

**bemalingsadvies uitbreiding stal met mestkelder**  
**Naardermeer 24 te Hilversum**

opdrachtgever : Maatschap Rebel  
(melkveehouderijbedrijf)  
begeleiding : Rudi Herder agrarisch ontwerp en advies  
rapportnr. en -datum : 17.27, 13 juni 2017  
opgesteld : ir. J.J. Dijksterhuis



INHOUD		blz.
1	INLEIDING EN BESCHIKBARE GEGEVENS	3
2	PROJECTGEBIED EN BOUWGEGEVENS	3
3	BODEM EN GEOHYDROLOGIE	5
4	NODIGE GRONDWATERVERLAGINGEN	9
5	INDICATIE BEMALINGSINSTALLATIE I.V.M. BEREKENINGEN	10
6	BEPALING DEBIET	11
7	EVENTUELE EFFECTEN BEMALING OP OMGEVING	12
8	LOZING EN EFFECTEN ONTVANGEND WATERSYSTEEM/RIOOL	16
9	VERGUNNINGEN, MELDINGEN, HEFFINGEN	17
10	MONITORING, CONTROLE	19
BIJLAGEN		blz.
1	Tekening bovenaanzicht kelder	20
2	Samenvatting geotechnisch bodemonderzoek nabijliggend	21-22
3	Gegevens geselecteerde peilbuizen van Dinoloket	23
4	berekening 'Theis': verlaging op afstand uit de bemalingsbron, op enkele tijdstippen	24
5	berekening 'De Glee': verlaging in functie van afstand uit de bemaling	25
6	modellering bemaling M-well lijnen verlaging en theoretische zetting	26-27
7	Modellering bemaling Mwell reeds uitgevoerde nabije bemaling Naardermeer 19	28

## 1 Inleiding en beschikbare gegevens

Dit advies is opgesteld i.v.m. de voorgenomen uitbreiding van een stal met mestkelder op een perceel Naardermeer 24 te Hilversum.

Er is een bouwput nodig met een ontgraving tot onder de grondwaterstand. Tijdelijke bemaling van de bodem is nodig om in een stabiele en droge bouwput te kunnen werken.

Doel van het opstellen van deze notitie het onderbouwen van vergunningsaanvraag voor de bemaling en lozing. Tevens is dit advies bedoeld als concept monitoringplan.

Één en ander is gebaseerd op de door ons verkregen technische gegevens:

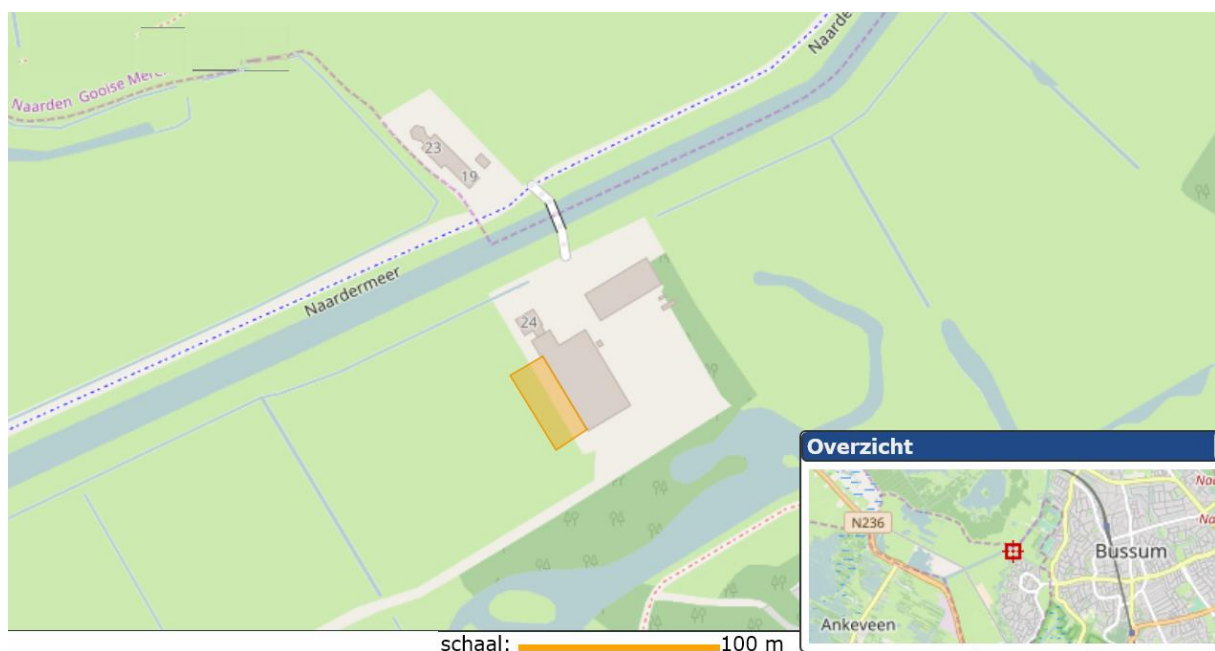
- tekening 001 'plattegrond en gevels' d.d. 2017-05-15 door Rudi Herder agrarisch ontwerp en advies;
- tekening 'kelder', zonder nummer en datum, door Rudi Herder agrarisch ontwerp en advies;
- mondelinge informatie over peilhoogte door Rudi Herder agrarisch ontwerp en advies;
- 'grondwaterstanden TNO putten nabij de locatie' door Rudi Herder agrarisch ontwerp en advies.

De gehanteerde werkwijze is conform de normen die betrekking hebben op de relevante geotechniek en regelgeving, zoals NEN-/Eurocode e.d.

Op deze rapportage zijn de DNR-2011 van toepassing (betref regeling van de verhouding tussen opdrachtgever en adviserend ingenieursbureau; daar wordt o.a. een beperking van de aansprakelijkheid vastgelegd van de adviseur). De technische aannames e.d. dienen gecontroleerd te worden, en bij veronderstelde afwijkingen e.d., ook tijdens uitvoering, dient men in overleg te treden met de projectbegeleiding. Aan deze rapportage kunnen geen rechten ontleend worden, ook niet voor bijvoorbeeld het optreden van (plan)schades, méér- of minderwerk bij de uitvoering.

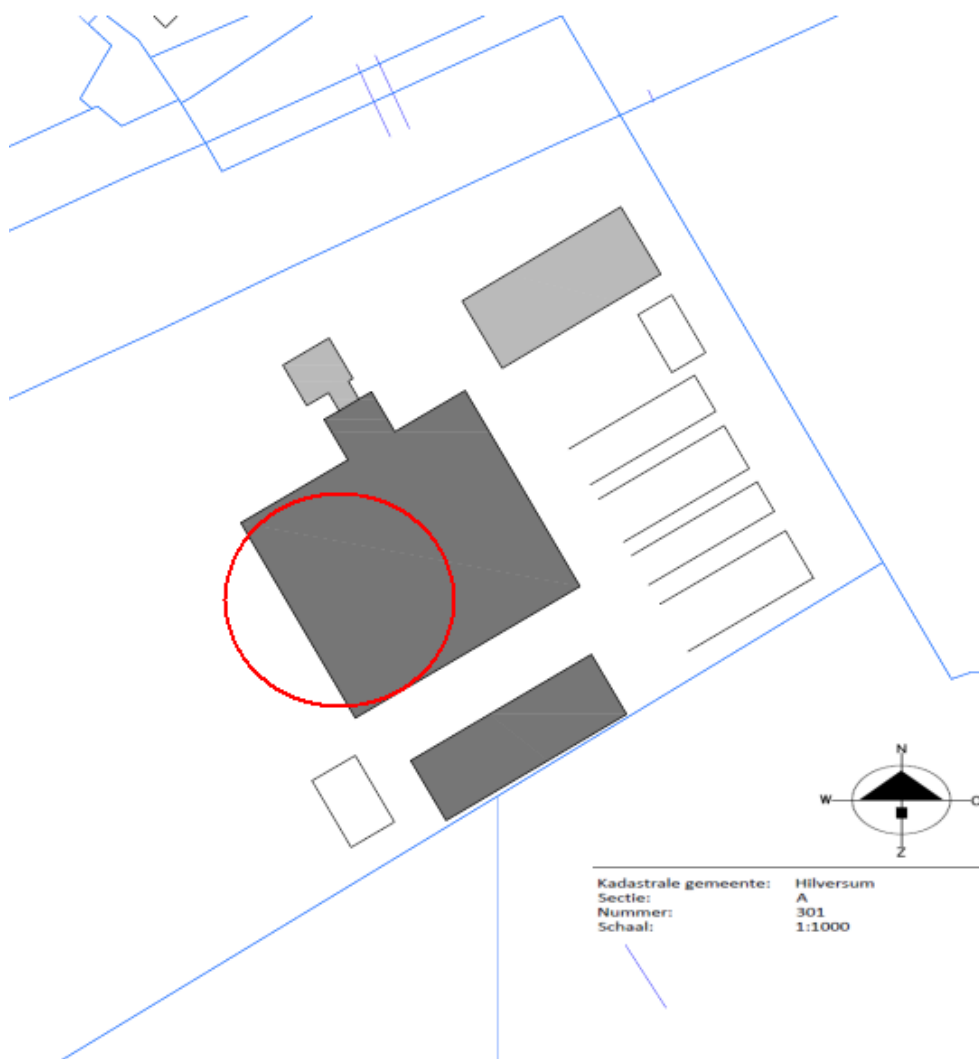
## 2 Projectgebied en bouwgegevens

Figuur 1 toont de ruimere topografische ligging van de projectlocatie, in het buitengebied van de wijk Hilversumse Bovenmeent aan de rand van de gemeentegrens met Naarden,



Figuur 1. Ligging project-locatie, bij 'speld' (bron: 'Open Streetmap')

Figuur 2 geeft de kadastrale situatie. Licht gekleurd is de contour van de bestaande bedrijfswoning en van het donker gekleurde is de staluitbreiding globaal de westelijke helft van het grote vierkant.



*Figuur 2.  
Kadastrale  
situatie met  
globaal binnen  
ellips de te  
bouwen  
uitbreiding stal  
met mestkelder  
(bron: collage  
tekening 001)*

De kelder is in bovenaanzicht opgenomen in Bijlage 1.

Betreffende de kelder, leiden we uit onze informatie het volgende af:

- De voorziene kelder is rechthoekig, met aan de buitenkant als vloermaten: lengte 43,4 m keer breedte 21,95 m. Uitgaande van het en enige werkruimte voor bekisting e.d. op de bodem en enig talud, wordt uitgegaan van grootste maten voor de bouwputinstek voor de kelder van: 47 m x 26 m.
- Aan de zijde van de belendende stal dient aandacht te worden besteed aan de steile ontgraving zodat de bestaande vloer en fundering niet wordt ondermijnd.
- De fundering is op staal (geen palen).
- Peil is gelijk aan bovenkant (rooster)vloer naastliggende bestaande stal. Zie ook 'maaiveldsligging' in par. 4.2. Het bestaande erf ligt op circa -0,15 m NAP. Omdat de bestaande roosters van de naastliggende bestaande stal ruim 5 cm verhoogd worden, nemen we aan voor het nieuwe vloerpeil -0,05 m NAP als 'bouwpeil'.
- Onderkant keldervloer (dik 0,20 m) is -1,95 m bouwpeil; dit is dan circa -2,00 m NAP
- Tevens steken buiten de kelderwand 2 mixputten, met aan de buitenkant als maten: lengte circa 6 m en breedte 1,40 m. Deze putten zijn 0,30 m verdiept met onderkant vloer -2,25 m bouwpeil; dit is dan circa -2,30 m NAP.
- De verwachte bouwtijd voor de kelder (grondwerk t/m stort keldervloer en enige uitloop) is circa 4 weken. De opdrachtgever gaat uit van een start van de bemaling in de tweede helft van 2017.

### 3 Bodem en Geohydrologie

#### 3.1 beschikbaar gesteld en verricht bodem- en grondwateronderzoek

Voor de locatie is ons geen bodemonderzoek beschikbaar gesteld. Derhalve hebben we nader bureau-onderzoek gedaan volgens par. 4.2.

#### 3.2 archiefonderzoek geohydrologie

Voor dit advies zijn in het navolgende gebruikt en vermeld:

- uit eigen archief: sondeergrafieken, boorstaat, en landmeetstaat van bodemonderzoek voor tegenoverliggend perceel Naardermeer 19. En op iets ruimere afstand: bodemgegevens, pompproeven;
- grondwaterstanden van Dinoloket (TN0);
- de grondwaterkaart van Nederland en modellen van Dinoloket (TN0) e.d.;

Genoemd grondmechanisch bodemonderzoek voor het perceel Naardermeer 19 ligt vanaf 90 m noordelijk van de onderhanden mestkelder. Dit is met de locaties opgenomen in onze Bijlage 2. Het bestond uit: 2 st sonderingen, een landmeetkundige schets en een waterstandsbeplating in één van de sondeergaten.

#### 3.3 maaiveldsligging

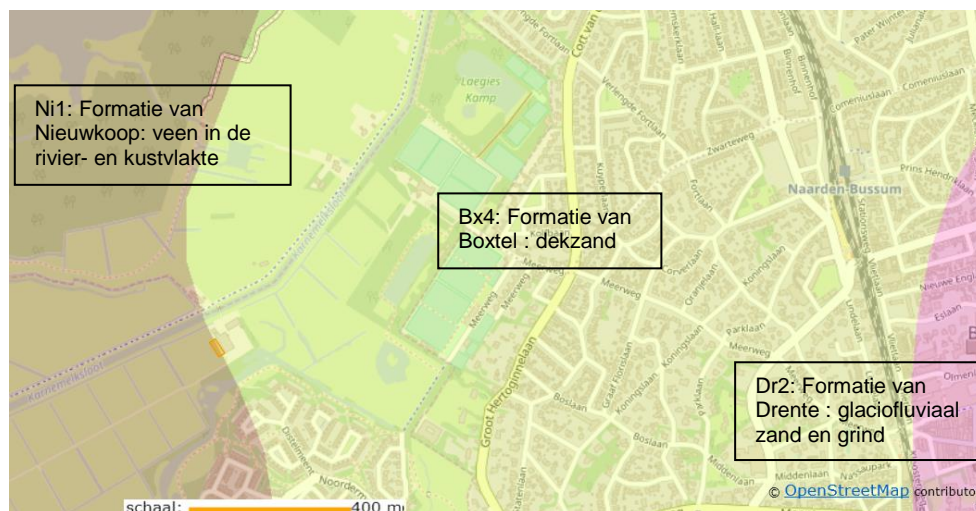
Het maaiveld is over het projectgebied vrij vlak. Volgens de kaart AHN-2 is het bestaande terrein t.p.v. de uitbreiding ten laagste circa -0,3 m NAP. En t.p.v. het erf rond de bestaande stal circa -0,15 m NAP; zie ook hoofdstuk 3 dat het bestaande peil circa 5 cm verhoogd wordt.

De landmeetkundige bepaling op het tegenoverliggend perceel Naardermeer 19 gaf daar als maaiveldsligging circa -0,03 á +0,00 m NAP.

#### 3.4 bodemopbouw en geohydrologie

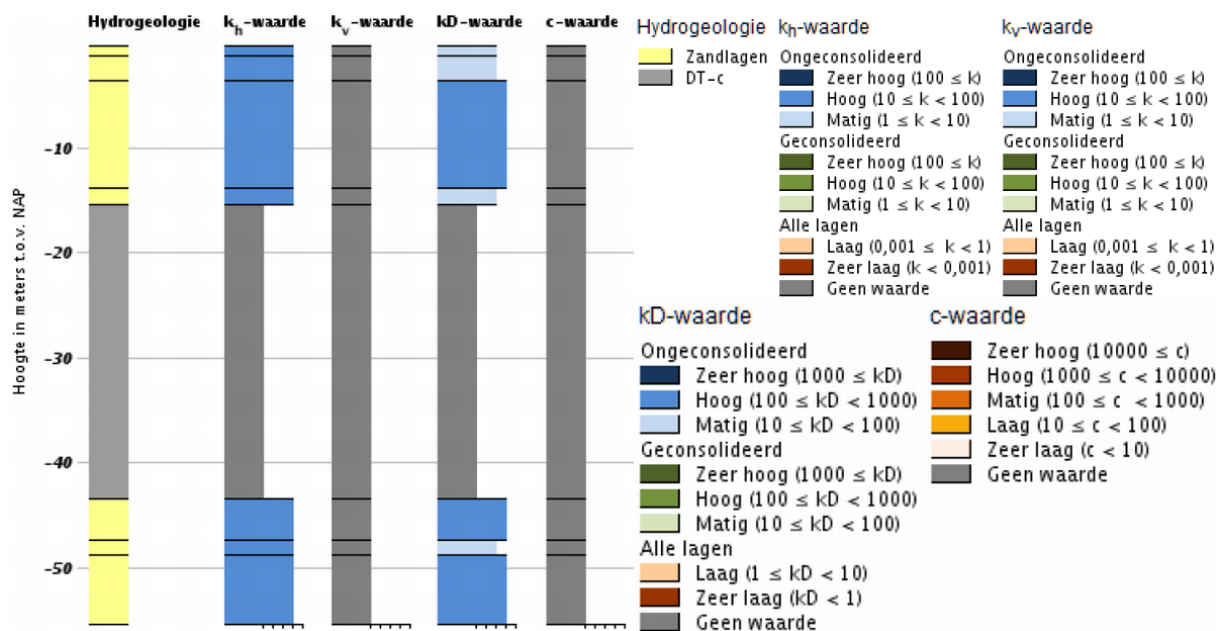
Voor beoordeling van de opbouw van de bovenlaag ter plaatse is gebruik gemaakt van genoemde nabij uitgevoerde sonderingen.

Volgens de geologische kaart van Nederland, zie samenvatting Figuur 3, wordt de deklaag in het gebied en omgeving geclassificeerd, juist op/nabij de overgang naar het Middennederlandse Laagveenlandschap. als 'Bx4' en/of 'Ni1'.



*Figuur 3. Locatie (oranje vlak) met begrenzing vóórkomende soort bovengrond (uit: geologische overzichtskaart van Nederland)*

Verder is, voor diepere lagen, gekeken naar onderstaand model Figuur 4.



Nadere toelichting m.b.t. figuur en legenda 'hydrologie', op deze doorsnede als volgt opgebouwd:

1. -0,3 tot -1,3 m resp. -3,7 m NAP: formatie van Boxtel, 2<sup>e</sup> resp. 3<sup>e</sup> zandige eenheid: bestaande uit zand (fijn t/m grof), grind- en/of schelpen;
2. -3,7 tot -13,8 m, resp. -15,4 m NAP: formatie van Drente, 1<sup>e</sup> resp. 2<sup>e</sup> zandige eenheid: bestaande uit zand (fijn t/m grof), grind- en/of schelpen;
3. -15,4 tot -43,5 m NAP: gestuwd, complexe eenheid: bestaande uit afwisseling van zandige en kleiige afzettingen;
4. -43,5 tot -238,6 m NAP: zandige eenheden, waarna (>-238,6 m) complexe eenheid van Maassluis.

Figuur 4. Uitsnede bovenlaag Regismodel-2.1 (coördinaten X= 138632, Y= 476729) voor projectlocatie, met legenda.

Wat betreft de bodemopbouw en geohydrologische typering kan men op basis van de informatie een hoofdverdeling maken volgens Tabel 1.

Tabel 1. Schematisering bodemopbouw en geohydrologie

laag nr.	van	tot	grondsoort	geohydrologische typering	geohydrologische parameter	
	m NAP circa				C [d]	T [m <sup>2</sup> /d]
0	-	-0,1	maaiveldligging	weerstand drainage-/infiltratieoppervlak	100	
1	-0,1	-1,0	zand, fijn, siltig. Lokaal klei- en veenlagen (veenweide)*	matig watervoerende freatische toplaag; lokaal antropogeen	20	(nat deel) 8
2	-1,0	-11	zand, matig tot zeer grof, lokaal siltig	top ondiepere deel 1 <sup>e</sup> watervoerende pakket	2	600*
3	-11	-43	zand, matig tot zeer grof, lokaal siltig en/of grindig	middendeel 1 <sup>e</sup> watervoerende pakket en begin 2 <sup>e</sup> / 3 <sup>e</sup> watervoerende pakket; lokaal waterremmende lagen	50	900
4	-43	-236	zand, matig tot grof, lokaal grindige en/of kleiige lagen	vervolg 2 <sup>e</sup> /3 <sup>e</sup> watervoerende pakket; lokaal waterremmende lagen	100	2000

\* Deze laag is rond erf/opstal Naardermeer 24 volgens de eigenaar een zandrug (niet venig)

\*\* In de modellering t.b.v. bepaling van het debiet, wordt dit 1<sup>e</sup> w.v. pakket opgedeeld wegens onvolkomenheid van de naar verhouding zeer ondiepe onttrekking.

Wat betreft watervoerendheid van het watervoerende pakket is ook gebruik gemaakt van de volgende pompproeven:

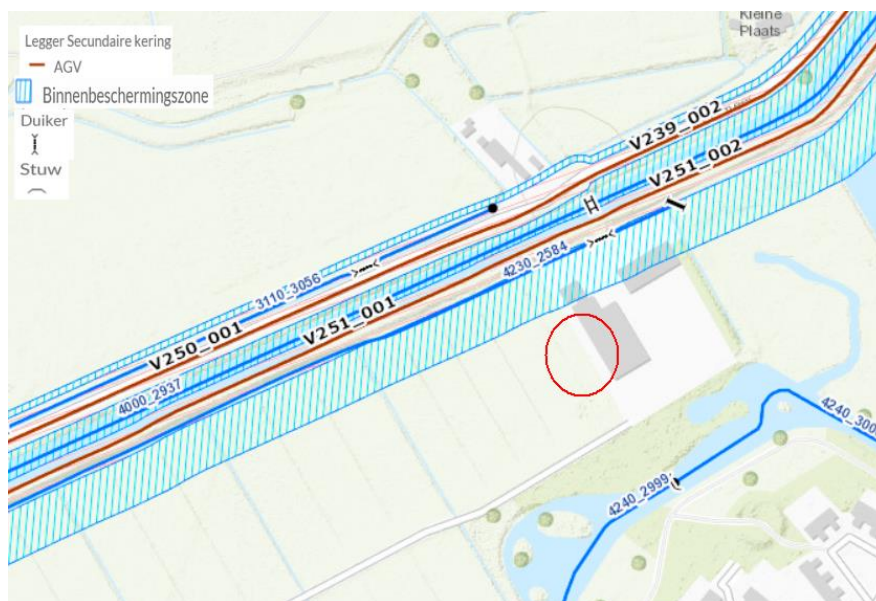


- eigen archief nr. 875: ca. 1,3 km ZO te Bussum (appartementenblokken Nieuwe s' Gravenlandseweg): bemaling in bovendeel 1<sup>e</sup> wvp (met bronnen 4 m blind, 1 m filter):  $kD=400 \text{ m}^2/\text{etm}$ ;
- eigen archief nr. 381: ca. 2,6 km noordoostelijk te Naarden (Naarderheem): proef in 1<sup>e</sup> wvp (met bron 10 m blind, 10 m filter)  $kD=1140 \text{ m}^2/\text{etm}$ ;  $\lambda=150 \text{ m}'$ ;
- eigen archief nr. 380: ca. 3,6 km noordoostelijk te Naarden (Naarden Chemie): proef in 1<sup>e</sup> wvp (met bron 10 m blind, 10 m filter)  $kD=550 \text{ m}^2/\text{etm}$ ;  $\lambda=120 \text{ m}'$ ;
- voormalig Rijksinstituut RID, nr. 100: ca. 7 km west-noordwestelijk te Weesp: proef in 1<sup>e</sup> wvp (onder holoceen, vanaf -10 m NAP)  $kD=560 \text{ m}^2/\text{etm}$ ;  $\lambda=270 \text{ m}'$ ;
- eigen archief zonder nr.: ca. 7½ km west-noordwestelijk te Weesp, Jan Tooropstraat: proef in 1<sup>e</sup> wvp (met bron 9 m blind, 6 m filter)  $kD=175 \text{ m}^2/\text{etm}$ ;  $\lambda=35 \text{ m}'$ .

### 3.5 open water en waterkeringen

Het projectgebied ligt in een poldersituatie en is begrensd, zie Figuur 5:

- aan de noordelijke zijde, op circa 60 m uit de nabije bouwputrand, door een secundaire kade/waterkering V251-1 met gewenste kruinhoogte +0,25 m NAP. Erachter ligt de Karnemelksloot: primair (boezem) water met waterniveau gemiddeld -0,30 m NAP en gewenste leggerdiepte van -1,00 m NAP. Het betreft hydrovak 4000\_2937;
- aan de zuidelijke zijde, op circa 75 m uit de nabije bouwputrand, door de secundaire watergang rond de Hilversumse Bovenmeent, met hydrovak 4230\_2999. Het waterniveau van deze sloot, is met een flexibel peil (geraamd) op -0,90 á -1,1 m NAP.



Figuur 5. Watersysteem omgeving t.o.v. bij rode ellips uitbreiding stal (bron: leggerkaart waterschap)

### 3.6 grondwater

#### gegevens grondwater op nabije locatie Naardermeer 19

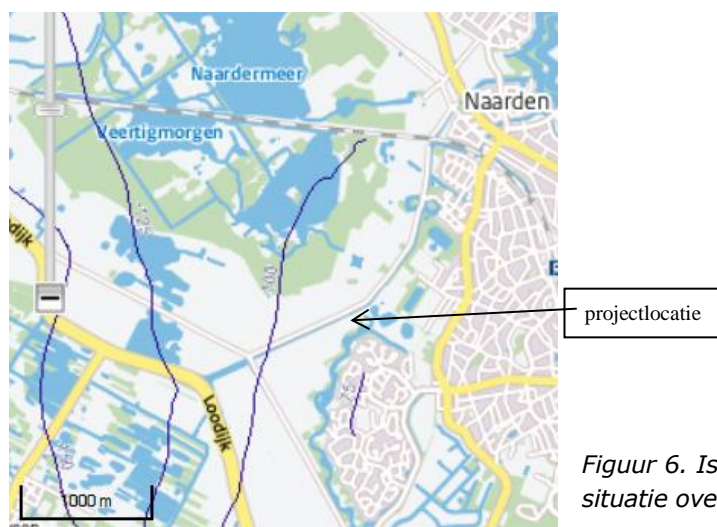
Tijdens de uitvoering van het grondonderzoek was de grondwaterstand in sondeergat-1, genoteerd op de schets van onze bijlage 2a: -0,90 m NAP, op 17-1-2014.

#### peilbuisbestand Dinoloket

In de figuren Bijlage 3 staan gegevens van de nabije peilbuizen.

#### isohypsenbeeld.

Informatief voor interpolatie zijn de grondwaterstandspatronen volgens de Figuur 6. Er blijkt ter plaatse een gemiddelde stijghoogte tussen de -0,75 en -1,00 m NAP.



Figuur 6. Isohypsens per 25 cm in 1<sup>e</sup> wvp; gemiddelde situatie over meerdere jaren (Webkaart Utrecht).

#### Gebruikte waarden grondwaterstand op locatie

Op basis van voornoemd onderzoek, gaan we uit van de waarden in Tabel 2. Hierbij gaan we ook uit van de stand van nabij oppervlaktewater.

Tabel 2. Raming 'bandbreedte' grondwaterstanden watervoerende lagen projectlocatie

laagnr.	max. GHG	gemiddeld	min. GLG	opmerking
1	-0,65 m NAP	-0,85 m NAP	-1,10 m NAP	freatisch
2	-0,60 m NAP	-0,85 m NAP	-1,05 m NAP	stijghoogte 1 <sup>e</sup> w.v.p.

uitleg: GHG/GLG: de gemiddeld hoogste/laagste grondwaterstand geschat over de recente jaren waarin geen ingrepen hebben plaatsgevonden. Dus welke 'van nature' optreden.

#### 3.7 regionale stroming grondwater en kwel/infiltratie

De natuurlijke stromingsrichting in het projectgebied van het grondwater in eerste watervoerend pakket is westelijk, vanwege de gradiënt (verhang) vanaf de hoger gelegen stuwwallen en dekzanden (infiltratie) richting de droogmakerijen/polders.

Het verhang van grondwater in het 1<sup>e</sup> wvp is lokaal, zie de isohypsenpatronen, in de orde van 0,25 m per 1½ km (0,2 ‰). De natuurlijke stroming heeft een snelheid in de orde van max. 10 m/jaar. Er is gemiddeld genomen een beperkte kwelsituatie.

#### 3.8 kwaliteit grondwater

Het op te pompen water is volgens onze informatie (nog) niet bemonsterd. We hebben geen milieukundig bodemonderzoek ter plaatse ontvangen; zie ook ons onderzoek volgens Figuur 8. Het op te pompen grondwater is "zoet", dat wil zeggen dat het chloride-gehalte lager is dan 150 mg/liter. De overgang van zoet naar brak grondwater ligt dieper dan -100 m NAP.



## 4. Nodige grondwaterverlagingen

### 4.1 Beperken nodige verlaging grondwaterstand.

Alternatieven met minder bemaling zijn niet goed haalbaar:

- Het (extra) verhogen van het bouwpeil zou bijv. perikelen geven i.v.m. het aansluiten op het peil van de bestaande bebouwingen en het erf;
- Het uitvoeren een zijwaarts gesloten bouwput, bijvoorbeeld middels een stalen damwand, heeft los van de naar verhouding hoge kosten slechts een reductie in de orde van 10 tot 20 % op het waterbezwaar, omdat er geen natuurlijke afsluitende bodemlaag is. Het aanbrengen van een kunstmatige waterremmende laag door bodeminjectie, of het in de natte werken met een dikke onderwaterbetonvloer in combinatie met de damwand leidt hier tot een minder gecontroleerd bouwproces en wordt mede vanwege de kosten voor een stalkelder niet toegepast.
- Bovendien blijkt uit navolgende dat er voor de verderop geadviseerde bemaling weinig nadelige effecten verwacht worden.

### 4.2 Evenwichtsberekening sleufbodem tegen verticale opwaartse druk.

Volgens de eis uit NEN 9997-1+C1:2012 (nationale bijlage Eurocode 7: Geotechniek) wordt hier verticale stabiliteit onderzocht.

De nodige ontgravingsdiepte reikt tot bovenin de watervoerende laag<sub>1,2</sub>; hieronder is tot zeer grote diepte geen waterremmende laag aanwezig. Spanningsbemaling is dus niet van toepassing. Er is alleen grondwaterverlaging nodig in bovenlaag<sub>1,2</sub>.

Wel dient men rekening te houden met de aandrang van water vanuit het diepere deel van laag<sub>2</sub>.

### 4.3 Nodige verlagingen grondwaterstand.

Tabel 3 geeft de fasering in verlaging, afhankelijk van de 'nul' grondwaterstand.

Tabel 3. Nodige verlagingen in de watervoerende bovenlaag<sub>1,2</sub>.

fase	verlagingsdiepte grondwater naar (*)	verlaging bij gr.w.stand (vorige tabel)	
		max., bij GHG -0,65 m NAP	min., bij GLG -1,10 m NAP
1. bovenlaag ontgraven	n.v.t.	-	-
2. start bemalen, graven keldervloer naar -1,95 m peil	-2,25 m peil circa -2,30 m NAP	1,65 m	1,20 m
3. na stort mixputten en keldervloer (g.w.s. opkomen tot o.k. keldervloer)	-1,95 m peil circa -2,00 m NAP	1,35 m	0,90 m
4. na plaatsen dekvloer en voldoende ballasten tot de bovenbouw voldoende gewicht heeft	geen	0 m	0 m

(\*) uitgegaand van een grondwaterstandsverlaging van 0,3 m onder de kelder (conform Eurocode/Nen, geen grondverbetering).

## 5. Indicatie bemalingsinstallatie i.v.m. berekeningen

De bemaling kan hier met horizontale diepdrains en/of verticale filters verzorgd worden, aan te sluiten via zuigleiding op zuigpompen. De uiteindelijke aanpak is mede op basis van ervaring ter keuze van aannemer/bemaler, waarbij in dit geval o.a. ook gelet wordt op:

- horizontale drainage leidt bij deze bouwput en grondslag naar verwachting tot een circa 10 á 20% kleiner waterbezwaar t.o.v. verticale filters, omdat de onttrekkingspunten minder diep reiken en de overspanning tussen de strengen kleiner is: drains komen ook onder de bouwput;
- het machinaal infrezen van de horizontale drains is hier mogelijk omslachtig, gezien de bestaande situatie aan de zijde van de bestaande stal en de erfverharding;
- de bouwputbodem moet na ontgraven t.p.v. de gefreesde sleuven (0,3 m) verdicht worden i.v.m. de funderingsgrondslag; en er mag geen zand mee gepompt worden.

Horizontale diepdrainbemaling.

De drains worden met een drainfreesmachine, op rupsen, geplaatst onder de projectie van de bouwput, met het geperforeerde deel tot juist voorbij de buitenrand van de te maken taludinsteek. Er dienen genoeg drains te worden geplaatst om de nodige verlaging effectief te bewerkstelligen. De drains zijn van p.v.c. of p.p. Ø 80 of 100 mm en omhulling, op maximaal 0,6 m onder de verlagingdiepte voor de kelder (op circa -3 m NAP).

De drains worden doorverbonden met zuigleidingen en, per sectie, aangesloten op zuigperspompen. Eventueel kan er ook indirect bemalen worden (met inhangen in de drains), zodat er gelijkmatiger kan worden afgepompt.

Eventueel alternatief verticale bronbemaling.

De filters worden geplaatst juist aan de buitenrand van de te maken taludinsteek. Er dienen genoeg bronnen te worden geplaatst om de nodige verlaging te bewerkstelligen. Desnoods kan er ook een (verloren) streng verdiept afgewerkt worden onder de bouwputvloer. De filters zijn van p.v.c. Ø 50 of 60 mm, met bovenkant filterstelling ruim 1 m onder de verlagingdiepte (brondiepte van circa -3 tot -4,5 m NAP).

De bronnen worden doorverbonden met zuigleidingen en, per sectie, aangesloten op zuigperspompen.

Eventueel kan er ook indirect bemalen (met inhangen of met verticaal drainfilter) worden, zodat er dieper kan worden afgepompt. Het spuitgat rond het filter moet afgedicht worden t.b.v. het werken met onderdruk.

Er kan met deze uitgangspunten met twee betrouwbare, bronneringspompen in bedrijf volstaan worden. De pomp(en) worden opgesteld aan de zijde van de verdiepte mixputten, waar ook extra onttrekkingsmiddelen zijn aangebracht, om zo daar tijdelijk enig dieper verhang op te bouwen.

De pomp(en) wordt aangedreven door een dieselmotor en is voorzien van een volgens de geldende normen geluidgedempte kast (in deze omgeving n.v.t.) met lekbak. Ofwel is de pomp voorzien van een elektromotor. In beide gevallen dient in de kritieke fasen de continuïteit tegen uitval gewaarborgd te worden, zo nodig door het aansluiten van een automatisch startende noodstroom, een telefoonalarmering met snelle storingsopvolging, e.d.

De bemaling vangt aan circa 1 dag vóór het graven onder de grondwaterstand; naar verwachting is binnen een etmaal de eerst nodige verlaging bereikt. Ze eindigt na uitharden van het kelderdek zodat de druk op de wanden toelaatbaar is en wanneer er voldoende evenwicht is tegen opdrijven.

Freatische open bemaling.

Aanvullende open bemaling is nodig wanneer genoemde eventuele verticale bronbemaling niet volstaat, bijv. bij storende bodemlagen, oude drainages, e.d. Deze bestaat dan uit het afpompen van een in te graven horizontale drainage, met inzet van een vuilwaterpomp. Naar verwachting is deze niet nodig/zinvol, bij een deugdelijk uitgevoerde bronbemaling.

## 6. Bepaling debiet

Voor een eerste indruk worden er analytische berekeningen gedaan middels het kiezen en invullen van grondwaterformules. Mede om verlagingslijnen in beeld te brengen is deze berekening o.a. gecontroleerd met een modelleringsprogramma.

### analytische berekeningen

In dit geval is o.a. gebruik gemaakt van:

- De theorie van Theis. Voor het berekenen van het tijdseffect in het te verwachten onttrekkingsdebiet en verlagingen op grotere afstand van de actieve bemaling. Deze is toepasbaar voor onttrekking in o.a. van boven dan wel van onder afgesloten lagen, welke een redelijk grote watervoerende hoogte hebben; en wanneer er geen interactie is tussen het (bemalen) grondwater en oppervlaktewater, zodat het extra onttrekkingsdebiet volledig afkomstig is uit bergingsverandering en zijdelingse toestroming. Voor enige beeldvorming (o.a. van het tijdseffect) zijn tabel en grafiek van de berekening, en nadere toelichting, in Bijlage 4 opgenomen.
- Ook zijn berekeningen gedaan met de formule 'De Glee', voor extra check en omdat deze redelijk goed de verlaging en nodige onttrekking in de bouwput simuleert en de verlaging op afstand. Deze is goed toepasbaar voor onttrekking in van boven afgesloten, diepe watervoerende lagen; wat hier min of meer van toepassing is. Toelichting met tabel en grafiek van berekening volgens De Glee geeft Bijlage 5.

### modellering met MWell

In dit advies is de modellering en berekening met MWell gebruikt; deze neemt behalve een gelaagde opbouw, waarmee we o.a. de onvolkomenheid van de onttrekking simuleren, ook het tijdseffect mee. Er wordt rekening gehouden met de hier mogelijk van toepassing zijnde infiltratie door open water; nabij waterpartijen is ook een dempend effect op de verlaging in de deklaag. Het debiet en reikwijdte is een fractie hoger dan met 'de Glee'.

Toelichting en de uitkomsten en het isohypsenbeeld zijn in de Bijlage 6 opgenomen.

### overzicht waterbezwaar bemaling

De uitkomsten van genoemde berekeningen verschillen onderling iets.

Tabel 4 onderscheidt geraamd bouwperioden met debiet en voortvloeiend waterbezwaar.

Tabel 4. Nodige debiet geschat voor de bemaling bij GHG

optie/fasering*	verlaging max. bij GHG vorige tabel	debiet bij GHG	aanname bemaalperiode	totaal debiet
1. bovenlaag ontgraven	n.v.t.	-	-	-
2. start bemalen, graven keldervloer naar -1,95 m peil	1,65 m	105 m <sup>3</sup> /u	14 etmaal	41160 m <sup>3</sup>
3. na stort mixputten en keldervloer (g.w.s. opkomen tot o.k. keldervloer)	1,35 m	85 m <sup>3</sup> /u	14 etmaal	28560 m <sup>3</sup>
4. na gereed dekvloer en voldoende ballasten tot bovenbouw voldoende gewicht heeft	0 m onvoorzien uitloop	22,5 m <sup>3</sup> /u	7 etmaal	3780 m <sup>3</sup>
<b>totaal aanhouden i.v.m. melding</b>	<b>1,65 m</b>	<b>105 m<sup>3</sup>/u</b>	<b>35 etmaal</b>	<b>74000 m<sup>3</sup></b>

(\*) fasering en planning ter beoordeling van de aannemer, evenals het in de praktijk waarnemen van het verloop van het verlagingsniveau. Genoemde verlagingen en/of debieten kunnen tijdens uitvoering verschillen, doordat aannamen afwijken van de werkelijkheid; bij opstarten en iedere volgende fase dient er voldoende te worden bijgesteld.

## 7. Eventuele effecten bemaling op omgeving

### 7.1 Opgetreden effecten van voorgaande bemaling in de nabijheid

Op en nabij de locaties kan men aannemen dat er reeds grondwaterverlagingen zijn uitgevoerd, t.b.v. de aanleg van nabije infra e.d.

Dergelijke verlagingen kunnen invloed hebben gehad, bijvoorbeeld op maaiveldssettingen of verspreiding grondwaterverontreiniging, waardoor de in dit kader te verrichten grondwaterverlaging minder (extra) nadelig effect zou kunnen hebben.

Op voorhand beschouwen we alleen de bemaling van het tegenoverliggend perceel Naardermeer 19, waarvan hier bodemgegevens zijn benut, zie o.a. par. 3.2, omdat ons daarvan gegevens voorhanden zijn.

Daar is een onderkelderde woning aangelegd met vergunning verleend door Waternet voor een grondwaterverlaging van 2,8 m t.o.v. de GHG, met een debiet van 160 m<sup>3</sup>/u en 46.300 m<sup>3</sup> totaal. Voor zover ons bekend is daarvoor een bemaling actief geweest in november en december 2015 met verticale bronnen met filter op circa 6 m –MV; de verlagingen waren dan globaal volgens Bijlage 7.

### 7.2 Verlagingen waterstand

Afgeleid van genoemde (model)berekeningen, is er enig verschil in de verlagingen verwijderd vanaf de onttrekkingslocatie.

De grafiek en tabel van o.a. figuur Bijlage 5 (de Glee) geeft de grondwaterverlagingen relatief en t.o.v. GHG en GLG. Afgeleid van de berekeningen en modellering zijn geraamde verlaginglijnen te zien in figuren bijlage 6 (Mwell), welke we hier aanhouden.

Hieruit volgt dat: de verlagingen t.o.v. de nulstand lopen af in concentrische lijnen evenwijdig aan de bemalingsstreng, iets gedempt nabij waterpartijen. De invloed, hier te definiëren als de 5 cm stijghoogteverlagingsslijn, strekt zich in laag<sub>1</sub>, bij einde diep bemalen uit tot ca. 180 á 350 m uit de bemaling, afhankelijk van voeding waterpartijen e.d.

Om de effecten te beoordelen houdt men de verlaging t.o.v. de lage grondwaterstand, want dan zal evt. effect zich eerder voordoen, t.o.v. eerder opgetreden effecten; dit geldt met name voor zettingen; wanneer er boven de gemiddeld lage stand wordt gebleven kunnen er geen zettingen optreden.

### 7.3 Inventarisatie omgeving i.v.m. mogelijke effecten grondwaterverlaging

In dit rapport is de omgeving geïnventariseerd en beoordeeld vanuit de invalshoek van grondwater.

### 7.4 Effecten i.v.m. grondwaterverlaging

#### Maaiveldzetting

Indien de grondwaterstand verlaagd wordt in de bovenlaag beneden een eerder, over een zekere periode, opgetreden laagste waarde, is er kans op zetting, in en boven de lagen waar grondwaterverlaging optreedt, van evt. aanwezige slappe lagen in de deklaag. In dit geval zijn er volgend de interpretatie van geïnventariseerde grondslag onder de GLG slechts zeer beperkt zettingsgevoelige, kleiig/humeuze, lagen verwacht.

Aansluitend op de hydrologische modellering, zijn er volgens bijlage 6 met de methodiek van M-well ook bepalingen van zettingen gemodelleerd, zie figuur 6.a3.

De constanten/variabelen zijn daar toegelicht, voor een gestandaardiseerde situatie.

Voor de berekende verlaging t.o.v. de GLG, geeft dit mogelijke theoretische maaiveldzetting tijdens de bemaling van circa 4 mm rond het projectterrein, aflopend naar circa 1 mm op 130 m uit de rand van de bouwput. En een verhang is afgeleid van 1/10000 m/m. Van deze theoretische maaiveldzetting en verhang wordt geen algemeen nadelig effect verwacht. NB Zie het gestelde in par. 7.1 en bijlage 7: uitgaande van eerdere grondwaterverlaging voor de kelder woning nr. 19 kan men noordelijk van de bouwput

(waterkering, woningen) geen (extra) zetting door de hier onderhanden bemaling verwachten.

#### Bebouwing en archeologie

De bebouwing in de zeer nabije omgeving, evt. archeologie e.d. is in het algemeen vanwege de onderzochte zandige grondslag in de bovengrond van het bodemonderzoek weinig gevoelig voor zetting of oxidatie t.g.v. een grondwaterverlaging (in de bovenlaag). Volledigheidshalve volgt hier wel een inventarisatie.

Het gebied valt niet binnen een AMK-terrein (archeologische monumentenkaart); er is geen nabije Archis-waarneming (vondst) bekend.

In Figuur 7 zijn de perioden van aanleg, volgens bron, van de bebouwing weergegeven.



*Figuur 7. Ligging bebouwing (bouwput globaal bij ellips) met legenda kleurcode bouwjaar (bron: BAG projectie op Open Streetmap).*

Het projectgebied met de ruimere omgeving maakt geen deel uit van beschermd (dorps)gezicht. Pas vanaf circa 500 m noordelijk (Ridderhoeve Meerlust) en oostelijk (villa Meentwijk) staan er, buiten de invloedssfeer, panden vermeld op de Rijksmonumentenlijst.

Er is op de projectkavel belendende stallen/schuren en bedrijfswoning volgens bron alle met bouwjaar 1984. Mogelijk is hier, binnen de bedrijfspercelen nr. 24, enige ongunstige invloed vanwege ongelijkmatige zettingen van bedrijfsvloeren en aansluitingen e.d.

Verder is er enige verspreide woon-bebouwing aan de overzijde van de sloot. Vanaf 100 m uit de bouwput, Naardermeer nr. 19 reeds eerder besproken met onderkelderde nieuwbouw van 2016. En de daarachter liggende deels met nr. 19 geschakelde huisnr. 23, daterend volgens bron van 1900. Vervolgens, vanaf 200 m uit de bouwput, Naardermeer nr. 17, daterend volgens bron van 1900. Deze ondervinden door de hier besproken bemaling geen nadelige invloed zoals vermeld, ten eerste vanwege de reeds eerder genoemde daar nabij gelegen kelderbemaling Naardermeer nr. 19.

Er wordt op basis van het voorgaande geen nadelig effect verwacht op bebouwing of, zo al aanwezig binnen de invloedssfeer van de bemaling, archeologie.

#### Infrastructuur buiten de projectlocatie en waterkeringtoets

Van deze berekende naar verhouding geringe theoretische maaiveldzettingen en bodemlagen is geen nadelig effect te verwachten op eventuele infrastructuur (leidingen) in de bodem.

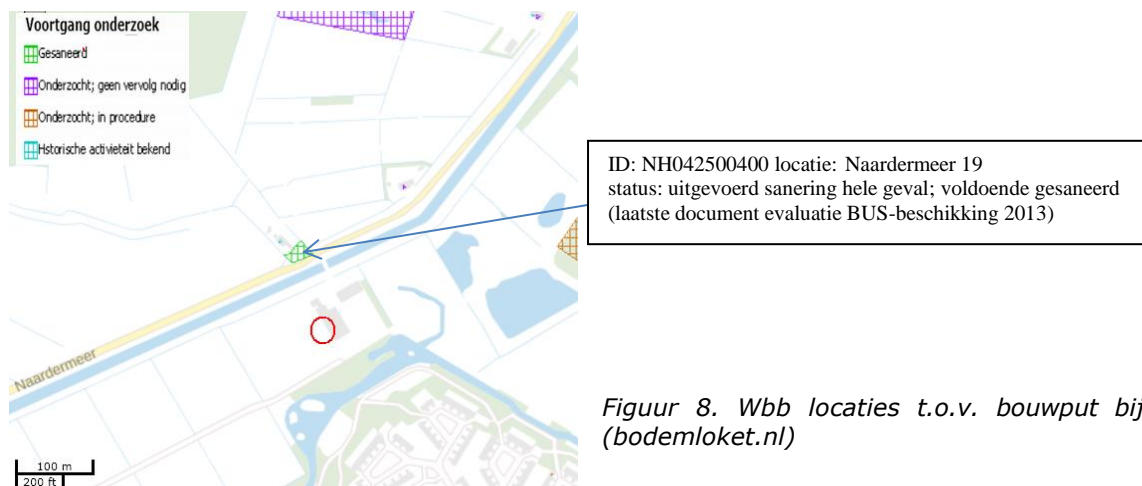
Er zijn secundaire waterkeringen, de meest nabije V251-1 op circa 60 m uit de nabije bouwputrand, zie ook par. 3.5. Dit is binnen de invloedssfeer van de bemaling.

Van de berekende beperkte theoretische maaiveldzettingen wordt geen nadelig effect verwacht. Bovendien, vanwege de reeds eerder toegelichte kelderbemaling Naardermeer nr. 19, was de verlaging en afgeleide theoretische zetting t.p.v. de waterkeringen daar, indertijd voorzien, vergelijkbaar dan wel groter dan nu; zie bijv. de zettingslijnen (figuur 6.a3 versus 7.b2).

De toestand en veiligheid van de waterkering wordt niet (extra) beïnvloed. er is dan geen invloed op de mogelijke faalmechanismen (hoogte, macrostabiliteit, onder- en achterloopsheid, toenemen verticale kweldruk, microstabiliteit en/of bekleding).

#### Verplaatsing grondwater, eventuele grondwaterverontreinigingen en upconing

Op Figuur 8 zijn de nabije geregistreerde gevallen 'Wet Bodembescherming' genoteerd. Alle gevallen binnen de invloedssfeer van de bemaling 'zijn voldoende onderzocht/gesaneerd'.



*Figuur 8. Wbb locaties t.o.v. bouwput bij ellips (bodemloket.nl)*

Gezien de vrij korte duur van de bemaling en de grote diepte van aansluitende diepere lagen is er geen effect op de verticale grondwaterstroming. Derhalve zal er geen beïnvloeding zijn op de ofwel bestaande minimale kwelstroming ofwel minimale infiltratie-wegzijging. Optrekken van de zoet/brakgrens is niet van toepassing.

De voorziene bemaling zal dus geen nadelige invloed hebben op de samenstelling van het grondwater.

Er is op jaarbasis geen meetbare horizontale/verticale verplaatsing t.o.v. de natuurlijke.

#### Invloed grondwaterwinning en overige onttrekkingen

Het projectgebied ligt buiten het beschermingsgebied/zoneringen van grondwaterwinning.

Er zijn geen onttrekkingen/infiltraties van derden in laag<sub>1,2</sub> geregistreerd binnen de invloedssfeer van de bemaling van 0,05 m. Onttrekkingen/infiltraties in diepere lagen dan laag<sub>1,2</sub> ondervinden hier nihil invloed.

Binnen het groeiseizoen is er evt. een ons niet bekende beregeningsbron in bodemlaag<sub>1,2</sub> actief. Door de geringe grondwaterverlaging buiten de bedrijfskavel op de capaciteit van de evt. bron en pompendement verwacht.

#### Natuur, groen, agrarisch landgebruik e.d.

Er is amper effect op groen mogelijk wanneer de bemaling plaats vindt buiten het groeiseizoen. Het groeiseizoen is, afhankelijk van het optredende weer, tussen vroegste eind maart en ten laatste begin oktober.

Vanaf circa 80 m noordelijk en oostelijk uit de bouwput begint de zone van het Naardermeer, zie Figuur 9, een Natura-2000 gebied. Het veenmeer zelf ligt vanaf 700 m NNW; het hele gebied is een 'wetland', met veel oppervlaktewater; de oppervlaktewaterspiegel wordt niet beïnvloed door de bemaling.

De stijghoogteverlagingen zijn in de fase voor de keldervloer in laag<sub>1,2</sub> bij het begin van het N2000 gebied volgens de tabel/grafiek in bijlage 5 maximaal circa 0,35 m bij de GHG; er is dan volgens de tabel geen verlaging meer beneden de GLG.



Er komen voor typen natuurbeheer (NatuurNetwerk) N12.02 (kruidenrijk en faunairijk grasland), A02.01 (botanisch waardevol grasland.), A01.01 (weidevogel-gebied grasland) én A01.03 (ganzenfourageer-gebied). Deze functies (vogels) worden hier niet beïnvloed; ook niet indirect omdat er navolgend geen wijziging blijkt op de (grasachtige) vegetatie.



*Figuur 9. Gebieden met speciale natuurstatus (N2000) t.o.v. bouwput, bij ellips (alterra.nl; projectie Open Streetmap met perceelsgrenzen)*

De eventueel toegepaste landbouw, buiten het bedrijfsperceel ook vanaf circa 80 m uit de bouwput, is weidegrond/hooiland. Gras (weide en kruiden), dat ondiep wortelt, is in deze bodem weinig afhankelijk van grondwater uit de verzadigde zone (van laag<sub>2</sub>); de vochthuishouding is op korte en middellange termijn afhankelijk van de kleig/humeuze structuur van de bovenlaag, welke een goed vochtvasthoudend vermogen heeft. De opbrengstreductie, volgens 'Help'-tabellen, kan in een ongunstig droog voorjaar enkele procenten extra toenemen.

Binnen de invloedssfeer van de bemaling zijn geen beschermende natuurmonumenten.

Op de bomenlijsten (Meetnetportaal, Monumentaltrees) en Bomenverordening komen geen beschermenswaardige bomen voor binnen de invloedssfeer.

Er wordt samenvatten geen nadelig effect verwacht op natuur, groen, en buiten het bedrijfsperceel agrarisch gebruik.

## 7.5 Conclusie en mitigerende maatregelen om nadelige effecten tegen te gaan

Er wordt volgens het voorgaande geen nadelige beïnvloeding verwacht door de voorziene bemaling op de mogelijke items van de inventarisatie.

Er zijn dan ook geen mitigerende maatregelen van toepassing, die een eventuele nadelig effect zouden moeten tegengaan. Uiteraard dient de grondwaterverlaging en bemalingsduur zo beperkt mogelijk te worden gehouden.

## **8. Lozing en effecten ontvangend watersysteem.**

In dit gebied is voor zover ons bekend geen rioleringstelsel aanwezig dat duurzaam geschikt is voor het vrij hoge debiet.

Bovendien is het beleid van bevoegd gezag om bronbemalingen direct te laten lozen op geschikt oppervlaktewater, dan wel te herinfiltreren.

Aan herinfiltreren zijn hier technische nadelen verbonden, gelet op het volgende:

- het gehalte aan opgelost ijzer én zuurstof in het grondwater is vrij hoog;
- de onttrekking is met de voorgesteld vacuümbemaling geen 'gesloten' systeem én er treedt onderdruk (zuigpompen) op, waardoor het water intensief belucht wordt vóórdat het retourbemaling zou worden; dit zou leiden tot onherstelbare verstoppingen in de bodem rond de retourbronnen, waardoor alsnog gemiddeld genomen meer dan 70% van de onttrekking geloosd moet worden;
- indien de onttrekking wel middel een 'gesloten' systeem moet, zou de bemaling uitgevoerd moeten worden door een drietal diepwellen, met voldoende diep afgesteld filter; het totale debiet zou ook bij een goede verdeling (groot aantal) van de diepwellen ruim 150% worden.

En het uitgangspunt is dat bij lozen op open water het opgepompte grondwater op termijn deels mee herinfiltrereert, zie ook hoofdstuk 'vergunningen'. In kwelgebieden zou de voeding naar waterpartijen t.p.v. de grondwaterverlaging iets afnemen, wat dan weer gecompenseerd wordt waar het debiet in dat water wordt geloosd.

In dit kader wordt voorgesteld te lozen op de nabije Karnemelksloot, globaal volgens Figuur 10, gunstig bereikbaar met een afvoerleiding; onder de perceelsontsluitingsweg kan deze ingegraven worden.



Figuur 10. Voorstel lozingsleiding (rood) naar hydrovak 4000\_2937 en peilbuizen (X) (projectie Google Earth 2017)

Het is boezemwater, een primaire watergang; op de afvoercapaciteit heeft het in verhouding beperkte lozingsdebiet geen invloed.

Beleid van het waterschap is om de verontreiniging van de ontvangende waterpartij zoveel mogelijk te beperken en te toetsen aan het stand-still beginsel.

Men houdt aan dat de kwaliteit in ieder geval niet achteruit gaat wanneer:

- het zuurstofgehalte van de lozing tenminste 5 mg/l is;
- het ijzergehalte (som Fe<sup>2+</sup> en Fe<sup>3+</sup>) van de lozing niet hoger is dan 5 mg/l;
- het stikstofgehalte in het oppervlaktewater door de lozing niet hoger wordt dan 5 mg/l.
- het gehalte onopgeloste stoffen in enig steekmonster van de lozing ten hoogste 50 milligram per liter bedraagt;
- als gevolg van het lozen geen visuele verontreiniging optreedt.

Op voorhand wordt geadviseerd toepassing van een goed gefilterd onttrekkingssysteem, met bij het lozingspunt een beluchtungs- en bezinkbak afgestemd op de lozing.

Er zijn dan geen directe nadelige effecten op het ontvangende watersysteem.

## 9. Vergunningen, meldingen, heffingen

Voor het onttrekken en lozen van het grondwater is, in het kader van de "Waterwet", in dit geval het bevoegd gezag het waterschap. Het gebied valt onder waterschap "Amstel, Gooi en Vecht". Dit waterschap heeft haar uitvoeringsorganisatie ondergebracht in het geheel van 'Waternet'.

Zie uit haar keur grondwater (2009) en Beleidsregels (2011), onze Tabel 5a en 5b.

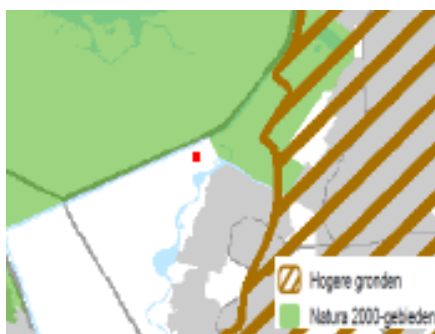
Tabel 5a. Art. 15.5 Samenvattende tabel Beleidsregel Grondwateronttrekkingen

Doel onttrekking		niet vergunningplichtig als	vergunningplichtig als
Bron- bemaling /  bodem- sanering (grond- (water)- sanering)	buiten hogere gronden	< 5 m <sup>3</sup> /uur <b>en</b> korter dan 1 week -> zonder melding (KV art. 13.9)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• &lt; 15.000 m<sup>3</sup>/maand <b>en</b></li> <li>• &lt; 50 m<sup>3</sup>/uur <b>en</b></li> <li>• korter dan 6 maanden</li> </ul> -> met melding (KV art. 13.3)
	op hogere gronden *	<ul style="list-style-type: none"> <li>• &lt; 65.000 m<sup>3</sup>/maand <b>en</b></li> <li>• &lt; 150 m<sup>3</sup>/uur <b>en</b></li> <li>• korter dan 6 maanden</li> </ul> -> met melding (KV art. 13.3)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• &gt; 15.000 m<sup>3</sup>/maand <b>en/of</b></li> <li>• &gt; 50 m<sup>3</sup>/uur <b>en/of</b></li> <li>• langer dan 6 maanden</li> </ul> -> met vergunning (B1+B2+B3)

\*: met uitzondering van Natura 2000-gebieden met een 100 meter brede zone eromheen

Volgens Figuur 11 valt het projectgebied:

- juist buiten deze zone 'hoge gronden';
- juist niet ligt binnen Natura-2000 gebied, of (vrijwel) minder dan 100 m daaruit.



Figuur 11. Begrenzing Hoge Gronden en N2000 gebieden (collage uit Keur waterschap AGV)

Lid 2. Indien de onttrokken hoeveelheid grondwater voor bronbemaling meer dan 15.000 m<sup>3</sup> per maand bedraagt, dient het onttrokken grondwater binnen een straal van 500 meter van het onttrekkingspunt in de bodem te worden teruggebracht in het zelfde watervoerende pakket. (Het gaat daarbij om het terugbrengen van het water in hetzelfde watervoerende pakket. Dit is bedoeld om afname van kwel te voorkomen. Het terugbrengen van het water in hetzelfde watervoerende pakket is vaak ook mogelijk door het water in het oppervlaktewatersysteem te brengen, van waaruit het kan infiltreren naar het grondwatersysteem.)

Tabel 5b. Art. 17.5 Beleidsregels aan en afvoer lozen en onttrekken van (oppervlakte)water

Activiteit	boezemwateren		Primair water, niet zijnde boezemwateren en secundaire wateren		
Aanvoeren naar of lozen op	minder dan 500 m <sup>3</sup> per uur (KV art 12.1 en 12.2)	Minder dan 90 m <sup>3</sup> per uur (KV art 12.1 en 12.2)	Minder dan 90 m <sup>3</sup> per uur (K.V art 12.1 en 12.2)	Meer dan 90 m <sup>3</sup> per uur met vergunning (B1)	
Afvoeren van of onttrekken uit	Minder dan 90 m <sup>3</sup> per uur (KV art 12.1 en 12.2)		Minder dan 20 m <sup>3</sup> per uur (K.V art 12.1 en 12.2)	Minder dan 50 m <sup>3</sup> per uur en meer dan 20 m <sup>3</sup> per uur (K.V art 12.1 en 12.2)	Meer dan 50 m <sup>3</sup> per uur met vergunning (B1)

Op basis van hier gehanteerde onderzoeken gaan we ervan uit dat:

- vanwege het volgens de berekening (Tabel 4) verwachte overschrijden van debietgrenzen, er vergunning nodig is voor het onttrekken;
- volstaan kan worden met een melding voor het lozen (bij rechtstreeks lozen op boezemwater volgens voorgaand hoofdstuk en schets).

Op voorhand is het raadzaam een vergunning voor de onttrekking aan te vragen (Waterwet). En hierbij tevens toestemming voor de lozing op oppervlaktewater te vragen (Besluit lozen buiten inrichtingen). Hiervoor dient men een vergunningonderbouwend bemalingsadvies in te dienen; het voor u liggende rapport is daarvoor bedoeld.

Voor het onttrekken/lozen dient men, ook na verkrijgen van vergunning:

- tevoren een monitoringplan en een bemalingsplan in te dienen; het voor u liggende advies kan hiervoor tevens in hoofdlijnen dienen;
- tevoren bij het waterschap een schriftelijke startmelding te doen, en na afloop een einde-melding.

De startmelding bij het waterschap, dient begeleid te gaan met:

- situatieschets met lozingspunten;
- het gemiddelde en maximale lozingsdebiet (m<sup>3</sup>/uur);
- indien nodig analyseresultaten van het grondwater (bemonsterd op parameters: Zuurgraad, IJzer, CZV, Chloride, Onopgeloste bestanddelen, Arseen, Kjeldahl-stikstof, Ammoniumstikstof, Fosfaat en Sulfaat); op voorhand is dit niet nodig.

De proceduretijd vóór evt. verstrekking van een vergunning is voor het onttrekkingsdeel ca. 13 weken, na het indienen van een ontvankelijke aanvraag. Eén en ander is nader te overleggen met het waterschap (i.c. Waternet).

Heffingen e.d.

Er zijn legeskosten voor de vergunningen. Voor elke lozing op oppervlaktewater of in de riolering dient verontreinigingsheffing dan wel zuiveringsheffing te worden betaald. Tot voor kort was deze afhankelijk van de vervuilingsgraad circa € 55 per 1000 m<sup>3</sup> geloosd (grond)water. Alle kosten i.v.m. onttrekken en lozen van water, legeskosten, eventuele provinciale heffing e.d. zijn op te vragen bij Waternet.



## 10. Monitoring, controle.

### Waterkwaliteitsanalyse.

In overleg met waterschap blijkt of er bemonstering nodig is; in ieder geval dient men te zorgen voor zandvrije lozing door het gebruiken van onttrekkingsfilters met een niet te grove spleet, of indirecte bemaling, en een zandvangbak.

### Debietmeting.

De onttrekking (en lozing) dient bij voorkeur continue bemeten te worden. De debietmeter dient voorzien te zijn van een geldige keuring en moet zo zijn ingebouwd en onderhouden dat deze een juiste meting garandeert; standen worden dagelijks bijgehouden en geïnterpreteerd. Hiervoor kan een meetstaat dienen.

### Peilbuizen.

De grondwaterverlaging binnen de bouwput (afzinkkelder) dient niet dieper te zijn dan nodig in de bouwphase, en in geen geval meer dan 0,5 m onder de ontgraving. Hiervoor kunnen peilbuizen aan weerszijden direct in het talud naast de kelderwand volgens de lozingsschets Figuur 11 peilbuis 1 en 2 bouwput worden geplaatst.

Omdat er op het terrein naast de bouwput reeds 2 NITG peilbuizen zijn met lange meetreeks, zie Bijlage 3, is de globale locatie ook op die figuur genoteerd. Geadviseerd wordt deze ook op te nemen in de monitoring om de invloed op enige afstand van de bouwput vast te leggen.

Het is zinvol het waterpeil in alle buizen 1 keer per werkdag tijdens de bemaling te meten en een keer 2 resp. 1 week voor start en 1 week na einde bemaling. En dit vast te leggen in een meetstaat en meteen te beoordelen.

### Controle en actie.

Verder dient de bemaling tijdens werktijden continue visueel gecontroleerd te worden op juiste werking (niet te weinig of te veel verlagen). Verder dient de bemaling en lozing tijdens werktijden visueel gecontroleerd te worden op juiste werking. En wanneer in de betreffende fase de bouwput gevaar loopt voor stabiliteit dient er voldoende bedrijfszekerheid te zijn én buiten werktijden in overleg met uitvoering via een storingscontrole; zie ook het gestelde bij het bemalingssysteem.

Indien er overschrijding verwacht wordt van debieten, grondwaterdalingen, dient dit terstond aan de bouwbegeleiding te worden gemeld, voor nader overleg en passende maatregelen.

### Algemeen.

In verband met de graafwerkzaamheden, inzet materieel, bemaling e.d. is het gebruikelijk en raadzaam een bouwkundig inspectierapport te doen opstellen van de tenminste de directe belendingen. Hiervoor schakelt men een expertisebureau in dat een plan opstelt.

Op basis van de bevindingen van dit rapport lijken er op voorhand geen monitoringsmiddelen (buiten de projectkavel) nodig vanuit de invalshoek bemaling.

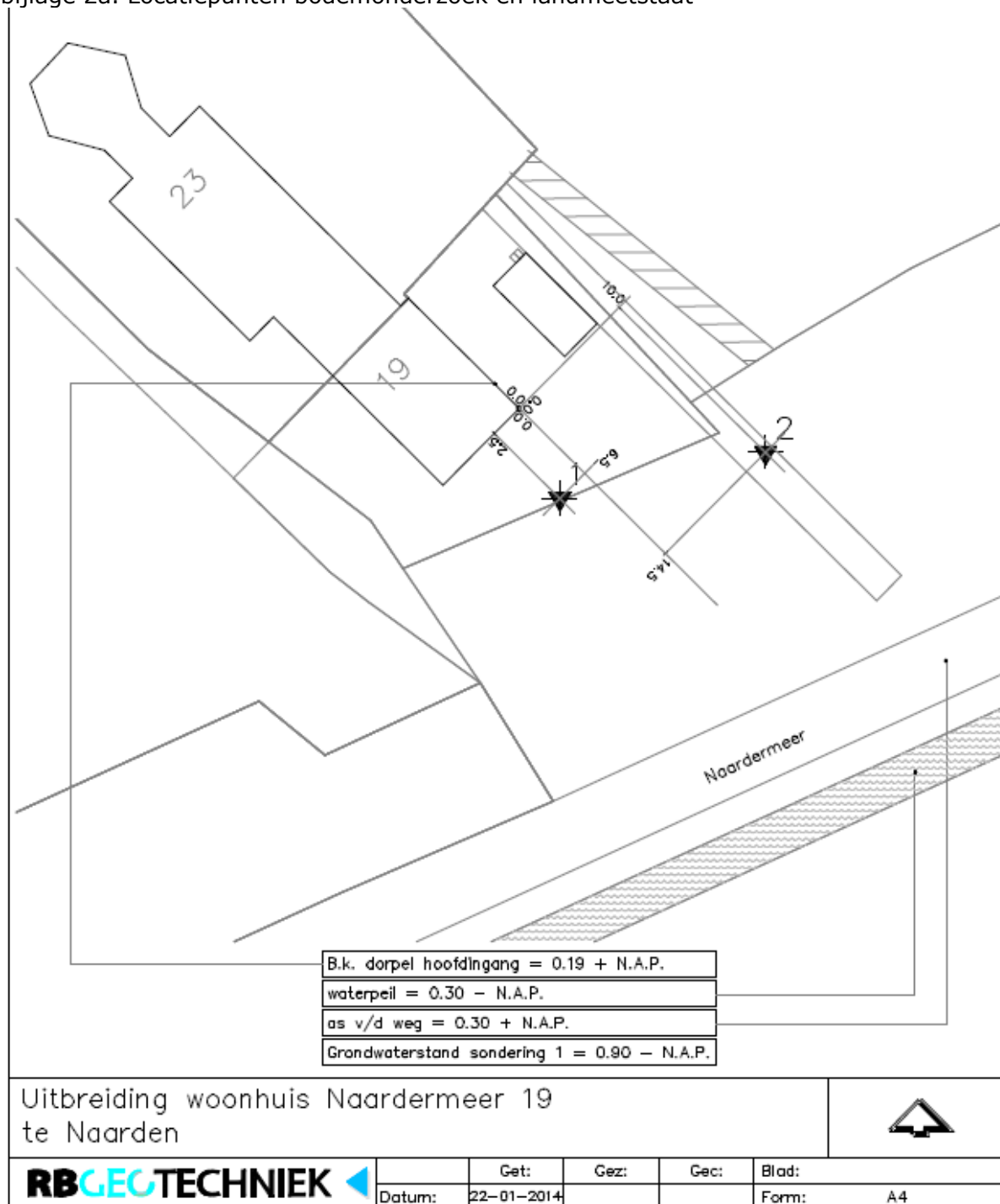
\*\*\*\*\*



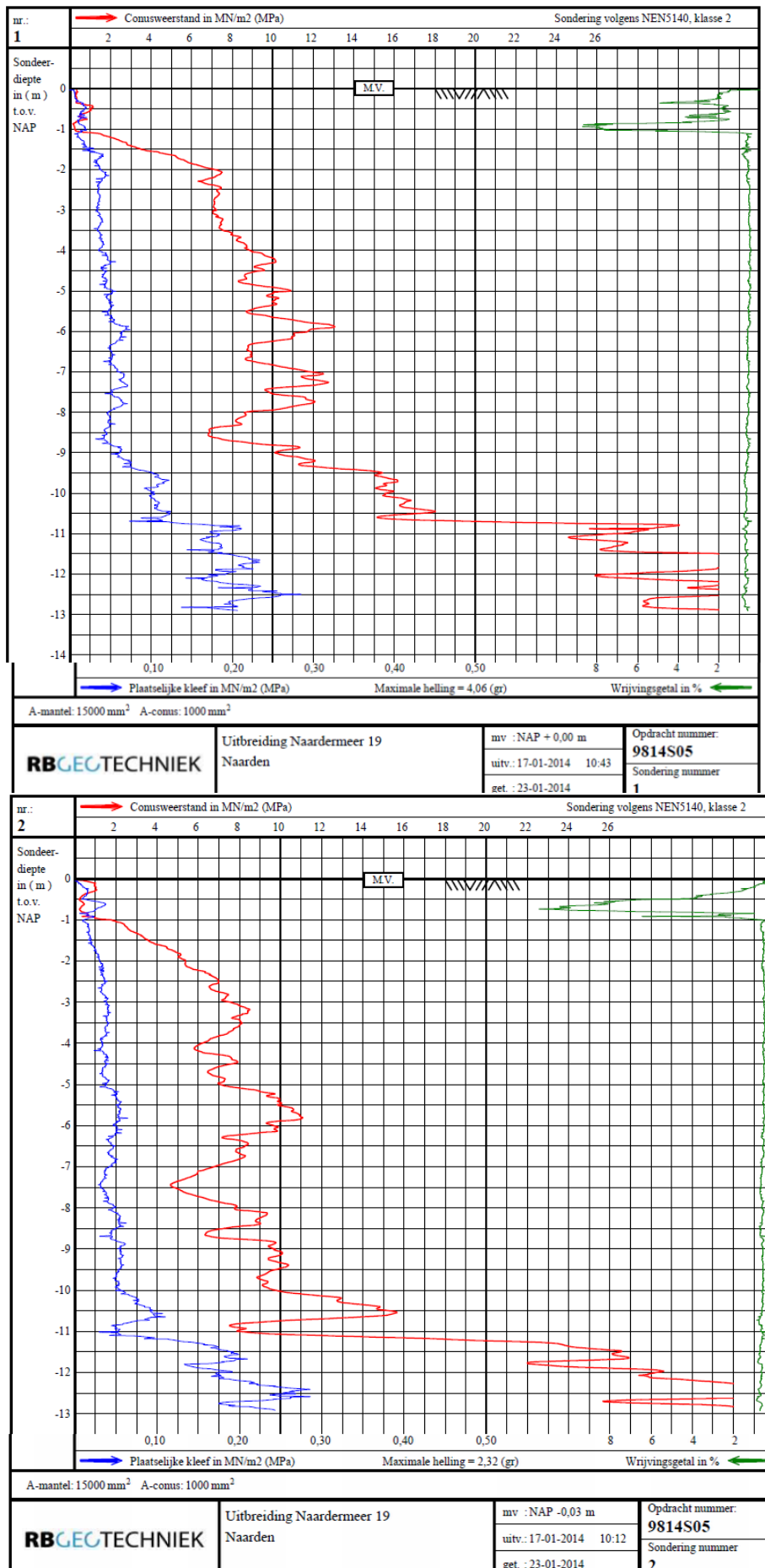


bijlage 2. Geotechnisch bodemonderzoek nabij (bron: zie par. 4.2, uit archief)

bijlage 2a. Locatiepunten bodemonderzoek en landmeetstaat

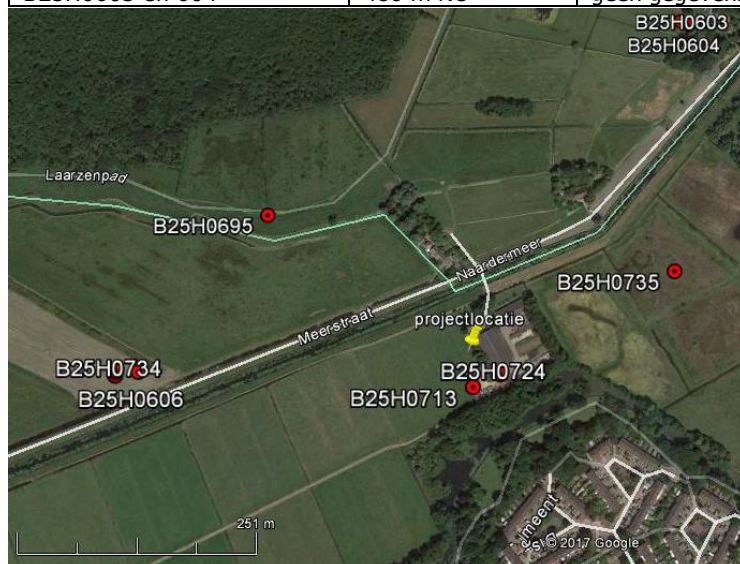


bijlage 2b. Grafieken beide sonderingen (zie par. 4.2: vanaf 80 m noordelijk van project): volgende blz.

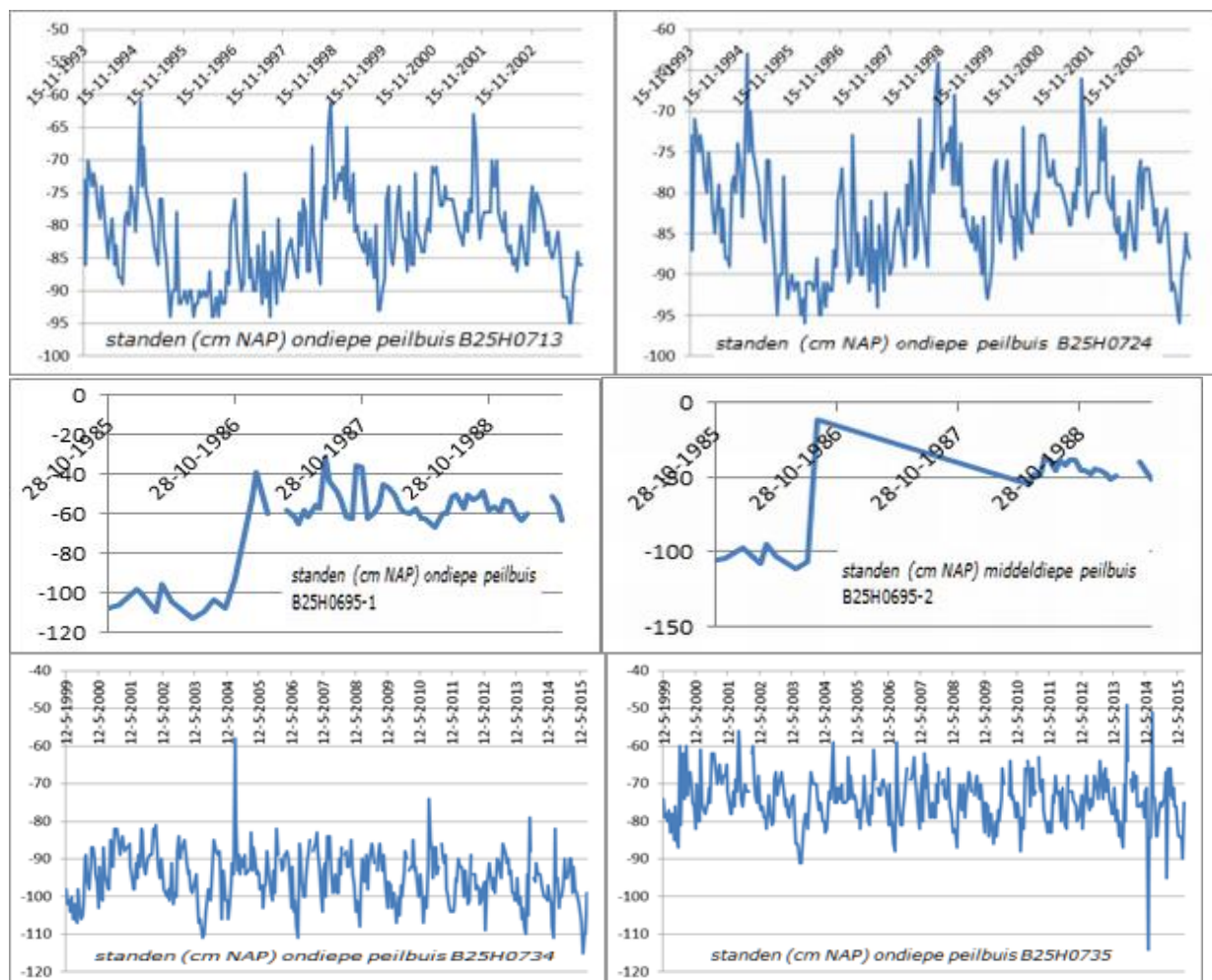


bijlage 3. Gegevens geselecteerde peilbuizen van Dinoloket

NITG-nr.; reeks	ligging projectlocatie	uit	maaiveld	filtertraject buis
B25H0713; einde 2003	10 m ZW		-0,26 m NAP	-2,0 á -2,5 m NAP; laag <sub>1/2</sub>
B25H0724; einde 2003	10 m ZO		-0,18 m NAP	-2,6 á -3,1 m NAP; laag <sub>1/2</sub>
B25H0695-1; einde 1989	270 m NW		-0,71 m NAP	-2,8 á -3,3 m NAP; laag <sub>1/2</sub>
B25H0695-2; einde 1989	als B25H0695-1		-0,71 m NAP	-5,2 á -5,7 m NAP; laag <sub>2</sub>
B25H0734; tot 2016	350 m O		-0,50 m NAP	-4,8 á -5,3 m NAP; laag <sub>2</sub>
B25H0735; tot 2016	250 m W		-0,13 m NAP	-3,5 á -4,0 m NAP; laag <sub>2</sub>
B25H0603 en 604	480 m NO		geen gegevens op Dinoloket	



Figuur. Locatie peilbuisnummers Dinoloket t.o.v. projectlocatie ('speld')



bijlage 4. Berekening 'Theis' verlaging op afstand uit de bemalingsbron, op enkele tijdstippen.

I.v.m. met het simuleren van aangenomen waterremmende tussenlagen en het onvolkomen zijn van de onttrekking (horizontale filters reiken alleen in de bovenste meter van het watervoerende pakket en de horizontale oppervlakte is beperkt) een aangepaste  $kD$  (' $T'$ '=transmissivity) toegepast. De bergingscoëfficiënt (' $S'$ ', storativity) is vrij hoog genomen i.v.m. het freatische karakter van deze bemaling.  $B$  wordt hier niet ingevoerd, is bij gebruik Hantush-Jacob.

NB, berekening is slechts indicatief, zie verder de Mwell-modellering.

Gehanteerde formule van Theis:

$$s = \frac{Q}{4 \cdot \pi \cdot kD} \cdot W(u), \text{ waarbij } u = \frac{\mu \cdot r^2}{4 \cdot t \cdot kD}, \text{ waarin:}$$

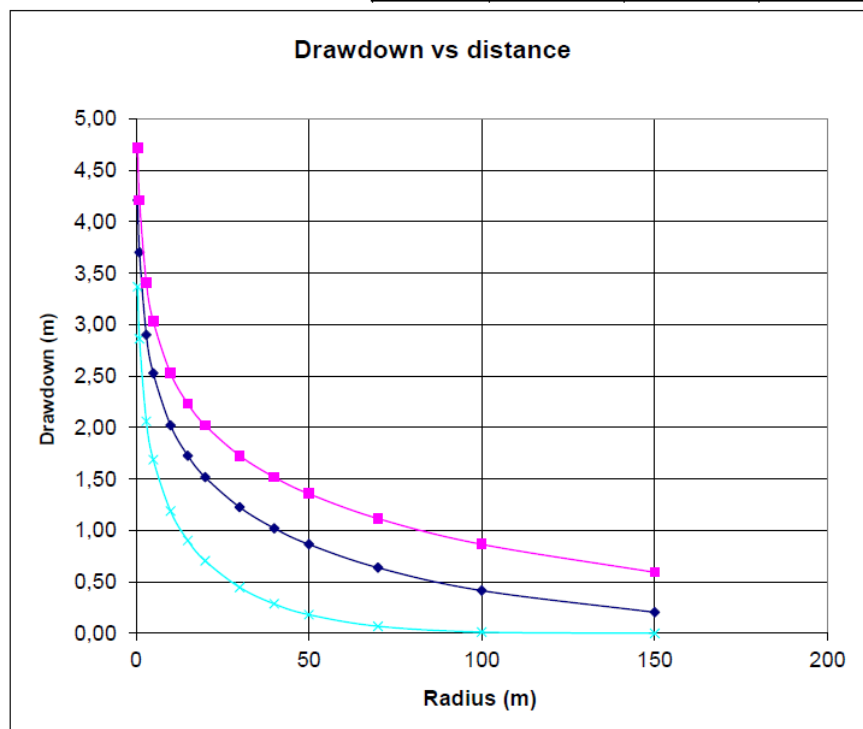
- $s$  = verlaging op afstand  $r$  (m)
- $Q$  = debiet (m<sup>3</sup>/d)
- $kD$  = doorlaatvermogen (m<sup>2</sup>/d)
- $\mu$  = bergingscoëfficiënt (meewerkend poriënvolume) (-)
- $r$  = afstand tot onttrekkingsfilter (m)
- $t$  = tijd (d)
- $W$  = putfunctie (-)

De volgende tabel en grafiek bij gehanteerde parameters is voor putonttrekking 86 m<sup>3</sup>/u:

Distance-drawdown calculations  
using Theis equation

Aquifer parameters		
<b>T</b>	450	m <sup>2</sup> /d
<b>S</b>	0,2	
<b>B</b>		
Pumping rate		
<b>Q</b>	23,9	l/s

Time (days)	0,5	5	20
Radius (m)	Drawdown (m)	Drawdown (m)	Drawdown (m)
0,5	3,367	4,208	4,714
1	2,861	3,702	4,208
3	2,059	2,899	3,406
5	1,688	2,527	3,033
10	1,187	2,021	2,527
15	0,901	1,726	2,231
20	0,705	1,517	2,021
30	0,446	1,225	1,726
40	0,286	1,021	1,517
50	0,182	0,865	1,356
70	0,069	0,638	1,115
100	0,013	0,415	0,865
150	0,000	0,204	0,593



bijlage 5. Berekening 'De Glee': debiet verlaging bij GHG, GLG in functie van afstand

Door ons is i.v.m. met het simuleren van waterremmende tussenlagen en het onvolkomen zijn van de onttrekking (de filters reiken alleen in de bovenste meter van het watervoerende pakket en de horizontale oppervlakte is beperkt) een aangepaste kD toegepast.

NB, berekening is slechts indicatief, zie verder de Mwell-modellering.

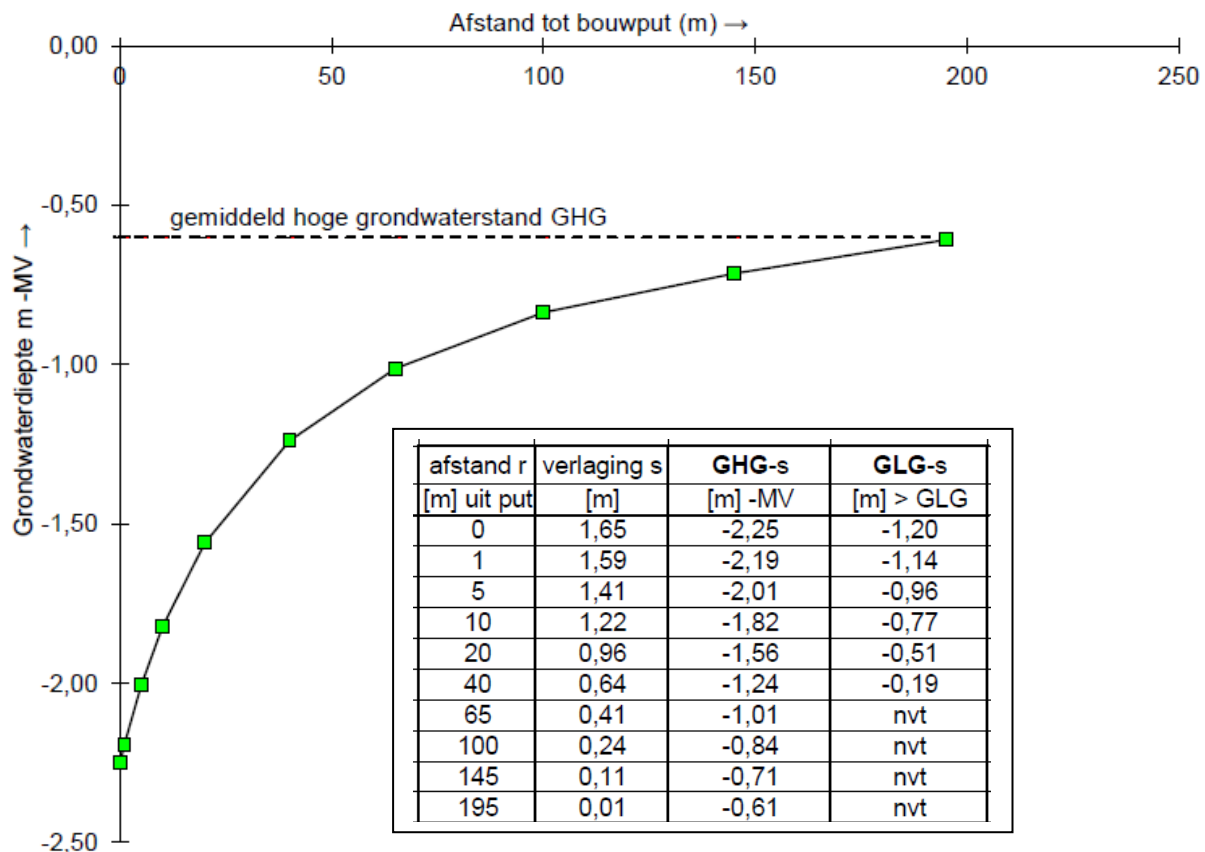
Gehanteerde formule van De Glee:

$$H - h = \frac{Q}{2 \cdot \pi \cdot k \cdot D} \cdot K_0(r/\lambda)$$

Hierin is:

Q	= totaal onttrekkingsdebiet, na eindverlaging	[m <sup>3</sup> /uur]
k	= doorlatendheidscoëfficiënt watervoerend pakket	[m <sup>1</sup> /dag]
H-h	= S <sub>(r)</sub> : verlaging van het grondwater op afstand r (m)	[m <sup>1</sup> ]
D	= dikte watervoerend pakket	[m <sup>1</sup> ]
r	= afstand tot onttrekkingsput	[m <sup>1</sup> ]
K <sub>0</sub>	= gemodificeerde Besselfunctie	[-]
λ	= berekende lekfactor (spreidingslengte)	[-]

Onderstaande figuur geeft tabel en verhanglijn bij gehanteerde parameters, voor de betreffende fase.



Figuur. Verhanglijn de Glee in stationaire situatie van maximum verlaging (bij GHG), volgens geohydrologische parameters. Onvolkomen bemaling ( $kD_{\text{effectief}}=400 \text{ m}^2/\text{d}$ ) laag<sub>1,2</sub>= -86,3 m<sup>3</sup>/u, stationaire situatie verlaging fase 2: graven tot onderkant keldervloer. Tevens geeft de tabel het niveau op afstand dat de verlaging, bij GHG onder maaiveld reikt. En de verlaging onder de GLG van onze tabel 'raming grondwaterstanden'.

## bijlage 6. Modellerings bemaling MWell: contouren verlaging en theoretische zetting

### Achtergrond MWell.

Voor het bepalen van het benodigde debiet bij het behalen van de gewenste grondwaterstandsverlaging, is gebruik gemaakt van het computer-rekenprogramma MWell, versie-3.3 (2012) van Deltares. MWell gaat uit van verticale inhomogeniteit van de aanwezige grond (laagopbouw). De laagopbouw wordt in het hele projectgebied gelijk aangenomen, wat hier volstaat. In MWell worden de verlagingen niet-stationair (n.l. afhankelijk van de tijd) bepaald.

Ook is hier het programma benut voor berekening van de benaderde theoretische zettingen: afhankelijk van de tijd en uitgevoerd met visualisering van (zettings)lijnen.

Voor de zettingsberekening maakt het programma gebruik van de theorie van Darcy voor grondwaterstroming en die van Hooke, voor samendrukking.

Onder wordt er nog wat parameters besproken; voor meer toelichting van MWell verwijzen we naar de site: 'deltaressystems.nl'.

### Gehanteerde parameters MWell.

Ten aanzien van de grondopbouw en grondwaterstanden, bemalingsduur e.d. zijn de uitgangspunten van voorgaande hoofdstukken aangehouden, zie met name de bodemopbouw, hoofdstuk 4.

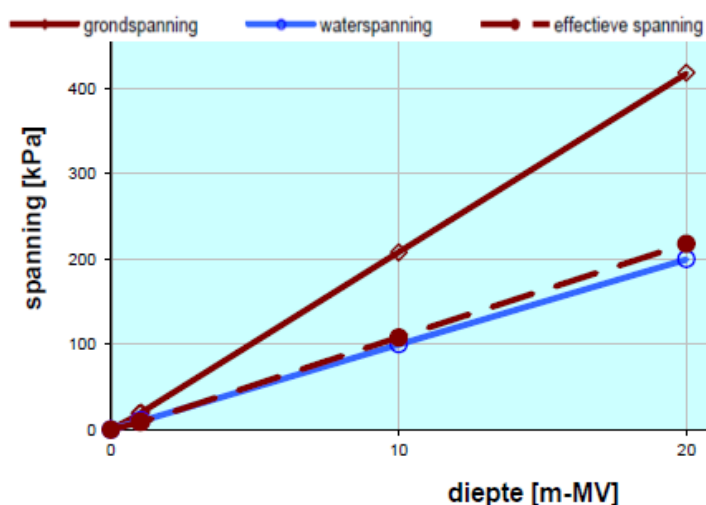
De bepaling van de grondparameters ten behoeve van de bemalingsberekeningen is uitgevoerd op basis van het beschikbare grondonderzoek en er is een interpretatie gemaakt met behulp van omliggend grondonderzoek, rekening houdend met NEN 6740:2006-tabel 1.

Tevens is MWell benut voor (onderstaande figuur-b) visualisering van de theoretische zetting, Hiervoor gebruikt het programma o.a. in de bovenstaande tabel genoemde waarden voor:

- $k$ , de hydraulische doorlatendheid: bij waterremmende laag/toplaag betreft dit de verticale (weerstand), bij watervoerende laag/toplaag betreft dit de horizontale doorlatendheid;
- $E_{oed}$ , de verticale samendrukbaarheid/rek (oedometer-stijfheid), berekend op halve dikte van de laag:  $E_{oed} = \frac{2,3 \cdot \sigma}{CR}$ , als functie van de verticale effectieve spanning  $\sigma$  en consolidation ratio CR, zijnde de minimale waarde (worst case); in geval van eerder opgetreden belasting is van toepassing  $E_{oed} = \frac{2,3 \cdot \sigma}{RR}$ , als functie van de reconsolidation ratio RR, zijnde de maximale waarde (volgens toelichting van Deltares bij dit model, geeft toepassing van deze waarde in de praktijk een realistische schatting).

Hier is gebruikt, voorkomend over het projectgebied en directe omgeving: gemiddelde situatie en uitgaande van dat lagen homogeen zijn, en MV is +0,1+ m NAP:

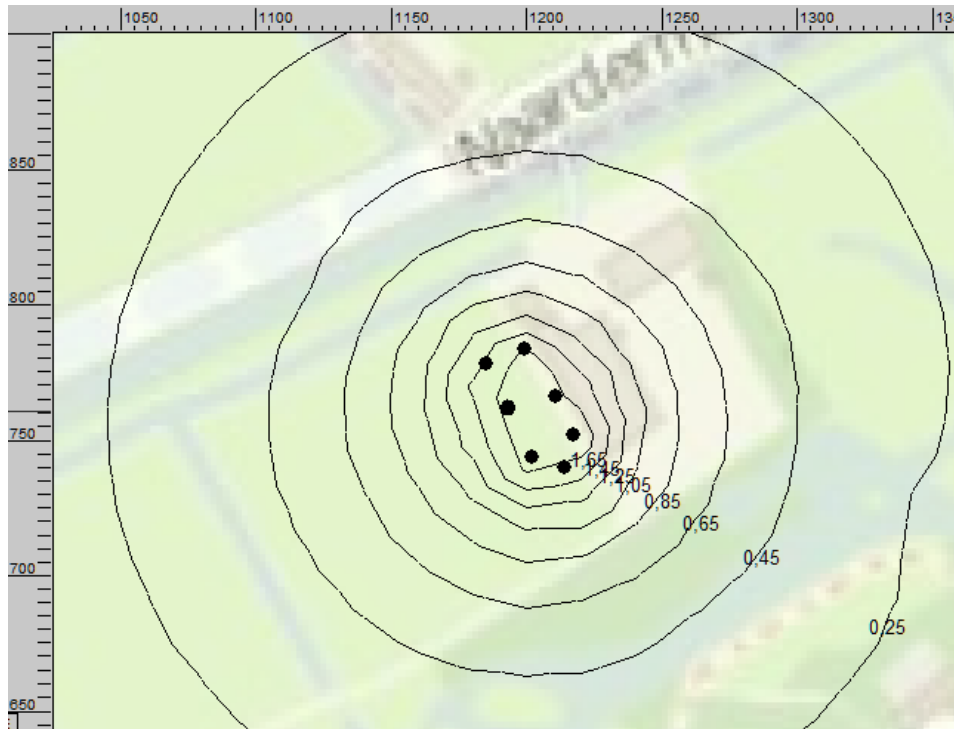
- laag<sub>1a</sub>: klei, organisch matig vast (van 0,95 tot 1,0 m -MV, onder GLG):  $E_{oed}$ -gemiddeld (halve dikte van de laag; o.b.v. RR))= 900 kPa;
- laag<sub>1b</sub>: klei, organisch matig vast (tot 1,1 m -MV; hiervan onder GLG tot -1,05 m MV):  $E_{oed}$ -gemiddeld (halve dikte van de laag; o.b.v. RR))= 730 kPa;
- laag<sub>2a</sub>: zand, schoon, middelfijn tot matig grof, vast (tot 10 m -MV):  $E_{oed}$ -gemiddeld (halve dikte van de laag; o.b.v. RR))= 175000 kPa;
- laag<sub>2b</sub>: zand, schoon, middelfijn tot grof, vast (tot 20 m -MV):  $E_{oed}$ -gemiddeld (halve dikte van de laag; o.b.v. RR))= 488000 kPa.



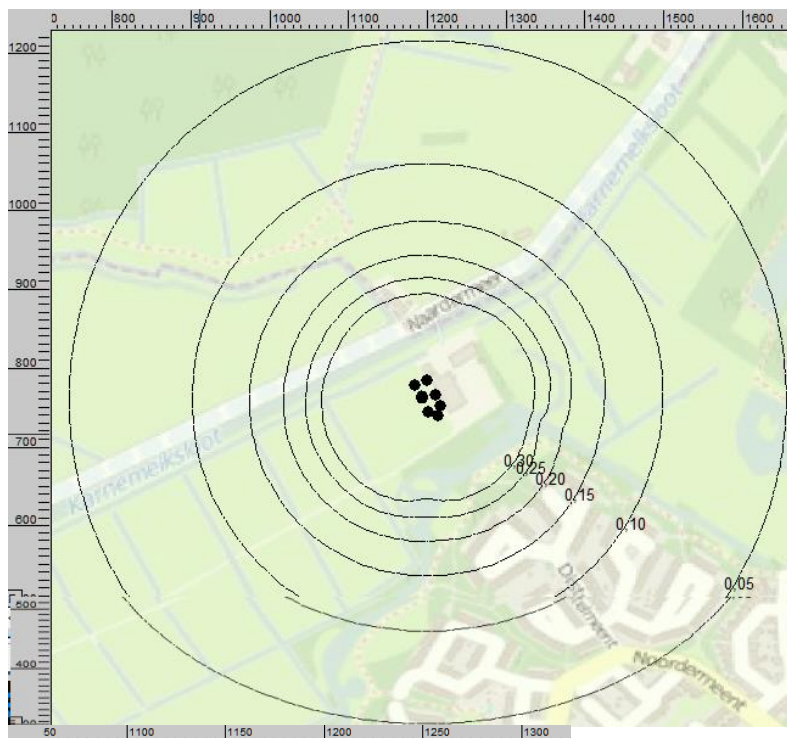
Het verloop van de grondspanning e.d. is dan volgens naastliggende figuur.

Hierna volgt enkele output van de modellering.

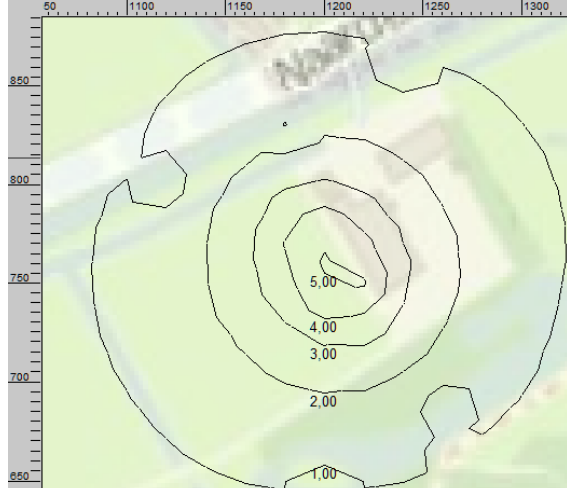




Figuur 6.a1. Gr.w.verlaging bouwput laag<sub>1,2</sub>, contouren in meters (per 0,2 m); 168 uren-na-start debiet 7 fictieve bronnen rond/in de bouwput uit laag<sub>1,2</sub>; totaal - 105 m<sup>3</sup>/u; enige voeding waterpartijen. Zie tabel: nodig bij ongunstige GHG diepste verlaging over bouwput 1,65 m: voldoet.



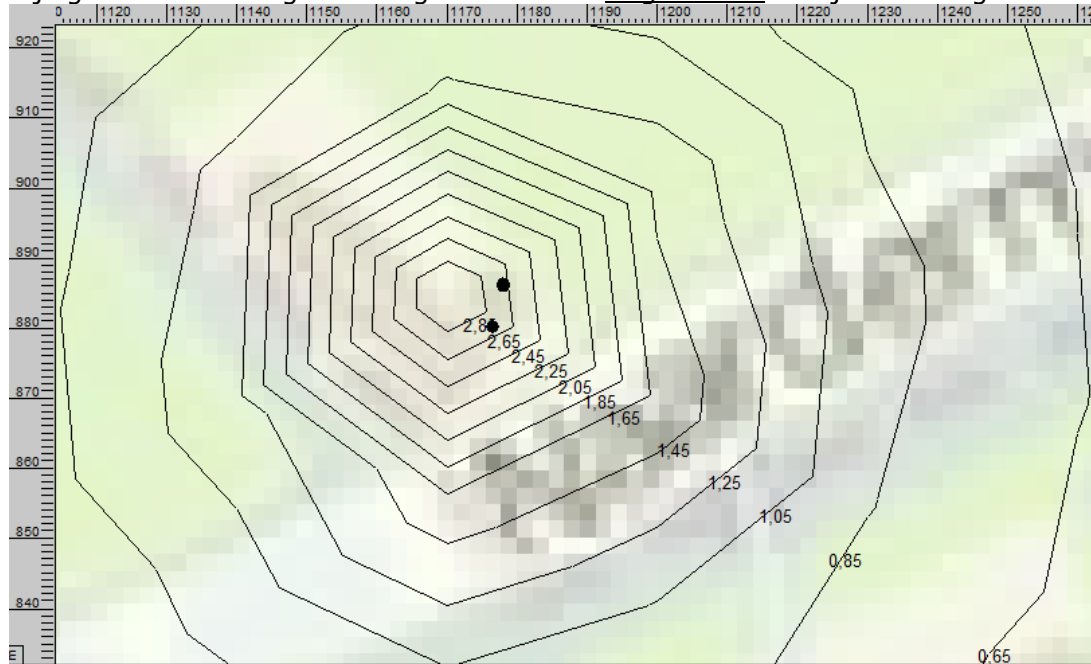
Figuur 6.a2. Gr.w.verlaging omgeving laag<sub>1,2</sub> contouren in meters (per 0,05 m tot 0,25 m); dag-13-na-start, verder bemalen exact als figuur a1. (bij GHG); contour v=0,05 m op max. 400 m uit nabije rand bouwput.



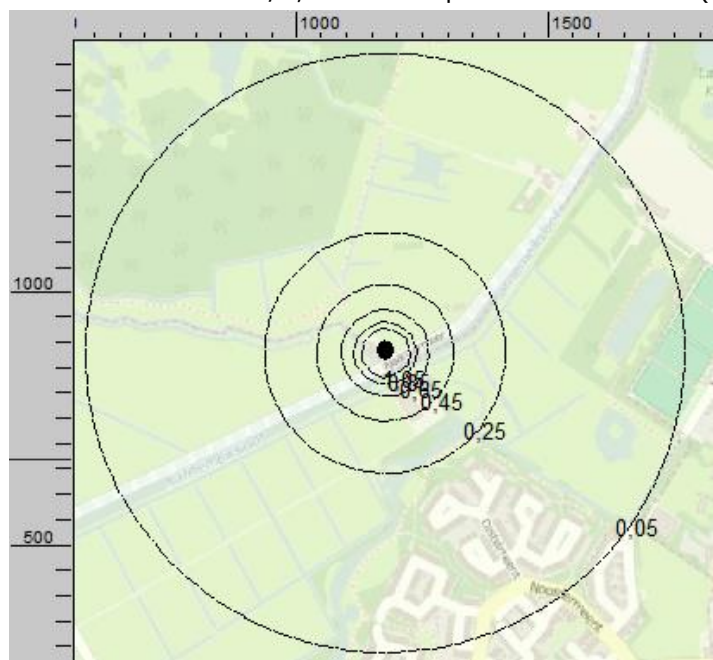
Figuur 6.a3. Theoretische zettingslijnen (van maaiveld totaal alle lagen onder GLG, per 1 mm) voor situatie van gemiddelde opbouw over gebied kleiige/humeuze lagen onder GLG. Eind-dag-28-na-start-bemalen; bronnen en debiet als fig. a1/a2.

Af te leiden: zetting: ca. 4 mm direct naast de bouwput en op 130 m 1 mm; verhang van 4 naar 3 mm over afstand van ca. 10 m. NB uitgaande van geen eerdere grondwaterverlaging. Zie het gestelde in par. 7.1 en bijlage 7.

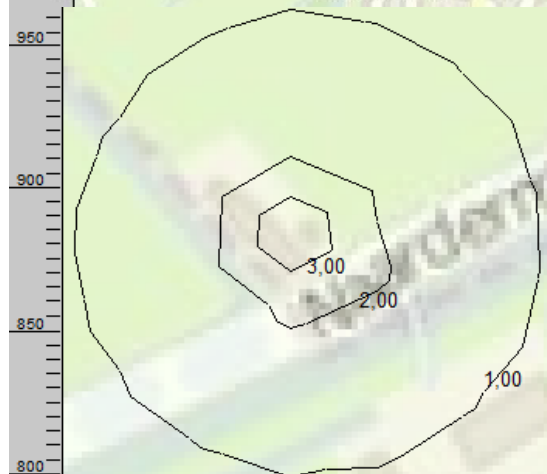
bijlage 7. Modelling bemaling Mwell reeds uitgevoerde nabije bemaling Naardermeer 19



Figuur 7.a1. Grondwaterverlagings bij ontgraving bemaling Naardermeer 19, bij GHG. Isohypsens per 0,2 m afgedrukt t/m 0,8 m; eind-2 etmalen-na-start bemalen met debiet 2 fictieve bronnen; debiet totaal -170 m<sup>3</sup>/u; infiltratie openwater 0% debiet (v= 2,8 m over putbodem)



Figuur 7.a2. Grondwaterverlagings bemaling Naardermeer 19 wijdere omgeving GHG. Isohypsens per 0,2 m afgedrukt 1,05 t/m 0,05 m; exact als figuur-a.2 maar eind-12 etmalen-na-start bemalen; v=0,05 m op 670 m.



Figuur 7.b.2. Theoretische zettingslijnen situatie bemaling project, exact als figuur-b1 (verlagings t.o.v. GLG), eind-dag-12-na-start bemalen. Totaal alle lagen t/m maaiveld, in mm; lijnen afgedrukt per 1 mm. Uitgaande van homogene matig vaste kleilaag met onder dun weinig kleilaagje tot 1,05 m – MV (zie voorgaand 'gehanteerde parameters'). Max. zetting 'maaiveld' 3 mm aan rand bemalingsvak. Zetting 1 mm op ca. 85 m uit rand bemaling (voorgevel bij huisnr. 24); verhang van 3 mm naar 2 mm over ca. 15 m. **\*\* einde \*\***