

# Geohydrologisch rapport WarmtelinQ Rijswijk-Leiden

**Bemalingsadvies (LOT-B)  
N.V. Nederlandse Gasunie**

28 juli 2023 - Internal

## Contactpersoon



Arcadis Nederland B.V.  
Postbus 63  
9400 AB Assen  
Nederland

# Inhoudsopgave

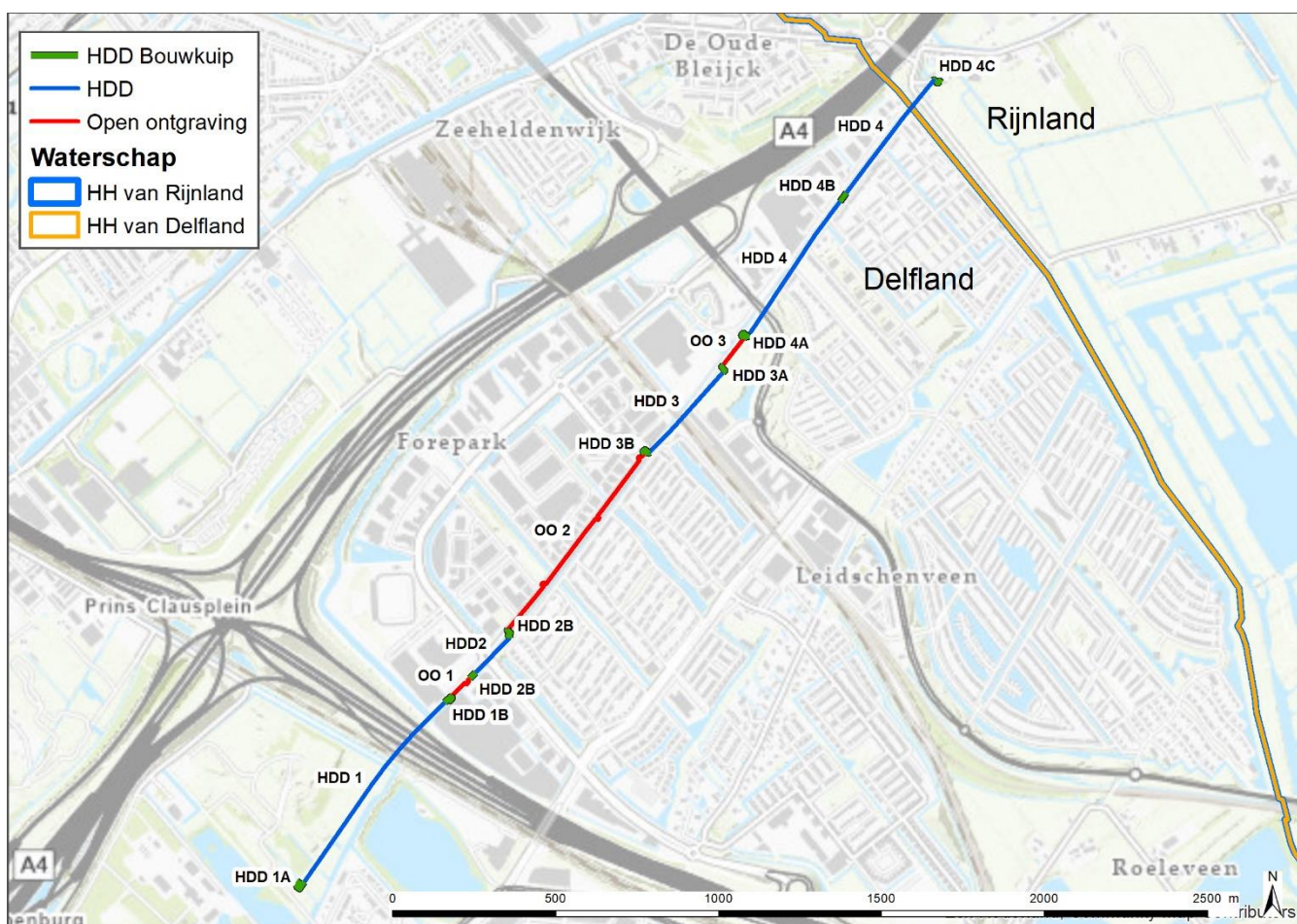
<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>5</b>
1.1	Algemeen	5
1.2	Uitgangspunten	5
1.3	Definities en afkortingen	6
1.4	Doel rapport	7
<b>2</b>	<b>Inventarisatie bodemopbouw, geohydrologie en oppervlaktewater</b>	<b>9</b>
2.1	Algemene gegevens	9
2.2	Veldonderzoeken	9
2.3	Schematisatie bodemopbouw, geohydrologie en oppervlaktewater	10
2.4	Grondwaterkwaliteit	14
<b>3</b>	<b>Verwachte debieten en grondwaterstand-/stijghoogteverlagingen</b>	<b>16</b>
3.1	Berekeningsmethode	16
3.2	Uitgangspunten berekeningen	17
3.3	Bandbreedteanalyse verwachte debieten, grondwaterstands- en kwel/infiltratieveranderingen	18
3.3.1	Debiet	18
3.3.2	Grondwaterstand-/stijghoogteveranderingen	23
<b>4</b>	<b>Beschrijving en beoordeling effecten en risico's</b>	<b>26</b>
4.1	Effecten op de omgeving	26
4.1.1	Effecten op bebouwing (zettingen)	26
4.1.2	Effecten op funderingen	27
4.1.3	Effecten op infrastructuur	27
4.1.4	Bodem- en grondwaterverontreinigingen	27
4.1.5	Grondwaterbeschermingsgebieden	27
4.1.6	Zoet-brak-zout grensvlak	27
4.1.7	Strategische zoete grondwatergebieden	27
4.1.8	Natuur, landbouw, groenvoorzieningen	27
4.1.9	Archeologie en aardkundige waarden	27

4.2	Effecten op overige (grondwater)onttrekkingen	28
4.2.1	Waterwingebieden	28
4.2.2	Koude-warmteopslag en bemalingen van derden	28
<b>5</b>	<b>Waterkwaliteit en lozing</b>	<b>29</b>
5.1	Wettelijke kaders: lozingen	29
	Lozing op oppervlaktewater	29
	Lozing op een riool	29
5.2	Lozingsmogelijkheden opgepompt grondwater	29
<b>6</b>	<b>Van toepassing zijn de voorschriften, vergunningen en belastingen</b>	<b>30</b>
6.1	Onttrekking	30
6.1.1	Voorschriften Hoogheemraadschap van Delfland	31
	Beoordeling tijdelijke grondwaterbemaling	31
6.1.2	Hoogheemraadschap van Rijnland	32
	Beoordeling tijdelijke grondwaterbemaling	33
6.2	Lozing	33
<b>7</b>	<b>Conclusie</b>	<b>34</b>
	<b>Colofon</b>	<b>39</b>

# 1 Inleiding

## 1.1 Algemeen

N.V. Nederlandse Gasunie (Gasunie) gaat de komende jaren transportleidingen voor warm water aanleggen in Zuid-Holland. Een warmtetransportleiding bestaat uit een aanvoer- en retourleiding. In opdracht van Gasunie heeft Arcadis een geohydrologisch rapport opgesteld voor de aanlegwerkzaamheden van het traject Rijswijk-Leiden (LOT-B). Traject Rijswijk-Leiden is verdeeld in drie trajecten. LOT-B is één van de drie trajecten van en ligt tussen Nootdorp en Leidschendam (Figuur 1).



Figuur 1 | Ligging Lot-B. Met nummering open ontgravingen (OO), horizontale gestuurde boring (HDD)

## 1.2 Uitgangspunten

In Figuur 1 zijn de locaties van de verschillende typen werkzaamheden die verricht worden voor LOT-B weergegeven. Om de werkzaamheden te onderscheiden zijn deze genummerd. Bij sommige bouwkuipen is er geen onderscheid gemaakt tussen de HDD pers en ontvangstuipen, omdat de werkrichting nog bepaald moet worden. In Tabel 1 staat weergegeven welke dit zijn.

De locatiegegevens zijn:

Locatie:	De werkzaamheden bevinden zich parallel aan de A4 op een afstand van circa 600 tot 700 m.
Gemeente:	Den Haag en Stompwijk
Provincie:	Zuid-Holland
Waterschap:	Hoogheemraadschap van Delfland en Hoogheemraadschap van Rijnland
Routekaart Gasunie:	X-855-KR-0 t/m X-855-KR-033
Overzichtskaart Gasunie:	X-855-KT-000-8.pdf

Voor de aanlegwerkzaamheden van het traject Rijswijk-Leiden (LOT-B) zijn de volgende ontgravingen voorzien:

Drie open ontgravingen.

Negen intrede en uittrede punten (4 HDDs) + damwanden op de bouwput heen.

Duur bemalingen bij HDD is opgenomen in Tabel 1

Werksnelheid open ontgravingen: 25 m per week (7 dagen)

De randvoorwaarden van de ontgravingen zijn als volgt aangenomen:

- De leidingen hebben een diameter van 710 mm (0,71 m) (DN500 m);
- Horizontale ruimte rondom de buizen is circa 0,5 m;
- De ruimte onder de buizen is aangehouden op 0,6 m;
- De ontwateringsdiepte is aangenomen op 0,5 m;

De uitgangspunten van de verschillende ontgravingen en bouwkuipen zijn weergegeven in Tabel 1.

De werkzaamheden worden in den droge uitgevoerd worden (boven de grondwaterstand). De bodem van de open ontgravingen en bouwkuipen bevinden zich beneden de grondwaterstand (zie ook hoofdstuk 2). Hierdoor is het noodzakelijk om de werkputten tijdelijk te bemalen.

## 1.3 Definities en afkortingen

BRL SIKB 12000	Beoordelingsrichtlijn Tijdelijke grondwaterbemaling
BRO	Basisregistratie Ondergrond
c-waarde	Geohydrologische weerstand (ratio dikte scheidende laag en verticale doorlatendheid)
DINOloket	BRO Online database van TNO met boringen, sonderingen, meetreeksen stijghoogten etc.
DKM	Diepsondering met plaatselijke wrijving
DKP	Diepsondering met plaatselijke wrijving en waterspanning
GeoTOP	Gedetailleerde schematisatie van de ondergrond tot circa 50 m diepte
GHG	Gemiddeld hoogste (freatische) grondwaterstand
GLG	Gemiddeld laagste (freatische) grondwaterstand
HB	Handboring
HH	Hoogheemraadschap
HDD	Horizontal directional drilling (Horizontaal gestuurd boren)
Invloedsgebied	Voor bemaling het gebied binnen de contour waarop de grondwaterstand of stijghoogte met meer dan 0,05 m wordt verlaagd als gevolg van de grondwateronttrekking
kh	Horizontale doorlatendheid
kv	Verticale doorlatendheid
MB	Mechanische boring
m -mv	Meter beneden maaiveld
OO	Open ontgraving
pH	Zuurgraad
REGIS	Geohydrologische schematisatie van de ondergrond opgesteld door TNO
SDL	Slecht doorlatende laag
TSL	Tussenzandlaag
WVP	Watervoerend pakket

## 1.4 Doel rapport

Doel van dit rapport is inzicht te verkrijgen in het te verwachten debiet en waterbezwaar. Dit rapport dient als basis voor de vergunningaanvraag of melding van de grondwateronttrekking van het onttrokken grondwater.

In dit rapport is aan de hand van aangeleverde en openbare gegevens een inschatting gemaakt van het waterbezwaar en de invloed van de bemaling op de omgeving. Deze rapportage is opgesteld conform de richtlijnen van de BRL SIKB 12000. Aan de hand van de checklist in Bijlage 1 en de toelichting in Bijlage 3 bij het Protocol 12010 zijn de gegevens en uitgangspunten geïnventariseerd (zie Bijlage A bij dit rapport). De risico's zijn conform Bijlage 2 van het Protocol 12010 geëvalueerd (zie Bijlage B bij dit rapport).

Tabel 1 | Uitgangspunten van de open ontgravingen (OO), HDD-bouwkuipen, A is de perskuip en bij B de ontvangstuip.

Naam	Maaiveld-hoogte	Lengte	Breedte	Diepte	Ontwaterings- diepte	Duur	Type ontgraving	Ontwerptekening	Bevoegd gezag
[-]	[mNAP]	[m]	[m]	[mNAP]	[mNAP]	[weken]	[-]	[nr]	[-]
HDD1 Kuip A*	-1,7	57	7,00	-5,60	-6,10	16	HDD + damwand	X-855-KR-024	Delfland
HDD1 Kuip B*	-1,3	59	2,21	-5,87	-6,37	16	HDD + damwand	X-855-KR-026	Delfland
OO1	-1,3	90	2,21	-3,80	-4,30	2 weken per 50 m	Sleufbekisting	X-855-KR-026 en 027	Delfland
HDD2 Kuip A	-1,2	25	5,00	-4,55	-5,05	12	HDD + damwand	X-855-KR-027	Delfland
HDD2 Kuip B	-3,1	23	2,21	-7,35	-7,85	12	HDD + damwand	X-855-KR-027	Delfland
OO2a	-3,4	33	2,21	-6,09	-6,59	4	Sleufbekisting	X-855-KR-028	Delfland
OO2b	-3,5	64	2,21	-7,63	-8,13	8	Zinker	X-855-KR-028	Delfland
OO2c	-3,5	43	2,21	-6,31	-6,81	4	Sleufbekisting	X-855-KR-028	Delfland
OO2d	-3,6	32	2,21	-8,02	-8,52	4	Zinker	X-855-KR-028	Delfland
OO2e	-3,7	49	2,21	-6,76	-7,26	6	Sleufbekisting	X-855-KR-029	Delfland
OO2f	-3,8	62	2,21	-7,54	-8,04	8	Zinker	X-855-KR-029	Delfland
OO2g	-3,7	165	2,21	-6,29	-6,79	2 weken per 50 m	Sleufbekisting	X-855-KR-029	Delfland
OO2h	-3,8	55	2,21	-7,94	-8,44	8	Expansielus	X-855-KR-029	Delfland
OO2i	-3,7	215	2,21	-7,35	-7,85	2 weken per 50 m	Sleufbekisting	X-855-KR-029 en 030	Delfland
HDD3 Kuip B	-3,6	40	2,21	-8,31	-8,81	12	HDD + damwand	X-855-KR-030	Delfland
HDD3 Kuip A	-3,2	30	2,21	-5,91	-6,41	12	HDD + damwand	X-855-KR-031	Delfland
OO3	-3,4	107	2,21	-6,16	-6,66	2 weken per 50 m	Sleufbekisting	X-855-KR-031 en 032	Delfland
HDD4 Kuip A*	-3,9	50	8,50	-7,61	-8,11	12	HDD + damwand	X-855-KR-032	Delfland
HDD4 Kuip B*	-3,7	70	8,50	-8,43	-8,93	16	HDD + damwand	X-855-KR-033-2	Delfland
HDD4 Kuip C*	-3,7	50	8,50	-8,68	-9,18	12	HDD + damwand	X-855-KR-033-3	Rijnland

\*Intredepunt en uittredepunt onbekend.



## 2 Inventarisatie bodemopbouw, geohydrologie en oppervlaktewater

### 2.1 Algemene gegevens

Verschillende bronnen zijn gebruikt om het bemalingsadvies uit te voeren, zowel openbaar beschikbare gegevens en aangeleverde gegevens door de opdrachtgever:

- Algemeen Hoogtebestand Nederland (bron: [www.ahn.nl](http://www.ahn.nl); geraadpleegd op 26-06-2023).
- Gegevens van Hoogheemraadschap van Delfland:
  - Legger van Hoogheemraadschap van Delfland (bron: <https://hhdelfland.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=5d7bbea6a76d4928bf3f66ed1b53cd1b>; geraadpleegd op 26-06-2023)
  - Peilbesluit van Hoogheemraadschap van Delfland (bron: <https://rijnland.maps.arcgis.com/apps/MapSeries/index.html?appid=56fba61b81294e76a556a5eccb02e540#>; geraadpleegd op 26-06-2023).
  - Keur van Hoogheemraadschap van Delfland (bron: <https://www.hhdelfland.nl/over-ons/regelgeving/keur-algemene-regels>; geraadpleegd op 26-06-2023).
- Gegevens van Hoogheemraadschap van Rijnland:
  - Legger van Hoogheemraadschap van Rijnland (bron: <https://rijnland.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=25694eb316fc45e08a47413f80ae8f9f>; geraadpleegd op 26-06-2023).
  - Peilbesluit van Hoogheemraadschap van Rijnland (bron: <https://rijnland.maps.arcgis.com/apps/MapSeries/index.html?appid=56fba61b81294e76a556a5eccb02e540#>; geraadpleegd op 26-06-2023).
  - Keur van Hoogheemraadschap van Rijnland (bron: <https://www.rijnland.net/regels/Keur-en-uitvoeringsregels>; geraadpleegd op 26-06-2023).
- Historische ondergrondgegevens en grondwaterstandmetingen (bron: [www.dinoloket.nl](http://www.dinoloket.nl); geraadpleegd op 26-06-2023).
- Ondergrondmodellen REGIS en GeoTOP (bron: [www.dinoloket.nl](http://www.dinoloket.nl); geraadpleegd op 26-06-2023).
- Geotechnisch onderzoek, Koops grondmechanica (20-12-2021). Kenmerk: 2021-0909A
- Analyse certificaten, AGROLAB GROUP:
  - Oppervlaktewater analyse, AGROLAB GROUP (27-10-2021). Kenmerk: 1092920
  - Grondwaterwater analyse, AGROLAB GROUP (27-10-2021). Kenmerk: 35006104
  - Bodem analyse, AGROLAB GROUP (26-10-2021). Kenmerk: 1091911
- TNO rapport: Hydraulische parametrisering van GeoTOP. Zeeland. TNO (2016), Kenmerk: R11068.
- WKOtool (bron: [www.wkotool.nl](http://www.wkotool.nl); geraadpleegd op 26-06-2023).
- Interpolatie stijghoogten en grondwaterkwaliteit: Grondwatertools TNO ([Grondwatertools-viewer](#) | [Grondwatertools](#)).
- GHG/GLG: Klimaateffectatlas ([Kaartviewer - Klimaateffectatlas](#)).
- Informatie over verontreinigingen en saneringen: Bodemloket ([Home](#) | [Bodemloket](#)) en Omgevingsdienst Noordzeekanaalgebied ([Rapportagemodule \(nazca4u.nl\)](#)).

### 2.2 Veldonderzoeken

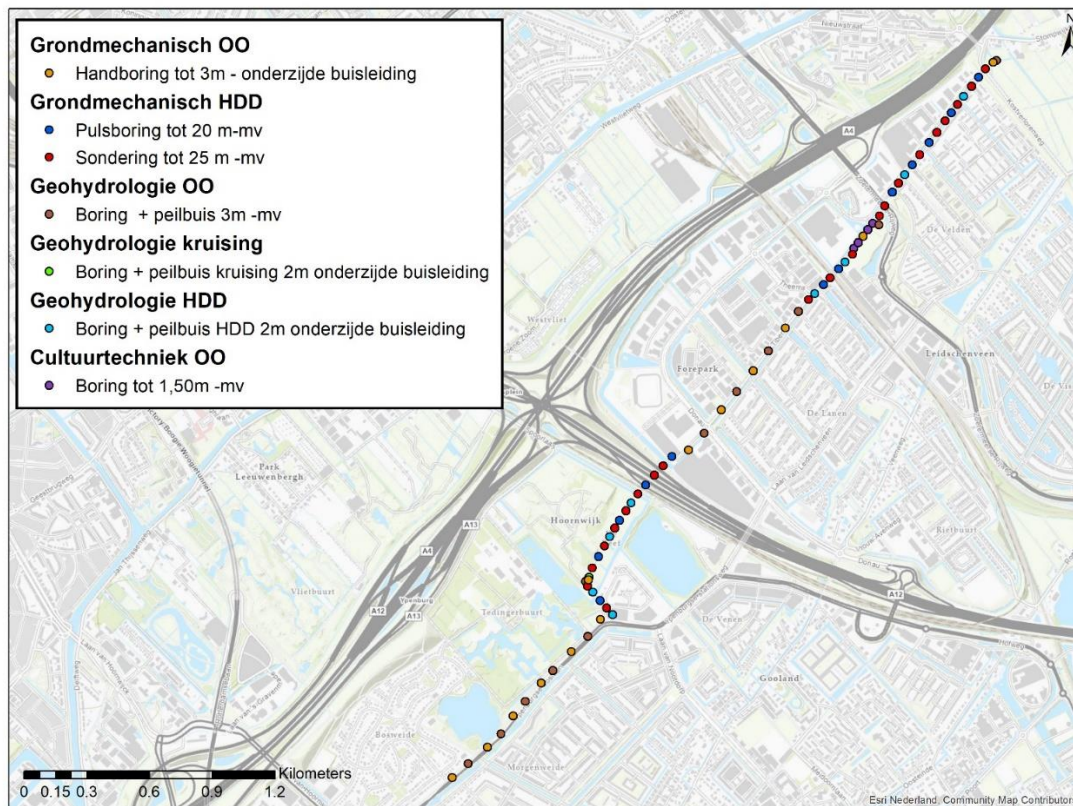
Er zijn diverse veldonderzoeken uitgevoerd die informatie geven over de bodemopbouw en grondwaterstanden en -kwaliteit (Figuur 2):

Een geotechnisch onderzoek is door Koops grondmechanica in de periode 30 augustus t/m 10 september 2021 uitgevoerd.

- In Tabel 2 zijn de verschillende sonderingen (DKM-8 t/m DKM-32), handboringen (HB7 t/m HM-19), Mechanische pulsborings (MB-3 t/m MB-12) onderverdeeld in de verschillende werkzaamheden.
- Bij elke boring is ook een peilbuis geplaatst.
- De veldgegevens zijn per locatie verdeeld in Tabel 2

Een analyse voor milieuhygiënisch bodemonderzoek is uitgevoerd door AGROLAB GROUP. Hierbij is het grondwater en oppervlaktewater bemonsterd op 18-10-2021 en 17-11-2021 en geanalyseerd op het standaardpakket NEN-EN 872 voor grondwater en lozingsparameters. Daarbij zijn ook grondwaterstanden gemeten.

- Hierbij zijn analyses uitgevoerd op de pH, ijzer, zuurstof, opgeloste bestanddelen en metalen van het grondwater. De analysecertificaten zijn opgenomen in Bijlage C.



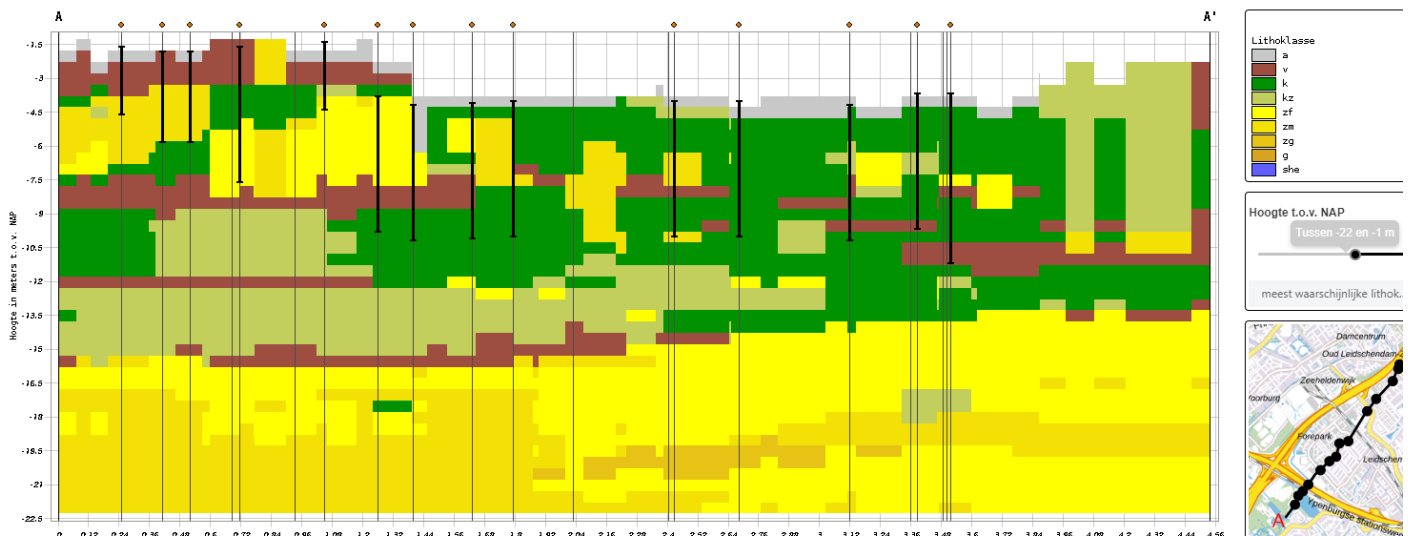
Figuur 2 | Locatie veldgegevens

Tabel 2 | Veldgegevens LOT-B

Type	Sonderingen	Handboringen met peilbuis	Mechanische pulsboringen
[-]	[-]	[-]	[-]
• HDD1 Kuip A	DKM8 – DKM10	HB07 – HB08	MB03
• HDD1 Kuip B	DKM14 – DKM16	HB09	MB05
• OO1	DKM14 – DKM16	HB09	MB05
• HDD2 Kuip A	DKM14 – DKM16	HB09	MB05
• HDD2 Kuip B	DKM15 – DKM20	HB09 – HB14	MB06
• OO2	DKM15 – DKM20	HB09 – HB14	MB06
• HDD3 Kuip B	DKM20 – DKM22	HB14	MB06 – MB07
• HDD3 Kuip A	DKM23 – DKM25	HB15 – HB16	-
• OO3	DKM23 – DKM25	HB15 – HB17	-
• HDD4 Kuip A	DKM24 – DKM26	HB15 – HB17	MB08
• HDD4 Kuip B	DKM30 – DKM32	HB18 – HB19	MB12
• HDD4 Kuip C	DKM30 – DKM32	HB18 – HB19	MB12

## 2.3 Schematisatie bodemopbouw, geohydrologie en oppervlaktewater

Op basis van de uitgevoerde boringen is de bodemopbouw op de projectlocatie bepaald. Deze informatie is verder aangevuld met informatie uit het ondergrondmodel GeoTOP en REGIS.



Figuur 3 Meest waarschijnlijke lithoklasse GeoTOP v1.5 Lot B-noordelijk deel.

Langs het tracé varieert de bodemopbouw en is op basis van de ondergrondgegevens twee representatieve bodemprofielen afgeleid: zuid en noord. De aangenomen bodemprofielen voor de ontgravingen zijn als volgt:

#### Zuid (ten zuiden van de A12)

- HDD1 kuip A en B
- OO1
- HDD2 kuip A

#### Noord (ten noorden van de A12)

- HDD2 kuip B
- OO2
- HDD3 kuip A en B
- OO3
- HDD4 kuip A, B en C

#### Maaiveldhoogte

De maaiveldhoogte ligt tussen de NAP -3,9 m en NAP -1,2 m. De maaiveldhoogte in bebouwd gebied ligt gemiddeld rond de NAP -3,0 m.

#### Bodemschematisatie en geohydrologie – Zuid

De boringen en sonderingen laten zien dat de deklaag ter plaatse van het maaiveld tot minimaal 2 m -mv (NAP -5 m) uitstrekt. Hieronder komt een tussenzandlaag voor die reikt tot een diepte van 7 m -mv (NAP -10 m). Deze laag wordt gevolgd door een slecht doorlatende laag van de Formatie van Echteld tot een diepte van 14 m -mv (NAP -17 m).

Hieronder liggen de Pleistocene zandpakketten van de formaties van Bortel, Kreftenheye, Urk en Peize tot een diepte van 77 m -mv (NAP -80 m). Dit wordt afgesloten door het Waalre klei, dat hier is aangenomen als de geohydrologische basis. De bodemschematisatie wordt weergegeven in Tabel 3.

Tabel 3 | Bodembeschrijving en geohydrologie – Zuid

Geologische eenheid	Interpretatie	Lithologie	Diepte van	Diepte tot	Horizontale (kh) doorlaatfactor	Verticale (kv) doorlaatfactor
[-]	[-]	[-]	[m NAP]	[m NAP]	[m/dag]	[m/dag]
Antropogene laag en Laagpakket van Wormer	Antropogeen en deklaag	Zand, Klei en veen	-3	-5	0,1	0,01
Laagpakket van Wormer (geul afzettingen)	TSL1	Fijn tot grof zand (geul afzettingen)	-5	-10	1 tot 10	0,5 tot 5
Formatie van Echteld	SDL1	Klei en klei (zandig)	-10	-17	0,01	0,001
Formatie van Boxtel	WVP1a	Fijn zand	-17	-25	5	2,5
Formatie van Kreftenheye, Urk en Peize	WVP1b	Grof zand	-25	-80	40	20

#### Geohydrologische basis

### Bodemschematisatie en geohydrologie – Noord

De boringen en sonderingen laten zien dat de deklaag ter plaatse van het maaiveld tot circa 10 m -mv (NAP -15 m) uitstrekt. De deklaag bestaat grotendeels uit klei en veen en wordt plaatselijk doorsneden door zand. De zandtussenlagen in het noordelijke deel zijn minder groot dan in het zuidelijke deel (Figuur 3).

Onder de deklaag ligt een watervoerend pakket dat reikt tot een diepte van 35 m -mv (NAP -40 m) bestaande uit de Formatie van Boxtel, Kreftenheye en Urk. Dit pakket wordt gevolgd door een slecht doorlatende laag van de Formatie van Stramproy tot een diepte van 40 m -mv (NAP -45 m). Hieronder liggen de zandpakketten van de Formatie van Stramproy tot een diepte van 45 m -mv (NAP -50 m). Dit wordt afgesloten door het Waalre klei, dat hier is aangenomen als de geohydrologische basis. De bodemschematisatie wordt weergegeven in Tabel 4.

Tabel 4 | Bodembeschrijving en geohydrologie – Noord

Geologische eenheid	Geologische eenheid	Lithologie	Diepte van	Diepte tot	Horizontale (kh) doorlaatfactor	Verticale (kv) doorlaatfactor
[-]	[-]	[-]	[m NAP]	[m NAP]	[m/dag]	[m/dag]
Antropogene laag, Laagpakket van Wormer en Formatie van Echteld	Antropogeen en deklaag	Zand, Klei en veen	-4	-15	0,01 tot 0,1	0,001 tot 0,01
Formatie van Boxtel	WVP1a	Fijn zand	-15	-25	1 tot 5	2,5
Formatie van Kreftenheye, Urk	WVP1b	Grof zand	-25	-40	40	20
Formatie van Stramproy	SDL1	Klei	-40	-45	0,01	0,001
Formatie van Stramproy	WVP2	Fijn tot grof zand	-45	-50	40	20

#### Geohydrologische basis

De geohydrologische parameters in Tabel 3 en Tabel 4 (k-waarde en c-waarde) zijn ingeschat op basis van REGISIIv2.2, eventueel bijgesteld aan de hand van de boorbeschrijvingen.

- De zandlaag in het Laagpakket van Wormer is bepalend voor het onttrekkingsdebiet van de zuidelijke bemalingen. Om deze reden is de bandbreedte van de voorkomende k-waarden van zandlagen in deze pakketten nader onderzocht. TNO heeft de

hydraulische parameters bepaald van de GeoTOP eenheden die hier relevant zijn. De tussenzandlagen betreffen getijdegeulafzettingen van het Laagpakket van Wormer. De horizontale k-waarden van dergelijke zandige getijdegeulafzettingen in het Laagpakket van Wormer variëren tussen de 0,2 tot 4 m/d voor fijn zand tot circa 1 tot 11 m/d voor matig grof zand (bron: TNO (2016), Kenmerk: R11068.).

- In dit bemalingsadvies zijn horizontale k-waarden 1 m/d voor fijn zand en 10 m/d voor matig grof zand aangehouden voor de zuidelijke ontgravingen.
- Uit de boringen lijkt de toplaag bij de noordelijke boringen vooral te bestaan uit zwak zandige klei en sterk zandige klei. Daarom is hier een horizontale k-waarde tussen de 0,01 en 0,1 m/d aangehouden.

### Grondwaterstanden en stijghoogten

Bij de uitgevoerde ondiepe boringen zijn GxG's bepaald (tot 5 m beneden maaiveld). Het gemiddelde van de waargenomen GxG's is in Tabel 5 opgenomen. DINOLoket-peilbuizen B30G0837 en B30G0838 zijn als basis genomen voor de stijghoogten (GxG) in het watervoerende pakket. De historische stijghoogten uit openbare gegevens (DINOLoket) zijn mogelijk niet representatief voor de huidige grondwatersituatie.

→ Voorafgaand aan de werkzaamheden moet de grondwatersituatie in het veld vastgesteld worden voor een verificatie van de aangenomen grondwaterstanden en stijghoogten. Bij grote afwijkingen is een bijstelling en actualisatie van het bemalingsadvies vereist.

Tabel 5 | Inschattingen van de freatische grondwaterstand (GxG's) op basis van de boringen en gemeten stijghoogten (10- en 90-percentielwaarden) in de tussenzandlaag en watervoerend pakket

	Freatisch	Tussenzandlaag	Watervoerend pakket (stijghoogte)	
	[mNAP]	[mNAP]	[mNAP]	[m- mv]
Zuid – GLG	-3,85	-4,96	-4,93	1,92
Zuid – GHG	-3,04	-4,22	-4,12	1,39
Noord – GLG	-4,90	-	-3,89	2,37
Noord – GHG	-3,75	-	-3,68	2,19

- De afgeleide GxGs uit de boringen (Tabel 5) komen overeen met de berekende waarden van TNO ([Grondwatertools-viewer](#) | [Grondwatertools](#)).
- Op basis van kaarten in de Klimateffectatlas ([Kaartviewer - Klimateffectatlas](#)) wordt de GHG ter plaatse van de projectlocatie ingeschat op 0,2 tot 0,4 m -mv (NAP -3,2 tot -3,4 m). De GLG wordt ingeschat op 1,0 tot 2,0 m -mv (NAP -4,0 tot -5,0 m). Ook dit komt overeen met de afgeleide GxGs uit de boringen (Tabel 5)
- De regionale grondwaterstroming in het watervoerend pakket is van het zuidoosten naar het noordwesten.
- Uit Tabel 6 kan worden opgemaakt dat het zuidelijke modelgebied infiltreert en het noordelijke modelgebied een kwelzone is. Dit komt overeen met de kwel en infiltratiekaart van de Klimateffectatlas ([Kaartviewer - Klimateffectatlas](#)).
- De gemiddelde GxGs die beschreven zijn in Tabel 5, zijn in dit bemalingsadvies gehanteerd als modelrandvoorwaarde (Constant head). Hierdoor zijn de grondwaterstanden en stijghoogten ter plaatse op de juiste hoogte.

### Oppervlaktewater

De locaties liggen binnen peilgebieden van het Hoogheemraadschap van Delfland en Hoogheemraadschap van Rijnland. Deze zijn weergegeven in Tabel 6. Voor de bemalingsberekening is aangenomen dat de waterstanden in het oppervlaktewater gelijk is aan de vastgestelde polderpeilen.

Tabel 6 | Peilgebieden per locatie

Type	Hoogheemraadschap	Peilgebied(en)	Zomerpeil	Winterpeil
[-]	[-]	[-]	[mNAP]	[mNAP]
<b>Zuid</b>				
• HDD1 Kuip A	Delfland	GPG2006TBP 2	-1,89	-1,93

• HDD1 Kuip B	Delfland	GPG2007LEI 2	-2,20	-2,20
• OO1	Delfland	GPG2007LEI 2	-2,20	-2,20
• HDD2 Kuip A	Delfland	GPG2007LEI 2	-2,20	-2,20
<b>Noord</b>				
• HDD2 Kuip B	Delfland	GPG2007LEI 1	-4,70	-4,85
• OO2	Delfland	GPG2007LEI 1	-4,70	-4,85
• HDD3 Kuip B	Delfland	GPG2007LEI 1	-4,70	-4,85
• HDD3 Kuip A	Delfland	GPG2007LEI 1	-4,70	-4,85
• OO3	Delfland	GPG2007LEI 1	-4,70	-4,85
• HDD4 Kuip A	Delfland	GPG2007LEI 1	-4,70	-4,85
• HDD4 Kuip B	Delfland	GPG2007LEI 1	-4,70	-4,85
• HDD4 Kuip C	Rijnland	PBS_WW-17G	-5,20	-5,37

## 2.4 Grondwaterkwaliteit

### Lozingsparameters

Het grondwater en het oppervlaktewater zijn bemonsterd en onderzocht op de lozingsparameters en organische microverontreinigingen. De resultaten voor de lozingsparameters zijn weergegeven in Tabel 7. De analysecertificaten zijn bijgevoegd als Bijlage C. De locaties van de monsteropnames zijn bijgevoegd als Bijlage D.

Tabel 7 | Lozingsparameters grondwater en oppervlaktewater

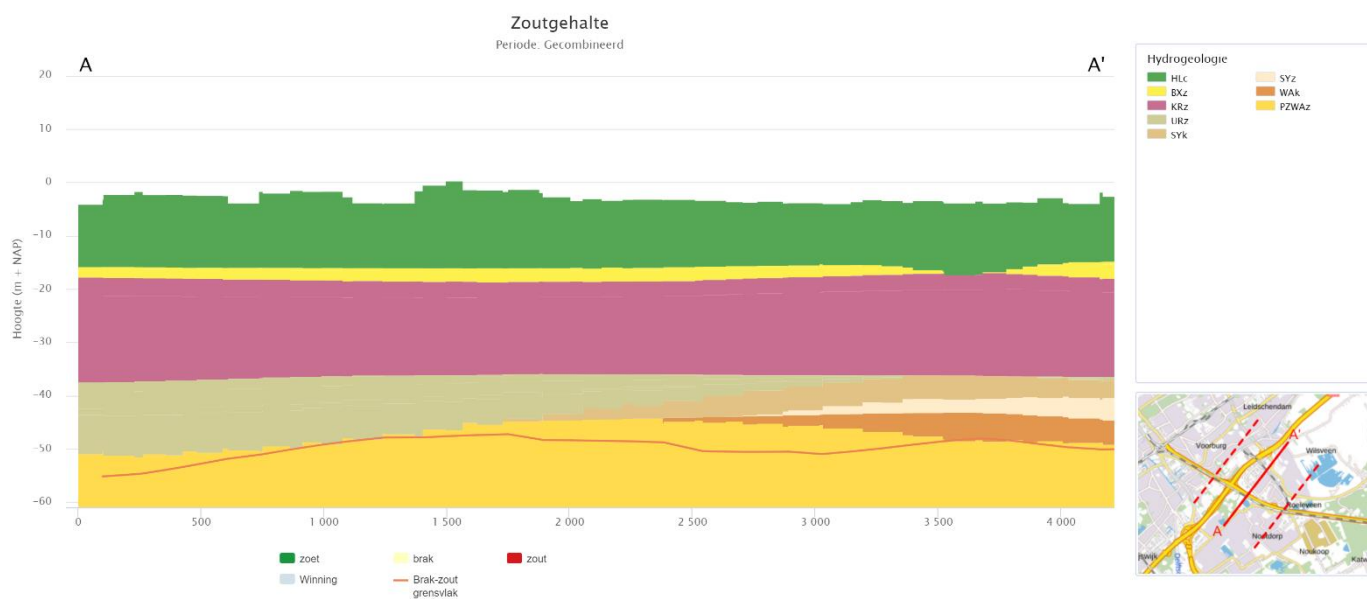
Peilbuis	pH (lab)	Zuurstof	IJzer	Onopgeloste bestanddelen	Chloride
Grondwater	[-]	[mg/L]	[mg/L]	[mg/L]	[mg/L]
HB07	7,1	2,7	<0,01	<2,0	160
HB08	7,0	0,3	0,021	12	<50
HB09	7,4	0,3	0,16	330	120
HB10	7,2	1,7	3,2	9,6	<50
HB11	7,1	0,9	3,0	31	<50
HB12	7,4	0,3	0,26	64	<50
HB13	7,0	0,3	6,3	900	<50
HB14	7,2	0,2	<0,01	1500	110
HB15	7,3	1,4	0,87	230	180
HB16	7,0	0,3	53	250	<50
HB17	7,1	0,4	0,77	250	98
HB18	7,2	1,1	2,7	46	90
HB19	7,3	0,7	8,2	87	<50
<b>Oppervlaktewater</b>					
Oppervlaktewater 2	7,8	5,4	0,46	-	64
Oppervlaktewater 3	7,9	5,7	0,22	-	59
Oppervlaktewater 4	7,6	0,6	0,15	-	91
Oppervlaktewater 5	7,9	7,8	0,17	-	<50
Oppervlaktewater 6	8,0	6,8	0,08	-	94
Oppervlaktewater 7	7,9	3,6	0,55	-	99
Oppervlaktewater 8	8,0	6,0	0,05	-	91

Oppervlaktewater 9                      7,8                      3,7                      0,21                      -                      77

De gemeten ijzerconcentraties laten zien dat er een risico is op visuele verontreiniging van het oppervlaktewater bij lozing van bemalingswater.

De gemeten chlorideconcentraties duiden op zoet grondwater en oppervlaktewater (zoet water is Cl < 300 mg/l). Het grensvlak tussen brak en zout grondwater wordt op basis van het profiel in Figuur 4 verwacht op een diepte van circa NAP -50 m. Het grensvlak tussen zoet water in de deklaag en brak water in het eerste watervoerend pakket ligt waarschijnlijk aan de onderzijde van de deklaag (circa NAP -15 m).

De gemeten concentraties onopgeloste bestanddelen zijn in sommige peilbuizen veel hoger dan de lozingsnorm van het activiteitenbesluit van 50 mg/L voor lozing op oppervlaktewater, of de 300 mg/L voor lozing op het vuilwaterriool.



Figuur 4 | Chlorideconcentraties grondwater en brak-zout grensvlak (bron: [Gwatlas \(grondwatertools.nl\)](http://Gwatlas.grondwatertools.nl))

## Milieukundig onderzoek

Er zijn geen milieukundige onderzoeken beschikbaar voor dit bemalingsadvies.

## 3 Verwachte debieten en grondwaterstand-/stijghoogteverlagingen

### 3.1 Berekeningsmethode

De debieten en grondwaterstand-/stijghoogteverlagingen zijn berekend met behulp van het numerieke eindige-elementenmodel MODFLOW6. Er zijn twee niet-stationair modellen opgezet van 5.000 m x 5.000 m met 5 tot 6 modellagen (model Zuid en model Noord). De celgrootte varieert van 3 m x 3 m (rond de werkputten en A-watgangen) tot 100 m x 100 m (aan de randen). De modellen omvatten bodemlagen tot NAP -50 en NAP -80 m. De werkputten/tracés zijn in het midden van het modelgebied gelegen. De laagschematisatie is weergegeven in Tabel 8 en Tabel 9.

Tabel 8 | Laagschematisatie grondwatermodel – Zuid

Modellaag	Interpretatie	Lithologie	Diepte van	Diepte tot	Horizontale (kh) doorlaatfactor	Verticale (kv) doorlaatfactor
[-]	[-]	[-]	[m NAP]	[m NAP]	[m/dag]	[m/dag]
1	Antropogeen en deklaag	Zand, Klei en veen	-3	-5	0,1	0,01
2	TSL1	Fijn tot grof zand (geul afzettingen)	-5	-10	1 tot 10	0,5 tot 5
3	SDL1	Klei en klei (zandig)	-10	-17	0,01	0,001
4	WVP1a	Fijn zand	-17	-25	5	2,5
5	WVP1b	Grof zand	-25	-80	40	20

**Geohydrologische basis**

Tabel 9 | Laagschematisatie grondwatermodel – Noord

Modellaag	Geologische eenheid	Lithologie	Diepte van	Diepte tot	Horizontale (kh) doorlaatfactor	Verticale (kv) doorlaatfactor
[-]	[-]	[-]	[m NAP]	[m NAP]	[m/dag]	[m/dag]
1	Antropogeen en deklaag	Zand, Klei en veen	-4	-15	0,01 tot 0,1	0,001 tot 0,01
2, 3	WVP1a	Fijn zand	-15	-25	5	2,5
4	WVP1b	Grof zand	-25	-40	40	20
5	SDL1	Klei	-40	-45	0,01	0,001
6	WVP2	Fijn tot grof zand	-45	-50	40	20

**Geohydrologische basis**

De doorlatendheden van de tussenzandlaag zijn ingeschat op basis van een best-guess (op basis van de veldwaarnemingen en literatuurwaarden voor de GeoTOP eenheden) en worst-case scenario. Voor de anisotropie tussen de horizontale en verticale doorlatendheid is voor zand een factor 2 aangenomen en 10 voor klei (veelal toegepaste waarden).

De stijghoogte in het watervoerend pakket is door middel van vaste randen aan het model opgelegd. De watgangen rondom de werkputten is als randvoorwaarde 'river' en 'drain' in het model opgenomen met een waterhoogte gelijk aan de waterpeilen zoals in paragraaf 2.3 is beschreven. De spanningsbemalingen zijn als 'deep well' in het model opgenomen.

De grondwateraanvulling is gevarieerd, zodanig dat de initiële grondwaterstand ter plaatse van de werkputten in een natte periode tussen de waarden voor de GHG (zie paragraaf 2.3) ligt en in een droge periode tussen de waarden voor de GLG. Dit resulteert in twee scenario's, die hier voor het gemak met GHG en GLG zijn aangeduid. De grondwateraanvulling die nodig is om deze peilen te bereiken, is respectievelijk 2 mm/d en 0,8 mm/d. Deze waarden voor de grondwateraanvulling zijn realistisch voor gemiddelde natte en droge perioden. Er is bij deze berekeningen ook rekening gehouden met onzekerheid in de aangenomen k-waarden van het



bepompte pakket (tussenzandlaag bij de zuidelijke modellen en deklaag bij de noordelijke modellen). In de onderstaande tabel zijn de verschillende rekenscenario's weergegeven:

Tabel 10 | Rekenscenario's

	Periode	k-waarde laag	k-waarde hoog
		[m/dag]	[m/dag]
Zuidelijke modellen (tussenzandlaag)	Natte periode (GHG)	1,0	10,0
	Droge periode (GLG)	1,0	10,0
Noordelijke modellen (deklaag)	Natte periode (GHG)	0,01	0,1
	Droge periode (GLG)	0,01	0,1

De twee scenario's voor de doorlatendheden en de twee scenario's voor grondwateraanvulling resulteren in vier berekeningen van het debiet, waterbezwaar en de invloedsgebied per model.

## 3.2 Uitgangspunten berekeningen

### Werkmethode

De uitgangspunten van de werkputten zijn gebaseerd op de door de opdrachtgever aangeleverde gegevens, zoals beschreven in paragraaf 1.1

De modeluitgangspunten voor zijn beschreven in Tabel 1

Een open ontgraving en een HDD-bouwkuipbemaling worden niet tegelijkertijd uitgevoerd.

### Risico's opbarsten putbodern en noodzaak spanningsbemaling

In de onderstaande tabel is de veiligheidsfactor weergegeven van de verschillende locaties. Hierbij is rekening gehouden met de volgende uitgangspunten:

- Bij de berekeningen voor het risico op opbarsting van de bouwkuipbodern is geen rekening gehouden met een talud (1D-berekening) omdat de taludverhouding niet bekend is;
- De berekeningen zijn uitgevoerd conform de NEN-9997-1+C2 (2017);
- Conform de NEN is een partiële factor van de gunstige belasting (neerwaartse druk) 0,9 aangehouden;
  - **Aandachtspunt:** Hierbij voldoet een veiligheidsfactor van 1,0
- Bij locaties waar de veiligheidsfactor niet voldoet is spanningsbemaling aangenomen en toegepast in de bemalingsberekening.
  - Bij de locaties die vallen onder de zuidelijke modellen moet de spanningsbemaling in de tussenzandlaag worden geplaatst. Bij de locaties van de noordelijke modellen in het watervoerende pakket.
  - Hierbij zijn er 4 spanningsbemaling putten gemodelleerd per HDD en 2 spanningsbemaling putten per 25 m (werksnelheid per week).
  - Voor de locaties in de zuidelijke modellen is geen opbarstrisico berekend en daarmee ook geen spanningsbemaling nodig.

Tabel 11 | Resultaten opbarstberekeringen.

Type	Veiligheidsfactor (GHG)	Voldoet	Veiligheidsfactor (GLG)	Voldoet
[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
<b>Zuid</b>				
• HDD1 Kuip A	1,29	Ja	1,38	Ja
• HDD1 Kuip B	1,26	Ja	1,34	Ja
• OO1	1,48	Ja	1,58	Ja
• HDD2 Kuip A	1,41	Ja	1,51	Ja
<b>Noord</b>				
• HDD2 Kuip B	0,89	Nee	0,90	Nee
• OO2	0,90	Nee	0,91	Nee
• HDD3 Kuip B	0,82	Nee	0,83	Nee
• HDD3 Kuip A	0,99	Nee	1,0	Ja
• OO3	0,97	Nee	0,99	Nee
• HDD4 Kuip A	0,87	Nee	0,88	Nee
• HDD4 Kuip B	0,81	Nee	0,82	Nee
• HDD4 Kuip C	0,80	Nee	0,80	Nee

### 3.3 Bandbreedteanalyse verwachte debieten, grondwaterstands- en kwel/infiltratieveranderingen

#### 3.3.1 Debiet

Het debiet is bij elke locatie voor vier scenario's berekend: voor een hoge en een lage initiële grondwaterstand (GHG/GLG) en voor een lage en hogere doorlatendheid van de tussenzandlaag/deklaag. Deze vier scenario's bepalen de bandbreedte van het debiet en totale waterbezwaar. De berekende debieten en het waterbezwaar van de zuidelijke modellen zijn weergegeven in Tabel 12. De resultaten van de noordelijke modellen zijn weergegeven in Tabel 13. Hierbij is rekening gehouden met een gemiddeld debiet en een maximaal debiet per locatie. Het maximaal debiet is representatief voor het startdebiet van de bemaling, daarna kan het gemiddeld debiet worden gehanteerd.

Tabel 12 | Berekend debiet en (gemiddeld) totaal waterbezwaar zuidelijke locaties

Locatie	Periode	k-waarde	Gemiddeld debiet		Maximaal debiet		Duur	Lengte	Totaal waterbezwaar
			[m <sup>3</sup> /d]		[m <sup>3</sup> /d]				
			Spanning	Freatisch	Spanning	Freatisch			
HDD1 kuip A	GHG	1	-	6	-	17	112	57	651
		10	-	5	-	15		57	535
	GLG	1	-	5	-	15		57	547
		10	-	4	-	13		57	455
HDD1 kuip B	GHG	1	-	4	-	9	112	59	499
		10	-	4	-	8		59	428
	GLG	1	-	4	-	8		59	456
		10	-	4	-	7		59	409
OO1	GHG	1	-	-5	-	118	42	90	1040
		10	-	22	-	105		90	908
	GLG	1	-	23	-	111		90	965
		10	-	-1	-	102		90	880
HDD2 kuip A	GHG	1	-	-	-	4	112	25	149
		10	-	1	-	2		25	91
	GLG	1	-	1	-	3		25	117
		10	-	1	-	2		25	79

Tabel 13 | Berekend debiet en (gemiddeld) totaal waterbezwaar noordelijke locaties.

Locatie	Periode	k-waarde	Gemiddeld debiet		Maximaal debiet		Duur	Lengte	Aantal spanningsbemelingsputten*	Totaal waterbezwaar			
			[m <sup>3</sup> /d]		[m <sup>3</sup> /d]					[m <sup>3</sup> ]			
			Spanning	Freatisch	Spanning	Freatisch				Spanning	Freatisch	Totaal	
HDD2 kuip B	GHG	0,1	125	60,5	-	144,7	84	23	4	42.000	5.084	47.084	
		0,01	125	60,3	-	149,0							
	GLG	0,1	120	60,4	-	147,4		23		4	40.320	5.077	45.397
		0,01	120	60,1	-	144,8							
OO2	GHG	0,1	90	33,5	-	351,9	406	718	60	2.192.400	13.591	2.205.991	
		0,01	90	13,0	-	272,8							
	GLG	0,1	80	32,6	-	339,9		718		60	1.948.800	13.255	1.962.055
		0,01	80	11,3	-	246,3							
HDD3 kuip B	GHG	0,1	190	9,6	-	271,2	84	40	4	63.840	806	64.646	
		0,01	190	6,5	-	282,0							
	GLG	0,1	180	10,7	-	258,3		40		4	60.480	900	61.380
		0,01	180	5,8	-	268,0							
HDD3 kuip A	GHG	0,1	10	3,4	-	70,4	84	30	4	3.360	286	3.646	
		0,01	10	3,1	-	90,7							
	GLG	0,1	-	2,9	-	62,7		30		4	-	239	239
		0,01	-	2,4	-	79,2							
OO3	GHG	0,1	25	28,2	-	161,4	28	107	8	5.600	789	6.389	
		0,01	25	15,4	-	131,5							
	GLG	0,1	10	26,9	-	153,2		107		8	2.240	754	2.994
		0,01	10	12,4	-	119,1							
	GHG	0,1	160	17,4	-	167,9	84	50	4	53.760	1.458	55.218	

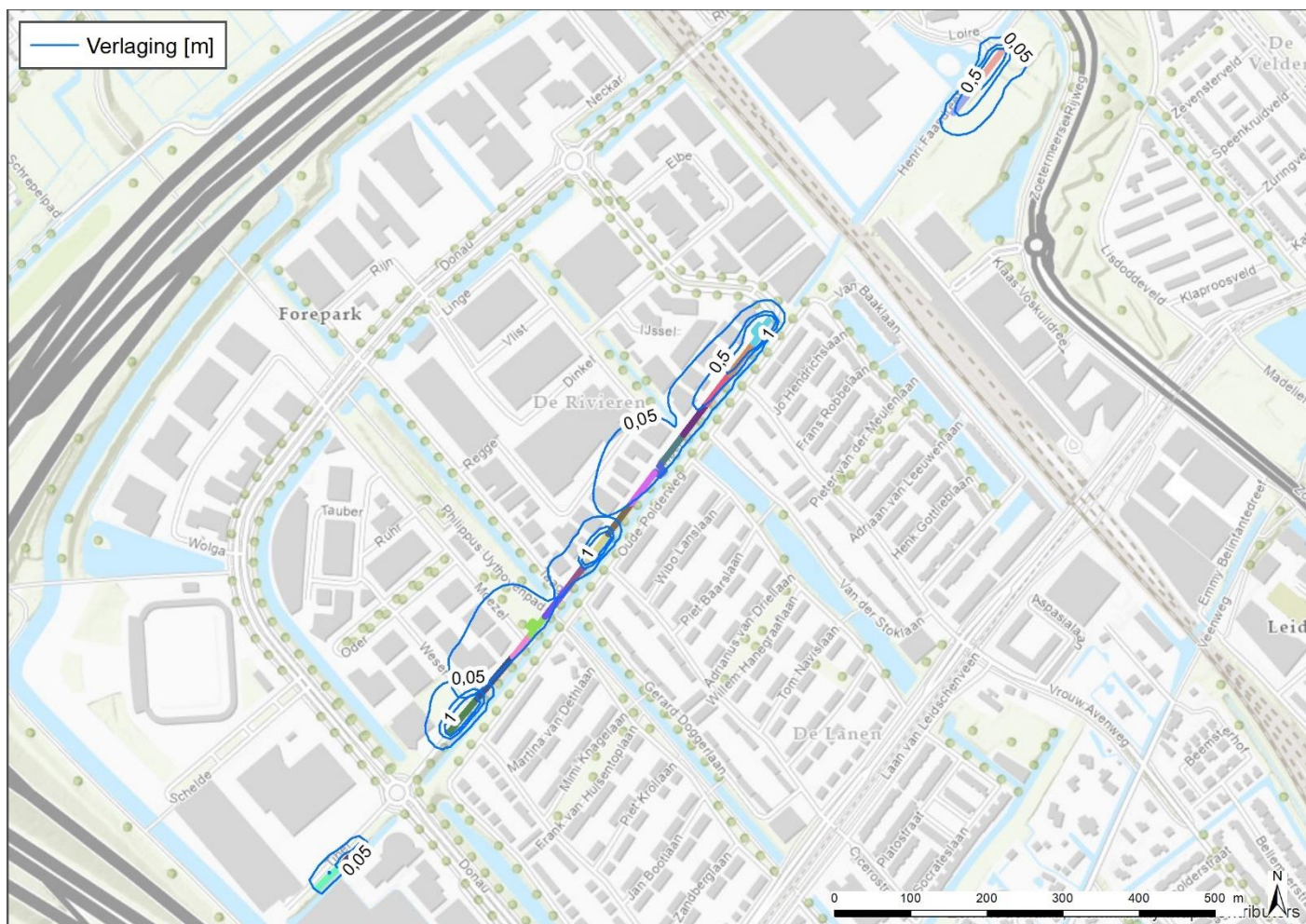
		0,01	160	15,1	-	182,0		50		53.760	1.272	55.032
<b>HDD4 kuip A</b>		0,1	130	15,7	-	161,9		50	4	43.680	1.317	44.997
	GLG	0,01	130	14,6	-	176,1		50	4	43.680	1.231	44.911
		0,1	200	63,6	-	118,3		70	4	89.600	7.125	96.725
	GHG	0,01	200	63,2	-	117,8		70	4	89.600	7.079	96.679
<b>HDD4 kuip B</b>		0,1	180	63,6	-	117,0	112	70	4	80.640	7.120	87.760
	GLG	0,01	180	63,1	-	116,8		70	4	80.640	7.072	87.712
		0,1	210	4,5	-	127,1		50	4	70.560	258	70.818
	GHG	0,01	210	4,1	-	140,9		50	4	70.560	150	70.710
<b>HDD4 kuip C</b>		0,1	200	4,3	-	125,8	84	50	4	67.200	238	67.438
	GLG	0,01	200	3,5	-	127,4		50	4	67.200	117	67.317

\*\*Bij de open ontgravingen uitgegaan van 2 putten per 25 m (werksnelheid) en 4 putten bij de HDD-bouwkuipen (elke hoek).

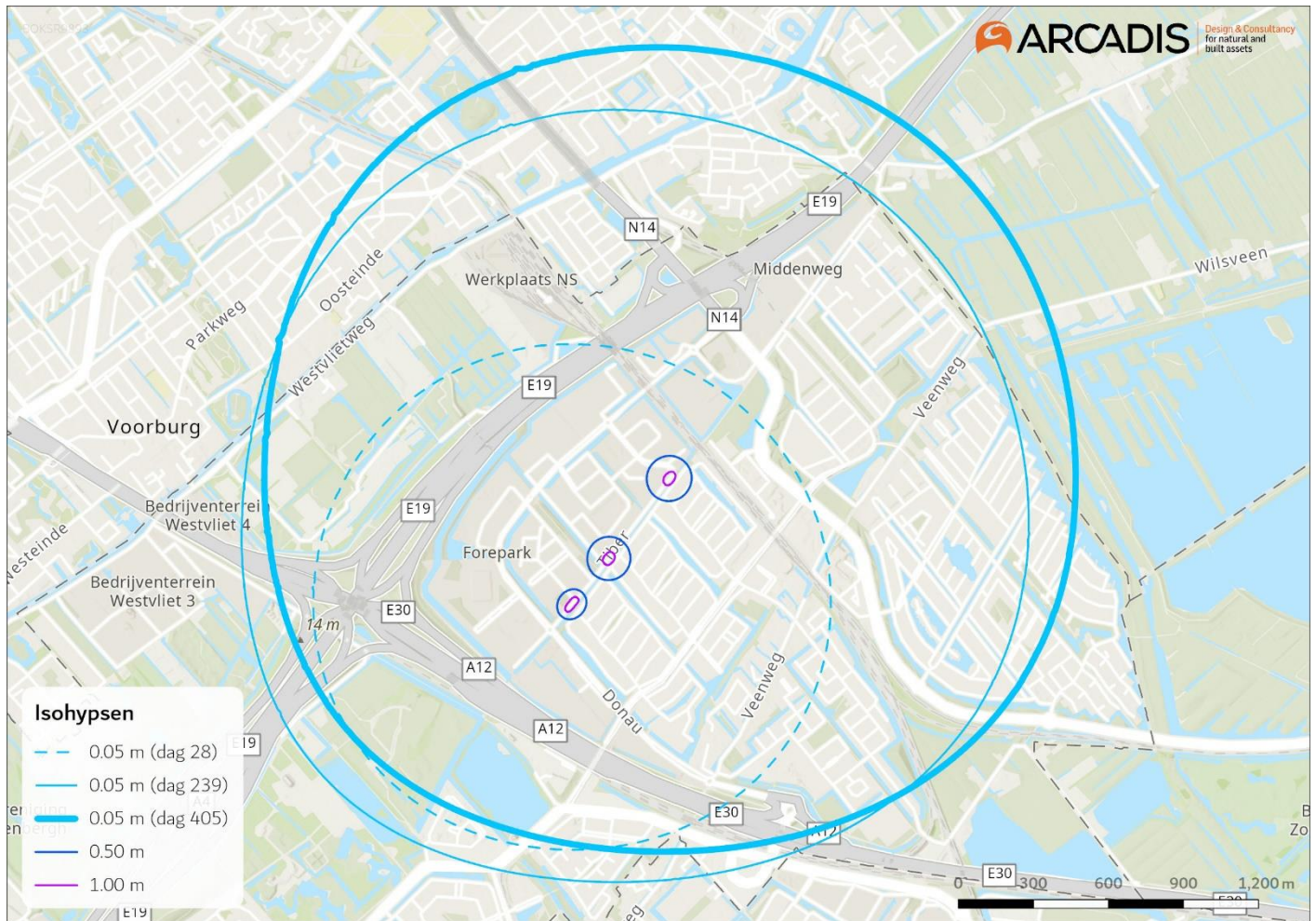


### 3.3.2 Grondwaterstand-/stijghoogteveranderingen

Het invloedsgedebied van de bemalingen is gedefinieerd als het gebied waarin de freatische grondwaterstand met 0,05 m of meer wordt verlaagd. De maximaal berekende freatische verlagingen (GHG) van de locaties zijn weergegeven in Figuur 5 en Figuur 7. De berekende stijghoogte verlagingen door de spanningsbemalingen zijn weergegeven in Figuur 6 en Figuur 8.

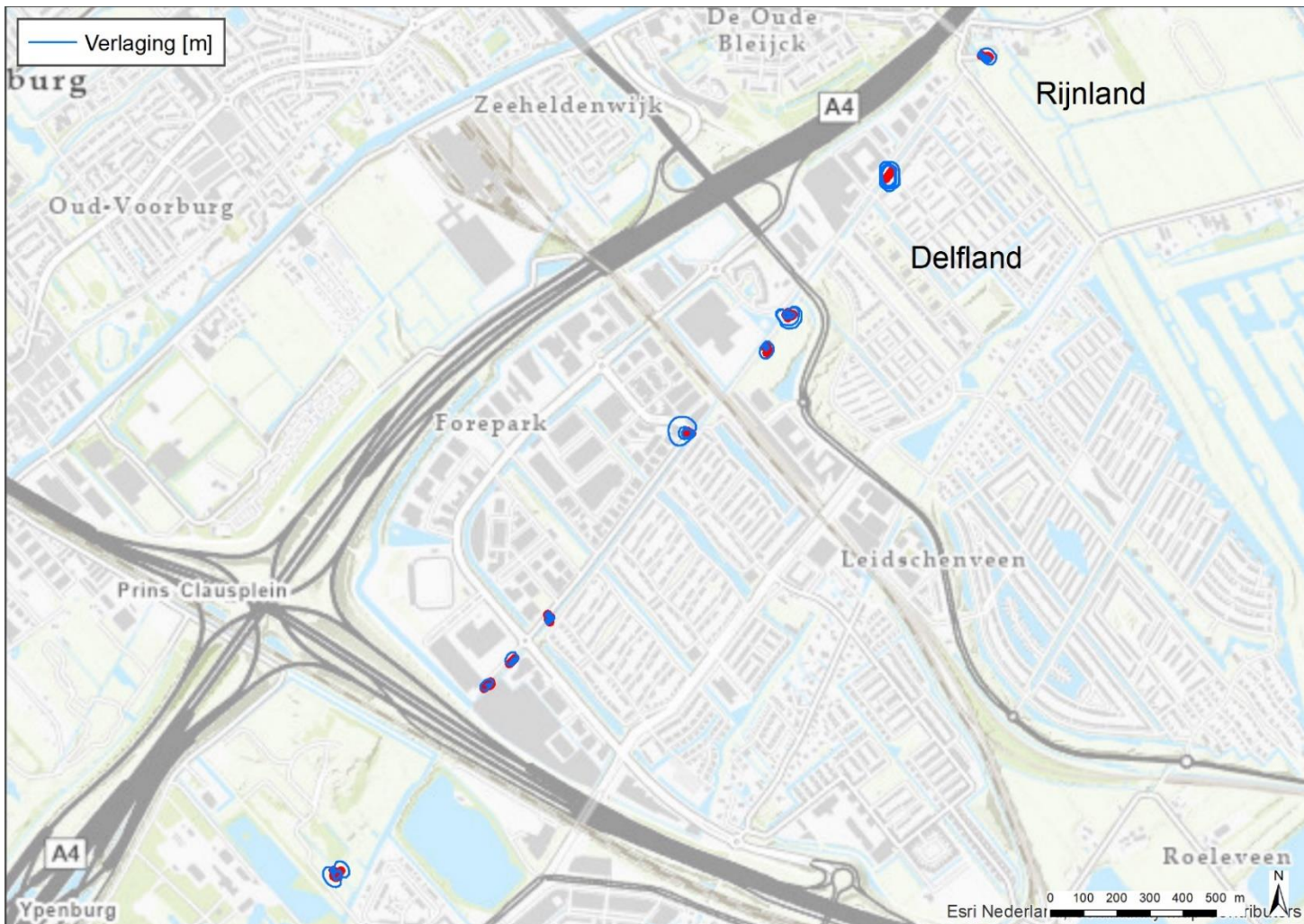


Figuur 5 | Maximale freatische verlagingen van de open ontgravingen (sleufbekisting)

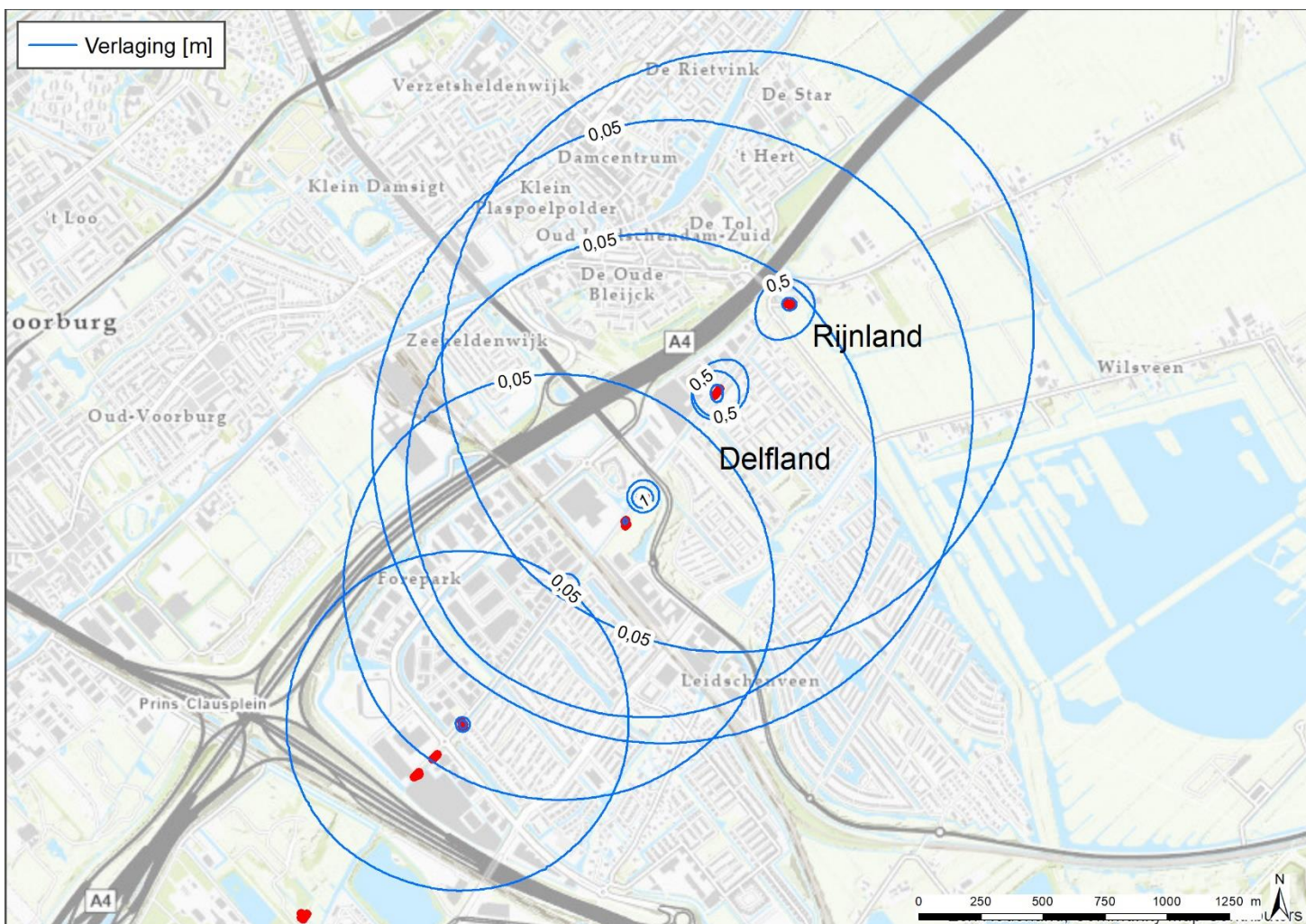


Figuur 6 | Maximale stijghoogteverlagingen (WP1) van de open ontgravingen (OO2) aan het begin van de werkzaamheden (dag 28), halverwege de werkzaamheden (dag 239) en aan het einde van de werkzaamheden (dag 405).





Figuur 7 | Overzichtskaart van de maximale freatische verlagingen van de HDD's. Effecten zijn zeer beperkt door de damwanden



Figuur 8 | Overzichtskaart van de maximale spanningsbemaling verlagingen (WP1) bij de HDD's

## 4 Beschrijving en beoordeling effecten en risico's

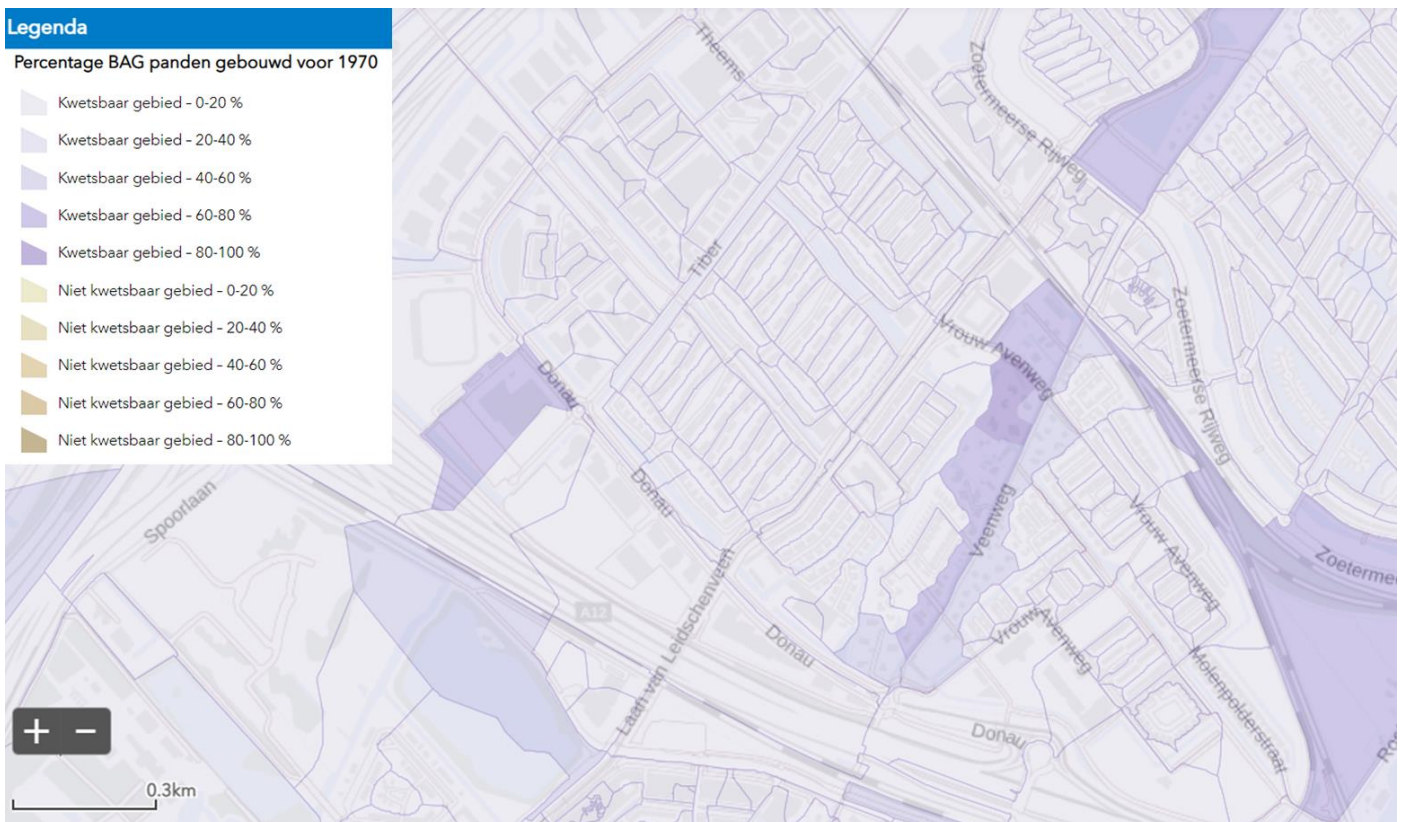
Op basis van de richtlijn zoals voorgeschreven in de BRL12000, protocol 12010 is gekeken naar de effecten op de omgeving door de tijdelijke grondwaterstandverlaging tijdens de bemalingswerkzaamheden. De berekende verlagingen zijn opgenomen in Figuur 5 (open ontgravingen), Figuur 6 (spanningsbemaling OO2), Figuur 7 (HDD's) en Figuur 8 (spanningsbemaling).

### 4.1 Effecten op de omgeving

#### 4.1.1 Effecten op bebouwing (zettingen)

Ter plaatse van het tracé zijn zettingsgevoelige grondsoorten zoals klei en veen aanwezig. In de rapportage van Antea van het zuidelijke van Lot B is aangetoond dat verlaging van de grondwaterstand in de tussenzandlagen leidt tot zettingen die uiteenlopen van 2 tot maximaal 17 mm (tabel 4.5, Antea 5 juli 2023). Deze zettingen treden op bij verlagingen van de stijghoogte in de orde van 0,15 tot 1,0 m en een cumulatieve bemalingsduur van maximaal 161 dagen. In deze rapportage is de verlaging in de tussenzandlagen niet berekend, omdat de tussenzandlagen minder omvangrijk zijn dan in het deel ten zuiden van de A12. De contouren van de 0,5 m en 1,0 m verlagingen zijn in beeld gebracht voor de deklaag (Figuren 5 en 7) en voor het eerste watervoerende pakket (Figuren 6 en 8). Er valt niet uit te sluiten dat door bemaling in de aanwezige tussenzandlagen dicht bij de bemalingen een verlaging van dezelfde grootte als in de Antea-rapportage zal optreden. Er moet op die locaties rekening gehouden worden met vergelijkbare zettingen (orde 2 tot orde 15 mm).

Op basis van Figuur 9 reiken de freatische verlagingcontouren van de HDD's geen kwetsbare gebouwen. De effecten van de spanningsbemalingen worden klein geacht omdat deze in het watervoerende zandpakket plaatsvinden. Zand is niet zettingsgevoelig.



Figuur 9 | Kaart KCAF (bron: <https://www.kcaf.nl/funderingsviewer/>)

#### 4.1.2 Effecten op funderingen

Op basis van en Figuur 5 en Figuur 7 zijn er binnen de freatische verlagingscontouren geen kwetsbare gebouwen.

#### 4.1.3 Effecten op infrastructuur

Binnen de berekende verlagingscontouren van de tijdelijke bemalingen is infrastructuur aanwezig. Onderzoek naar de te verwachten zettingen van de grondlichamen van de Rijkswegen A4 en A12, van de spoorverbinding naar Zoetermeer en naar de keringen van de tussenboezem zijn gewenst om de te verwachten maximale zettingen te kwantificeren.

#### 4.1.4 Bodem- en grondwaterverontreinigingen

Binnen de berekende verlagingscontouren van de tijdelijke bemalingen zijn mogelijk bodem- en grondwaterverontreinigingen aanwezig. (<https://bodemloket.nl/kaart>). Er is geen nader onderzoek naar het type verontreiniging en de gevolgen voor de bemaling uitgevoerd.

#### 4.1.5 Grondwaterbeschermingsgebieden

De projectlocatie ligt op 6 km afstand van de grondwaterbeschermingszone ([Viewer Grondwaterbescherming \(zuid-holland.nl\)](#)), en op ca. Het invloedsgebied van de 0,05-m zone reikt tot in het gebied van de strategische zoet grondwater bescherming van de provincie Zuid-Holland. Nadelige gevolgen voor grondwaterbeschermingszone door de tijdelijke bemalingen is niet aan de orde.

#### 4.1.6 Zoet-brak-zout grensvlak

De freatische bemalingen zullen geen effect hebben op de zoet-brak-zout grensvlakken. De spanningsbemaling wordt uitgevoerd in het watervoerende pakket waar het zoet-brak grens ligt (paragraaf 2.4). Eventueel nadelige gevolgen moeten worden gemitigeerd door retourbemaling toe te passen (zie ook paragraaf 4.1.7).

#### 4.1.7 Strategische zoete grondwatergebieden

De berekende stijghoogteverlagingen door de spanningsbemalingen van HDD3 en HDD4 liggen binnen de grens van Strategische zoete grondwatergebieden ([Viewer Grondwaterbescherming \(zuid-holland.nl\)](#)). Volgens de beleidsregels van het Hoogheemraadschap Delfland moet het onttrokken (zoet) grondwater tot 100% worden aangevuld of getourneerd ([Beleidsregels onttrekkingen en infiltraties \(hhDelfland.nl\)](#)).

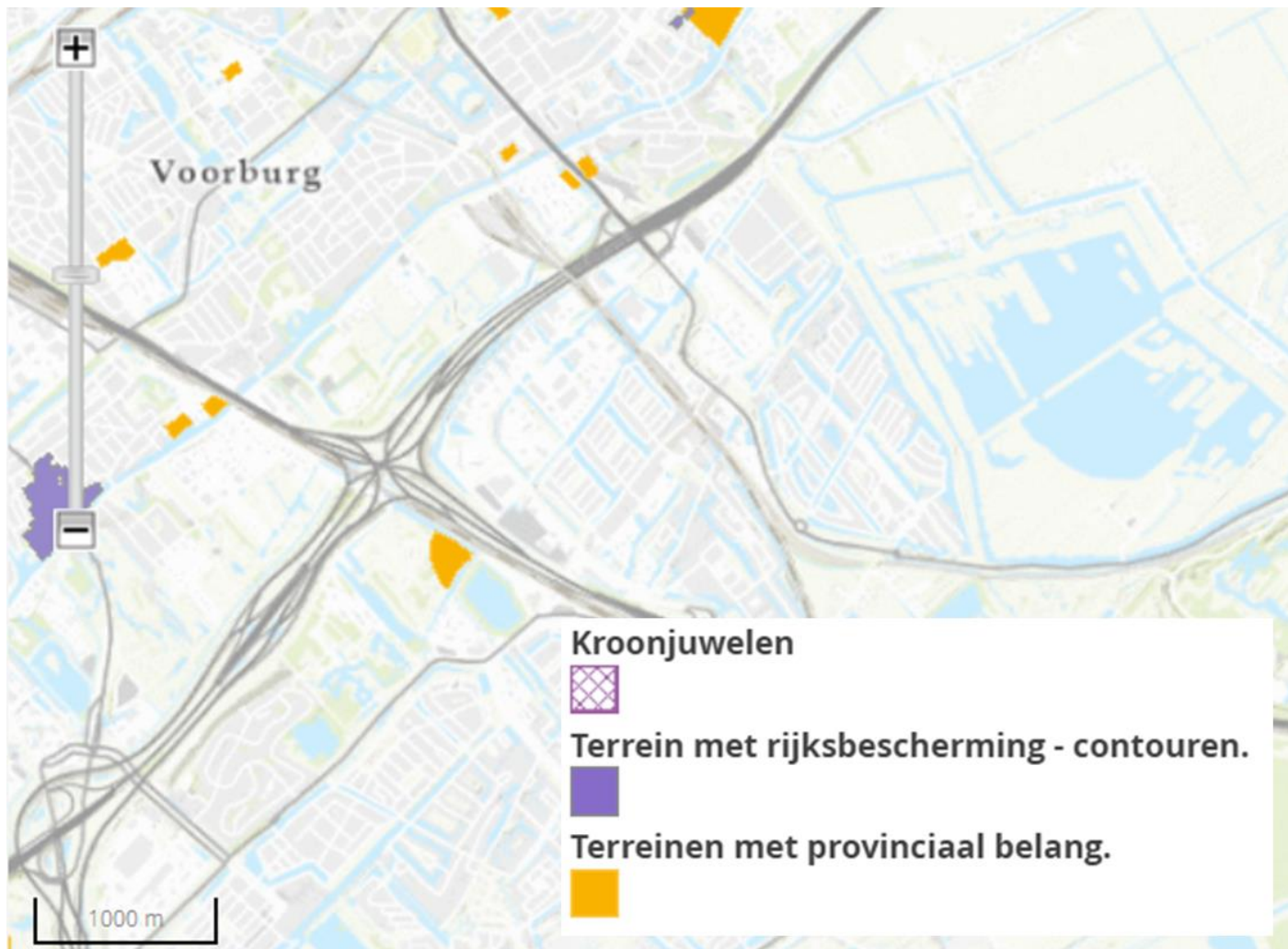
#### 4.1.8 Natuur, landbouw, groenvoorzieningen

Binnen de berekende grondwater- en stijghoogteverlagingen bevinden zich geen (beschermde) natuur, landbouwgebieden of monumentale bomen ([Natuurkaart provincie Zuid-Holland](#)). Nadelige effecten op natuur, landbouw en monumentale bomen door de tijdelijke bemalingen is niet aan de orde.

Als groenvoorziening verdrogingsverschijnselen vertonen tijdens de werkzaamheden/ door de tijdelijke grondwaterstandverlaging, moet droogteschade worden voorkomen door het bewateren van de groenvoorzieningen (mitigerende maatregel).

#### 4.1.9 Archeologie en aardkundige waarden

Volgens Figuur 5, Figuur 7 en Figuur 10 liggen er binnen de freatische verlagingscontouren geen archeologische waarden.



Figuur 10 | Archeologische waarden (bron: [https://pzh.b3p.nl/viewer/app/Cultuur\\_historische\\_atlas](https://pzh.b3p.nl/viewer/app/Cultuur_historische_atlas))

## 4.2 Effecten op overige (grondwater)onttrekkingen

### 4.2.1 Waterwingebieden

De projectlocatie ligt op 6 km afstand van de dichtstbijzijnde waterwingebieden ([Viewer Grondwaterbescherming \(zuid-holland.nl\)](http://viewer.grondwaterbescherming.zuid-holland.nl)). Nadelige gevolgen voor waterwingebieden door de tijdelijke bemalingen is niet aan de orde.

### 4.2.2 Koude-warmteopslag en bemalingen van derden

Uit een eerste verkenning is gebleken dat zich langs het tracé enkele grondwateronttrekkingen/WKO systemenaanwezig zijn ([www.wkotool.nl](http://www.wkotool.nl)). Nadere informatie (o.a. filterstellingen en dieptes) van deze onttrekkingen/systemen zijn opgevraagd bij het Hoogheemraadschap van Delfland. Voor uitvoering van de werkzaamheden moet het effect op koude-warmteopslag in dit bemalingsadvies bijgewerkt worden met de gegevens en informatie van het bevoegd gezag.

## 5 Waterkwaliteit en lozing

### 5.1 Wettelijke kaders: lozingen

Voor het lozen van het grondwater wordt er gekeken naar de Keur en het Besluit lozen buiten inrichtingen (Blbi).

#### Lozing op oppervlaktewater

Er mag volgens het Blbi op het oppervlaktewater geloosd worden wanneer:

Het gehalte onopgeloste stoffen in enig steekmonster ten hoogste 50 milligram per liter bedraagt.

Geen visuele verontreiniging optreedt als gevolg van het lozen.

- Om te voorkomen dat er visuele verontreiniging door het ijzer in het grondwater optreedt en dat de hoge concentraties onopgeloste stoffen voldoen aan lozingseisen door de wetgeving opgesteld (<https://wetten.overheid.nl/BWBR0022762/2021-07-01#Hoofdstuk2>).
- Dit kan relatief makkelijk door het onttrokken water door een zandfilter of bezinkingsbak te laten gaan.

#### Lozing op een riool

Het lozen, in een voorziening voor de inzameling en het transport van afvalwater, niet zijnde een vuilwaterriool, is toegestaan indien het gehalte onopgeloste stoffen in enig steekmonster ten hoogste 50 milligram per liter bedraagt en het ijzergehalte in enig steekmonster ten hoogste 5 milligram per liter bedraagt.

Het lozen in een vuilwaterriool mag alleen indien:

- het lozen ten hoogste 8 weken duurt;
- de geloosde hoeveelheid ten hoogste 5 kubieke meter per uur bedraagt; en
- het gehalte onopgeloste stoffen in enig steekmonster ten hoogste 300 milligram per liter bedraagt.

Lozing op het riool dient afgestemd te worden met het hoogheemraadschap en met de gemeente.

De voorkeursvolgorde volgens het Blbi is daarbij:

1. Retour- terug in de bodem
2. Oppervlaktewater
3. (vuil)Riolering

### 5.2 Lozingsmogelijkheden opgepompt grondwater

Het freatische bemalingswater kan niet zondermeer in het nabijgelegen watergangen geloosd worden (circa 300 m afstand).

Het water bevat te veel ijzer en onopgeloste bestanddelen en zal moeten worden belucht en gefilterd voordat op het oppervlaktewater geloosd mag worden.

In verband met verzilting adviseren wij het bemalingswater van de spanningsbemaling te retourneren in het watervoerende pakket.

- Dit is verplicht voor HDD3 en HDD4, omdat de berekende stijghoogteverlaging van de spanningsbemaling tot aan de strategische zoete grondwatergebieden reiken ([Beleidsregels onttrekkingen en infiltraties \(hhDelfland.nl\)](#)).

## 6 Van toepassing zijn de voorschriften, vergunningen en belastingen

### 6.1 Onttrekking

#### Vormvrije m.e.r. beoordeling

Het te verwachten waterbezwaar is groter dan 1,5 miljoen m<sup>3</sup> per jaar en kleiner dan 10 miljoen m<sup>3</sup> per jaar. Daarmee valt de activiteit onder de verplichte vormvrije m.e.r. zoals vastgelegd in het Besluit m.e.r. Bij deze m.e.r. beoordeling kijkt het bevoegd gezag of een bemalingsproject tot belangrijke nadelige milieugevolgen kan leiden. Voor de aanleg van de warmteleiding wordt een m.e.r. rapportage opgesteld waarin deze gevolgen beoordeeld zullen worden.

#### Hoogheemraadschap zijn bevoegd gezag

De debieten en waterbezwaren zoals beschreven in paragraaf 3.3.1 zijn in de onderstaande tabel per bevoegd gezag samengevat. Alleen onttrekking HDD4c bevindt zich in het gebied van Hoogheemraadschap van Rijnland. De overige onttrekkingen bevinden zich in het gebied van Hoogheemraadschap van Delfland.

Tabel 14 | Maximaal debiet en totaal waterbezwaar per bevoegd gezag voor verschillende uitgangssituaties.

Hoogheemraadschap	Scenario	Maximaal debiet [m <sup>3</sup> /dag]	Maximaal debiet [m <sup>3</sup> /uur]	Totaal waterbezwaar [m <sup>3</sup> ]
Delfland	<i>GHG &amp; k hoog</i>	352	15	2.477.360
	<i>GHG &amp; k laag</i>	282	12	2.468.535
	<i>GLG &amp; k hoog</i>	340	14	2.202.738
	<i>GLG &amp; k laag</i>	268	11	2.193.329
Rijnland	<i>GHG &amp; k hoog</i>	127	5	70.818
	<i>GHG &amp; k laag</i>	141	6	70.710
	<i>GLG &amp; k hoog</i>	126	5	67.438
	<i>GLG &amp; k laag</i>	127	5	67.317

### 6.1.1 Voorschriften Hoogheemraadschap van Delfland

Het grootste deel van de werkzaamheden vinden plaats in Hoogheemraadschap Delfland. In Tabel 15 is opgenomen wanneer voor een tijdelijke grondwateronttrekking vrijstelling wordt verleend op de vergunningplicht (Keur en Algemene Regels, Hoogheemraadschap van Delfland). Voor situaties waarbij niet voldaan kan worden aan de vrijstellingen opgenomen in de algemene regels geldt de vergunningsplicht. De standaard beslistermijn bij een watervergunning voor grondwateronttrekking is maximaal 8 weken (<https://www.hhdelfland.nl/over-ons/regelgeving/keur-algemene-regels/>),

Tabel 15 | Vrijstelling algemene regels Hoogheemraadschap van Delfland

Vrijstelling algemene regels Delfland	Maximaal debiet	Maximaal waterbezwaar
Onttrekking in milieubeschermingsgebieden		
Melding* aan Bevoegd Gezag	5 m <sup>3</sup> /uur	12.000 m <sup>3</sup>
Uitgebreide melding** met bemalingsplan aan Bevoegd gezag	10 m <sup>3</sup> /uur	20.000 m <sup>3</sup>
Onttrekking in overig gebied		
Melding* aan Bevoegd Gezag	10 m <sup>3</sup> /uur	20.000 m <sup>3</sup>
Uitgebreide melding** met bemalingsplan aan Bevoegd Gezag	50 m <sup>3</sup> /uur	200.000 m <sup>3</sup>
Lozing		
Melding aan Bevoegd Gezag***	100 m <sup>3</sup> /uur	

\*de melding dient uiterlijk 48 uur voor aanvang van de onttrekking plaats te vinden.

\*\*de uitgebreide melding dient minimaal 3 weken voor aanvang te worden toegestuurd.

\*\*\*als het debiet van één perceel op één oppervlaktewaterlichaam niet meer bedraagt dan 100 m<sup>3</sup>/uur.

### Beoordeling tijdelijke grondwaterbemaling

Afhankelijk van de uitvoeringsperiode en bemalingsscenario zijn de tijdelijke bemalingen op basis van Tabel 14 en Tabel 15 in het gebied van Hoogheemraadschap van Delfland vergunningsplichtig.

De bemalingen bevinden zich in overig gebied. Bij alle scenario's wordt het maximale waterbezwaar van 200.000 m<sup>3</sup> overschreden waarvoor een vergunningplichtig geldt.

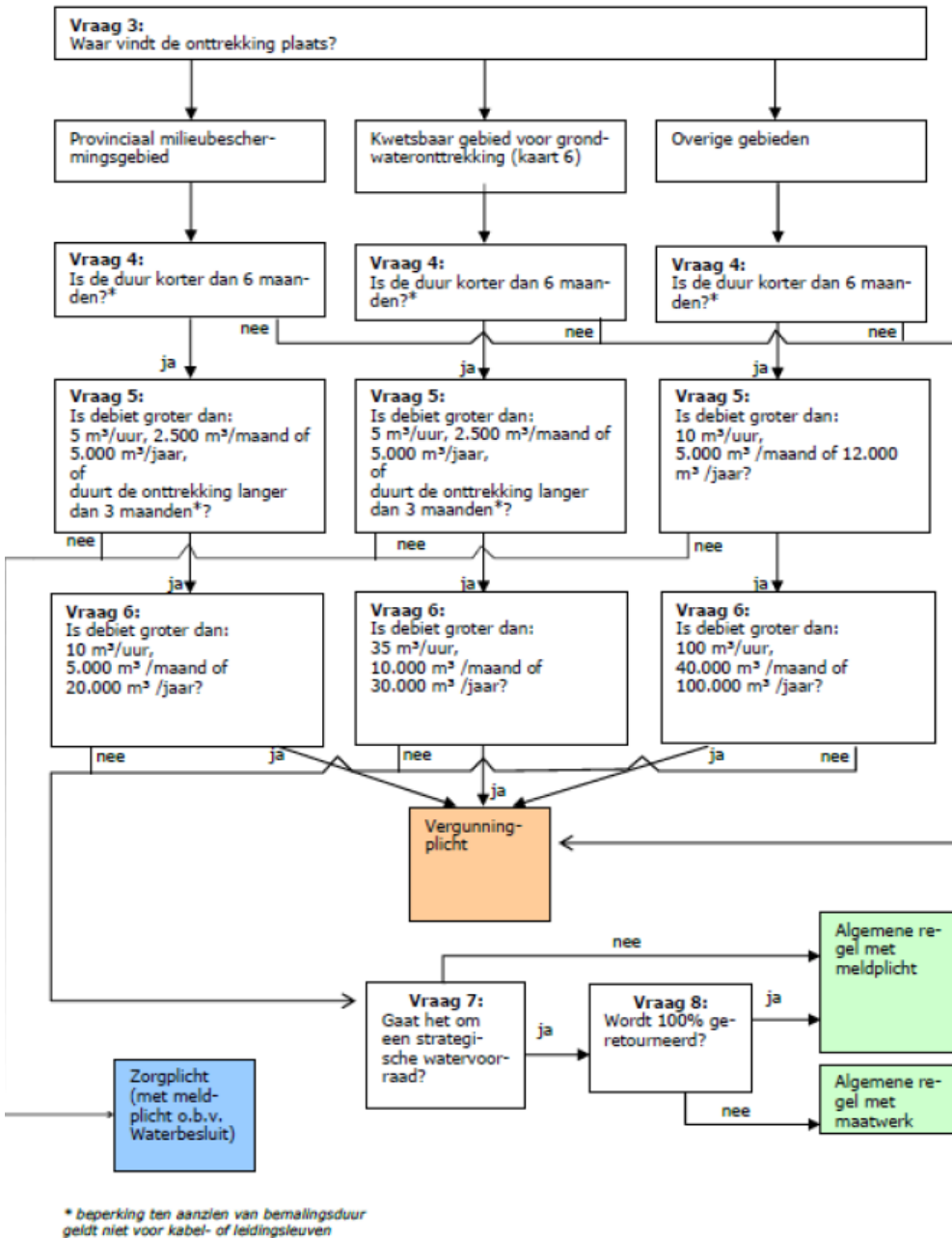
Het traject waarover de werkzaamheden plaatsvinden is groot hierdoor is de bandbreedte in voorkomende randvoorwaarden (bodempopbouw, grondwaterstand, oppervlaktewater, etc.) eveneens groot.

→ Wij adviseren om voor het gehele traject een vergunning aan te vragen. De vergunning moet minimaal 8 weken voor de werkzaamheden worden aangevraagd.

- Daarbij adviseren wij om bij alle HDDs een retourbemaling te plaatsen. Bij HDD3 en HDD4 is dit verplicht, omdat de verlagingscontouren de strategische zoetwatervoorraad gebieden reiken.

### 6.1.2 Hoogheemraadschap van Rijnland

Om te beoordelen of voor de werkzaamheden die in HH Rijnland plaatsvinden (HHD4c) een vergunning aangevraagd moet worden, is het onderstaande schema van het Hoogheemraadschap van Rijnland van toepassing (Figuur 11; <https://lokaleregelgeving.overheid.nl/CVDR645203>).



Figuur 11 | Schema onttrekking Hoogheemraadschap van Rijnland.



## Beoordeling tijdelijke grondwaterbemaling

Op basis van het berekende waterbezwaar (Tabel 14) voor de voor de onttrekkingen HDD4c en het stroomschema van het Hoogheemraadschap van Rijnland (Figuur 11) is de algemene regel met meldplicht van toepassing. De melding moet 6 weken voor aanvang van de onttrekking worden ingediend:

Vraag 3: De onttrekking vindt plaats in 'overige gebieden'.

Vraag 4: Ja, de duur is korter dan 6 maanden (zie paragraaf 1.2).

Vraag 5: Ja, het debiet is groter dan 5.000 m<sup>3</sup>/maand.

Vraag 6: Nee, het debiet is niet groter dan 100 m<sup>3</sup>/u, 40.000 m<sup>3</sup>/maand en 100.000 m<sup>3</sup>/jaar.

Vraag 7: Ja, de verlagingscontouren van HDD4c (spanningsbemaling) bereiken de strategische zoetwatervoorraad.

Vraag 8: Ja, retourbemaling is verplicht bij HDD4c.

## 6.2 Lozing

Wij adviseren om het freatische grondwater te lozen op het nabijgelegen oppervlaktewater. Bij beide Hoogheemraadschappen moet er dan melding gemaakt worden. De melding moet bij beide Hoogheemraadschappen 4 weken voor aanvang van de onttrekking worden ingediend.

Om te voorkomen dat er visuele verontreiniging door het ijzer in het grondwater optreedt, zal het opgepompte water moeten worden gefilterd, bijvoorbeeld met een zandfilter. Ook moet dit water gefilterd worden van de onopgeloste bestanddelen.

Het water uit de spanningsbemalingen adviseren wij te retourneren in het watervoerende pakket. Dit is ook verplicht bij de bemalingen van HDD3 en HDD4, waar de invloedsgebied het beschermd gebied (strategische zoete grondwatergebieden) raakt.

## 7 Conclusie

### Onttrekkingen

Het waterbezwaar voor dit tracé is groter dan 1,5 miljoen m<sup>3</sup> per jaar. Volgens het Besluit m.e.r. moet in een vormvrije m.e.r.-beoordeling onderzocht worden welke milieueffecten te verwachten zijn. Bij nadelige milieu-effecten is een volledige m.e.r. nodig. Voor de aanleg van de warmteleiding wordt een volledige m.e.r. uitgevoerd, waarmee voldaan wordt aan deze verplichting.

Voor de bemalingen in het gebied van Hoogheemraadschap van Delfland adviseren wij om voor de gehele trajectvergunning aan te vragen. Van de onderzochte scenario's is het berekende waterbezwaar meer dan 200.000 m<sup>3</sup> (hoge bodemdoorlatendheid):

Een vergunning voor een tijdelijke grondwateronttrekking moet minimaal 8 weken voor de werkzaamheden worden aangevraagd.

Voor de bemaling in het gebied van Hoogheemraadschap van Rijnland adviseren wij om een melding volgens de algemene regel met meldplicht uit te voeren:

Een melding voor een tijdelijke grondwateronttrekking moet 6 weken voor de start werkzaamheden worden ingediend.

Wij adviseren het onttrokken grondwater bij alle spanningsbemalingen 100% te geretourneerd om het effect op de strategische zoete grondwatergebieden te mitigeren. Hiermee wordt ook eventuele verzilting door lozing van het bemalingswater voorkomen.

Er is een kans dat de verlaging van grondwater bij infrastructuur tot zettingen zal leiden. Aangeraden wordt om zettingsberekeningen uit te voeren en te overleggen met de beheerders van de Rijkswegen, van de spoorlijn en van de gemeentelijke wegen.

### Lozingen

Bij beide Hoogheemraadschappen moet er een melding worden gedaan voordat het bemalingswater (freatisch grondwater) geloosd kan worden:

Het lozen van het freatisch grondwater kan in het nabijgelegen oppervlaktewater, nadat het grondwater gefilterd is van de hoge ijzerconcentraties en onopgeloste bestanddelen. Dit kan relatief eenvoudig met beluchting en bezinkingsbakken met zandfilter.

De melding van de lozing moet 4 weken voor de start werkzaamheden worden ingediend.

### Retourbemaling

De spanningsbemalingen kunnen verzilting veroorzaken, wij adviseren om dit te mitigeren door het toepassen van retourbemaling in het pakket waaruit wordt onttrokken.

Retourneren van het onttrokken grondwater (100%) is verplicht bij HDD3, HDD4a en HDD4b, omdat de invloedsgebieden bij deze bemalingen het beschermd gebied (strategische zoete grondwatergebied) raakt.

Wij adviseren om bij HDD2 ook retourbemaling toe te passen om mogelijke nadelige gevolgen (schade) voor archeologische waarden te mitigeren.

## Bijlage A – Checklistgegevens BRL

<b>Checklist gegevens bemalingsadvies</b>			
LOT-B Gasunie (Rijswijk-Leiden)		status	definitief
		datum	20/07/2023
Onderdeel	van toepassing?	Geschiktheid beschikbare gegevens	aanvullende gegevens nodig?
<b>1. Overzicht realisatieplan</b>			
Meest recente realisatieplan, inclusief bouwputbegrenzing en funderingplan			Nee
Status van het realisatieplan. Hoe zeker is de uitvoering? Zijn er alternatieven met mogelijke consequenties voor de omvang van de bemaling			Nee
Diepte en omvang benodigde verlaging van de grondwaterstand			Nee
De meest waarschijnlijke uitvoeringsmethode, incl planning			Nee
De meest kritische uitvoeringsmethode, incl. planning			Nee
<b>2. Karakterisering/ schematisering van de ondergrond</b>			
Geologie			Nee
Geohydrologie			Nee
Grondmechanische aspecten			Nee
Bodemkundige aspecten			Nee
<b>3. Freatische grondwaterstanden en stijghoogten</b>			
Grondwaterstanden			Nee
Stijghoogten			Ja
<b>4. Oppervlaktewatersysteem</b>			
ligging en waterpeil			Nee
diepte			Nee
<b>5. Kwaliteit opgepompt, te lozen en /of te infiltreren water</b>			
Milieu parameters (verontreinigingen (PAK's, min. Olie, metalen, enz)			Ja
Parameters in relatie tot lozings-eisen waterschap (minimaal eisen BLBI: zuurstof, Fe-totaal, onopgeloste bestanddelen, temperatuur en zuurgraad)			Nee
Parameters in relatie tot eisen eentuele lozing op riolering. Neem contact op met gemeente voor specifieke eisen.			Nee
Parameters in relatie tot probleemstoffen bij retournering (bijv ijzer, ammonium, kalk, pH) Neem contact op met waterschap voor specifieke eisen.			Nee
<b>6. Lozingsmogelijkheden opgepompt water</b>			
Lozings-eisen (kwaliteit, kwantiteit, temperatuur)			Nee
Lozingsmogelijkheden, incl wenselijkheid, verplichting of noodzaak toepassen retourbemaling			Nee
<b>7. Aanwezigheid verontreinigingen en explosieven</b>			
Aanwezigheid, ligging en aard bodem en grondwaterverontreinigingen.			Nee
Aanwezigheid explosieven.			Nee
<b>8. Aanwezigheid en ligging (kwetsbar) (bodem)gebruikfuncties</b>			
Landbouw, natuur, groenvoorzieningen, kwetsbare bomen, kwetsbare beplantingen			Nee
Grondwaterbeschermingsgebieden			Nee
Oppervlaktewater (KRW-, Natura 2000 doelen, etc)			Nee
Waterkeringen, waterstaatswerken			Nee
Wegen, spoor, tunnels, kabels en leidingen, drainage			Ja
Zettingsgevoelige bebouwing en fundering			Ja
Opbarsten (water-)bodems			Ja
Houten palen			Ja
Kelders en overige verdiepte bebouwing			Nee
Andere onttrekkingen / retourneringen			Ja
Archeologie en aardkundige waarden			Ja
Strategisch zoet grondwatergebied			Ja
<b>Collegiale toets</b>			
Opgesteld door:		Collegiale toets door	
[Redacted]		[Redacted]	
Datum: 20/07/2023		Datum:	

## Bijlage B – Checklist risico's BRL12010

<b>Checklist risico's</b>		
<b>potentieel gevaar</b>	<b>aanwezig?</b>	<b>Toelichting</b>
<b>1. Effecten in bouwput of sleufbemaling</b>		
Onvoldoende verlaging en/ of neerslagoverlast	Nee	
Hogere debieten dan aangevraagd via melding/ vergunning	Nee	
Langere tijdsduur door uitloop bouwwerkzaamheden	Nee	
Opbarsten putbodem	Ja	Spanningsbemaling is noodzakelijk bij de noordelijke ontgravingen
Instabiliteit damwanden en / of taluds	Nee	
Horizontale of verticale grondverplaatsingen	Nee	
<b>2. Effecten in de omgeving</b>		
Zettingen en zakkingen	Ja	Zettingsgevoelige lithologie, kans wordt klein geacht
Droogstand en aantasting houten palen	Ja	Kans wordt klein geacht
Verplaatsen en/ of onttrekken van verontreinigd grondwater	Nee	
Beïnvloeding grond- of grondwatersanering en nazorg	Nee	
Beïnvloeding drinkwaterpompstations en milieubeschermingsgebieden	Nee	
Beïnvloeding andere bemalingen / permanente onttrekkingen / WKO systemen	Nee	
Schade aan landbouw	Nee	
Aantasting natuurwaarden en groenvoorzieningen (zoals kwetsbare, monumentale bomen)	Ja	Schade aan groenvoorzieningen is mogelijk als uitvoering plaatsvindt tijdens droge periode. Toelichting, te mitigeren met bewateren bij verdrogingsverschijnselen
Aantasting archeologisch en aardkundige waarden	Ja	Schade bij het Gavi-kavel is mogelijk als uitvoering plaatsvindt tijdens droge periode. Toelichting, te mitigeren met retourbemaling
Upconing van brak en/ of zout grondwater	Ja	Spanningsbemalingen kunnen hiertoe leiden
Aantasting strategische zoet grondwatervoorraden	Ja	Spanningsbemalingen kunnen hiertoe leiden
Grondwateroverlast (in het geval van retourbemaling)	Nee	
Opbarsten (water)bodems	Nee	
Overschrijden lozingsnormen onttrokken grondwater	Ja	Te hoge concentraties onopgeloste stoffen en mogelijk visuele verontreiniging door ijzer. Toelichting, te mitigeren met beluchting en filteren/bezinken
<b>3. Geaccumuleerde effecten</b>		
Combinatie met heiwerkzaamheden		
Combinatie met damwanden heien/trillen		
Combinatie met sloopwerkzaamheden		
Combinatie met (zwaar) transport materiaal / materieel		
Combinatie met werken van derden in de directe omgeving		Er zijn bij het schrijven van dit bemalingsadvies gaan andere werken in de omgeving bekend
Andere mogelijke geaccumuleerde effecten		
<b>Collegiale toets</b>		
Opgesteld door: [REDACTED]	Collegiale toets door: [REDACTED]	
Datum: 20-07-2023	Datum:	

## Bijlage C – Analyse Certificaten

Zie toegevoegde documenten:

BEFUND55\_O-1102335\_Vers\_1\_grondwater.pdf

MERGED\_report\_1092920\_oppwater.pdf

MERGED\_report\_1091911\_bodem.pdf

## Bijlage D – Locatie metingen

Zie toegevoegde documenten:

DOC291021.pdf

30085232 oppervlaktewater punten 7-10-2021.pdf

## Colofon

GEOHYDROLOGISCH RAPPORT WARMTELIQ RIJSWIJK-LEIDEN  
BEMALINGSADVIES (LOT-B)

### KLANT

N.V. Nederlandse Gasunie

### AUTEUR

[REDACTED]

### ONZE REFERENTIE

<DocId>:0

### DATUM

28 juli 2023

### GECONTROLEERD DOOR

### VRIJGEGEVEN DOOR

[REDACTED]

Senior geohydrooog

[REDACTED]

Projectleider

## Over Arcadis

Arcadis is de leidende wereldwijd opererende ontwerp- en consultancyorganisatie op het gebied van de natuurlijke en gebouwde omgeving. Wij helpen onze klanten en de maatschappij met doeltreffende, duurzame en digitale oplossingen. Wij zijn met 36.000 mensen actief die in ruim zeventig landen meer dan €4,2 miljard aan omzet genereren. Wij helpen UN-Habitat met onze mensen, die kennis en expertise leveren om de moeilijke leefomstandigheden te verbeteren in gebieden die lijden onder de gevolgen van klimaatverandering.

[www.arcadis.com](http://www.arcadis.com)

### Arcadis Nederland B.V.

Postbus 63  
9400 AB Assen  
Nederland

T +31 (0)88 4261 261

**Arcadis.** Improving quality of life

Volg ons op



[Arcadis](#)



[arcadis\\_nl](#)



[ArcadisNetherlands](#)