

Notitie / Memo

HaskoningDHV Nederland B.V.
Water & Maritime

Aan: 5.1.2.e
 Van: 5.1.2.e
 Datum: 18 december 2024
 Kopie: 5.1.2.e
 Ons kenmerk: BI8614-RHD-XX-XX-ME-X-0003
 Classificatie: Projectgerelateerd
 Gecontroleerd door: 5.1.2.e

Onderwerp: Grondwatereffecten aanleg winveld Kruisland

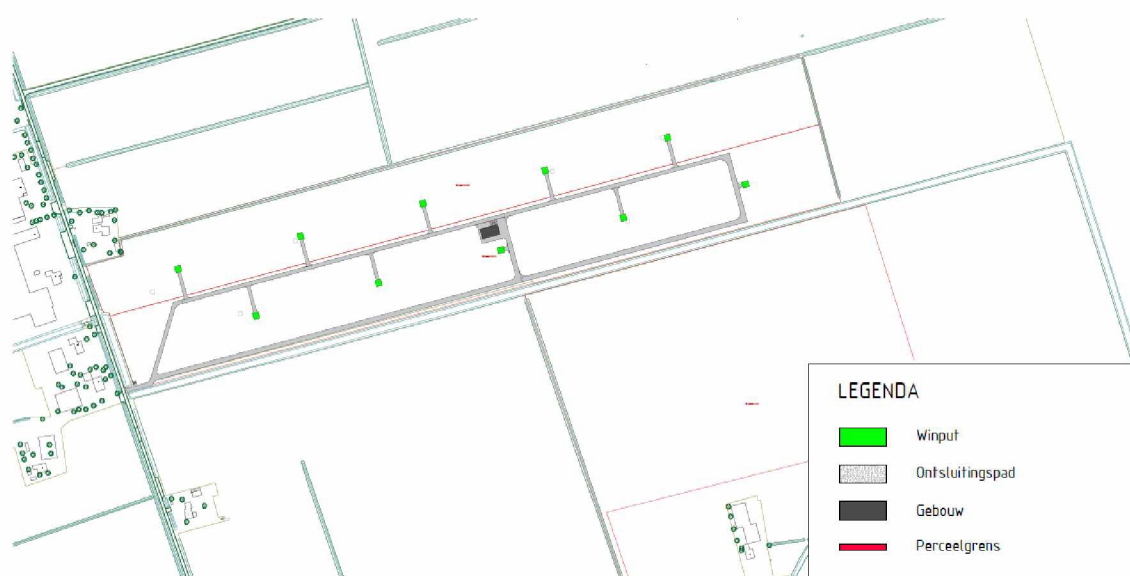
Inleiding

Op de nieuwe winlocatie Kruisland worden winputten, een gebouw en leidingen gerealiseerd. Om de werkzaamheden in den droge uit te voeren is een tijdelijke bemaling nodig. Deze memo geeft de worst-case effecten weer aan de hand van een indicatieve inrichting en planning.

Projectomschrijving

Op de winlocatie in Kruisland worden winputten, een gebouw (inclusief kelders) en leidingwerk aangelegd. Voor dit deelonderzoek wordt gebruik gemaakt van een indicatieve indeling van het winveld. Ten opzichte van andere deelonderzoeken is een indeling uitgewerkt aangezien dit noodzakelijk is voor de bemalingsommen. Dit blijft echter een voorlopige indeling ten behoeve van de bemalingsberekeningen en kan afwijken van de uiteindelijke situatie.

Er wordt uitgegaan van de indeling zoals is weergegeven in Figuur 1. Hierin zijn tien winputten te zien op de percelen van Brabant Water. In het midden van het terrein staat een gebouw. Ter plaatse van het gebouw worden twee kelders gerealiseerd, een diepe en een ondiepe. De winputten worden via een ondergronds leidingwerk aan het gebouw aangesloten (Figuur 2).



Figuur 1: Voorlopige tekening van projectlocatie met daarop de aangenomen locatie van tien winputten en het gebouw.



Figuur 2: Oude tekening projectlocatie, alleen gebruikt voor aanname locatie leidingwerk (blauwe lijnen).

Afmetingen en ontgravingsniveaus

Op basis van door Brabant water verstrekte informatie (onder andere tekeningen) zijn voor de bemalingsanalyse relevante afmetingen en ontgravingsniveaus afgeleid. De relevante afmetingen en ontgravingsniveaus zijn weergegeven in Tabel 1. Tijdens bemaling wordt ermee rekening gehouden dat het grondwaterpeil 0,5 m extra wordt verlaagd beneden het ontgravingsniveau. Voor de constructies is uitgegaan van 0,3 m grondverbetering met uitzondering van het leidingwerk. De sleuven waarin de leidingen worden aangelegd zijn maximaal 2 m diep.

Tabel 1: Afmetingen, aanlegniveau en ontgravingsniveaus

Onderdeel	Afmetingen l x b [m]	Maaiveld [m NAP]	Aanlegniveau [m - mv]	Aanlegniveau [m NAP]	Ontgravings-niveau [m NAP]
Diepe kelder	10 x 7	-0.5	-4	-4,5	-4,8
Ondiepe kelder	13 x 10	-0.5	-2	-2,5	-2,8
Sleuf voor leidingwerk	Totaal 1800 m	-0.5	-2	-2,5	-2,5
Winput	3,4 x 2,8	-0.5	-1,25	-1,75	-2,05

Planning

In deze memo is aangenomen dat alle werkzaamheden binnen één kalenderjaar worden uitgevoerd, specifiek in 9 maanden (zie Tabel 2). Hiermee is een worst-case situatie berekend, aangezien de daadwerkelijke aanleg over 2 jaar zal plaatsvinden. Door het verspreiden van de bemalingswerkzaamheden over 2 jaar, waarbij de totale effectieve bemalingstijd gelijk blijft, zullen de effecten lager uitvallen dan is berekend, omdat de grondwaterstanden in de tussenliggende perioden geheel of gedeeltelijk herstellen.

In Tabel 2 is de aangenomen globale planning van de verschillende bemalingswerkzaamheden weergegeven. Allereerst wordt voor de aanleg van de diepe kelder vier maanden bemalen. Daarna start de bemaling voor de ondiepe kelder, die ook vier maanden duurt. In maand 5 en maand 6 worden de winputten aangelegd. De winputten bemaling wordt in clusters van 3 of 4 winputten uitgevoerd. De

bemalingsduur per cluster bedraagt 2,5 weken. In totaal worden de winputten in drie clusters aangelegd. De 2,5 week bestaat uit 1 week bemalen voor het startmoment van het werkelijke uitgraven van de fundering van de winputkelder, 1 week tijdens het werkelijke uitgraven van het maaiveld ten bate van de fundering van de winputkelder, het plaatsen van de prefab kelder en het aanvullen rondom de geplaatste winputkelder en een halve week gereserveerd voor uitloop van de bovengenoemde werkzaamheden en daarmee de ook bemalingsduur. In maand 8 en 9 worden de leidingen aangelegd. Indien mogelijk kunnen de leidingen ook eerder worden aangelegd (bijv. maand 7 en 8), maar voor de zekerheid wordt uitgegaan van maand 8 en 9. Afwijkingen van deze planning kunnen voor kleinere of grotere waterbezwaren zorgen.

Tabel 2: Aangenomen globale planning

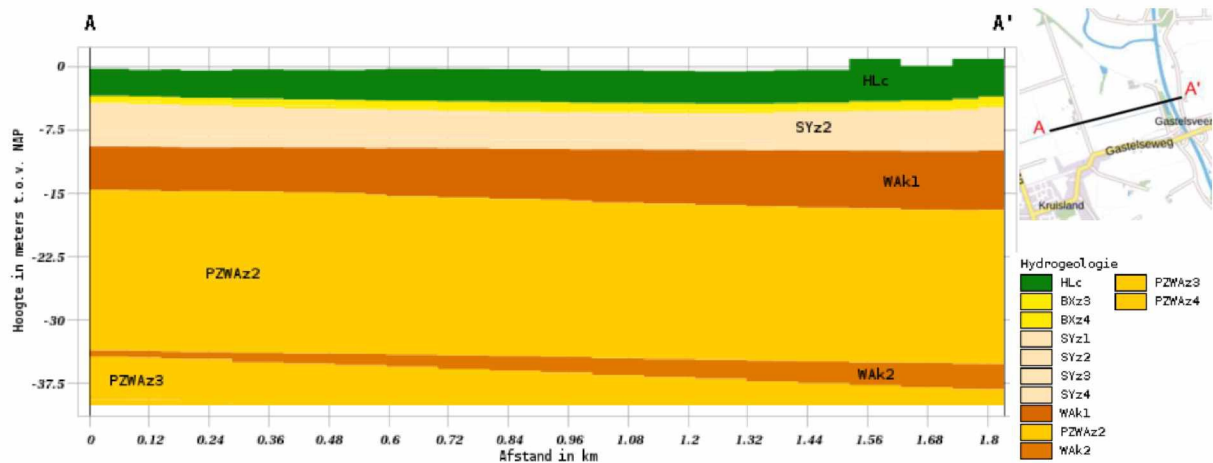
Maand	Diepe kelder	Ondiepe kelder	Winputten	Leidingen
1	X			
2	X			
3	X			
4	X			
5		X	X	
6		X	X	
7		X		
8		X		X
9				X

Uitvoeringswijze

De aanleg van alle onderdelen vindt plaats binnen een open ontgraving. Het is onbekend of er gebruikt wordt gemaakt van een grondkerende constructie (damwand) of een talud. In deze berekening wordt uitgegaan van een talud van 1:1 voor alle onderdelen. Het leidingnetwerk is ca. 1800 m lang en wordt in meerdere secties opgedeeld. Het leidingwerk aanleggen duurt grofweg 9 werkweken, wat neerkomt op ca. 200 m leidingwerk per werkweek.

Bodemopbouw en schematisering

De regionale bodemopbouw is weergegeven in Figuur 3. In principe is de eerste kleiige eenheid van de Formatie van Waalre een geschikte geohydrologische basis, maar omdat deze redelijk ondiep ligt, is ervoor gekozen om de tweede kleiige eenheid van de Formatie van Waalre, gelegen op ca. -34 m NAP, als geohydrologische basis te nemen. Het onderste watervoerende pakket zijn de zanden van de Formatie van Peize en Waalre. Daarboven ligt de eerdergenoemde eerste kleiige eenheid van de Formatie van Waalre met een dikte van ca. 6 m. Het eerste watervoerende pakket bestaat uit zanden van de Formatie van Stramproy en de Formatie van Boxtel. Aan het oppervlak ligt een ca. 3,5 m dikke holocene afdeklaag.



Figuur 3: Dwarsdoorsnede REGIS II model

Ter plaatse van het winveld is verkennend bodemonderzoek uitgevoerd door Antea Group (Bijlage A10 van de MER). Er zijn diverse boorstaten beschikbaar die echter veelal het watervoerende pakket niet bereiken. Uit de boorstaten blijkt dat het holocene pakket bestaat uit 0,5 meter klei, matig siltig en zwak humeus. Daaronder bevindt zich ca. 1 meter matig zandige klei. De overige 2 meter bestaat uit veen, die soms zwak kleiig is. Een enkele boring bereikt het watervoerende pakket. Rond 3,5 m onder het maaiveld wordt zand aangetroffen.

Uit data van de waarnemingsputten van Brabant Water en de AHN-viewer blijkt dat het maaiveld op het winveld gemiddeld op -0,5 m NAP ligt.

Met bovenstaande informatie is een gegeneraliseerde bodemopbouw opgesteld ten behoeve van de bemalingsmodellering. Deze is weergegeven in Tabel 3. De doorlatendheden van de holocene bodemlagen zijn relatief hoog ingeschat. De doorlatendheden van de watervoerende pakketten zijn ook naar boven afgerond. Er is een anisotropiefactor van 2 toegepast op alle lagen. Voor klei en veen is dit redelijk representatief, voor de zandige lagen is dit nagenoeg worst-case.

Tabel 3: Gegeneraliseerde bodemopbouw

Bodemlaag	Van [ca. NAP m]	Tot [ca. NAP m]	Geohydrologische schematisatie (geologische eenheid)	Materiaal	Typering	Horizontale doorlatendheid [m/d]	Verticale doorlatendheid [m/d]
1	-0,5	-2,0	Formatie van Naaldwijk, Laagpakket van Walcheren	Klei, matig siltig/zandig, zwak humeus	Waterremmend	0,1	0,05
2	-2,0	-4,0	Formatie van Nieuwkoop, Hollandveen Laagpakket	Veen (zwak kleiig)	Waterremmend	0,1	0,05
3	-4,0	-5,3	Formatie van Boxtel	Zand	Watervoerend	5	2,5
4	-5,3	-9,7	Formatie van Stramproy	Zand	Watervoerend	8	4
5	-9,7	-15,5	Formatie van Waalre, eerste kleiige eenheid	Klei	Waterremmend	0,032	0,016
6	-15,5	-34,4	Formatie van Peize en Formatie van Waalre	Zand	Watervoerend	8	4

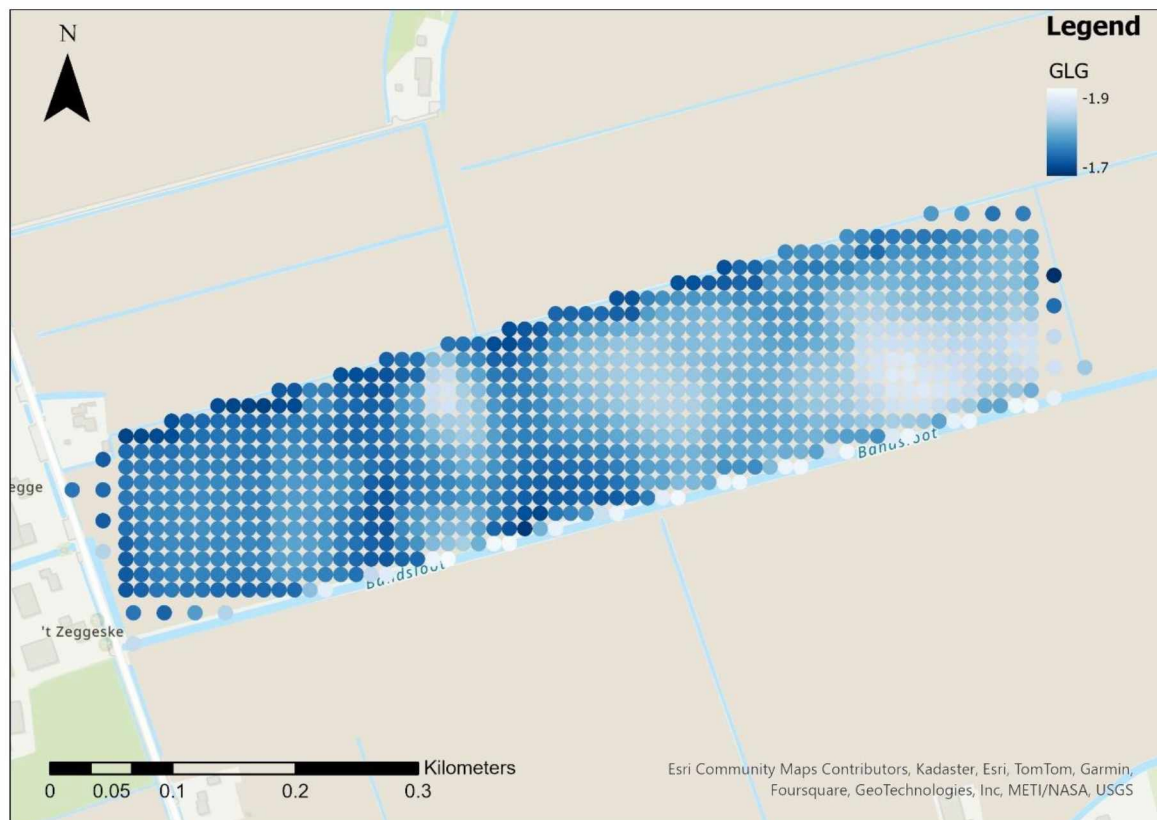
Grondwaterstand/stijghoogte

Op de projectlocatie zijn tijdens de booractiviteiten grondwaterstandsmetingen verricht. De metingen betreffen een momentopname van de grondwaterstand in januari 2021. De gemeten grondwaterstanden bij het winveld variëren op dat moment van -1,6 m NAP tot -0,9 m NAP met een gemiddelde van -1,3 m NAP.

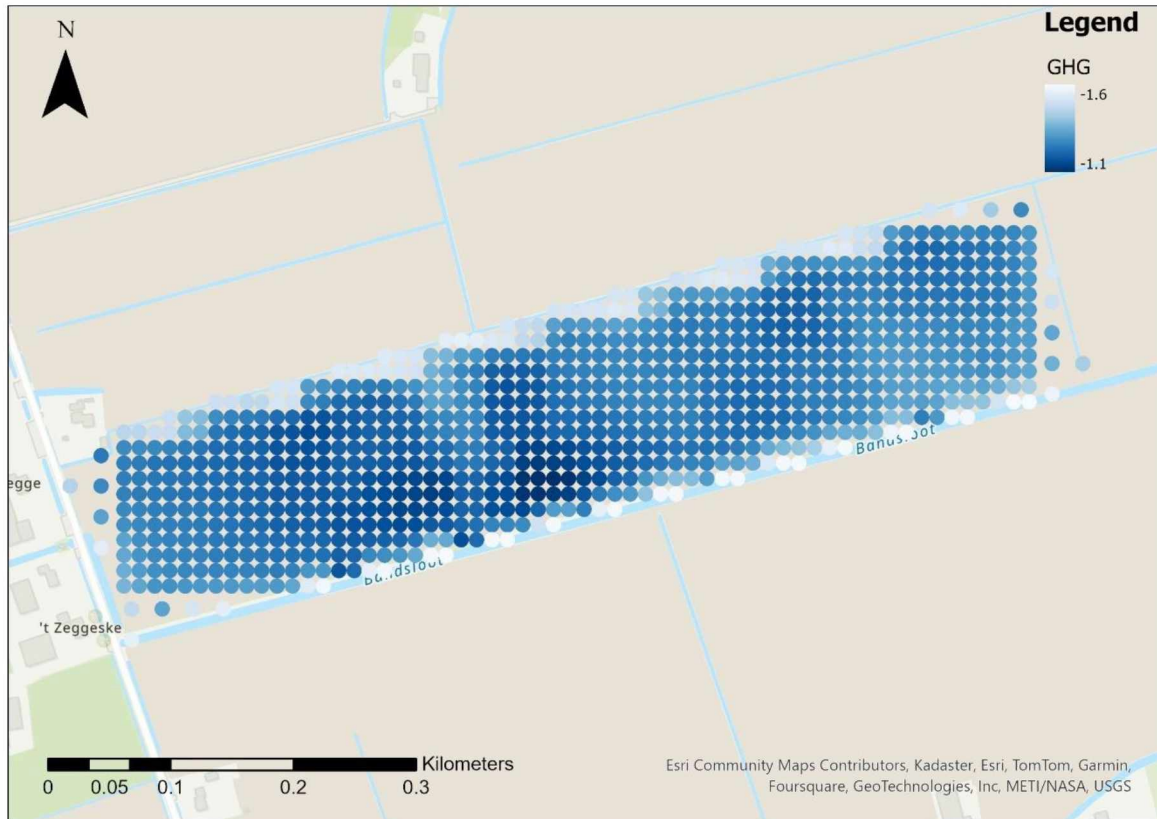
In de directe omgeving van het winveld zijn geen recente grondwater- en stijghoogtemetingen verricht. Om toch representatieve grondwaterstanden/stijghoogtes te verkrijgen, is gebruik gemaakt van het Kruislandmodel. De GxG van de grondwaterstanden en van het eerste watervoerende pakket (Stramproy Formatie) zijn ontleend aan het Kruislandmodel. De variatie op het winveld van de GHG en GLG is weergegeven in Tabel 4 en in Figuur 4 t/m 7.

Tabel 4: Variatie in GLG en GHG van de grondwaterstand en de stijghoogte in het eerste watervoerende pakket

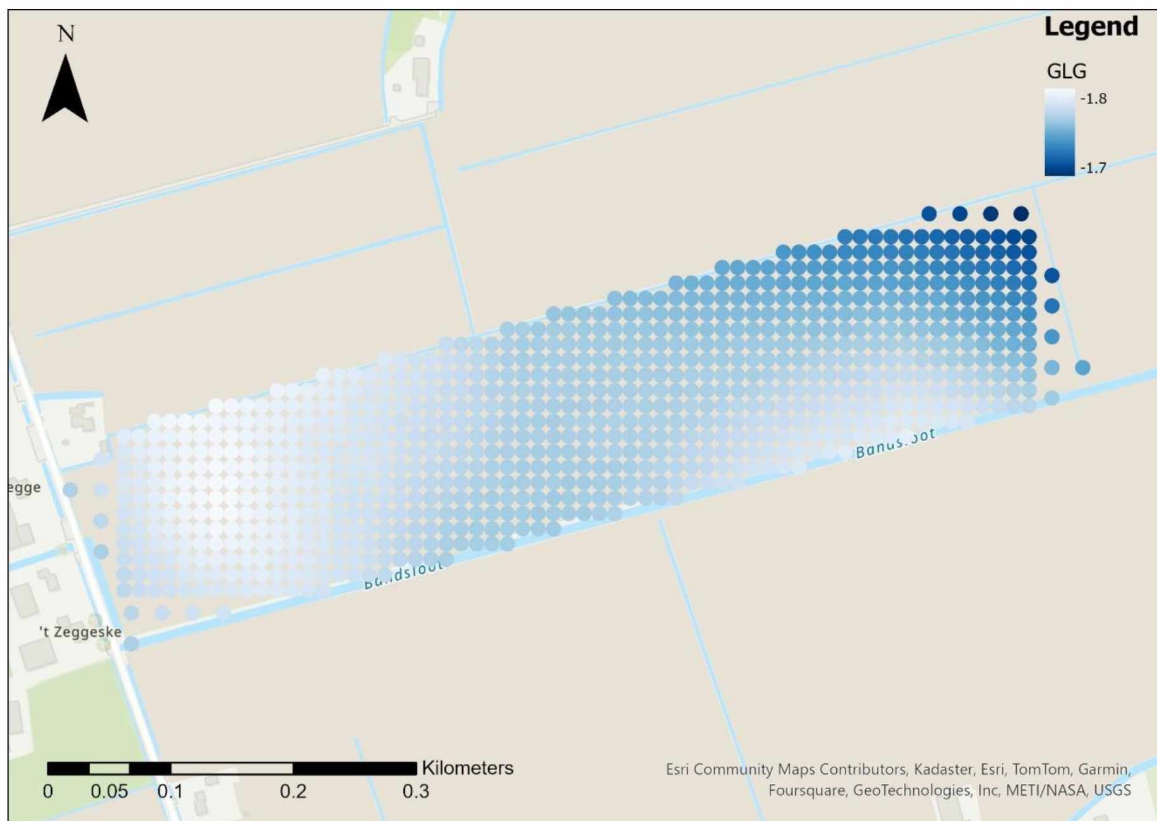
Grondwaterstand/stijghoogte	GxG	Min (m NAP)	Gem (m NAP)	Max (m NAP)
Grondwaterstand	GLG	-1,93	-1,83	-1,75
	GHG	-1,63	-1,30	-1,12
Stijghoogte	GLG	-1,76	-1,73	-1,65
	GHG	-1,39	-1,19	-0,96



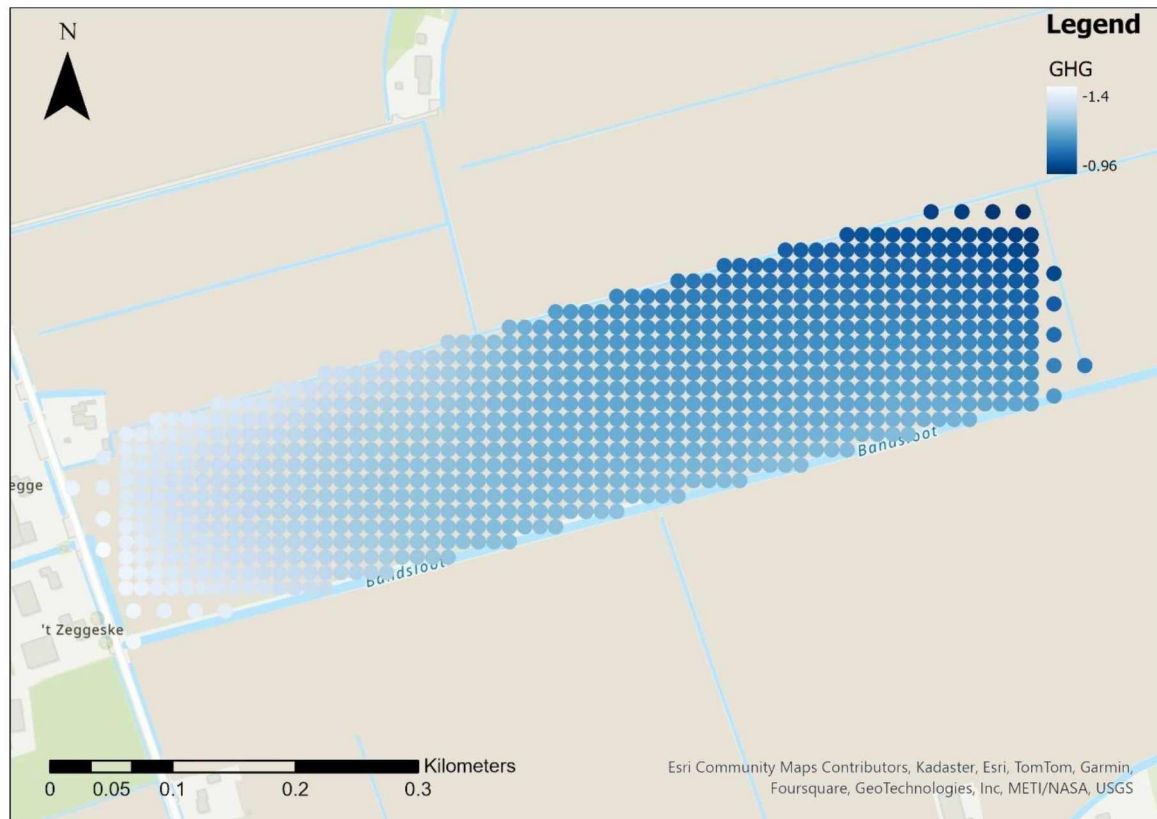
Figuur 4: GLG van grondwaterstand binnen het winveld (m NAP)



Figuur 5: GHG van grondwaterstand binnen het winveld (m NAP)



Figuur 6: GLG van stijghoogte binnen het winveld (m NAP)



Figuur 7: GHG van stijghoogte binnen het winveld (m NAP)

Oppervlaktewater

Rondom het perceel bevinden zich sloten. De sloot die aan de zuidkant van het perceel grenst is het grootst. Het betreft de Bandsloot, een categorie A waterloop (bron: legger Waterschap Brabantse Delta). De bodem ligt op -3,39 m NAP, wat aangeeft dat de sloot voornamelijk in verbinding staat met de klei en het veen, en waarschijnlijk niet met het watervoerende pakket. Op ca. 800 m ten oosten van het midden van het winveld bevindt zich het Mark-Vlietkanaal. De bodem van dit kanaal bevindt zich op -3,50 m NAP en staat ook in verbinding met de klei en het veen. Waarschijnlijk staat het kanaal niet in verbinding met het watervoerende pakket.

Grond(water)kwaliteit

Ter plaatse van het winveld is verkennend bodemonderzoek uitgevoerd door Antea Group (Bijlage A10 van de MER). Tijdens dit onderzoek zijn er in het algemeen geen waarnemingen gedaan die duiden op een bodemverontreiniging. De locatie mag als onverdacht beschouwd worden ten aanzien van asbest. In de grond is sprake van een overschrijding van de interventiewaarde voor nikkel en lood. In het grondwater is geen sprake van overschrijding van de interventiewaarde.

Benodigde verlagingen en opbarstberekening

Door te ontgraven neemt het gewicht van de deklaag af en het risico op opbarsten van de bodem van de ontgravingen toe. Voor alle aan te leggen onderdelen dient rekening gehouden te worden met opbarsten en daarom is voor elk onderdeel spanningsbemaling nodig.

GHG

Voor een GHG situatie wordt uitgegaan van de maximaal berekende GHG in het watervoerende pakket (NAP $-0,96$ m). Aangenomen wordt dat de grondwaterstand gelijk is aan de stijghoogte. De benodigde verlagingen per onderdeel zijn weergegeven in Tabel 5.

Tabel 5: Benodigde verlagingen bij GHG voor de verschillende onderdelen

Onderdeel	Grondwaterstand GHG van $-0,96$ m NAP		Stijghoogte GHG van $-0,96$ m NAP	
	Benodigde grondwaterstand [NAP m]	Benodigde verlaging tov GHG [m]	Benodigde stijghoogte [NAP m]	Benodigde verlaging tov GHG [m]
Diepe kelder	-5,3	4,34	-5,3	4,34
Ondiepe kelder	-3,3	2,34	-3,37	2,41
Leidingen	-3,0	2,04	-2,97	2,01
Winput	-2,55	1,59	-2,57	1,61

GLG

Tijdens de GLG situatie wordt er uitgegaan van de maximale GLG van de stijghoogte op het winveld voor zowel de grondwaterstand als de stijghoogte. Dit betekent dat zowel de grondwaterstand als de stijghoogte in het watervoerende pakket een GLG hebben van $-1,65$ m NAP. De benodigde verlagingen zijn per onderdeel zijn weergegeven in Tabel 6.

Tabel 6: Benodigde verlagingen bij GLG voor de verschillende onderdelen

Onderdeel	Grondwaterstand GLG van $-1,65$ m NAP		Stijghoogte GLG van $-1,65$ m NAP	
	Benodigde grondwaterstand [NAP m]	Benodigde verlaging tov GLG [m]	Benodigde stijghoogte [NAP m]	Benodigde verlaging tov GLG [m]
Diepe kelder	-5,3	3,65	-5,3	3,65
Ondiepe kelder	-3,3	1,65	-3,37	1,72
Leidingen	-3,0	1,35	-2,97	1,32
Winput	-2,55	0,9	-2,57	0,92

Grondwatermodel

Voor de bemalingsberekening is een grondwatermodel opgezet in Visual Modflow. Het grondwatermodel is 4×4 km. Aan de modelranden bedraagt de resolutie 100 m. De resolutie ter plaatse van het winveld bedraagt 2 m. De ondergrond is op basis van de bodemopbouw en modeltechnische aspecten opgedeeld in meerdere lagen.

Het model is doorgerekend voor een GHG situatie en een GLG situatie. Er zijn diverse scenario's doorgerekend:

- aanleg één winput,
- aanleg leidingentraject van 200 m,
- aanleg ondiepe kelder, aanleg diepe kelder.

Op deze manier is bepaald wat het benodigde bemalingsdebiet is per onderdeel. De onderdelen zijn op basis van de fasering ook gecombineerd doorgerekend voor een GHG en GLG situatie. Een kanttekening hierbij is dat de planning in realiteit kan afwijken waardoor de uiteindelijke waterbezwaren en de tijdelijke invloedsferen groter of kleiner uit kunnen vallen. De winputten worden in drie clusters aangelegd, waarbij de westelijke drie winputten als eerst worden aangelegd, daarna de drie middelste en

als laatste het cluster met de vier oostelijke winputten. De aanleg van het leidingwerk begint in het oosten en wordt eerst voltooid op het winveld. Als laatste wordt het stuk leidingwerk gemodelleerd dat in het midden van het winveld begint en zich richting het zuidwesten beweegt. Deze manier van aanleggen zorgt er wel voor dat de uiteindelijke invloedssfeer anders is dan wanneer de winputten en leidingen op een andere manier worden aangelegd.

Berekende debieten en waterbezwaar

Individuele onderdelen

In Tabel 7 zijn de berekende debieten en het verwachte waterbezwaar weergegeven voor de verschillende onderdelen tijdens een GHG. Er is geen bandbreedte in doorlatendheden aangehouden. Van deze parameters zijn worst-case waarden aangenomen. De berekende debieten en waterbezwaren kunnen uiteindelijk 30% hoger of lager uitvallen. Voor de bemaling van tien winputten, 1800 m leidingwerk, de ondiepe en de diepe kelder is een totaal waterbezwaar van ca. 160.000 m³ berekend.

De berekende debieten en waterbezwaren per onderdeel tijdens een GLG zijn weergegeven in Tabel 8. Het totale waterbezwaar bedraagt ca. 120.000 m³.

Let op, voor deze waterbezwaren is uitgegaan van een worst-case waarde voor de lengte van het leidingwerk, namelijk 1.800 m. De lengte van het leidingwerk in Figuur 2 is ca. 1.500 m.

Tabel 7: Verwachte debieten en waterbezwaar tijdens GHG voor de verschillende individuele onderdelen

Ontgraving	Grondwater-stand/stijghoogte	Benodigde verlaging tov GHG [m]	Debiet [m ³ /uur]	Debiet [m ³ /dag]	Bemalingsduur [dagen]	Waterbezwaar [m ³]
Één winput	GHG	1,59	6,3	150	17	2.600
200 m leidingwerk	GHG	2,04	40	960	5	4.800
Ondiepe kelder	GHG	2,34	11	270	122	33.000
Diepe kelder	GHG	4,34	20	480	122	58.000

Tabel 8: Verwachte debieten en waterbezwaar tijdens GLG voor de verschillende individuele onderdelen

Ontgraving	Grondwater-stand/stijghoogte	Benodigde verlaging tov GLG [m]	Debiet [m ³ /uur]	Debiet [m ³ /dag]	Bemalingsduur [dagen]	Waterbezwaar [m ³]
Één winput	GLG	0,9	3,6	87	17	1.500
200 m leidingwerk	GLG	1,35	30	720	5	3.600
Ondiepe kelder	GLG	1,65	8,2	200	122	24.000
Diepe kelder	GLG	3,65	16	390	122	47.000

Onderdelen gecombineerd volgens planning

Wanneer de onderdelen worden gecombineerd en de planning uit Tabel 2 wordt gevolgd, bedraagt het totale waterbezwaar 130.000 m³ tijdens een GHG. Dit is minder dan de eerdergenoemde 160.000 m³, wat aangeeft dat een fasering het waterbezwaar significant kan reduceren.

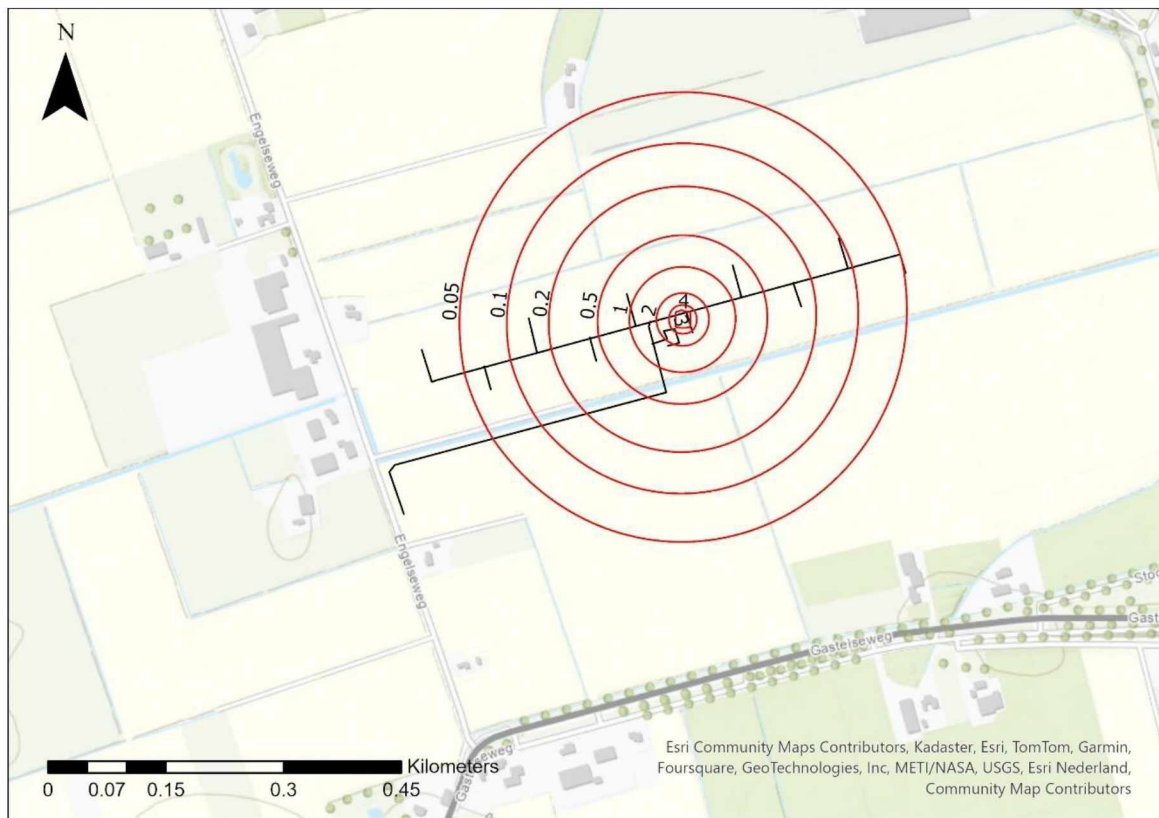
Wanneer de onderdelen worden gecombineerd volgens de planning, wordt het totale waterbezwaar 96.000 m³ tijdens een GLG. De fasering zorgt ook hier voor een reductie in waterbezwaar.

Verlagingen in de omgeving

Onderdelen gecombineerd volgens planning

Om inzicht te krijgen wat er gedurende de bemalingsperiode gebeurt zijn er meerdere momentopnames gemaakt (GHG situatie). Aan het einde van maand 4 is de bemaling van de diepe kelder klaar en zijn de absolute verlagingen het grootst op het winveld (Figuur 8). Aan het einde van maand 8 is de ondiepe kelder klaar en wordt er gewerkt aan het leidingwerk (Figuur 9). Aan het einde van de 9 maanden wordt het laatste stuk leidingwerk aangelegd (Figuur 10).

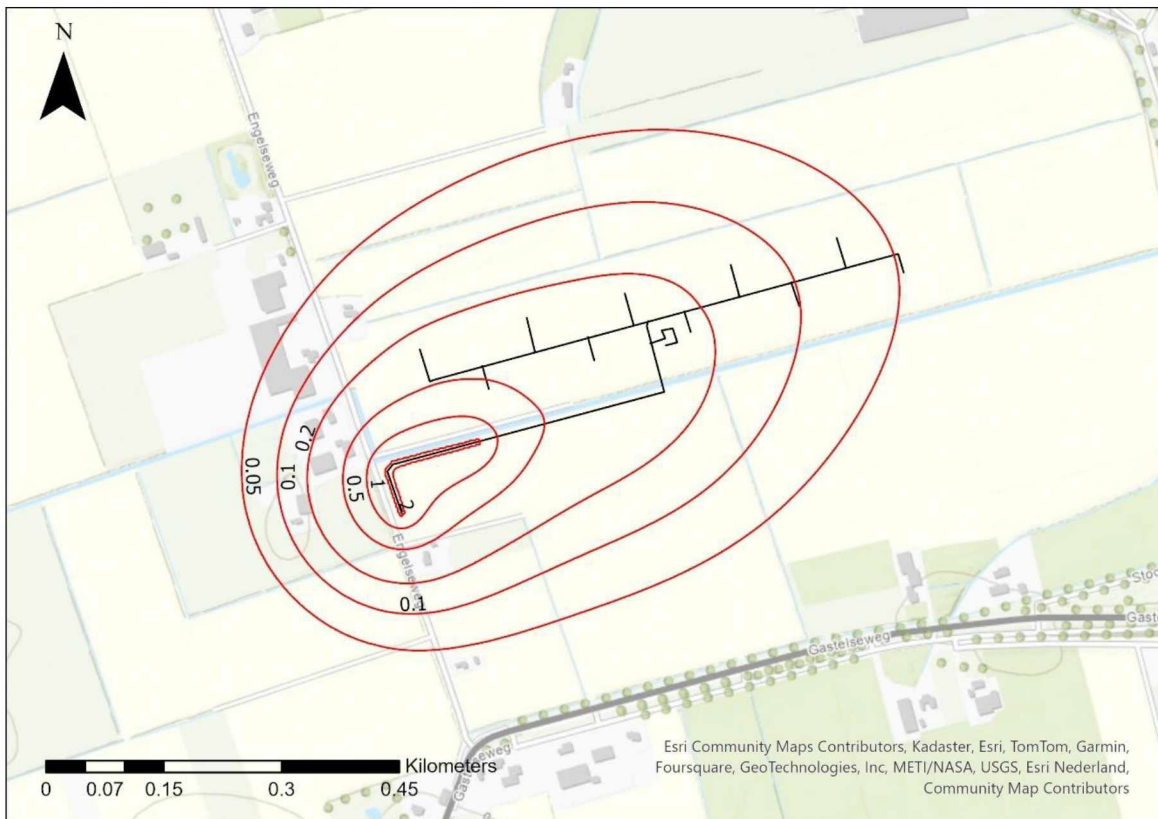
Tijdens een GLG situatie vallen de verlagingen lager uit. De berekende verlagingen aan het eind van de werkzaamheden (eind maand 9) zijn weergegeven in Figuur 11.



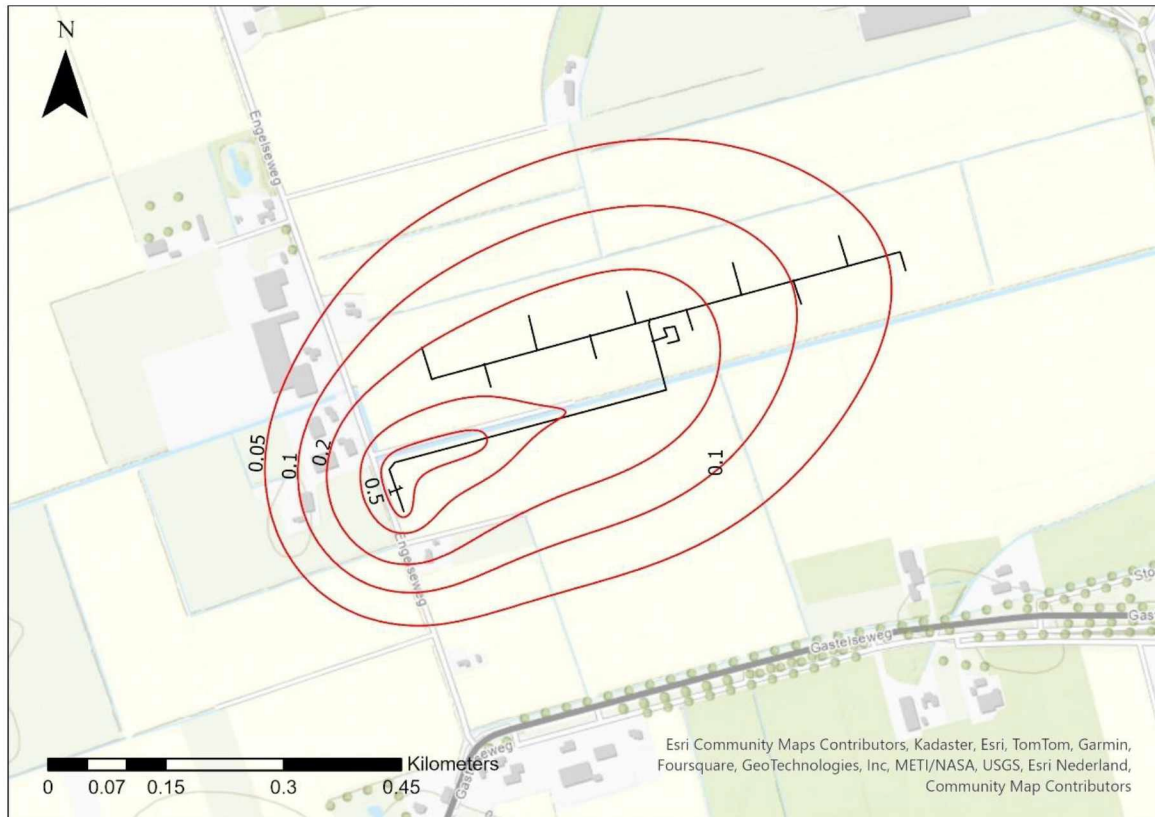
Figuur 8: Verlagingen (in meters) in de omgeving bij GHG na aanleg diepe kelder (eind maand 4)



Figuur 9: Verlagingen (in meters) in de omgeving bij GHG na aanleg ondiepe kelder (eind maand 8)



Figuur 10: Verlagingen (in meters) in de omgeving bij GHG na aanleg laatste stuk leidingwerk (eind maand 9)



Figuur 11: Verlagen (in meters) in de omgeving bij GLG na aanleg alle onderdelen (eind maand 9)

Bemalingsontwerp, lozingen en monitoring

Bemalingsontwerp

De benodigde verlagingen in de holocene deklaag en het watervoerende pakket kunnen behaald worden door middel van haalfilters. De filters kunnen rondom de verschillende onderdelen worden gezet. Aangeraden wordt om een hart op hart afstand van 2 m aan te houden tussen de haalfilters. Voor de winputten, het leidingwerk en de ondiepe kelder kunnen standaard haalfilters met een diameter van 2 inch worden gebruikt. Voor de diepe kelder wordt geadviseerd om haalfilters met tenminste een diameter van 100 mm te gebruiken.

Naast de haalfilters wordt geadviseerd om aanvullend drainage aan te brengen in de grondverbetering. Mocht er geen grondverbetering worden aangelegd wordt er geadviseerd om gebruik te maken van een drainkoffer.

Opgemerkt wordt dat dit bemalingsontwerp enkel een voorstel betreft. Een gerenommeerd bemaler kan afwijken van de hier beschreven bemalingswijze. Het definitieve ontwerp van de bemalingsinstallatie dient in overleg met de bemaler te worden opgesteld. Een kanttekening is echter dat het niet wordt aangeraden om deepwells te gebruiken. Hiervoor zou de bemalingsberekening eventueel opnieuw moeten worden gedaan.

Lozingen

Gezien de nabijheid van open water wordt geadviseerd om lozing op het open water na te gaan in overleg met Waterschap Brabantse Delta. Hiervoor bestaan mogelijk meerdere opties. Direct ten zuiden van het winveld bevindt zich de Bandsloot, een categorie A waterloop. Een andere mogelijke optie is het Mark-Vlietkanaal dat zich op ca. 800 m ten oosten van het midden van het winveld bevindt. Voorafgaand

aan de bemaling dienen grondwatermonsters genomen te worden (uit bestaande peilbuizen) welke geanalyseerd dienen te worden op het standaard lozingspakket.

Monitoring

In overleg met Waterschap Brabantse Delta dient een monitoringsplan te worden opgesteld. Het monitoringsplan omvat de meetlocaties, de te analyseren parameters, meetfrequentie, grens- en actiewaarden en een actie- en communicatieplan.

Aandachtspunten en aanbevelingen

- Zowel bij een GHG als een GLG dient er bij ieder onderdeel bemalen te worden. Uitgaande van de opgestelde planning is het waterbezwaar 130.000 m³ tijdens GHG en 96.000 m³ tijdens GLG. Deze volumes zijn aanzienlijk minder dan wanneer ieder onderdeel apart wordt bemalen, wat aangeeft dat een strakke planning cruciaal is in het reduceren van het totale waterbezwaar.
- Vanwege het risico op opbarsting is het noodzakelijk om spanningsbemaling toe te passen voor alle onderdelen.
- Er zijn enkele effecten die mogelijk kunnen optreden, bijvoorbeeld op natuur, landbouw en zetting. Deze effecten worden niet beschreven of beoordeeld in deze memo.