geen vliegbewegingen door het tracé van de nieuwe hoogspanningsverbinding zullen plaatsvinden. Er kunnen daarom ook geen draadslachtoffers vallen. Significant negatieve effecten kunnen op voorhand worden uitgesloten. Een cumulatietoets hoeft niet te worden uitgevoerd. Een passende beoordeling is niet nodig.

11 De Wieden

In dit hoofdstuk worden de effecten van de ingebruikname van de hoogspanningsverbinding Noord-West 380 kV EOS-VVL op de instandhoudingsdoelstellingen van De Wieden besproken. Conclusie is dat significant negatieve effecten met zekerheid kunnen worden uitgesloten. Daarom is een passende beoordeling niet nodig.

11.1 Relevante instandhoudingsdoelstellingen

Het Natura 2000-gebied De Wieden ligt op een afstand van circa 60 km van het tracé. De enige soort die deze afstand tijdens dagelijkse pendelvluchten kan overbruggen is de aalscholver in de broedtijd. Deze soort wordt daarom besproken. Andere soorten hebben een maximale foerageerafstand van 30 km en kunnen het plangebied niet bereiken.

Tabel 11.1 Instandhoudingsdoelstelling broedvogel Aalscholver in Natura 2000-gebied De Wieden. Zie § 4.3 voor een algemene toelichting op de tabel. Soorten met een foerageerafstand ('Foer') in oranje worden besproken (andere soorten kunnen gebied niet bereiken)

Soort	LSVI	DOL	DKL	Pop	Foer	Bron
Broedvogels						
Aalscholver	+	=	=	1000	70	van Dam et al. 1995

Toelichting:

- zie paragraaf 4.3 (p.26) voor de betekenis van de gebruikte afkortingen

11.2 Voortoets

Aalscholver

Al jaren broedt er een kolonie Aalscholvers in de Bakkerskooi in de Wieden. Tot in de jaren 1980 broedden er jaarlijks enkele honderden paren, met zelfs 1.000 paren in 1992.

Tussen 1993 en 2003 fluctueerde het aantal broedparen tussen 760 (1997) en 1214 (2000).

Het aantal is nu gedaald tot circa 500. Aalscholvers kunnen maximaal ongeveer 70 km afleggen naar hun foerageerlocatie (van Dam et al., 1995). Voor de Aalscholvers van de kolonie in de Wieden vormen het IJsselmeer en het Zwarte Meer een belangrijk foerageergebied. Bij foerageervluchten wordt het plangebied daardoor zeker niet doorkruist. Effecten als gevolg van de hoogspanningsverbinding zijn uitgesloten.

11.3 Conclusie

In dit hoofdstuk is nagegaan of de nieuwe hoogspanningsverbinding mogelijk tot negatieve gevolgen leidt voor de instandhoudingsdoelstellingen van het Natura 2000-gebied De Wieden. Uit de voorgaande paragrafen blijkt dat er van de relevante soort aalscholver (broedvogel) geen vliegbewegingen door het tracé van de nieuwe hoogspanningsverbinding zullen plaatsvinden. Er kunnen daarom ook geen draadslachtoffers vallen. Significant negatieve effecten kunnen op voorhand worden uitgesloten. Een cumulatietoets hoeft niet te worden uitgevoerd. Een passende beoordeling is niet nodig.

12 Niedersächsisches Wattenmeer und angrenzendes Küstenmeer

Dit hoofdstuk bespreekt de mogelijke effecten van de ingebruikname van de hoogspanningsverbinding Noord-West 380 kV EOS-VVL op de instandhoudingsdoelstellingen van het Duitse Natura 2000-gebied Niedersächsisches Wattenmeer und angrenzendes Küstenmeer besproken. Conclusie is dat significant negatieve effecten met zekerheid kunnen worden uitgesloten. Daarom is een passende beoordeling niet nodig.

12.1 Relevante instandhoudingsdoelstellingen

Tabel 12.1 geeft een overzicht van de soorten die voor het Duitse vogelrichtlijngebied Niedersächsisches Wattenmeer und angrenzendes Küstenmeer zijn aangewezen, in vergelijking met hun aanwijzing voor het Nederlandse gebied. Soorten die alleen voor het Nederlandse Natura 2000-gebied Waddenzee zijn aangewezen zijn niet in de tabel opgenomen. De Duitse categorie Brutvogel stemt overeen met de Nederlandse categorie broedvogel terwijl de Duitse categorie Gastvogel is opgevat als overeenkomend met het Nederlandse niet-broedvogel.

Tabel 12.1: Vergelijkend overzicht van vogelsoorten waarvoor de Natura 2000-gebieden Waddenzee (Nederland) en Niedersächsisches Wattenmeer und angrenzendes Küstenmeer zijn aangewezen. Soorten die alleen voor het Nederlandse deel zijn aangewezen worden niet vermeld. -: niet aangewezen; x: wel aangewezen. In vet en blauw gemarkeerd: soorten met in Nederland en Duitsland overeenkomstige doelen; in cursief en lila gemarkeerd: soorten met zwaardere doelstelling in Nederland dan in Duitsland

Vogelrichtlijnsoort		Waddenzee		Niedersächsisches Wattenmeer und angrenzendes Küstenmeer	
		Broedvogel	Niet-broedvogel	Brutvogel	Gastvogel
A001	Roodkeelduiker	-	-	-	x
A017	Aalscholver	-	x	x	x
A021	Roerdomp	-	-	x	-
A034	Lepelaar	x	x	x	x
A041	Kolgans	-	-	-	x
A043	Grauwe gans	-	x	-	x
A045	Brandgans	-	x	-	x
A046	Rotgans	-	x	-	x
A048	Bergeend	-	x	-	x
A050	Smient	-	x	-	x

Kenmerk R002-1222443WCH-rlk-V06-NL

Vogelrichtlijnsoort	Waddenzee		Niedersächsisches Wattenmeer und angrenzendes Küstenmeer		
	Broedvogel	Niet-broedvogel	Brutvogel	Gastvogel	
A052	Wintertaling	-	x	-	x
A053	Wilde eend	-	x	-	x
A054	Pijlstaart	-	x	-	x
A056	Slobeend	-	x	x	x
A063	Eider	x	x	x	x
A065	Zwarte zee-eend	-	-	-	x
A081	Bruine kiekendief	x	-	x	-
A082	Blauwe kiekendief	x	-	x	-
A103	Slechtvalk	-	x	x	x
A130	Scholekster	-	x	-	x
A132	Kluut	x	x	x	x
A137	<i>Bontbekplevier</i>	x	x	-	x
A138	Strandplevier	x	-	x	-
A140	Goudplevier	-	x	-	x
A141	Zilverplevier	-	x	-	x
A142	Kievit	-	x	x	x
A143	Kanoet	-	x	-	x
A144	Drieteenstrandloper	-	x	-	x
A147	Krombekstrandloper	-	x	-	x
A148	Paarse strandloper	-	-	-	x
A149	Bonte strandloper	-	x	-	x
A156	Grutto	-	x	x	x
A157	Rosse grutto	-	x	-	x
A158	Regenwulp	-	-	-	x
A160	Wulp	-	x	x	x
A162	Tureluur	-	x	x	x
A164	Groenpootruiter	-	x	-	x
A169	Steenloper	-	x	-	x
A812	Stormmeeuw	-	-	-	x
A177	Dwergmeeuw	-	-	-	x
A179	Kokmeeuw	-	-	-	x
A183	Kleine mantelmeeuw	x	-	x	x
A184	Zilvermeeuw	-	-	-	x
A187	Grote mantelmeeuw	-	-	-	x
A188	Drieteenmeeuw	-	-	-	x

Vogelrichtlijnsoort		Waddenzee		Niedersächsisches Wattenmeer und angrenzendes Küstenmeer	
		Broedvogel	Niet-broedvogel	Brutvogel	Gastvogel
A191	Grote stern	x	-	x	x
A193	Visdief	x	-	x	x
A194	Noordse stern	x	-	x	x
A195	Dwergstern	x	-	x	x
A199	Zeekoet	-	-	-	x
A200	Alk	-	-	-	x
A222	Velduil	x	-	x	-
A247	Veldleeuwerik	-	-	x	-
A248	Strandleeuwerik	-	-	-	x
A260	Gele kwikstaart	-	-	X	-
B	Oeverpieper	-	-	-	x
A277	Tapuit	-	-	X	-
A367	Frater	-	-	-	x
A375	Sneeuwgors	-	-	-	x

Toelichting:

- zie paragraaf 4.3 (p.26) voor de betekenis van de gebruikte afkortingen

12.2 Voortoets

Effecten worden voor het Duitse vogelrichtlijngebied Niedersächsisches Wattenmeer und angrenzendes Küstenmeer uitgesloten op soorten met een overeenkomstige doelstelling tussen Nederland en Duitsland, dan wel een zwaardere doelstelling voor Nederland, op dezelfde gronden als voor het Nederlandse Natura 2000-gebied Waddenzee vermeld (zie hoofdstuk 5). De resterende soorten, inclusief de broedvogelsoort lepelaar, worden hieronder per soortgroep besproken.

Lepelaar

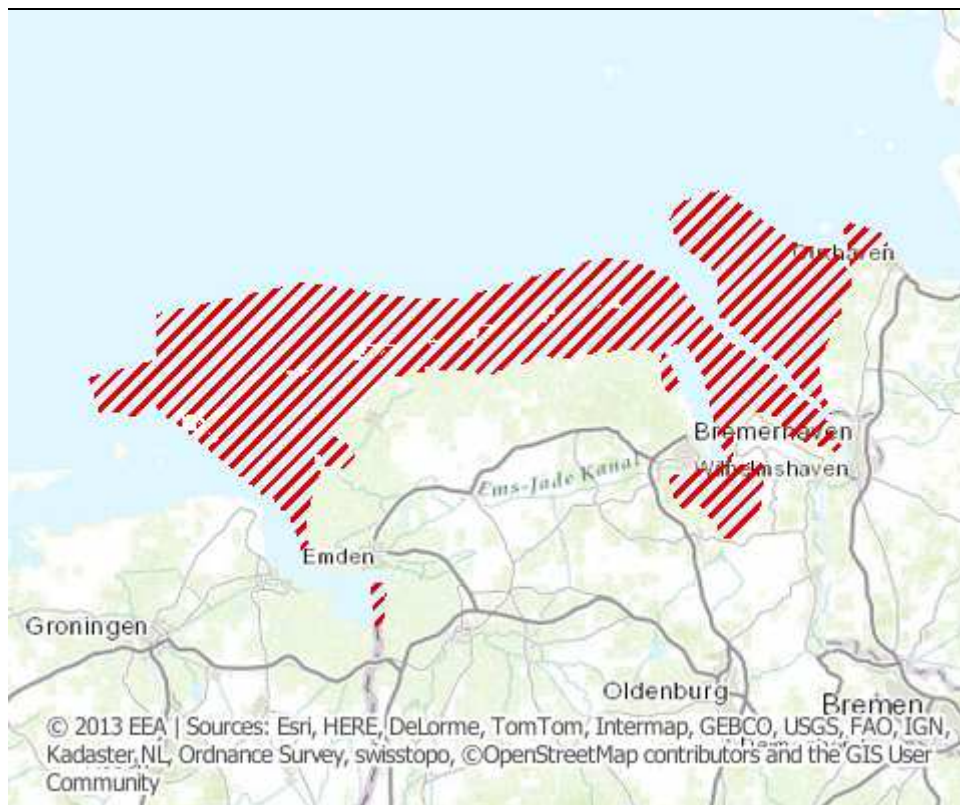
Ligging kolonies en aantallen

Het Duitse Natura 2000-gebied Niedersächsisches Wattenmeer und angrenzendes Küstenmeer is het Duitse equivalent van het Nederlandse Natura 2000-gebied de Waddenzee. Tot vrij recent was de lepelaar geen broedvogel van het Duitse gebied maar door de toename in de Nederlandse Waddenzee hebben lepelaars het Duitse Waddengebied gekoloniseerd. De lepelaars broeden voornamelijk op de eilanden waar een laag risico op predatie is.

Vliegbewegingen

Lepelaars foerageren tot maximaal 40 km vanaf de kolonie (van der Winden et al., 2004). Omdat de Duitse lepelaars afstammen van de Nederlandse kolonies in de Waddenzee (Rasmussen et al., 2000) mag worden verwacht dat deze vogels ook pendelen vanaf de kolonies naar de geulen en kleine prielen op de wadden om te foerageren op garnalen en kleine platvis (§ 5.3). Daarnaast foerageren de Duitse lepelaars ook te Leybucht op het Duitse vasteland, parallel aan de Nederlandse situatie (Rasmussen et al., 2000). De Eemshaven ligt wel binnen de maximale foerageerafstand van de soort. De afstand tussen de dichtstbijzijnde broedplaats in het Duitse waddengebied (Mimmert) en de Eemshaven (circa 25 kilometer) ligt eveneens binnen de maximale foerageerafstand van de soort.

De Eemshaven als startpunt van de verbinding Noord-West 380 kV vormt echter een marginaal geschikt foerageergebied voor de Lepelaar met jaarlijks maximaal een enkel individu gedurende de broedtijd. Door autonome ontwikkelingen neemt de attractiviteit van de Eemshaven als foerageergebied voor de Lepelaar bovendien af. Eventueel geschikt habitat in of langs de kust van de Eemshaven ligt ten noorden van het plangebied. Kruisingen van het plangebied door vliegende Lepelaars vanuit de kolonies in het Natura 2000-gebied Niedersächsisches Wattenmeer und angrenzendes Küstenmeer komen dan ook niet voor. Een negatief effect op de instandhoudingsdoelstelling voor de Lepelaar in het Niedersächsisches Wattenmeer und angrenzendes Küstenmeer wordt daarom uitgesloten.



Figuur 12.1 Vogelrichtlijngebied Niedersächsisches Wattenmeer und angrenzendes Küstenmeer (bron: <http://eunis.eea.europa.eu/>)

Zeevogels

De Roodkeelduiker, Zwarte zee-eend, Dwergmeeuw, Drieteenmeeuw, Zeekoet en Alk zijn als niet-broedvogel aangewezen. De meeste exemplaren van deze soorten verblijven dan ver uit de kust en lopen geen gevaar om als draadslachtoffer te vallen. Negatieve effecten op zeesoorten worden uitgesloten.

Kolgans

Net als bijvoorbeeld de Smient foerageert de Kolgans vooral op graslanden en overnacht de soort op grote wateren. Beide functies liggen in het Duitse Natura 2000-gebied nabij zodat er weinig vliegbewegingen richting (de omgeving van) de Eemshaven zullen zijn.

Daarnaast is de directe omgeving van de Eemshaven voor de Kolgans ongeschikt als foerageergebied omdat er geen graslanden voorkomen. Een negatief effect op de soort wordt daarom uitgesloten.

Gebiedsgebonden soorten

De (Duitse) broedvogelsoorten Roerdomp, Slobeend, Kievit, Grutto, Wulp, Tureluur, Veldleeuwerik, Gele kwikstaart en Tapuit kunnen in broedseizoen worden beschouwd als gebiedsgebonden. Individuen verplaatsen zich hoogstens enkele kilometers van hun broedplaats gedurende het betreffende seizoen. Negatieve effecten kunnen worden uitgesloten.

De (Duitse) niet-broedvogelsoorten Paarse strandloper, Strandleeuwerik, Oeverpieper, Frater en Sneeuwgorz kunnen in het winterseizoen worden beschouwd als gebiedsgebonden. Individuen verplaatsen zich hoogstens enkele kilometers van hun overwinteringsplek. Negatieve effecten kunnen worden uitgesloten.

Slechtvalk

De Slechtvalk broedt succesvol in de Eemshaven ondanks een reeds aanwezige hoogspanningsverbinding. Negatieve effecten op deze soort worden om deze reden uitgesloten.

Wad- en watervogels

De Aalscholver foerageert als broedvogel op open wateren waarvan tussen broedplaatsen in Duitsland en het plangebied voldoende aanwezig is. Op zijn hoogst zullen de aantallen Aalscholvers die vanuit de Duitse kolonies over de hoogspanningsverbinding vliegen erg laag zijn. Daarnaast is de Aalscholver een soort die in aantal toeneemt. Negatieve effecten voor het Duitse gebied op de soort zijn om deze redenen uitgesloten.

De Regenwulp gedraagt zich buiten het broedseizoen als een wadvogel. Voor de Nederlandse situatie is aangetoond dat wadvogels geen effect ondervinden van de hoogspanningsverbinding. Negatieve effecten voor het Duitse gebied op de Regenwulp worden daarom eveneens uitgesloten.

Meeuwen buiten het broedseizoen

Omdat de dwerg- en de drieteenmeeuw zich vooral pelagisch gedragen buiten het broedseizoen (zie hierboven onder zeevogels voor effectbeoordeling) worden hier alleen stormmeeuw, kokmeeuw, kleine mantelmeeuw, zilvermeeuw en grote mantelmeeuw onder deze noemer behandeld. Deze soorten hebben met elkaar gemeen dat zij opportunistisch zijn in hun voedselkeuze en -locaties.

Omdat zij in de (directe omgeving van) het Duitse Natura 2000-gebied voldoende voedsel kunnen vinden op (afhankelijk van de soort) open water, droogvallende platen, kwelders en schorren of agrarisch gebied, zijn lange voedselvuchten buiten het broedseizoen bij deze soorten niet te verwachten. Een negatief effect op deze soorten wordt uitgesloten.

Sterns buiten het broedseizoen

De vier relevante sternsoorten grote stern, visdief, noordse stern en dwergstern hebben met elkaar gemeen dat zij tijdens de trek vooral langs de Waddenzee- en Noordzeekust naar de wintergebieden vliegen. De kortste route vanaf de broedgebieden zal niet langs de Eemshaven voeren. Daarom kunnen negatieve effecten buiten het broedseizoen op deze soorten worden uitgesloten.

12.3 Conclusie

In dit hoofdstuk is nagegaan of de nieuwe hoogspanningsverbinding mogelijk tot negatieve gevolgen leidt voor de instandhoudingsdoelstellingen van het Duitse vogelrichtlijngebied Niedersächsisches Wattenmeer und angrenzendes Küstenmeer. Uit de voorgaande paragrafen blijkt dat er van de relevante soorten geen vliegbewegingen door het tracé van de nieuwe hoogspanningsverbinding zullen plaatsvinden. Er kunnen daarom ook geen draadslachtoffers vallen. Significant negatieve effecten kunnen op voorhand worden uitgesloten. Een cumulatietoets hoeft niet te worden uitgevoerd. Een passende beoordeling is niet nodig.

13 Stikstofdepositie

13.1 Inleiding

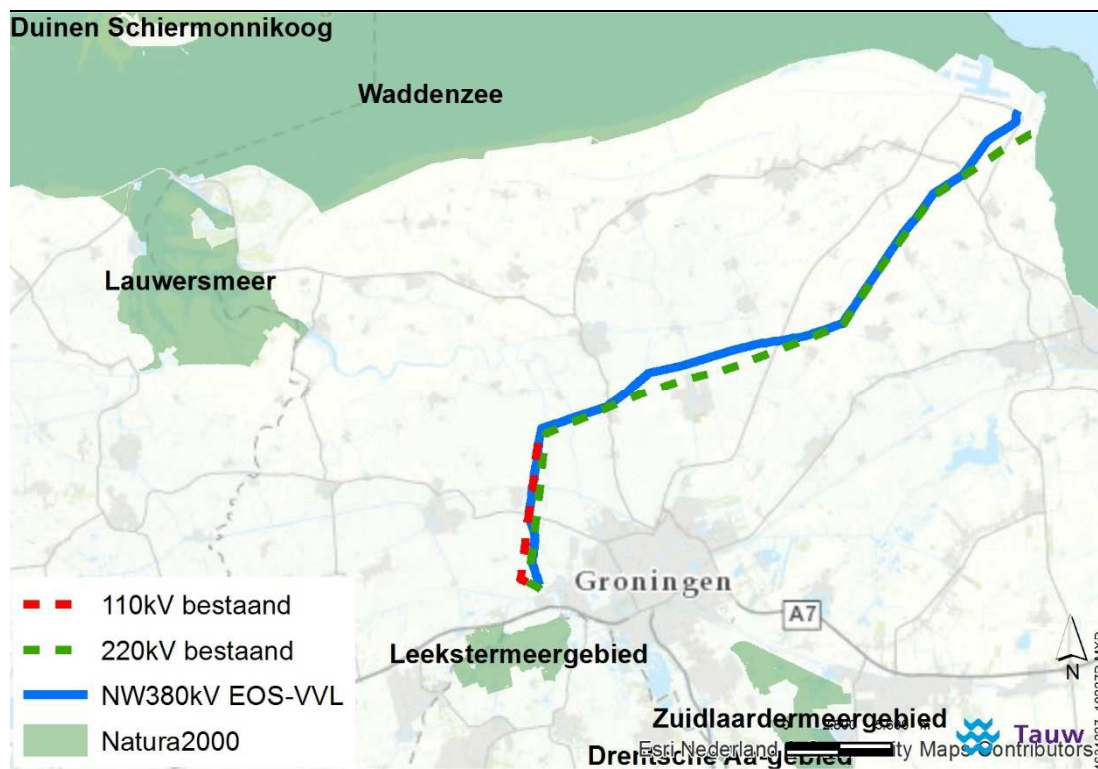
TenneT TSO B.V., de beheerder van het landelijke hoogspanningsnet, wil een nieuwe 380 kilovolt (kV) hoogspanningsverbinding van Eemshaven Oudeschip naar Vierverlaten aanleggen. Deze circa 40 kilometer lange hoogspanningsverbinding (Noord-West 380 kV Eemshaven Oudeschip - Vierverlaten, hierna: NW380kV EOS-VVL) is nodig om in de toekomst voldoende capaciteit te bieden voor elektriciteitstransport.

In de omgeving van het tracé zijn verschillende Natura 2000-gebieden gelegen. De emissies tijdens de aanleg van de nieuwe en de werkzaamheden bij station Vierverlaten hebben mogelijk een negatief effect op de in deze gebieden gelegen stikstofgevoelige natuur. Het onderzoek naar stikstofdepositie is nodig om te bepalen of sprake is van mogelijke significante gevolgen en daarmee een eventuele vergunning- of meldingsplicht ingevolge de Wet natuurbescherming (verder Wnb).

In deze notitie is het effect van de volgende werkzaamheden op de voor stikstofdepositie gevoelige natuurgebieden beschouwd:

- Aanleg van de nieuwe hoogspanningsverbinding NW380kV EOS-VVL
- Aanpassing station Vierverlaten

Figuur 13.1 geeft de ligging weer van het tracé van de nieuwe NW380kV EOS-VVL en de te verwijderen tracés.



Figuur 13.1 Ligging tracés en Natura 2000-gebieden

13.2 Opzet onderzoek

Voor het berekenen van de stikstofdepositie in de relevante Natura 2000-gebieden in de omgeving van de hoogspanningsverbindingen en het station Vierverlaten is gebruik gemaakt van AERIUS Calculator 2016. Dit is het rekenmodel voor de berekening van de stikstofdepositie in het kader van het PAS. In de berekeningen zijn de emissies van NO_x en NH₃ van de relevante bronnen meegenomen. Hieronder worden de bronnen kort beschreven.

Voor de uitgangspunten van de bronnen en bij de emissieberekening van de betreffende bronnen (zie paragraaf 13.3) wordt aangesloten bij de uitgangspunten die gehanteerd zijn voor het geluidsonderzoek en het luchtkwaliteitsonderzoek ten behoeve van het MER Leefomgeving NW380kV uit 2012.

13.3 Uitgangspunten en emissies

In tabel 3.1 wordt het materieel, benodigd bij de realisatiefase, weergegeven. De realisatiefase van één mast duurt in totaal 13 tot 15 weken.

Tabel 13.1 Uitgangspunten aanlegfase NW380kV

Soort materieel	Omschrijving	Bedrijfsduur	Duur werkzaamheden	Totaal bedrijfsduur /
		[per dag]	[dagen]	bij 122 masten
Heiopstelling	Heien van funderingspalen	8 uur	1 dag	976
Helikopter	Hangen voordraden aan mast	0,5	1 dag	61
Betonmixer stationair	Mixen beton t.b.v. fundering	10 uur	1 dag	1.220
Lossen betonmixer	Beton t.b.v. fundering	30 uur	1 dag	3.660
Shovel	Diverse activiteiten	8 uur	4 dagen	3.904
Kraan	Diverse activiteiten	8 uur	6 dagen	5.856
Pompen	Bronbemaling	24 uur	5 weken	102.480
Shovels	Ophogen terrein station Vierverlaten	2x8 uur	26 weken	2.080
Lossen vrachtwagens	Ophogen terrein station Vierverlaten	16,7 uur ¹	26 weken	2.167

1) Gebaseerd op 200 vrachtwagenbewegingen (100 stuks) a 10 minuten lossen per vrachtwagen

In tabel 13.2 zijn de NO_x-emissies berekend. Bij de emissieschatting is ervan uitgegaan dat vrachtwagens voldoen aan de EURO V normering en werktuigen aan de Stage IIIB normering.

Tabel 13.2 Emissieberekening aanlegfase NW380kV

Soort materieel	Totaal bedrijfsduur bij 122 masten	Vermogen [kW]	Belasting	Emissie- norm	Emissiefactor NO _x [g/kWh]	Emissie NO _x [kg]
Heiopstelling	976	400	0,6	Stage IIIB	2,0	468,5
Helikopter	61	1.000	0,6	Stage IIIB	2,0	73,2
Betonmixer stationair	1.220	300	0,2	EURO V	2,0	146,4
Lossen betonmixer	3.660	300	0,8	EURO V	2,0	1.756,8
Shovel	3.904	240	0,6	Stage IIIB	2,0	1.124,4
Kraan	5.856	240	0,6	Stage IIIB	2,0	1.686,5
Pompen	102.480	20	0,8	Stage IIIB	4,7	7.706,5
Shovels	2.080	240	0,6	Stage IIIB	2,0	599,0
Lossen vrachtwagens	2.167	300	0,8	EURO V	2,0	1.040,2
Totaal						14.601,5

Verkeer mastlocaties

Naast de inzet van werktuigen op de locaties rijden 80 vrachtwagens (betonmixers) ten behoeve van de aanlevering van beton en 32 vrachtwagens per mastlocatie voor de aanvoer van diverse benodigdheden van en naar de bouwplaats. Dit betekent voor het totale traject 27.328 vrachtwagenbewegingen.

Het verkeer van en naar de planlocatie zal per mastlocatie een andere route rijden. Voor het onderzoek wordt uitgegaan van een afstand van 200 meter enkele beweging. Dit is de gemiddelde afstand van de planlocatie totdat het verkeer is opgenomen in het heersend verkeersbeeld. Het heersend verkeersbeeld is bereikt wanneer het aan- en afrijdende verkeer zich door snelheid en rij- en stopgedrag niet meer onderscheidt van het overige verkeer. Het verkeer is gemodelleerd over de lijn van het bestaande tracé van 40,4 kilometer. Met een enkele rit van 200 meter naar de openbare weg betreft dit $27.328 \times 0,2 = 5.466$ kilometer verreden door vrachtwagens. In AERIUS zullen over een fictieve rijroute van 40,4 kilometer, die het tracé representeert, $5.466 \text{ kilometer} / 40,4 \text{ kilometer} = 135$ vrachtwagenbewegingen gemodelleerd worden. Zodoende wordt de modellering versimpeld maar wordt wel het juiste aantal kilometers meegenomen voor de emissieberekening.

De fictieve rijlijn is gemodelleerd als 'wegen binnen de bebouwde kom met 100 % file'. Dit komt overeen met 'stagnerend verkeer', de laagste snelheidscategorie waarbij de emissiefactoren zijn bepaald.

Verkeer station Vierverlaten

Er zal transport ingezet gaan worden ten behoeve van het ophogen van het terrein bij station Vierverlaten. Tennaet gaat uit van 200 transportbewegingen per dag voor een periode van zes maanden. Op een jaargemiddelde dag betekent dat 100 bewegingen van zware motorvoertuigen. Dit verkeer zal gemodelleerd worden op het terrein over een enkele beweging van 400 meter, met gelijke instellingen als het overige verkeer naar de mastlocaties.

13.4 Modellering

De verspreiding is berekend met het model AERIUS Calculator versie 2016. Er is gerekend met rekenjaar 2017. De voertuigbewegingen en mobiele werktuigen zijn gemodelleerd middels lijnbronnen. In bijlage 2 wordt de AERIUS export gegeven met daarin de invoer en resultaten.

AERIUS rekent bij niet tijdelijke projecten een gemiddelde stikstofdepositie in mol/ha/jaar uit over de eerste PAS-periode (2016-2021). In de berekening voor realisatiefase (nieuwbouw en sloop) wordt rekening gehouden met de tijdelijkheid van het project. Doordat in AERIUS slechts een gemiddelde emissie over de jaren ingevoerd kan worden is ervoor gekozen de totale emissie van de nieuwbouw en het slopen van het bestaande tracé in te voeren in de AERIUS Calculator en de rekeninstellingen aan te passen naar tijdelijk project van één jaar. Uiteindelijk levert dit dezelfde resultaten als het invoeren van de gemiddelde emissie over vijf jaar.

De in paragraaf 13.3 berekende aantallen motorvoertuigbewegingen per tracé, benodigd voor de mastlocaties, zijn gemodelleerd over het gehele tracé ingevoerd als jaargemiddeld etmaal. Dit betekent een waarde < 1 motorvoertuigbewegingen per etmaal. Worst case is zodoende de waarde 1 ingevoerd in AERIUS.

13.5 Resultaten

De verspreiding van de stikstofdepositie is berekend met het model AERIUS Calculator.

De resultaten volgen uit de pdf uitdraai van de AERIUS-berekening die in bijlage 2 is weergegeven.

De berekening in AERIUS conform de rekenconfiguratie 'berekening conform Wnb-aanvraag' toont aan dat geen rekenresultaten beneden de drempelwaarde van 0,05 mol/ha/jaar berekend worden. Het AERIUS export document, bijgevoegd in bijlage 2, geeft dan ook géén resultaat. Dit betekent dat het initiatief niet vergunningplichtig is voor wat betreft het aspect stikstofdepositie.

14 Samenvatting en conclusies

Het doel van dit rapport is om vast te stellen of effecten die de realisatie, de exploitatie en het onderhoud van Noord-West 380 kV EOS-VVL mogelijk veroorzaken op de instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebieden zich voordoen dan wel uitgesloten kunnen worden.

Vanwege de afstand van het tracé van de nieuwe hoogspanningsverbinding tot Natura 2000-gebieden is het enige te onderzoeken effect van de hoogspanningsverbinding de kans op het optreden van draadslachtoffers én het eventuele effect van stikstofdepositie door aanlegwerkzaamheden en onderhoud. De emissies van stikstofdioxide en ammoniak tijdens de aanleg van de nieuwe verbinding en de aanpassing van station Vierverlaten zijn doorgerekend met het daarvoor voorgeschreven rekeninstrumentarium Aerius. Uit de berekeningen blijkt dat de door de werkzaamheden veroorzaakte toename van de stikstofdepositie in alle daarvoor gevoelige Natura 2000-gebieden lager is dan 0,05 mol per hectare per jaar en daarmee verwaarloosbaar is.

Voor wat betreft draadslachtoffers zijn de soorten vogels onderzocht die vanuit hun slaappleats of broedgebied naar foerageergebieden vliegen. Deze kunnen daarbij afstanden tot meerdere tientallen kilometers overbruggen en daarmee tot ver buiten een Natura 2000-gebied komen. Wanneer individuen van deze soorten door aanvaring met de bedrading van de nieuwe hoogspanningsverbinding als draadslachtoffers eindigen kan dit gevolgen hebben voor de staat van instandhouding van de populatie en daarmee op de instandhoudingsdoelstelling van een Natura 2000-gebied.

Voor de soorten waarvan in voldoende mate gegevens beschikbaar zijn over aanwezige aantallen in foerageergebieden zijn met behulp van het specifiek hiervoor ontwikkelde model Simflux vliegfluxkaarten gemaakt, waarmee kan worden vastgesteld of er sprake is van vliegbewegingen over het tracé. De vliegfluxkaarten laten de relaties zien van een soort met een instandhoudingsdoelstelling in een Natura 2000-gebied met de omliggende foerageergebieden.

Voor de soorten waarvan onvoldoende informatie beschikbaar is over gebruik van foerageergebieden en Simflux niet kan worden toegepast is gebruik gemaakt van verspreidingskaarten samengesteld op basis van NDFF-gegevens.

De Natura 2000-gebieden Waddenzee, Duinen Schiermonnikoog, Leekstermeergebied, Zuidlaardermeergebied, Lauwersmeer, Fochteloërveen, Alde Feanen en De Wieden en het Duitse gebied Niedersächsisches Wattenmeer und angrenzendes Küstenmeer bevatten (instandhoudings)doelstellingen voor vogelsoorten die in beginsel het tracé van de nieuwe verbinding kunnen bereiken.

Uit de beoordeling blijkt dat op één uitzondering na de relevante soorten het tracé niet kruisen tijdens hun vliegbewegingen. Hierdoor kunnen (significant) negatieve effecten door draadslachtoffers op voorhand worden uitgesloten. Een cumulatietoets en passende beoordeling is in al deze gevallen niet nodig.

Een uitzondering geldt voor de instandhoudingsdoelstelling van de bruine kiekendief als broedvogel van de Waddenzee. Deze soort kan het tracé wel kruisen vanwege de aanwezigheid van maximaal enkele broedlocaties op korte afstand van het tracé. De broedlocaties bij de Eemshaven worden al jarenlang in wisselende mate gebruikt en kennelijk niet geschaad door de bestaande hoogspanningsverbindingen. Draadslachtoffers van de bruine kiekendief zijn tot dusverre nooit vastgesteld.

De nieuwe 380 kV-verbinding zal beter zichtbaar zijn dan de bestaande 220 kV-verbinding door het aanbrengen van draadmarkering en meer geleiders, zodat de kans op aanvaringen kleiner is dan in de bestaande situatie. De nieuwe verbinding ligt bovendien op grotere afstand van de bekende nestplaatsen dan de huidige verbinding zodat ook om deze reden de bruine kiekendief minder risico's loopt om draadslachtoffer te worden. Ten slotte geldt voor de Bruine kiekendief dat het aantal broedparen in het Natura 2000-gebied Waddenzee met gemiddeld 42 in de periode 2011-2014 (www.sovon.nl) ruimschoots boven de instandhoudingsdoelstelling van 30 broedparen ligt. De andere broedparen bevinden zich op ruime afstand van het plangebied, zodat ook op populatieniveau negatieve effecten op deze instandhoudingsdoelstelling zijn uitgesloten. Verder geldt dat als werkzaamheden buiten het broedseizoen plaatsvinden, er geen verstoring van broedende vogels plaatsvindt. Ook voor deze soort zijn significant negatieve effecten daarom uitgesloten. Een cumulatietoets hoeft niet te worden uitgevoerd. Een passende beoordeling is ook voor deze soort niet nodig.

15 Literatuur

- Aragon van den Broeke, M. en W. Heijligers, 2017.** Voortoets Wnb. Toetsing aan de Wet natuurbescherming, Toetsing aan de Wet natuurbescherming. Rapport Tauw BV i.o.v. TenneT TSO BV, d.d. 30 mei 2017, Tauw-kenmerk R003-1222443XAB-baw-V06-NL.
- Beemster, N., R.M.G. van der Hut, B.J. Koks en C. Trierweiler, 2011.** Foeragerende kiekendieven in en rondom de Oostvaardersplassen, pilotonderzoek in 2010. A&W rapport 1581. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden, Werkgroep Grauwe kiekendief en Universiteit van Amsterdam (IBED) in opdracht van gemeente Almere, gemeente Lelystad, provincie Flevoland en Staatsbosbeheer.
- Blomert, A-M. & E. Wymenga, 2000.** Voedselgebieden en pleisterplaatsen van lepelaars in Nederland. A&W-rapport 217. Altenburg & Wymenga, Veenwouden.
- Brenninkmeijer, A., N. Beemster, N. & D. Bos, 2006.** Foerageermogelijkheden voor kiekendieven en herbivore watervogels rond de Oostvaardersplassen en Lepelaarplassen. A&W-rapport 726. Altenburg & Wymenga, Veenwouden.
- Boudewijn, T.J., G.J.D.M. Müskens, D. Beuker, R. van Kats, M.J.M. Poot, & B.S. Ebbinge, 2009.** Evaluatie opvangbeleid 2005-2008 overwinterende ganzen en smienten. Deelrapport 2. Verspreidingspatronen van foeragerende smienten. Alterra rapport 1841 / Rapport Bureau Waardenburg 08-090. Alterra, Wageningen / Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Brenninkmeijer, A., Beemster, N. & Bos, D., 2006.** Foerageermogelijkheden voor kiekendieven en herbivore watervogels rond de Oostvaardersplassen en Lepelaarplassen. A&W-rapport 726. Bureau Altenburg & Wymenga, Veenwouden.
- Brenninkmeijer, A., E. Klop en I. Mettrop, 2017.** Monitoring vogelslachtoffers hoogspanningslijnen Eemshaven 2011-2016, eindrapportage vijf jaar monitoring. Rapport Altenburg & Wymenga nummer 2245, i.o.v. TenneT TSO.
- Brouwer, G.A., 1964.** Some data on the status of the Spoonbill, *Platalea leucorodia* L., in Europe, especially in the Netherlands. Zoologische Mededelingen 39: 481-521.
- Bijlsma, Rob G., 1996.** Ecologische Atlas van de Nederlandse roofvogels. Werkgroep roofvogels Noord- en Oost-Nederland. Uitgeverij Schuyt & Co. Vierde, verbeterde druk.
- Van Dam, C., A.D. Buijse, W. Dekker, M.R. van Eerden, J.G.P. Klein Breteler & R. Veldkamp, 1995.** Aalscholvers en beroepsvisserij in het IJsselmeer, het Markermeer en Noordwest-Overijssel. Rapport IKC-NBLF 19. IKC-NBLF, Wageningen.
- Davis, B.E., 2007.** Habitat use, movements, and survival of radio-marked female Mallards in the Lower Mississippi alluvial valley. Master Thesis. Louisiana State University & Agricultural and Mechanical College. Baton Rouge, La, USA.
- Dubbeldam, W. & M. Zijlstra, 1996.** Ganzen in Oostelijk- en Zuidelijk Flevoland 1972/73 - 1991/92. Flevobericht 385. Rijkswaterstaat Directie IJsselmeergebied, Lelystad.

- Fustec, J., T. Lode, D. Le Jacques & J.P. Cormier, 2001.** Colonization, riparian habitat selection and home range size in a reintroduced population of European beavers in the Loire. *Freshwater Biology* 46: 1361-1371.
- Gillings, S., R.J. Fuller, & W.J. Sutherland, 2005.** Diurnal studies do not predict nocturnal habitat choice and site selection of European golden-plovers (*Pluvialis apricaria*) and Northern lapwings (*Vanellus vanellus*). *Auk* 122: 1249-1260.
- Gils, J.A. van & W. Tijssen, 2007.** Short-term foraging costs and long-term fueling rates in central-place foraging swans revealed by giving-up exploitation times. *American Naturalist* 169: 609-620.
- Guillemain M., J.-Y. Mondain-Monval, E. Weissenbacher, A.-L. Brochet, & A. Olivier, 2008.** Hunting bag and distance from nearest day-roost in Camargue ducks. *Wildlife Biology* 14: 379 - 385.
- Haarsma, A.-J. & A.H. Tuitert, 2009.** An overview and evaluation of methodologies for locating the summer roosts of Pond bats (*Myotis dasycneme*) in the Netherlands. *Lutra* 52: 47-64.
- Heijligers, W., R. van der Vliet, G. Claessen en M. Schasfoort, 2016.** Basisrapport NW380kV: Simflux. Model vliegfluxen en draadslachtoffers hoogspanningsverbindingen. Rapport Tauw BV i.o.v. TenneT TSO, kenmerk R002-1241634WCH-hgm-V01.
- Heijligers, W. en C. Wegstapel, 2016.** Basisrapport NW380kV: draadslachtoffers. Effecten 380 kV-hoogspanningsverbinding op vogels door aanvaringen. Rapport Tauw BV i.o.v. TenneT TSO met kenmerk R004-1241634WCH-hgm-V02, 21 december 2016.
- Hornman M., F. Hustings, K. Koffijberg, E. van Winden, SOVON Ganzen- en Zwanenwerkgroep & L. Soldaat, 2011.** Watervogels in Nederland in 2008/2009. Sovon-monitoringrapport 2011/03, Waterdienst-rapport BM 10.24. SOVON Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.
- van der Hut, R.G.M., M. Kersten, F. Hoekema & A. Brenninkmeijer, 2007.** Kustvogels in het Wadden- en Deltagebied. Verspreidingskaarten van kustvogels ten behoeve van het calamiteitensysteem CALAMARIS. A&W-rapport 907. Altenburg & Wymenga, Veenwouden.
- van der Hut, R.M.G., E.O. Folmer, K. Koffijberg, M. van Roomen, E. van der Zee & J. Stahl 2014.** Vogels langs de randen van het Wad, Verkenning van knelpunten en kansen op broedlocaties en hoogwatervluchtplaatsen. A&W-rapport 1982, Sovon rapport 2014/12. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek Feanwâlden, Ecospace Lemmer, SOVON Vogelonderzoek Nijmegen & Bureau Waardenburg Culemborg.
- Klop, E., R. de Jong, C. van der Weyde & A. Brenninkmeijer 2012.** Monitoring vogelslachtoffers hoogspanningslijnen Eemshaven, Jaarrapportage 2011 - 2012. A&W-rapport 1813. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden.

- Koffijberg, K., L. Dijkse, B. Hälterlein, K. Laursen, P. Potel & P. Sudbeck, 2006.** Breeding birds in the Wadden Sea in 2001. Results of the total survey 2001 and trends in numbers between 1991-2001. Wadden Sea Ecosystem 22. CWSS, TMAG & JMMB, Wilhelmshaven.
- Legagneux, P., C. Blaize, F. Latraunbe, J. Gautier & V. Bretagnolle, 2009.** Variation in home-range size and movements of wintering dabbling ducks. *Journal of Ornithology* 150: 183-193.
- Lok, T., O. Overdijk, H. Horn & T. Piersma, 2009.** De lepelaarpopulatie van de Wadden: komt het einde van de groei in zicht? *Limosa* 82: 149-157.
- Meeuwse, H. & K. van Scharenburg, 1988.** Vogelconcentraties in Groningen. Provinciale Planologische Dienst van de provincie Groningen afdeling Landinrichting. Groningen.
- Ministerie van LNV, 2005.** Algemene Handreiking Natuurbeschermingswet 1998, Den Haag.
- Ministerie van LNV, 2008.** Profielen habitattypen en soorten. Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Den Haag.
- Ministerie van LNV, 2009.** Aanwijzingsbesluit Natura 2000-gebied Waddenzee. Besluit minister van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit d.d. 26 februari 2009. Directie Regionale Zaken kenmerk DRZO/2008-001
- Nolet, B.A., J.M. Baveco & H. Kuipers, 2009.** Evaluatie Opvangbeleid 2005-2008 overwinterende ganzen en smienten. Deelrapport 2. Een modelberekening van de capaciteit van opvanggebieden voor overwinterende ganzen en smienten. Alterra-rapport 1840. Alterra, Wageningen.
- Provincie Drenthe, 2016.** Beheerplan Leekstermeergebied. Ruimte voor vogels. Samenstelling Prolander in opdracht van de provincie Drenthe. Definitief rapport juli 2016, vastgesteld door Gedeputeerde Staten van Drenthe op 5 juli 2016.
- Rasmussen, L-M., D.M. Fleet, B. Hälterlein, B.J. Koks, P. Potel & P. Südbek, 2000.** Breeding birds in the Wadden Sea in 1996. Wadden Sea Ecosystem No. 10. Common Wadden Sea Secretariat, Wilhelmshaven.
- Rijkswaterstaat, 2009.** Verruiming Vaargeul Eemshaven-Noordzee: Passende Beoordeling. 9S4530.A0/R0012/LVNI/Gron. Groningen.
- SOVON Vogelonderzoek Nederland, 2009.** Aantallen en verspreiding van de Nederlandse vogelsoorten. Op: www.sovon.nl. Laatst bezocht: 05 november 2009.
- SOVON Vogelonderzoek Nederland, 2017.** Actualisatie vogelinformatie tracégebied 380 kV EOS – VVL. SOVON Vogelonderzoek Nederland in opdracht van Tauw BV, 1 juni 2017. SOVON Rapport 2017/20.
- Verhagen, R. en M. Korthorst, 2017.** Draadslachtofferonderzoek ten behoeve van de gebruiksfase voor de tijdelijke 380 kV lijnverbinding EEM380 – EOS380 te Eemshaven. Antea in opdracht van TenneT TSO, definitief rapport d.d. 13 maart 2017, kenmerk 414460-NT-03.
- Vliet, R. van der, W. Heijligers & J. Tilborghs, 2011.** Maximale foerageerstanden. Op een rij gezet voor 97 beschermde vogelsoorten. *Toets* 18(4): 6-10.

- Vliet, R. van der en M. Boerefijn, 2014.** Kennisdocument over draadslachtoffers in Nederland. Overzicht van theoretische achtergronden en resultaten van literatuur- en veldonderzoek. Rapport Tauw BV in opdracht van TenneT TSO, definitief. Juli 2014, kenmerk R001-4758408RVJ-cri-V01-NL.
- Vogelbescherming, 2009.** 'De Trekroute'. Op: www.vogelbescherming.nl. Laatst bezocht: 3 februari 2010.
- Voous, K.H. 1986.** Roofvogels en uilen van Europa. Brill, Leiden.
- Voslamber, B., 1994.** De ontwikkeling van de broedvogelaantallen van de Lepelaar *Platalea leucorodia* in Nederland in de periode 1961-93. Limosa 67:89-94.
- Wiersma, P. & K. van Dijk, 2009.** Hoogwatervluchtplaatsen op de kaart van het waddengebied (deel 2): kleine eilanden, platen en vastelandkust van Groningen. Sovon-informatierapport 2009/20. SOVON Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen.
- Willems, F., C. van Turnhout, W.-B. Loos & D. Zoetebier, 2006.** Belang van het Nederlandse duin- en kustgebied voor broedvogels. Sovon-onderzoeksrapport 2006/07. SOVON Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen.
- van der Winden, J., G. Bonhof, A. Bak, & P.W. van Horsen, P.W. 2004.** Leefgebieden van moerasvogels in agrarisch gebied. Ligging en kwaliteit van foerageergebieden van Lepelaar, Purperreiger en Zwarte Stern. Rapport 03-055. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Bijlage

1

Resultaten Aeriusberekeningen

AERIUS CALCULATOR

Dit document bevat resultaten van een stikstofdepositieberekening met AERIUS Calculator. U dient dit document te gebruiken ter onderbouwing van een vergunningaanvraag in het kader van de Wet natuurbescherming.

De resultaten geven de stikstofeffecten van deze activiteit weer voor Natura 2000-gebieden. AERIUS Calculator maakt enkel voor de PAS-gebieden inzichtelijk welke stikstofgevoelige habitattypen er voor komen en op welke hiervan een effect is. Op basis hiervan is aangegeven voor hoeveel hectares ontwikkelingsruimte benodigd is.

De berekening op basis van stikstofemissies gaat uit van de componenten ammoniak (NH_3) en stikstofoxide (NO_x), of één van beide. Hiermee is de depositie van de activiteit berekend en uitgewerkt.

Wilt u verder rekenen of gegevens wijzigen? Importeer de pdf dan in de Calculator.

Berekening Situatie 1

- ▶ Kenmerken
- ▶ Emissie
- ▶ Depositie natuurgebieden
- ▶ Depositie habitattypen

Verdere toelichting over deze PDF kunt u vinden in een bijbehorende leeswijzer. Deze leeswijzer en overige documentatie is te raadplegen via: www.aerius.nl en pas.naturazoo.nl.

AERIUS CALCULATOR

Contact

Rechtspersoon	Inrichtingslocatie
TenneT	nb, nb nb

Activiteit

Omschrijving	AERIUS kenmerk
TenneT	RWkUoZkJbwao

Datum berekening	Rekenjaar
12 mei 2017, 14:28	2017

Tijdelijk project, startjaar	Duur in jaren
2017	1

Totale emissie

	Situatie 1
NOx	18.181,87 kg/j
NH ₃	< 1 kg/j

Depositie

Hectare met
hoogste project-
bijdrage (mol/ha/j)

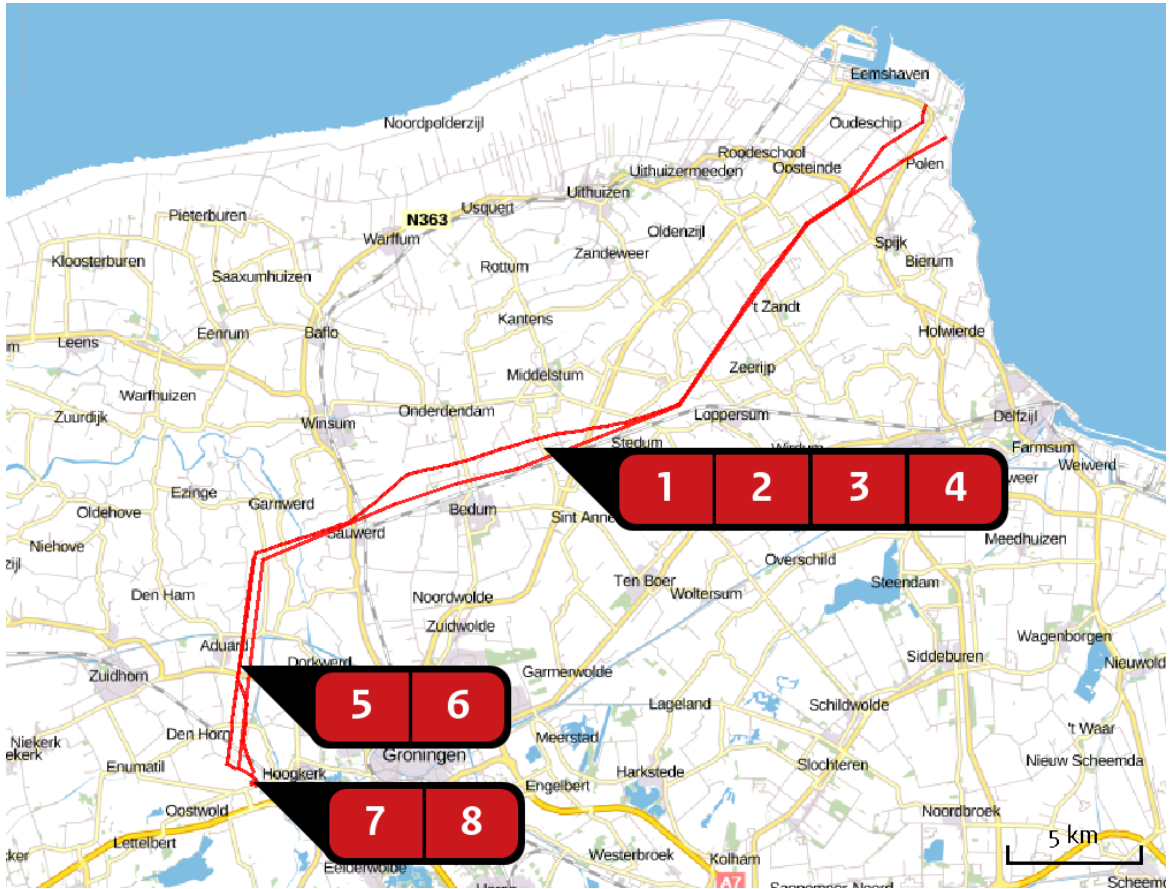
Natuurgebied	Provincie
-	-

Situatie 1
-

Toelichting

Aanlegfase NW380kV en sloop 220kV en 110kV

Locatie
Situatie 1



Emissie
(per bron)
Situatie 1



Naam **NW380kV EOS-VVL verkeer**
 Locatie (X,Y) **238532, 593993**
 Uitstoothoogte **2,5 m**
 Warmteinhoud **0,000 MW**
 NOx **163,33 kg/j**
 NH3 **< 1 kg/j**

Soort	Voertuig	Aantal voertuigen (/dag)	Stof	Emissie
Standaard	Zwaar vrachtverkeer	1,0	NOx NH3	163,33 kg/j < 1 kg/j



Naam **NW38okV EOS-VVL mobiele werktuigen**
 Locatie (X,Y) **238532, 593993**
 NOx **12.962,30 kg/j**

Voertuig	Omschrijving	Brandstof verbruik (l/j)	Uitstoot hoogte (m)	Spreading (m)	Warmte inhoud (MW)	Stof	Emissie
AFW	Mobiele werktuigen		4,0	4,0	0,0	NOx	12.962,30 kg/j



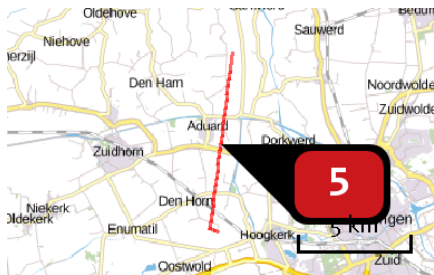
Naam **sloop bestaande 22okV verkeer**
 Locatie (X,Y) **238654, 593223**
 Uitstoothoogte **2,5 m**
 Warmteinhoud **0,000 MW**
 NOx **161,26 kg/j**
 NH3 **< 1 kg/j**

Soort	Voertuig	Aantal voertuigen (/dag)	Stof	Emissie
Standaard	Zwaar vrachtverkeer	1,0	NOx NH3	161,26 kg/j < 1 kg/j



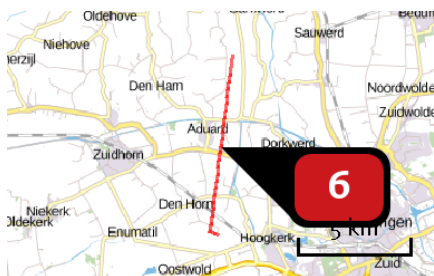
Naam **sloop bestaande 22okV mobiele werktuigen**
 Locatie (X,Y) **238654, 593223**
 NOx **2.534,40 kg/j**

Voertuig	Omschrijving	Brandstof verbruik (l/j)	Uitstoot hoogte (m)	Spreading (m)	Warmte inhoud (MW)	Stof	Emissie
AFW	mobiele werktuigen		4,0	4,0	0,0	NOx	2.534,40 kg/j



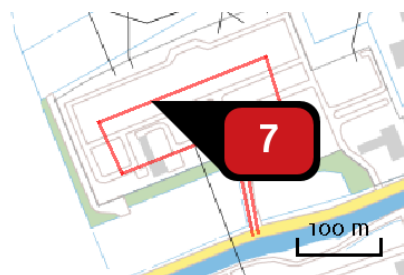
Naam **bestaande 110kV verkeer**
 Locatie (X,Y) **227170, 585443**
 Uitstoothoogte **2,5 m**
 Warmteinhoud **0,000 MW**
 NOx **33,10 kg/j**
 NH3 **< 1 kg/j**

Soort	Voertuig	Aantal voertuigen (/dag)	Stof	Emissie
Standaard	Zwaar vrachtverkeer	1,0	NOx NH3	33,10 kg/j < 1 kg/j



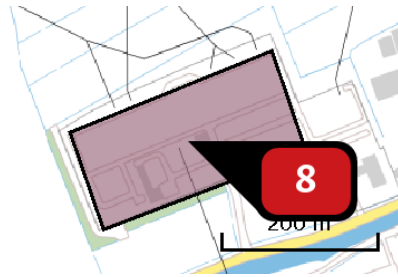
Naam **bestaande 110kV mobiele werktuigen**
 Locatie (X,Y) **227170, 585443**
 NOx **528,00 kg/j**

Voertuig	Omschrijving	Brandstof verbruik (l/j)	Uitstoot hoogte (m)	Spreiding (m)	Warmte inhoud (MW)	Stof	Emissie
AFW	mobiele werktuigen	4,0	4,0	4,0	0,0	NOx	528,00 kg/j



Naam **verkeer station Vierverlaten**
 Locatie (X,Y) **227665, 581077**
 Uitstoothoogte **2,5 m**
 Warmteinhoud **0,000 MW**
 NOx **160,28 kg/j**
 NH3 **< 1 kg/j**

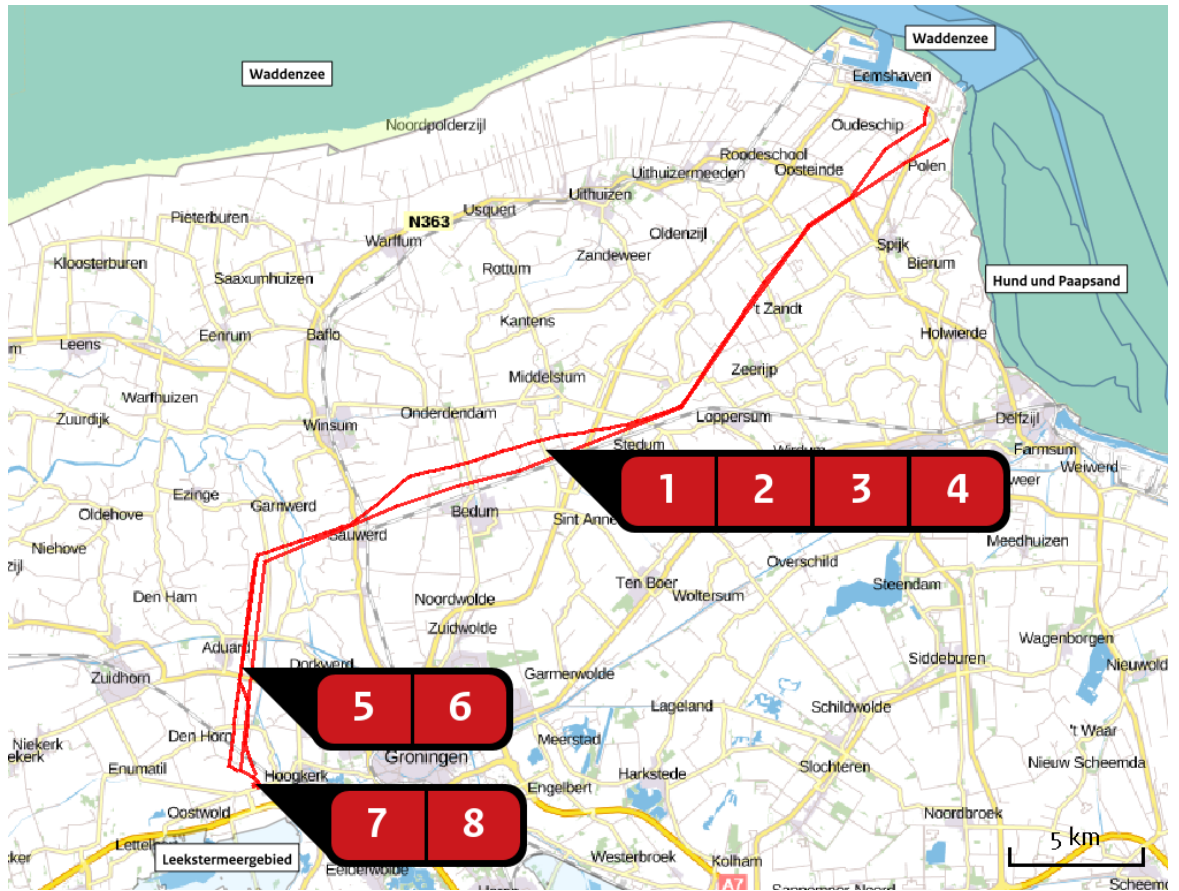
Soort	Voertuig	Aantal voertuigen (/dag)	Stof	Emissie
Standaard	Zwaar vrachtverkeer	50,0	NOx NH3	160,28 kg/j < 1 kg/j



Naam **Werktuigen station VVL**
 Locatie (X,Y) **227717, 581066**
 NOx **1.639,20 kg/j**

Voertuig	Omschrijving	Brandstof verbruik (l/j)	Uitstoot hoogte (m)	Spreiding (m)	Warmte inhoud (MW)	Stof	Emissie
AFW	werktuigen		4,0	4,0	0,0	NOx	1.639,20 kg/j

Deposities natuurgebieden



Hoogste projectbijdrage

Hoogste projectbijdrage per natuurgebied

- Habitatrichtlijn
- Vogelrichtlijn
- Habitatrichtlijn, Vogelrichtlijn

Disclaimer

Hoewel verstrekte gegevens kunnen dienen ter onderbouwing van een vergunningaanvraag, kunnen er geen rechten aan worden verleend. De eigenaar van AERIUS aanvaardt geen aansprakelijkheid voor de inhoud van de door de gebruiker aangeboden informatie. Bovenstaande gegevens zijn enkel bruikbaar tot er een nieuwe versie van AERIUS beschikbaar is. AERIUS is een geregistreerd handelsmerk in Europa. Alle rechten die niet expliciet worden verleend, zijn voorbehouden.

Rekenbasis

Deze berekening is tot stand gekomen op basis van:

AERIUS versie 2016_20170324_a9b5d9a5ef

Database versie 2016_20170301_feb336c45f

Voor meer informatie over de gebruikte methodiek en data zie:

<https://www.aerius.nl/nl/factsheets/release/aerius-calculator-2015-handboek-o>

Bijlage

2

Rapportage SOVON Vogelonderzoek Nederland

Actualisatie vogelinformatie tracégebied 380 kV EOS - VVL



Dit rapport is samengesteld
in opdracht van



Colofon

© SOVON Vogelonderzoek Nederland 2017

Dit rapport is samengesteld in opdracht van Tauw

Wijze van citeren: Sovon. 2017. Actualisatie Vogel informatie Tracégebied 380 kV EOS-VVL. Sovon-rapport 2017/20. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.

Niets uit dit rapport mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar worden gemaakt d.m.v. druk, fotokopie, microfilm, of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Sovon en/of opdrachtgever.

Inhoud

Colofon.....	2
Inhoud.....	2
1. Inleiding	3
2. Actualiteit data voor het model Simflux	4
3. Actuele betekenis tracégebied en omgeving	8
Literatuur	23

1. Inleiding

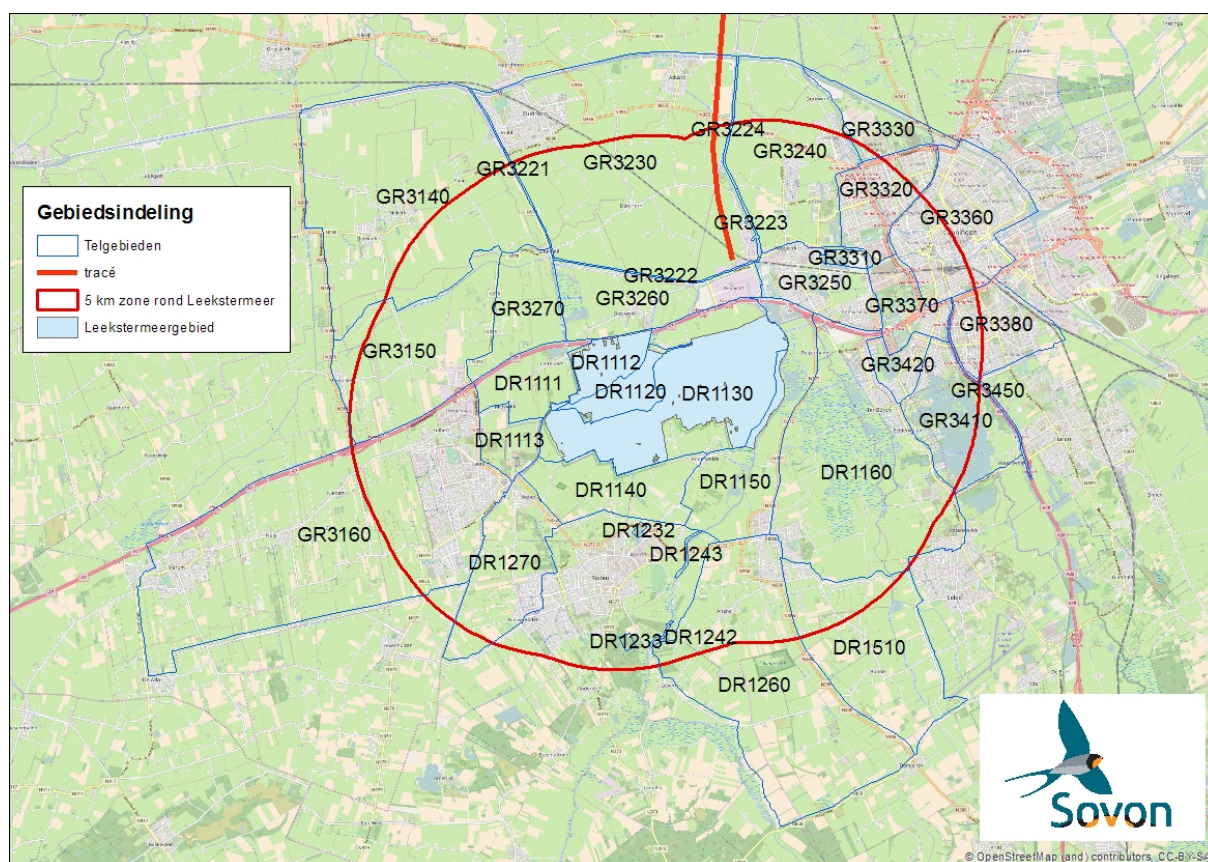
Voor een effectberekening van het aantal draadslachtoffers onder vogels ten gevolge van de 380 kV hoogspanningsverbinding “Eemshaven Oudeschip – Vierverlaten” is een model (Simflux) gebouwd dat onder andere vliegbewegingen in kaart brengt en het aantal aanvaringslachtoffers berekent (Heijligers *et al.* 2015). Bij dit model is gebruik gemaakt van watervogeldata van Sovon.

Bij de beoordeling van de vergunning- en ontheffingaanvraag in het kader van de Wet natuurbescherming heeft bevoegd gezag vragen gesteld over het voorspellende vermogen van het model, mede gelet op de leeftijd van de brongegevens (2003-2008). Om de werking van het model nader te kunnen duiden wenst Tauw te beschikken over geactualiseerde telgegevens. Daarnaast wenst Tauw nader inzicht te krijgen in de soortenrijkdom langs het Groningse tracé-gebied, en dan met name het verschil tussen het Eemshavengebied en het Groningse Achterland.

In deze rapportage wordt de gevraagde informatie gepresenteerd.

2. Actualiteit data voor het model Simflux

De gevolgen van de hoogspanningsverbinding zijn o.a. in beeld gebracht met het model Simflux. Het model brengt het netwerk aan vliegbewegingen in beeld, wijst hotspots aan met grote aanvaringskans en berekent het aantal vogelslachtoffers (Heijligers et al. 2015). Als input voor het model zijn data van aantallen foeragerende vogels in de periode 2003-2008 gebruikt. De brongegevens zijn inmiddels enigszins gedateerd wat de vraag heeft doen opwerpen of meer actuele telgegevens nopen tot een nadere kritische beschouwing van Simflux in het geval van de effectbeoordeling van 380 kV hoogspanningsverbinding “Eemshaven Oudeschip – Vierverlaten (EOS-VVL). Om hier meer zicht op te krijgen zijn de meest actuele monitoringtelgegevens van watervogels (seizoenen 2011/12 tot en met 2015/16) afgezet tegen de dataset over de seizoenen 2003/2004 tot en met 2008/2009. Dit is gedaan voor de telgebieden die zich in de 5 km-zone rondom het Leekstermeergebied bevinden (figuur 1).

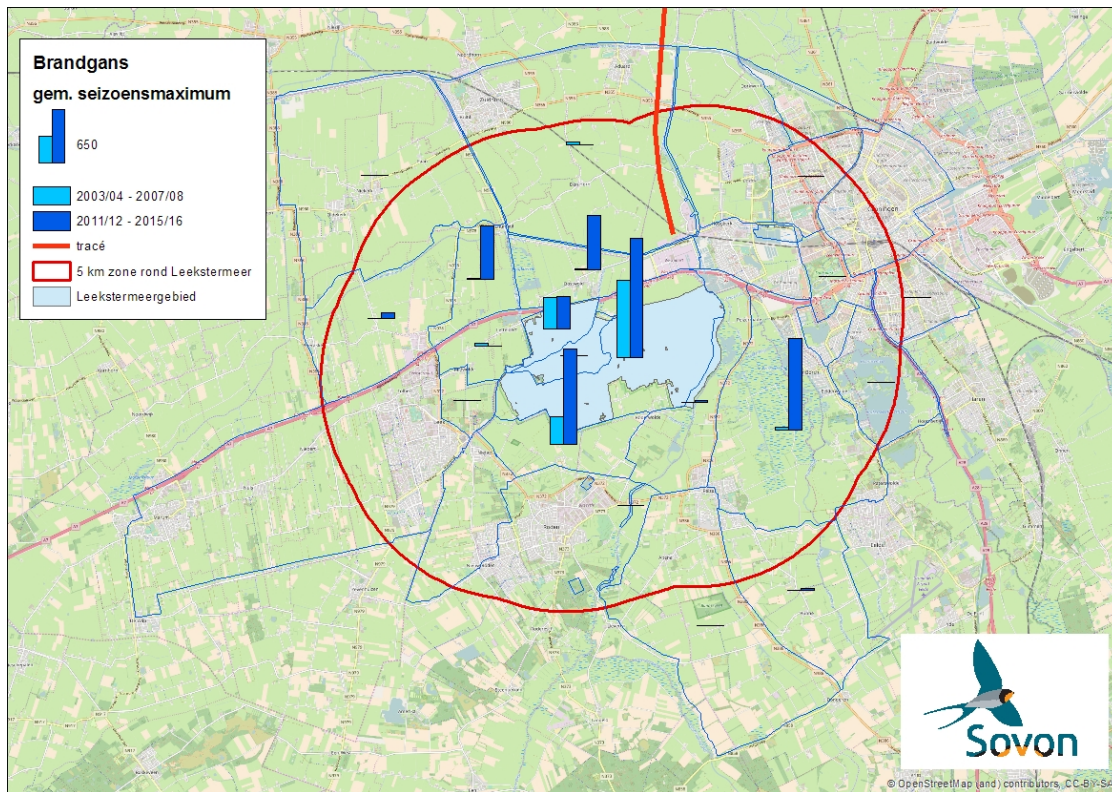


Figuur 1. In beschouwing genomen telgebieden rond het Leekstermeer.

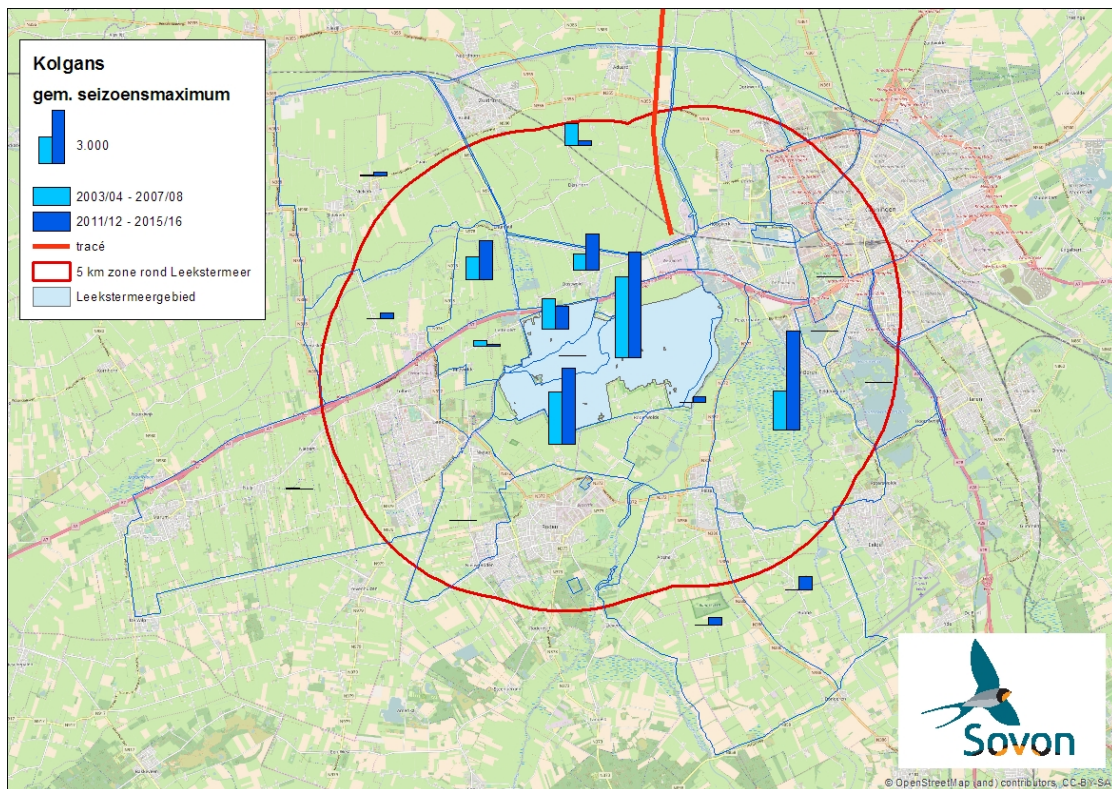
Voor de drie relevante soorten (Brandgans, Kogans, Smient) zijn de verschillen visueel gepresenteerd. Figuur 2 maakt duidelijk dat de Brandgans is toegenomen. Dit is het geval in alle telgebieden, het meest in de Onlanden ten zuidoosten van het Leekstermeer. Dit patroon doet zich ook voor bij de Kogans (figuur 3), behalve dat de toename minder groot is. In het uiterste noorden van het gebied lijkt de Kogans iets afgenomen. De Smient laat een sterk afwijkend beeld zien (figuur 4). De soort is in alle telgebieden afgenomen, uitgezonderd in de Onlanden ten zuidoosten van het Leekstermeer, waar juist een toename heeft plaatsgevonden.

In de ruimtelijke verspreiding hebben zich geen duidelijke veranderingen voorgedaan, behalve in enige mate bij de Smient, waar een verschuiving in zuidoostelijke richting lijkt te hebben plaatsgevonden. Figuur 5 toont de populatietrends in het Natura 2000-gebied Leekstermeer en het in beschouwing genomen grotere gebied. Brandgans en Kogans nemen duidelijk toe, de Smient af. Deze situatie komt in grote lijnen overeen met de landelijke ontwikkeling (Hornman *et al.* 2016). Landelijk gezien zijn de aantallen overwinterende Koganzens sinds 2005 stabiel, daarentegen nemen de aantallen Brandganzen nog steeds toe, ook lijkt de periode van exponentiele toename heel recent af te vlakken. Landelijk neemt

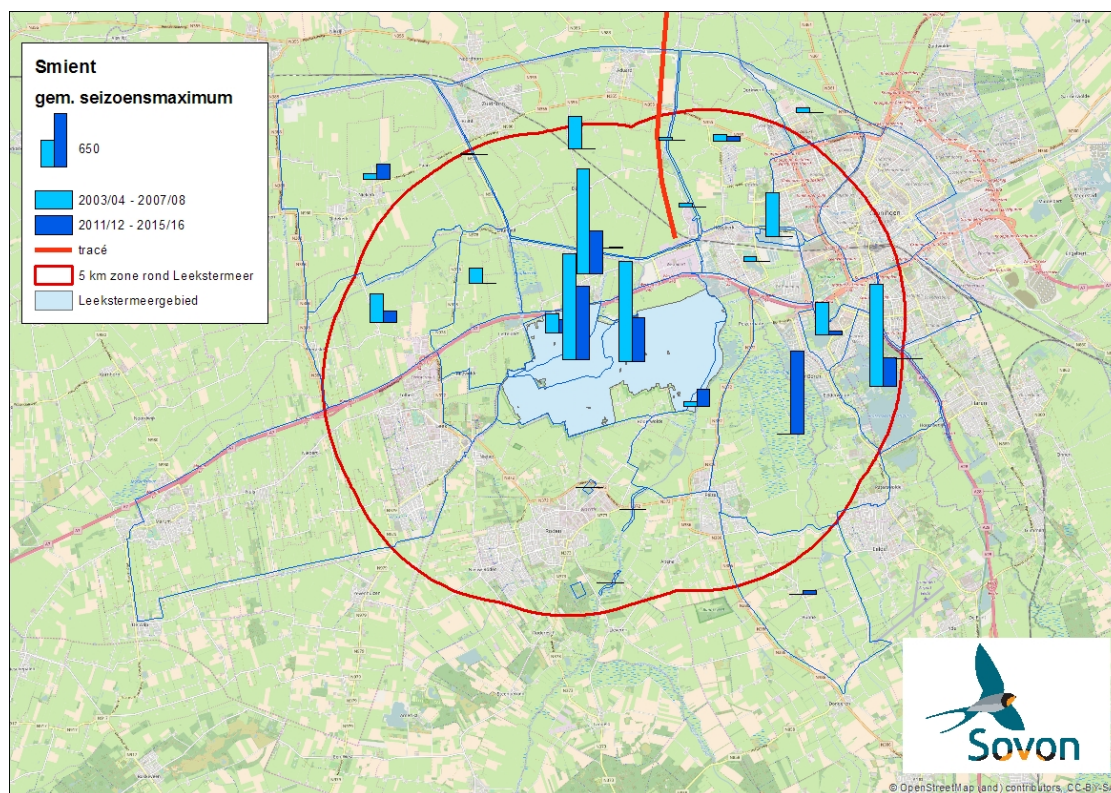
de Smient na het jaar 2000 in aantallen af, waarschijnlijk mede veroorzaakt door een verschuiving van het overwinteringsgebied naar het noorden in zachtere winters.



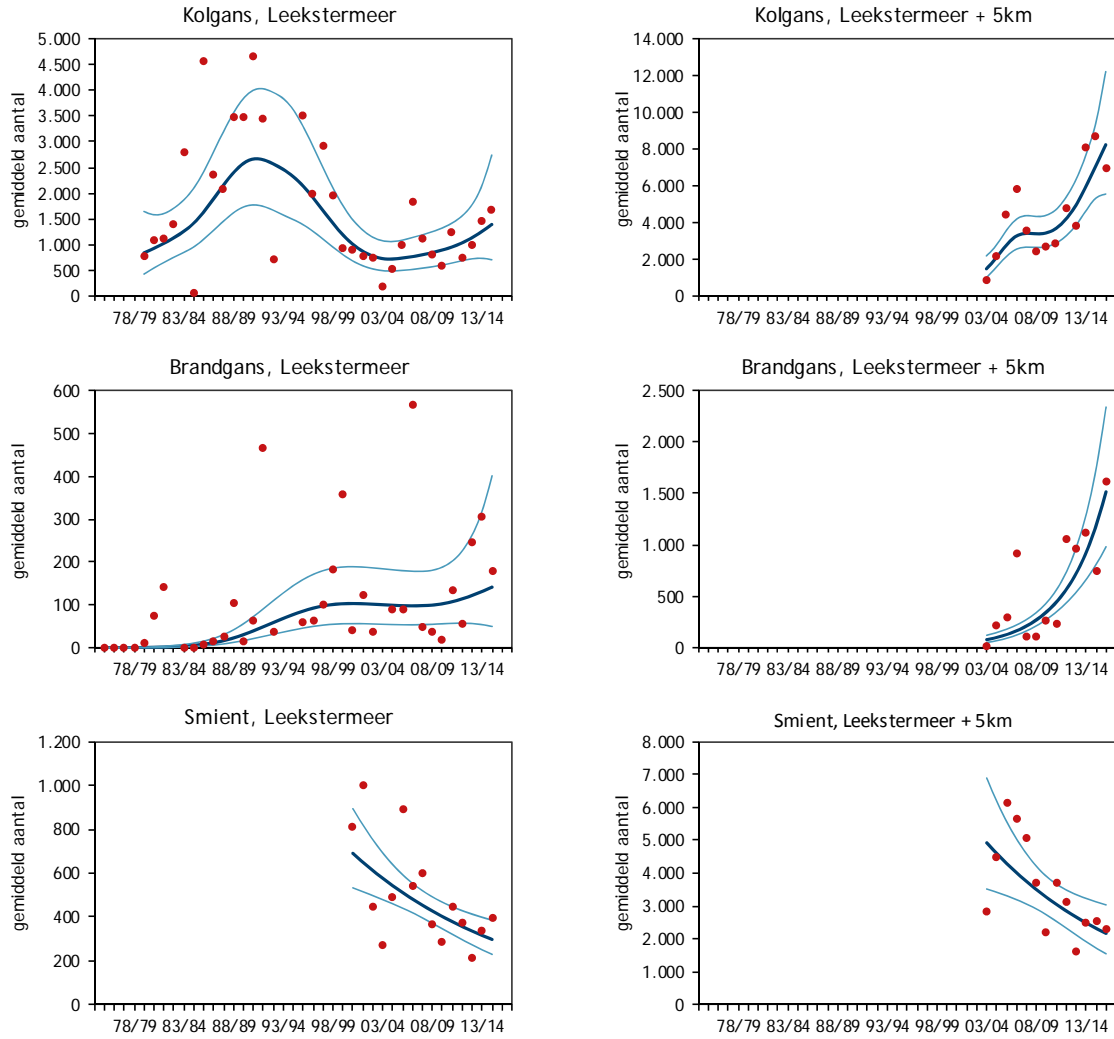
Figuur 2. Verschillen in het gemiddeld aantal Brandganzen (seizoensmaximum) per telgebied (zie blauwe lijnen) in 2011/12 tot en met 2015/16, afgezet tegen 2003/04 tot en met 2007/08



Figuur 3. Verschillen in het gemiddeld aantal Kolganzen (seizoensmaximum) per telgebied (zie blauwe lijnen) in 2011/12 tot en met 2015/16, afgezet tegen 2003/04 tot en met 2007/08



Figuur 4. Verschillen in het gemiddeld aantal Smienten (seizoensmaximum) per telgebied (zie blauwe lijnen) in 2011/12 tot en met 2015/16, afgezet tegen 2003/04 tot en met 2007/08.



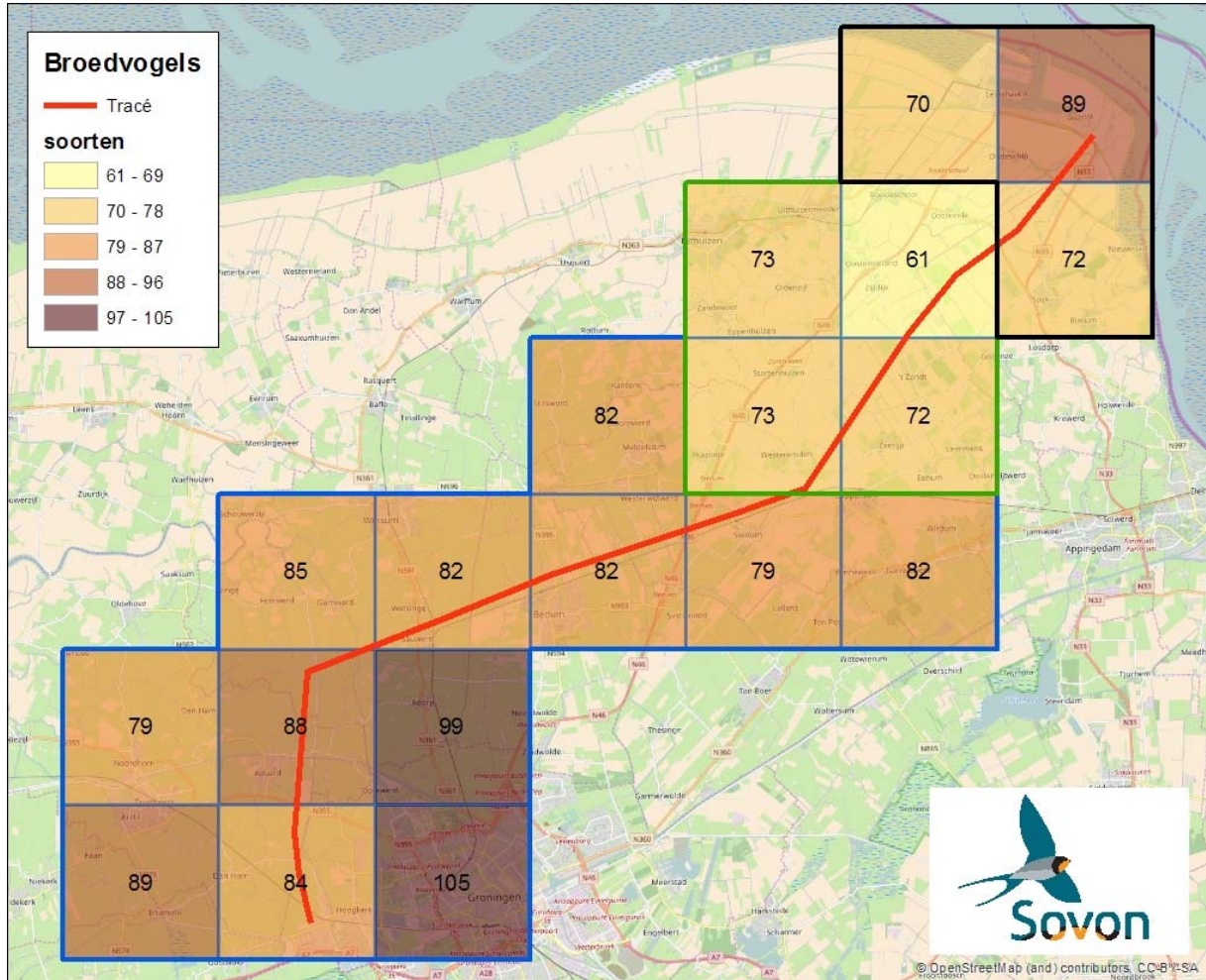
Figuur 5. Trends van Kolgans, Brandgans en Smient in het Natura 2000-gebied Leekstermeer en in het Natura 2000-gebied alsmede een strook van ca. 5 km daaromheen. De trendlijn in de grafieken is berekend met TrendSpotter (donkere lijn), de licht blauwe lijnen markeren de bijbehorende 95% betrouwbaarheidsintervallen.

3. Actuele betekenis tracégebied en omgeving

Om de na te gaan of de informatie die is betrokken bij de onderbouwing van de vergunningaanvraag en de ontheffingsaanvraag in het kader van de Wet natuurbescherming nog actueel is, is Sovon gevraagd om een zo recent mogelijk beeld te schetsen van de betekenis van de omgeving van het tracégebied voor vogels. Daarbij is met name het verschil tussen het Eemshavengebied en het Groningse Achterland van belang.

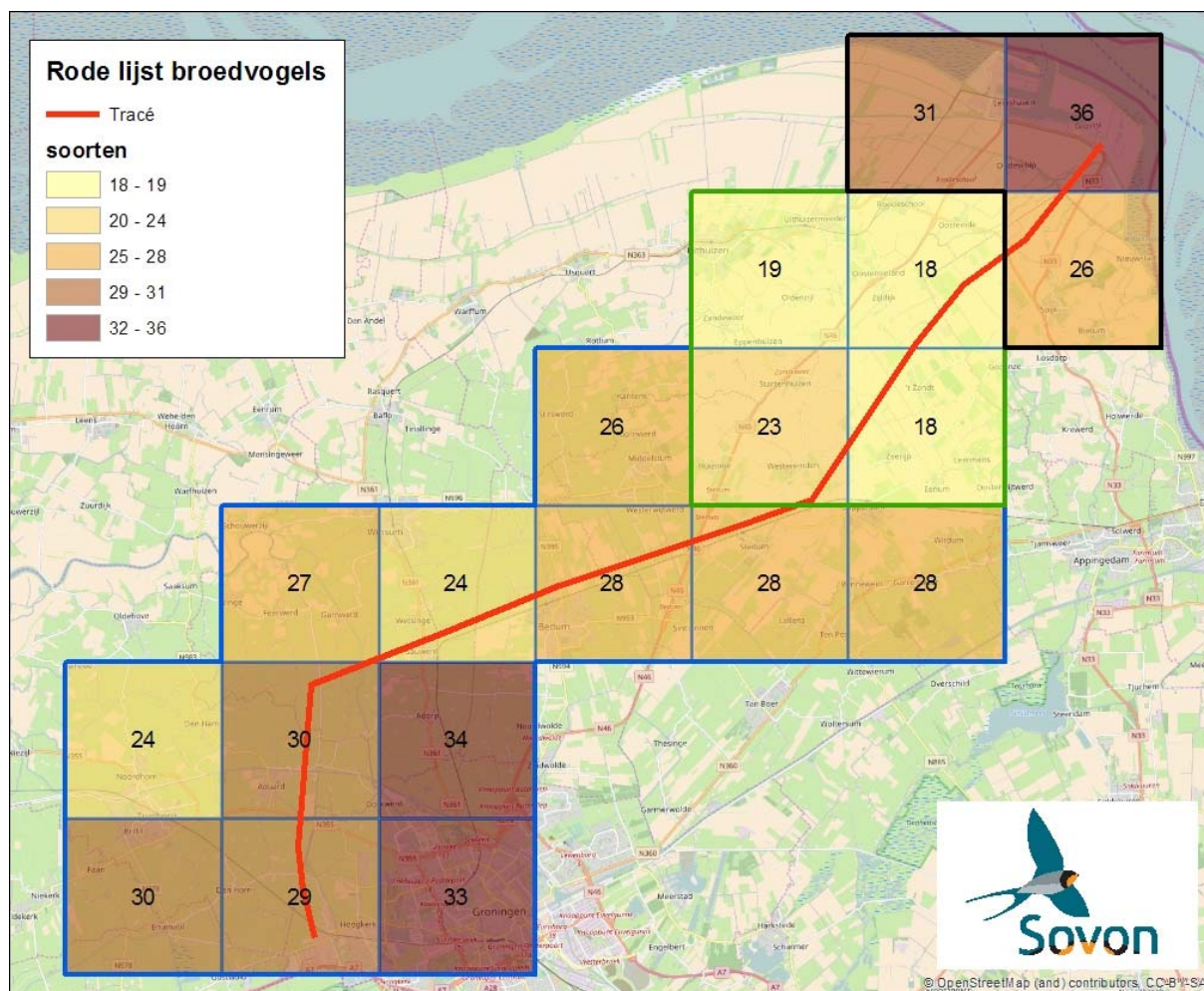
De betekenis van een bepaalde regio voor vogels kan op verschillende manieren in beeld gebracht worden. Gelet op de schaal is een gebiedsdekkende kartering op alle vogelsoorten in de praktijk niet goed haalbaar maar ook niet nodig indien gewerkt kan worden met een dataset van reproduceerbare informatie, verzameld in steekproefgebieden. De nieuwe dataset van de Atlas van de Nederlandse vogels, met veldwerk verricht in de periode december 2012 – zomer 2016, biedt die mogelijkheid. Op basis van deze dataset kan de verspreiding van vogels tot op een schaalniveau van 250*250m voorspeld worden aan de hand van ruimtelijke modellen (Schekkerman *et al.* 2012). Dit levert een omvangrijke informatiebron die een nadere analyse en beoordeling vraagt. Er zijn ook snellere alternatieven. Zo kan de verspreiding ook in regio's in beeld gebracht worden aan de hand van uurhokken (blokken van 5x5km). De tijdsbesteding van de basisonderdelen van het atlasprotocol (punttellingen en km-hok tellingen) is gelijk en biedt dus een goede onderlinge vergelijkingsbasis. Voor broedvogels en voor wintervogels (in december tot en met februari aanwezige soorten) kunnen op basis van de atlasgegevens verspreidingskaarten vervaardigd worden. Hiervoor worden per uurhok het aantal vastgestelde soorten in beeld gebracht. In Nederland komen ongeveer 300 vogelsoorten op min of meer regelmatige basis voor, en ook in regio's zal het al gauw gaan om meer dan 200 vogelsoorten. Om die informatie hanteerbaar te houden kunnen soorten worden samengevoegd in categorieën, bijvoorbeeld soorten met veel overeenkomsten in biotoopeisen, ofwel ecologische vogelgroepen (Sierdsema 1995, Sierdsema & Holtland 1997). Ook kan met de selectie van soorten per vogelgroep zodanig worden doorgevoerd dat 'generalisten', ofwel vogelsoorten die weinig eisen stellen aan hun leefomgeving (bijvoorbeeld Zwarte Kraai), kunnen worden uitgesloten van de analyse.

In de figuren 6 tot en met 19 is de betekenis of het gebruik van het tracégebied en omgeving in beeld gebracht. De figuren 6 en 7 (broedvogels) en 16 tot en met 19 (niet-broedvogels) brengen vooral de *betekenis* van het gebied in kaart. De figuren 8 tot en met 15 beschrijven voor het *gebruik* van het gebied door soorten die bepaalde biotoopeisen gemeen hebben. Het kaartbeeld is tevens beknopt geduid. In algemene zin is vooral het Eemshavengebied van belang, in wat mindere mate ook de twee uurhokken juist ten oosten van Vierverlaten, dus de westzijde van de stad Groningen.



Figuur 6. Aantal vastgestelde broedvogelsoorten per uurhok (5x5km) in de periode 2013-2016

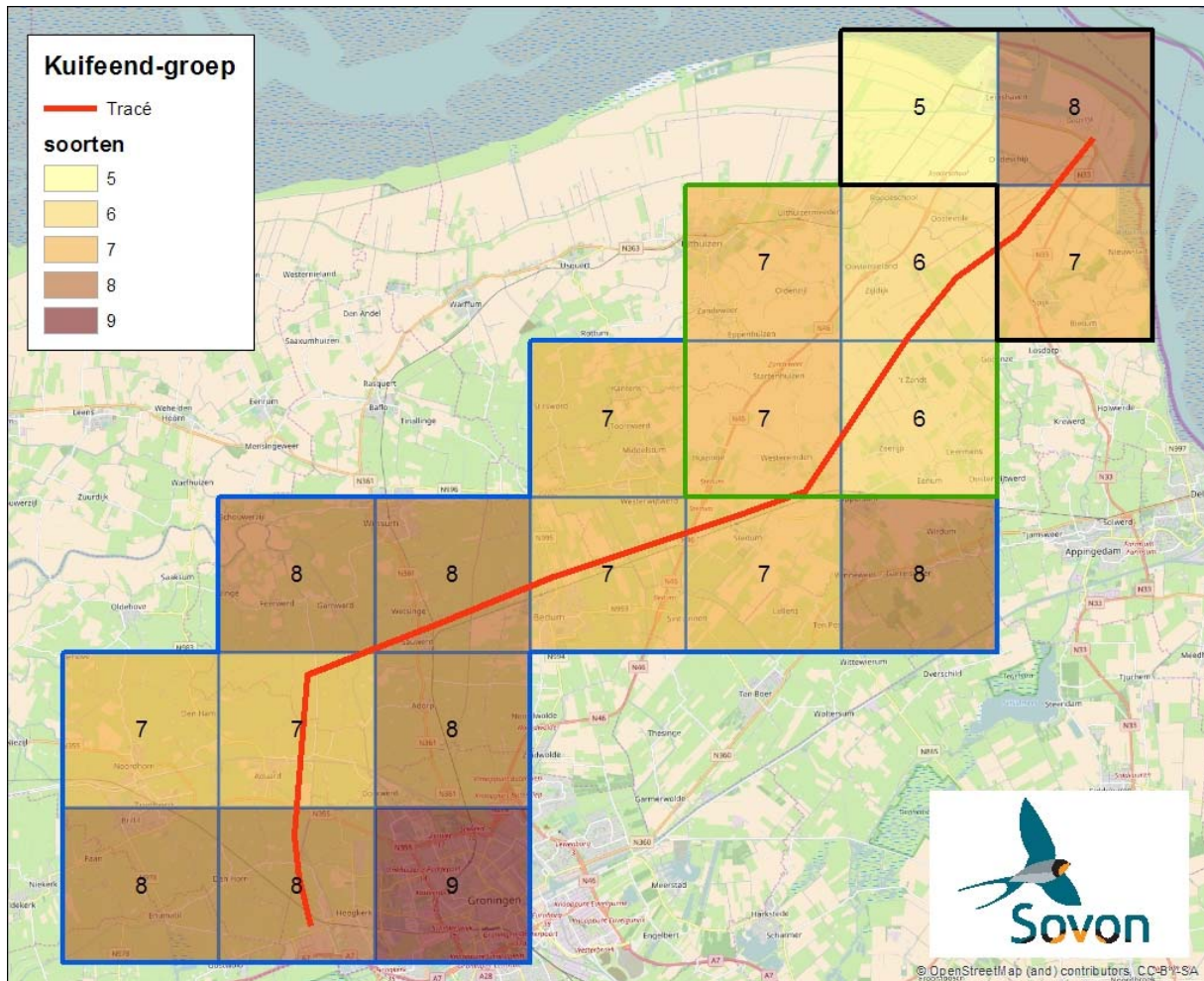
Figuur 6 geeft aan dat de meeste broedvogelsoorten zijn aangetroffen in het Eemshavengebied en net ten oosten van het zuidelijke deel van het tracé. In uurhokken met veel soorten bevinden zich soortenrijke biotopen (bijvoorbeeld kustbiotopen) of een grote verscheidenheid aan biotopen (bijvoorbeeld agrarisch cultuurland, moeras, bos en (sub)urbaan gebied).



Figuur 7 Aantal vastgestelde broedvogelsoorten per uurhok (5x5km) in de periode 2013-2016 de vermeld staan op de concept-Rode Lijst van bedreigde en kwetsbare broedvogelsoorten.

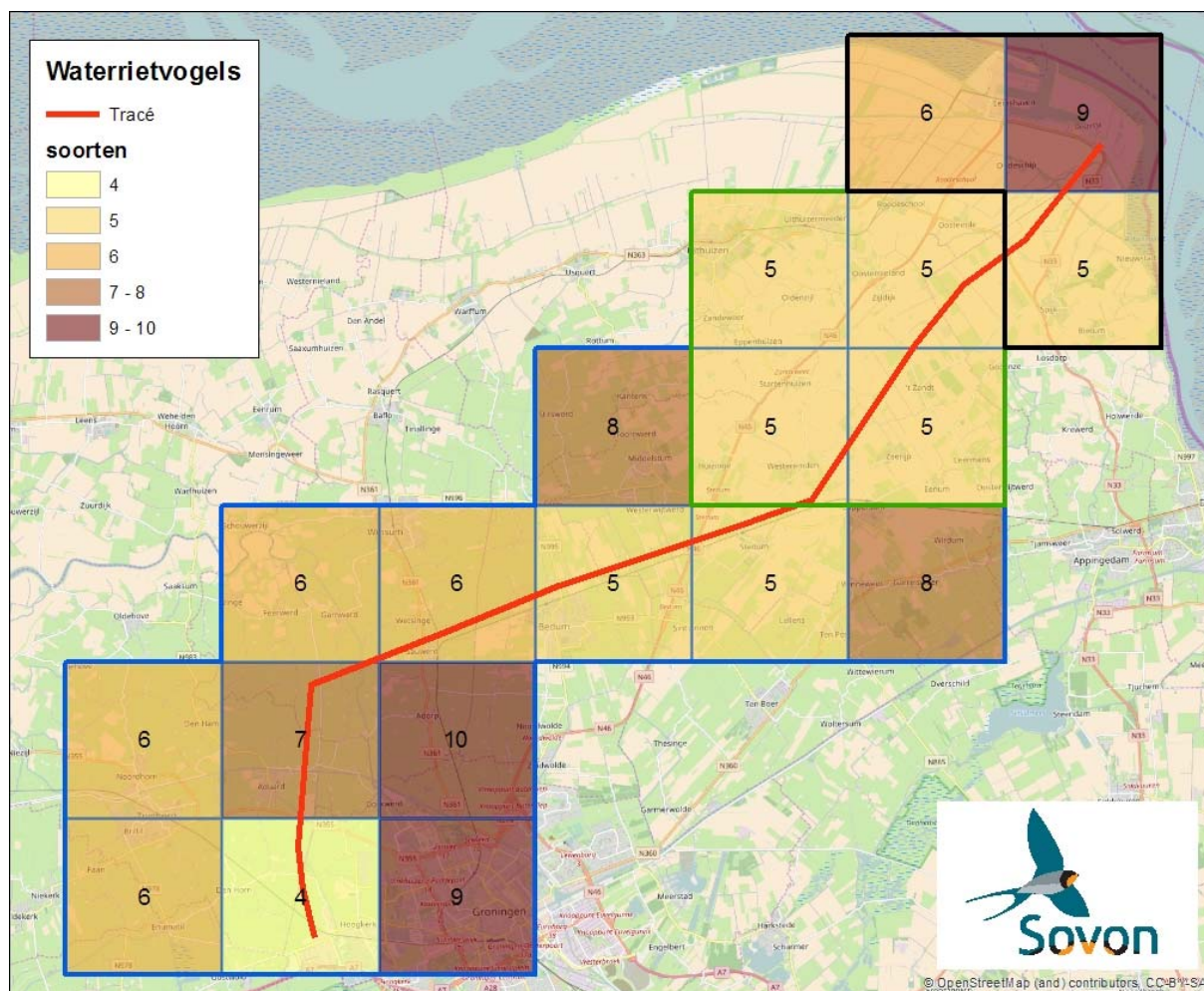
De nieuwe Rode Lijst voor zal naar verwachting na de zomer 2017 in de Staatscourant gepubliceerd worden en vervangt de vigerende Rode lijst die dateert uit 2004. In de lijst soorten opgenomen die inmiddels Bedreigd of Ernstig bedreigd zijn of waarvan het voorkomen als Gevoelig of Kwetsbaar beoordeeld wordt. Generalisten ofwel vogelsoorten die geen speciale of hoge eisen stellen aan het broedhabitat maken hier geen deel van uit.

De figuur geeft andere accenten dat figuur 1. Het relatieve belang van de Eemshaven en omgeving is groter. De verschillen tussen de Eemshaven en het gebied juist ten oosten van het zuidelijke deel van het tracégebied wordt groter.



Figuur 8 Aantal vastgestelde broedvogelsoorten per uurhok (5x5km) in de periode 2013-2016 van de soorten die worden gerekend tot de kuifeendgroep (Sierdsema 1995). Het gaat in deze groep om maximaal 10 soorten.

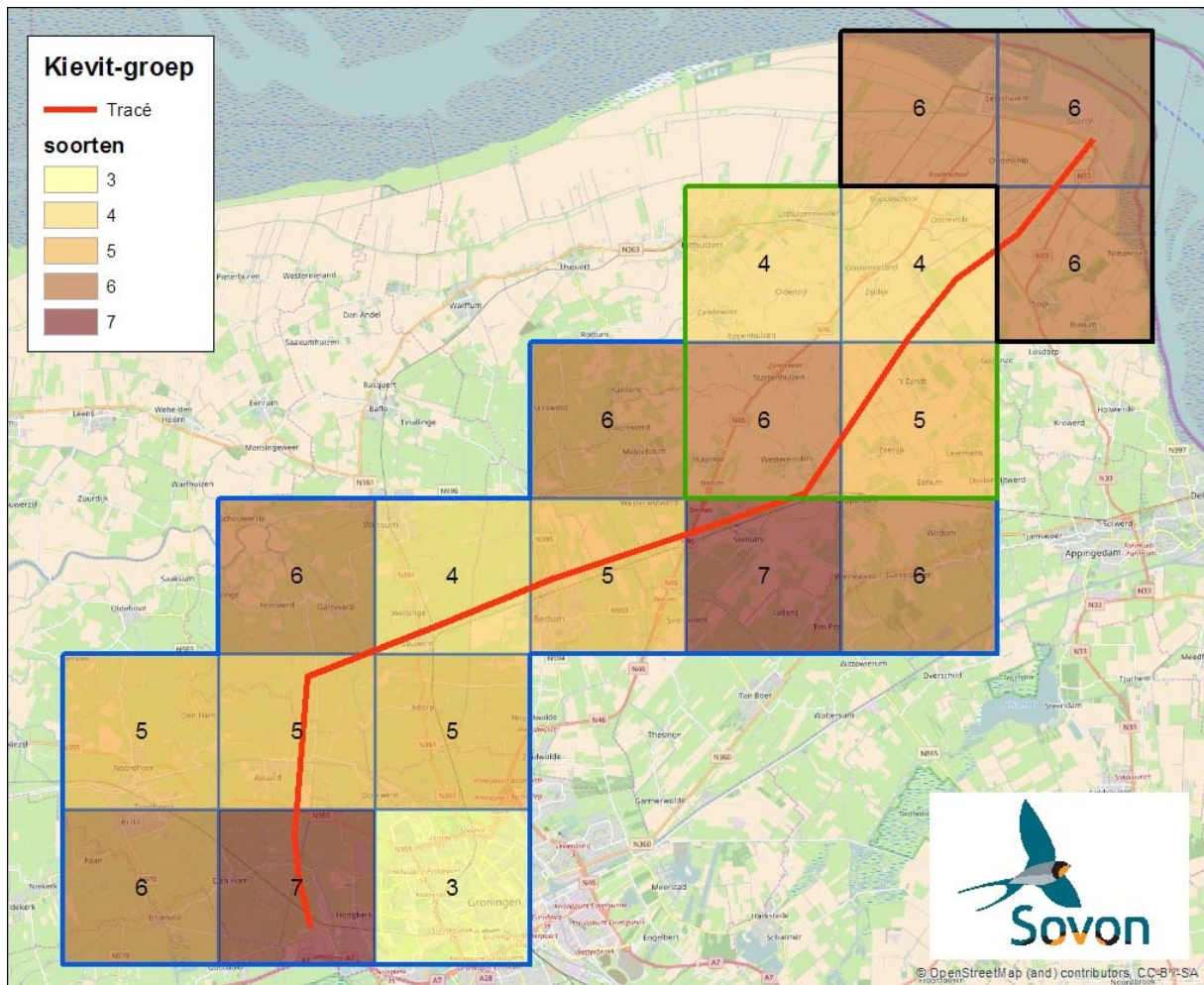
Deze groep van watervogels stelt weinig specifieke eisen. Ze zijn aan te treffen in allerlei soorten water; van voedselarm tot zeer voedselrijk. Oever- en waterplantenbegroeiing hoeft niet of slechts spaarzaam aanwezig te zijn. Tot de groep behoren de volgende broedvogelsoorten: Fuut, Knobbelzwaan, Grote Canadese Gans, Brandgans, Nijlgans, Bergeend, Mandarijneend, Wilde Eend, Kuifeend en Meerkoet.



Figuur 9. Aantal vastgestelde broedvogelsoorten per uurhok (5x5km) in de periode 2013-2016 van de soorten die worden gerekend tot de ecologische groep waterrietvogels (Sierdsema 1995). Het gaat in deze groep om maximaal 18 soorten.

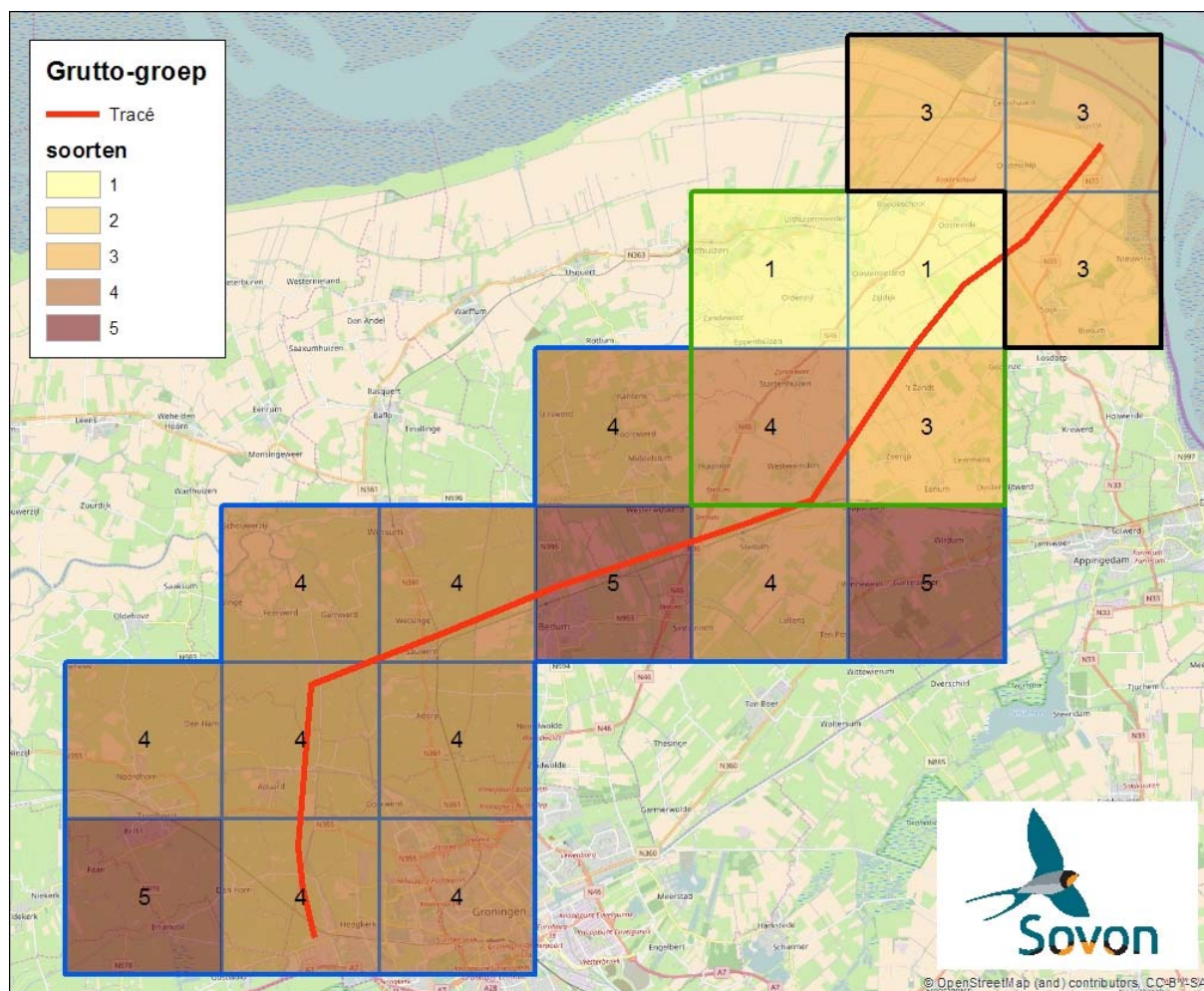
De vogelsoorten uit deze ecologische vogelgroep zijn in belangrijke mate gebonden aan nat rietland waaronder waterriet. Het zijn dus de meer kritische moerasbroedvogels. Tot de groep behoren de volgende soorten broedvogels: Roerdomp, Woudaapje, Grote Zilverreiger, Purperreiger, Lepelaar, Bruine Kiekendief, Waterral, Porseleinhoen, Klein Waterhoen, Kleinst Waterhoen, Waterhoen, Watersnip, Snor, Rietzanger, Kleine Karekiet, Grote Karekiet, Baardmannetje en Rietgors.

Het Eemshavengebied en het gebied aan de westrand van de stad Groningen hebben de grootste betekenis voor waterrietvogels.



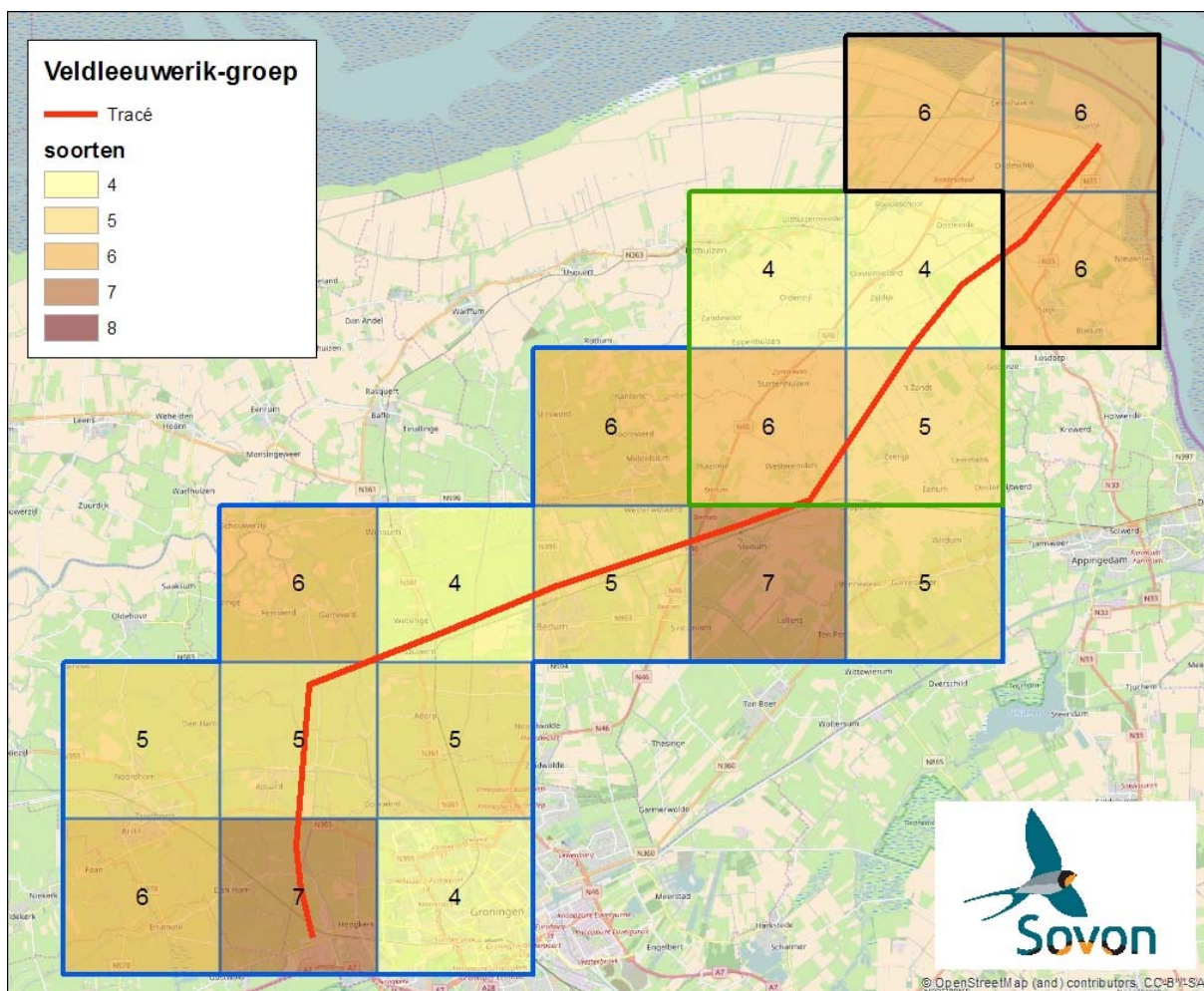
Figuur 10. Aantal vastgestelde broedvogelsoorten per uurhok (5x5km) in de periode 2013-2016 van de soorten die worden gerekend tot de Kievitgroep (Sierdsema 1995). Het gaat in deze groep om maximaal 9 soorten.

De Kievitgroep is indicatief voor akkervogels, met name voor soorten met een voorkeur voor kruidenrijke akkers. De volgende soorten worden tot deze ecologische vogelgroep gerekend: Patrijs Kwartel, Kwartelkoning Scholekster, Kievit, Wulp, Veldleeuwerik, Gele Kwikstaart, Grauwe Gors. Met name het Eemshavengebied, het akkerland bij Stedum-Ten Boer en het gebied rond Vierverlaten zijn van betekenis van vogelsoorten die behoren tot deze groep. De onderlinge verschillen in het aantal soorten zijn echter klein.



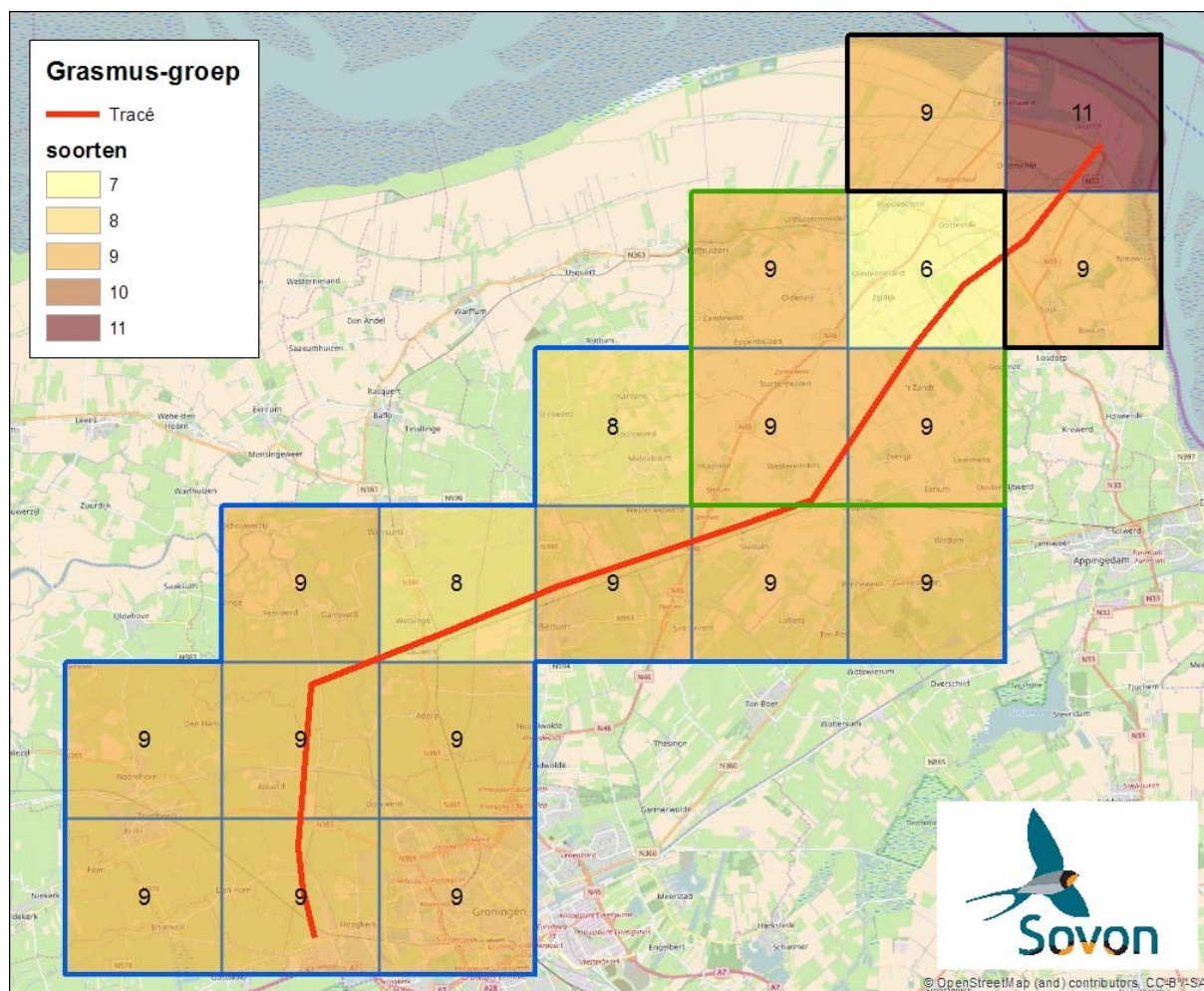
Figuur 11. Aantal vastgestelde broedvogelsoorten per uurhok (5x5km) in de periode 2013-2016 van de soorten die worden gerekend tot de Gruttogroep (Sierdsema 1995). Het gaat in deze groep om maximaal 6 soorten.

De Gruttogroep is indicatief voor soorten van relatief extensief beheerd grasland met een vrij hoge grondwaterstand. De volgende soorten worden tot deze groep gerekend: Krakeend, Wilde Eend, Kwartelkoning, Grutto, Tureluur en Paapje. Het aantal soorten dat tot deze groep behoort is klein zodat de onderlinge verschillen ook gering zijn. De beste gebieden bevinden zich ten zuiden van Zuidhorn, de omgeving van Bedum en de omgeving van Loppersum-Garrelsheer.



Figuur 12. Aantal vastgestelde broedvogelsoorten per uurhok (5x5km) in de periode 2013-2016 van de soorten die worden gerekend tot de Veldleeuwerikgroep (Sierdsema 1995). Het gaat in deze groep om maximaal 8 soorten.

Deze groep van weidevogels verdraagt de laagste grondwaterstanden. Soorten zoals Patrijs, Kwartel, Veldleeuwerik en Grauwe Gors zijn zelfs vrij ongevoelig voor de grondwaterstand. De meeste soorten worden gevonden in iets drogere, maar wel structuurrijke grazige vegetaties. Tot deze ecologische vogelgroep worden de volgende acht soorten gerekend: Patrijs, Kwartel, Scholekster, Kievit, Wulp, Veldleeuwerik, Graspieper en Grauwe Gors. De verschillen tussen de uurhokken zijn betrekkelijk gering. De meesten soorten worden gevonden in de omgeving van Vierverlaten en de omgeving van Loppersum-Garrelsweer.

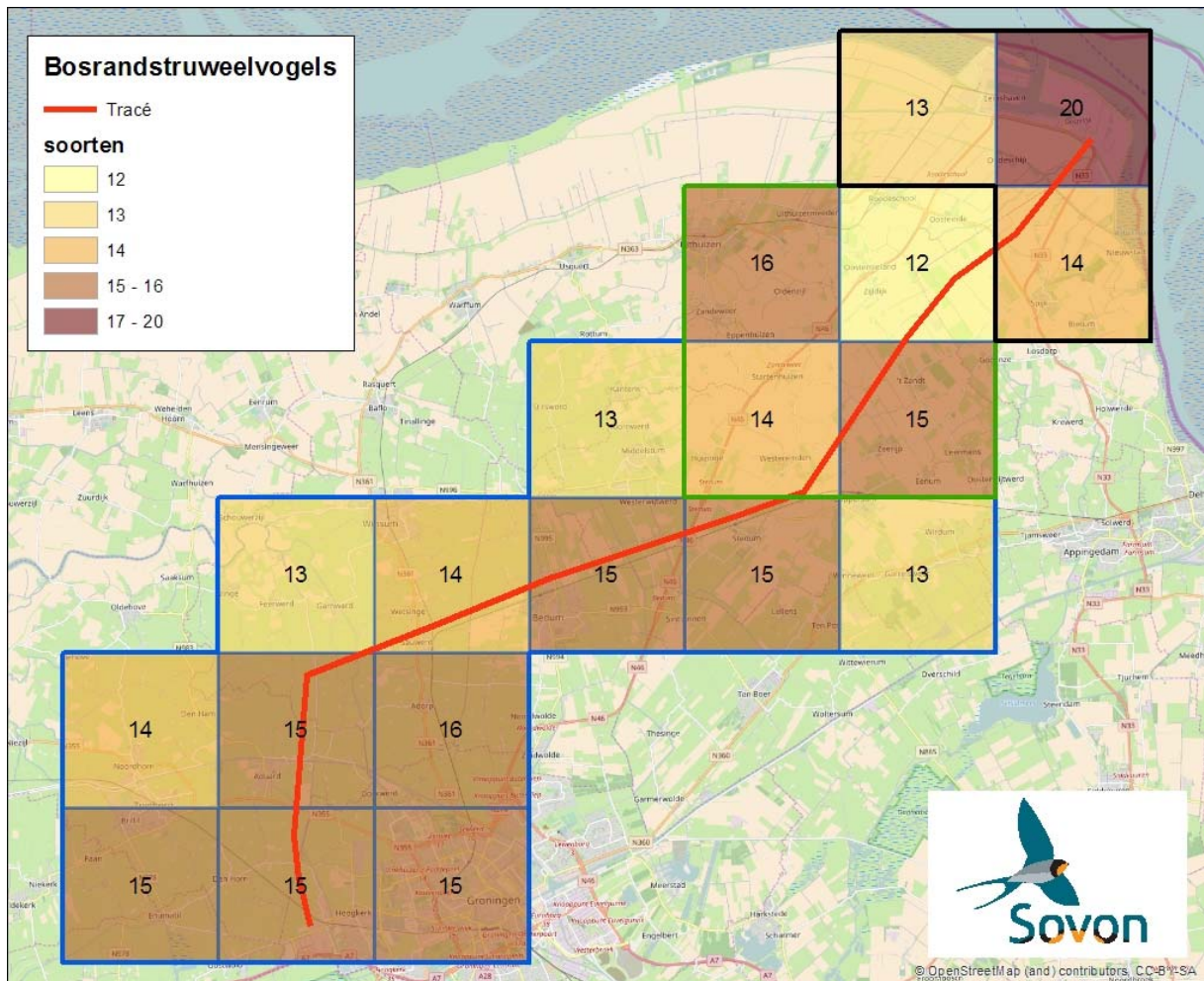


Figuur 13. Aantal vastgestelde broedvogelsoorten per uurhok (5x5km) in de periode 2013-2016 van de soorten die worden gerekend tot de Grasmusgroep (Sierdsema 1995). Het gaat in deze groep om maximaal 12 soorten.

Deze ecologische groep is karakteristiek voor broedvogelsoorten van struweelachtige begroeiingen en structuurrijke bosranden. Deze groep kunnen we in verschillende landschapstypen aantreffen: (struweelrijke) duinen, open, jonge bossen (lager dan 4-5 m), bosranden met struiken, jonge bosopslag in moeras en kleinschalig agrarisch cultuurlandschap (heggen en hakhoutwallen). Veel soorten uit deze groep hebben een voorkeur voor vochtige ecotopen. Door verdroging en het verdwijnen van kleinschalige landschappen zijn veel soorten sterk achteruit gegaan in de laatste decennia. Dit geldt niet voor veel rietmoerassen, omdat deze in dezelfde periode sterk verdroogd en verland zijn. Voor vertegenwoordigers uit deze groep was dat gunstig het kunnen dus ook verdrogingsindicatoren zijn.

Tot de 12 soorten van deze ecologische groep behoren Heggemus, Nachtegaal, Roodborsttapuit, Bosrietzanger, Spotvogel, Orpheusspottvogel, Braamsluiper, Grasmus, Tuinfluiter, Fitis, Grauwe Klauwier en Kneu.

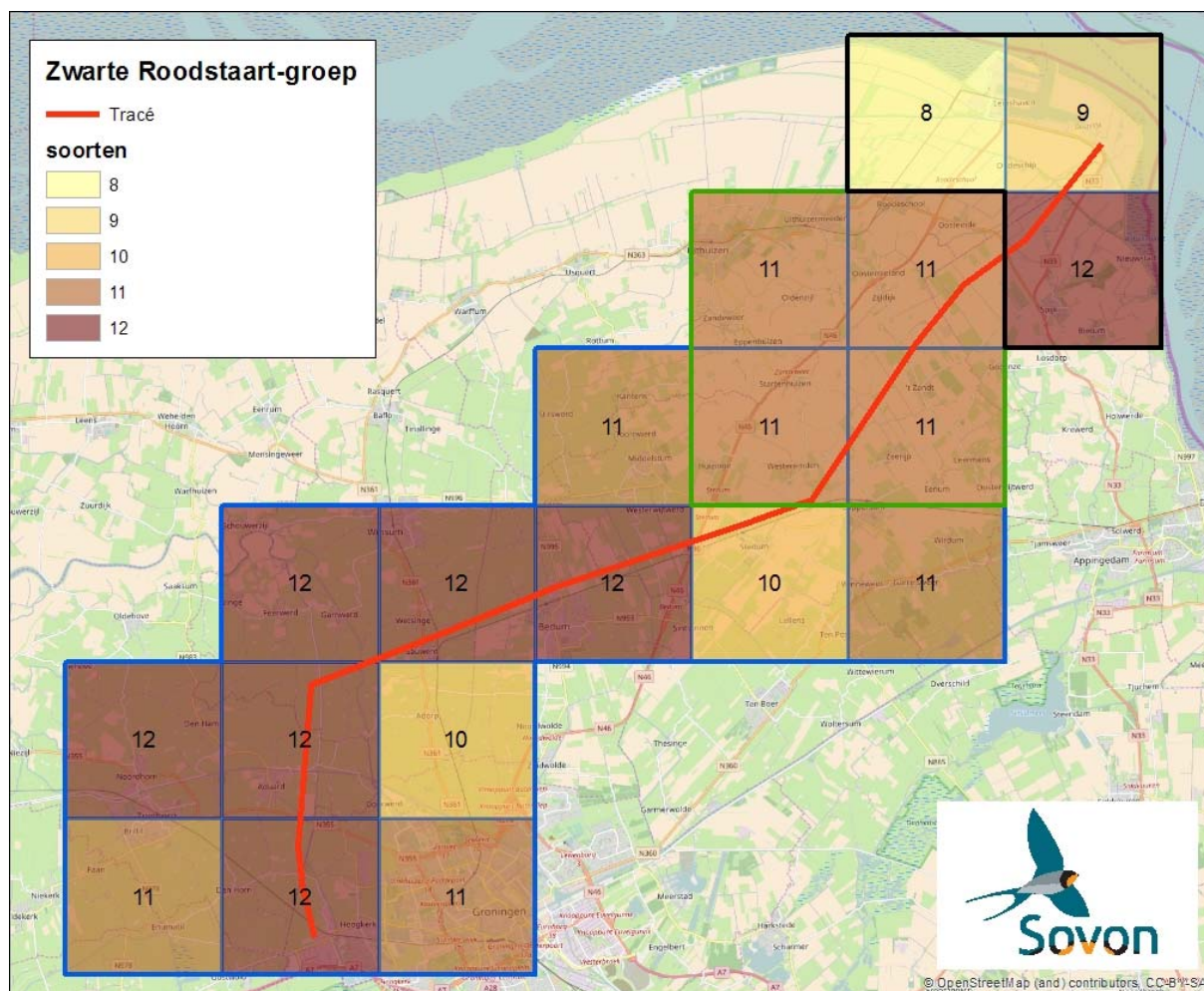
De meeste soorten van de groep zijn vastgesteld in het Eemshavengebied, elders zijn minder soorten gevonden maar het aantal soorten per uurhok ontloopt elkaar niet veel.



Figuur 14. Aantal vastgestelde broedvogelsoorten per uurhok (5x5km) in de periode 2013-2016 van de soorten die worden gerekend tot de ecologische groep Bosrandstruweelvogels (Sierdsema 1995). Het gaat in deze groep om maximaal 30 soorten.

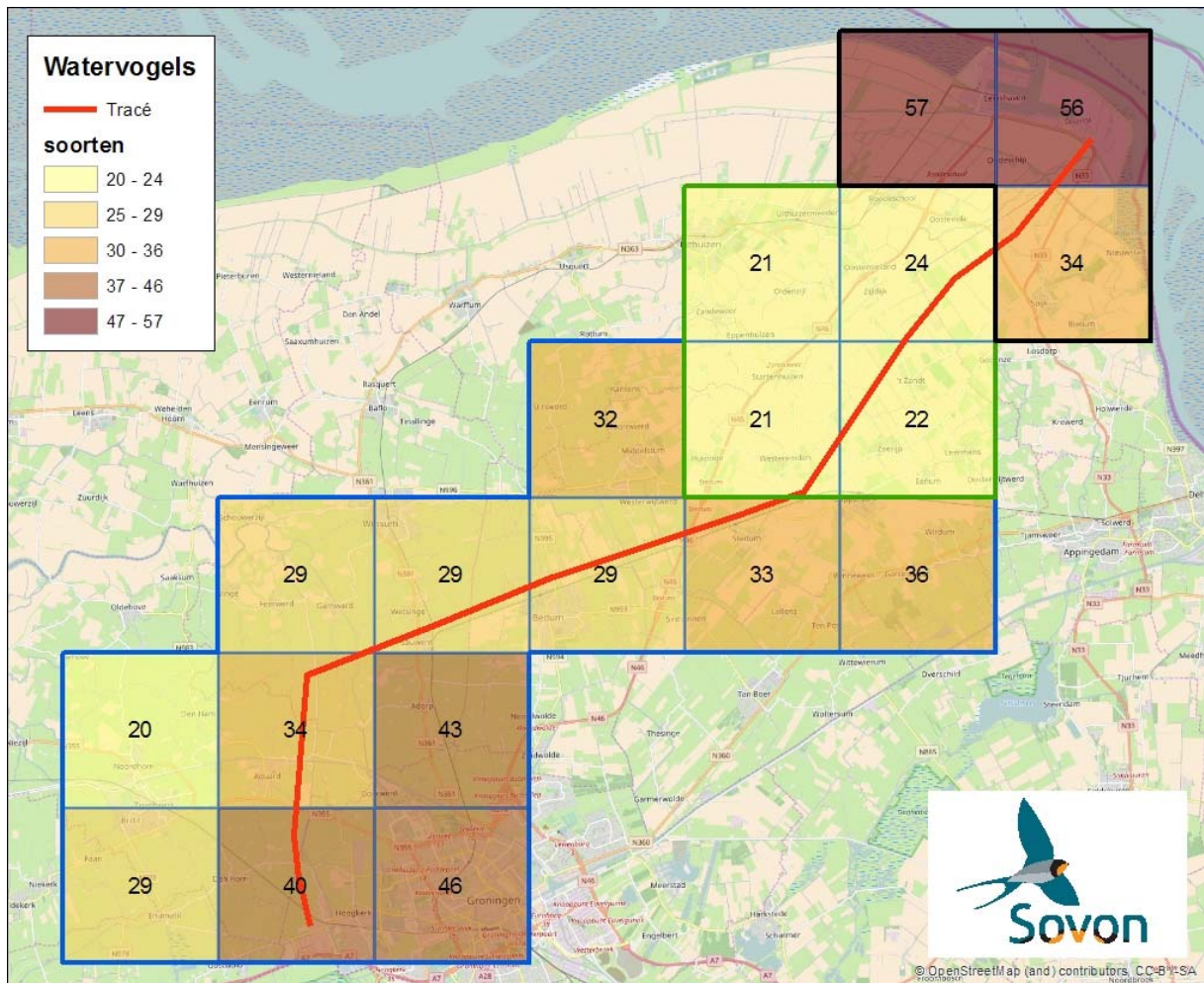
Tot deze ecologische vogelgroep behoren de 30 soorten die kenmerkend zijn voor bosranden, bosschages, boomgroepen, hoge struwelen en ruigten. Het gaat om de volgende soorten: Nachtzwaluw, Draaihals, Groene Specht, Boomleeuwerik, Boompieper, Heggemus, Nachtegaal, Gekraagde Roodstaart, Roodborsttapuit, Kramsvogel, Cettis Zanger, Bosrietzanger, Spotvogel, Orpheusspotvogel, Braamsluiper, Grasmus, Tuinfluiter, Fitis, Buidelmees, Grauwe Klauwier, Ekster, Zwarte Kraai, Europese Kanarie, Groenling, Putter, Kneu, Barmsijs, Roodmus, Geelgors en Ortolaan.

Door het grote aantal soorten dat behoort tot deze ecologische groep zijn ook de verschillen groter. Het grootste aantal soorten is vastgesteld in het Eemshavengebied.



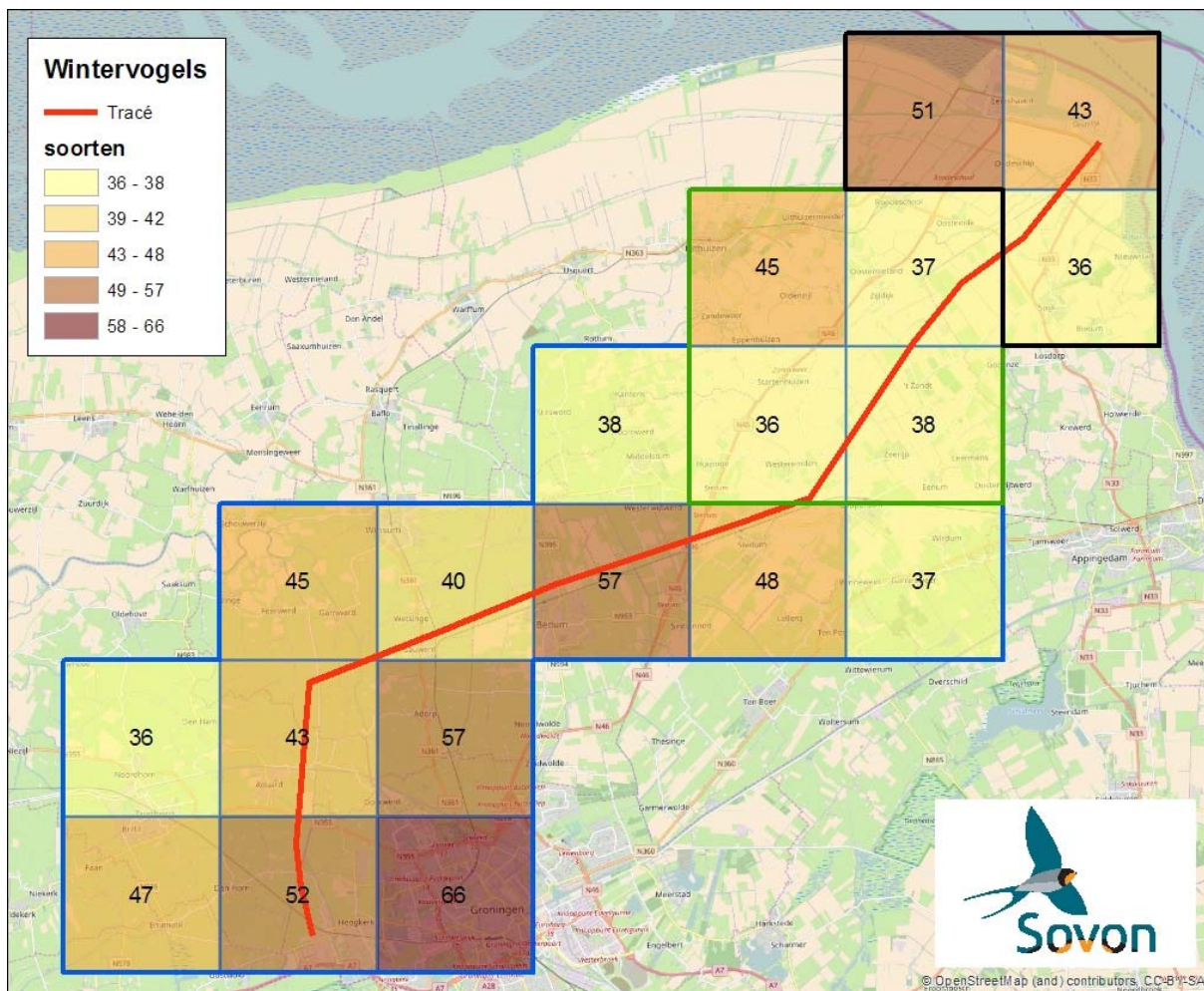
Figuur 15 Aantal vastgestelde broedvogelsoorten per uurhok (5x5km) in de periode 2013-2016 van de soorten die worden gerekend tot de Zwarte roodstaartgroep (Sierdsema 1995). Het gaat in deze groep om maximaal 13 soorten.

Deze ecologische groep is kenmerkend voor boerenerven, geïsoleerde bebouwing in het buitengebied en (sub)urbaan gebied. Gesteld kan worden dat de groep kenmerkend is voor uurhokken met weinig natuurgebieden of gebieden met weinig agrarisch natuurbeheer. De volgende 13 broedvogelsoorten behoren hiertoe Holenduif, Turkse Tortel, Kerkuil, Steenuil, Gierzwaluw, Boerenzwaluw, Huiszwaluw, Witte Kwikstaart, Zwarte Roodstaart, Kauw, Spreeuw, Huismus, Ringmus. Vooral het zuidelijk deel van het tracégebied herbergt relatief veel vertegenwoordigers van deze ecologische groep.



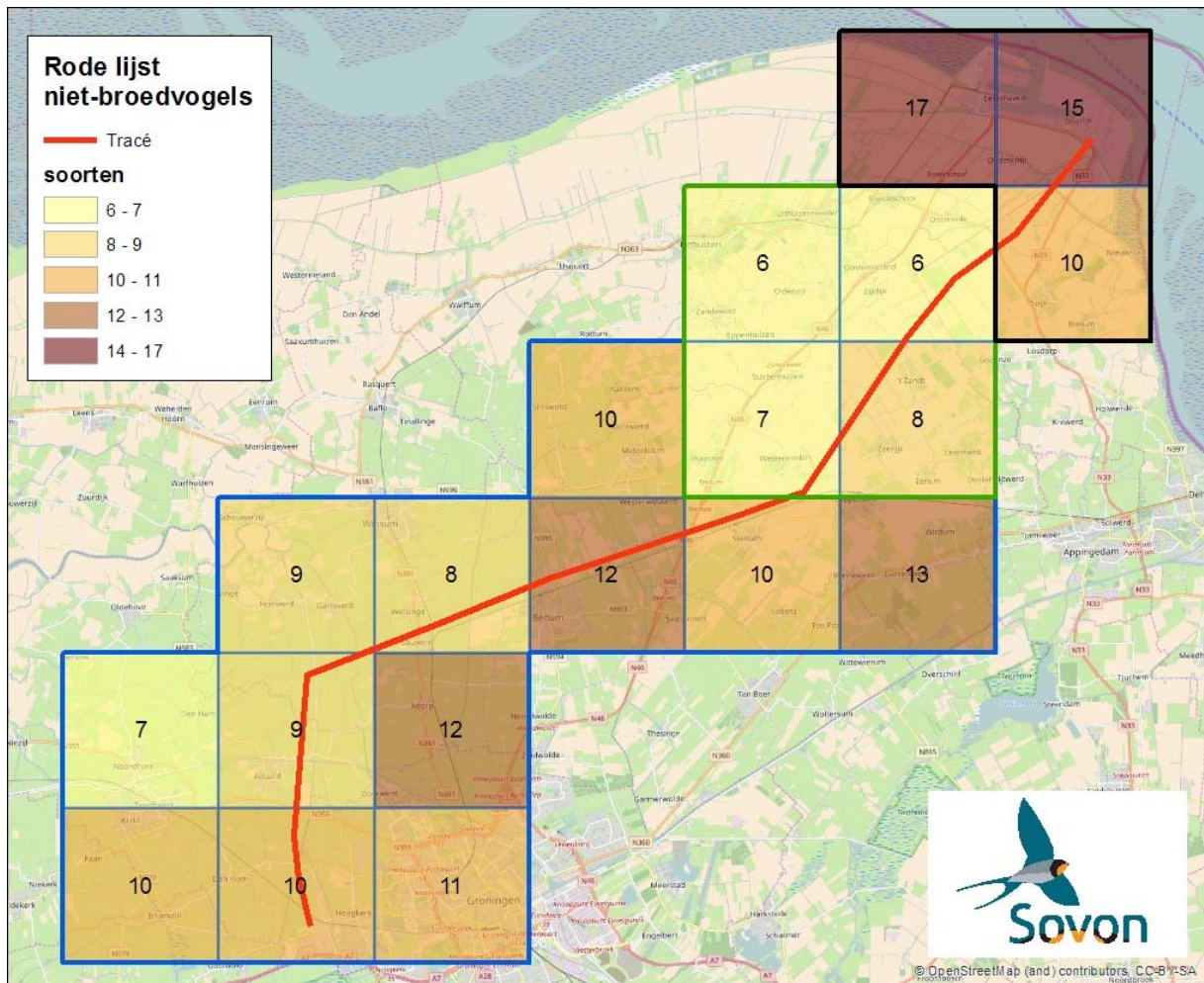
Figuur 16 Aantal vastgestelde soorten watervogels (o.a. fuutachtigen, zwanen, ganzen, eenden, steltlopers, meeuwen) per uurhok (5x5km) in de winters 2012/13 tot en met 2015/16.

De veruit meeste soorten watervogels zijn vastgesteld in de omgeving van de Eemshaven. Ook rond Vierverlaten en de westrand van de stad Groningen zijn relatief veel watervogelsoorten vastgesteld.



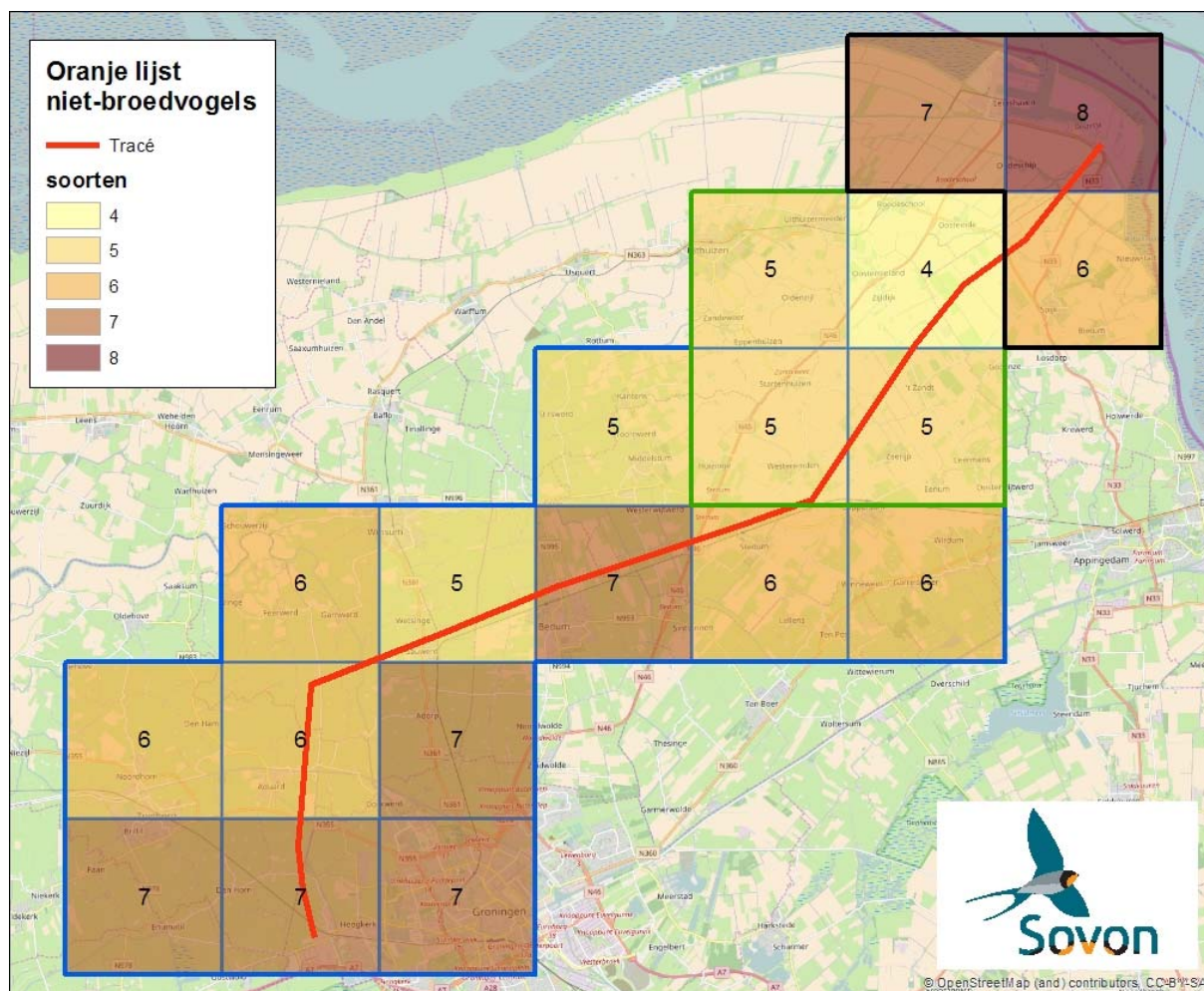
Figuur 17. Aantal soorten (niet tot de watervogels gerekende) wintervogels per uurhok van 5x5km in de winters van 2012/13 tot en met 2015/16.

Het aantal soorten niet tot de watervogels gerekende wintervogels varieert vrij sterk. De meeste soorten zijn vastgesteld in het uurhok aan de westzijde van de Stad Groningen, in mindere mate de omgeving van Vierverlaten en in het Eemshavengebied.



Figuur 18. Aantal vogelsoorten behorende tot de Rode Lijst van doortrekkers en wintergasten (niet-broedvogels) per uurhok (5x5km) in de winters van 2012/13 tot en met 2015/16. Het gaat om maximaal 39 soorten.

Deze Rode Lijst (van Kleunen *et al.* 2016) heeft geen formele status en is niet in de Staatscourant gepubliceerd. De lijst wordt vooral gebruikt voor het beleid en de bescherming van leefgebieden die van belang zijn voor 39 soorten bedreigde en kwetsbare soorten niet-broedvogels. Vooral het Eemshavengebied is voor deze vogelsoorten van belang. Meer landinwaarts is de verscheidenheid aan bedreigde soorten niet-broedvogels beduidend lager.



Figuur 19 Aantal vogelsoorten behorende tot de Oranje Lijst van doortrekkers en wintergasten (niet-broedvogels) per uurhok (5x5km) in de winters van 2012/13 tot en met 2015/16. Het gaat om maximaal 9 soorten.

Deze Oranje Lijst (van Kleunen *et al.* 2016) heeft geen formele status en is niet in de Staatscourant gepubliceerd. De lijst wordt vooral gebruikt ten behoeve van de bescherming van leefgebieden die van belang zijn voor negen soorten die de afgelopen tien jaar constant in aantal afnemen en dus in de gevarenszone (kunnen) komen. De lijst heeft bovendien een indicatorwaarde voor gebieden die van belang zijn voor soorten niet-broedvogels die hogere eisen stellen aan het habitat waar zich in de doortrekperiode pleisteren en/of waar ze overwinteren. Binnen het Groningse tracé-gebied is vooral het Eemshavengebied voor deze vogelsoorten van belang; de verschillen zijn echter klein doordat de lijst maar een beperkt aantal soorten bevat.

Literatuur

HEIJLIGERS W., VAN DER VLIET R. & WEGSTAPEL C. 2015. Vliegfluxen van vogels gemodelleerd. *Landschap* 2015 (2): 57-64.

HORNMAN M., HUSTINGS F., KOFFLJBERG K., KLAASSEN O., VAN WINDEN E., SOVON GANZEN- EN ZWANENWERK GROEP & SOLDAAT L. 2016. Watervogels in Nederland in 2014/2015. Sovon rapport 2016/54, RWS-rapport BM 16.15. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.

VAN KLEUNEN A., VAN WINDEN E., DREEF C., FOPPEN R. & VAN ROOMEN M. 2016. Rode, Oranje en Blauwe Lijst van doortrekkende en overwinterende vogelpopulaties in Nederland – technische rapportage. Sovon-rapport 2016/01, Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.

SCHEKKERMAN H., VAN TURNHOUT C., VAN KLEUNEN A., VAN DIEK H., & ALTENBURG J. 2012. Naar een nieuwe vogelatlas: achtergronden van de veldwerkopzet 2013. *Limosa* 85: 133-141.

SIERDSEMA H. 1995. Broedvogels en beheer. Het gebruik van broedvogelgegevens in het beheer van bos- en natuurterreinen. SBB-rapport 1995-1, SOVON-onderzoeksrapport 1995/04. SBB/SOVON, Driebergen/Beek-Ubbergen.

SIERDSEMA, H. & HOLT LAND W.J. 1997. AVIS: de koppeling tussen broedvogelgegevens en natuurbeheer. *De Levende Natuur*, 98, 136-141.

