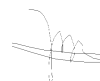


bemalingsadvies nieuwbouw woning met kelder
Wilgenlaan 58, kavel 24, Nederhorst den Berg

opdrachtgever : Vlastuin Bronbemaling, Ederveen
hoofdaannemer : Drost-Bouw, Lunteren
rapportnr. en -datum : 18.07, 12 maart 2018
opgesteld : ir. J.J. Dijksterhuis



INHOUD		blz.
1	INLEIDING EN BESCHIKBARE GEGEVENS	3
2	PROJECTGEBIED EN BOUWGEGEVENS	4
3	BODEM EN GEOHYDROLOGIE	6
4	NODIGE GRONDWATERVERLAGINGEN	11
5	INDICATIE BEMALINGSINSTALLATIE I.V.M. BEREKENINGEN	12
6	BEPALING DEBIET	14
7	EVENTUELE EFFECTEN BEMALING OP OMGEVING	15
8	LOZING EN EFFECTEN ONTVANGEND WATERSYSTEEM	19
9	VERGUNNINGEN, MELDINGEN, HEFFINGEN	21
10	MONITORING, CONTROLE	22
BIJLAGEN		blz.
1	geotechnisch bodemonderzoek ter plaatse	23-25
2	Gegevens geselecteerde peilbuizen van Dinoloket	26
3	Aanvullend grondmechanisch onderzoek waterkering projectlocatie	27-28
4	berekening 'De Glee': verlaging in functie van afstand uit de bemaling	29
5	Berekening theoretische zetting bij kruin dijk, door bemaling, met Koppejan/Terzaghi	30-32
6	modellering bemaling M-well lijnen verlaging en theoretische zetting	33-35

1 Inleiding en beschikbare gegevens

Dit advies is opgesteld i.v.m. de onderhanden nieuwbouw van een woning met kelder aan de Wilgenlaan 58, kavel 24, te Nederhorst den Berg.

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 het voor u liggende advies is het adviseren omtrent wijze van droogmaken. Verder wordt verkend globaal de constructie van de ontgravingsput en welke aspecten en omgevingseffecten van toepassing zijn voor de bemaling met lozing. Tevens is dit bedoeld als monitoringplan voor de uitvoering.

Er is de volgende voorgeschiedenis wat betreft melding en vergunningen:

- op 31 jan. 2018 was door Vlastuin Bronbemaling via Omgevingsloket een melding gedaan voor de voorziene bemaling;
- Op 5 feb. kwam de reactie van bevoegd gezag Waternet dat er niet met een melding volstaan kan worden vanwege overschrijden van de debietgrens, met de voorziene bemaling binnen de beschermingszone van de waterkering;
- door ons was vervolgens een 'vergunningonderbouwend bemalingsadvies' opgesteld d.d. 14 feb. en via Omgevingsloket op 14 feb. een vergunning aangevraagd voor de voorziene bemaling;
- Op 21 feb. kwam er reactie van bevoegd gezag Waternet op de vergunningaanvraag dat men opmerkingen had, en graag aanvullend veldonderzoek wenste e.d. en dat de termijn van afhandelen van de aanvraag de nodige tijd zou nemen;
- Op 27 feb. is er ter kantore van Waternet een bespreking geweest over het verwachte verloop van de vergunningaanvraag; hierbij kwam ter sprake dat men graag een damwandkuip zag toegepast, met het oog op de waterkering. En dat het traject van vergunningverlening meer dan 4 maanden neemt, na indienen van een ontvankelijk plan e.d.;
- men gaat inmiddels uit van toepassing van een damwandkuip en ontwerp van een onttrekkingsinstallatie zodanig dat er geen bemalingsvergunning nodig is, wat mede gunstig is voor de voortgang van de bouw; één en ander is in het voor u liggende advies verwerkt.

Het advies is gebaseerd op de door ons verkregen technische gegevens:

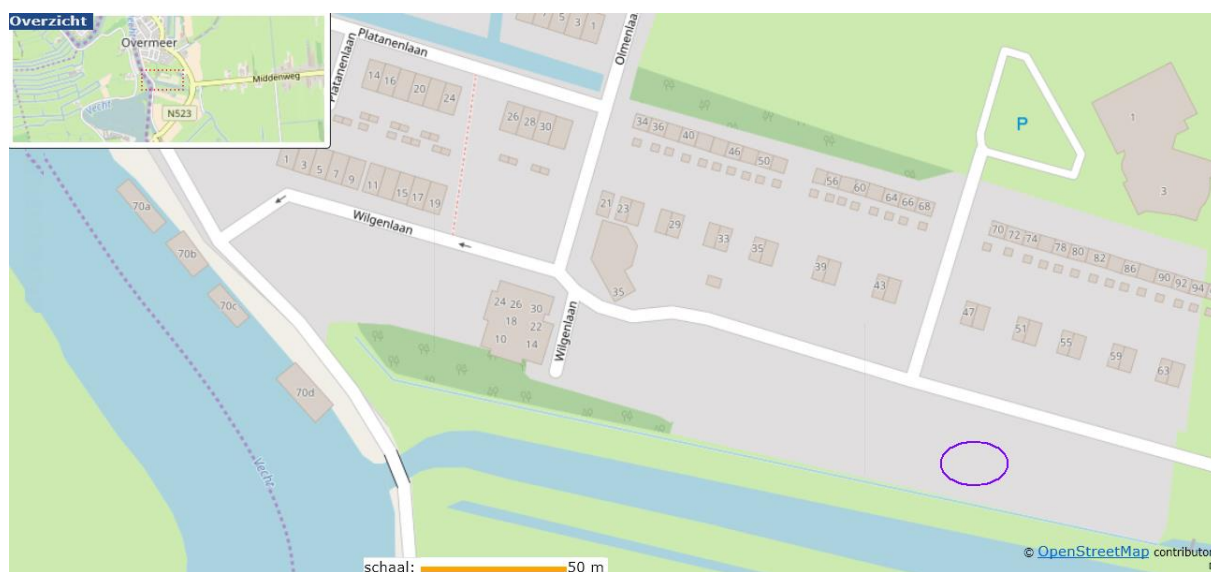
- a) tekening 3220-B01 'Aanvraag Gevels en Plattegronden (Omgevingsvergunning Wilgenlaan 58, kavel 24)' d.d. 2017-09-23 door Liefthing, Buro voor Bouwkunde;
- b) tekening 3220-B02 'Aanvraag Principe details (Omgevingsvergunning Wilgenlaan 58, kavel 24)' d.d. 2017-09-26 door Liefthing, Buro voor Bouwkunde;
- c) document 'Onderdeel 1 bij watervergunning': betreft tekeningen door Liefthing, Buro voor Bouwkunde, waaronder een doorsnede van de bouw met de bestaande waterkering;
- d) document 'Onderdeel 2 bij watervergunning': betreft tekening W01 'palenplan Wilgenlaan 58, kavel 24' d.d. 2017-12-07 door IBT Bouwtechniek;
- e) rapport 'Bouwbesluit-toets, woning fam. Van Heijst, kavel 24' d.d. 2017-09-11 door TiMaX;
- f) rapport 'EPG-berekening, woning fam. Van Heijst, kavel 24' d.d. 2017-09-11 door TiMaX;
- g) rapport 'Hoofdberekening constructie, woning fam. Van Heijst, kavel 24' d.d. 2017-09-14 door IBT Bouwtechniek.
- h) rapport 'Geotechnisch onderzoek, Wilgenlaan 58, kavel 24' d.d. 2017-08-11 door Koops & Romeijn;
- i) brief aan fam. Van Heijst 'Watervergunning voor de bouw van een woning op kavel 24, incl. funderingspalen, -balken en -vloer met een kelder en onderheide veranda. In de beschermingszone van een directe secundaire waterkering' d.d. 2017-12-20 door Waternet (vertegenwoordig waterschap AGV).

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 (betreft regeling van de verhouding tussen opdrachtgever en adviserend ingenieurbureau; 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.

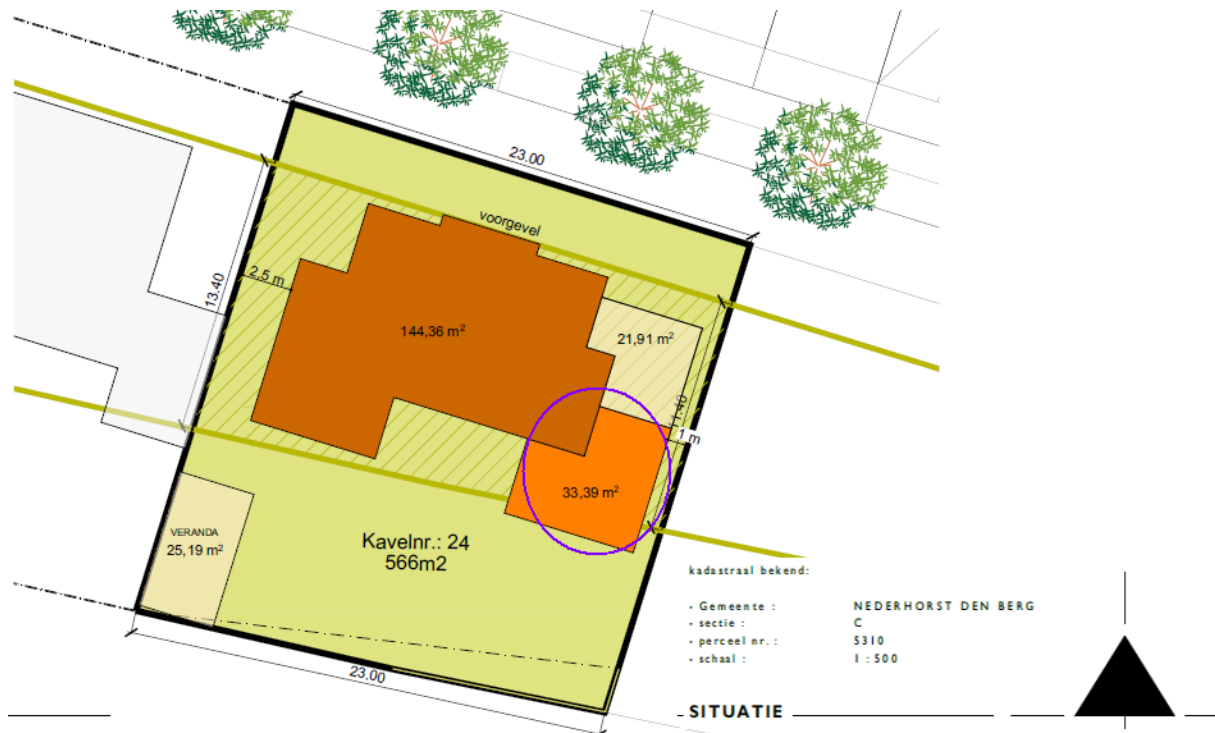
2 Projectgebied en bouwgegevens

Figuur 1 toont de topografische ligging van de kelder, in Overmeer-Zuid: een nieuwbouwlocatie zuidelijk van de plaats Nederhorst den Berg, gemeente Wijdmeren.



Figuur 1. Ligging projectlocatie, nabij ellips (projectie op 'Open Streetmap')

Figuur 2 geeft de kadastrale situatie; voorheen was er geen bebouwing en was de bestemming 'sportpark'.



Figuur 2. Situatie met globaal binnen ellips de kelder (bron: collage situatieschets uit gegevens a)

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

- de voorziene kelder is L-vormig, met aan de buitenkant als grootste vloermaten: circa lengte 6 m keer breedte 7 m;
- de fundering van kelder en overige bouw is op palen, vanaf maaiveld aangebracht tot -8 m NAP. Het palenplan rond de kelder is ook te zien op Figuur 10 (bemaling)
- de kelder wordt in het werk gemaakt, in een tijdelijke, rondom gesloten damwandkuip. De lengte van de in te brengen planken is 8 m; de inbrengdiepte van de planken zal dan uitgaande van de geringe huidige voorontgraving minimaal -9,1 m NAP zijn;
- Figuur 10 (bemaling) toont, uitgaande van enige werkruimte voor bekisting van kelderwanden e.d., als maten voor de damwandkuip: ruim 7 m x 8 m. NB De locatie van de damwand dient nog geverifieerd te worden; hierbij dient men te verifiëren dat evt. in-, met name uittrillen van de damwand niet de paalfundering binnen en/of buiten de kelder aantast;
- onderkant keldervloer (dik 0,30 m) is -4,10 m NAP; onderkant isolatiepakket is ca. -4,22 m NAP;
- volgens onze informatie zijn er geen verdiepte delen/putten, dieper dan de kelder-vloer;
- vooralsnog gaan we uit van een iets diepere tijdelijke ontgraving naar -4,40 m NAP, om in de venige bodem een zandbed te kunnen maken met werkvloer;
- de verwachte bemalingsduur voor de kelder is circa 5 weken. De opdrachtgever gaat uit van een start van de bemaling in maart 2018, danwel zo spoedig mogelijk.

3 Bodem en Geohydrologie

3.1 beschikbaar gesteld en verricht bodem- en grondwateronderzoek

Er is ons beschikbaar: het geotechnisch rapport (gegevens h) bestaande uit de sonderingen nrs. 1 t/m 3, tot -15 m MV; voor nr. 2 is behalve de conusweerstand ook afgebeeld het wrijvingsgetal. Het maaiveld bij de sonderingen is getoond op de grafiek. De sonderingen en waterpassing zijn opgenomen in onze Bijlage 1.

3.2 archiefonderzoek geohydrologie

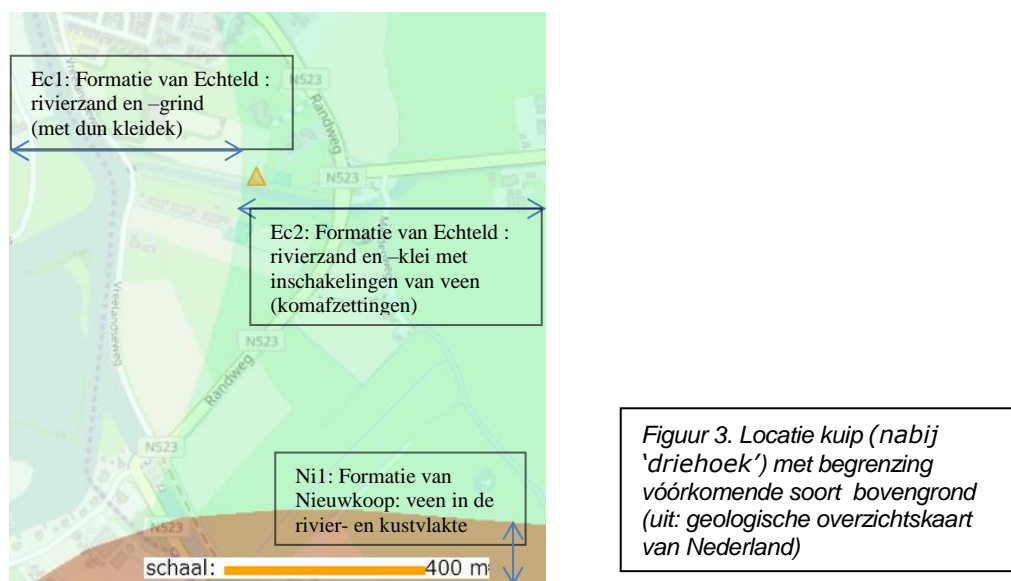
Ons is het veldonderzoek beschikbaar van par. 3.1. Voor het beoordelen van de bemalingsaspecten, ook van de omgeving, gebruiken we ook: geohydrologische gegevens uit eigen archief en van Dinoloket en (zie par. 3.6) een Watertoets.

3.3 maaiveldsligging

Van de waterpassing is af te leiden dat het maaiveld was circa -1,05 m NAP.

3.4 bodemopbouw en geohydrologie

Volgens de geologische kaart van Nederland, zie samenvatting Figuur 3, wordt de deklaag in het gebied en omgeving geclassificeerd als Ec2, liggend nabij de overgang naar Ec1. Het is gelegen in Middennederlandse Laagveenlandschap.



Voor beoordeling van de bodem is gebruik gemaakt van de ter plaatse uitgevoerde sonderingen.

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

Ook is gebruik gemaakt van de volgende pompproeven:

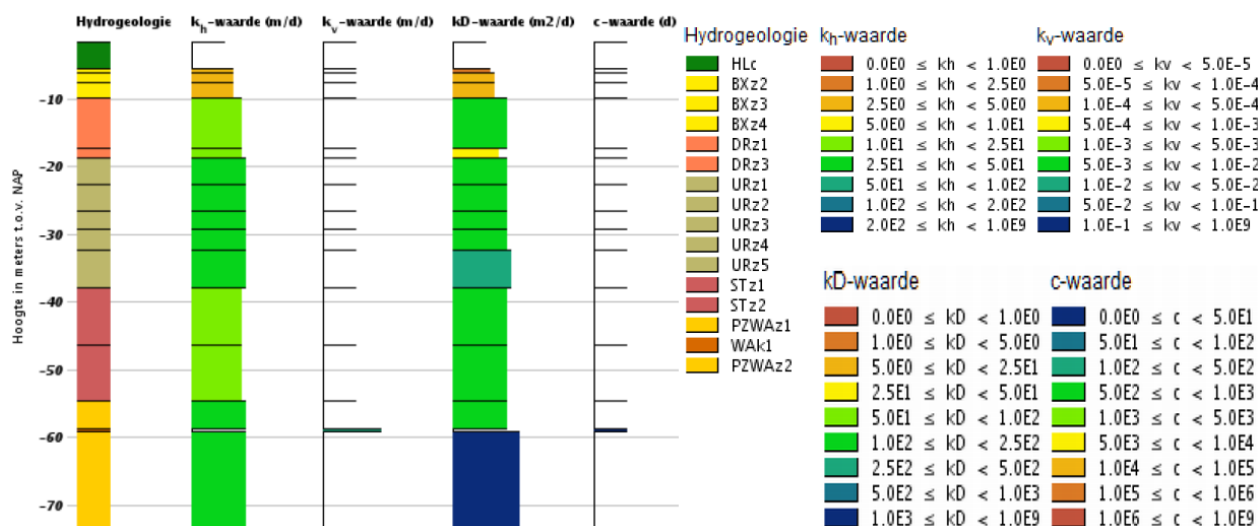
- eigen archief nr. 798: ca. 2,8 km oostnoordoostelijk te Middenweg 159, 1394 AH Nederhorst den Berg (boupot awzi): proef diep in 1e wvp (boven kleilaag op -60 m MV; met bron 16 m blind, 10 m filter) $kD=1250 \text{ m}^2/\text{etm}$; $\lambda=110 \text{ m}'$;
- eigen archief nr. 4: ca. 5,5 km noordwestelijk te Abcoude (boupot zwembad): in 1e wvp; met bron 10 m blind, 10 m filter) $kD=670 \text{ m}^2/\text{etm}$; $\lambda=150 \text{ m}'$;
- eigen archief zonder nr.: ca. 7 km noordelijk te Weesp, Jan Tooropstraat diepriool: proef in 1^e wvp (met bron 9 m blind, 6 m filter) $kD=175 \text{ m}^2/\text{etm}$; $\lambda=35 \text{ m}'$.
- voormalig Rijksinstituut RID, nr. 100: ca. 7 km noordelijk te Weesp: proef in 1^e wvp (onder holoceen, vanaf -10 m NAP) $kD=560 \text{ m}^2/\text{etm}$; $\lambda=270 \text{ m}'$.

Wat betreft de bodemopbouw kan men 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 [m²/d]
0	-	-1,05	maaiveldligging	weerstand drainage-/infiltratieoppervlak	80	
1	-1,1	-2,0	zand, fijn, siltig en/of zandige klei	matig watervoerende toplaag; antropogeen	20	(nat deel) 2
2	-2,0	-5,0	klei, zwak zandig, humeus met veenlagen, weinig schelpengruis	waterremmende deklaag	300	-
3a	-5,0	-9,5	zand, fijn, tot matig fijn, siltig	bovendeel WVP1(formatie Boxtel)	2	60*
3b	-9,5	-58,5	zand, matig tot zeer grof, lokaal siltig en met dunne kleiige laagjes	1 ^e watervoerende pakket en begin WVP2,3	10	1250*
4	-58,5	-59	klei en/of zandige klei	waterremmende scheidende laag	200	-

* In de modellering t.b.v. bepaling van het debiet, wordt het watervoerende pakket opgedeeld wegens onvolkomenheid van de naar verhouding ondiepe onttrekking over een klein vlak en het meer fijnzandige bovendeel



Figuur 4. Uitdraai bovenlaag Regismodel-2.1 (coördinaten X= 132016, Y=473459) voor projectlocatie, met legenda.

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

1. -1,57 tot -5,5 m NAP: holocene afzetting, complexe eenheid: bestaande uit een afwisseling van zandige klei, midden en fijn zand, klei en veen en een weinig grof zand;
2. -5,5 tot -6,0 m resp. -7,7 en -9,7 m NAP: formatie van Boxtel, 2^e resp. 3^e en 4^e zandige eenheid: bestaande uit midden en fijn zand met weinig zandige klei en grof zand en een spoor klei, veen en grind;
3. -9,7 tot -17,2 m, resp. -18,7 m NAP: formatie van Drente, 1^e resp. 2^e zandige eenheid: bestaande uit grof en midden zand met weinig zandige klei en grof zand en een spoor klei;
4. -18,7 tot -37,9 m NAP: formatie van Urk, 1^e t/m 5^e zandige eenheid: bestaande uit midden en grof zand met weinig fijn zand en een spoor klei, zandige klei en veen;
5. -37,9 tot -54,4 m NAP: formatie van Sterksel, 1^e t/m 2^e zandige eenheid: bestaande uit grof en midden zand met weinig zandige klei, fijn zand en grind en een spoor klei;
6. -54,4 tot -58,7 m NAP: formatie van Waalre, 1^e zandige eenheid: bestaande uit grof en midden zand met weinig zandige klei, fijn zand en grind en een spoor klei en veen;
7. -58,7 tot -59,1 m NAP: formatie van Waalre, 1^e kleiige eenheid: hoofdzakelijk bestaande uit zandige klei, klei en midden zand, met weinig veen, fijn en grof zand en een spoor grind;
8. etc.

boorgat genoteerd op de boorstaat: -1,5 MV, op 10-8-2017. Dit is weinig informatief omdat het de kleiig/venige bovenlaag betrof, en de stand nog niet tot rust was gekomen. Tijdens het aanvullend bodemonderzoek (Bijlage 3) zijn peilbuizen geplaatst aan de teen van de waterkering ter hoogte van de bouwput; Tabel 2 geeft grondwaterstandsmetingen ervan, de locatie is volgens Bijlage 3 en Figuur 15.

Tabel 2. Metingen aan peilbuizen geplaatst op 27-2-2018 op de projectlocatie

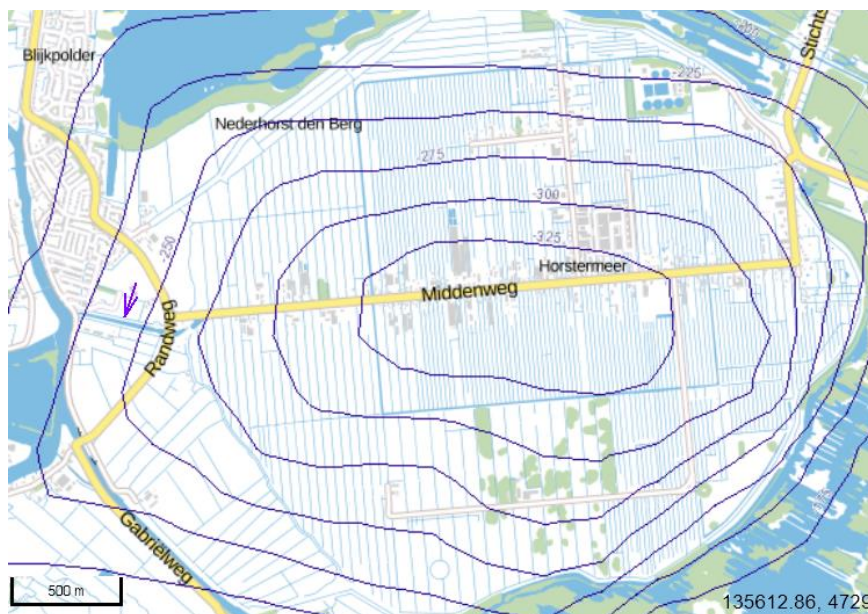
meetpunt	filtertraject buis	bovenkant buis	meting 27-2-2018	meting 9-3-2018
PB1: WVP1 stijghoogte	-3,87 tot -4,87 m MV (laag ₃ bovenin)	+0,18 m MV, -0,87 m NAP	-1,23 m MV, -2,28 m NAP	-1,21 m MV, -2,26 m NAP
PB2: freatisch	-1,74 tot -2,74 m MV (laag ₂)	+0,27 m MV, -0,78 m NAP	-1,60 m MV, nog niet tot rust	-0,88 m MV, -1,93 m NAP

peilbuisbestand Dinoloket

In de figuren Bijlage 2 staan gegevens van de nabije peilbuizen van Dinoloket portaal.

isohypsenbeeld

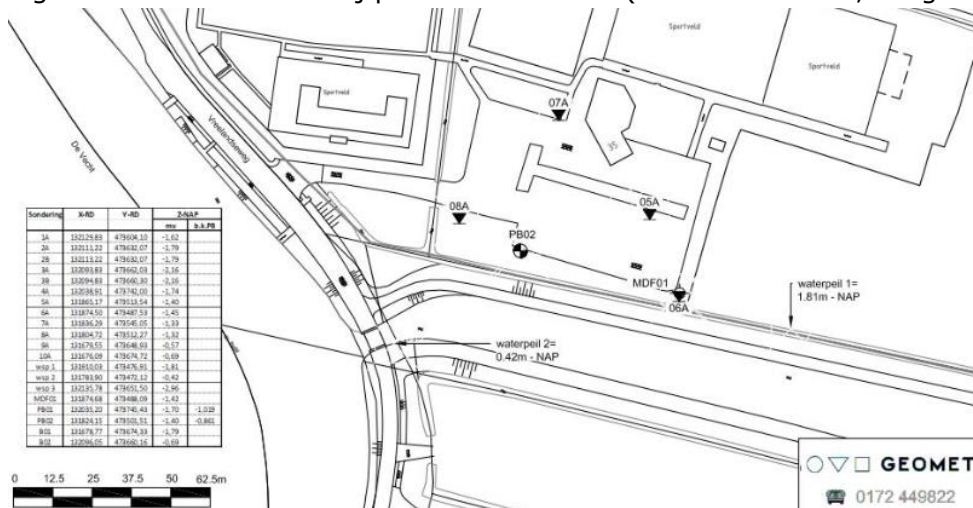
Informatief voor interpolatie zijn de grondwaterstandspatronen volgens de Figuur 7. Er blijkt ter plaatse een gemiddelde stijghoogte tussen de -2,25 en -2,50 m NAP.



Figuur 7. Isohypsen per 25 cm in WVP1, met kelderlocatie nabij pijl; gemiddelde situatie over meerdere jaren (Webkaart Utrecht)

peilbuisonderzoek nabij t.b.v. watertoets

Figuren 8 en 9 tonen nabij peilbuisonderzoek (Watertoets 2009, aangetroffen op internet).



Figuur 8. Situatie bodemonderzoek Watertoets, op circa 150 m westelijk van de kelderlocatie

	Peilfilter nummer		
	PB 01	PB 02	MDF 01
maaveldniveau	1,70 m- NAP	1,40 m- NAP	1,45 m- NAP
bovenkant filter	1,02 m- NAP	0,86 m- NAP	1,42 m- NAP
onderkant filter	3,02 m- NAP	3,86 m- NAP	-11,42 m- NAP
datum waarneming	Grondwaterstand		
01-07-2009*	2,51 m- NAP	1,93 m- NAP	2,14 m- NAP
27-07-2009	2,47 m- NAP	1,92 m- NAP	2,12 m- NAP
11-08-2009	2,57 m- NAP	1,95 m- NAP	2,16 m- NAP

* meting direct na plaatsing peilfilters

De resultaten van de samendrukproeven zijn weergegeven in de bijlagen.

monster code	diepte [m-mv]	grondsoort (NEN5104)	volumegewicht nat [kN/m ³]	volumegewicht droog [kN/m ³]	watergehalte [%]	volumegewicht zand (100% verzadigd) [kN/m ³]	verzadigingsgraad [%]
		Q	Q	Q	Q	Q	Q
B01-1	0,5-0,9	Ks1h3	12,8	5,8	119	-	99,4
B01-2	1,2-1,4	Ks1h3	13,3	6,0	122	-	98,2
B01-3	2,0-2,4	Vm	9,7	1,3	646	-	94,8
B01-4	3,0-3,4	Z(mf)st1h2	18,5	14,3	29	16,3	94,8
B01-5	3,8-4,2	Z(mf)st1	20,1	17,2	17	17,6	94,8
B01-6	4,6-5,0	Z(mf)st1	20,2	17,2	18	17,6	94,8
B01-7	5,3-5,7	Z(f)st1	20,2	17,0	18	17,6	94,8
B02-1	0,8-1,2	Ks2h2	14,1	7,6	86	-	94,9
B02-2	1,6-2,0	Ks3h2	15,3	8,9	71	-	98,4
B02-3	2,3-2,7	Ks1h1	14,6	8,4	74	-	97,7
B02-4	3,0-3,4	Ks3h1	15,5	9,2	69	-	86,7
B02-5	4,0-4,4	Vk1	10,4	2,8	271	-	70,2

Figuur 9. Gegevens peilbuizen en gehanteerde volumegewichten bodemonderzoek Watertoets

Gebruikte waarden grondwaterstand op locatie

Op basis van voornoemd onderzoek, gaan we uit van de waarden in Tabel 3.

Tabel 3. Raming 'bandbreedte' grondwaterstanden watervoerende lagen projectlocatie

laagnr.	max. GHG	gemiddeld	actuele	min. GLG	opmerking
1, 2	-1,40 m NAP	-1,60 m NAP	-1,93 m NAP	-2,20 m NAP	freatisch
3	-2,15 m NAP; ca. -1,10 m MV	-2,30 m NAP; ca. -1,25 m MV	-2,26 m NAP; ca. -1,21 m MV	-2,40 m NAP; ca. -1,35 m MV	stijghoogte 1 ^e w.v.p.

uitleg: GHG/GLG: de gemiddeld hoogste/laagste grondwaterstand geschat over de recente jaren waarin geen ingrepen hebben plaatsgevonden. De actuele stand is de verwachte stand tijdens project o.b.v. recente meting.

3.7 regionale stroming grondwater en kwel/infiltratie

De natuurlijke stromingsrichting in het projectgebied van het grondwater in eerste watervoerend pakket is oostelijk, vanwege de gradiënt (verhang) vanaf het hoger gelegen open water (infiltratie) richting de droogmakerijen (lokaal de Horstermeer).

Het verhang van grondwater in WVP1 is lokaal, zie de isohypsenpatronen, in de orde van 0,25 m per 0,3 km (0,1 ‰). De natuurlijke stroming heeft een snelheid in de orde van max. 10 m/jaar. De grondwaterstanden in het projectgebied worden beïnvloed door de waterstanden in de Vecht en de Boezemvaart; deze wateren hebben een hoger peil dan het oppervlaktewaterpeil in het plangebied. In het plangebied is geen uitgesproken infiltratiedan wel kwelsituatie.

3.8 kwaliteit grondwater

We hebben geen milieukundig bodemonderzoek ter plaatse ontvangen; zie ook ons onderzoek volgens Figuur 13, waaruit geen bodemverontreiniging blijkt. 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 laag₄.

4 Nodige grondwaterverlagingen

4.1 Beperken nodige verlaging grondwaterstand.

Er is reeds gekozen voor een bouwkuip welke het nodige debiet beperkt, doordat de bouwput kleiner wordt en de toestroom van grondwater wordt afgeremd.

Aanvullende maatregelen 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 het erf. Men overweegt hier wel de kelder iets ondieper te maken, zodat de ontgraving voor de keldervloer tot circa 0,2 m ondieper zou kunnen worden; in dit stadium is dit niet beschouwd.
- Het uitvoeren een tevens van onderen gesloten bouwput, bijvoorbeeld door het aanbrengen van een kunstmatige waterremmende laag door bodeminjectie. Of het in de natte werken met een dikke onderwaterbetonvloer leidt hier tot een minder gecontroleerd bouwproces en wordt 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, uitgaande van -4,40 m NAP om een zandbed te kunnen maken reikt, tot onderin de watervoerende waterremmende deklaag_{1,2}. Hieronder resteert 0,6 m venige grondslag, met volumegewichten (tabellen Figuur 8 en Bijlage 3) van circa. 10,4 á 11,1 kN/m³. Mede vanwege de bij ontgraven aanwezige palen, en het slappe karakter van de venige grondslag gaan we uit van het (alleen in de diepste fase) geheel verlagen van de stijghoogte tot juist onder de bouwputbodem, in het bovenddeel van het watervoerende pakket laag₃. OPM Een evenwichtsberekening, met toepassing van de toepaste 1,1 reductiefactor op de volumegewichten (venig) geeft dezelfde uitkomst.

Er is grondwaterverlaging nodig in de zeer matige watervoerende deklaag_{1,2} en (spanningsbemaling) in het bovenddeel van het watervoerende pakket laag₃.

4.3 Nodige verlagingen grondwaterstand.

Tabel 4 geeft de fasering in de verlaging in de relevante bodemlaag, afhankelijk van de 'nul' grondwaterstand. De fasering is erop gericht, mede met het oog op vergunningsperikelen, zo min mogelijk verlaging nodig te hebben met bijbehorend debiet.

Tabel 4. Nodige verlagingen in het bovenddeel van watervoerende laag₃

fase	verlagen stijghoogte naar	verlaging afhankelijk stijghoogte (vorige tabel)		
		max., bij GHG -2,15 m NAP	bij actuele gws -2,26 m NAP	min., bij GLG -2,40 m NAP
1. bovenlaag ontgraven	n.v.t.	-		-
2. start bemalen, graven zandbed naar -4,40 m NAP	-4,40 m NAP*	2,25 m	<u>2,14 m</u>	2,00 m
3. na stort keldervloer (onderkant -4,22 m NAP): g.w.s. opkomen tot boven keldervloer i.v.m. evenwicht	-3,36 m NAP**	1,21 m	<u>1,10 m</u>	0,96 m
4. na plaatsen/stort wanden over hoogte tot dekvloer: g.w.s. opkomen tot verder boven keldervloer i.v.m. evenwicht	-2,86 m NAP***	0,71 m	<u>0,60 m</u>	0,46 m
5. na plaatsen dekvloer in overleg met constructeur evt. voldoende ballasten	geen	0 m	0 m	0 m

* Zie hoofdstuk 2; gerekend is een dun zandbed en uitgaande, zie par. 4.2, van een stijghoogteverlaging in de diepere zandlaag van 0,0 m onder de ontgravingen; indien men het zandbed bijv. 0,1 m dieper neemt, is het om spanningsbemaling niet te doen toenemen, nodig het zandbed aan te brengen per strook van circa 1 m breedte: de laatste grondhoogte wordt dan uitgegraven, terwijl meteen het zandbed wordt aangebracht; en dan wordt de naastliggende strook aangepakt, etc.

** Na stort van de keldervloer rekenen we het gewicht van het zandbed/werkvloer en de 0,30m dikke vloer is er totaal neerwaartse (grond-/vloer)druk 10,4 kPa. Tot het vergelijkingsvlak voor opbarsten van -5,0 m NAP is er dan nog 0,6 m veen, waarvoor we rekenen incl. veiligheidsfactor reductie 1,1 een gelijk gewicht aan water.
aangepakt, etc.

*** Na stort van de kelderwanden rekenen we het gewicht van de 0,28 m dikke wand is er totaal extra neerwaartse druk ca. 11 kPa per m², ca. 1 mwk. Vooralsnog rekenen we hier slechts ca. de helft van om niet te veel druk op smalle grondstrook tussen keldervloer en damwand te krijgen.

5 Indicatie bemalingsinstallatie i.v.m. berekeningen

De bemaling kan hier het beste met verticale filters verzorgd worden, aan te sluiten via zuigleiding op zuigpompen. Een alternatief met horizontale diepdraains leidt niet tot een lager waterbezwaar door het naar verhouding kleine oppervlak. En het machinaal infrezen van de horizontale drains is hier ten minste omslachtig of niet gewenst.

Bovendien geven niet te diepe verticale filters bij een dergelijk klein oppervlak niet een groter nodig debiet dan een horizontale systeem.

Figuur 10 geeft een indicatie van een mogelijke spanningsbemaling.

De uiteindelijke aanpak is mede op basis van ervaring ter keuze van aannemer/bemaler.

De filters van de verticale bronbemaling worden geplaatst in de kassen van de damwand. Er dienen genoeg bronnen te worden geplaatst om de nodige verlaging gelijkmatig te bereiken. Echter vanwege vergunningsperikelen worden de filters niet geplaatst aan de zijde van de waterkering, maar buiten de beschermingszone.

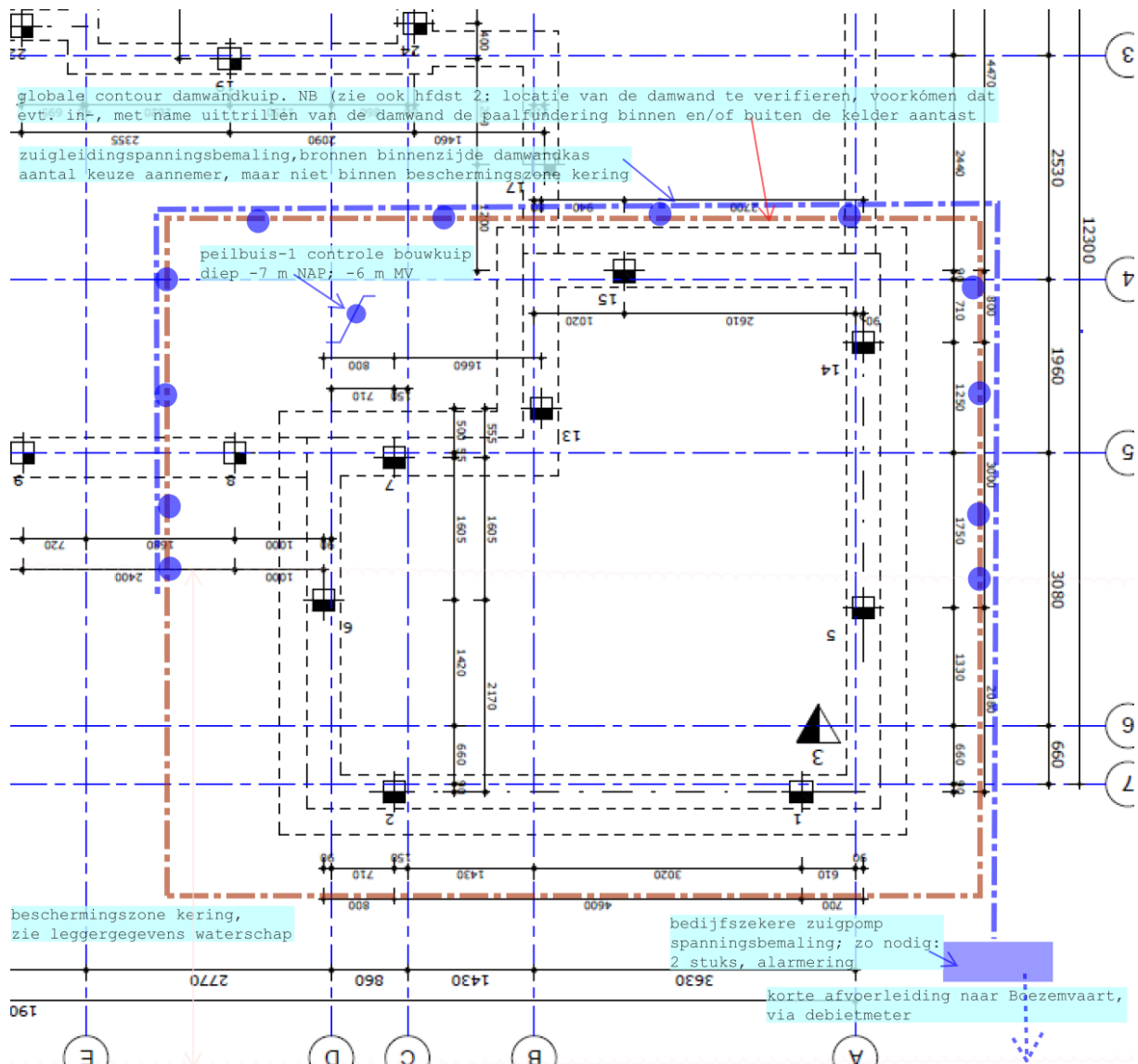
De filters zijn van p.v.c. Ø 50 of 60, 90 mm. Met filterstelling onder de verlagingsdiepte; omdat de bronnen wel voldoende in de watervoerende grondslag moeten reiken gaan we in dit kader uit van een geperforeerde brondiepte van circa -6,05 tot -7,05 m NAP ofwel circa -5,0 á -6,0 m uitgangs MV.

Vanwege het doorboren van de deklaag, dienen de bronnen te worden aangebracht, in stand gehouden en verwijderd volgens de voorschriften van het waterschap: de deklaag moet voldoende afgedicht worden: bij plaatsen in het spuit(/boor-)gat rond de bron en na verwijderen ter plaatse van de bronnen.

De bronnen worden doorverbonden met zuigleidingen en aangesloten op zuigperspompen.

Er kan met deze uitgangspunten met één, betrouwbare, pomp in bedrijf volstaan worden. 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 kritieke fasen de continuïteit tegen uitval gewaarborgd te worden, zo nodig door het aansluiten van een automatisch startende noodstroom/dan wel een voldoende aangesloten dieselgedreven reservepomp, 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 van de constructie.



Figuur 10. Voorbeeld bemalingsinstallatie (eigen schets op uitsnede palenplan uit gegevens d)

Freatische open bemaling.

Aanvullende open bemaling is nodig bij storende bodemlagen, oude drainages, en regenperioden e.d. Deze bestaat dan uit het afpompen van een in te graven horizontale drainage, met inzet van een vuilwaterpomp, en na het gereed zijn van het zandbed met een kloppomp. Het nodige debiet is gemiddeld 0,5 tot 1 m³/uur.

Optie, gedeeltelijke retourbemaling zijde waterkering (niet gekozen).

In verband met hierna onderzochte mogelijk nadelig effect door zetting van de naastliggende waterkering, kan men overwegen aldaar enige retourbemaling toe te passen, met retourbronnen met dezelfde filterstelling als de onttrekkingsbronnen.

Echter het talud van de bouwput reikt ongeveer op de grens van de beschermings- en de kernzone van de dijk, zie Figuur 6.

Indien er retourbronnen komen, voor tegengaan grondwaterverlaging bij de dijk, dienen die retourbronnen uiteraard tussen de onttrekkingsbemaling en de dijk te staan, maar dan zo ver mogelijk vanaf die taludzijde. Die evt. retourstreng zou dan geplaatst worden aan de teen van de dijk, op x-as van Figuur 6: 630 cm uit begin dijkkrui waterzijde. Die retourstreng staat dan circa 11,5 m uit de kelderwand; maar in de kernzone van de dijk. Besproken moet met het waterschap of dat in dezen akkoord zou zijn.

Door terugslag (rondpompeffect) van de gedeeltelijke retourbemaling zou het nodige onttrekkingsdebiet bij de onttrekking binnen de damwandkuip ruim 10% hoger zijn.

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 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 4.

Dergelijke berekening van het debiet verdisconteert niet het feit dat de onttrekking plaats vindt middels bronnen binnen de onderkant van de damwand rondom. De stroombanen worden door de damwand onderbroken en/of afgebogen waardoor er extra weerstand/ vertraging optreedt, wat leidt per bemalen m^3 tot grotere verlaging binnen de kuip, te meer wanneer de onttrekkingsbronnen, significant hoger staan dan de onderkant damwand rondom.

Met name bij een kuip met een naar verhouding klein grondvlak zoals hier treedt reductie op. Hier is die verwachte reductie niet veel, omdat de hoogte (dikte) van de watervoerende laag (onderkant laag₃) tot onderkant damwand hoog blijft: de damwand snijdt er naar verhouding niet diep in. Uitgesproken waterremmende lagen worden pas op grotere diepte verwacht.

De reductie is in de orde van 20% gekozen met name vanwege de onttrekking binnen de damwandkuip in het, op basis van de onderzoeken verwachte, iets meer fijnzandige bovendeel van laag_{3a}.

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 (zie ook de voorgaande alinea), ook het tijdseffect mee. Het debiet is vergelijkbaar met 'de Glee', de reikwijdte is wat hoger.

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

overzicht waterbezwaar bemaling

De uitkomsten van genoemde berekeningen verschillen onderling iets.

Tabel 5 onderscheidt geraamd bouwperioden met debiet en voortvloeiend waterbezwaar.

Tabel 5. Nodige debiet geschat voor de bemaling bij GHG

optie/fasering*	verlaging nodig, uit vorige tabel	debiet bij bij actuele gws	aanname bemaalperiode	totaal debiet
1) bovenlaag ontgraven	n.v.t.	-	-	-
2) start bemalen, graven en verlagen naar o.k. zandbed -4,40 m NAP	2,14 m	40 m ³ /u	7 etmaal	6700 m ³
3) na stort keldervloer (onderkant -4,22 m NAP): g.w.s. opkomen tot boven keldervloer i.v.m. evenwicht	1,10 m	20 m ³ /u	14 etmaal	6700 m ³
4) na plaatsen/stort wanden over hoogte tot dekvloer: g.w.s. opkomen tot verder boven keldervloer i.v.m. evenwicht	0,60 m	11 m ³ /u	14 etmaal	3700 m ³
5) na plaatsen dekvloer in overleg met constructeur evt. voldoende ballasten tot voldoende gewicht bovenbouw	0 m	-	-	-
totaal aanhouden i.v.m. melding	2,14 m	40 m ³ /u	35 etmaal	17100 m ³
			per maand	14700 m ³

(*) 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.

Indien voor de betreffende fase minder debiet nodig blijkt, kan overwogen worden de fasering iets minder krap te nemen; bijv. het ballasten te beperken en de verlaging in die fase navenant minder te reduceren.

In genoemde debieten is ook verwerkt het gemiddelde evt. minimale grondwaterdebiet uit deklaag (open bemaling).

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 dit echter niet omdat ons geen exacte gegevens voorhanden zijn.

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 4 (de Glee) geeft de grondwaterverlagingen relatief en t.o.v. GHG en GLG. Afgeleid van de berekeningen en modellering zijn geraamde verlagingslijnen 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, gedempt nabij evt. diepe waterpartijen. De invloed, hier te definiëren als de 5 cm stijghoogteverlagingslijn, strekt zich in laag_{3a}, bij einde diep bemalen uit tot ca. 300 m uit de bemaling; afhankelijk van voeding waterpartijen e.d. kan deze invloedsafstand kleiner zijn.

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.

NB Genoemde verlagingen betreft stijghoogteverlagingen in bodemlaag_{3a}, het watervoerend pakket. Deze verlagingen geven door de korte bemalingsduur en beperkte omvang geen verlaging in de freatische grondwaterstand van de deklaag_{1/2}. Door zeer beperkte watervoerendheid van de deklaag, en de damwand rondom (deklaag opgesloten) is de invloed van de bemaling bovenin de deklaag buiten direct het perceel slechts circa 0,2 m; bij watergangen is deze nihil; Figuur a3 van Bijlage 6 geeft een indicatie.

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 volgens de interpretatie van geïnventariseerde grondslag onder de GLG 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 a4.

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 8 mm rond de bouwkuip, aflopend naar circa 2 mm op 50 m uit de rand van de bouwput. En een verhang is afgeleid nabij de bemaling van 1/5000 m/m. Van deze theoretische maaiveldzetting en verhang wordt geen algemeen nadelig effect verwacht. NB zie ook de aanvullende zettingsberekening bij navolgende waterkeringtoets.

Bebouwing en archeologie

Er was uitgevoerd indertijd t.b.v. de voorgenomen herontwikkeling 'archeologisch bureau-onderzoek voor het sportpark Overmeer-Zuid'. De kelderlocatie valt onder gedefinieerde 'komafzettingen' met een lage archeologische trefkans. In de omgeving en/of de kelderlocatie zijn geen archeologische vondsten bekend. Derhalve wordt er geen nadelig effect verwacht op archeologie.

In Figuur 11 zijn de perioden van aanleg, volgens bron, van de bebouwing weergegeven. Volgens deze figuur niet gekleurde bebouwing is nieuwbouw, vanaf circa 2014 tot heden onderhanden.

Vanaf circa 200 m uit de kelder: aan de overzijde van de vaart, zuidwestelijk en oostelijk zijn enige stallen/schuren/woningen vooroorlogs (bouwjaar 1936, resp. 1920).



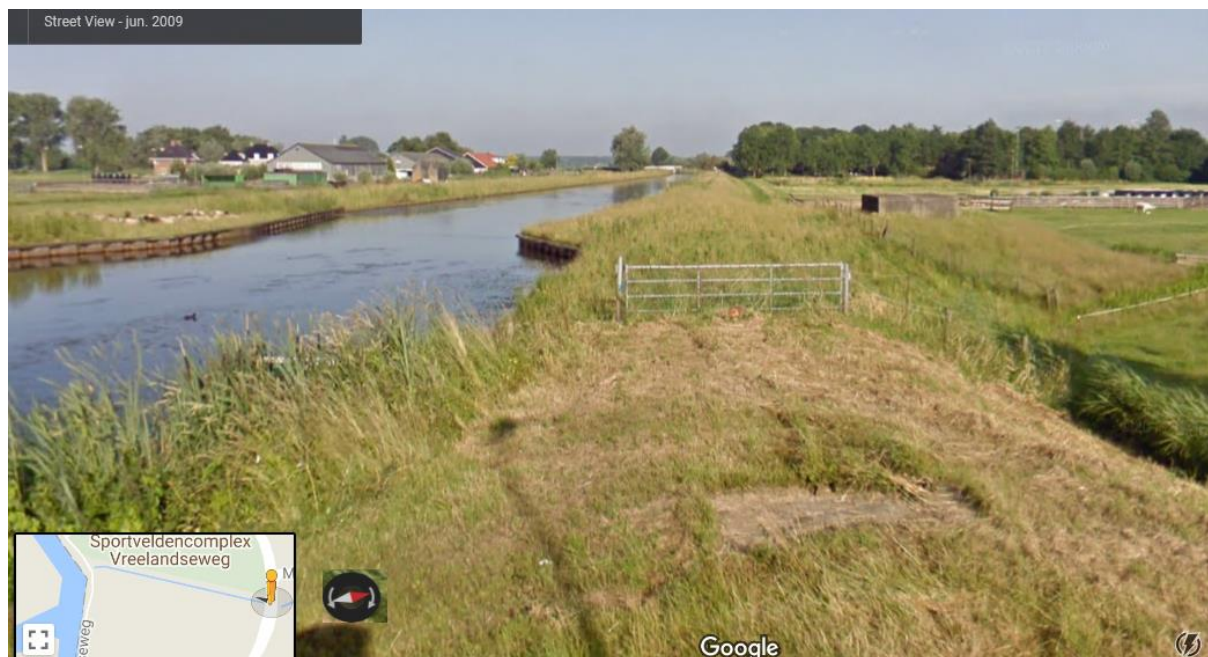
Figuur 11. Ligging bebouwing (bouwput globaal bij driehoek) met legenda kleurcode bouwjaar (BAG projectie op Open Streetmap)

Het projectgebied met de ruimere omgeving maakt geen deel uit van beschermd (dorps)gezicht. Pas vanaf circa 500 m westelijk (boerderij overzijde Vecht) staan er, buiten de invloedssfeer, panden vermeld op de Rijksmonumentenlijst.

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

Infrastructuur buiten de projectlocatie en waterkeringtoets

In par. 3.5 is toegelicht dat er een secundaire waterkering nabij de bouwput is. Figuur 12 geeft als impressie een foto.



Figuur 12. Ligging waterkering, in westelijke richting gezien vanaf de Randweg (Streetview 2009).

Uit voorgaande berekening van de maaiveldszetting, met de methodiek van Mwell, blijken er op 15-20 m uit de bouwkuip, nabij de kruin van de dijk, theoretische (maaivelds)zettingen van, afhankelijk van berekening en aannamen circa 3 tot 4 mm.

Vanaf circa 50 m uit de bouwput, weerszijden haaks uit de dijk, zijn er geen zettingen afgeleid.

Met het oog op de waterkering is er door ons als extra controle nog een nadere zettingsberekening uitgevoerd met een aangepast formule van Koppejan/Terzaghi, volgens Bijlage 5. Daarbij is ingevoerd de geraamde bodemopbouw vanaf de kruin van de dijk; die is mede afgeleid van toegelicht bodemonderzoek ter plaatse en van de Watertoets door derden met stabiliteitsberekeningen aan de dijk i.v.m. ontgravingen in de beschermingszone.

Uit die berekening leidt de grondwaterverlaging onder de GLG op een afstand van ca. 17 m uit de bemaling tot een theoretische zetting van circa 3 tot 8 mm.

De waterkerende veiligheid van de secundaire kering, Boezemdijk noordzijde, zie ook par. beoordelen we hier als volgt. Volgens de Leidraad Toetsen op Veiligheid katern boezemkaden (STOWA), kent men de volgende faalmechanismen:

- Hoogte. Volgens de berekeningen aan het begin van deze paragraaf is er t.p.v. de kruin, over de naastliggende doorsnede, een theoretische hoogtezetting van ca. 5 mm. En op een doorsnede 50 m haaks uit de bouwput geen theoretische hoogtezetting. Dergelijke zettingen zijn niet goed meetbaar in het graszodeprofiel van de dijk. Bovendien kan door de 'terugvering' na afloop, wanneer de evt. drooggeraakte samendrukbare lagen weer nat worden uiteindelijk er minder tot geen zakking overblijven. Er wordt geen nadeel verwacht van dergelijke evt. hoogtezetting, over het korte dijktracé; deze is in normale controle en onderhoudswerk te beoordelen en compenseren.
- Macrostabiliteit van buiten- en binnentalud. Buiten- of binnenwaartse afschuiving is hier niet van toepassing; de beperkte verlaagde stijghoogte heeft geen nadelige invloed; zettingen, gelijkmatig van enkele millimeters, voor zover deze optreden, hebben hierop geen effect.
- Onder- en achterloopsheid. 'Heave', drijfzand t.g.v. toenemen verticale kweldruk, is hier niet van toepassing. 'Piping' is niet van toepassing: werkzaamheden, palen-

/bronboringen e.d. verricht binnen of nabij de veiligheidszone worden volgens de voorschriften uitgevoerd en gecontroleerd. Evt. bestaande zwakke plekken voor piping worden niet beïnvloed door de gelijkmatige verlaging en het feit dat de bemaling alleen evt. invloed heeft op de verticale kwelstroom.

- Microstabiliteit en bekleding. Microstabiliteit (bijv. lokale uitspoeling, lokale opdrukking door mechanische belasting) wordt niet beïnvloed, wijzigt niets aan. Bekleding is er niet; wijzigt niets aan.
- Als aandachtspunt wordt opgemerkt dat het deels een veengebied betreft en dat derhalve mogelijk sprake is van veenkaden. In dit geval dient naast een maatgevend hoogwater ook de situatie 'droogte' beoordeeld te worden. De problematiek van droogte (scheuren) van veenkaden speelt alleen in warme droge perioden. Hierover stellen we dat er door de bemaling met stijghoogteverlaging niets wijzigt aan de vochtigheid van het evt. veen-/kleisamenstelling.

Samenvattend wordt er vanwege de bemaling met grondwaterstandsverlaging geen nadelig effect op waterkeringen verwacht en evenmin op infrastructuur op of in de bodem.

Verplaatsing grondwater, eventuele grondwaterverontreinigingen en upconing

Op Figuur 13 zijn de nabije geregistreerde gevallen 'Wet Bodembescherming' genoteerd. Alle gevallen binnen de invloedssfeer van de bemaling 'zijn voldoende onderzocht/gesaneerd'.

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.



Figuur 13. Wbb locaties t.o.v. bouwput bij pijl, met legenda (bodemloket.nl)

Invloed grondwaterwinning en overige onttrekkingen

Het projectgebied ligt ruim buiten het beschermingsgebied/zoneringen van grondwaterwinning; het meest nabij is PS Loosdrecht.

Er zijn voor zover ons bekend geen onttrekkingen/infiltraties van derden in laag_{3a} geregistreerd binnen een verlagingcontour van de bemaling van 0,5 m; dat is op circa 30 m uit de bouwput, zie o.a. Bijlage 6 Figuur a1. Onttrekkingen/infiltraties in deze laag of diepere lagen dan laag_{3a} ondervinden nihil onderlinge invloed van de hier voorziene bemaling.

Binnen het groeiseizoen is er evt. een ons niet bekende beregeningsbron in bodemlaag_{3a} actief. Door de geringe grondwaterverlaging kan er nihil invloed op de capaciteit van de evt. bron en pompendement worden 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 250 m westelijk uit de bouwput begint een EHS zone rond de Vecht, zie Figuur 14.

Het hele gebied is een 'wetland', met veel oppervlaktewater; de oppervlaktewaterspiegel of freatische grondwaterstand wordt niet beïnvloed door de bemaling. Natura 2000 gebieden zijn pas op grotere afstand: vanaf 800 m noordelijk, nat natuurgebied Oostelijke Vechtplassen.

Op de provinciale kaart (Geoweb) hebben we binnen de invloedssfeer van de ondiepe bemaling geen typen natuurbeheer aangetroffen.

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

Bovendien, zie par. 7.2, is er geen grondwaterverlaging in de deklaag verwacht, verder dan circa 30 m uit de bouwput. En de vochthuishouding is op korte termijn afhankelijk van de kleig/humeuze structuur van de bovenlaag, welke een goed vochtvasthoudend vermogen heeft, en niet van de diepe grondwaterstijghoogte.

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



Figuur 14. Gebieden met speciale natuurstatus (groen gekleurd: Ecologische Hoofdstructuur/ Natuurnetwerk) t.o.v. bouwput, bij driehoek (alterra.nl; projectie Open Streetmap)

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, behoudens de damwand, geen extra mitigerende maatregelen van toepassing, die een eventuele nadelig effect zouden moeten tegengaan. Uiteraard dient de grondwaterverlaging en bemalingsduur zo beperkt mogelijk te worden gehouden aan de hand van voorgaande tabellen.

8 Lozing en effecten ontvangend watersysteem

In dit gebied is voor zover ons bekend geen rioleringsstelsel 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 50% van de onttrekking geloozd moet worden;
- indien de onttrekking wel middels 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. Dit leidt tot meer theoretische maaiveldzetting, zeker aan de zijden waar de retourbemaling niet geplaatst kan worden.

In dit kader wordt voorgesteld te lozen op de nabije Boezemvaart (hydrovak 4230_3854), gunstig bereikbaar met een afvoerleiding (zie ook bemalingsfiguur).

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^{2+} en Fe^{3+}) 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 onttrekkingsysteem, met bij het lozingspunt een beluchtings- en bezinkbak afgestemd op de lozing.

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

Figuur 15 geeft, in aanvulling op de bemalingsfiguur een indicatie van de lozing.

De uiteindelijke aanpak is mede op basis van ervaring ter keuze van aannemer/bemaler.



Figuur 15. Voorbeeld lozing met peilbuislocatie (eigen schets op satellietbeeld vóór Bouwrijp maken)

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).

De bouwputbemaling ligt:

- buiten deze zone 'hoge gronden';
- niet binnen Natura-2000 gebied, of minder dan 100 m daaruit;
- omdat de bronnen niet worden geplaatst binnen 'de beschermingszone van waterkerende dijklichamen en waterkerende constructie' geldt niet de grens van 3 m³/u waarboven vergunning nodig is (art. 2.42).

Zie uit haar keur grondwater (2009) en Beleidsregels (2011), onze Tabel 6a resp. 6b.

Tabel 6a. 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 ³ /uur en korter dan 1 week -> zonder melding (KV art. 13.9)	<ul style="list-style-type: none"> • < 15.000 m³/maand en • < 50 m³/uur en • korter dan 6 maanden -> met melding (KV art. 13.3)	<ul style="list-style-type: none"> • > 15.000 m³/maand en/of • > 50 m³/uur en/of • langer dan 6 maanden -> met vergunning (B1+B2+B3)
	op hogere gronden *		<ul style="list-style-type: none"> • < 65.000 m³/maand en • < 150 m³/uur en • korter dan 6 maanden -> met melding (KV art. 13.3)	<ul style="list-style-type: none"> • > 65.000 m³/maand en/of • > 150 m³/uur en/of • langer dan 6 maanden -> met vergunning (B1+B2+B3)

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

Tabel 6b. 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 ³ per uur (KV art 12.1 en 12.2)	Minder dan 90 m ³ per uur (KV art 12.1 en 12.2)	Minder dan 90 m ³ per uur (K.V art 12.1 en 12.2)	Meer dan 90 m ³ per uur met vergunning (B1)	
Afvoeren van of onttrekken uit	Minder dan 90 m ³ per uur (KV art 12.1 en 12.2)	Minder dan 20 m ³ per uur (K.V art 12.1 en 12.2)	Minder dan 50 m ³ per uur en meer dan 20 m ³ per uur (K.V art 12.1 en 12.2)	Meer dan 50 m ³ per uur met vergunning (B1)	

Op basis van voorgaande aannamen, berekening en planning kan men uitgaan van dat er gewerkt kan worden zonder vergunning voor de onttrekking.

Men dient dan tijdig een ontvankelijke melding te doen voor de onttrekking. Dat kan men combineren met toestemming/melding doen voor lozing op oppervlaktewater (Besluit lozen buiten inrichtingen).

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 € 60 á 90 per 1000 m³ 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 dient niet dieper te zijn dan nodig in de bouwphase, en in geen geval meer dan 0,5 m onder de ontgraving. Hiervoor kan een peilbuis binnen de bouwkuip worden geplaatst volgens de Figuren 10, 15.

Geadviseerd wordt deze ook op te nemen in de monitoring om de invloed op enige afstand van de bouwput vast te leggen, met een tweede peilbuis volgens de Figuur 15. Verder dient met name voor monitoring van de dijk de aanwezige dubbele peilbuis voor controle van nulstanden en verlaging aldaar in de deklaag en laag_{3a}.

Het is zinvol het waterpeil in alle buizen van de Figuren 15 te meten:

- één keer 1 dag voor start en 1 week na einde bemaling;
- één keer per werkdag tijdens de bemaling de eerste 3 dagen en daarna bij elke debietverandering. 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). 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 (behalve hiervoor genoemd) zinvol vanuit de invalshoek bemaling.

bijlage 1. Geotechnisch bodemonderzoek ter plaatse (collage uitsnede gegevens d)

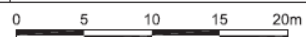
bijlage 1a. Situatieschets bodemonderzoek en landmeting



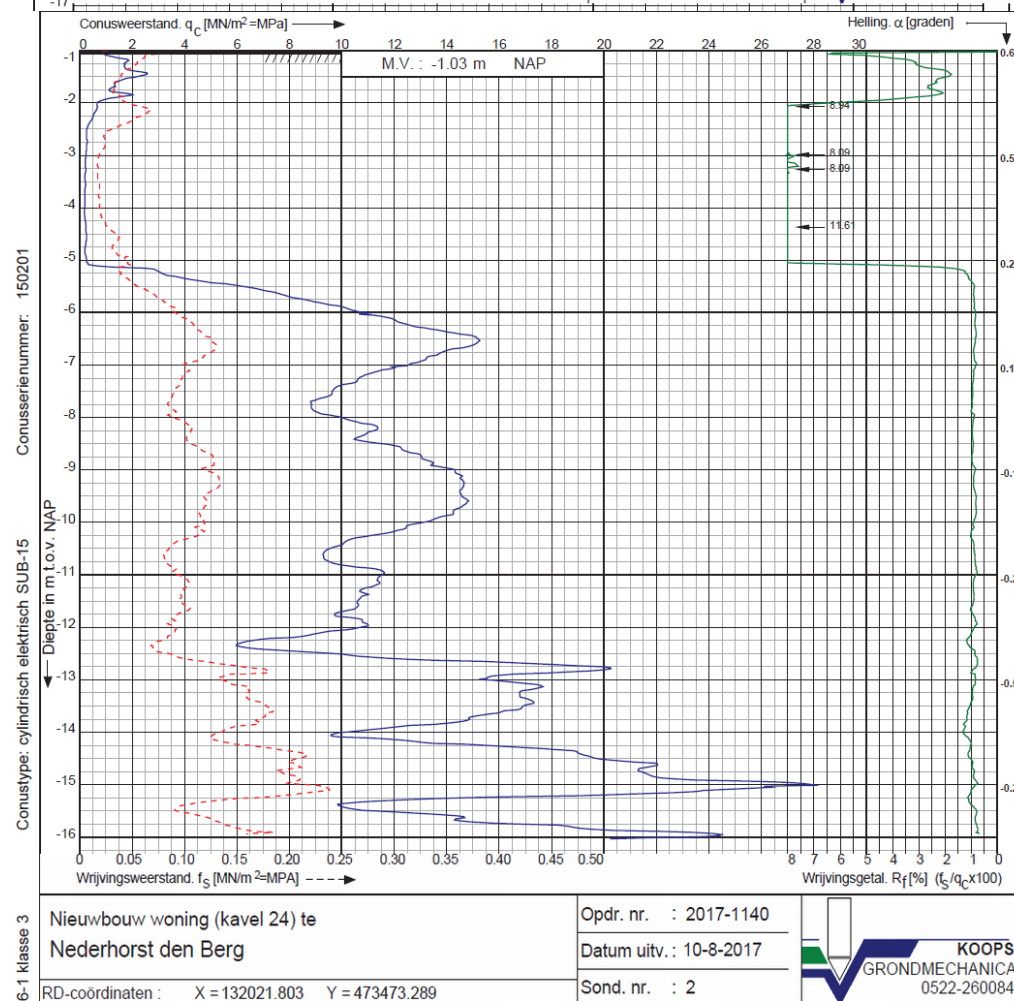
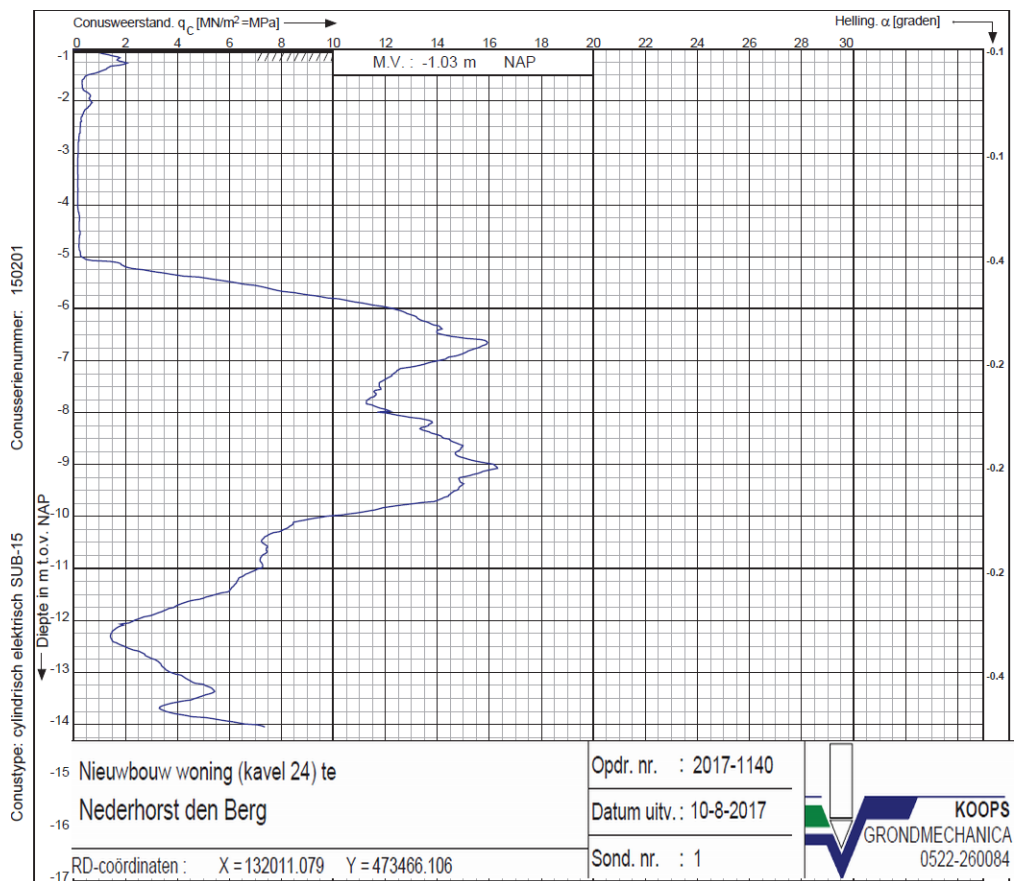
LEGENDA

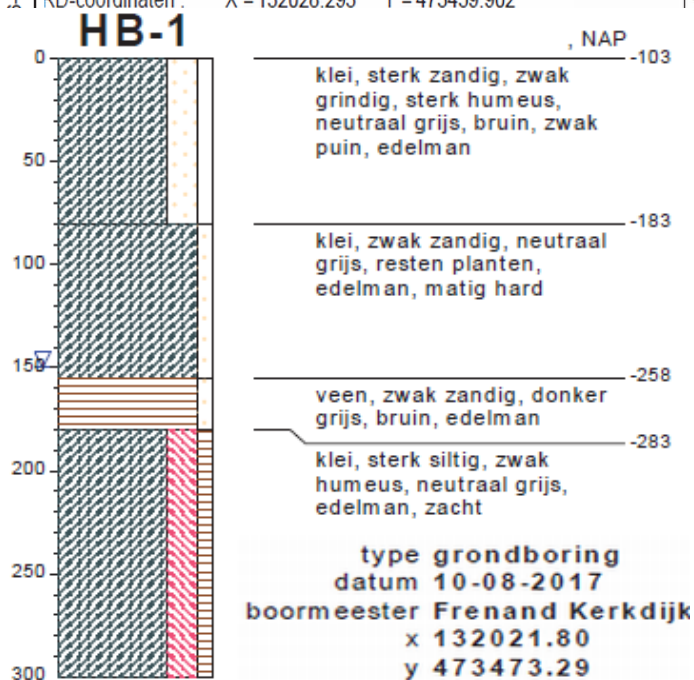
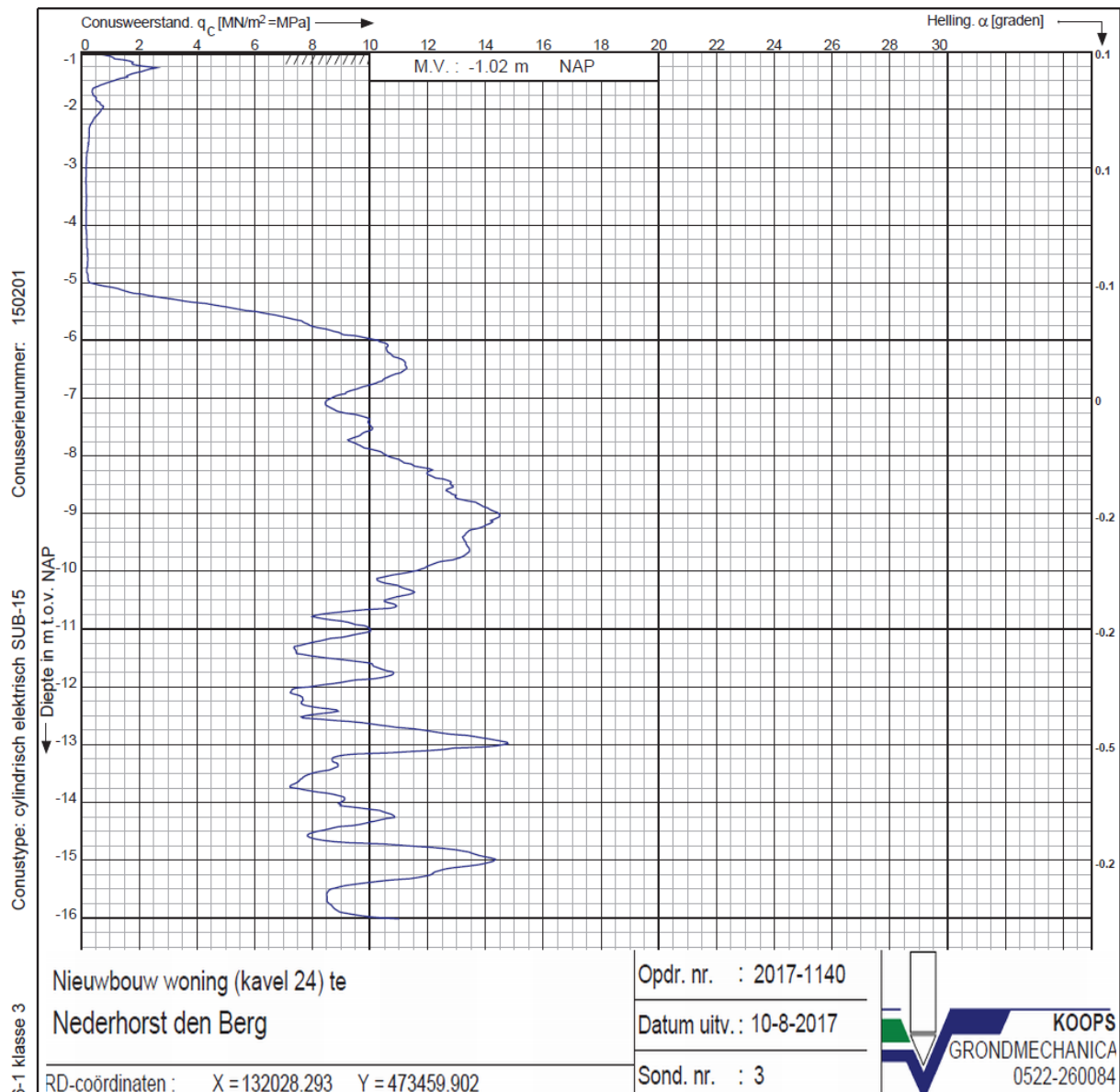
- ▼ D Diepsondering
- ▼ DKM Diepsondering met plaatselijke wrijving
- HB Handboring
- ⊕ Hoogtemeting

Getekend door MBK	Schaal 1 : 500	Formaat A4	Blad 1	Aantal 1	Wijziging 11.08.17 MBK
Projectnr. 2017-1140	Documenttype TEKENING	Datum uitgifte 02.08.17			- -
Project					0 5 10 15 20m



bijlage 1b. Grafieken van de sonderingen 1,2, 3 en handboring 1





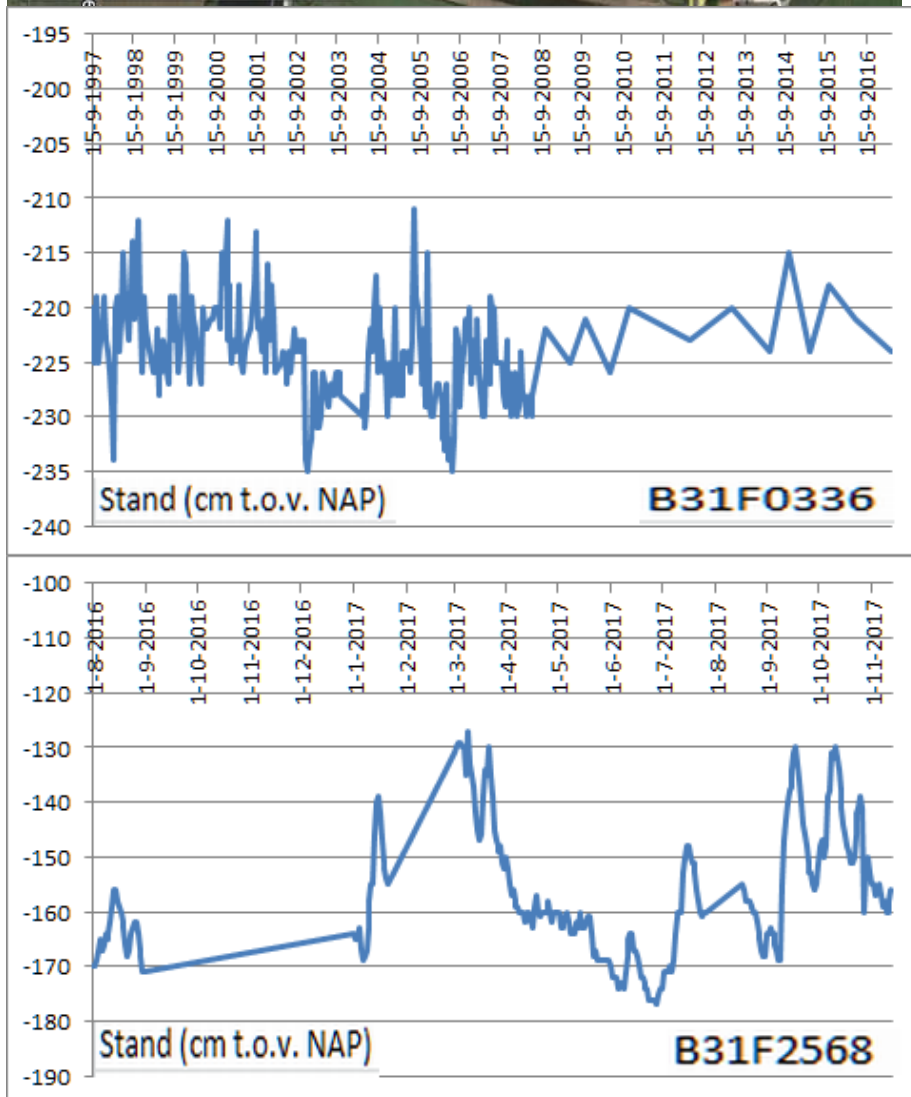
bijlage 2. Gegevens geselecteerde peilbuizen van Dinoloket

NITG-nr.; meetreeks	ligging projectlocatie	uit maaiveld	filtertraject buis
B31F0094-1; 1970-1989	400 m N	-1,55 m NAP	-9,5 á -10,5 m NAP; laag ₃ bovenin
B31F0336-1; 1997-heden	350 m N	-0,93 m NAP	-10,4 á -11,4 m NAP; laag ₃ bovenin
B31F2568; 2016-heden	500 m NNW	-0,77 m NAP	-2,4 á -3,4 m NAP; laag _{1/2}



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

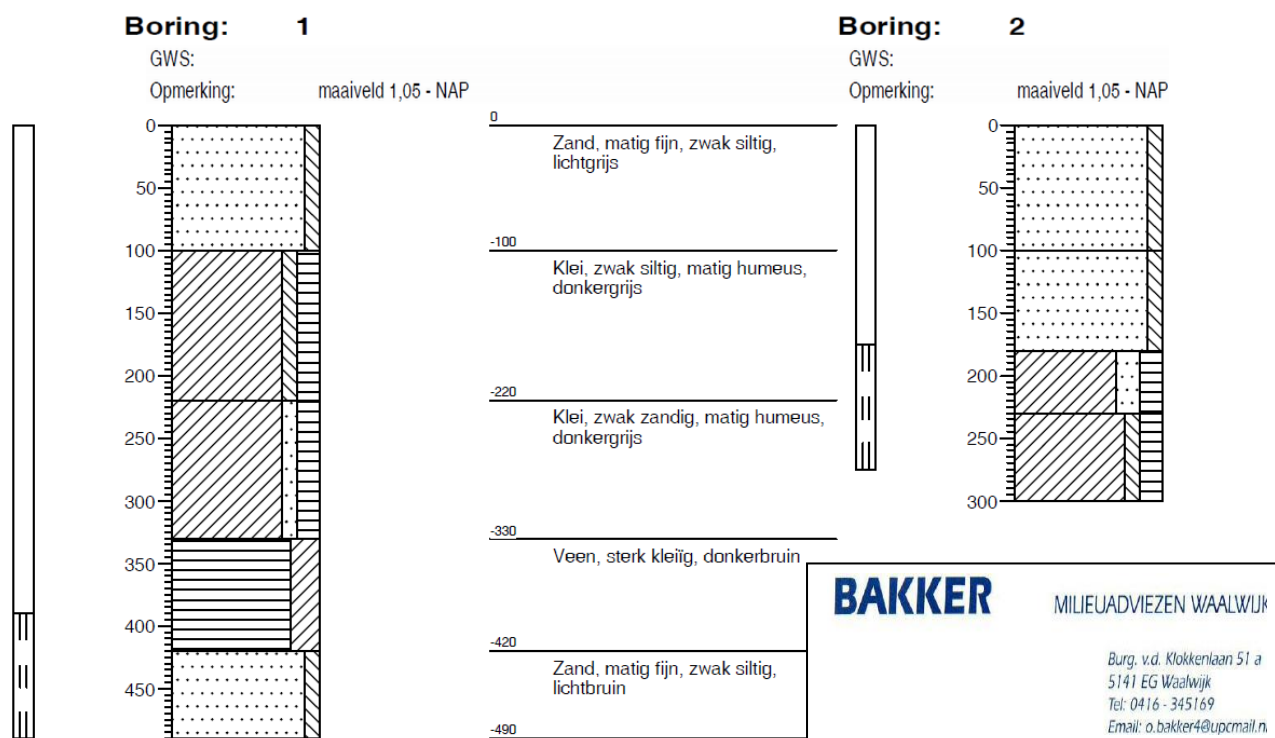
Hieronder zijn de grafieken van alle metingen van representatieve buizen B31F2568 en, met name, B31F0336.



bijlage 3. Aanvullend grondmechanisch onderzoek waterkering projectlocatie.

Op 27-2-2108 zijn door dhr. O. Bakker twee grondboringen uitgevoerd, zijn uit B1 bodemonsters genomen ter bepaling van volumegewichten en is in elk van beide boorgaten een peilbuis geplaatst.

Onderstaand zijn boorstaten van beide boringen. Waterstandsmeting van de peilbuizen geeft par. 3.6.



Figuur boven. Boorstaten beide boringen

Onderstaande Foto geeft beide monsters, in steekring 100 cm³, leeg gewicht 100 g.



Foto hiernaast: monster-1 ('veen', links) resp. -2 ('klei', rechts), vóór drogen.

Onderstaande Foto geeft de locatie van beide boringen.



Foto boven. Locatie boringen/peilbuizen, aan de teen van de waterkering, ter hoogte van de bouwput (raakvlak met de maximale stijghoogteverlagingslijn).

Onderstaande Tabel geeft het resultaat van de volumebepaling van de monsters-1 en -2.

Tabel. Gegevens beproeving monsters uit B1, 8/9-3-2018

monster	monster-traject [m MV]	gewicht nat, excl. ring [g]	gewicht droog, excl. ring [g]*	γ_n [kg/m ³]	γ_d [kg/m ³]	γ_n [kN/m ³]	γ_d [kN/m ³]	gehalte vocht tov. droog %	gehalte droge stof tov. nat %
1 'veen'	-3,7 á -3,8	112	80	1120	800	11,0	7,9	40	71
2 'klei'	-2,7 á -2,8	158	120	1580	1200	15,5	11,8	32	76

* na 24 u oven 110 gr. C

bijlage 4. 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 watervoerend pakket en de horizontale oppervlakte is beperkt) een aangepaste kD toegepast.

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

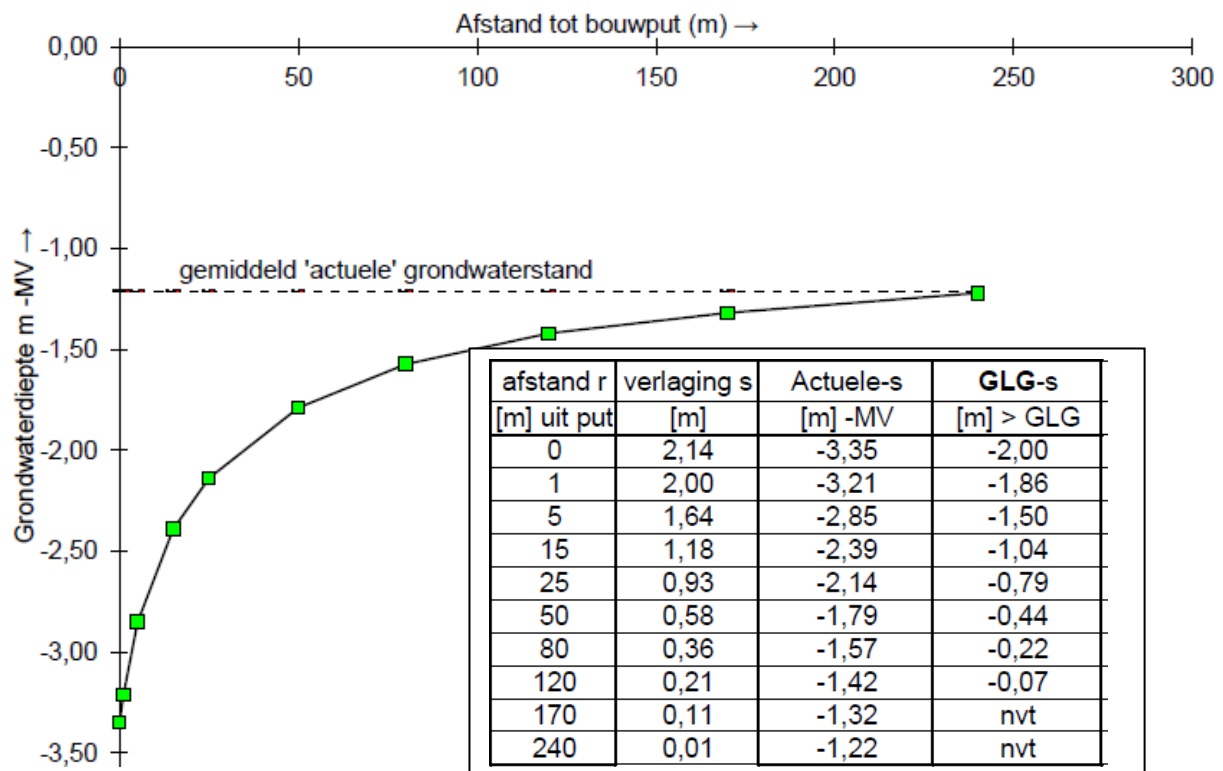
Gehanteerde formule van De Glee:

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

Hierin is:

Q	= totaal onttrekkingsdebiet, na eindverlaging	[m ³ /uur]
k	= doorlatendheidscoëfficiënt watervoerend pakket	[m ¹ /dag]
H-h	= S _(r) : verlaging van het grondwater op afstand r (m)	[m ¹]
D	= dikte watervoerend pakket	[m ¹]
r	= afstand tot onttrekkingsput	[m ¹]
K ₀	= 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, voor stationaire verlaging diepste fase: graven tot o.k. zandbed onder vloer. Onvolkomen bemaling ($kD_{\text{effectief}}=250 \text{ m}^2/\text{d}$; $L=105 \text{ m}$), debiet laag₃= $-42 \text{ m}^3/\text{u}$, waarin verwerkt effect onttrekken binnen damwandkuip en over klein vlak. De verlagingen op afstand zouden door damwandremming ook iets minder worden dan hier getoond, maar zie hiervoor bijlage Mwell.

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 5. Berekening theoretische zetting bij kruin dijk, door bemaling, met Koppejan/Terzaghi

In Nederland wordt de formule van Koppejan/Terzaghi veel gebruikt voor de berekening van zettingen. De vergelijking geeft de totale zetting als gevolg van de primaire zetting (bereikt na voltooiing van de consolidatie) en de secundaire zetting, die het gevolg is van de kruip van het korrelskelet.

De (uitgebreide) formule is door ons als volgt gehanteerd:

$$Z = h * \left\{ \frac{1}{C_p} * U + \frac{1}{C_s} * \log \frac{\Delta t}{t_d} \right\} * \ln \frac{\sigma_i + \Delta \sigma}{\sigma_i}$$

Waarbij:

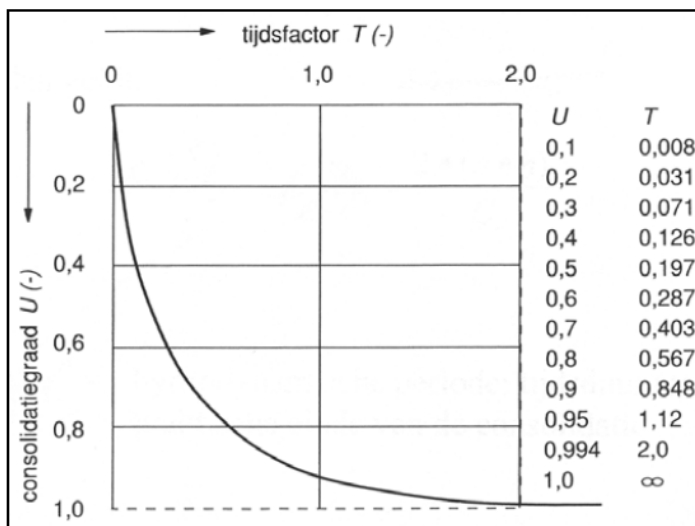
- Z	=	zetting na tijd (Δt_0) belastingverhoging (door bemaling)	[m]
- h	=	dikte van de samendrukbare laag	[m]
- C_p	=	primaire samendrukkingscoëfficiënt	-
- C_s	=	secundaire samendrukkingscoëfficiënt	-
- U	=	percentage consolidatie na bepaalde tijd (verdisconteert dat zettingen niet meteen optreden t.g.v. de tijd die het kost om water uit de poriën te persen)	factor
- Δt	=	tijd van belasten	[dag]
- t_d	=	1 (referentietijd voor de log. kruiprek)	[dag]
- σ_i	=	initiële verticale korrelspanning bij GLG-niveau	[kPa]
- $\Delta \sigma$	=	toename van de verticale korrelspanning	[kPa]

en:

$$T = \frac{C_v * \Delta t}{(\alpha * h)^2}$$

Waarbij:

- T	=	tijdsfactor (U is uitgedrukt als functie van T, zie tabel)	-
- Δt	=	tijd van belasten	[dag]
- C_v	=	consolidatiecoëfficiënt	[m ² /dag]
- a	=	geometriefactor (afhankelijk van enkelzijdige of dubbelzijdige afstroming)	-
- h	=	dikte van de samendrukbare laag	[m]



*Figuur en tabel.
Consolidatiepercentage als functie van de tijdsfactor.*

Toelichting. Bij het bereiken van de tijdsfactor 2, volgt uit de tabel dat de consolidatieperiode in feite beëindigd is; de waterover-spanningen in de samendrukbare lagen zijn dan verdwenen. Er treden dan alleen nog evt. secundaire zettingen op.

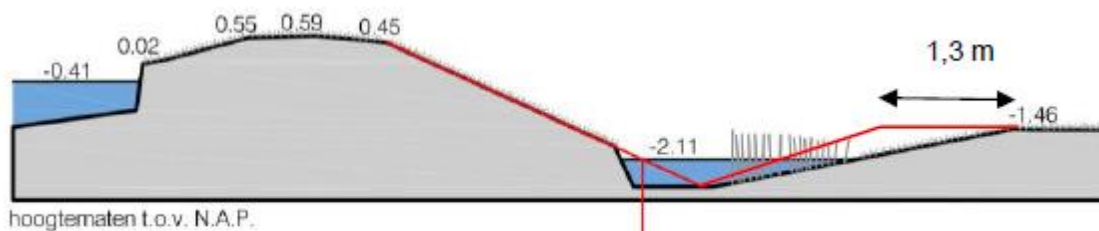
De bodemparameters, zoals volumegewichten en samendrukkingscoëfficiënten zijn door ons ingeschat (ontleend aan tabel 2b NEN- EN 9997-1).

Tevens is uitgegaan van het bodem- en peilbuisonderzoek genoemd in onze par. 3.6. (Watertoets 2009 door Wareco, aangetroffen op internet). Ook is gekeken naar het daarop volgende rapport 'geotechnisch onderzoek Overmeer Zuid' d.d. 2010-4-20 door Wareco, met stabiliteitsberekeningen waterkeringen door Crux. Dat was i.v.m. ontgravingen watergangen in de beschermingszone van waterkeringen (o.a. dezelfde zijde Boezemdijk als hier). Dat grondmechanisch onderzoek was niet in de waterkering, maar ernaast; dit is hier geïnterpreteerd samen met de bodemonderzoeken voor hier.

Onderstaande figuren tonen dat doorsnede 1 is de Boezemdijk, vrijwel t.p.v. de kelderlocatie. Men noteert een kruinhoogte van +0,59 m NAP welke overeenkomt met de landmeting Bijlage 1 (dat is hoger dan +0,10 m NAP getoond op onze Figuur 6 en tevens genoemd in gegevens-i, de Watervergunning (referentielijn, binnenkruinlijn).



Figuur 1 beschouwde doorsneden toetsing dijklichaam



Figuur 5 Geoptimaliseerde doorsnede 1 (gelijk veiligheidsniveau)

Figuren overgenomen uit 'geotechnisch onderzoek Overmeer Zuid' d.d. 2010-4-20 door Wareco

In onderstaande tabel zijn, om de variatie te bepalen, berekeningen opgenomen voor:

- situatie-a vóór bereiken van de grensspanning (samendrukkingscoëfficiënten: C_p/C_s);
- situatie-b na bereiken van de grensspanning, wanneer de spanningsverhoging geheel is (samendrukkingscoëfficiënten: C_p'/C_s').

Vanwege de aanwezigheid van de Boezemvaart naast de dijk, de korte duur van de bemaling e.d., is ervan uitgegaan dat er alleen waterspanningsverlaging optreedt in de onderste (veen)laag; en niet in hogere lagen ($\Delta v=0$). Deze verlaging ($\Delta v=0,35$ m t.o.v. de GLG over het profiel onder de kruin) is afgeleid van de hydrologische modellering.

Volgens deze berekening uit deze tabel is er voor het meest nabij de bemaling gelegen punt op de kruin van de waterkering, een theoretische zetting berekend van circa 3 mm met de gunstige zettingsparameters, resp. circa 8 mm met de ongunstige C_p'/C_s' .

OPM Bij de modellering middels MWell, zie Bijlage 6, voor de omliggende terreinen komen we op iets minder theoretische zetting, te weten in de orde van 3 mm.

berekening theoretische maaiveldzetting t.g.v. grondwaterverlaging									
berekening 2a, 10-3-2018 'voor grensspanning'									
afstand uit rand meest nabije bemaling: m	laag- hoogte [m]	permeab. k [m /dag]	volumegewicht [kN/m ³]	γ _{nat} [kN/m ³]	γ _{droog} [kN/m ³]	zettingcoëfficiënt Cp *** [-]	zettingcoëfficiënt Cs *** [-]	Δv daar in bemalen laag m tov GLG: [m]	locatie berekeningspunt: -2,50 [m NAP]
gemiddeld worst case bodem ivm zetting	0,00	2,59	17	1800	1E+06	8,64E+01	0,00	0,00	44,03
onderkant grondsoort	0,00	2,35	12	12	45	500	8,64E-02	0,00	0,055
[m NAP] NEN 6740, veen-worst case	0,00	2,35	12	12	45	500	8,64E-02	0,00	0,055
0,59 maaiveld/kruin	2,59	2,35	12	12	45	500	8,64E-02	0,00	0,055
-2,00 zand, schoon, vast	2,35	2,35	12	12	45	500	8,64E-02	0,00	0,055
-4,35 klei, ma. vast, ma. voorbelast	0,90	2,35	12	12	45	500	8,64E-02	0,00	0,055
-5,25 veen, matig voorbelast	2,25	2,35	12	12	45	500	8,64E-02	0,00	0,055
-7,50 zand, kleilig	4,50	2,35	12	12	45	500	8,64E-02	0,00	0,055
-12,00 zand, schoon, vast	4,50	2,35	12	12	45	500	8,64E-02	0,00	0,055
(*) Δv op afstand r (negatief bij verlagen) onder deklaag Face _{max,verlagen} : dat deze doordringt in alle bovenliggende lagen; (**) niet stooft droog, maar t.g.v. verlagen waterspanning; (***) prim.-+sec. zet.coëff. worstcase: na P _{grens,T} en U in diepe lagen beoordeeld bij Δv.									
berekening theoretische maaiveldzetting t.g.v. grondwaterverlaging									
berekening 2b, 10-3-2018 'na bereiken grensspanning'									
afstand uit rand meest nabije bemaling: m	laag- hoogte [m]	permeab. k [m /dag]	volumegewicht [kN/m ³]	γ _{nat} [kN/m ³]	γ _{droog} [kN/m ³]	zettingcoëfficiënt Cp *** [-]	zettingcoëfficiënt Cs *** [-]	Δv daar in bemalen laag m tov GLG: [m]	locatie berekeningspunt: -2,50 [m NAP]
gemiddeld worst case bodem ivm zetting	0,00	2,59	17	1800	1E+06	8,64E+01	0,00	0,00	44,03
onderkant grondsoort	0,00	2,35	12	12	45	500	8,64E-02	0,00	0,055
[m NAP] NEN 6740, veen-worst case	0,00	2,35	12	12	45	500	8,64E-02	0,00	0,055
0,59 maaiveld/kruin	2,59	2,35	12	12	45	500	8,64E-02	0,00	0,055
-2,00 zand, schoon, vast	2,35	2,35	12	12	45	500	8,64E-02	0,00	0,055
-4,35 klei, ma. vast, ma. voorbelast	0,90	2,35	12	12	45	500	8,64E-02	0,00	0,055
-5,25 veen, matig voorbelast	2,25	2,35	12	12	45	500	8,64E-02	0,00	0,055
-7,50 zand, kleilig	4,50	2,35	12	12	45	500	8,64E-02	0,00	0,055
-12,00 zand, schoon, vast	4,50	2,35	12	12	45	500	8,64E-02	0,00	0,055
(*) Δv op afstand r (negatief bij verlagen) onder deklaag Face _{max,verlagen} : dat deze doordringt in alle bovenliggende lagen; (**) niet stooft droog, maar t.g.v. verlagen waterspanning; (***) prim.-+sec. zet.coëff. worstcase: na P _{grens,T} en U in diepe lagen beoordeeld bij Δv.									

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

Achtergrond MWell.

Voor het bepalen van het debiet bij het behalen van de gewenste grondwaterstandsverlaging, is gebruik gemaakt van het (analytische) computer-rekenprogramma MWell. Onder bespreken we enige parameters; voor toelichting van MWell, zie 'deltaressystems.nl'.

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 met visualisering van lijnen van de benaderde theoretische zettingen. Voor de zettingsberekening maakt het programma gebruik van de theorie van Darcy voor grondwaterstroming en die van Hooke, voor samendrukking.

Hiervoor gebruikt het programma o.a. onze genoemde waarden voor: E_{oed} , de verticale samendrukbaarheid/rek (oedometer-stijfheid), berekend op halve dikte van de laag: $E_{oed} = \frac{2,3 \cdot \sigma}{CR}$. Dat is een functie van de verticale effectieve spanning σ en compressie ratio CR. I geval van eerder opgetreden belasting is van toepassing $E_{oed} = \frac{2,3 \cdot \sigma}{RR}$, als functie van de recompressie ratio RR. RR is de minimale waarde, maar volgens een ontvangen toelichting, geeft toepassing van de waarde o.b.v. RR in de praktijk een realistische schatting.

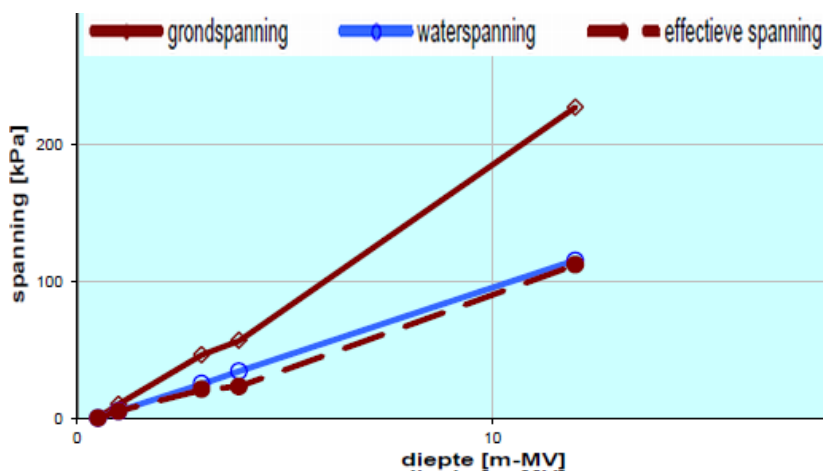
Gehanteerde parameters MWell.

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

De bepaling van de grondparameters ten behoeve van de bemalingsberekeningen is uitgevoerd op basis van het beschikbare grondonderzoek en rekening houdend met NEN 6740:2006-tabel 1.

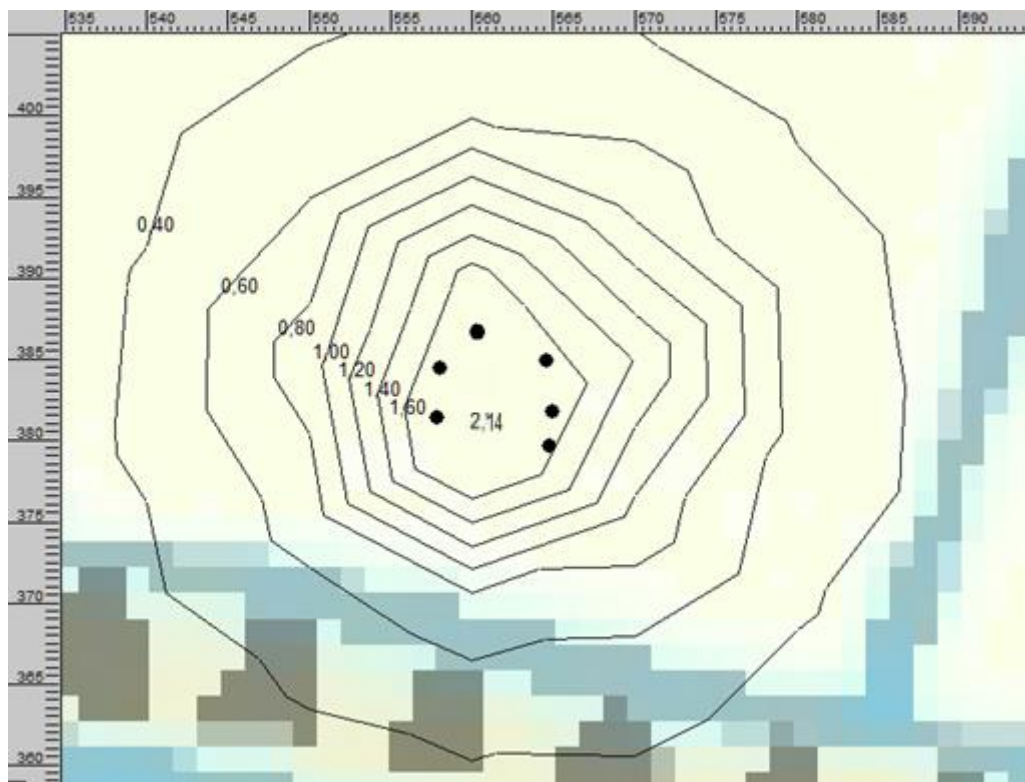
Hier is gebruikt, voorkomend over het projectgebied en directe omgeving: gemiddelde situatie en uitgaande van dat lagen homogeen zijn i.v.m. evt. maaiveldssettingen:

- laag1: zand, zwak siltig, kleiig (van MV=-1,1 m NAP tot -1,0 m MV, onder GLG): E_{oed} -gemiddeld (halve dikte van de laag; o.b.v. RR)= 3400 kPa;
- laag_{2a} klei, zwak zandig, matig vast (tot -3,0 m MV): E_{oed} -gemiddeld (halve dikte van de laag; o.b.v. RR)= 3120 kPa;
- laag_{2b} veen, matig voorbelast, matig vast (tot -3,9 m MV): E_{oed} -gemiddeld (halve dikte van de laag; o.b.v. RR)= 1150 kPa;
- laag_{3a} zand, schoon, middelfijn tot matig grof, vast (tot -12 m -MV): E_{oed} -gemiddeld (halve dikte van de laag; o.b.v. RR)= 203000 kPa.



Het verloop van de grond-spanning e.d. is dan volgens naastliggende figuur.

Hierna volgt enkele output van de modellering, fig.



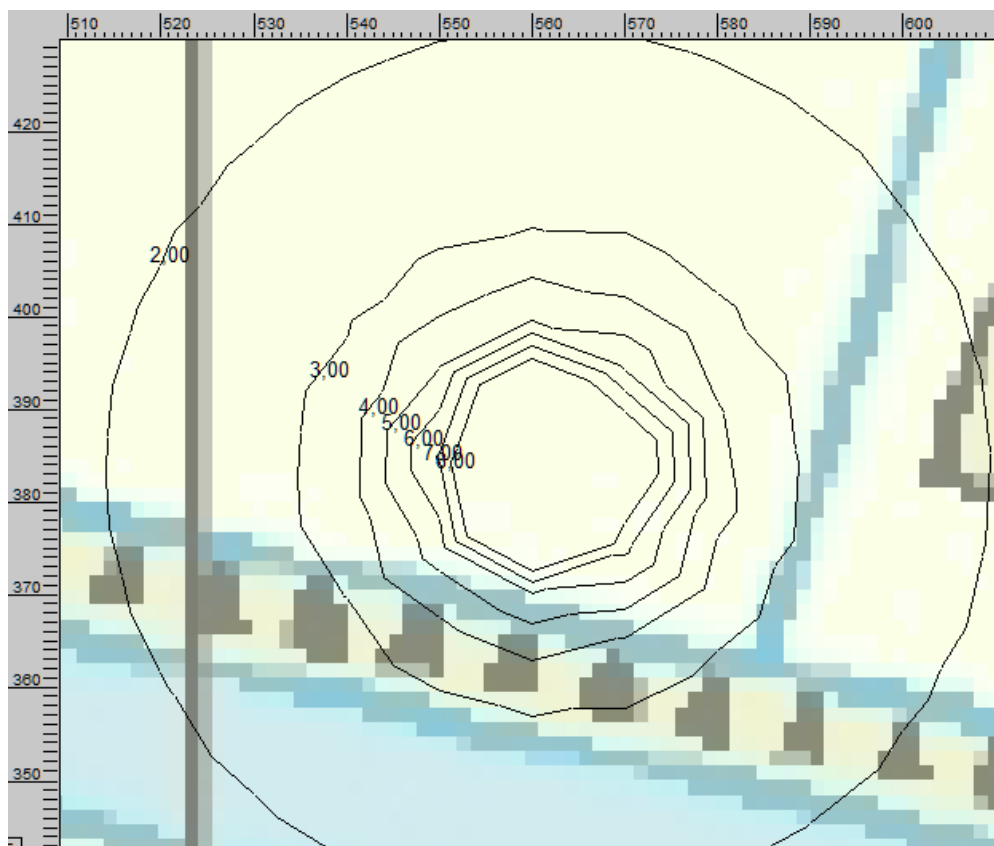
Figuur 6.a1. Gr.w.verlaging bouwput laag_{3a}, contouren in meters (buiten de kuip afgedrukt per 0,2 m, van 1,6 tot 0,4 m); 120 uren-na-start debiet 6 fictieve bronnen binnen kuip uit laag_{3a} -39 m³/u; binnen kuip v=2,14 m, voldoet bij tabel, fase diepste verlaging bij actuele stijghoogte



Figuur 6.a2. Gr.w.verlaging omgeving laag_{3a} contouren in meters (afgedrukt per 0,05 m, van 0,35 tot 0,05 m); dag-13-na-start, verder bemalen exact als figuur a1 (bij GHG, geen voeding waterpartijen); contour v=0,05 m op circa 350 m uit nabije rand bouwput



Figuur 6.a3. Gr.w.verlaging in deklaag₂ contouren in meters (getoond per 0,05 m); dag-13-na-start diep bemalen, als figuur a1, NB verlaging t.g.v. verlaging in diepe laag, niet door damwandlekkage bovenlaag. Max. verlaging $v=0,20$ m nabij bouwput; contour $v=0,05$ m op circa 150 m uit nabije rand bouwput.



Figuur 6.a4. Theoretische zettingslijnen uitvergroot nabij waterkering (van maaiveld totaal, per 1 mm) voor situatie van gemiddelde opbouw over gebied kleiige/humeuze lagen onder GLG, en uitgaande geen eerdere diepe verlaging. Eind-dag-14-na-start-bemalen; bronnen en debiet als fig. a1/a2.

Af te leiden: zettingen Theoretische: circa 8 mm direct naast de bouwkuip en op 15 á 20 m. Nabij de kruin van de dijk circa 3 á 4 mm; verhang van 4 naar 3 mm over afstand van circa 5 m; 2 mm op ca. 50 m .

einde