

BEMALINGSADVIES BIJGESTELD

Windpark N33 - Eekerpolder

innogy Windpower Netherlands B.V.

13 JUNI 2018

Contactpersoon

GERJAN VAN DER LINDE

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 264
6800 AG Arnhem
Nederland

INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	5
2	KADERS	7
3	GEBIEDSBESCHRIJVING	8
3.1	Bodem en ondergrond	9
3.2	Watersysteem	9
3.3	Natuur en landgebruik	12
3.4	Bebouwing	14
4	UITGANGSPUNTEN	15
4.1	Windturbinefundaties en opstelplaatsen	15
4.2	Cluster Noord	15
5	MODELBEREKENING	18
6	RESULTATEN	19
6.1	Referentie	19
6.2	Scenario 1 - Gelijktijdige uitvoering	20
6.3	Scenario 2 - Gescheiden uitvoering	23
6.4	Gevoeligheden onttrekkingsdebieten	27
6.5	Geotechnische Omgevingseffecten	28
6.6	Overige omgevingseffecten	34
6.7	Beheersmaatregel	35
7	LOZING	36
8	CONCLUSIES & AANBEVELINGEN	37
8.1	Conclusies	37
8.2	Aanbevelingen	37
	BIJLAGEN	39

BIJLAGEN

BIJLAGE A INDICATIEVE PLANNING 40

BIJLAGE B UITGANGSPUNTEN GRONDWATERMODELLERING 41

BIJLAGE C ZETTING 45

COLOFON 46

1 INLEIDING

In opdracht van innogy Windpower Netherlands B.V. (hierna innogy) en YARD Energy Development B.V. (hierna YARD) heeft Arcadis Nederland B.V. (hierna Arcadis) een onderzoek uitgevoerd in het kader van de vergunningsaanvraag voor de grondwateronttrekking. Deze is noodzakelijk voor de aanleg van het Windpark N33. Het windpark bestaat uit 27 windturbines in cluster Noord en 8 windturbines verdeeld over de twee clusters: Vermeer Midden en Vermeer Zuid, zoals weergegeven in de kaart van het plangebied in Figuur 1. Voor de aanleg van civiele werken van deze windturbines dient de grondwaterstand tijdelijk te worden verlaagd en is een waterwetvergunning verplicht en aangevraagd vanwege de benodigde grondwateronttrekkingsdebieten.

Op 3 mei jl. is de kennisgeving van het ontwerpbesluit (nr. HAS2017_Z06422) op deze aanvraag gepubliceerd in de Staatscourant (nr. 24596) met alle relevante stukken, waaronder het Bemalingsadvies (Arcadis; 12 april 2018; kenmerk 079604490, versie G) als bijlage 3 van de aanvraag. Dit advies is gebaseerd op maximale onttrekkingsdebieten voor ruimte in het ontwerpproces.

Dit bijgesteld Bemalingsadvies is bedoeld als opmaat naar het Bemalingsplan, zoals voorgeschreven in voorschrift 5.2.5 van de ontwerp-watervergunning.

Na optimalisatie van het ontwerp van de fundaties voor de windturbinelocaties en kraanopstelplaatsen, is de ontgroning per locatie fors minder diep. Hierdoor zijn alle grondwateronttrekkingsdebieten aanzienlijk minder dan modelmatig berekend in het vorige Bemalingsadvies, tot wel 30% van het totaal aan grondwateronttrekking in 120 dagen voor Eekerpolder. Hierdoor blijft de totale hoeveelheid te onttrekken grondwater en de debieten voor de grondwateronttrekking ruim binnen de gestelde normen in het ontwerpbesluit.

Dit rapport gaat in op de grondwateronttrekking en de debieten die nodig zijn voor het maximale effect op de omgeving zoals het gevolg van zettingen in de bodem die mogelijk kunnen optreden. Daarom zijn de nieuwe uitgangspunten gebaseerd op een situatie waarin voor meerdere windturbinelocaties gelijktijdig de civiele werken in cluster Noord worden uitgevoerd. Ook worden mitigerende en compenserende maatregelen onderzocht. Er is gekeken naar de lozing van het opgepompte water.

In overeenstemming met voorschrift 5.2.6 van het ontwerpbesluit is het waarnemingsnet ingericht en ter vaststelling voorgelegd aan het waterschap. De rapportage "Grondwatermonitoring Windmolenpark N33 te Midden Groningen, Oldambt en Veendam (VN-70629-1; 7 mei 2018) beschrijft het waarnemingsnet.

Het onderhavige rapport gaat specifiek in op het cluster Noord bestaande uit de windturbines met de nummers 1 tot en met 27.



Windpark N33

Plangebied

- ◆ Windturbine locaties

Design & Consultancy
for nature and built heritage

C05057.000132

datum: 11-10-2017

schaal (A4): 1:100,000

0 1,000,000 m

Figuur 1 Overzichtskaart plangebied

2 KADERS

Voor de onttrekking van grondwater is waterschap Hunze en Aa's het bevoegd gezag. Met het waterschap is vooroverleg gevoerd over de aanpak van de grondwateronttrekking. Voor een tijdelijke grondwaterstand verlaging zijn regels opgenomen in de keur van het waterschap. Op de website van het waterschap zijn de algemene regels vermeld onder de keur: "<https://www.hunzeenaas.nl/regelgeving/Paginas/Keur.aspx>"

Voor de grondwateronttrekking gelden de algemene regels zoals vermeld in onderdeel 11 "Grondwateronttrekking". Voor grondwateronttrekkingen is het volgende vermeld:

Verlagingen en verplaatsing van het grondwater kunnen gevolgen hebben voor andere, bij het grondwater betrokken belangen. Bij grote grondwateronttrekkingen dient onderzoek te worden gedaan naar de volgende belangen:

- *Zetting; het risico op zettingsverschijnselen in het plangebied en objecten van derden moet inzichtelijk worden gemaakt en indien noodzakelijk dienen deze te worden gemitigeerd.*
- *Verontreinigingen; deze moeten geïnventariseerd worden.*
- *Natuurgebieden; deze moeten voldoende beschermd blijven en mogen geen schade lijden.*
- *Landbouwgebieden; deze moeten voldoende beschermd blijven en mogen geen schade lijden.*
- *Bouwwerken; er moet onderzoek worden gedaan naar eventueel te verwachten zettingen.*
- *Overige grondwateronttrekkingen; deze moeten geïnventariseerd worden.*
- *Archeologische monumenten; deze moeten geïnventariseerd worden.*

In onderhavig rapport zijn bovenstaande punten behandeld in paragraaf 6.5.

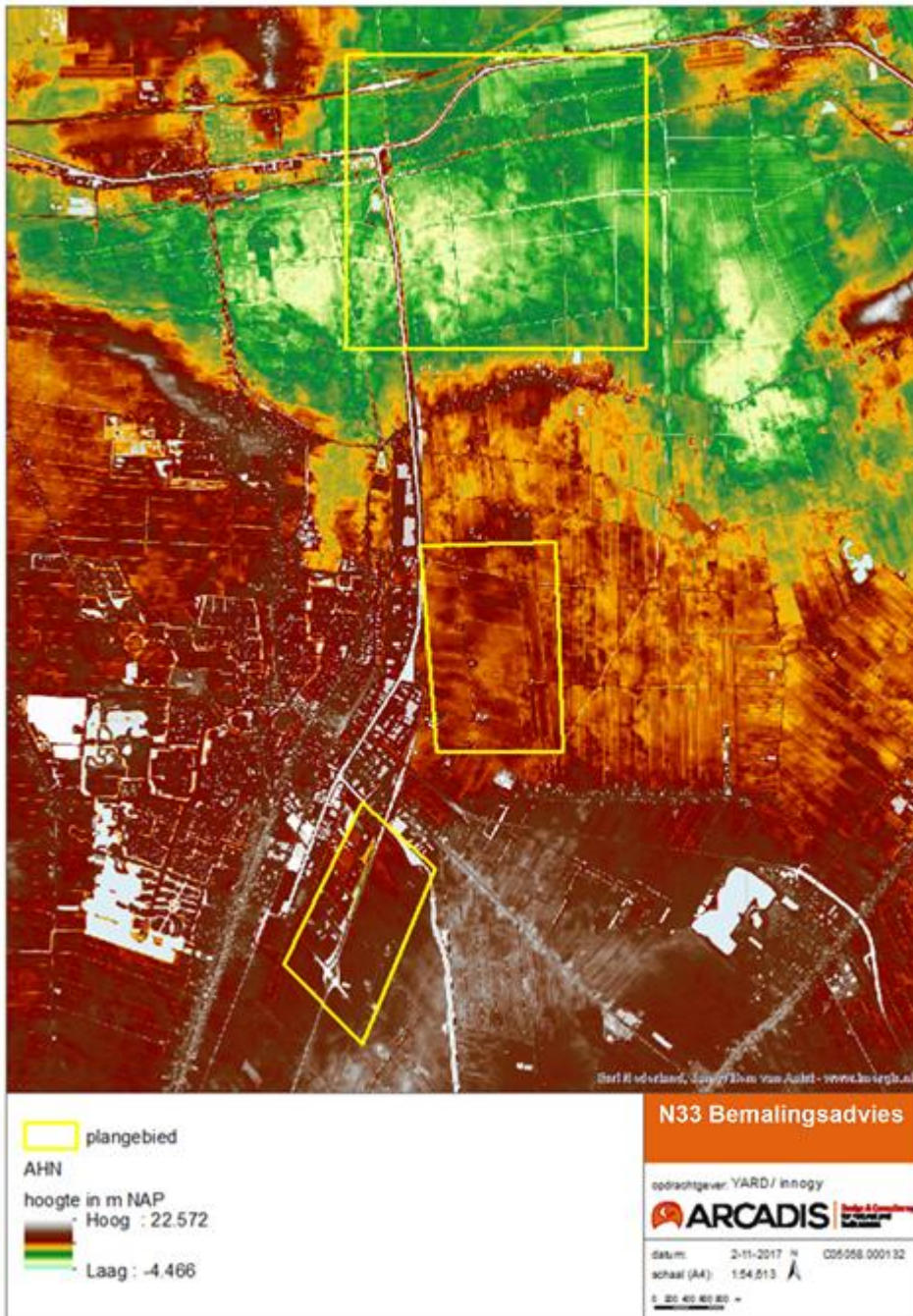
Het lozen van water van een grondwateronttrekking wordt beschouwd als een lozing buiten inrichtingen. Hiervoor geldt dat de kwaliteit van het lozingswater geen negatieve invloed op het ontvangende oppervlaktewater mag hebben. Zoals opgenomen in het meldingsformulier lozen grondwater:

<https://www.hunzeenaas.nl/regelgeving/Documents/AR/Melding%20onttrekking%20en%20lozing%20schoon%20en%20verontreinigd%20grondwater.pdf>).

3 GEBIEDSBESCHRIJVING

Het cluster Noord ligt ten noordoosten van de Hondsrug en wordt gekenmerkt door een overgang van zandige gronden in het zuiden naar meer klei en veen in het noordoosten. Tussen Muntendam, Scheemda, en Zuidbroek liggen de Tussenklapperpolder en de Eekerpolder. In het noordelijk plangebied op de hoogtekkaart (Figuur 2) is goed te zien dat deze polders lager liggen dan het gebied in de directe omgeving.

Het cluster Noord wordt van noord naar zuid doorsneden door de rijksweg N33 en het A.G. Wildervanckkanaal. Van west naar oost loopt aan de noordzijde de A7, en verder naar het zuiden het Winschoterdiep en de spoorlijn van Groningen richting Duitsland.

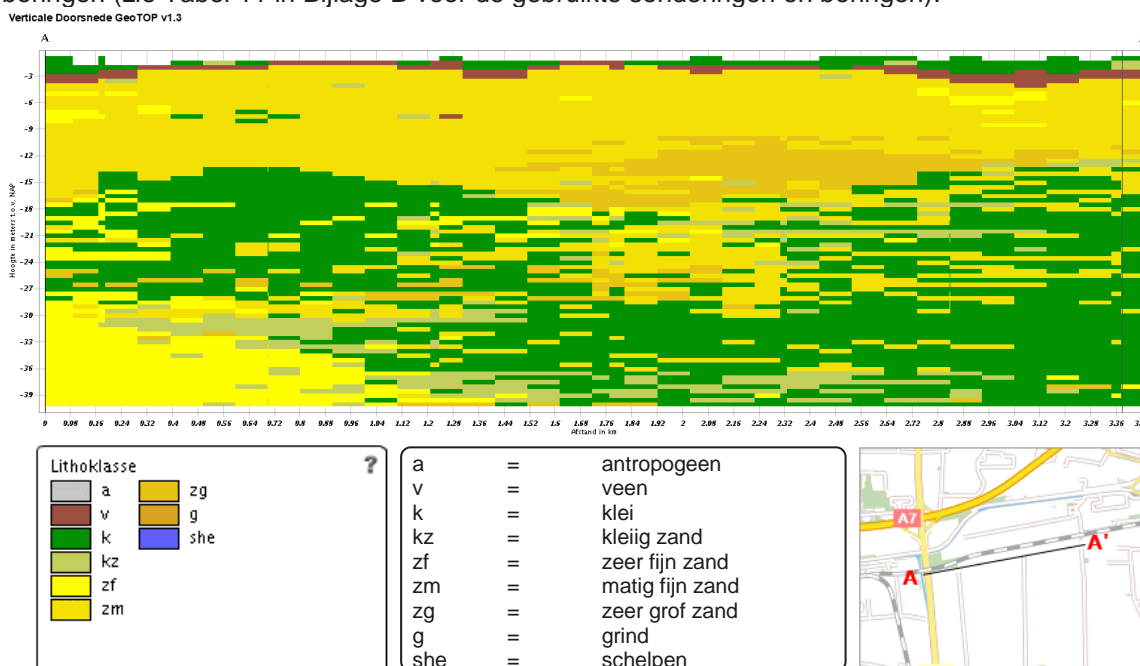


Figuur 2 Hoogteligging op basis van de Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN)2 (bruin zijn de hoogste gronden, vervolgens aflopend van geel naar groen als de laagste gronden)

3.1 Bodem en ondergrond

De opbouw van de ondergrond is weergegeven in Figuur 3 waarin te zien is dat de dekzandlaag van de formatie van Bostel in het Noordelijke deel dunner is dan in het zuiden. Onder deze zandige laag bevindt zich in het noorden klei aan van de Peelo formatie, terwijl er in het zuiden Drenthe en Peelo zand wordt aangetroffen.

Voor de modelberekeningen is gebruik gemaakt van het grondwatermodel voor Noord-Nederland (MIPWA v2), de uitgevoerde sonderingen en boringen door Wiertsema & Partners¹ en Fugro². Deze rapporten zijn toegevoegd als bijlage bij dit bemalingsrapport. De aanwezigheid van de Peelo klei in dit modelinstrument zijn geverifieerd aan de hand van deze boringen en sonderingen. Zowel de deklaag als de onderkant van het eerste watervoerend pakket zijn bepaald aan de hand van inter- en extrapolatie van sonderingen en boringen (zie Tabel 11 in Bijlage B voor de gebruikte sonderingen en boringen).



Figuur 3 West - oost doorsnede volgens GeoTOP v1.3 (Bron: www.dinoloket.nl)

3.2 Watersysteem

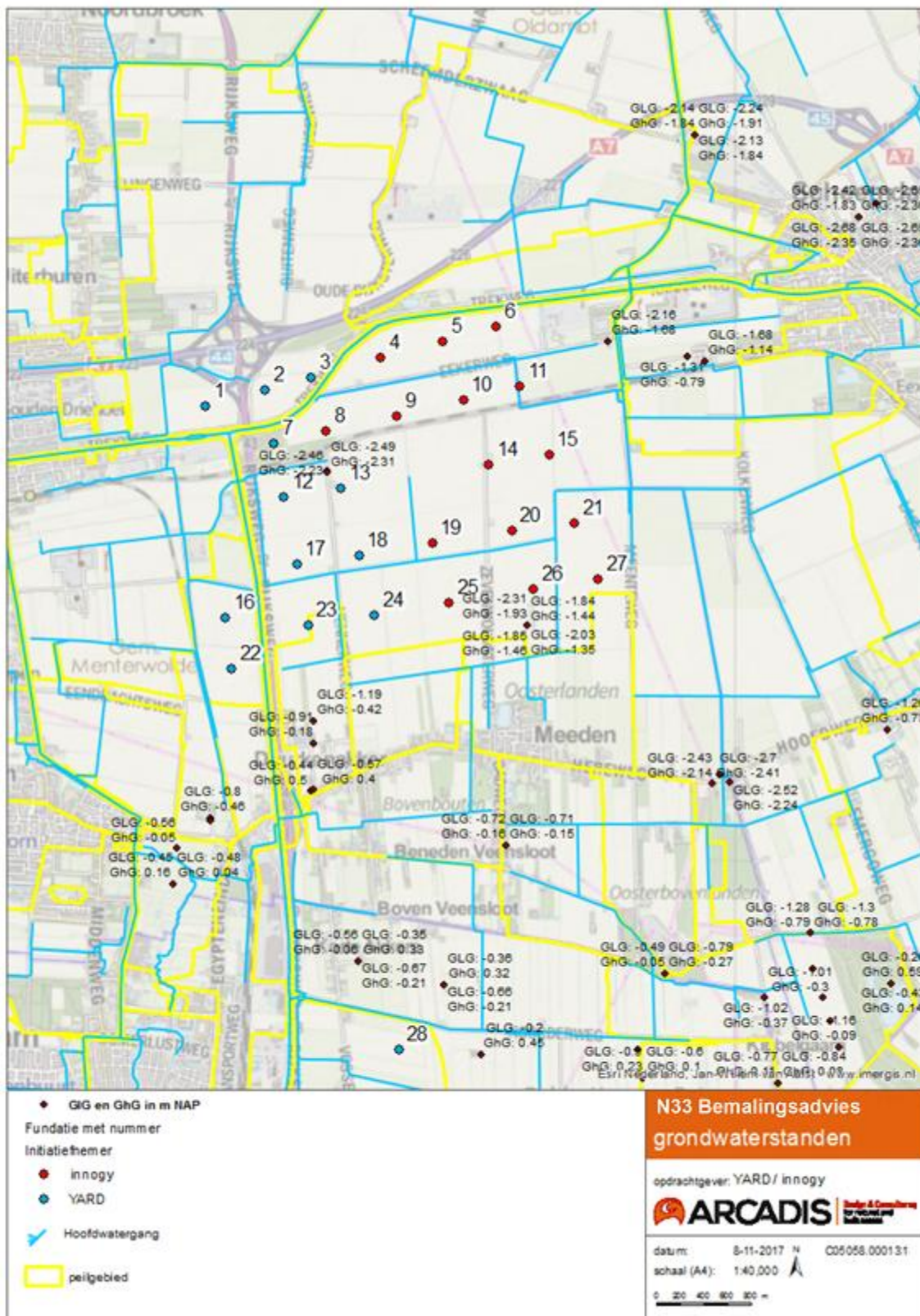
De grondwaterstroming in het plangebied is in de zandpakketten noordelijk gericht, maar lokaal wordt de stroming sterk beïnvloed door de topografie van het terrein. Door de relatief diep gelegen Eekerpolder zal lokaal de grondwaterstroming beïnvloed worden en richting de polder afbuigen.

Grondwaterstanden in het plangebied variëren van circa 2m -NAP in het noorden tot circa 1 m NAP in het zuiden (Figuur 4). Variatie tussen gemiddeld hoogste (GHG)³ en gemiddeld laagste (GLG) grondwaterstanden bedraagt maximaal 80 centimeter.

¹ Geotechnisch onderzoek Windmolenpark N33 te Meeden, Wiertsema & Partners, d.d. 5 augustus 2016, VN-65312-1.

² Geotechnisch veldwerk, Windpark N33, Fugro Geoservices B.V., d.d. 15 juni 2017, 9016-0611-000.

³ GHG, GLG en gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (GVG) worden met de verzamelterm GxG's aangeduid.



Bron: Geoserver Hunze en Aa's

Figuur 4 Gemiddeld hoogste en laagste grondwaterstanden in het plangebied op basis van peilbuizen in DINOloket

Het plangebied wordt beheerd middels een zomer- en een winterpeil. In Figuur 5 zijn de peilvakken met de hoofdwaterringen weergegeven.



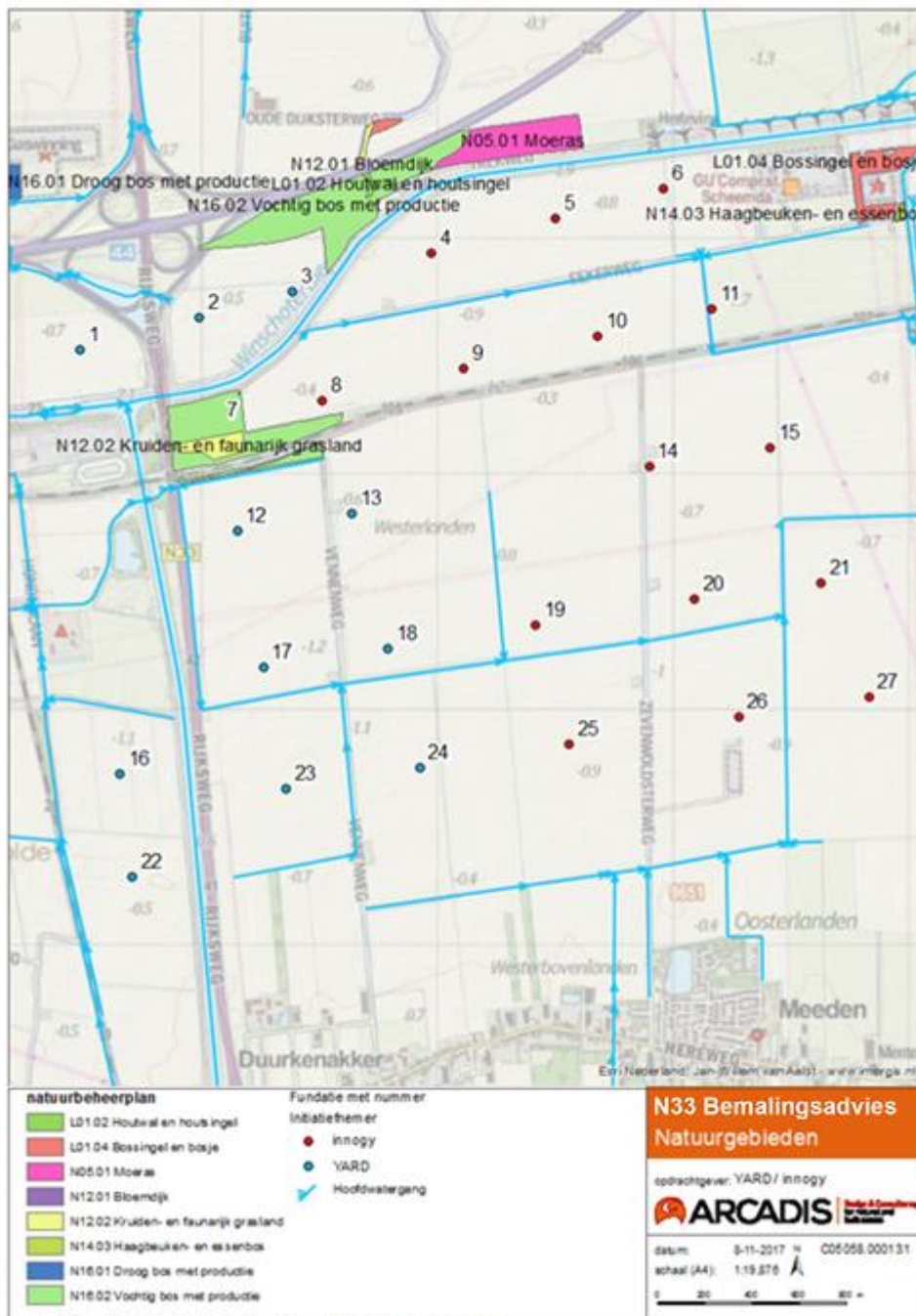
Bron: Geoserver Hunze en Aa's

Figuur 5 Peilvakken (geel) met zomer- (zp) en winterpeil (wp) van de watergangen

Langs het Winschoterdiep en het A.G. Wildervanckkanaal zijn kades aanwezig. Deze zijn vanwege klei en veen in de bodemopbouw gevoelig voor verdroging en piping-effecten bij bemaling van grondwater. Daarnaast is er een risico op vernatting door de mogelijke inzet van retourbemalingen als mitigerende maatregel in het plangebied.

3.3 Natuur en landgebruik

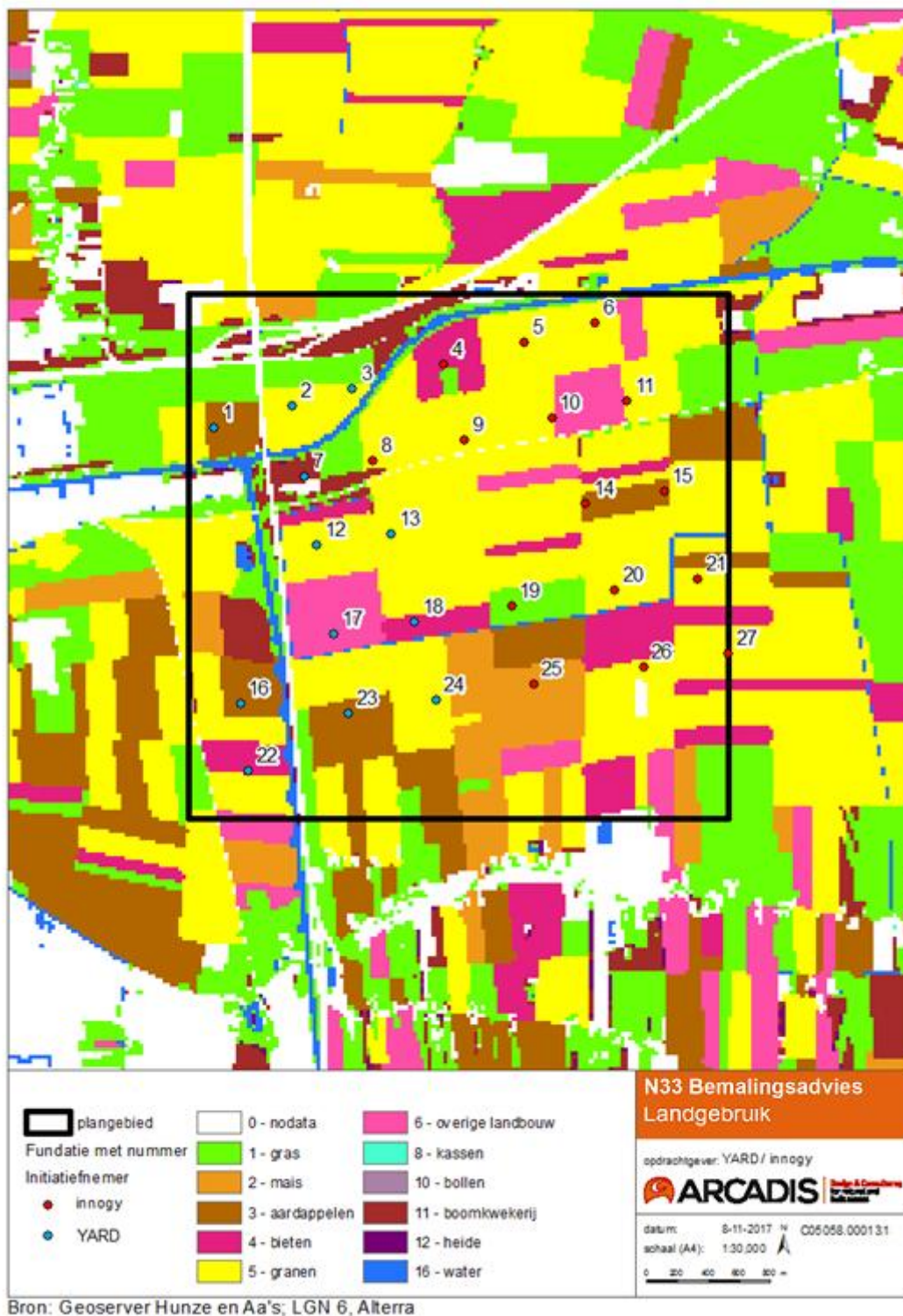
In het plangebied zijn enkele natuurgebieden aanwezig. In Figuur 6 zijn de gebieden uit de natuurbeheerplan kaart van provincie Groningen weergegeven.



Bron: Geoserver Hunze en Aa's; provinciaal georegister

Figuur 6 Natuur in het plangebied (Bron: Natuurbeheerplan provincie Groningen)

Het landgebruik in het plangebied is met name agrarisch akkerland, zoals wordt weergegeven in Figuur 7.



Figuur 7 Landgebruik op basis van de LGN 2015 (Bron: Wageningen University⁴)

⁴ http://www.wur.nl/nl/Expertises-Dienstverlening/Onderzoeksinstituten/Environmental-Research/Faciliteiten-Producten/Kaarten-en-GIS-bestanden/Landelijk-Grondgebruik-Nederland/lgn_viewer.htm

3.4 Bebouwing

De oorspronkelijke bebouwing in het plangebied bevindt zich met name op de zandige delen. Van oorsprong zijn dit de droogste en meest stabiele locaties om te bouwen. Recentere bebouwing heeft zich uitgebreid naar de klei en veengronden. Bij de constructie van deze bebouwing is naar verwachting op palen of een zandlichaam gefundeerd. Zettingsrisico's spelen een rol bij klei- en veengronden. Bij de effectberekening van de grondwateronttrekking wordt in meer detail naar de bebouwing binnen het invloedsgebied gekeken.

4 UITGANGSPUNTEN

Grondwateronttrekking is nodig voor de bouw van het Windpark N33. Het effect hiervan is onderzocht door modelmatig het maximale invloedsgebied te berekenen waar omgevingseffecten kunnen optreden zoals bodemzetting. Er is een tweetal scenario's doorgerekend welke verschillen in wanneer en op welke locatie de funderingen worden gegraven voor de fundaties van windturbine en kraanopstelplaats. Voor beide scenario's is in Bijlage A een indicatieve planning opgenomen als input voor de modelberekeningen in hoofdstuk 5.

4.1 Windturbinefundaties en opstelplaatsen

Per windturbinefundatie is gerekend met de volgende uitgangspunten van de initiatiefnemers:

- Fundatiediameter van maximaal 20 m.
- Fundatiediepte van 1,55 m-mv.

Naast een fundatie voor elke windturbine is bij elke windturbinefundatie ook een kraanopstelplaats nodig. Vanwege de benodigde draagkracht wordt voor het aanleggen van de kraanopstelplaats de slappe deklaag ontgraven en aangevuld met puin en zand. Per kraanopstelplaats is gerekend met:

- Een maximaal oppervlakte van 30 x 30 m.
- Een variabele diepte onder maaiveld per locatie, afhankelijk van de bodemopbouw.

4.2 Cluster Noord

Ontgrondingsdieptes

De ontgrondingsdieptes voor kraanopstelplaats en windturbine verschillen per locatie. Voor het gewenste grondwater niveau tijdens de constructiefase is de diepste van de twee ontgrondingen per locatie, maatgevend. Het gewenste grondwater niveau tijdens de constructie ligt 0,5 meter (m) onder de maatgevende ontgrondingsdiepte en is het uitgangspunt voor de berekeningen. De ontgrondingsdieptes en de benodigde grondwaterstanden zijn weergegeven in onderstaande tabellen.

innogy

Tabel 1 Ontgrondingsdiepten innogy

Windturbine	Ontgrondingsdiepte kraanopstelplaatsen	Ontgrondingsdiepte windturbinefundaties	Gewenste grondwater niveau
4	n.v.t.	1,55 m-mv	2,05 m-mv
5	1,50 m-mv	1,55 m-mv	2,05 m-mv
6	n.v.t.	1,55 m-mv	2,05 m-mv
8	1,70 m-mv	1,55 m-mv	2,20 m-mv
9	1,70 m-mv	1,55 m-mv	2,20 m-mv
10	1,90 m-mv	1,55 m-mv	2,40 m-mv
11	n.v.t.	1,55 m-mv	2,05 m-mv
14	1,30 m-mv	1,55 m-mv	2,05 m-mv
15	n.v.t.	1,55 m-mv	2,05 m-mv
19	0,60 m-mv	1,55 m-mv	2,05 m-mv
20	1,10 m-mv	1,55 m-mv	2,05 m-mv

Windturbine	Ontgrondingsdiepte kraanopstelplaatsen	Ontgrondingsdiepte windturbinefundaties	Gewenste grondwater niveau
21	n.v.t	1,55 m-mv	2,05 m-mv
25	0,70 m-mv	1,55 m-mv	2,05 m-mv
26	0,70 m-mv	1,55 m-mv	2,05 m-mv
27	1,10 m-mv	1,55 m-mv	2,05 m-mv

De kolom 'Ontgrondingsdiepte kraanopstelplaatsen' benoemd de ontgrondingsdiepte, die afhankelijk is van de opbouw van de ondergrond op die locatie. De kolom 'Ontgrondingsdiepte windturbinefundaties' is in alle gevallen 1,55 m-mv. Het gewenste grondwater niveau ligt 0,5 m onder de diepste en dus maatgevende ontgroning per windturbinelocatie.

YARD

Tabel 2 Ontgrondingsdiepten YARD

Windturbine	Ontgrondingsdiepte kraanopstelplaatsen	Ontgrondingsdiepte windturbinefundaties	Gewenste grondwater niveau
1	1,50 m-mv	1,55 m-mv	2,05 m-mv
2	1,30 m-mv	1,55 m-mv	2,05 m-mv
3	2,10 m-mv	1,55 m-mv	2,60 m-mv
7	2,20 m-mv	1,55 m-mv	2,70 m-mv
12	1,40 m-mv	1,55 m-mv	2,05 m-mv
13	0,90 m-mv	1,55 m-mv	2,05 m-mv
16	0,70 m-mv	1,55 m-mv	2,05 m-mv
17	0,90 m-mv	1,55 m-mv	2,05 m-mv
18	1,40 m-mv	1,55 m-mv	2,05 m-mv
22	0,90 m-mv	1,55 m-mv	2,05 m-mv
23	0,60 m-mv	1,55 m-mv	2,05 m-mv
24	0,70 m-mv	1,55 m-mv	2,05 m-mv

Indicatieve planning

De duur van de bemaling per windturbine is gebaseerd op de indicatieve doorlooptijden voor de bouw van de fundaties voor de opstelplaats en windturbine. De maximale doorlooptijd voor de bouw van één turbine is hierbij 19 weken.

Tabel 3 Indicatieve planning

Werkzaamheden	Duur (werkdagen)	Cumulatieve bemaling (werkdagen/weken)
OPSTELPLAATS		
Start bemaling Ontgroning opstelplaats	5 dagen	5 dagen / 1 weken
Aanbrengen zand/gebroken puin	5 dagen	10 dagen/ 2 weken
Walsen en uitvlakken/afwerken	5 dagen	15 dagen/ 3 weken
<i>Stop bemaling</i>		
WTG FUNDATIE		
Pre-heiwerken	5 dagen	Geen bemaling nodig
Transport en opstellen heiplatform	5 dagen	Geen bemaling nodig
Heiwerkzaamheden	10 dagen	Geen bemaling nodig
Start bemaling en ontgroning fundatie (10 dagen maximale verlaging van 2.55 m-mv)	10 dagen	10 dagen / 2 weken
Egaliseren	1 dagen	11 dagen / 2 weken
Werkvloer storten	4 dagen	15 dagen / 3 weken
WTG ankerkrans plaatsen en stellen	5 dagen	20 dagen / 4 weken
Vlechtwerk	10 dagen	30 dagen / 6 weken
Bekisting aanbrengen	3 dagen	33 dagen / 7 weken
Beton storten	12 dagen	35 dagen / 7 weken
Uitharden	19 dagen	54 dagen / 11 weken
Bekisting verwijderen	1 dag	55 dagen / 11 weken
<i>Stop bemaling</i>		

Scenario 1 - Gelijktijdige uitvoering

Voor maximaal effect op de omgeving, zoals zettingen in de bodem, starten beide partijen (innogy en YARD) tegelijkertijd met de ontgravingswerkzaamheden nabij het Winschoterdiep.

Scenario 2 - Gescheiden uitvoering

Voor een maximaal onttrekkingsdebiet over het gehele project, ligt een scenario voor de hand waarin beide partijen niet-gelijktijdig het grondwater onttrekken voor hun ontgravingswerkzaamheden. Hierdoor beïnvloeden beide partijen elkaar het minst op omgevingseffecten, maar wordt wel het grootste debiet over de gehele constructieperiode onttrokken. Het gelijktijdig onttrekken van grondwater betekent immers minder totaal debiet per windturbinelocatie doordat de grondwateronttrekking de verlaging van omliggende fundaties benut.

5 MODELBEREKENING

Van het plangebied is op basis van regionaal grondwatermodel MIPWA v2 een lokaal grondwatermodel opgebouwd in MODFLOW (versie USG) met als gebruikersschil het programma Groundwater Vistas 6.

Het model heeft een basisresolutie van 50 bij 50 meter en is zo gekozen dat alle windturbines minimaal 1,5 kilometer van de modelgrens liggen. Ter plaatse van de windturbines (clusters) is het modelgrid verfijnd naar een resolutie van 25 bij 25 meter.

De geohydrologische opbouw van het gebied is samen te vatten in drie geohydrologische eenheden:

- Het bovenste slechtdoorlatende freatische pakket met een gemiddelde dikte van 1 à 2 meter.
- Het watervoerend zandige pakket van de Pleistocene Formatie van Boxtel van circa 15 meter dik.
- De slechtdoorlatende klei in de bovenste meters van de Formatie van Peelo.

In het model zijn het freatische pakket en het watervoerend pakket opgenomen als modellagen. De slechtdoorlatende klei van de formatie van Peelo wordt beschouwd als de hydrologische basis. Dit betekent dat er geen interactie is tussen het watervoerend pakket en de onderliggende lagen. De formatie van Peelo staat ook wel bekend als potklei en is onder het hel projectgebied aanwezig. De dikte varieert van enkele meters tot lokaal wel 10 meter dikte. De invloed van de bemaling zal onder deze laag niet meer merkbaar zijn.

Om de ruimtelijke variatie in de geologische opbouw te bepalen zijn de sonderingen rond de turbines gebruikt voor in het grondwatermodel. Deze zijn vervolgens geïnterpoleerd voor het modelgebied. Alle ondiepe lagen (tot ongeveer 2 m -NAP) zijn samengevoegd tot één deklaag in het model. Deze deklaag is niet als zodanig in de REGIS-schematisatie opgenomen, maar opgenomen op basis van de aangetroffen bodemopbouw in de boringen en sonderingen. De werkwijze en de gebruikte gegevens zijn opgenomen in Bijlage B.

Onder de deklaag is tot op een diepte van circa 25 m - NAP een watervoerend pakket aanwezig. De onderkant van dit watervoerend pakket is aangenomen als hydrologische basis en is op basis van lokale boringen en sonderingen verbeterd. De doorlatendheden van deze lagen is bepaald op basis van REGIS (model van de ondergrondopbouw, TNO).

Op de modelgrenzen is een vaste grondwaterstand en stijghoogte aangenomen. Deze grondwaterstanden en stijghoogten zijn overeenkomstig met een wintersituatie, berekend met het regionaal grondwatermodel MIPWA v2. Daarnaast is ook het oppervlaktewater en drainage overgenomen vanuit MIPWA. Omdat de grootste effecten op de omgeving worden verwacht bij een lagere grondwaterstand, is het peil in het oppervlaktewater in het model gebaseerd op het zomerpeil. Voor de bepaling van de maximale debieten is ook een model gemaakt waarin de winterpeilen zijn opgenomen.

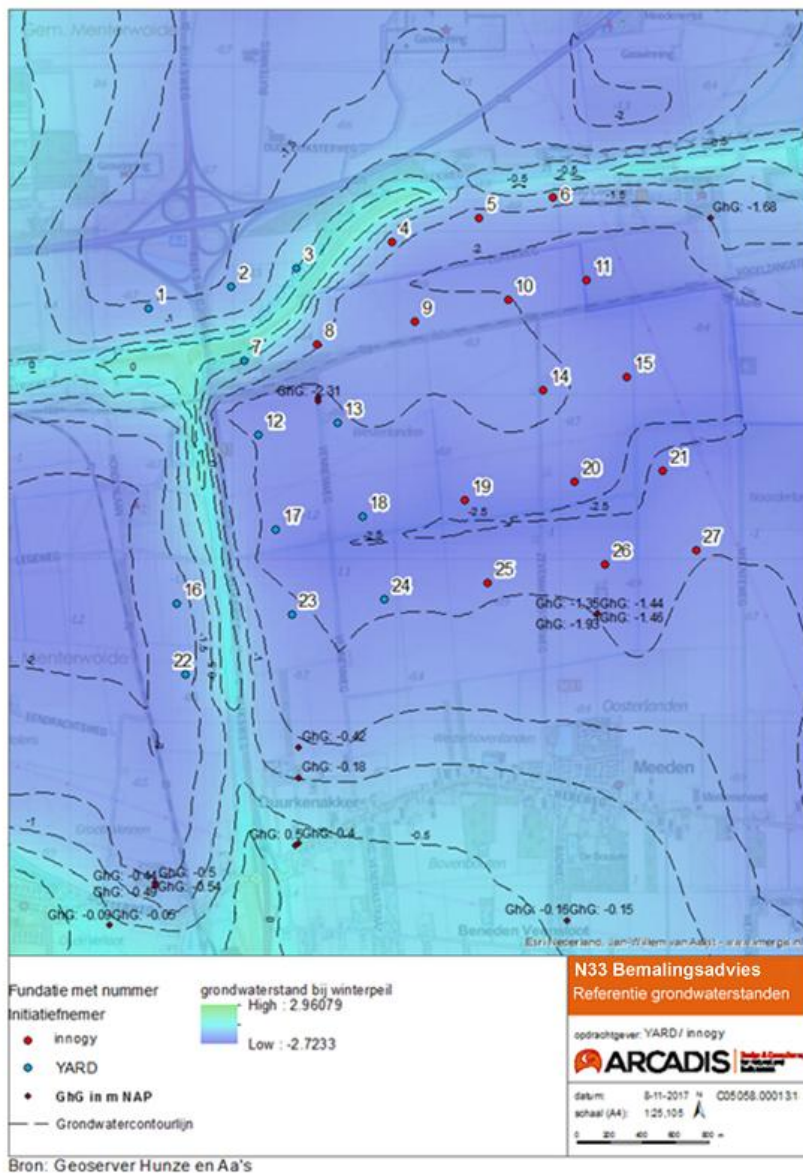
Het maaiveld in het model is bepaald op basis van AHN. Daarnaast is een gemiddelde grondwateraanvulling van 0,5 mm/dag toegevoegd aan het model, een inschatting gebaseerd op neerslag en verdamping uitgaande van een zomerperiode als worst case.

6 RESULTATEN

In onderstaande paragrafen zijn de uitkomsten van de modelberekening weergegeven. Het totaal pompdebiet per uur is 1/24 van het berekende debiet per dag.

6.1 Referentie

In het gebied zijn een beperkt aantal peilbuizen aanwezig waarmee de resultaten van het model getoetst worden. Om een beter beeld van de ruimtelijke spreiding te krijgen zijn de modelresultaten ook vergeleken met de uitkomsten van het regionaal grondwatermodel MIPWA. In Figuur 8 zijn de peilbuizen weergegeven met de waarde van de GHG. De GHG uit MIPWA is in groenblauw weergegeven en de resultaten van het model met zwarte lijnen. Het ruimtelijk beeld van de GHG uit MIPWA komt goed overeen met de lijnen uit het model. Bij de peilbuizen is het verschil tussen meting en model dusdanig dat de onttrekkingsdebieten en de effecten niet onderschat zullen worden.



Figuur 8 Referentie grondwaterstanden bij winterpeil

6.2 Scenario 1 - Gelijktijdige uitvoering

Met het beschreven grondwatermodel zijn de effecten van de grondwateronttrekking in beeld gebracht. Scenario 1 bestaat uit de gelijktijdige uitvoering van de realisatie van de fundaties en kraanopstelplaatsen zoals beschreven in paragraaf 4.2.3.

In Tabel 4 zijn de benodigde debieten per windturbinefundatie en kraanopstelplaats weergegeven voor dit scenario.

Tabel 4 Debiet en waterbezwaar per fundatie bij gelijktijdige uitvoering.

Windturbine	Initiatiefnemer	Debiet per pomp m ³ /uur	Debiet per pomp m ³ /dag	Waterbezwaar per 30 dagen (m ³)	Totaal waterbezwaar in 120 dagen (m ³)
1	YARD	16,3	390	11.700	46.800
2	YARD	11,7	280	8.400	33.600
3	YARD	22,9	550	16.500	66.000
4	innogy	18,8	450	13.500	54.000
5	innogy	11,7	280	8.400	33.600
6	innogy	16,7	400	12.000	48.000
7	YARD	15,4	370	11.100	44.400
8	innogy	7,9	190	5.700	22.800
9	innogy	8,3	200	6.000	24.000
10	innogy	5,8	140	4.200	16.800
11	innogy	7,1	170	5.100	20.400
12	YARD	14,2	340	10.200	40.800
13	YARD	10,4	250	7.500	30.000
14	innogy	3,3	80	2.400	9.600
15	innogy	8,3	200	6.000	24.000
16	YARD	17,1	410	12.300	49.200
17	YARD	17,1	410	12.300	49.200
18	YARD	13,3	320	9.600	38.400
19	innogy	7,9	190	5.700	22.800
20	innogy	4,6	110	3.300	13.200
21	innogy	7,1	170	5.100	20.400
22	YARD	9,6	230	6.900	27.600
23	YARD	15,0	360	10.800	43.200

Windturbine	Initiatiefnemer	Debiet per pomp m ³ /uur	Debiet per pomp m ³ /dag	Waterbezwaar per 30 dagen (m ³)	Totaal waterbezwaar in 120 dagen (m ³)
24	YARD	11,3	270	8.100	32.400
25	innogy	8,8	210	6.300	25.200
26	innogy	7,1	170	5.100	20.400
27	innogy	7,5	180	5.400	21.600

Het totaal per initiatiefnemer is weergegeven in Tabel 5.

Tabel 5 Totalen per initiatiefnemer bij gelijktijdige uitvoering

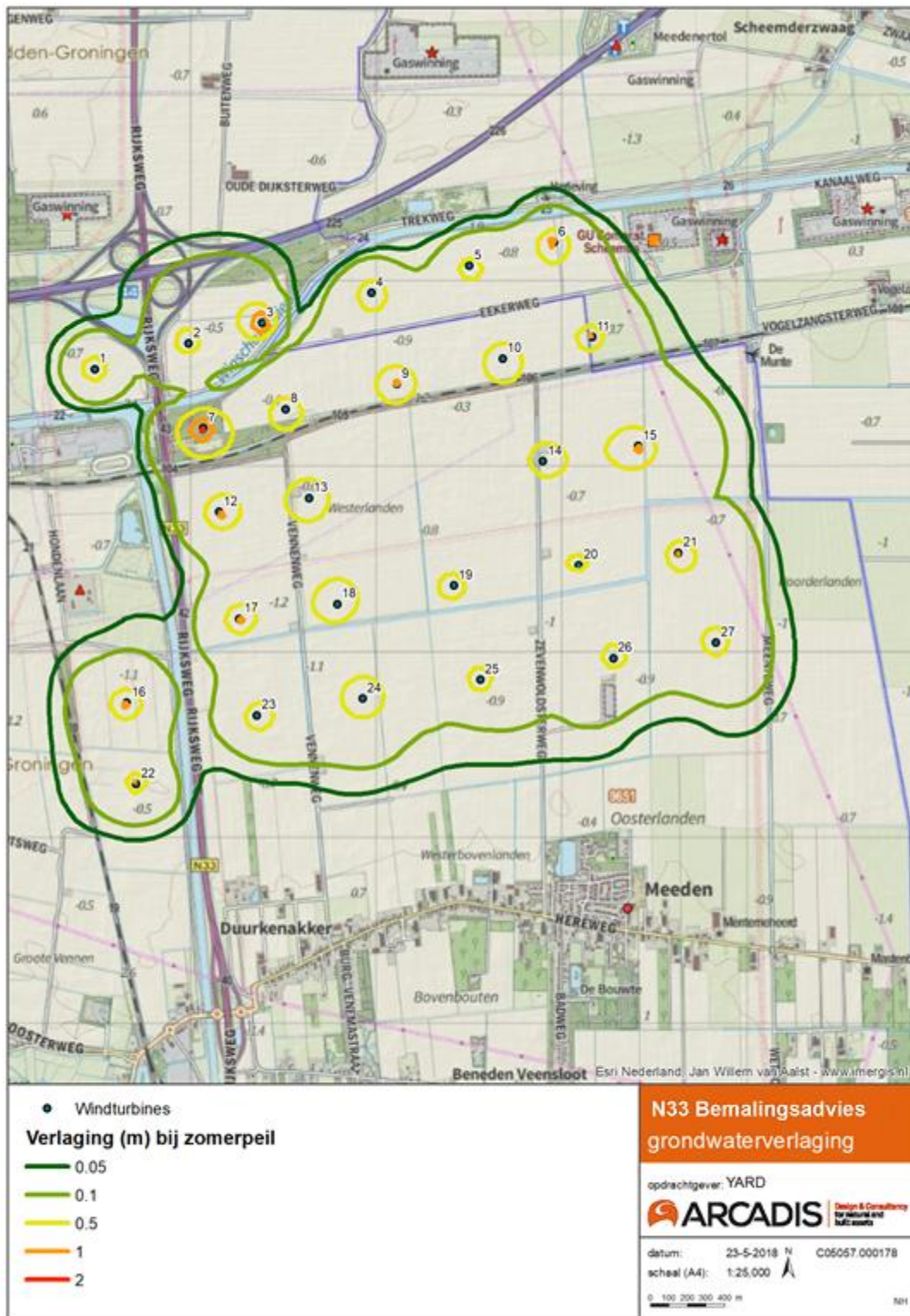
Initiatiefnemer	Totaal pompdebiet (m ³ /uur)	Totaal pompdebiet (m ³ /dag)	Totaal waterbezwaar per 30 dagen (m ³)	Totaal waterbezwaar (120 dagen, m ³)
YARD	174,2	4.180	125.400	501.600
innogy	130,8	3.140	94.200	376.800

In Figuur 9 is het invloedsgebied voor de maximale grondwateronttrekking bij gelijktijdige uitvoering weergegeven. Door de opeenvolging van de grondwateronttrekkingen bij de windturbinefundaties inclusief kraanopstelplaatsen varieert dit in de tijd. De grondwaterstanden vertonen een variatie waardoor standen onder de GLG en boven de GHG kunnen voorkomen. De 0,05, 0,1 en 0,25 meter contouren vallen binnen deze variaties op de gemiddelde waterstanden.

Voor de aanvraag wordt ook rekening gehouden met invallend regenwater samen met een onzekerheidsmarge vanwege heterogeniteit in de ondergrond (samen circa 10%), zie Tabel 6.

Tabel 6 Debiet per initiatiefnemer bij gelijktijdige uitvoering – inclusief 10% onzekerheidsmarge (scenario 1)

Initiatiefnemer	Totaal pompdebiet (m ³ /uur)	Pompdebiet (m ³ /dag)	Waterbezwaar per 30 dagen (m ³)	Totaal waterbezwaar 120 dagen (m ³)
YARD	191,6	4.598	137.940	551.760
innogy	143,9	3.454	103.620	414.480



Figuur 9 Maximale verlaging bij gelijktijdige uitvoering

6.3 Scenario 2 - Gescheiden uitvoering

Bij gescheiden uitvoering staan de windturbinefundaties inclusief kraanopstelplaatsen per initiatiefnemer tegelijk in grondwateronttrekking maar niet die van beide initiatiefnemers. Doordat de wederzijdse beïnvloeding minder is moeten de debieten licht verhoogd worden om de gewenste grondwaterverlaging te behalen.

In Tabel 7 zijn de benodigde debieten per windturbinefundatie en kraanopstelplaats weergegeven voor dit scenario.

Tabel 7 Debiet en waterbezwaar per fundatie bij gescheiden uitvoering (scenario 2)

Windturbine	Initiatiefnemer	Debiet per pomp m ³ /uur	Debiet per pomp m ³ /dag	Waterbezwaar per 30 dagen (m ³)	Totaal waterbezwaar in 120 dagen (m ³)
1	YARD	16,3	390	11.700	46.800
2	YARD	11,7	280	8.400	33.600
3	YARD	22,9	550	16.500	66.000
4	innogy	18,8	450	13.500	54.000
5	innogy	11,7	280	8.400	33.600
6	innogy	16,7	400	12.000	48.000
7	YARD	15,8	380	11.400	45.600
8	innogy	9,2	220	6.600	26.400
9	innogy	9,2	220	6.600	26.400
10	innogy	6,3	150	4.500	18.000
11	innogy	7,1	170	5.100	20.400
12	YARD	14,2	340	10.200	40.800
13	YARD	12,1	290	8.700	34.800
14	innogy	3,8	90	2.700	10.800
15	innogy	8,3	200	6.000	24.000
16	YARD	17,1	410	12.300	49.200
17	YARD	17,5	420	12.600	50.400
18	YARD	13,8	330	9.900	39.600
19	innogy	8,3	200	6.000	24.000
20	innogy	4,6	110	3.300	13.200
21	innogy	7,1	170	5.100	20.400
22	YARD	9,6	230	6.900	27.600
23	YARD	15	360	10.800	43.200

Windturbine	Initiatiefnemer	Debiet per pomp m ³ /uur	Debiet per pomp m ³ /dag	Waterbezwaar per 30 dagen (m ³)	Totaal waterbezwaar in 120 dagen (m ³)
24	YARD	11,7	280	8.400	33.600
25	innogy	9,6	230	6.900	27.600
26	innogy	7,1	170	5.100	20.400
27	innogy	7,5	180	5.400	21.600

Het totaal per initiatiefnemer is weergegeven in Tabel 8.

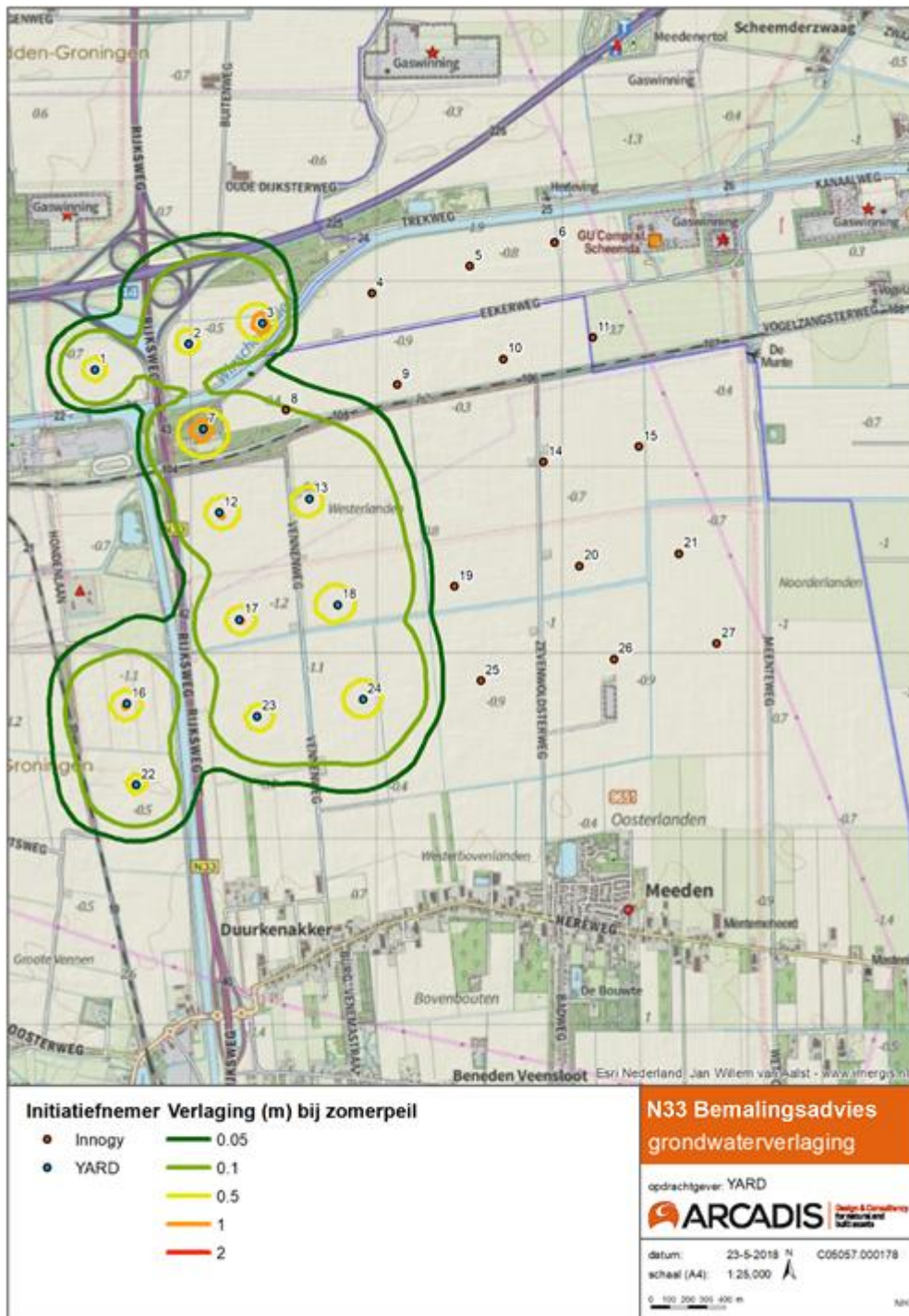
Tabel 8 Totalen per initiatiefnemer bij gescheiden uitvoering (scenario 2)

Initiatiefnemer	Pompdebiet (m ³ /uur)	Pompdebiet (m ³ /dag)	Waterbezwaar per 30 dagen (m ³)	Totaal waterbezwaar (120 dagen, m ³)
YARD	177,5	4.260	127.800	511.200
innogy	135,0	3.240	97.200	388.800



Figuur 10 Maximale verlaging in het cluster Noord bij gescheiden uitvoering voor de grondwateronttrekking van de fundaties inclusief kraanopstelplaatsen van innogy.

In Figuur 10 is het invloedsgebied voor de gescheiden uitvoering voor innogy weergegeven. In Figuur 11 is het invloedsgebied voor de gescheiden uitvoering voor YARD weergegeven. Door de opeenvolging van de onttrekkingen bij de fundaties inclusief kraanopstelplaatsen varieert dit in de tijd. Zie hiervoor de indicatieve planning in Bijlage A. De grondwaterstanden variëren, hierdoor zijn grondwaterstanden mogelijk van onder de GLG en boven de GHG. De 0,05, 0,1 en 0,25 meter contouren vallen binnen deze variaties op de gemiddelde waterstanden.



Figuur 11 Maximale verlaging in het noordelijk cluster bij gescheiden uitvoering voor de grondwateronttrekking van de fundaties inclusief kraanopstelplaatsen van YARD

Bij gescheiden uitvoering is de invloed van de windturbinefundaties inclusief kraanopstelplaatsen per initiatiefnemer minder groot dan bij gelijktijdige uitvoering. Doordat de wederzijdse beïnvloeding minder groot is wordt wel het totale waterbezwaar groter.

De effecten op de omgeving zijn vergelijkbaar, weliswaar is de totale oppervlakte van de maximale verlaging lager dan bij een gelijktijdige uitvoering, enkele verlagingen ter plaatse van de kades, wegen en spoorlijn geven aanleiding tot het risico op zettingen.

Voor de aanvraag wordt ook rekening gehouden met invallend regenwater samen met een onzekerheidsmarge vanwege heterogeniteit in de ondergrond (samen circa 10%), zie Tabel 9.

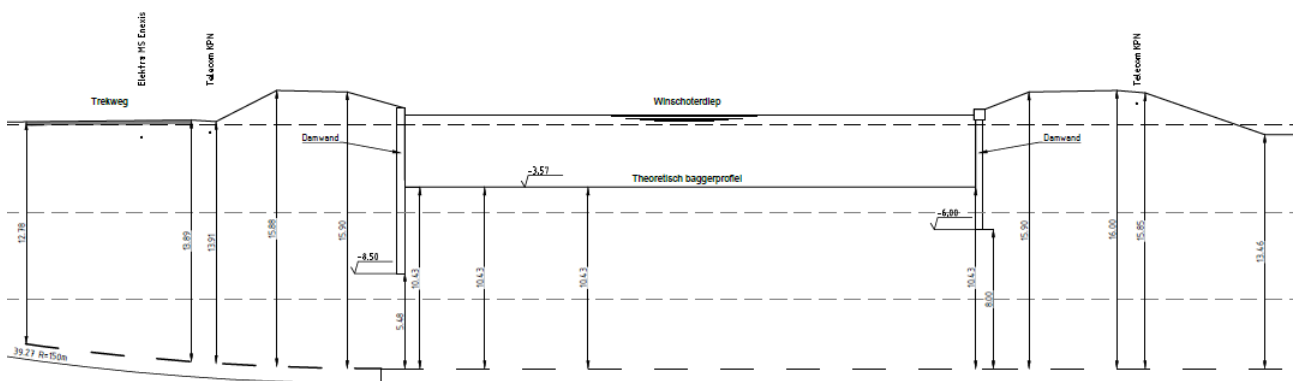
Tabel 9 Totalen per initiatienemer bij gescheiden uitvoering– inclusief 10% onzekerheidsmarge (scenario 2)

Initiatiefnemer	Pompdebiet (m ³ /uur)	Pompdebiet (m ³ /dag)	Waterbezwaar per 30 dagen (m ³)	Totaal waterbezwaar (120 dagen, m ³)
YARD	195,3	4.686	140.580	562.320
innogy	148,5	3.564	106.920	427.680

6.4 Gevoeligheden onttrekkingsdebieten

Een aantal windturbines liggen dicht bij primaire watergangen, namelijk 3, 7 en 11. Als het water in deze watergangen in direct contact staat met de ondergrond kan de hoeveelheid water onderschat worden. Om dit risico te ondervangen is onderzocht wat het effect is als deze watergang in direct contact staat.

Het contact tussen de watergang en de ondergrond hangt af van de diepte van de watergang en het materiaal op de bodem. Voor de diepte is gebruik gemaakt van het profiel van het Winschoterdiep dat is opgenomen in het boorplan aanleg parkbekabeling windpark N33 Veendam⁵.



Figuur 12 Doorsnede Winschoterdiep (Bron: boorplan parkbekabeling)

De doorsnede in Figuur 12 laat zien dat de bodem van het Winschoterdiep op 3,57m -NAP ligt. De bodem ligt dus in het watervoerende pakket. Op de bodem van een watergang ligt over het algemeen een laag slib waardoor het contact tussen water en ondergrond minder is.

In de modelberekening is hiermee rekening gehouden door de weerstandswaarde voor het Winschoterdiep zo te kiezen dat deze de werkelijkheid zo goed als mogelijk benaderd. De waarden in de modelberekening zijn overgenomen uit het regionaal model MIPWA, dat door de provincies en waterschappen is ontwikkeld.

Ter verificatie is ook een berekening uitgevoerd waarbij de waterbodem net zo doorlatend is gemaakt als het onderliggende zandpakket. In dat geval is een verhoging van het bemalingsdebiet van circa 10% vereist om de gewenste grondwaterstandverlaging te bereiken. Voor funderingslocatie 3 zal bij zowel gelijktijdige (Tabel 4) als gescheiden uitvoering (Tabel 7) het totaal debiet toenemen van 550 m³/dag naar 605 m³/dag.

⁵ Boorplan aanleg parkbekabeling windpark N33 Veendam, Joulz, 21-3-2017, 482.16.1.029-BPL-108-B

Voor aanvang van de werkzaamheden zal met een proefbemaling getoetst worden wat in de praktijk het waterbezwaar is bij de bronnering. Deze proefbronnering wordt uitgevoerd bij een locatie die in de nabijheid van een watergang ligt, namelijk windturbine locatie 3, 7 of 11.

6.5 Geotechnische Omgevingseffecten

Door de grondwateronttrekking en daardoor veroorzaakte lagere grondwaterstanden zijn effecten op de omgeving te verwachten. Of omgevingseffecten door geotechnische risico's leiden tot mogelijke schade op de hiervoor gevoelige objecten, wordt in deze paragraaf behandeld. Voor de beoordeling van de geotechnische risico's in de omgeving is voor de grondopbouw uitgegaan van de volgende rapportages:

- Geotechnisch onderzoek Windmolenpark N33 te Meeden, Wiertsema & Partners, d.d. 5 augustus 2016, VM-65312-1, d.d.;
- Geotechnisch veldwerk, Windpark N33, Fugro Geoservices B.V., d.d. 15 juni 2017, 9016-0611-000.

Deze rapportages bevatten resultaten van boringen en sonderingen ter plaatse van de windturbines en tussenliggende aan te leggen onderhoudswegen. Op basis van deze resultaten is, indien noodzakelijk, de grondopbouw per windturbine beoordeeld en is de GLG uit de boringen afgeleid.

In Figuur 13 is de te verwachten verlaging van de waterstand weergegeven t.o.v. NAP en in meters (m). Hierbij valt op dat alleen direct nabij de bemalingen voor de aanleg van de fundering van de windturbines enige verlaging van de grondwaterstand (0,5 m) is te verwachten. In het gebied zijn zettingsgevoelige klei- en veenlagen aanwezig. De diepte tot waar deze lagen voorkomen varieert sterk: van -1,0m tot maximaal -5,0m NAP. Op locaties waarbij geen klei- en/of veenlagen aanwezig zijn beneden de GLG is er geen risico op zettingen. Voor de beoordeling van het risico op zettingen is ervanuit gegaan dat zolang de waterstand niet wordt verlaagd tot onder de GLG er geen risico op zettingen is. De samendrukbare ondergrond heeft zich reeds aangepast aan de belasting als gevolg van grondwaterschommelingen in het verleden tot GLG.

De GLG in gedeelte van het plangebied ten zuiden van het Winschoterdiep ligt tussen de -1,9m en -3,4m NAP. Dit is gebaseerd op een drietal peilbuizen in dit gedeelte en de beoordeling van de boringen die uitgevoerd zijn voor windturbine 4 t/m 6, 8 t/m 11, 14, 15, 19 t/m 21 en 25 t/m 27. Bij de boringen uitgevoerd ter plaatse van de andere windturbines is de GLG niet vastgelegd. Wel is er één peilbuis geplaatst ten noorden van windturbine 13. Hier ligt de GLG op -2,5m NAP, hetgeen goed overeenkomt met de andere metingen en beoordelingen.

De grondopbouw in het gedeelte van het plangebied ten noorden van het Winschoterdiep (windturbine 1 t/m 3) wijkt niet veel af van de grondopbouw ten zuiden van het Winschoterdiep. Hier zijn zettingsgevoelige klei- en veenlagen aangetroffen variërend tussen -0,9m NAP en -3,5m NAP. De GLG is niet vastgelegd tijdens de uitgevoerde boringen. Wel is de grondwaterstand tijdens de uitvoering van de boringen gemeten. Deze is aangetroffen op een niveau tussen -1,5m en -2,5m NAP. Hieruit kan worden afgeleid dat ter plaatse van dit gedeelte de GLG rond de -2,0m NAP ligt.



Figuur 13: Geschatte grondwaterstandverlaging t.o.v. NAP (meters)

In deze paragraaf is achtereenvolgens ingegaan op de mogelijke invloed van de bemaling op de volgende nabij gelegen objecten:

- Kades Winschoterdiep.
- Kade A.G. Wildervanckkanaal.
- Spoorlijn Groningen – Nieuweschans.
- Spoorlijn Groningen – Veendam.
- Kunstwerken spoorlijn;
- Rijksweg N33.
- Rijksweg A7.
- Aardgasleidingen.
- Hoogspanningsleidingen.
- Nedmag afvalwaterleiding.
- Installaties Gasunie.
- Resterende objecten.
- Overige risico's.

Kades Winschoterdiep

Voor de beoordeling van de invloed van de bemaling op de kades aan de noordzijde van het Winschoterdiep is de bemaling ter plaatse van windturbine 3 kritisch. Bij windturbine 1 en 2 liggen de zettingsgevoelige lagen boven het niveau van de GLG en zijn er geen zettingsrisico's voor de omgeving. Daarnaast ligt de kade buiten het invloedsgedebied waar de grondwaterstand wordt verlaagd tot een niveau van -2,1m NAP. Voor de bemaling ter plaatse van windturbine 3 kan niet uitgesloten worden dat deze gevolgen heeft voor de hoogteligging van de noordelijke kade langs het Winschoterdiep. De dikte van het samendrukbare lagen op deze locatie varieert tussen -2,5m en -3,5m NAP. De grootte van de verlaging van de grondwaterstand ter plaatse van de kade is moeilijk af te leiden uit de berekende verlagingscontouren. Gezien de aanwezigheid van samendrukbare lagen onder het niveau van -2,0m NAP (geschat niveau GLG) en de onzekerheid in de contouren van de verlaging van de grondwaterstand rondom de ontgraving ten behoeve van de fundering van windturbine 3 valt niet uit te sluiten dat de bemaling invloed heeft op de hoogteligging van de kade. Geadviseerd wordt om op basis van een 2D-model, waarbij de grondopbouw, grondwaterstand en ligging van de kade op basis van lokale informatie zijn gemodelleerd, nader te bepalen hoe de verlagingscontour van het grondwater en de stijghoogte direct onder de samendrukbare lagen worden beïnvloed door de bemaling. Op basis hiervan kan het zettingsrisico nader beschouwd worden. Indien uit deze analyse blijkt dat de bemaling invloed heeft op de hoogteligging van de kade, wordt geadviseerd een retourbemaling toe te passen over een lengte van ca. 200 m langs de kade.

Aan de zuidzijde van het Winschoterdiep is er alleen een mogelijk zettingsrisico voor de zuidelijke kade ter plaatse van windturbine 7. De dikte van het samendrukbare lagen op deze locatie varieert tussen -1,3m en -5,0m NAP. De grootte van de verlaging van de grondwaterstand ter plaatse van de kade is moeilijk af te leiden uit de berekende verlagingscontouren. Gezien de aanwezigheid van samendrukbare lagen onder het niveau van -2,0m NAP (geschat niveau GLG) en de onzekerheid in de contouren van de verlaging van de grondwaterstand rondom de ontgraving ten behoeve van de fundering van windturbine 7 valt niet uit te sluiten dat de bemaling invloed heeft op de hoogteligging van de kade. Geadviseerd wordt om op basis van een 2D-model, waarbij de grondopbouw, grondwaterstand en ligging van de kade op basis van lokale informatie zijn gemodelleerd, nader te bepalen hoe de verlagingscontour van het grondwater en de stijghoogte direct onder de samendrukbare lagen worden beïnvloed door de bemaling. Op basis hiervan kan het zettingsrisico nader beschouwd worden. Indien uit deze analyse blijkt dat de bemaling invloed heeft op de hoogteligging van de kade, wordt geadviseerd een retourbemaling toe te passen over een lengte van ca. 200 m langs de kade.

Het invloedsgedebied van de bemaling voor de aanleg van de fundering van windturbine 8 en 4 t/m 6 bereikt de zuidelijke kade niet. Op basis van de berekeningen kan worden geconstateerd dat voor deze windturbines de grondwaterstand niet onder een niveau van -1,8 m NAP zakt, hetgeen ruim boven de GLG in dit gebied ligt (tussen -2,3m en -3,05m NAP).

Kade A.G. Wildervanckkanaal

De ingeschatte verlaging van de grondwaterstand ter plaatse van de oostelijke kade van het A.G. Wildervanckkanaal als gevolg van de bemaling voor met name windturbine 2, 7, 12, 17 en 23 ligt ruim boven de GLG (ca. -2,5m NAP). Deze bemaling zal dan ook geen invloed hebben op de hoogteligging van de kade. Hetzelfde is van toepassing voor de bemaling ter plaatse van windturbine 16 en 22.

Spoorlijn van Groningen naar Bad-Nieuweschans

Het gedeelte van de spoorlijn Groningen – Nieuweschans dat door het projectgebied loopt ligt mogelijk binnen het invloedsgedebied van de bemaling voor windturbine 9. Dit valt op basis van de huidige modellering niet goed na te gaan. Mogelijk is voor de aanleg van de spoorlijn het slappe lagen pakket verwijderd. Geadviseerd wordt om bij Prorail na te gaan of dit slappe lagen pakket nog aanwezig is onder de spoorbaan of dat indertijd bij de aanleg een grondverbetering is toegepast. Indien blijkt dat er nog sprake is van een slappe lagen pakket onder de huidige spoorbaan wordt geadviseerd om op basis van een 2D-model, waarbij de grondopbouw, grondwaterstand en ligging van de spoorbaan op basis van lokale informatie zijn gemodelleerd, nader te bepalen hoe de verlagingscontour van het grondwater en de stijghoogte direct onder de samendrukbare lagen worden beïnvloed door de bemaling ter plaatse van windturbine 9, 10 of 11. Op basis hiervan kan het zettingsrisico nader beschouwd worden. Indien uit deze analyse blijkt dat de bemaling invloed heeft op de hoogteligging van de spoorlijn, wordt geadviseerd een retourbemaling toe te passen over een lengte van ca. 200 m langs de spoorlijn.

Spoorlijn Groningen – Veendam

De spoorlijn Groningen – Veendam ligt buiten het invloedsgebied van de bemaling voor de aanleg van windturbine 16 en 22. Deze bemaling zal geen invloed hebben op de hoogteligging van de spoorlijn. De grondwaterstand wordt hier niet tot onder de GLG verlaagd.

Kunstwerken spoorlijn

Midden door het projectgebied loopt de spoorlijn de Wiederline. Bij ProRail is nagevraagd in hoeverre deze gevoelig is voor zettingen door grondwaterstandsverlaging. Behalve het spoor heeft ProRail een drietal kunstwerken in dit gebied. Vanuit ProRail gelden hierdoor de volgende aandachtsgebieden:

1. KM 103.8: Spoorbrug over het A.G. Wildervankkanaal, gefundeerd op staal.
2. KM 104.0: Spoorbrug over de N33, gefundeerd op tubex palen.
3. KM 107.2: Spoorbrug ten noorden van het gemaal, nabij de Vogelzangsterweg, landhoofden staan op houten palen gefundeerd.

Voor de spoorbrug over het A.G. Wildervankkanaal wordt een waterstandsverandering niet wenselijk geacht door ProRail. Voor de spoorbrug over de N33 is met name zettingsverschil tussen de spoorbrug en het aardenbaan traject een aandachtspunt. Waterstandsverlaging bij de houten palen bij de spoorbrug over de Meeder Afwatering is niet wenselijk vanwege risico op houtrot. ProRail geeft aan dat maximaal toelaatbare zettingen over het algemeen hooguit enkele millimeters mogen bedragen.

Ad 1: Ter plaatse van de spoorbrug over het A.G. Wildervanckkanaal is de grondopbouw bepaald aan de hand van sondering DKP301 uit het onderzoek ter plaatse van de westelijke kade van het A.G. Wildervanckkanaal door Wiertsema & Partners B.V. In deze sondering is een klei/veen pakket aangetroffen van 1,8m NAP op de kruin van de kade tot -4,2m NAP. Het maaiveld aan de teen van de kade ligt op ca -0,5m NAP. Deze spoorbrug ligt ruim buiten het invloedsgebied van de bemalingen. De grondwaterstand wordt zeker niet verlaagd tot waardes die onder de -1,8m NAP liggen. Dit ligt ruim boven de ingeschatte GLG ter plaatse (-2,0m NAP).

Ad 2: Ter plaatse van de spoorbrug over de N33 is de bodemopbouw bepaald uit sondering DKM019. Hierin komt van maaiveld op -0,45m NAP tot -3,45m NAP klei en veen voor. De grondwaterstand is aangetroffen op -2,3m NAP. Ook deze spoorbrug bevindt zich ruim buiten het invloedsgebied van de bemalingen. Daarnaast is deze spoorbrug gefundeerd op tubex palen, hetgeen de spoorbrug ongevoelig maakt voor zettingen.

Ad 3: Bij de spoorbrug ten noorden van gemaal, nabij de Vogelzangsterweg, dient de grondwaterstand te allen tijde boven de houten palen te blijven. Hoewel er geen gegevens van de hoogte van deze palen beschikbaar zijn wordt aangenomen dat de palen onder GLG-niveau staan, immers de grondwaterstand is meerdere keren per jaar lager dan de GLG. Deze spoorbrug ligt buiten de invloedsfeer van de bemaling, zodat er geen risico is op aantasting van de houten palen.

Rijksweg N33

Rijksweg N33 ligt buiten de verwachte contour bij een grondwaterstand verlaging tot -1,8m NAP. Deze verlaging ligt ruim boven de ingeschatte GLG (tussen de -2,0m en -2,5m NAP) op deze locatie. De bemalingen zullen geen invloed hebben op de zetting van de Rijksweg.

Rijksweg A7

Rijksweg A7 ligt buiten de verwachte contour van een grondwaterstand verlaging tot -1,8m NAP. Deze verlaging ligt ruim boven de ingeschatte GLG (circa -2,0m NAP) op deze locatie. De bemalingen zullen geen invloed hebben op de zetting van de Rijksweg.

Aardgasleidingen

Zowel de NAM als de Gasunie hebben leidingen in het gebied lopen. Voor de Gasunie betreft het de volgende leidingen (zie bijlage E):

1. X-803 Stikstof: deze komt van onder het A.G. Wildervanckkanaal (22m -NAP) en loopt west oost door het gebied op ca. -3,5m NAP.
2. A-633 HTL: deze loopt van west naar oost en buigt vervolgens af naar het zuiden en loopt op een diepte van ca. -3,5m NAP.
3. A-666 HTL: deze loopt van west naar oost en buigt vervolgens af naar het noorden en loopt op een diepte van ca. -3,5m NAP.
4. A-519 HTL: deze loopt aan de oostzijde van zuid naar noord op een diepte van ca. -3m NAP.
5. A-516 HTL: deze loopt aan de oostzijde van zuid naar noord op een diepte van ca. -3m NAP.
6. A-661 HTL: deze loopt aan de oostzijde van zuid naar noord op een diepte van ca. -3,5m NAP.
7. N-524-08 RTL: deze loopt aan de oostzijde van zuid naar noord op een diepte van ca. -2,7m NAP.

Op sommige locaties kunnen onder de leidingen nog samendrukbare lagen bevinden. Echter door de maximale bemalingsdiepte (tussen -3,2m en -4,2m NAP) is het zettingsrisico heel beperkt. Op basis van ervaring wordt geschat dat er alleen een zettingsrisico bestaat, indien leidingen zich bevinden binnen 10 m van de bemaling en er samendrukbare lagen aanwezig zijn onder de leiding .

Van de NAM is informatie ontvangen over leidingen 501014 en 501024 (zie bijlage E). Deze leidingen lopen parallel en liggen beide op circa 3m -NAP. Voor deze leidingen is hetzelfde van toepassing als voor de leidingen van de Gasunie. Voor de ondergrondse NAM-leidingen is afstemming geweest met de NAM en door hen is het volgende gesteld:

“Leidingen met een diameter vanaf 28” zijn voorzien van schroefankers, welke in het onderliggende zandpakket zijn geschroefd. De positie van deze ankers zijn destijds helaas niet vastgelegd. Verder hebben we geen informatie over de grondopbouw ter plaatse. In het algemeen geldt dat de gevoeligheid van leidingen voor zettingen als gevolg van de fluctuaties in het grondwaterniveau beperkt is. Echter de exacte gevolgen van verlaging van de grondwaterstand ter plekke is afhankelijk van de lokale situatie en zal als zodanig moeten worden beschouwd.”

Langs het traject van deze leidingen zijn boringen beschikbaar in DINOLoket. Uit deze boringen blijkt dat de klei en veenlaag langs het traject een dikte heeft van circa 1 meter en plaatselijk zelfs minder.

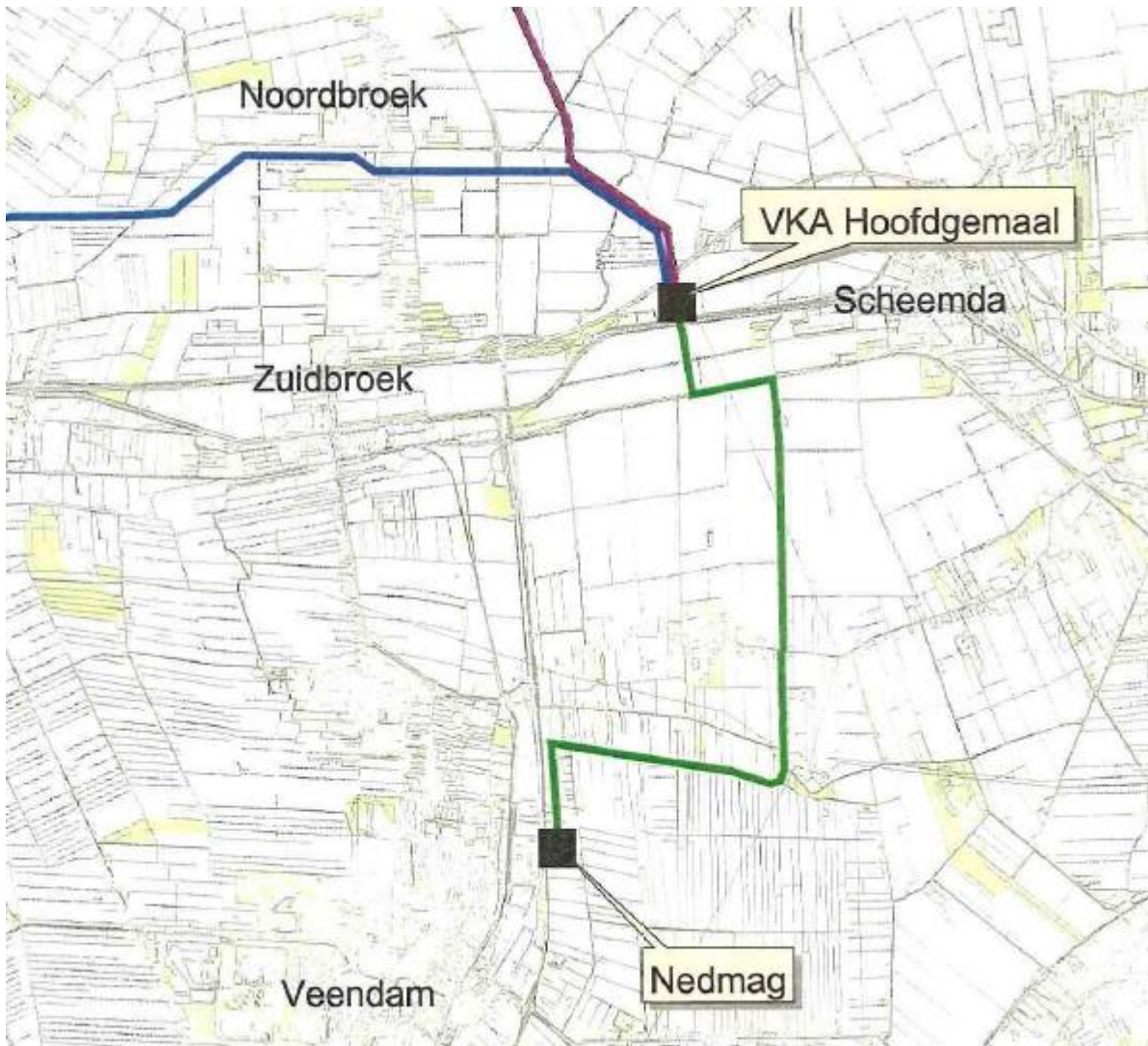
Zettingsrisico's op de aardgasleidingen zijn zeer klein maar niet geheel uit te sluiten. Hiervoor is lokale informatie nodig over de ligging op klei en veen (samendrukbare lagen).

Hoogspanningsleidingen

In het gebied loopt een 380kV hoogspanningsverbinding van TenneT, te weten Meeden-Eemshaven 380kV. Dit betreft een bovengrondse 380kV-hoogspanningsverbinding met vakwerkmasten. Deze zijn gefundeerd op palen en niet gevoelig voor grondwaterstandsverlaging.

Nedmag afvalwaterleiding

In het gebied loopt een industriële afvalwaterleiding van het waterschap Hunze en Aa's. Dit is een asbestcementleiding die in het oostelijk deel van de polder loopt en naar het noorden onder het Winschoterdiep door gaat. Zie Figuur 14.



Figuur 14: Ligging industriële afvalwaterleiding van het waterschap Hunze en Aa's

De minimale gronddekking voor een persleiding is 80 centimeter. De afvalwaterleiding ligt deels langs het spoor en onder de weg en loopt ook onder een aantal watergangen door. Waardoor het zeer aannemelijk is dat deze dieper zal liggen. De precieze diepteligging is niet bekend bij waterschap Hunze en Aa's.

Ter plaatse van windturbine 6 loopt de leiding vlak langs deze windturbine locatie. Het maaiveld ligt op 1,17m -NAP. In de sonderingen komt klei en veen voor tot -3,2m NAP, en tot -3,5m NAP in de boringen (B063). De grondwaterstand bevindt zich op -2,45m NAP en de GLG is op basis van geomorfe⁶ kenmerken ingeschat op -3,05m NAP. Nabij windturbine 6 heeft de bemaling tot gevolg dat de grondwaterstand maximaal zakt tot -2,4m NAP. Dit is ruim boven de GLG. Dit betekent dat er geen sprake is van een zettingsrisico.

Installaties Gaswinning

Aan de noordoostzijde van de projectlocatie vindt gaswinning plaats. Onbekend is om welke installatie het gaat en hoe de gebouwen gefundeerd zijn. Gezien het feit dat de verlaging van de grondwaterstand beperkt blijft tot -1,8m NAP zijn er geen risico's op schade aan de constructies als gevolg van de bemaling.

⁶ Kenmerken die zichtbaar zijn in het opgeboorde materiaal zoals kleur, roestvorming etc. waaruit de veldwerker kan bepalen hoe hoog de grondwaterstand komt.

Resterende objecten

Er bevinden zijn geen boerderijen of andere objecten binnen de projectlocatie. Wel zijn er aantal wegen in het gebied. Op de locatie van de wegen kan lokaal de grondwaterstand lager komen te liggen dan de GLG (maximaal 0,25m lager). Dit zal echter over grote afstanden geen aanleiding geven tot grote zettingsverschillen. Optredende zettingen (maximale enige cm's) leiden niet tot veiligheidsrisico's als gevolg van onvlakheden in de wegen.

Andere geotechnische risico's

De ontgraving voor windturbine 3 kan invloed hebben op de stabiliteit van de kades. Hiervoor is een nadere verkenning nodig. De andere ontgravingen liggen op meer dan 50 tot 100 meter uit de andere omgevingsobjecten. Gezien de maximale ontgravingsdieptes (2,4 m) bij de windturbines die niet nabij de kades liggen is deze afstand voldoende om uit te sluiten dat de ontgraving invloed heeft op de hierboven genoemde objecten.

In sommige gevallen is de voorgenomen ontgraving dieper dan het niveau van de onderkant van de samendrukbare klei- en veenlagen. In deze gevallen is er geen risico op opbarsten, omdat de samendrukbare lagen dan ook weggegraven worden. Wel zal dit een aanzienlijk hoger bemalingsdebiet opleveren dan in het geval er nog een gedeelte van de samendrukbare lagen over blijft. Uit een verkennende analyse blijkt dat dit risico op een aantal locaties niet geheel is uit te sluiten. Door de opwaartse druk van het water tegen de achter gebleven samendrukbare laag, zal deze opbarsten. Dit zal vertraging geven in de uitvoering en het bemalingsdebiet zal sterk stijgen. Daarom moet per windturbine locatie worden vastgesteld of een deel van de samendrukbare lagen achterblijft en of dit aanleiding geeft tot opbarsten. Door de sterk variërende ondergrond is een aparte beoordeling per windturbine nodig op relevante risico's en de omvang hiervan.

De bemaling nabij de kades zal het risico op piping beperken. Ter plaatse van watergangen langs de kade waar het risico op piping het grootst is, zal eerst opbarsten van de bodem van de watergang moeten optreden. Dit risico wordt echter kleiner door de verlaging van de grondwaterstand en stijghoogte onder het samendrukbare pakket. Wel zou piping kunnen optreden doordat er zandtransport plaats vindt naar de ontgraving. Als de bodem van de ontgraving volledig droog wordt gehouden en de waterstand in de ontgraving overal 0,5 m onder bodem van de bouwput ligt, zal piping echter niet optreden. Geadviseerd wordt dit rekenkundig nader te onderbouwen in combinatie met een studie naar de stabiliteit van beide kades.

6.6 Overige omgevingseffecten

De grondwateronttrekking en daardoor veroorzaakte lagere grondwaterstanden, kan ook effect hebben op landbouw & natuur, bodemverontreiniging, archeologie en andere grondwateronttrekkers. De effecten hiervan zijn in deze paragraaf vermeld.

Landbouw & natuur

De gebruiksfuncties in het plangebied zullen worden beïnvloed door zowel de mate van de verlaging als wel de duur ervan. Afhankelijk van de soorten gewassen en hoe de periode van telen samenvalt met de constructiewerkzaamheden, kan de verlaging invloed hebben op de gewassen op de betreffende percelen. Door de lange duur van de constructiefase van het project is een complete uitvoering buiten het groeiseizoen geen optie. Schade in dit gebied kan optreden als gevolg van verdroging door de grondwaterbemaling en vernatting als gevolg van de retourbemalingen.

Binnen het invloedsgebied zijn geen grondwaterafhankelijke natuurgebieden aanwezig.

Monumentale bomen kunnen gevoelig zijn voor grondwaterstandsveranderingen. Met name bij oude beuken is dit het geval. Binnen het plangebied zijn geen monumentale bomen aanwezig (Bron: Landelijk register monumentale bomen, <http://bomen.meetnetportaal.nl/source/index.php>).

Voor de landbouwers in het uiteindelijke invloedsgebied van de bemaling zullen de initiatiefnemers zorgdragen voor de eventuele mitigatie en/of compensatie. De beoordeling en relevantie van claims ten aanzien eventuele opbrengstderiving van gewassen, veroorzaakt door de grondwateronttrekking ten behoeve van de bouw het windpark, zal door de initiatiefnemers afgehandeld worden. De initiatiefnemers zullen hiertoe actief de gebruikers binnen het bemalingsgebied benaderen om hen vooraf te informeren over de bouwperiode van het Windpark N33.

Bodemverontreinigingen

In het invloedsgebied zijn geen bodemverontreinigingen bekend welke door de grondwateronttrekking beïnvloed zouden kunnen worden (Bron: www.bodemoket.nl).

Archeologie

In het kader van het planMER, Inpassingsplan Windpark N33, UMDI & UMDII is het plangebied onderzocht voor archeologische waarden. Deze blijken niet aanwezig te zijn. (Bron: <https://www.rvo.nl/subsidies-regelingen/windpark-n33>).

Andere grondwatergebruikers

Er zijn in het gebied geen andere grondwatergebruikers bekend die beïnvloed zouden worden door de grondwateronttrekking.

(Bron: Grondwaterkaart provincie Groningen: <http://kaarten.provinciegroningen.nl/viewer/app/grondwater>).

6.7 Beheersmaatregel

Om de freatische grondwaterstanden en/of stijghoogten te meten en vast te leggen, overeenkomstig voorschrift 5.2.6 uit het ontwerp-waterveding, waarmee de nulsituatie wordt bepaald en een waarnemingsnet kan worden ingericht⁷. Hiermee kan de aannemer t.z.t. in haar bemalingsplan aangeven of beheersmaatregelen nodig zijn zoals retourbemaling of een constructieve aanpassing zoals aangegeven in voorschrift 5.2.5 van de ontwerp-waterveding.

Beheersmaatregelen zijn gericht op het beperken van de invloed en het in stand houden van de minimale en maximale grondwaterstanden binnen de reguliere bandbreedtes. De wijze waarop dat gerealiseerd wordt hangt deels af van de definitieve ontwerpkeuzes.

De locaties nabij de kade van het Winschoterdiep en de spoorlijn waar zettingsrisico's niet zijn uit te sluiten is retourbemaling over een lengte van ca. 200 m langs de kade en spoorlijn een effectieve beheersmaatregel.

Het risico op Piping is uit te sluiten als de bodem van de ontgraving volledig droog wordt gehouden en de waterstand in de ontgraving overal 0,5 m onder bodem van de bouwput ligt. Geadviseerd wordt dit rekenkundig nader te onderbouwen in combinatie met een studie naar de stabiliteit van beide kades.

⁷ Grondwatermonitoring Windmolenpark N33 te Midden Groningen, Oldambt en Veendam (VN-70629-1; 7 mei 2018)

7 LOZING

De lozing van het onttrokken grondwater kan naar verwachting plaatsvinden op hoofdwatervangsten in het gebied of direct op de twee kanalen in het plangebied:

- Het Winschoterdiep.
- Het A.G. Wildervanckkanaal.

Indien er water op de hoofdwatervangsten wordt geloosd, dient, indien noodzakelijk, de capaciteit van polder gemaal de Munte tijdelijk verhoogd te worden. Tijdens direct lozen in de kanalen moet de kade altijd bereikbaar blijven voor eventuele inspectie etc. Hiermee dient rekening gehouden te worden bij het aanleggen van lozingsleidingen. Tevens moeten de leidingen op de kade op bokken geplaatst worden, zodat eventuele lekkages snel zichtbaar zijn.

Het geloosde water zal geen negatief effect hebben op de scheepvaart in de kanalen.

Er zijn geen grondwaterkwaliteitsgegevens bekend. Verwacht wordt dat de kwaliteit voldoet aan de parameters voor de lozing. Eis vanuit de Keur is dat er geen negatief effect op de kwaliteit van het ontvangende water optreedt. Indien uit metingen blijkt dat dit wel het geval is, worden passende maatregelen getroffen zoals bijvoorbeeld het beluchten van grondwater om het ijzergehalte te reduceren.

De maximaal te lozen hoeveelheden zijn opgenomen in Tabel 10. Deze hoeveelheden treden op in scenario 2, de gescheiden uitvoering. Deze maximale debieten zijn berekend gedurende de circa drie weken wanneer alle windturbinefundaties van innogy tegelijk in grondwateronttrekking staan én gedurende de circa zeven weken wanneer alle windturbinefundaties van YARD tegelijk in grondwateronttrekking staan.

Tabel 10 Lozing per initiatiefnemer bij Scenario 2 - gescheiden uitvoering

Initiatiefnemer	Debiet in m ³ /uur	Debiet in m ³ /dag	Debiet in l/s
YARD	250,3	6.006	70
innogy	148,5	3.564	41

8 CONCLUSIES & AANBEVELINGEN

8.1 Conclusies

1. Voor de grondwateronttrekking tijdens de aanleg van de windturbinefundaties inclusief kraanopstelplaatsen in het cluster Noord, is een waterwetvergunning verplicht.
2. Het maximale debiet treedt op bij gescheiden uitvoering. Hierbij is rekening gehouden met invallend regenwater en een onzekerheidsmarge vanwege de heterogeniteit in de ondergrond (samen circa 10%).
3. Alle zettingsrisico's zijn op basis van een geotechnische verkenning uit te sluiten behalve op:
 - zettingsrisico's voor de kades van het Winschoterdiep nabij de windturbinelocaties 3 en 7 (Vermeer-Noord);
 - zettingsrisico's op een deel van de spoorlijn Groningen – Nieuweschans binnen het invloedsgebied van de bemaling voor windturbine 9 door afstand of door kritische grondopbouw nabij windturbine 10 en 11 (Eekerpolder);
 - zettingsrisico's op aargasleidingen en de Netmag afwaterleiding zijn zeer klein en uit te sluiten bij de afwezigheid van samendrukbare lagen onder het niveau van de leidingen.
4. Ontgraving heeft geen invloed op de stabiliteitsgevoelige objecten omdat de maximale ontgravingsdieptes (2,4 m) bij de windturbines voldoende afstand hebben, meer dan 50 tot 100 meter vanaf de kade. Uitzondering is de ontgraving voor de kraanopstelplaats van windturbinelocatie 3. Deze ligt binnen 50 meter vanaf de kade van het Winschoterdiep.
5. Risico's op het 'opbarsten' van grondwater door opwaartse druk is niet geheel uit te sluiten. Dit kan vertraging geven in de uitvoering en een sterke stijging van het bemalingsdebiet veroorzaken.
6. Door zandtransport naar de ontgraving is het risico op piping niet geheel uit te sluiten maar wel beheersbaar. Als de bodem van de ontgraving volledig droog wordt gehouden en de waterstand in de ontgraving overall 0,5 m onder bodem van de bouwput ligt, treedt er geen piping op.

8.2 Aanbevelingen

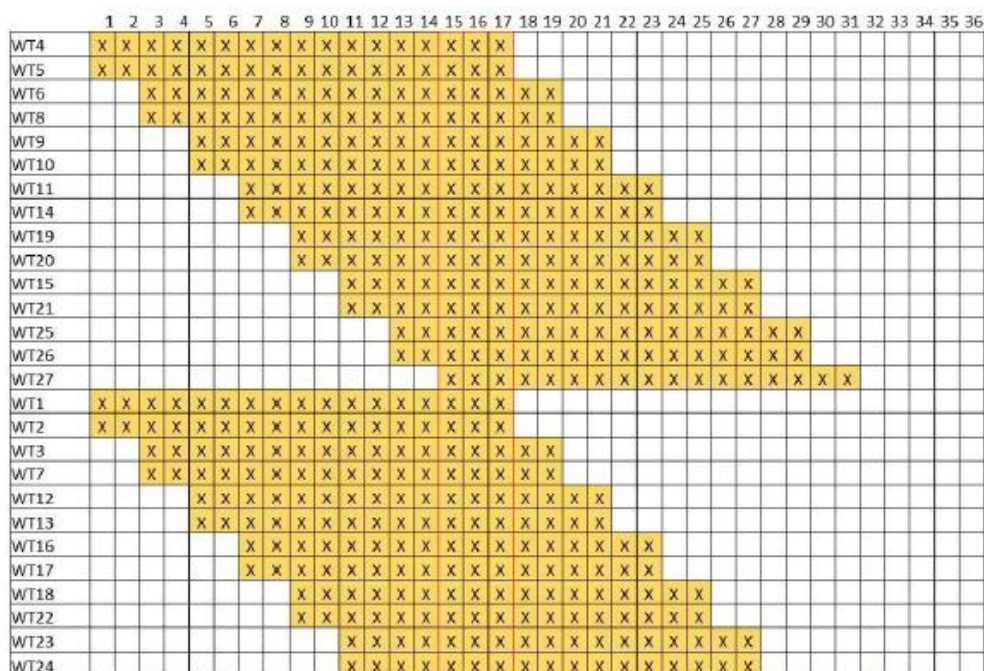
Op basis van de hierboven gepresenteerde berekeningen zijn de volgende aanbevelingen geformuleerd:

1. Op de locatie van windturbine 3 nader bepalen hoe de verlagingscontour van het grondwater en de stijghoogte direct onder de samendrukbare lagen worden beïnvloed door de bemaling. Het advies is om dit met een 2D-model te doen, waarbij de grondopbouw, grondwaterstand en ligging van de kade met lokale informatie is gemodelleerd. Hiermee kan het zettingsrisico nader worden beschouwd. Indien uit deze analyse blijkt dat de bemaling invloed heeft op de hoogteligging van de kade, wordt geadviseerd een retourbemaling toe te passen over een lengte van ca. 200 m langs de kade.
2. Navraag bij Prorail of het slappe lagen pakket nog aanwezig is onder de spoorbaan Groningen – Nieuweschans nabij windturbine 9 of dat indertijd bij de aanleg een grondverbetering is toegepast. Als er sprake is van een slappe lagen pakket dan is het advies om met een 2D-model de invloed van de bemaling ter plaatse van windturbine 9, 10 of 11, nader te beschouwen op het zettingsrisico. Indien uit deze analyse blijkt dat de bemaling invloed heeft op de hoogteligging van de spoorlijn, wordt geadviseerd een retourbemaling toe te passen over een lengte van ca. 200 m langs de spoorlijn.
3. Nadere analyse naar zettingsrisico's op aardgasleidingen en de Netmag afvalwaterleiding. Met de ligging buiten 10 meter van een bemaling en het uitsluiten van de ligging op klei en veen (samendrukbare lagen) zijn de zettingsrisico's geheel uit te sluiten. Is dit niet het geval dan is een detailberekening nodig van de te verwachten daling van de grondwaterstand en de gevolgen voor de zetting.
4. Een stabiliteitsberekening voor de kraanopstelplaats van windturbine 3 waarmee het effect van de ontgraving op de kade van het Winschoterdiep kan worden bepaald.
5. Per windturbinelocatie vaststellen of een deel van de samendrukbare lagen achterblijft en of dit aanleiding geeft tot opbarsten van het grondwater. Door de sterk variërende ondergrond is een aparte beoordeling per windturbine nodig op relevante risico's en de omvang hiervan.
6. Bij een restrisico tot het opbarsten van grondwater is aan te bevelen om het effect van piping uit te sluiten op plekken langs de waterkades. Dat kan met een rekenkundig onderbouwing in combinatie met een studie naar de stabiliteit van beide kades.

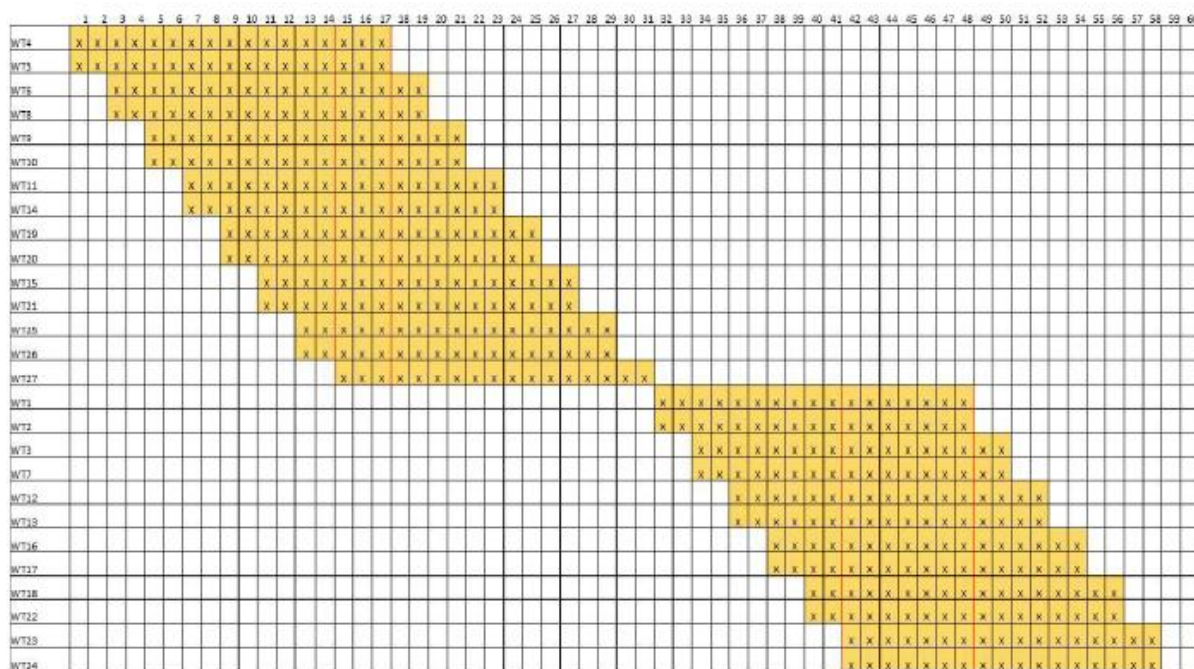
7. De grondwateronttrekking kan worden uitgevoerd middels een verticale grondwateronttrekking of vacuümgrondwateronttrekking met filters rond de put. Het verdient aanbeveling voor de aanvang van de werkzaamheden een proefgrondwateronttrekking met retourbemaling uit te voeren om te verifiëren welke verlaging met het berekende debiet gehaald wordt en of retourbemaling mogelijk is. Indien nodig wordt de retourbemaling aangepast.
8. Het plaatsen van monitoringspeilbuizen rond de grondwateronttrekking om de werkelijk optredende grondwaterstanden te registreren. Het verdient aanbeveling om in het voorgeschreven monitoringsplan signaalwaarden vast te leggen en bijbehorende beheersmaatregelen te benoemen. Nabij zettingsgevoelige objecten mag de verlaging niet te leiden tot grondwaterstanden onder GLG niveau.

BIJLAGEN

BIJLAGE A INDICATIEVE PLANNING



Figuur 1: Indicatieve worst-case planning met maximale onderlinge invloed Eekerpolder (innogy) en Vermeer Noord (YARD)



Figuur 2: Constructieschema met minimale onderlinge invloed Eekerpolder (innogy) en Vermeer Noord (YARD)

BIJLAGE B UITGANGSPUNTEN GRONDWATERMODELLERING

Van het plangebied is op basis van regionaal grondwatermodel MIPWA v2 een grondwatermodel opgebouwd in Modflow (versie USG) met als gebruikersschil het programma Groundwater Vistas 6.

Het model heeft een resolutie van 50 bij 50 meter en is zo gekozen dat alle windturbines minimaal 1,5 kilometer van de modelgrens liggen. Ter plaatse van de windturbines (clusters) is het modelgrid verfijnd naar een resolutie van 25 bij 25 meter.

De geohydrologische opbouw van het gebied is samen te vatten in drie geohydrologische eenheden:

- Het bovenste slechtdoorlatende freatische pakket met een gemiddelde dikte van 1 à 2 meter.
- Het watervoerend zandige pakket van de Pleistocene Formatie van Boxtel van circa 15 meter dik.
- De slechtdoorlatende klei in de bovenste meters van de Formatie van Peelo.

In het model zijn het freatische pakket en het watervoerend pakket opgenomen als modellagen. De slechtdoorlatende klei van de formatie van Peelo wordt beschouwd als de hydrologische basis. Dit betekent dat er geen interactie is tussen het watervoerend pakket en de onderliggende lagen.

Om de ruimtelijke variatie in de geologische opbouw te bepalen zijn de sonderingen rond de turbines gebruikt. Deze zijn vervolgens geïnterpoleerd voor het modelgebied. Alle ondiepe lagen (tot ongeveer -2 m NAP) zijn samengevoegd tot één deklaag in het model. Deze deklaag is niet als zodanig in de REGIS schematisatie opgenomen, maar opgenomen op basis van de aangetroffen bodemopbouw in de boringen en sonderingen.

Onder de deklaag is tot op een diepte van circa NAP -25 m een watervoerend pakket aanwezig. De onderkant van dit watervoerend pakket is aangenomen als hydrologische basis. De doorlatendheden van deze lagen is bepaald op basis van REGIS (model van de ondergrondopbouw, TNO).

Op de modelgrenzen is een vaste grondwaterstand en stijghoogte aangenomen. Deze grondwaterstanden en stijghoogten zijn overeenkomstig met een wintersituatie, berekend met het regionaal grondwatermodel MIPWA v2. Daarnaast is ook het oppervlaktewater en drainage overgenomen vanuit MIPWA. Omdat de grootste effecten op de omgeving worden verwacht bij een lagere grondwaterstand, is het peil in het oppervlaktewater in het model gebaseerd op het zomerpeil. Voor de bepaling van de maximale debieten is ook een model gemaakt waarin de winterpeilen zijn opgenomen.

Het maaiveld in het model is bepaald op basis van AHN. Daarnaast is een gemiddelde grondwateraanvulling van 0,5 mm/dag toegevoegd aan het model, een inschatting gebaseerd op neerslag en verdamping uitgaande van een zomerperiode als worst case.

Hieronder is de modelbouw nader toegelicht.

Modelgrenzen

Het model heeft een grootte van 289x208 (rijen x kolommen) met een basis resolutie van 50 meter. Ter plaatse van de windturbines (clusters) is het modelgrid verfijnd naar een resolutie van 25 bij 25 meter. Met deze afmeting liggen alle windmolens minimaal 1,5 kilometer van de modelrand af.

Lagenopbouw

1. Voor de bepaling van de maaiveldhoogte is het AHN gedownload en als top van laag 1 toegevoegd in het model.
2. Met behulp van de onderkant van de lagen wvp1a, wvp1b, wvp1c en de top van sdl2a uit (REGIS v2.1) is de onderkant van het model bepaald. Omdat de bovengenoemde lagen niet overal duidelijk aanwezig zijn is op basis van al deze lagen een interpolatie gemaakt.
3. De onderkant van de deklaag is tijdelijk op 0.5 meter onder maaiveld gezet. Met behulp van de sonderingen zal dit aangepast gaan worden.
4. Indien er nog steeds geen onderkant aanwezig was is er een standaardwaarde van -50 m NAP toegekend.
5. De sonderingen zijn ingeladen in het programma D-Foundations. Met behulp van de NEN-classificatie is de onderkant van de deklaag bepaald.

6. De onderkant van de deklaag is aangenomen op de overgang van klei/veen naar (lemig) zand.
7. De onderkant van het watervoerende pakket is alleen bepaald als er een duidelijke scheidende laag voorkomt in de sondering. Grofweg, als deze duidelijk scheidende laag aanwezig is, ligt de bodem op ongeveer -20 m NAP. Anders blijft de standaardwaarde van 50 m NAP gehandhaafd.
8. De, op basis van sonderingen bepaalde onderkant van de deklaag, is geïnter- en extrapoleerd voor de rest van het modelgebied op basis van de Nearest Neighbour interpolatie.
9. Om dit goed te kunnen doen te doen zijn er op de modelranden ook boringen uit DINOLoket gebruikt om de onderkant van de klaag te bepalen.
10. Voor de bepaling van de onderkant van het watervoerende pakket richting de modelranden zijn dezelfde stappen doorlopen; inter- en extrapolatie van sonderingen en boringen.

Doorlatendheid watervoerend pakket

1. De kD 's van de verschillende lagen (1a, 1b, 1c) zijn opgeteld tot kD_{tot} .
2. Vervolgens zijn de verticale en horizontale doorlatendheden (k -waarden) bepaald. Voor de bepaling van de verticale doorlatendheid is een anisotropie van 1/3 aangehouden.
 1. $k_{xy} = kD_{tot} / D_{wvp}$
 2. $k_z = 1/3 * kD_{tot} / D_{wvp}$

Weerstand deklaag

1. De weerstand van de deklaag is aangehouden op 100 dagen per meter.
2. Dit is omgerekend naar een verticale en horizontale doorlatendheid. Voor de bepaling van de horizontale doorlatendheid is een anisotropie van 1/2 aangehouden.
 1. $k_z = D_{deklaag} * 0.01$
 2. $k_{xy} = 1/2 * D_{deklaag} * 0.01$

Randvoorwaarden

1. Op basis van de modelresultaten in de MIPWA v2 database zijn de stationaire stijghoogten opgelegd als randvoorwaarden op de randen van het model.
2. Het oppervlaktewatersysteem in het gebied is uit de MIPWA v2 database is gebruikt voor het oppervlaktewater in het gebied.
3. Er zijn zowel winter- als zomerpeilen gebruikt, waarbij de zomerpeilen zijn gebruikt voor de worstcase benadering (de grootste invloed) en de winterpeilen voor de bepaling van het maximale te onttrekken debiet.
4. Drains zijn toegevoegd aan het model. De resolutie van de drains in MIPWA v2 is 25 x 25 m. Het lokaal grondwatermodel heeft een basisresolutie van 50x50 m en ter plaatse van de windturbines (clusters) een resolutie van 25 x 25 m. De drainageparameters zijn in de modelcellen van 50 x50 m:
 1. De conductance van de drains gesommeerd.
 2. De hoogte van de drains uitgemiddeld.
5. Volgens de MIPWA v2 database zijn er geen grote onttrekkingen in de omgeving. Deze zijn daarom ook niet meegenomen in het grondwatermodel.
6. Er is een grondwateraanvulling op het model opgelegd van 0.5 mm/d. Dit is een schatting van het verschil in neerslag en verdamping voor de zomerperiode. Dit is een worstcase benadering, want hoe hoger de grondwateraanvulling, hoe lager de invloed van de bemaling zal zijn.

Tabel 11 Gebruikte sonderingen en boringen

Windmolen	Sonderingen												
8	DKM001	DKM002	DKM003	DKM004	DKM005	DKM006	DKM007	DKP201	B201	B202	B013	B014	B015
4	DKM008	DKM009	DKM010	DKM011	DKM012	DKM013	DKM014	DKP202	B203	B204	B025	B026	B027
9	DKM015	DKM016	DKM017	DKM018	DKM019	DKM020	DKM021	DKP203	B205	B206	B032	B033	B034
5	DKM022	DKM023	DKM024	DKM025	DKM026	DKM027	DKM028	DKP204	B207	B208	B044	B045	B046
10	DKM029	DKM030	DKM031	DKM032	DKM033	DKM034	DKM035	DKP205	B209	B210	B052	B053	B054
6	DKM036	DKM037	DKM038	DKM039	DKM040	DKM041	DKM042	DKP206	B211	B212	B063	B064	B065
11	DKM043	DKM044	DKM045	DKM046	DKM047	DKM048	DKM049	DKP207	B213	B214	B073	B074	B075
14	DKM050	DKM051	DKM052	DKM053	DKM054	DKM055	DKM056	DKP208	B215	B216	B079	B080	B081
15	DKM057	DKM058	DKM059	DKM060	DKM061	DKM062	DKM063	DKP209	B217	B218	B087	B088	B089
19	DKM064	DKM065	DKM066	DKM067	DKM068	DKM069	DKM070	DKP210	B219	B220	B100	B101	B102
20	DKM075	DKM076	DKM077	DKM078	DKM079	DKM080	DKM081	DKP211	B221	B222	B105	B106	B107
25	DKM082	DKM083	DKM084	DKM085	DKM086	DKM087	DKM088	DKP212	B223	B224	B119	B120	B121
26	DKM089	DKM090	DKM091	DKM092	DKM093	DKM094	DKM095	DKP213	B225	B226	B133	B134	B135
21	DKM096	DKM097	DKM098	DKM099	DKM100	DKM101	DKM102	DKP214	B227	B228	B148	B149	B150
27	DKM103	DKM104	DKM105	DKM106	DKM107	DKM108	DKM109	DKP215	B229	B230	B166	B167	B168

BIJLAGE C ZETTING

Door de klei en veen in de ondergrond, binnen het traject van grondwaterstandverlaging, is er een risico op zettingen. Voor de verschillende locaties is indicatief de worst-case eindzetting berekend, op basis van de formule van Terzaghi.

$$zetting = \frac{C_e}{1 + e_0} * H * \log\left(\frac{\sigma'_{zf}}{\sigma'_{z0}}\right)$$

Waarin:

C_e = samendrukkingsindex

e_0 = poriënvolume

H = Dikte van de bodemlaag

σ'_{zf} = Einddruk

σ'_{z0} = Aanvangsdruk

1. Voor deze berekening zijn boringen vanuit DINOLoket gebruikt om een bodemprofiel te bepalen. Op deze puntlocaties zijn de gegevens het meest betrouwbaar. Het bodemprofiel bestaat uit een dikte voor elke laag veen, klei, kleihoudend zand, leem of zand.
2. Uit deze analyse van het bodemprofiel zijn de locaties bepaald die het meest gevoelig zijn voor zetting.
3. De parameters voor de Terzaghi formule voor deze bodemsoorten zijn gebaseerd op het Technisch vademecum Bodemkunde van Nederland.
4. De theoretische eindzetting op de locaties van boringen uit DINOLoket is vervolgens bepaald aan de hand van de verlaging door de bemalingen ten opzichte van gemiddelde grondwaterstand uit het grondwatermodel.
5. Reeds opgetreden zetting, voor aanvang van de bouw van het windpark, als gevolg van historisch laagste grondwaterstanden zijn hierin niet verdisconteerd. De werkelijke zetting, als gevolg van de bouw van het windpark, zal dus lager zijn dan berekend omdat een deel van deze zetting reeds heeft plaatsgevonden.

Zetting tijdsafhankelijk

Voor het berekenen van de zetting in paragraaf 6.4.1 is gebruik gemaakt van de Grondwatertoolbox v 5.

COLOFON

BEMALINGSADVIES BIJGESTELD
WINDPARK N33 - EEKERPOLDER

KLANT

innogy Windpower Netherlands B.V.

AUTEUR

Arcadis

PROJECTNUMMER

C05057.000174

ONZE REFERENTIE

079849048 D

DATUM

13 juni 2018

STATUS

Definitief

GECONTROLEERD DOOR

Robbert van Montfoort
Geohydroloog

VRIJGEGEVEN DOOR

Paul Hartskeerl
Adviseur MER & Planologie

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 264
6800 AG Arnhem
Nederland
+31 (0)88 4261 261

www.arcadis.com