

Opdracht : 1602952
Plaats : Nigtevecht
Project : Poeren fietsbrug over Amsterdam Rijnkanaal

Betreft : Bemalingsadvies realisatie poeren fietsbrug over
Amsterdam Rijnkanaal
te
NIGTEVECHT

Opdrachtgever : Mos Grondwatertechniek B.V.
T.a.v. Dhr. B. Bakker
Boonsweg 11
3274 LH HEINENOORD

Behandeld door : ir. H.W. Thijssen (088-5130239)

Kenmerk : R1602952-04

Datum : 8 december 2016

MOS GRONDMECHANICA B.V.

Correspondentieadres :	Postbus 801, 3160 AA Rhoon	Centraal telefoonnummer :	+31(0)88-5130200
Hoofdkantoor Rhoon	Kleidijk 35	3161 EK	Rhoon
Vestiging Helmond	Vossenbeemd 90B	5705 CL	Helmond
Vestiging Almelo	Het Wendelgoor 13	7604 PJ	Almelo
Vestiging Amsterdam	Pleimuiden 8b	1046 AG	Amsterdam
Vestiging Suriname	Ds Martin Luther Kingweg 150	District Wanica	Suriname Tel. +597-488188

Inhoudsopgave

	Pagina
1. INLEIDING	4
2. PROJECTINFORMATIE	5
3. UITGEVOERD GRONDONDERZOEK	6
4. SCHEMATISERING VAN DE ONDERGROND	7
4.1 Geohydrologische schematisering.....	7
4.2 Grondwaterstanden en stijghoogten	9
5. STABILITEIT VAN DE BODEM VAN DE BOUWKUIP	14
6. BEMALINGSADVIES	15
6.1 Algemeen.....	15
6.2 Bemalingssysteem	15
6.3 Prognose van het debiet.....	15
6.4 Waterbezwaar	17
7. INVLOED OP DE OMGEVING	18
7.1 Algemeen.....	18
7.2 Verlaging van de stijghoogte	18
7.3 Zettingen.....	19
7.4 Landbouw, natuur en stedelijk groen.....	21
7.5 Verplaatsen van grond(water)verontreinigingen	21
7.6 Invloed op het zoet/zout grensvlak	22
7.7 Overige grondwateronttrekkingen.....	23
7.8 Archeologie en aardkundige waarden.....	23
8. MONITORING.....	24
9. REGELGEVING BOUWPUTBEMALING	26
9.1 Waterwet.....	26
9.2 Onttrekken van grondwater	26
9.3 Lozen van bronneringswater	27
10. CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN	28

Opdracht : 1602952
Plaats : Nigtevecht
Project : Poeren fietsbrug over Amsterdam Rijnkanaal

Bijlage A Meetreeksen DinoLoket / Waternet

1. INLEIDING

Dit rapport betreft het bemalingsadvies voor de realisatie van verdiepte poeren ten behoeve van een fietsbrug over het Amsterdam Rijnkanaal ter plaatse van Nigtevecht.

In het kader van dit project is een dubbele pompproef uitgevoerd; de resultaten van de pompproef zijn gerapporteerd onder kenmerk R1602952-02, d.d. 28 november 2016.

2. PROJECTINFORMATIE

Ten behoeve van dit project zijn de volgende relevante documenten beschikbaar gesteld:

- Tekening 'Fietsbrug Nigtevecht, aanbrug west'; getekend door Ballast Nedam; kenmerk BND.06.DO.TEK.06; datum 11 mei 2016;
- Tekening 'Fietsbrug en natuurverbinding Nigtevecht, overzichtstekening poeren en kolommen oost+west'; getekend door Ballast Nedam; kenmerk 62-00-D-2-2003; datum 6 juli 2016;
- Rapport 'Grondonderzoek aan de fietsbrug/hellingbaan in Nigtevecht'; opgesteld door Lankelma; kenmerk 16.18958; datum 6 april 2016.

Aangegeven is dat de bemaling geldt voor de poeren Oost bestaande uit de nummers O-04 tot en met O-19 en de poeren West bestaande uit de nummers W-02 tot en met W-13.

De poeren zijn allemaal 1,2 m hoog. Onder onderkant poer wordt 0,5 m grondverbetering toegepast. In tabel 2-1 zijn de diepten en ontgravingsniveaus weergegeven.

Tabel 2-1: *Diepte poeren*

poer	bovenkant poer [m NAP]	onderkant poer [m NAP]	onderkant ontgraving [m NAP]
W-14	0,0	-1,2	-1,7
W-13	-2,0	-3,2	-3,7
W-03 t/m W-12	-2,5	-3,7	-4,2
W-02	-2,3	-3,5	-4,0
W-01	+0,2	-1,0	-1,5
O-01 en O-02	+0,2	-1,0	-1,5
O-03	-0,2	-1,4	-1,9
O-04 t/m O-19	-2,5	-3,7	-4,2

De lengte van de poeren bedraagt 6 m. De breedte is variabel, mede afhankelijk van het aantal palen. De poeren worden onder talud ontgraven.

De planning is om in maart 2017 te straten met de eerste 5 poeren aan de westzijde van het kanaal. Deze worden ontgraven en binnen een week voorzien van een grondverbetering. Daarna worden de resterende 6 poeren ontgraven en eveneens binnen een week voorzien van een grondverbetering. Vervolgens zal de bemaling nog 4 weken nodig zijn voor de aanleg van de 11 poeren aan de westzijde.

Na beëindiging bemaling aan de westzijde wordt begonnen aan de oostzijde. Hier worden alle poeren tegelijkertijd ontgraven en voorzien van een grondverbetering, dit gedurende 1 week. Vervolgens is nog 5 weken de bemaling nodig.

3. UITGEVOERD GRONDONDERZOEK

Door Lankelma zijn in maart en april 2016 ter plaatse van de poeren 44 sonderingen uitgevoerd. Naast de conusweerstand (q_c) is de plaatselijke wrijving (f_s) gemeten. Uit de plaatselijke wrijving en de conusweerstand is het wrijvingsgetal (R_f) berekend. Dit getal geeft nader inzicht in de aanwezige grondsoorten. Voor de sondeergrafieken wordt verwezen naar de rapportage van Lankelma.

Ter aanvulling zijn enkele sonderingen bij DinoLoket opgevraagd; in het archief van DinoLoket zijn een beperkt aantal sonderingen beschikbaar langs de Kanaaldijk Oost en sonderingen langs de westzijde van de Vecht.

Door BAM zijn door middel van drukken op 4 oktober 2016 twee peilbuizen geplaatst (aan elke kanaalzijde één) met het filter in het watervoerende pakket. De installatiegegevens zijn opgenomen in bijlage A.

Tevens zijn door BAM op 10 oktober 2016 uit de peilbuizen watermonsters genomen. Deze zijn door Alcontrol BV te Hoogvliet, ingeschreven in het Sterlab-register voor laboratoria onder no. L028, geanalyseerd op de milieukundige en enkele lozingsparameters, de analyseresultaten zijn opgenomen in bijlage B. Uit de analyseresultaten blijkt dat het water zoet is en dat het ijzergehalte enigszins hoog is (6,5 mg/l en 2,3 mg/l).

In het kader van dit project is een dubbele pompproef uitgevoerd; de resultaten van de pompproef zijn gerapporteerd onder kenmerk R1602952-02, d.d. 28 november 2016.

4. SCHEMATISERING VAN DE ONDERGROND

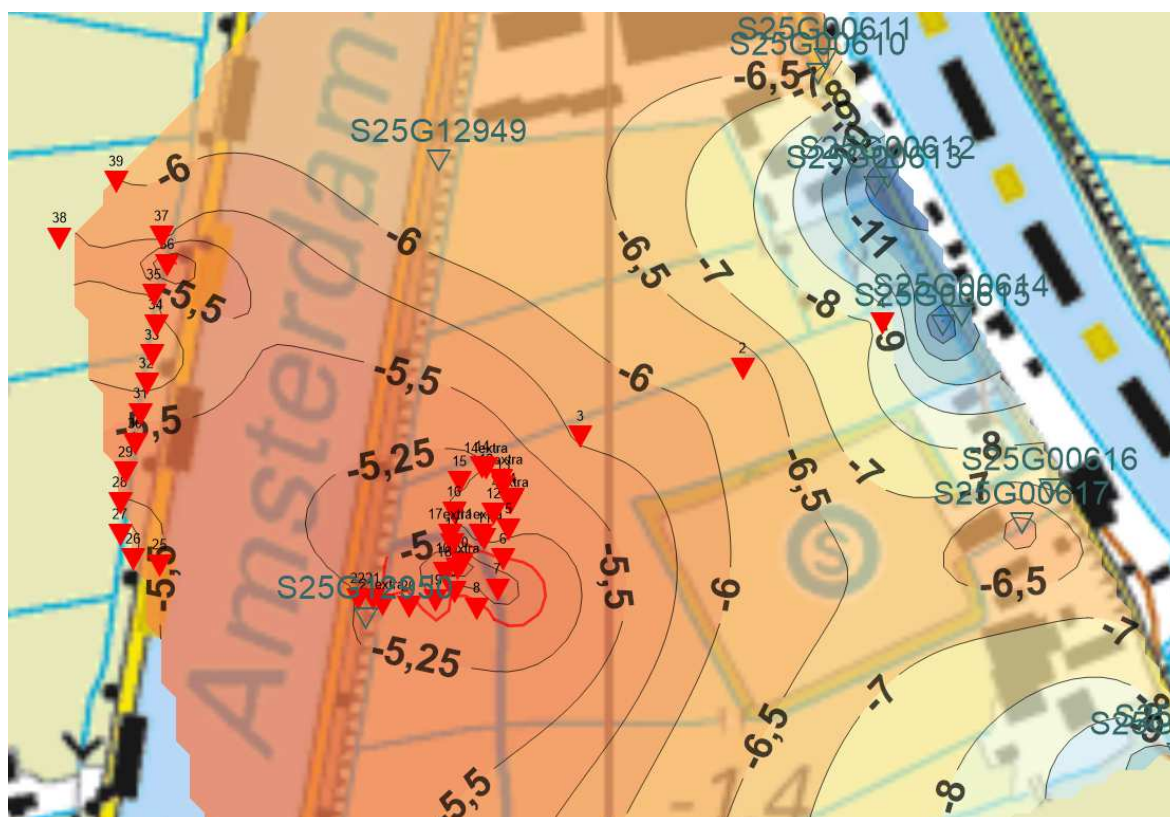
4.1 Geohydrologische schematisering

Uit het uitgevoerde grondonderzoek, uit de grondwaterkaart van Nederland (TNO) en uit RegisII.1 is de geohydrologische schematisering afgeleid.

Het niveau van het maaiveld ter plaatse van de onderzoekslocaties varieert in het algemeen tussen circa NAP -1,5 m en NAP -1,7 m ter plaatse van de polders en duidelijk hoger (tot lokaal boven NAP +1,0 m) ter plaatse van de kanaaldijken.

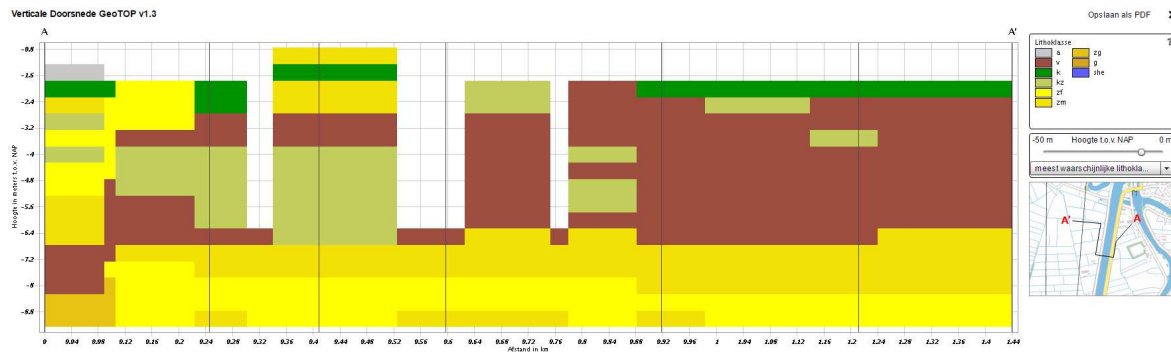
Onder maaiveld is tot circa NAP -5 m een slecht doorlatende deklaag bestaande uit veen en mogelijk klei aanwezig. De onderkant van de deklaag varieert over het gebied, bij enkele sonderingen (7, 18) wordt deze al op NAP -4,4 m aangetroffen, bij anderen (4extra, 14extra) pas op NAP -5,5 m. Gezien het resultaat van naastgelegen sonderingen wordt enigszins getwijfeld aan de betrouwbaarheid van de diepteregistratie van de sonderingen (ten gevolge van maaiveldhoogte of startdiepte sondering). Ook is op basis van de sonderingen de samenstelling van de deklaag (klei, veen) niet eenduidig te bepalen.

Vanuit het archief van DinoLoket zijn aanvullende sonderingen opgevraagd. Aan de hand van de bepaling van de onderkant van de deklaag bij alle sonderingen is een contourplot gemaakt van onderkant deklaag, zie figuur 4-1. Duidelijk blijkt dat nabij de Vecht de overgang van de deklaag naar het watervoerende pakket plaatselijk veel dieper ligt, waarschijnlijk te wijten aan de Vecht.



Figuur 4-1 Geïnterpoleerde onderkant deklaag [m NAP] op basis van sonderingen

Tevens is het GeoTop model van DinoLoket geraadpleegd, zie figuur 4-2. Hieruit blijkt dat de deklaag grotendeels (en lokaal geheel) uit veen kan bestaan en deels uit klei.



Figuur 4-2 Meest waarschijnlijke lithoklasse volgens GeoTop (links west, rechts oost)

Onder de deklaag is tot de maximaal met sonderen verkende diepte van NAP -32 m zand aangetroffen. Uit Regis blijkt dat tot grote diepte, circa NAP -170 m, zand wordt aangetroffen. De doorlaatfactor is redelijk hoog, namelijk circa 30 m/d. Tussen NAP -15 m en NAP -25 is een gestuwd complex aanwezig; ook uit de sonderingen blijkt dat dit gestuwd complex zand betreft zonder duidelijke stoorlagen.

Ten behoeve van de te hanteren geohydrologische schematisering is in november 2016 een dubbele pompproef uitgevoerd. Voor het verslag van de pompproeven wordt verwezen naar het rapport onder kenmerk R1602952-01.

In tabel 4-1 is de gehanteerde geohydrologische schematisering aangegeven.

Tabel 4-1: Gehanteerde geohydrologische schematisering

grondlaag		geohydrologische eenheid	geohydrologische parameter		
van [NAP + m]	tot [NAP + m]		doorlaatvermogen [m ² /d]	weerstand [d]	berging [-]
-1,5(m.v.)	-5,5	deklaag		750	
-5,5	-13	zandlaag Drente z1	130	0,5	1e ⁻⁴
-13	-18	zandlaag Drente Z1	130	1,6	1e ⁻⁴
-18	-35	gestuwd pakket - zand	450	1,6	1e ⁻⁴
-35	-47	zandlaag Sterksel z1	336	1,5	1e ⁻⁴
-47	-60	zandlaag Sterksel z2	520	2,5	1e ⁻⁴
-60	-100	zandlaag Peize-Waalre z2+z3	1.400	5	1e ⁻⁴
-100	-170	zandlaag Peize-Waalre z4+z5+z7	2.450		1e ⁻⁴
-170	en verder	scheidende laag ⁽¹⁾		∞	

⁽¹⁾ De eerste scheidende laag wordt in deze situatie beschouwd als de geohydrologische basis

De geohydrologische parameters van de toplagen zijn afgeleid uit de pompproeven; bij de uitwerking van de pompproeven zijn de geohydrologische parameters van de lagen dieper dan NAP -35 m gebaseerd op Regis.

Uit algemene informatie blijkt dat het waterpeil in het Amsterdam-Rijnkanaal NAP -0,4 m bedraagt. Het kanaal wordt begrensd door damwanden. De waterdiepte in het kanaal bedraagt 6 m (bodem dus circa NAP -6,4 m). Gezien de waterdiepte in combinatie met het waterpeil wordt geconcludeerd dat ter plaatse van het kanaal de deklaag (vrijwel geheel) is verdwenen. Op de bodem zal wel een sliblaag aanwezig zijn. Gezien het verschil tussen de waterstand in het kanaal en de stijghoogte in het watervoerende pakket (zie paragraaf 4.2) zal het kanaal voedend werken. Hierdoor zal enerzijds de stijghoogten nabij het kanaal hoger kunnen zijn dan in de omgeving en anderzijds zal bij het toepassen van bemaling een toename in infiltratie kunnen optreden. Voor de bodem is in het model een weerstand van 50 dagen opgenomen; dit betreft een inschatting.

De Spiegel- en Blijkpolderplas is ontstaan door veenwinning en vervolgens door zandwinning met een maximale diepte oplopend tot van 45 m. Deze plas snijdt dus tot ruim in de watervoerende lagen in. Ook hier wordt een uittreeweerstand van 50 dagen gehanteerd.

4.2 Grondwaterstanden en stijghoogten

Tijdens het grondonderzoek van Lankelma zijn voor zover bekend geen boringen uitgevoerd en geen peilbuizen geplaatst.

Door de BAM zijn ter weerszijden van het kanaal op 4 oktober 2016 peilbuizen geplaatst met het filter in het watervoerende pakket. De waterstand in de peilbuizen is een aantal maal gepeild, in de periode voor, tijdens en na de pompproef is de waterstand met loggers gemeten. De resultaten van de metingen (met geselecteerde meetdata voor de loggers) zijn in tabel 4-2 opgenomen.

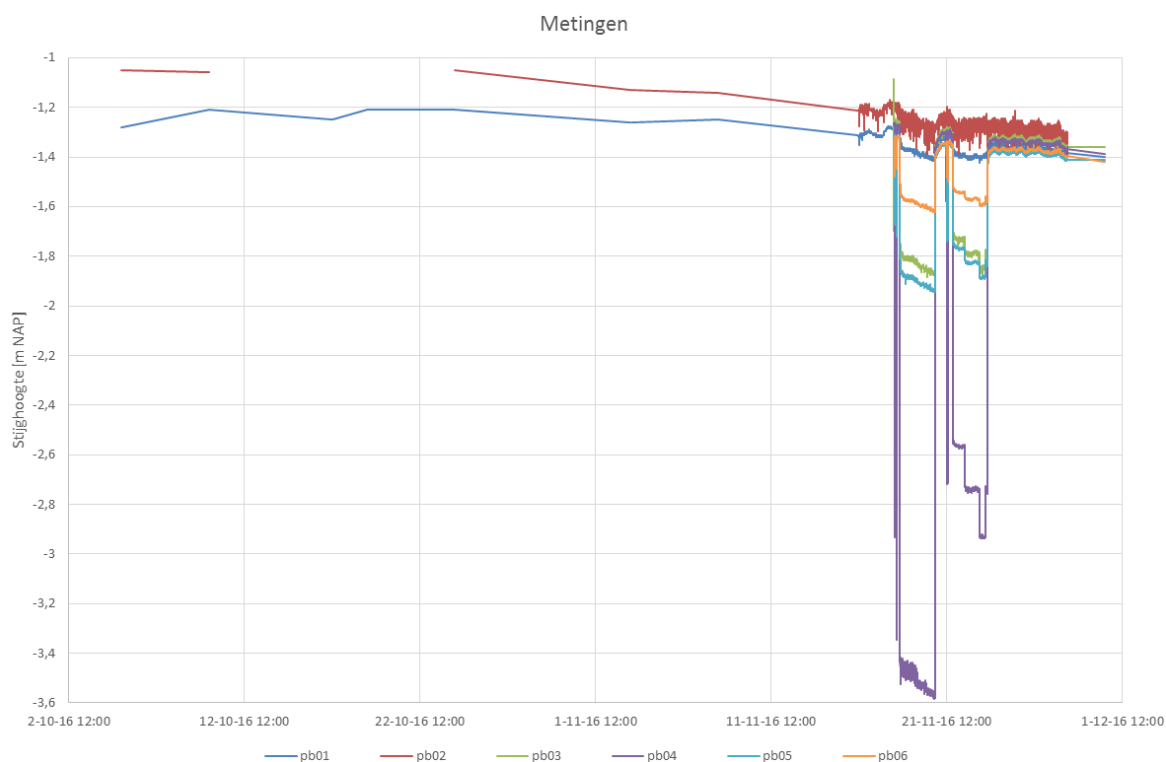
Tabel 4-2: *Gemeten grondwaterstanden/stijghoogten*

Peilbuisgegevens [m + NAP]			
nummer peilbuis		PB01 (oost)	PB02 (west)
maaiveld		-1,03	+1,34
bovenkant peilbuis		-0,53	+1,28
diepte filter	van	-8,03	-7,16
	tot	-9,03	-8,16

Grondwaterstanden en stijghoogten [m + NAP]		
5 oktober 2016 ⁽¹⁾	-1,28	-1,05
10 oktober 2016	-1,21	-1,06
17 oktober 2016	-1,25	-
19 oktober 2016	-1,21	-
24 oktober 2016	-1,21	-1,05
3 november 2016	-1,26	-1,13
8 november 2016	-1,25	-1,14
16 november 2016	-1,31	-1,21
18 november 2016	-1,28	-1,18
24 november 2016	-1,36	-1,28
28 november 2016	-1,39	-1,32
30 november 2016	-1,40	pb verstoord

⁽¹⁾ Direct na plaatsing van de peilbuis opgenomen en daardoor mogelijk minder betrouwbaar

Tussen 16 en 28 november 2016 zijn deze peilbuizen in het kader van de pompproef uitgevoerd met online drukopnemers. Tevens zijn nabij de bronnen voor de pompproef 4 aanvullende peilbuizen geplaatst en voorzien van drukopnemers. In de ongestoorde stijghoogte is een zeer duidelijk verloop in relatie tot de afstand tot het kanaal zichtbaar. Nabij het kanaal is de hoogste stijghoogte zichtbaar en naar het oosten toe neemt deze consequent af met gemiddeld 14 cm per 100 m. Dit kan komen door lek vanuit het kanaal of door een regionale stroming. In figuur 4-3 zijn de meting voor, tijdens en na de pompproeven weergegeven.



Figuur 4-3 Stijghoogtemetingen voor, tijdens en na pomprouven

Uit het grondwaterarchief van TNO DinoLoket en uit het meetnet van Waternet zijn de gegevens van peilbuizen in de omgeving van het project opgevraagd. Van enkele relevante peilbuizen zijn in het grondwaterarchief gegevens aanwezig. De locaties van de peilbuizen zijn in bijlage A op een topografische ondergrond aangegeven. Ook zijn in bijlage A de tijdstijghoogtelijnen van de peilbuizen opgenomen. In tabel 4-3 is een aantal kenmerken van de peilbuizen aangegeven; hierbij zijn alleen de peilbuizen opgenomen met het filter in het watervoerende pakket. Tevens is in deze tabel een aantal statistische grootheden van de gemeten grondwaterstanden opgenomen.

Tabel 4-3: Statistische uitwerking van een aantal peilbuizen van TNO DinoLoket in de omgeving van het project

peilbuis	maaiveld [m + NAP]	filter		statistische eigenschappen			
		van [m + NAP]	tot [m + NAP]	HG [m + NAP]	GHG [m + NAP]	Gemiddelde [m + NAP]	GLG [m + NAP]
B25G0357_2	-1,19	-30,19	-31,19	-2,05	o.g.	-2,3	o.g.
B25G0357_3	-1,19	-71,59	-72,59	-2,26	o.g.	-2,5	o.g.
B25H0090_1	-0,44	-30,80	-31,80	-0,81	-1,8	-1,9	-2,0
B25H0191_2	-1,14	-27,94	-28,94	-1,61	-1,8	-1,9	-2,1
B25H0191_3	-1,14	-71,94	-72,94	-1,64	-1,9	-2,0	-2,1
B25H0193_2	-1,42	-24,42	-25,42	-1,78	-2,0	-2,1	-2,2
B25H0238_1	+0,02	-10,98	-11,98	-1,43	-1,6	-1,7	-1,8
B25H0238_2	+0,02	-55,08	-56,08	-1,51	-1,7	-1,7	-1,8

B25H0238_3	+0,02	-98,48	-99,48	-1,47	-2,0	-1,9	-2,1
B25H0459_1	-1,21	-9,81	-10,81	-1,51	-1,7	-1,8	-1,9
B25H0460_1	-1,14	-10,68	-11,68	-1,67	-1,8	-1,9	-2,0
B31F0401_1	-0,83	-9,46	-10,46	-1,02	-1,7	-1,8	-1,9
K09001	-1,07	-6,09	-7,09	-0,58	-1,2	-1,2	-1,3
K09011	-0,07	-6,79	-7,79	-1,29	-1,5	-1,6	-1,7
K10027	-1,28	-7,85	-8,85	-1,65	-1,7	-1,8	-1,8
K10030	-1,23	-8,16	-9,16	-1,74	-1,8	-1,9	-1,9
K10032	+0,19	-8,72	-9,72	-1,65	-1,7	-1,8	-1,8

o.g. = onvoldoende gegevens

HG = hoogst gemeten grondwaterstand

GHG = gemiddeld hoogste grondwaterstand

GLG = gemiddeld laagste grondwaterstand

Definitie gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) en gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG):

Om de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) te bepalen is een meetreeks noodzakelijk van ten minste acht hydrologische jaren. waarbij op of omstreeks de 14de en 28ste van iedere maand de grondwaterstand of stijghoogte is bepaald. Vervolgens wordt per hydrologisch jaar (van 1 april tot en met 31 maart) het rekenkundig gemiddelde van de drie hoogste grondwaterstanden bepaald (HG3). De gemiddeld hoogste grondwaterstand is de gemiddelde waarde van tenminste de HG3's van acht jaren. De bepaling van de gemiddeld laagste grondwaterstand gaat identiek. alleen voor de laagste grondwaterstanden.

Uit de definitie van de gemiddeld hoogste en de gemiddeld laagste grondwaterstand valt af te leiden dat deze met een bepaalde frequentie worden over- en onderschreden. Dit betekent dat de GHG niet als absoluut maximum grondwaterstand kan worden gehanteerd. En de GLG kan niet worden gehanteerd als absoluut minimum grondwaterstand. Ook de hoogst gemeten grondwaterstand kan niet worden beschouwd als een absoluut maximum grondwaterstand. Het is namelijk niet waarschijnlijk dat juist een meting van de grondwaterstand plaatsvindt als de grondwaterstand op het hoogste niveau staat.

Uit de langjarige metingen blijkt een geringe stijgende trend van de stijghoogten in de tijd.

Op basis van de GHS per peilbuis met een langere meetperiode en interpolatie is een contourplot gemaakt van de stijghoogte, zie figuur 4-1; uit de figuur volgt een indicatieve GHS op de locatie van NAP -1,4 m. Aangezien relatief weinig meetpunten en een niet al te goede spreiding aanwezig is, is de afleiding van de GHS op basis van de beschikbare meetpunten met langjarige metingen hooguit indicatief. Uit lokale metingen in de door BAM geplaatste peilbuizen blijkt een hoge stijghoogte van NAP -1,1 m (west) en NAP -1,2 m (oost). Aanvullende metingen op de locatie zijn nodig voor meer inzicht in de optredende stijghoogten.



Figuur 4-1 Detail van interpolatie van de GHS [m NAP] op basis van meetpunten met langjarige metingen

Ten behoeve van de berekeningen voor het opbarsten en het maximale debiet wordt in dit advies vooralsnog uitgegaan van een maatgevend hoge stijghoogte van NAP -1,1 m (west) en NAP -1,2 m (oost). De actuele stijghoogte dient voorafgaand aan de uitvoering te worden vastgesteld.

Op of nabij de locatie zijn geen gegevens bekend van de freatische grondwaterstand. Het maaiveld is aangetroffen op circa NAP -1,5 à -1,9 m. In natte perioden kan de grondwaterstand mogelijk tot aan maaiveld komen. In droge perioden zal de grondwaterstand maximaal enkele decimeters onder maaiveld staan.

5. STABILITEIT VAN DE BODEM VAN DE BOUWKUIP

Indien de poeren in den droge worden ontgraven tot maximaal NAP -4,2 m (diepte inclusief 0,5 m extra ontgraving voor grondverbetering) bestaat mogelijk het gevaar dat de voor water slecht doorlatende laag tussen ontgravingsniveau en NAP -4,5 à -6,0 m opbarst.

Eenzijds is op korte afstand een groot verschil gevonden in het niveau onderkant deklaag, anderzijds is uit de sonderingen niet eenduidig de grondsoort af te leiden. In naastgelegen sonderingen kan op basis van het wrijvingsgetal de deklaag worden geïnterpreteerd als voornamelijk veen of als voornamelijk klei; mogelijk heeft dit te maken met de kwaliteit van de sonderingen. Gezien verder de breedte van de ontgraving op ontgravingsniveau (minimaal 2,2 m) in relatie tot de resterende dikte van de deklaag onder ontgravingsniveau (in het slechtste geval 0,3 m) is de meewerkende belasting van naast gelegen niet ontgraven grond 5% of minder. Vanwege bovenstaande redenen wordt geadviseerd tijdens de aanleg van de grondverbetering de stijghoogte te verlagen tot aan het maximale ontgravingsniveau van NAP -4,2 m; in dat geval is zekerheid dat de bouwputbodem niet zal opbarsten.

Na het aanleggen van 0,5 m grondverbetering kan de stijghoogte opkomen. Na aanleg van de volledige grondverbetering mag de stijghoogte opkomen tot NAP -3,2 m (met bovenkant grondverbetering op NAP -3,7 m).

Bij een verwachte hoge stijghoogte van NAP -1,1 à -1,2 m dient de stijghoogte met 3,1 m (west) à 3,0 m (oost) te worden verlaagd tijdens het aanbrengen van de grondverbetering (uniforme ontgraving) en met 2,1 à 2,0 m na het aanbrengen van de grondverbetering. Na het storten van het beton voor de poer (1,2 m hoogte) en het aanvullen van het talud naast de poer is geen stijghoogteverlaging meer nodig.

Enkele poeren hebben een afwijkend (hoger) aanleg- en ontgravingsniveau. Voor poer W-02 wordt tot maximaal NAP -4,0 m ontgraven, voor poer W-13 tot NAP -3,7 m. Aanbevolen wordt om deze poeren te behandelen zoals de overige diepe poeren.

Bij poer O-03 wordt tot maximaal NAP -1,9 m ontgraven, bij poer W-14 tot NAP -1,7 m en bij de poeren O-01, O-02 en W-01 tot NAP -1,5 m. Van deze poeren is met name poer O-03 nog zeer kritisch door de ongunstige grondopbouw en de diepte, hier wordt aanbevolen de stijghoogte minimaal te verlagen tot NAP -1,7 m tijdens aanleg grondverbetering. De ontgraving voor de overige poeren is niet of nauwelijks onder gemiddeld maaiveld, bovendien in een gebied dat lichtelijk gunstiger is ten aanzien van opbarsten. Zeker indien de grondverbetering direct na ontgraven wordt aangebracht, is hier geen spanningsbemaling nodig.

6. BEMALINGSADVIES

6.1 Algemeen

Voor de poeren wordt onder talud ontgraven tot maximaal NAP -4,2 m waarna 0,5 m zand als grondverbetering wordt toegepast (onderkant poer op NAP -3,7 m). De freatische grondwaterstand moet tot circa NAP -4,2 m te worden verlaagd. Verwacht wordt dat de grondwaterstand dicht onder maaiveld staat, uitgegaan wordt van een waarde van NAP -2,0 m. In dat geval dient de freatische grondwaterstand met 2,2 m te worden verlaagd. Opgemerkt wordt dat voor de grondverbetering niet dieper dan NAP -4,2 m moet worden ontgraven om het risico van hydraulisch contact met het watervoerende pakket te vermijden.

Als voor de poeren wordt ontgraven tot NAP -4,2 m bestaat het risico dat de bodem van de bouwput opbarst. Uitgaande van een maatgevend hoge stijghoogte van NAP -1,1 à -1,2 m dient de stijghoogte met 3,1 à 3,0 m te worden verlaagd tijdens het aanbrengen van de grondverbetering en met 2,1 à 2,0 m na het aanbrengen van de grondverbetering.

6.2 Bemalingssysteem

Gezien de hoge benodigde debieten wordt uitgegaan van een spanningsbemaling op bronnen voorzien van onderwaterpompen. Het filter van de bronnen kan bijvoorbeeld worden geplaatst tussen NAP -7 m en NAP -13 m. De capaciteit per bron wordt ingeschat op circa 40 m³/u.

De bronnen dienen te voldoen aan de BRL2100 (mechanisch boren); door het plaatsen van de bronnen door middel van zuigboren kan hieraan worden voldaan.

Vooralsnog wordt ervan uitgegaan dat het opgepompte water geloosd kan worden (bijvoorbeeld op het naastgelegen kanaal).

Naast de spanningsbemaling is een bouwputbemaling noodzakelijk. Gezien de grondslag kan worden ontgraven waarbij met een kloppomp in een verdiept gedeelte het open water wordt verpompt. Bij het aanleggen van de grondverbetering dient een drain mee worden gelegd waarop bemalen kan worden.

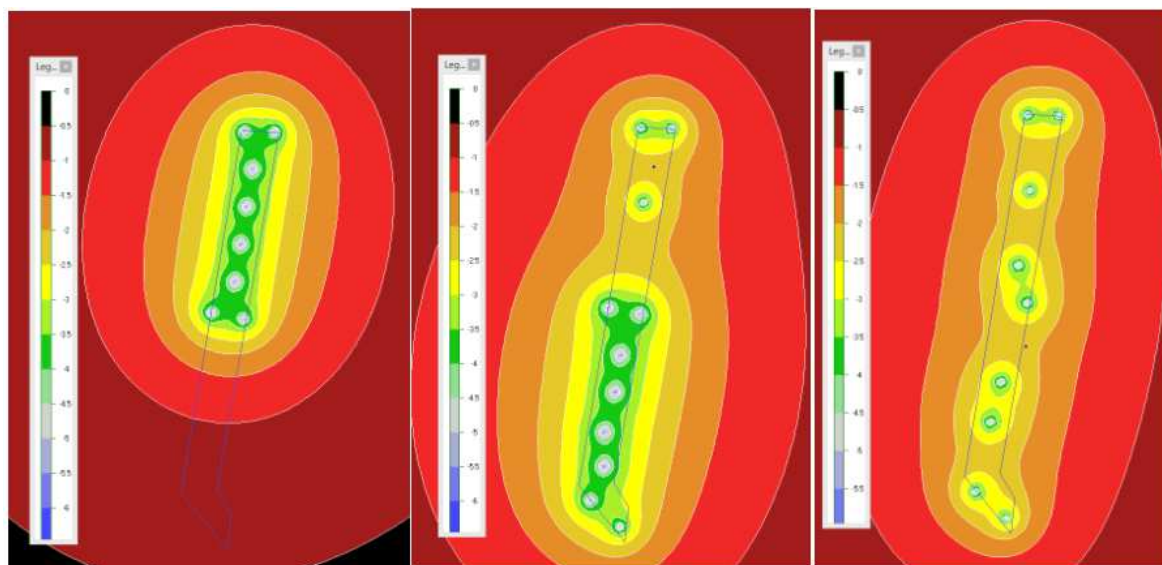
6.3 Prognose van het debiet

Met behulp van het eindige elementenprogramma MicroFEM is een model voor de grondwaterstroming gemaakt waarin de parameters uit paragraaf 4.1 zijn verwerkt. De straal van het model bedraagt circa 5.000 meter. Met dit model zijn stationaire berekeningen uitgevoerd.

West

Voor een stijghoogteverlaging van 3,1 m ter plaatse van alle westelijke poeren is naar verwachting een debiet nodig van circa 400 m³/u. Om het debiet te beperken, wordt geadviseerd de poeren gefaseerd aan te brengen. Uitgegaan wordt van eerst 5 naast elkaar gelegen poeren tegelijkertijd. De poeren liggen circa 15 à 16 m uit elkaar. Eén bron per poer is onvoldoende, daarom wordt uitgegaan van bronnen op onderlinge afstanden van circa 15 m (tussen de poeren) met bij de 1^e en de 5^e poer twee

bronnen (zie ook figuur 4-1). Voor 5 poeren zijn dan 8 bronnen actief. Bij $35 \text{ m}^3/\text{u}$ per bron ($280 \text{ m}^3/\text{u}$) bedraagt de bereikte verlaging ter plaatse van de poeren 3,1 m of meer. Na aanbrengen van de grondverbetering volstaat 2,1 m verlaging. Na aanbrengen grondverbetering dienen de volgende 8 bronnen ter plaatse van de 6 overige poeren te worden geactiveerd waarbij 5 van de vorige serie kunnen worden gestopt en 3 bronnen moeten worden gecontinueerd. In die fase zijn dan 11 bronnen à $35 \text{ m}^3/\text{u}$ actief, in totaal dus $385 \text{ m}^3/\text{u}$. Niet actieve bronnen kunnen worden gebruikt als peilbuis om de bereikte verlagingen te verifiëren. Vervolgens kan in de derde fase met 9 bronnen à $35 \text{ m}^3/\text{u}$ worden volstaan, totaal dus $315 \text{ m}^3/\text{u}$.

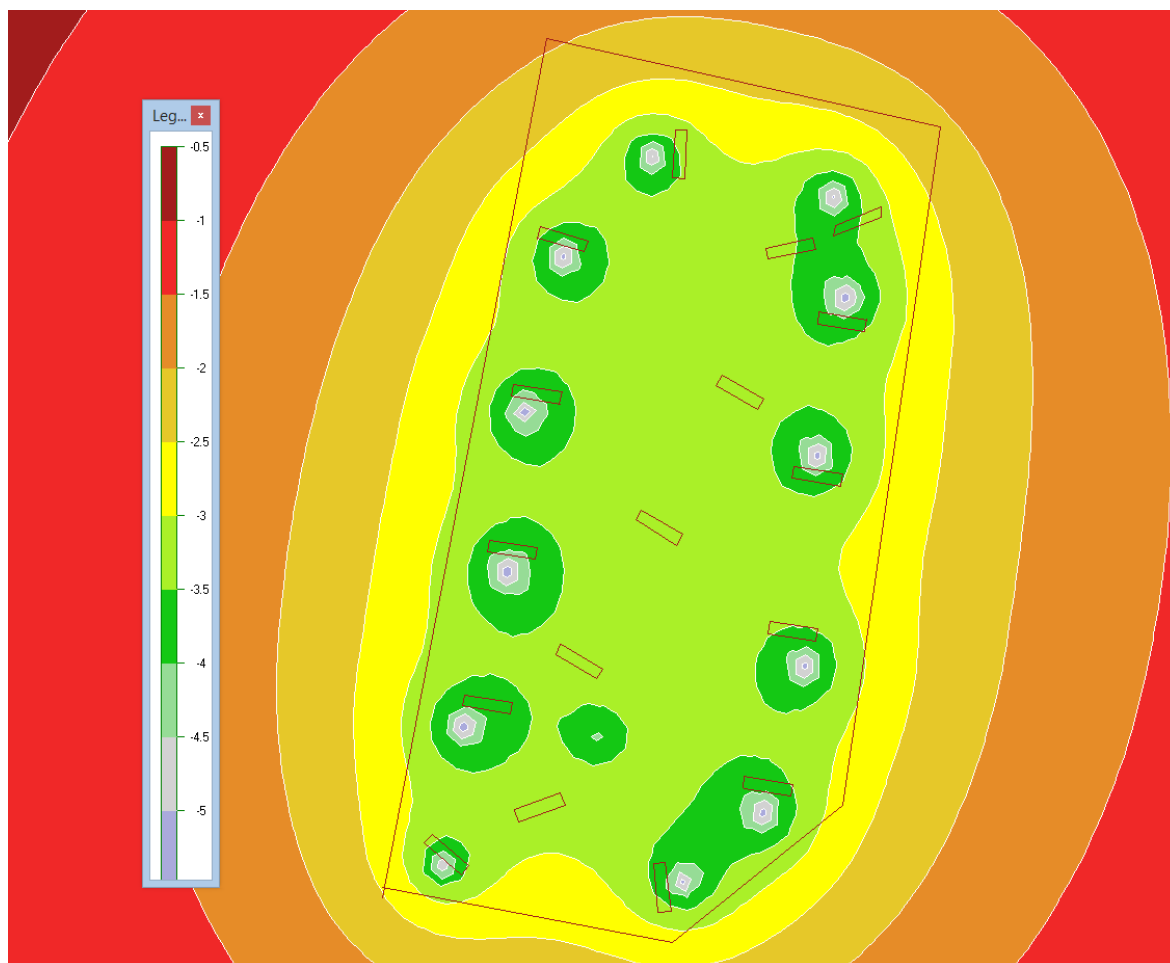


Figuur 4-1 Configuratie bronnen (links fase 1, rechts fase 3) en contourlijnen verlaging stijghoogte

Oost

Voor een stijghoogteverlaging van 3,0 m ter plaatse van alle oostelijke poeren wordt geadviseerd 12 aanvullende bronnen te plaatsen globaal langs de omtrek; het debiet per bron bedraagt $25 \text{ m}^3/\text{u}$, voor voldoende verlaging dient de bron voor de pompproef ook te draaien met $10 \text{ m}^3/\text{u}$. Het totale debiet in deze fase bedraagt $310 \text{ m}^3/\text{u}$. In figuur 4-2 is de globale configuratie van de bronnen ten opzichte van de poeren weergegeven zoals opgenomen in de berekening.

Na aanleggen van de grondverbetering is nog 2,0 m verlaging noodzakelijk en volstaat $200 \text{ m}^3/\text{u}$.



Figuur 4-2 Configuratie bronnen ten opzichte van poeren oost en contourlijnen verlaging stijghoogte

Het debiet van de bouwputbemaling bedraagt maximaal 1 m³/u per poer.

6.4 Waterbezwaar

In tabel 4-1 zijn de waterbezwaren opgenomen.

Tabel 4-1 Totaal waterbezwaar

fase	verlaging stijghoogte [m]	debiet [m ³ /u]	duur [weken]	totaal waterbezwaar [m ³]
grondverbetering 5 poeren west	3,1	280	1	47.000
grondverbetering 6 poeren west	3,1 en 2,1	350	1	59.000
west na grondverbetering	2,1	315	5	265.000
grondverbetering oost	3,0	310	1	52.000
oost na grondverbetering	2,0	200	5	168.000
Totaal			13	591.000

7. INVLOED OP DE OMGEVING

7.1 Algemeen

Ten gevolge van de bemaling kunnen ook de grondwaterstanden in de omgeving worden beïnvloed. Beoordeeld dient te worden of dit kan leiden tot negatieve effecten, zoals het optreden van (maaiveld)zettingen, invloed op landbouw, natuur of stedelijk groen, het verplaatsen van verontreinigingen of het verplaatsen van het zoet/zout grensvlak. In onderstaande paragrafen worden deze zaken behandeld.

7.2 Verlaging van de stijghoogte

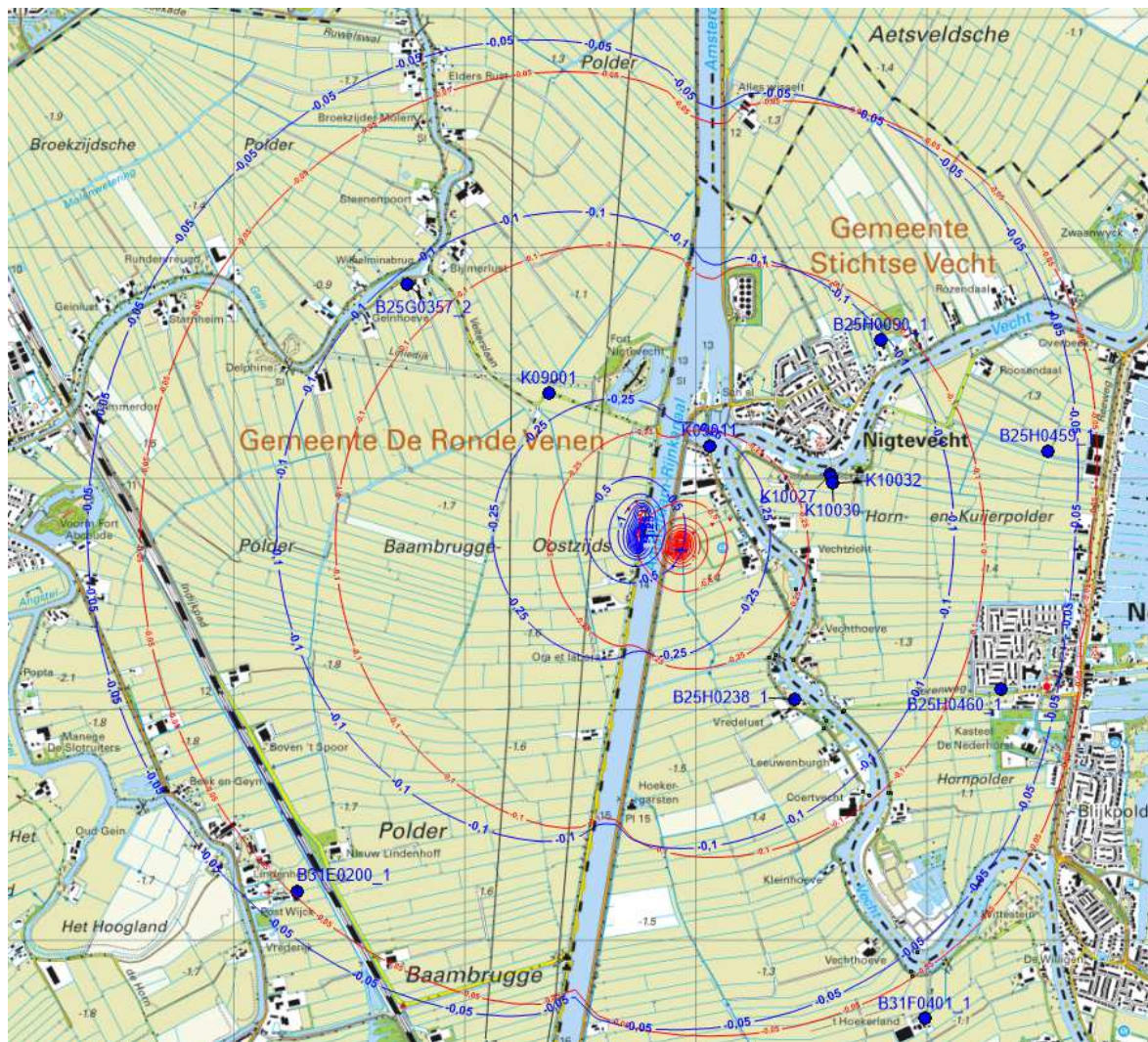
De verlaging van de stijghoogte in de omgeving is berekend met behulp van hetzelfde grondwatermodel in MicroFEM waarmee ook het debiet is berekend (zie ook paragraaf 6.3). In tabel 7-1 staat een prognose van de verlaging van de grondwaterstand in de omgeving bij een verlaging van 3,1 m (onttrekking van 350 m³/u) ter plaatse van de westelijke poeren. De vermelde verlagingen betreffen de stationaire situatie in westelijke richting.

Tabel 7-1: *Prognose van de verlagingen van de stijghoogte in de omgeving*

Verlaging [m]	Afstand tot rand bouwput [m]
3,1	0
2,5	15
2,0	25
1,5	40
1,0	75
0,5	220
0,2	830
0,10	1550
0,05	2300

In figuur 7-1 zijn de verlaginglijnen op een topografische ondergrond gepresenteerd.

De freatische bemaling zal een zeer beperkt invloedsgebied hebben, waarschijnlijk kleiner dan het werkgebied. Door de spanningsbemaling kan wel de freatische grondwaterstand in beperkte mate worden beïnvloed. Gezien de relatief korte uitvoeringsduur (circa 10 weken per kant) en de dikte van de slecht doorlatende deklaag (circa 4 m) zal de grondwaterstand in de slecht doorlatende deklaag niet merkbaar worden verlaagd in de omgeving.



Figuur 7-1 Verlagingslijnen [m] in het watervoerende pakket bij bemaling van 4 poeren (blauw: west, rood: oost)

7.3 Zettingen

Door het verlagen van de grondwaterstand neemt de korrelspanning in de ondergrond toe. Dit kan in samendrukbare lagen leiden tot zettingen. In het algemeen treden pas zettingen op indien de grondwaterstand wordt verlaagd tot onder het niveau van de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG).

Met name de spanningsbemaling heeft een groot invloedsgebied in het eerste watervoerende pakket. De gemiddeld laagste stijghoogte (GLS) is slecht bekend. Naar verwachting is de natuurlijke fluctuatie in stijghoogte gering; voornamelijk wordt uitgegaan van een GLS die 0,3 m lager ligt dan de GHS.

Ten gevolge van de stijghoogteverlaging kunnen in de omgeving zettingen optreden.

Aangenomen wordt dat de GLS circa NAP -1,4 m bedraagt. In onderstaande beschouwing wordt ervan uitgegaan dat de opbouw van de ondergrond op de projectlocatie eveneens representatief is voor de opbouw van de ondergrond in de directe omgeving van het project.

Ten behoeve van de zettingsberekeningen is, aan de hand van het uitgevoerde grondonderzoek, de ondergrond geschematiseerd tot de in tabel 7-2 vermelde grondopbouw. Vervolgens zijn voor iedere laag de grondeigenschappen ingeschat aan de hand van het sondeerbeeld (gemeten conusweerstand) en tabel 2.b van NEN 9997-1. Opgemerkt wordt dat de grondopbouw volgens de sonderingen minder evident is; veelal lijkt te kunnen worden afgeleid dat onder een veenlaag nog circa 0,5 à 1,0 m klei aanwezig is. Uitgegaan wordt van de ongunstige aanname dat de deklaag volledig uit veen bestaat.

Tabel 7-2: Geotechnische schematisering en grondeigenschappen

laag nr.	ok. laag [m + NAP]	grondsoort	$\gamma / \gamma_{\text{sat}}$ [kN/m ³]	C_p [-]	C_s [-]	C'_p [-]	C'_s [-]	c_v [m ² /s]
	+1,5	maaiveld						
1	-5,5	veen	11 / 11	32	120	8	30	0,1
2	-10,0	zand	18 / 20	∞	∞	∞	∞	0,1

Hierin is:

- $\gamma / \gamma_{\text{sat}}$ = aardvochtig/verzadigd volumegewicht
- C_p/C'_p = primaire samendrukkingsconstanten voor/na grensspanning
- C_s/C'_s = secundaire samendrukkingsconstanten voor/na grensspanning
- c_v = consolidatiecoëfficiënt

De lagen dieper dan NAP -5,5 m worden als niet zettingsgevoelig beschouwd.

Aangenomen wordt dat de ondergrond is aangepast aan een grondwaterstand gelijk aan de GLG; deze is aangenomen op circa NAP -1,7 m; lokaal zal deze lager zijn gezien het lagere maaiveldniveau.

De zettingsberekeningen zijn uitgevoerd met het programma D-Settlement, versie 9.3. Als berekeningsmethode is de methode ontwikkeld door "Koppejan" aangehouden, waarbij rekening is gehouden met consolidatie en seculaire effecten.

In tabel 7-3 staan de verlagingen van de stijghoogte ten opzichte van NAP voor verschillende afstanden van de bouwkuip vermeld. Hierbij is uitgegaan van de maximale verlaging gedurende 10 weken.

Tabel 7-3: Verlagingen ten opzichte van NAP

	verlaging [m NAP]			
	nabij poeren	40 m	65 m	220 m
eerste watervoerende pakket	-4,2	-2,6	-2,0	-1,6

In de berekeningen is ervan uitgegaan dat gedurende de relatief korte uitvoeringsperiode de freatische grondwaterstand niet wordt verlaagd.

De berekende zetting van het laag gelegen maaiveld na 10 weken bemalen is weergegeven in tabel 7-4. Opgemerkt wordt dat de berekende zettingen zijn gebaseerd op de in tabel 7-2 ingeschatte grondparameters. Afwijkingen zijn goed mogelijk; de nauwkeurigheid bedraagt circa 50%. Ter plaatse van de kade langs het kanaal is een hoger maaiveldniveau aanwezig waardoor hier een hogere

voorbelasting geldt en dus minder zetting. Verder is ten behoeve van de fietsverbinding een overhoogte aan zand aangebracht ten behoeve van zettingen. Door deze voorbelasting zal ter plaatse ook minder zetting door de bemaling optreden. Tenslotte is uitgegaan van de maximale verlaging gedurende 10 weken; doordat na aanleg grondverbetering het debiet wordt gereduceerd, is dit een duidelijke bovengrensbepaling.

Tabel 7-4: Zettingen ten gevolge van de bemaling gedurende 10 weken

zettingen van het maaiveld [mm]			
nabij bouwput	40 m	65 m	220 m
40 mm	12 mm	6 mm	2 mm

De zettingen treden met name op nabij de bemaling zelf. Bebouwing staat op grotere afstand (125 m en meer). Ter plaatse van bebouwing wordt nagenoeg geen zetting verwacht; schade door zetting ten gevolge van de bemaling zal niet optreden.

De zettingsverschillen bedragen ongeveer de helft van de totale zetting.

Opgemerkt wordt dat in dit advies alleen de zetting als gevolg van de bemaling is beschouwd. Ook zonder bemaling kunnen zettingen optreden ten gevolge van bijvoorbeeld zwaar bouwverkeer of het intrillen van damwanden.

7.4 Landbouw, natuur en stedelijk groen

Rondom de locatie zijn landbouwgebieden aanwezig. Voor de aanleg van de poeren is een beperkte open bemaling en een spanningsbemaling nodig. De open bemaling heeft een kleine reikwijdte en zal buiten het werkgebied van de aanleg van de fietsverbinding geen effect hebben. Door de slecht doorlatende deklaag van circa 4 à 5 m dikte zal de spanningsbemaling geen merkbaar effect hebben op de grondwaterstand ter plaatse van landbouwpercelen.

De Oostelijke Vechtplassen ten oosten van de locatie betreffen Natura2000 gebieden. De afstand tot de locatie bedraagt 1,8 km. Uit de verlaginglijnen blijkt dat dit gebied buiten het invloedsgebied van de bemaling ligt.

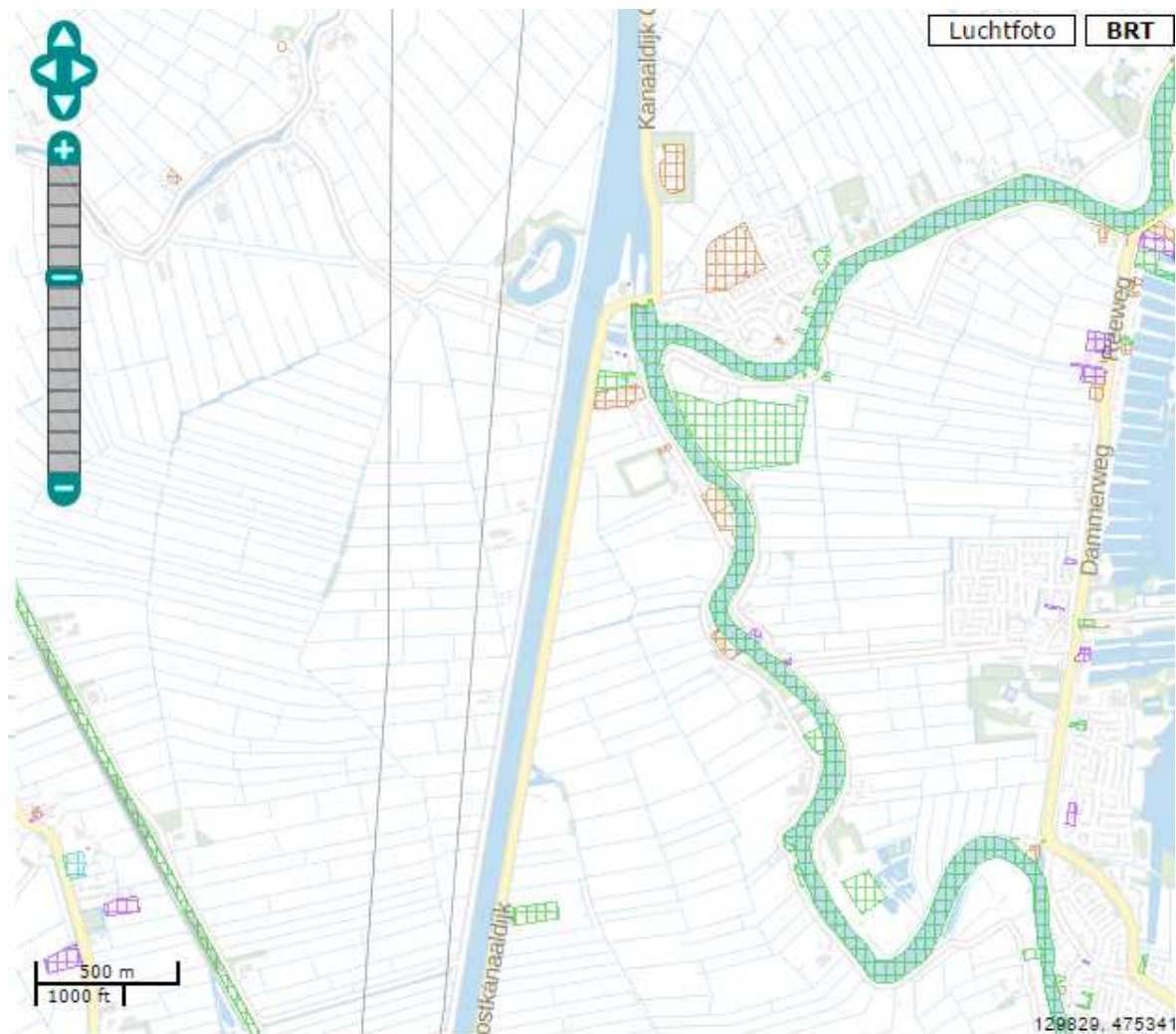
Stedelijk groen is niet aanwezig binnen het invloedsgebied.

7.5 Verplaatsen van grond(water)verontreinigingen

Ten aanzien van het verplaatsen van eventueel aanwezige (grondwater)verontreinigingen wordt aanbevolen bij de gemeente en de provincie na te vragen of binnen een straal van 650 m tot het project grondwaterverontreinigingen in het watervoerende pakket bekend zijn.

In het algemeen mag een grondwateronttrekking geen (negatieve) invloed hebben op bekende verontreinigingen. Indien binnen het invloedsgebied grondwaterverontreinigingen aanwezig zijn, dienen mogelijk aanvullende maatregelen te worden genomen of dient de bemalingswijze te worden aangepast.

In figuur 7-2 is een weergave van BodemLoket opgenomen. Uit een eerste beoordeling lijkt geen groot risico aanwezig voor een grootschalige grondwaterverontreiniging in het watervoerende pakket.



Figuur 7-2: Bekende Wbb-locaties in de omgeving van het project (Bodemloket; oktober 2016); groen: gesaneerd, bruin: nader onderzoek kan mogelijk zijn

7.6 Invloed op het zoet/zout grensvlak

Het zoet/zout grensvlak wordt op een diepte van NAP -60 m verwacht.

Door de bemaling zal het zoet/zout grensvlak enigszins omhoog komen (upconing). Nadat de tijdelijke bemaling is gestopt, zal het zoet/zout grensvlak zich herstellen.

7.7 Overige grondwateronttrekkingen

In het kader van deze opdracht is nog geen navraag gedaan naar andere grondwateronttrekkingen in het gebied. Deze kunnen worden opgevraagd bij de provincie en/of het Hoogheemraadschap.

Gezien de locatie worden geen relevante onttrekkingen van derden verwacht die negatief kunnen worden beïnvloed.

Bekende WKO-installaties (via WKO-tool Nederland) liggen op afstanden van 1 km of meer. Gezien de geringe verlagingen ter plaatse en de relatief korte uitvoeringsduur heeft de bemaling geen merkbare invloed op het rendement van deze installaties.

7.8 Archeologie en aardkundige waarden

De dichtsbij gelegen archeologische locatie bevindt zich aan de zuidzijde van het dorp Nigtevecht, langs de Vecht. De stijghoogteverlaging is minder dan 0,2 m. De freatische grondwaterstand zal niet worden beïnvloed. Geconcludeerd wordt dat de bemaling geen effect heeft op archeologische locaties.

Het dichtsbijzijnde gebied met aardkundige waarden ligt op circa 1,5 km afstand; ook deze zal niet worden beïnvloed door de bemaling.

8. MONITORING

Waterbezwaar

De hoeveelheid water die wordt onttrokken, moet worden bijgehouden. Hiervoor dienen één of meer goedgekeurde en geijkte watermeters te worden gebruikt. De standen (inclusief datum en tijdstip) van de watermeters dienen te worden afgelezen en geregistreerd, volgens onderstaand schema:

- Voor aanvang van de bemaling het nummer en de nulstand van de watermeter;
- Gedurende de eerste week van de onttrekking dagelijks (op werkdagen);
- Vervolgens minimaal twee keer per week, tot het beëindigen van de onttrekking, en bij elke verandering in debiet;
- Bij vervanging van de watermeter: datum en tijdstip, eindstand van de oude watermeter en beginstand van de nieuwe.

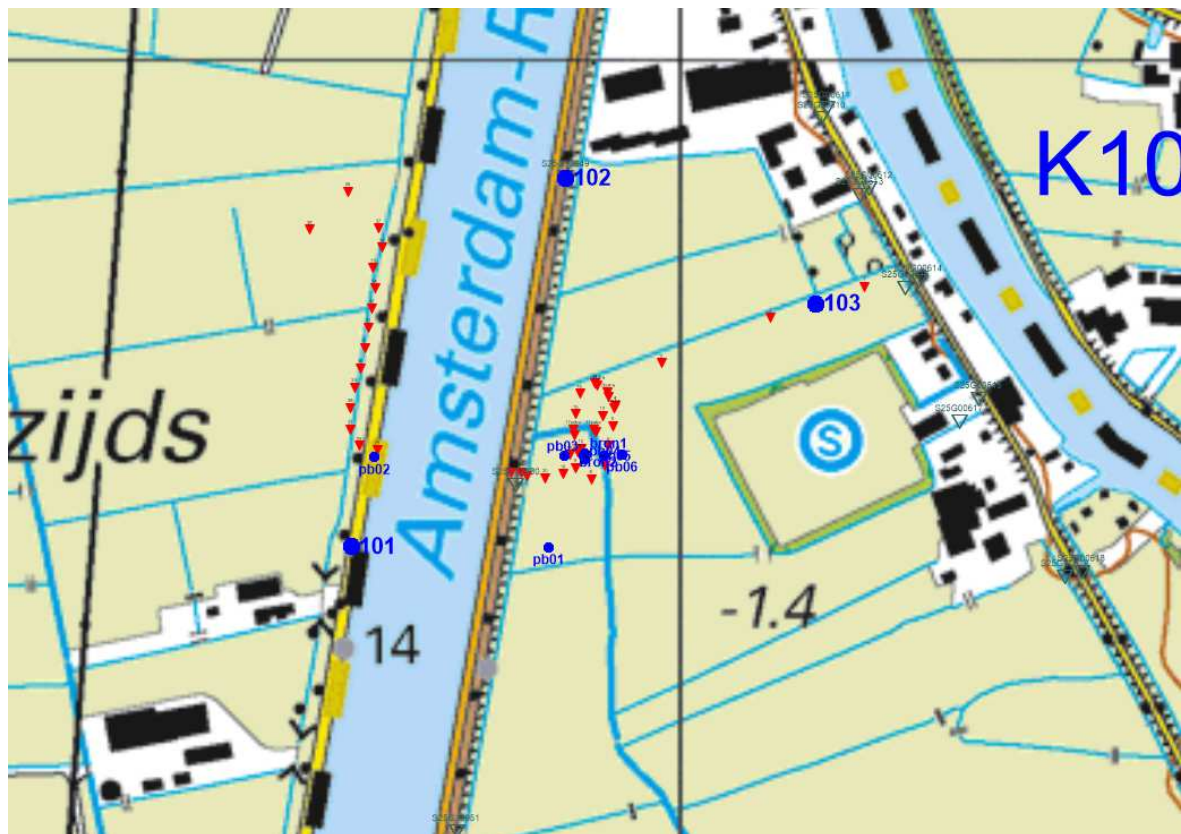
De hoeveelheid onttrokken water per tijdseenheid dient te worden getoetst aan de prognose van het debiet volgens het bemalingsadvies. Bij een afwijking dient contact met de adviseur te worden opgenomen, zodat de consequenties van de afwijking kunnen worden beoordeeld.

Stijghoogten

De bronnen die niet gebruikt worden voor de actieve bemaling kunnen tijdelijk dienst doen als monitoringsbuis, mede om de bemaling op in te regelen. Ook de peilbuizen voor de pompproef kunnen worden hergebruikt.

De bestaande peilbuizen PB01 en PB02 kunnen gebruikt worden als monitoringspeilbuis. Daarnaast wordt geadviseerd aanvullend in de omgeving (binnen het invloedsgebied) drie aanvullende peilbuizen te plaatsen, namelijk aan de zuidwestzijde langs kanaal richting bebouwing (101), aan de noordoostzijde langs kanaal richting betonfabriek (102) en aan de oostzijde langs het geplande fietspad (103, zie figuur 8-1). De waterstand in deze peilbuizen dient volgens onderstaand schema te worden gepeild:

- 1 week voor de start van de bemaling;
- week 1 en 2: drie maal per week (op maandag, woensdag en vrijdag);
- week 3 tot en met einde: één maal per week;
- 1 week na beëindiging van de bemaling.



Figuur 8-1 Monitoringspeilbuizen (blauw)

9. REGELGEVING BOUWPUTBEMALING

9.1 Waterwet

Op 22 december 2009 is de Waterwet in werking getreden. In deze wet wordt een aantal wetten met betrekking tot water samengevoegd. Ook wordt er in de Waterwet een aantal bevoegdheden herverdeeld. Eén daarvan is het bevoegd gezag ten aanzien van grondwateronttrekkingen ten behoeve van het drooghouden van bouwputten. Dit is nu een verantwoordelijkheid van de waterschappen (in plaats van de provincies).

Volgens de Waterwet wordt voortaan één vergunning afgegeven voor zowel de onttrekking als de lozing.

9.2 Onttrekken van grondwater

Volgens de artikelen 6.4 en 6.5 van de Waterwet is het onder andere verboden zonder vergunning grondwater te onttrekken. Voor industriële onttrekkingen boven 150.000 m³/jaar, voor openbare drinkwatervoorziening en bodemenergiesystemen is de provincie het bevoegd gezag. Voor de overige onttrekkingen, waaronder bouwputbemalingen, worden vergunningen verleend door het bestuur van het waterschap. De regelgeving is per waterschap vastgelegd in de Keur. Voor beperkte inrichtingen zijn voor verschillende categorieën algemene regels opgesteld. Indien de inrichting binnen deze algemene regels valt, hoeft geen vergunning te worden aangevraagd. In dat geval dient de inrichting bij het waterschap te worden gemeld.

In het Waterschap Amstel, Gooi en Vecht zijn grondwateronttrekkingen in het algemeen niet vergunningsplichtig (Keurbesluit Vrijstellingen, geldig vanaf 1 augustus 2013) indien:

- Het debiet kleiner is dan 10 m³/u;
- De onttrekkingshoeveelheid kleiner is dan 4.000 m³/maand (= gemiddeld 5 m³/u);
- De grondwaterstand als gevolg van de onttrekking niet verder wordt verlaagd dan tot aan de oppervlaktewaterstand in het gebied waarin de onttrekking plaats vindt, met uitzondering van de hogere gronden

Het project ligt niet ter plaatse van hoge gronden of bij een kernzone en/of binnenbeschermingszones van waterkerende dijklichamen en waterkerende constructies in beheer bij het waterschap (wel nabij de kade langs het Amsterdam Rijnkanaal). In dat geval geldt tevens dat bemalingen uitsluitend ten behoeve van bronbemaling, grondwatersanering of bodemsanering ook niet vergunningsplichtig zijn, indien:

- Het debiet kleiner is dan 50 m³/u;
- De onttrekkingshoeveelheid kleiner is dan 15.000 m³/maand (= gemiddeld 20 m³/u);
- De onttrekking niet langer duurt dan 6 maanden.

Indien aan bovenstaande criteria voldaan wordt, kan volstaan worden met een melding voor het onttrekken van grondwater. Indien de te onttrekken hoeveelheid grondwater de bovenstaande criteria overschrijdt, dient een vergunning te worden aangevraagd. De behandelingstermijn na indienen van een onderbouwde aanvraag bedraagt 8 of 26 weken, afhankelijk van de door het waterschap te volgen procedure. Gezien de berekende debieten is het project vergunningsplichtig.

Provinciale heffingen

Op grondwateronttrekkingen zijn 'provinciale heffingen' van toepassing. In het algemeen is sprake van een heffingsvrije voet. Ook bij projecten die onder een melding vallen, kunnen provinciale heffingen van toepassing zijn. Voor de aanvraag van een vergunning zijn meestal apart legeskosten verschuldigd. De grondwaterheffing blijft een verantwoordelijkheid van de provincie. Ook in de Waterwet is deze bevoegdheid exclusief voor de provincie.

9.3 Lozen van bronneringswater

Waterkwantiteit

De afvoercapaciteit van het open water en van het riool is gelimiteerd. Met name het debiet dat op het riool mag worden geloosd, is in veel gevallen beperkt. Het debiet dat op het open water mag worden geloosd is onder andere afhankelijk van de grootte van het open water, de afvoermogelijkheden en de functie van het oppervlaktewater. In de meeste gevallen mag op het open water een duidelijk groter debiet worden geloosd dan op het riool. In veel gevallen gaat de voorkeur van het bevoegd gezag uit naar het lozen van het bronneringswater op het open water boven het lozen op het riool. Er moet wel rekening mee worden gehouden dat in de (directe) omgeving van het project een geschikte locatie aanwezig moet zijn voor het lozen op het open water.

Waterkwaliteit

Zowel bij een lozing op het open water als bij een lozing op het riool wordt naast het debiet ook de kwaliteit van het bronneringswater beoordeeld. Als de kwaliteit van het bronneringswater niet direct aan de lozingseisen voldoet, dient in veel gevallen een waterzuivering te worden geplaatst. Mogelijk is het ijzergehalte te hoog om direct te kunnen lozen op open water. Aanbevolen wordt de analyseresultaten ter beoordeling aan de waterkwaliteitsbeheerder voor te leggen.

Regelgeving ten aanzien van de lozing

De voorgenomen bronbemaling wordt niet gezien als een inrichting in de zin van de Wet Milieubeheer. Derhalve valt de bij de bronbemaling behorende lozing onder het Besluit Lozen buiten inrichtingen. Dit besluit is per 1 juli 2011 in werking getreden. Dit besluit geldt voor zowel voor lozing op riolering als voor lozing op oppervlaktewater. Bevoegd gezag voor lozing op oppervlaktewater is het waterschap. Voor lozing op de riolering zijn zowel de gemeente (kwantiteit) als het waterschap (kwaliteit) bevoegd gezag. De proceduretijd voor het verkrijgen van toestemming om het bronneringswater te mogen lozen bedraagt volgens het Besluit Lozen Buiten Inrichtingen 4 weken.

Kosten lozen bronneringswater

Aan het lozen van bronneringswater zijn in het algemeen kosten verbonden.

10. CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN

Ten behoeve van de aanleg van poeren voor een fietsbrug is een spanningsbemaling (en een zeer geringe bouwputbemaling) nodig.

De spanningsbemaling kan worden uitgevoerd met bronnen voorzien van onderwaterpompen. Door in korte tijd een grondverbetering onder de poeren aan te leggen, kan het debiet worden gereduceerd.

Gezien de benodigde debieten dient een vergunning voor het onttrekken van grondwater te worden aangevraagd.

Verder wordt nu nog uitgegaan van een lozing van het bemalingswater op het naastgelegen kanaal. Aanbevolen wordt om te onderzoeken of hiervoor toestemming wordt verleend.

ir. H.W. Thijssen (088-5130239)

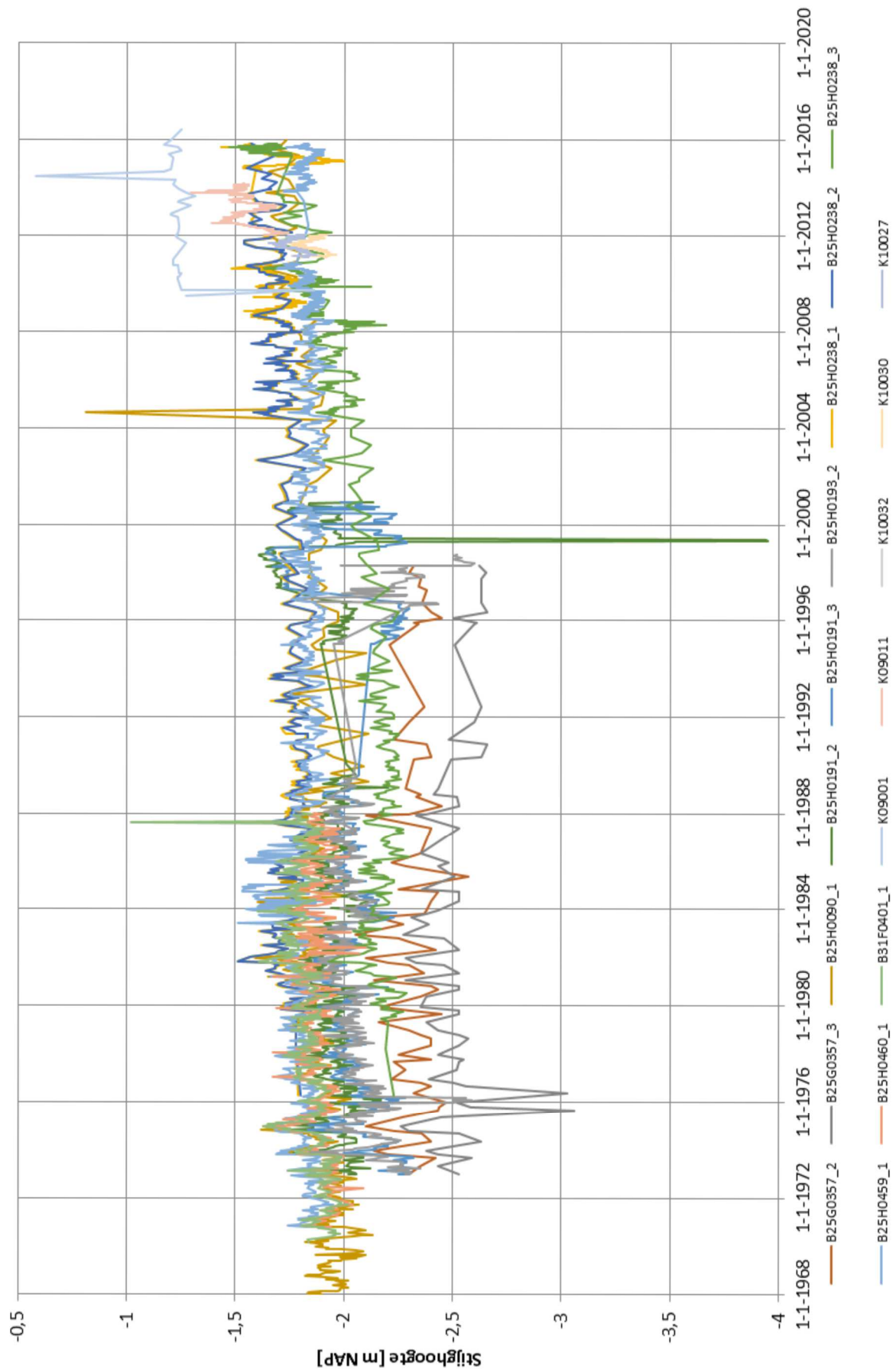
Rhoon, 8 december 2016

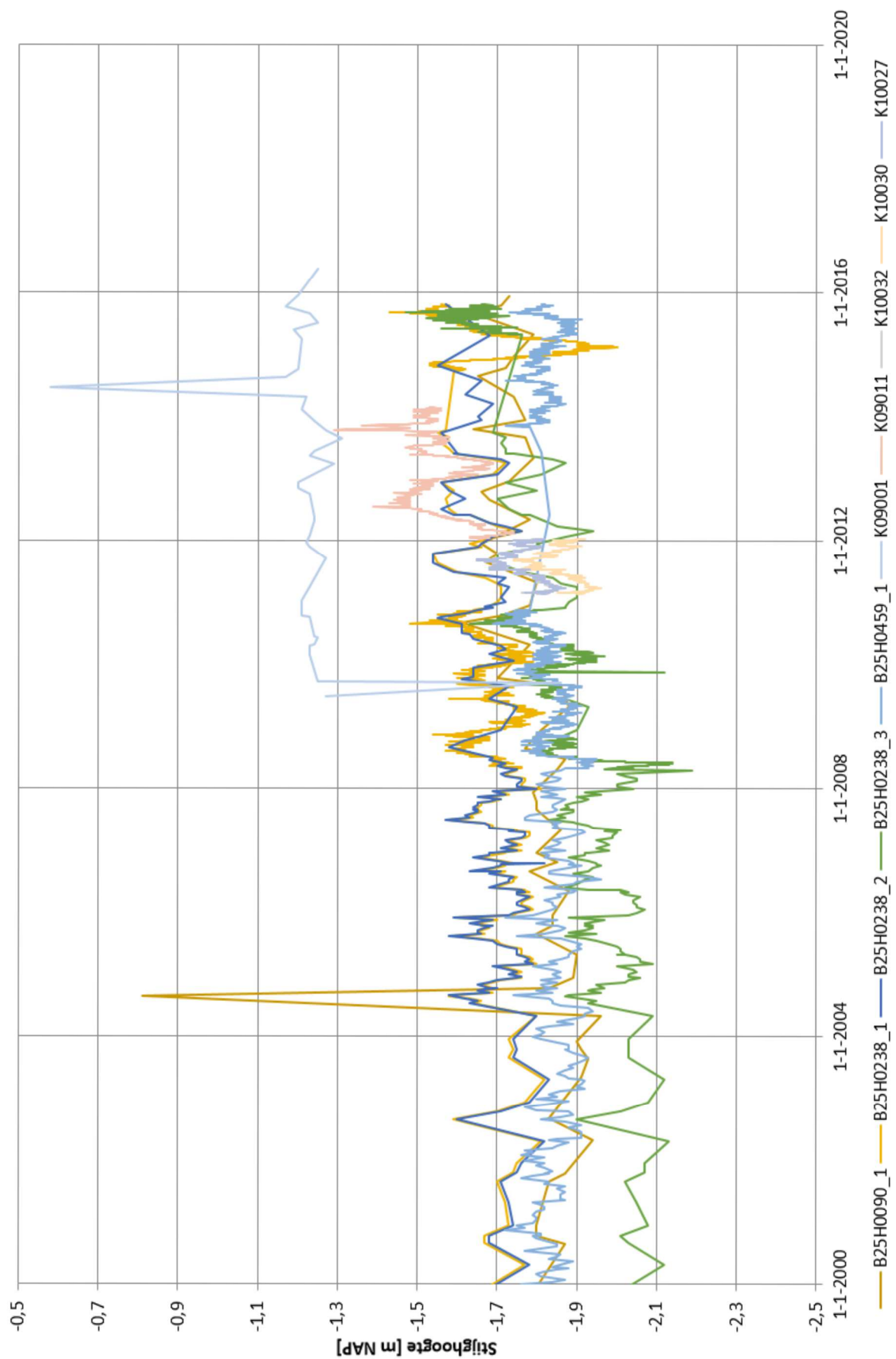
Mos Grondmechanica B.V.

Contr. : m.j.

Bijlage A

Meetreeksen DinoLoket / Waternet





Opdracht : 1602952
Plaats : Nigtevecht
Project : Poeren fietsbrug over Amsterdam Rijnkanaal

