

**bemalingsadvies parkeergarage en grondwaterkering
Drie Hoefijzers Noord te Breda**



Gemeente Breda

Bijlage bij besluit
Z2020-006942-V01

Ven L

opdrachtgever : Geoinfra bv, Oud Gastel
rapportnr. en -datum : 19.22-2, 5 november 2019
opgesteld : 



INHOUD		blz.
1	INLEIDING, BESCHIKBARE GEGEVENS	3
2	PROJECTGEBIED EN PROJECTGEGEVENS	4
3	GEGEVENS DESTIJDS UITGEVOERD NAASTLIGGEND PROJECT STATIONS�AAN MIDDEN	7
4	BODEM EN GEOHYDROLOGIE	8
5	BEMALING TE MAKEN KEERWANDCONSTRUCTIE BETONVLIES ONDERDOORGANG TERHEIJDENSTRAAT	11
6	NODIGE GRONDWATERVERLAGINGEN	12
7	INDICATIE BEMALINGSINSTALLATIE I.V.M. BEREKENINGEN	14
8	BEPALING DEBIET	16
9	EVENTUELE EFFECTEN BEMALING OP OMGEVING	17
10	VERGUNNINGEN, MELDINGEN, HEFFINGEN	21
11	MONITORING, CONTROLE BEMALING EN OMGEVING	22
bijlagen		blz.
1	Uitsnede Tekening Overzicht Parkeerkelder	23
2	Sonderingen t.p.v. de kelder	24-29
3	Gegevens grondwaterstanden meetpunten Dinoloket en regionaal verloop	30
4	Samenvatting bemaling en grondwaterstanden destijds van (naastliggend) project Stationslaan	31-32
5	Samenvatting schetsen betonvliesconstructie op nieuwe keerconstructie	33-34
6	Samenvatting modellering bemaling destijds van (naastliggend) project 'Stationslaan Midden' fasen-diep'	35-38
7	Principe doorsnede bouwput, voorbereiden BAM	39
8	Berekening 'de Glee' bemaling laag2a: debiet, verlaging bij GHG, GLG op afstand	40
9	Modellering Mwell: lijnen verlaging en theoretische zetting door bemaling	41-44

1 Inleiding, beschikbare gegevens

Heden is in voorbereiding, binnen het project 'Drie Hoefijzers Noord' te Breda, de aanleg van een parkeerkelder.

Hiervoor wordt o.a. tot onder de verwachte grondwaterstand gegraven en is er tijdelijke grondwaterverlaging nodig.

Doel van het opstellen van het voor u liggende advies is het ramen van de wijze van droogmaken van de ontgraving en van het te onttrekken en lozen debiet; en tevens het faciliteren van meldingen of vergunningen voor onttrekken en lozen. Verder wordt verkend welke aspecten en omgevingseffecten van toepassing zijn voor de bemaling.

Eén en ander is gebaseerd op volgende technische gegevens voor dit project:

- a) tekeningenboek 180426 'Voorlopig Ontwerp Westpunt', Nouwens Roovers Architectuur, 2018-04-26;
- b) tekening 180426 'woningplattegronden Westpunt, VO', Nouwens Roovers Architectuur, 2018-03-06;
- c) rapportage 'Doorstart Voorfase opvangconstructie betonvlies Terheidenstraat', Movares, 2018-06-21 (OPM Is bij nabije spooronderdoorgang);
- d) rapport 'Plantoelichting herijkt VO fase 2, 3 Hoefijzers Noord Breda', BUROBOL, 2018-03-29;
- e) tekening 17230000-R-1 'ondergrondse infra, overzicht', Geoinfra i.o.v. ontwikkelaar AM, concept 2018-07-04;
- f) rapport 'Watertoets, 3 Hoefijzers Noord Breda' Agel Adviseurs, 2015-02-5;
- g) rapport 'Funderingsadvies (incl. resultaten grondonderzoek) nieuwbouw woningen en appartementen, Stationslaan Breda', Lankelma Geotechniek Zuid, 2018-05-16;
- h) rapport 'Funderingsadvies Nieuwbouw 109 grondgebonden woningen, Stationslaan Breda, Lankelma Geotechniek Zuid, 2018-02-28.
- i) diverse rapporten inzake milieukundig bodemonderzoek ter plaatse: waarvan het meest recente rapport B18.7067 'notitie bodemkwaliteit 3 Hoefijzers Breda', door Verhoeven Milieutechniek 2018-04-16. Hierin wordt samengevat de resultaten van beide meest recente onderzoeken door BMA Milieu, nr. 2016.0060-2 d.d. 2017-06-29:
 - 'Actualiserend verkennend bodemonderzoek Drie Hoefijzers Noord (fase 2)';
 - 'Actualiserend verkennend bodemonderzoek Drie Hoefijzers Noord, t.h.v. Vuchtstraat'.

Per juni 2019 is aanvullend verkregen:

- j) tekening 12404 'Schematische opzet bouwput 3 Hoefijzers Noord - Westpunt - Puntgebouw', door BAM, 12-6-2019;
- k) bespreking op kantoor BAM Breda d.d. 11-6-2019, waarin o.a. ons mondeling is verstrekt: planning, nodige diepte ontgraving t.p.v. te maken opvangconstructie vlies en nodige damwanddiepte t.p.v. opvangconstructie;
- l) planning BAM inzake tijdsduur bemaling, mail Geoinfra d.d. 22-10-2019.

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

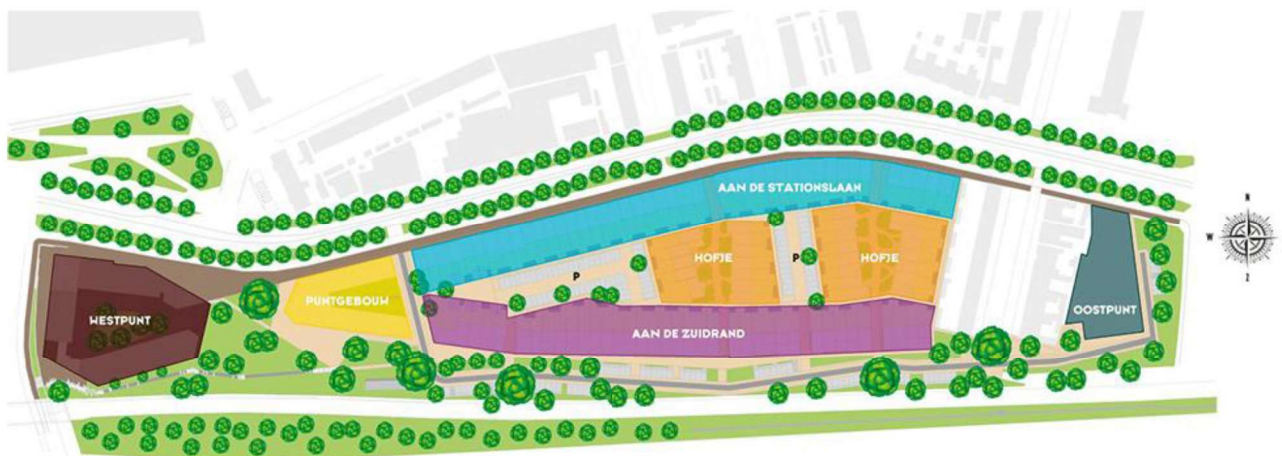
Op deze rapportage zijn de DNR-2011 van toepassing; dit betreft regeling van de verhouding tussen opdrachtgever en adviserend ingenieursbureau; er wordt o.a. een beperking van de aansprakelijkheid vastgelegd van de adviseur. De technische aannames, maatvoering e.d. dienen tijdig gecontroleerd te worden. Bij veronderstelde afwijkingen e.d., ook tijdens uitvoering, dient men in overleg te treden met de projectbegeleiding. Deze rapportage, met maatvoering e.d., is oriënterend bedoeld (met name ook de gegevens van nabije project volgens hoofdstuk 3); er kunnen geen rechten aan ontleend worden, ook niet voor bijvoorbeeld méér- of minderwerk bij de uitvoering.

2 Projectgebied en projectgegevens

Op en rond het terrein van de voormalige brouwerij Drie Hoefijzers is in afgelopen jaren reeds gebouwd fase 1, in het zuidelijke deel.

Nu is onderhanden fase 2, het noordelijke deel, voor ongeveer 270 nieuwbouw woningen en appartementen. Het gebied is gelegen aan de Stationslaan, tussen de Terheijdenstraat en de Doornboslaan.

Figuren 1 en 2 geven het ruimtelijk plan van de verschillende deelgebieden en impressie van de uiteindelijke bebouwing.



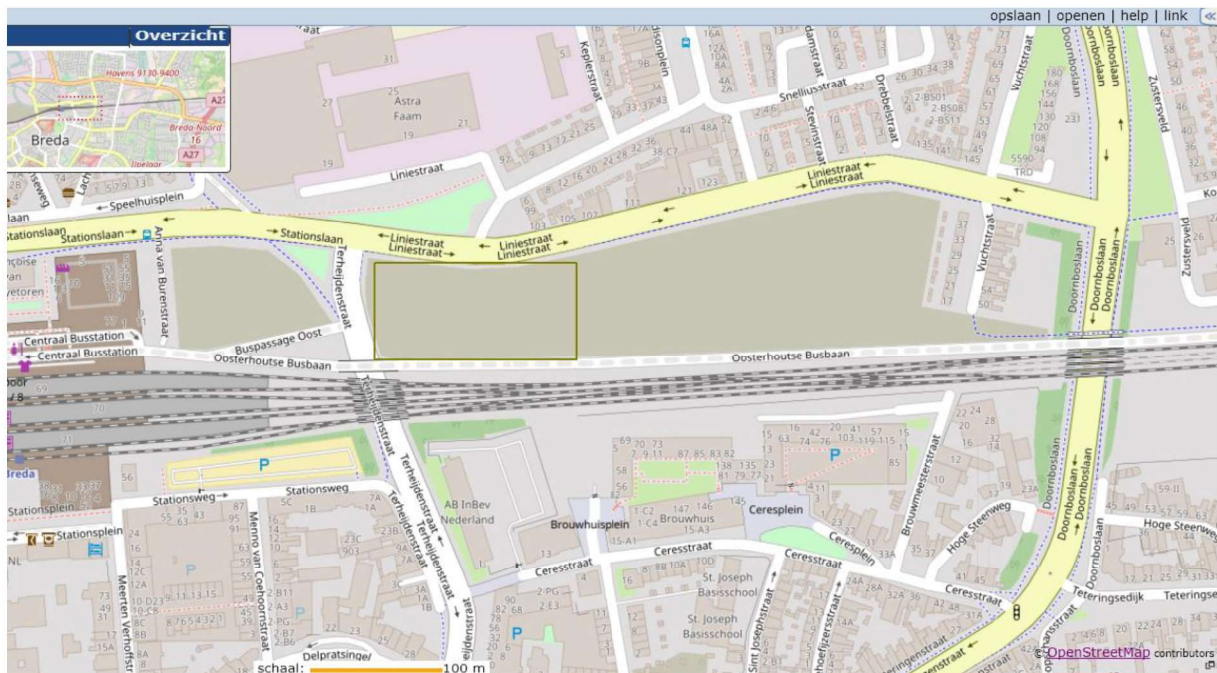
Figuur 1. Ligging Drie Hoefijzers Noord, met de verschillende deelgebieden (bestemmingsplan)



Figuur 2. Impressie toekomstige bebouwing Drie Hoefijzers (op ondergrond gemeente)

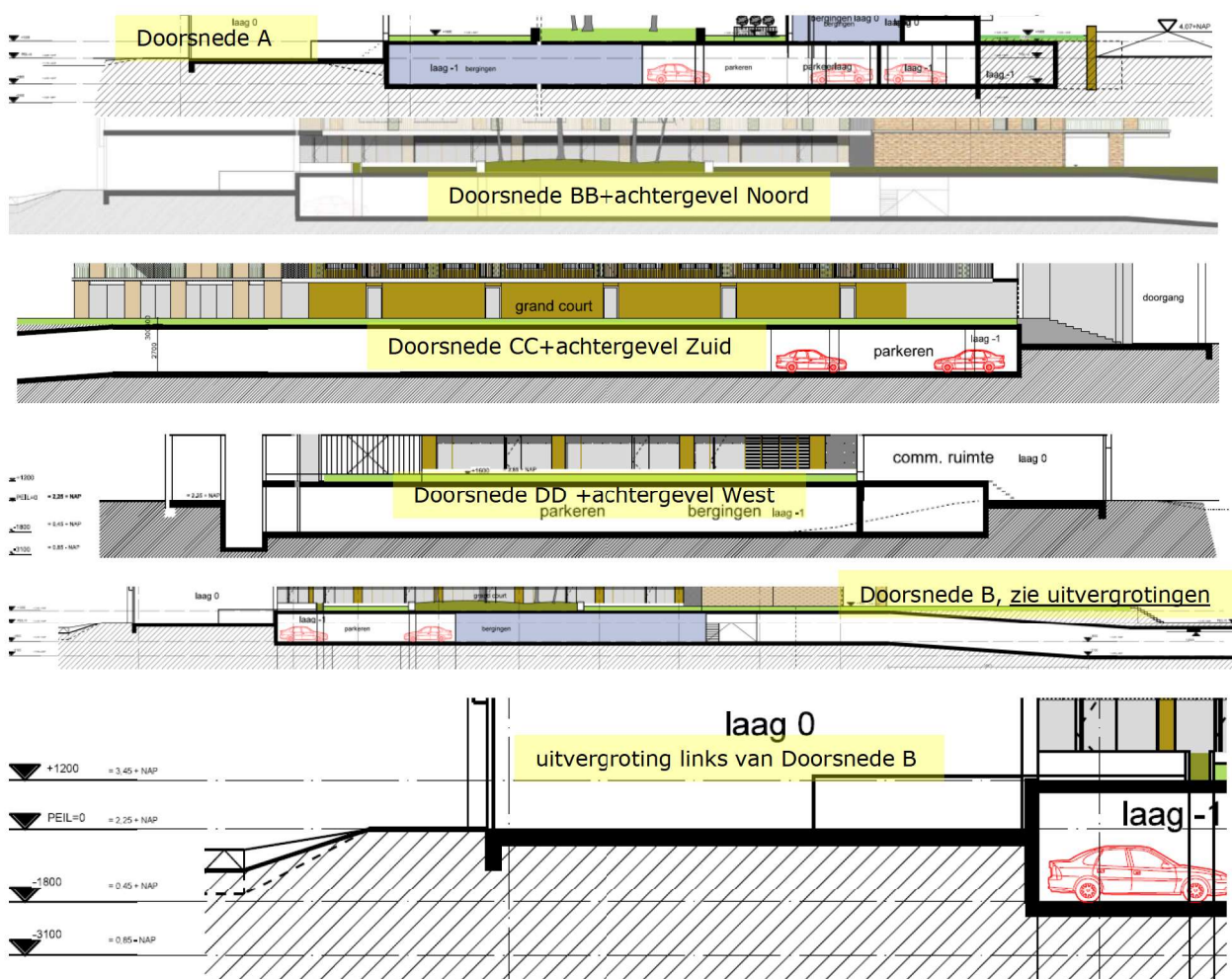
Er komt een verdiepte parkeer- en bergingsruimte westelijk in het project, globaal onder bouwwerk Westpunt en langs Puntgebouw.

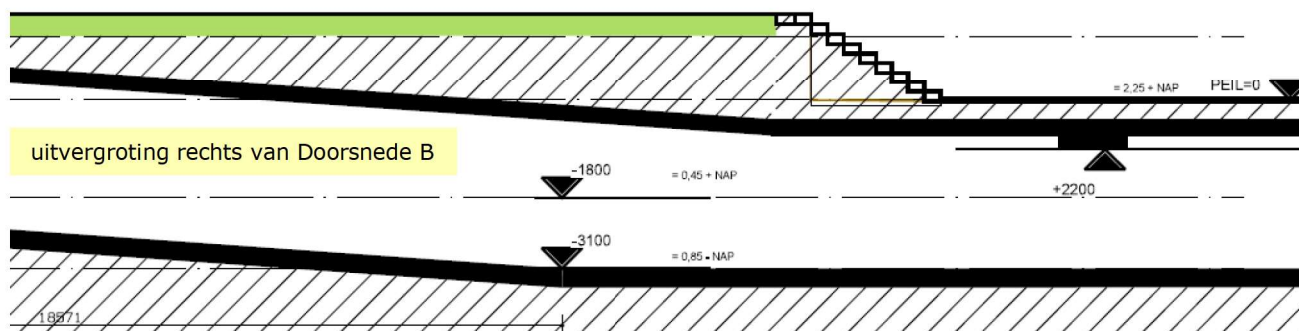
Figuur 3 toont de topografische ligging.



Figuur 3. Ligging te maken parkeerkelder, globaal binnen oranje vak (projectie 'Open Streetmap')

Figuur Bijlage 1 geeft het bovenaanzicht van de te maken kelder en ligging van de doorsneden. Figuren 4 geven doorsneden over de kelder en omliggende maaiveldinrichting.





Figuren 4. Doorsneden parkeergarage A, BB, CC, DD, B (collage uit gegevens a)

Figuur Bijlage 7 geeft doorsneden over de bouwput voor de kelder, zoals heden in de werkvoorbereiding door de BAM voorzien, mede met het oog op de uit te voeren funderingen.

Betreffende de kelder en verdiepte delen, leiden we uit voornoemde informatie af:

- het peil van gebouw Westpunt komt hoog t.o.v. het oostelijke terrein, waardoor de in- en uitrit nabij het Puntgebouw dieper ligt; zie Figuur 3 dsn B. Via een helling wordt het niveauverschil overbrugd terwijl tevens op de helling wordt geparkeerd.
- op de parkeerkelder/berging komt hoogbouw en een deels groen binnenplein, zie Figuur 3 dsn A.
- de kelder/berging met in-/uitrit is veelhoekig en langwerpig. De lange zijde, meet tussen de wanden circa 150 m; de korte aan de westelijke wand circa 45 m en aan de oostelijke wand circa 25 m;
- het bouwpeil is +2,25 m NAP;
- de fundering is voor parkeerdelen is evt. deels op betonpalen, aangebracht vanaf een geringe voorontgraving. Grotendeels voorziet BAM een fundering op staal;
- de bovenzijde (afgewerkte) keldervloer ('parkeren') is over het brede westelijke deel +0,45 m NAP en het smallere diepere oostelijk deel -0,85 m NAP. BAM voorziet i.v.m. ontgraving betonvloerdikte en poeren een nodige drooglegging naar -0,95 m (fase 1B) resp. (diepere oostelijk deel (latere fase 2) -2,30 m NAP);
- in het (ondiepe) westelijke deel zijn verdiepte putten circa 1,10 m dieper. Het betreft liftputten van circa 1,5 x 2,5 m². Indien de ontgraving 0,40 m dieper is, is voor deze verdiepte delen (fase 1B) dan een ontgraving nodig naar -1,05 m NAP. In het (diepe) oostelijke deel zijn ons geen verdiepte putten bekend; gezien de aangehouden dikke vloer zullen daar geen verdiepte ontgravingen nodig zijn;
- aan de westelijke zijde van de te maken bouwput is een bestaand waterremmend betonvlies, indertijd aangelegd onder de spooronderdoorgang Terheijdenseweg. Volgens Movares (gegevens c) zijn daarvoor in dit kader constructies te maken. Zie hiervoor ons Hoofdstuk 5.

De bouw is voorzien met aanvang omstreeks eind 4^{de} kwartaal 2019. De verwachte bemalingsperiode is ingeschat o.b.v. voorlopige planning BAM (gegevens k en l), circa:

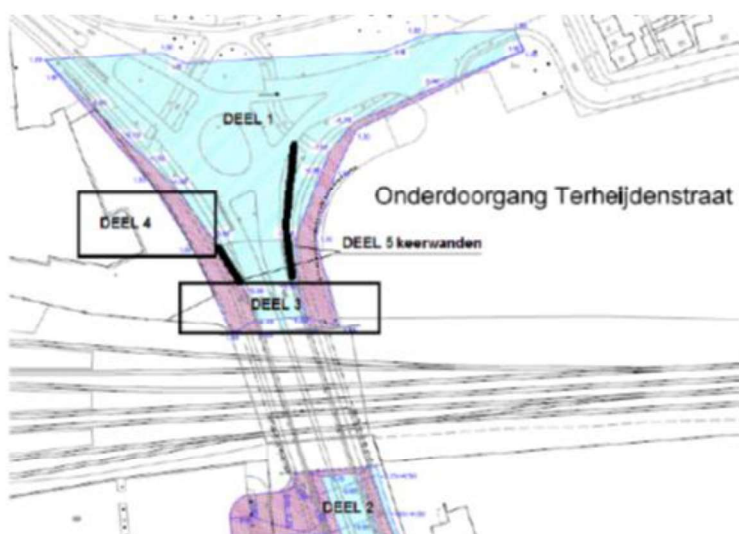
- fase 1= constructie aansluiting op waterremmend betonvlies: 5 weken;
- tussen fasen 1 en 2 is er een periode zónder bemaling van 12 weken. In die periode worden de pompen van het project afgevoerd;
- fase 2= ½ verdiepte parkeerdeel: 20 weken;
- tussen fasen 2 en 3 is er een periode zónder bemaling van 12 weken. In die periode worden de pompen van het project afgevoerd;
- fase 3= verdiepte parkeerdeel: 25 weken.

3 Gegevens destijds uitgevoerd naastliggend project Stationslaan Midden

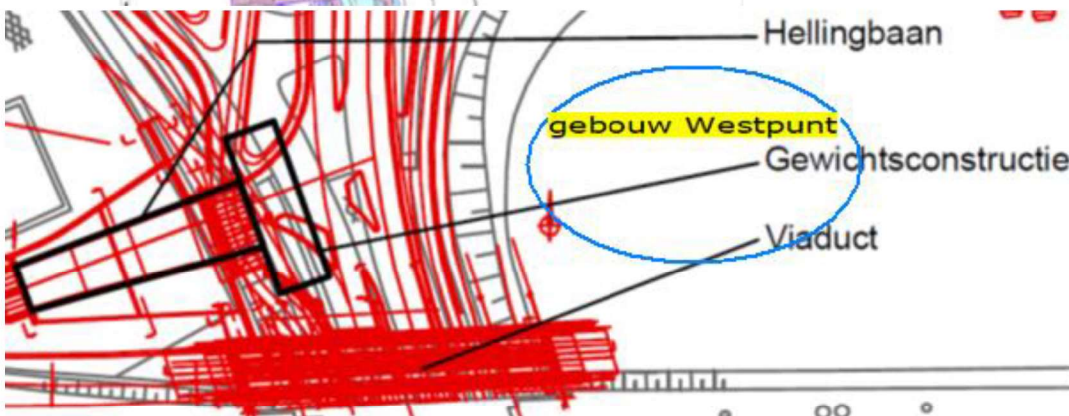
Door ons waren in 2013 en 2014 uitvoeringsplannen gemaakt voor alle bemaling van het project 'Stationslaan Midden', gelegen westelijk naast de locatie. Uit ons archief geven we onderstaande samenvatting. De locatie van deze werken was de aan te passen spooronderdoorgang direct aan de westelijke rand van gebouw Westpunt.

Het betrof bouwwerkzaamheden voor de besteksdelen: '1.Stationslaan Midden' (riolering), '2.HOV Centrum' (busbaan), '3.HOV-Viaduct', '4.HOV-hellingbaan-Oost' en '5.Keerwanden'. De werken waren alle gelegen in/rond de spooronderdoorgang Terheijdenseweg. De spooronderdoorgang was indertijd, omstreeks het jaar 1960, aangelegd in een vliesconstructie (bodemafluitende plaat van beton-/bitumenvlies).

Een deel van de werkzaamheden 2013-2014 had overlap met het vlies, dat ter plaatse moest worden vrij gegraven. Bemaling was er met name nodig voor de stabiliteit tegen de opwaartse grondwaterdruk van het bestaand bodemafluitvlies, tijdens het gedeeltelijk afgraven daarvan. Voor toelichting over de locatie, zie Figuren 5 en 6.



Figuur 5 Locatie besteksonderdelen van project 'Stationslaan Midden' (uitsnede van ons bemalingsadvies 'Stationslaan Midden', op ondergrond bestekstekening 285558, gemeente Breda). Opm. De blauwgrijze arcering gaf de ligging van het vlies



Figuur 6 Locatie enkele objecten van project 'Stationslaan Midden' (ondergrond uit 'bemalingsadvies HOV, onderdoorgang Terheijdenseweg' Movares, 2013-1-25) met bij ellips globaal kelder Westpunt

Bijlage 4 vat samen de bemaling en grondwaterstanden van dat project Stationslaan. En Bijlage 6 geeft modellering bemaling van dat project; bijv. Figuren-c tonen bemaling voor de keerwand, die boven het vlies werd gemaakt, naast het nu onderhanden Westpunt.

Tevens was er rond die periode o.a.:

- (2012 tot omstreeks 2014) een omvangrijke bemaling (tot 400 m³/u) voor aanleg van de OV-Terminal, gelegen vanaf 200 m W uit de locatie;
- (2014 tot omstreeks 2015) een langdurige bemaling voor aanleg van bouwblokken met parkeerkelders direct noordelijk van het station achter de OV-Terminal, gelegen vanaf 400 m WNW uit de locatie.

4 Bodem en Geohydrologie

4.1 Beschikbaar bodem- en grondwateronderzoek op of nabij de locatie

Op de locatie zelf was in dit kader bodemonderzoek verricht:

- diverse milieukundig bodemonderzoeken (gegevens i). Deze betroffen ondiepe boringen (diepte veelal tot max. -2,5 m MV); waarbij vaak ook een grondwaterstandsmeting was gedaan;
- sonderingen, met diepte tot circa -25 m MV/-23 m NAP (gegevens g). Van die uitgevoerd t.p.v. de kelder zijn de grafieken opgenomen in Bijlage 2. Het wrijvingsgetal is ook weergegeven. En er waren enige waterstandsmetingen gedaan.

4.2 Archiefonderzoek bodem en geohydrologie

We hebben onderzoeken gedaan en overgenomen: gegevens op internet en Dinoloket (TN0) en, zie met name hoofdstuk 3, uit eigen archief.

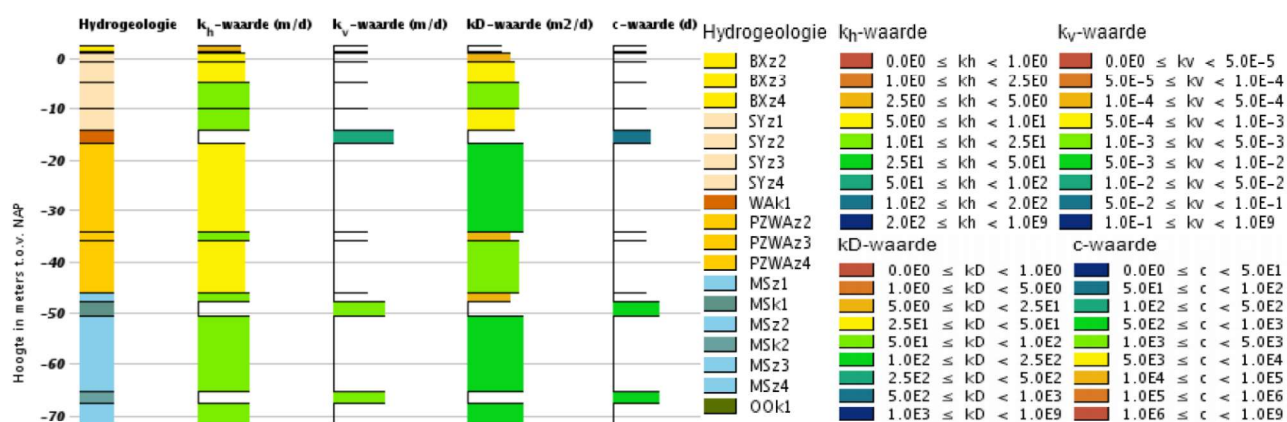
4.3 Maaiveldsligging

Het maaiveld t.p.v. kelder, tijdens uitvoering van de sonderingen, is afgeleid van hoogten van sondeerpunten; het varieerde van circa +1,69 tot +2,14 m NAP.

4.4 Bodemopbouw en geohydrologie

De toplaag in de omgeving van de locaties wordt geclassificeerd als 'Bx5': formatie van Boxtel, bestaande uit dekzand, beekleem, -zand en veen.

Verder is gekeken, voor diepere lagen, naar onderstaand model Figuur 7.



Figuur 7. Bovenlaag Regismodel-2.2 voor projectlocatie (RD: 113232, 400985)

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

- 1) 2,5 tot 2,4 resp. 1,4 en 1,2 m NAP: formatie van Boxtel, 2^e, resp. 3^e. en 4^e zandige eenheid, hoofdzakelijk bestaande uit zand (fijn tot midden), met weinig zandige klei en grof zand en een spoor klei, veen en grind;
- 2) 1,2 tot -0,6 resp. -4,0, -10,0 en -14,2 m NAP: formatie van Stramproy, 1^e, resp. 2^e, 3^e en 4^e zandige eenheid, hoofdzakelijk bestaande uit zand (midden, fijn en grof), met weinig klei en zandige klei en grof zand en een spoor veen, bruinkool en grind;
- 3) -14,2 tot -16,8 m NAP: formatie van Waalre, 1^e kleiige eenheid, hoofdzakelijk bestaande uit zandige klei, klei en midden zand met weinig veen, zand (fijn en grof), een spoor grind;
- 4) -16,8 tot -34,1, resp. -36,0 en -46,1 m NAP: formatie van Peize en Waalre, 1^e zandige eenheid, hoofdzakelijk bestaande uit zand (midden en grof), met weinig zandige klei en fijn zand en een spoor klei en veen;
- 5) -46,1 tot -47,6 m NAP: formatie van Maassluis, 1^e zandige eenheid, hoofdzakelijk bestaande uit zand (midden en grof), met weinig klei, zandige klei, fijn zand en schelpen en een spoor bruinkool en grind;
- 6) -47,6 tot -50,6 m NAP: formatie van Maassluis, 1^e kleiige eenheid, hoofdzakelijk bestaande uit zandige klei, klei en midden zand met weinig zand (fijn en grof) en een spoor bruinkool en schelpen. Etc.

De geohydrologie kan men indelen, op basis van de informatie, volgens Tabel 1.

Tabel 1. Schematisering bodemopbouw en geohydrologie

laag L	van	tot	grondsoort <i>circa</i>	typering; WVP watervoerend pakket, SL scheiden- de laag	geohydrologische parameter	
	m NAP				C [d]	T [m ² /d]
0	-	+2,1 à + 1,7	maaiveldligging	weerstand drainage- /infiltratieoppervlak	130	
1	+2,1 à + 1,7	-0,0 à -1,0	zand, fijn, matig siltig	toplaag (lokaal geroerd); zeer matig watervoerend		(natte deel) 5
2a	-0,0 à -1,0	-3,5 à -4,2	afwisseling van leem- en zandlagen, fijn en siltig; lo- kaal alleen zand fijn tot matig fijn, siltig	WVP1 bovendeel; water- remmend en matig wa- tervoerend	1 á 50	10 á 25
2b	-3,5 à -4,2	-6,0 à -8,0	zand fijn tot matig fijn, siltig	WVP1 dieper deel; water- voerend	-	40
3a	-6 à -8	-9,0 à -14,0	afwisseling van leem-/klei- en zandlagen, fijn en siltig	SL1 bovendeel; water- remmend en matig wa- tervoerend	10 á 100	30
3b	-9,0 à -14,0	-20	zand fijn tot matig grof, sil- tig; lokaal met enkele dunne lemige laagjes	SL1 midden deel; water- voerende tussenlaag	10	100 á 150
3c	-20	-50	afwisseling van klei met klei- ge zandlaagjes en zandige kleilaagjes	SL1 dieper deel; water- remmend en matig wa- tervoerend	200	100
4	-50	-94	zand, fijn tot grof, lokaal klei- ge lagen	WVP2 watervoerend	100	1000

Opgemerkt wordt dat men moet rekenen dat de grondslag, met storende leemlagen e.d., hier lagen lokaal kan variëren, zie bijv. een verschillend beeld van de sonderingen. Het betreft in dit geval derhalve slechts een schematisering.

Voor schatting van T (symbool voor transmissiviteit: doorlaatfactor $k \times$ pakketdikte D) en C (waterremming) is hier gebruik gemaakt van enkele pompproeven uit ons archief:

- ter plaatse onderdoorgang Terheijdensweg indertijd en, van 2013 tot 2014, voor kunstwerken HOV station en Terheijdensweg (in laag_{2/3a}): zie o.a. Bijlagen 4 en 6;
- op circa 2 km W: bemaling Breda (onderdoorgang Lunetstraat; MV +2 m NAP, kleilaag van -12 tot -15 m NAP):
 - # 100, in bovenlaag (filter -5 tot -10 m MV, laag₂): $kD=50 \text{ m}^2/\text{d}$, $\lambda=26 \text{ m}$;
 - # 101, in bovenlaag (filter -20 tot -30 m MV, laag_{3b/3c}): $kD=270 \text{ m}^2/\text{d}$, $\lambda=210 \text{ m}$.

4.5 Open water, waterkeringen

Waterkeringen zijn niet nabij. Figuur 8 geeft dat er op grotere afstand open water is: vanaf 300 m zuidelijk de Bovenmark (singel), welke verbonden is met de Mark die op 1 km westelijk loopt van de bouwput. Het waterpeil is in de orde van +0,1 m NAP.



Figuur 8. Systeem waterlopen en waterkeringen bij project bij rode ellips (leggerkaart waterschap)

4.6 Grondwater

Meting grondwaterstand bij onderzoeken op de locatie

Genoteerd was in de boorstaten van de boringen (gegevens i) een waterstand (laag₁) tijdens uitvoering door het jaar heen van circa -1,50 m MV.

Gemeld was in de gaten van de sonderingen (gegevens g) een waterstand (laag_{1,2,3}):

- tijdens uitvoering D79 op 2018-1-29 van -1,00 m MV (0,95 m NAP);
- tijdens uitvoering D52 op 2018-2-5 van -1,10 m MV (1,07 m NAP).

Peilbuisbestand Dinoloket nabij de locatie

Bijlage 3 geeft gegevens van meetpunten van Dinoloket en een regionaal verloop.

Meting grondwaterstand van onderzoek nabij de locatie

Bijlage 4 geeft grondwaterstanden t.p.v. de naastgelegen onderdoorgang Terheijdensweg, zie ook ons Hoofdstuk 3.

Gebruikte rekenwaarden grondwaterstand op en nabij de projectlocatie.

Op basis van voornoemd onderzoek/studie, gaan we uit van de waarden in Tabel 2.

Tabel 2. Raming grondwaterstand watervoerende lagen projectlocatie

laagnr.	GHG	gemiddeld	GLG	opmerking
1, 2a	+1,10 m NAP: -0,90 m MV	+0,50 m NAP: -1,50 m MV	+0,20 m NAP: -1,8 m MV	(semi)freatisch
2b,3a	+0,80 m NAP	+0,40 m NAP	+0,10 m NAP	(semi)spanningswater

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

Opm. Zie o.a. ook ons hoofdstuk 3, en modellering Bijlage 5: t.g.v. de bemaling indertijd bij aanleg spooronderdoorgang Terheijdensweg én, in 2013-2014 het project 'Stationslaan Midden' is grondwaterstand (GLG laag 1,2,3) t.p.v. de onderdoorgang o.a. aan de westrand vries dieper dan circa -2,2 m NAP geweest, gedurende enkele maanden.

4.7 Regionale stroming grondwater, lokale onttrekkingen, en kwel/infiltratie

De 'natuurlijke' stromingsrichting van het grondwater regionaal in het eerste watervoerend pakket is: hoofdzakelijk westelijk/noordwestelijk, vanaf de hoger gelegen dekzanden richting de dieper gelegen gebieden en ontwateringen, zie ook isohypsenpatroon uit Bijlage 3.

In de toplaag is de stroming vermoedelijk door het seizoen wisselend onder invloed van het neerslagregiem, topografie en lokale ontwaterende infrastructuur zoals drainages in en rond de straat. In het gebied is gemiddeld een matige infiltratiesituatie.

4.8 Kwaliteit grondwater en ligging t.o.v. verontreinigingen

Het terrein is volgens onze informatie door de jaren heen uitgebreid bemonsterd (bodem-onderzoeken: gegevens i); deze onderzoeken betreffen de bovenlaag₁ er bleken enige grondwaterverontreinigingen indertijd ter plaatse (minerale olie en, max. licht verhoogd, aromaten).

Voor de omgeving, zie ook ons effectenonderzoek volgens par. 9.4.

Het op te pompen water is (nog) niet onderzocht voor evt. lozingstoestemmingen.

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 is relatief diep (>>bodemlaag₄.)

5 bemaling te maken keerwandconstructie betonvlies onderdoorgang Terheijdenstraat

Aan de westrand van de te maken bouwput is een waterremmend betonvlies, destijds aangelegd onder de spooronderdoorgang Terheijdenseweg. Nadien zijn, zie ons Hoofdstuk 3, aan die zijde voor het project 'Stationslaan Midden' te Breda ook nog werkzaamheden en bemalingen uitgevoerd t.p.v. het vlies.

Uit de rapportage van Movares (gegevens c) leiden we af dat het nodig is dat er, ingevolge dit project, een 'waterkering vliesconstructie' wordt gemaakt t.b.v. aansluiting op de westrand van het projectterrein, met als doel de waterdichtheid van dat vlies niet te doen verminderen.

Bijlage 5 geeft een samenvatting van die rapportage Movares, met schetsen betonvliesconstructie op nieuwe keerconstructie. Verder adviseert Movares er, om:

- de waterkering dicht bij het gebouw (Westpunt) te maken; en daarmee een aansluiting hoog op het talud van het betonvlies om de bemalingshoogte te beperken;
- de waterkering uit te voeren als stalen variant tot een hoogte van de randafwerking van het bestaande betonvlies van 1,50 mtr +NAP.

In het rapport (gegevens c), zijn opgenomen opmerkingen i.v.m. Trade off workshop, waaruit we het volgende kopiëren m.b.t. bemaling:

Er wordt een maximaal debiet geprognosticeerd van 55 á 65 m³/u bij bemalingstijd ≤ 24 wkn. Van welke GWS en van welke diepte van aansluiting is dan uitgegaan? In hoeverre heeft aanvullende eis BAM voor afstand vlies tot gebouw hier invloed op? Invloed op trade-off?

SQ;

In de berekeningen is uitgegaan van een maximale verlaging van 4,60 m. Deze is als volgt opgebouwd:

- grondwaterstand NAP +0,80 m
- ligging betonvlies diepste punt NAP -3,50 m
- drooglegging 0,30 m

Hierbij bedraagt het debiet 60 m³/uur, waarbij 70 m³/uur is toegestaan (er is dus nog marge aanwezig).

Noot: deze berekeningen gelden voor de positie van het scherm op de locatie van varianten I t/m III.

De zoekrichting leidt tot een variant 0AB, waarbij de bemaling zeker minder zal bedragen. Dit is dus een bovengrens binnen de beschouwde varianten.

Indien de wand dicht bij het gebouw wordt gepositioneerd, dan neemt de noodzakelijke verlaging af.

Opgezocht in berekening HOV: 10 mm zetting landhoofden agv EG

20 mm zetting van middensteunpunt

Van belang?

SQ;

Het belang is dat bij het vaststellen van de constructiegrootheden gerekend is met zettingen van de landhoofden van 10 mm, resp voor de steunpunten van 20 mm. Tussen landhoofd en steunpunt is uiteindelijk gerekend op 10 mm. Dit betekent dat de ordegrrootte en de range overeenkomt met onze zettingsprognoseverschil tussen landhoofd en tussensteunpunt van 5-15 mm. De gedachte is dat hiervoor goede beheersmaatregelen zijn te treffen tijdens de bemalingsuitvoering.

De prognose is opgesteld op basis van een bemaling tot -2.60 meter NAP t.p.v. het HOV viaduct.

Dit is gerelateerd aan de varianten I t/m III. Bij de voorkeursvariant zal de bemalingsverlaging ter plaatse geringer zijn.

Geen beschreven conclusie van Movares dat zij vanuit hun vakkennis zettingen acceptabel vinden.

Graag uitspraak.

SQ;

Zoals uit bovenstaande sub-antwoorden blijkt, meent Movares dat met de verwacht benodigde bemalingsintensiteit en juiste beheersmaatregelen tijdens de uitvoering, zoals monitoring en zo nodig bijregelen van de opleggingen van het HOV viaduct, de verwachte zettingen in vlies en steunpunten van de HOV tot een acceptabel niveau beperkt kunnen blijven.

Blz 8: waar komt GWS van 1.05+NAP vandaan? Beschouwt Movares deze als maatgevend? Gemeente Breda gaat op dit moment uit van hogere maatgevende GWS.

Gehanteerde GWS maat op tekening en gehanteerde term in verslagen van maatgevende grondwaterstanden zijn niet gelukkig gebruikt. Van belang is dit stadium zijn:

De maatgevende grondwaterstand voor de bemaling is de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG). Deze bedraagt NAP +0,80 m.

Conclusie. Ons was nog niet duidelijk waarom Movares noemt op -3,50 m NAP een diepste ligging vlies; dit is bijv. niet op te maken uit de Figuren Bijlage 5, waar een max. diepte ligging vlies is genoteerd (dsn. M-M) van -2,8 m NAP.

Aannemer BAM, gegevens k, heeft uitgewerkt dat t.p.v. de te maken opvangconstructie:

- de max. diepte ligging vlies t.p.v. de opvangconstructie is -2,60 m NAP;
- men een stalen damwand inbrengt met planken diepte: wisselend max. ca. 7 á 9 m lang; en dat dit is gerekend vanaf het algemene peil van +2 m NAP (dat is naar max. -7 m NAP).

6 Nodige grondwaterverlagingen

6.1 Beperken nodige verlaging grondwaterstand

De werkzaamheden dienen te worden uitgevoerd in een stabiele en voldoende droge bouw-sleuf/bouwput. Voor dit project is in het algemeen tijdelijk verlaging nodig van grondwaterstanden; deze wordt zo beperkt mogelijk en kan acceptabel blijven. Er zijn geen goede alternatieve uitvoeringsmethoden mogelijk zonder de voorgenomen bemaling:

- voor de waterkering betonvliesconstructie, waar vooralsnog de grootste bemaling is voorzien, kan geen gesloten bouwput worden gemaakt; evenmin kunnen de werkzaamheden in den natte gemaakt worden;
- voor de kelder, kan een gesloten bouwput worden gemaakt door damwanden rondom en een bodeminjectie; dat is hier echter zeer gecompliceerd, en niet voor de hand liggend, mede gezien de naar verhouding grote oppervlakte en vrij ondiepe bouw met beperkte grondwaterverlaging.

6.2 Evenwichtsberekening sleufbodem tegen verticale opwaartse druk

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

De ontgravingen voor de keerwandconstructie reiken tot max. -2,6 m NAP; om technische reden is bemaling voorzien met ondiepe diepwel (tot in zandige lagen_{3a}). Men kan daarvoor aannemen dat de grondwaterdruk onder het vlies dient te worden verlaagd middels bemalen van de zandige lagen₂. Onder deze te pompom laag, begint dan met laag_{3c} pas op ten ondiepste -20 m NAP weer een pakket met enigermate waterremmende lagen. Spanningsbemaling tegen opbarsten en/of kwel vanuit evt. zandige lagen binnen laag_{3c} of nog diepere lagen is niet van toepassing; dit is geverifieerd met evenwichtsberekeningen voor de situatie waarbij evt. hoge waterdruk (GHG) optreedt.

Voor de parkeerdelen (fase 1,2) is de ontgraving (verdiepte delen) ten diepste tot circa -2,1 m NAP. Deze ontgraving is volgens de schematisatie bodemopbouw tot in de matig watervoerende, deels waterremmende zandige/lemige laag_{2a}. Onder deze laag, begint met laag_{2b} op circa -4 m NAP een meer watervoerend zandig pakket. Om bemalingstechnische redenen, o.a. i.v.m. opbolling waterspiegel, dienen de onttrekkingsmiddelen tot voldoende in deze laag_{2b} te reiken. Dit wordt geen spanningsbemaling genoemd, mede omdat volgens een deel van de sonderingen er geen waterremming (leem) is tussen laag_{2a} en laag_{2b}. Spanningsbemaling tegen opbarsten en/of kwel vanuit evt. zandige tussenlagen in laag_{3a} of nog diepere lagen is niet van toepassing, omdat die lagen naar verhouding diep liggen; dit is geverifieerd met evenwichtsberekeningen voor de situatie waarbij evt. hoge waterdruk (GHG) optreedt.

6.3 Nodige verlaging bemaling

Tabel 3 geeft de verwachte verlaging van grondwaterstand, uitgaande van voorgaande tabel; gehanteerd wordt niet de GHG van laag_{2a} omdat die niet maatgevend is voor het debiet en verlagingen.

Tabel 3. Fasering nodige verlagingen in watervoerende, met 'bandbreedte'

activiteit (circa)	verla- gings- diepte*	verlaging max. bij GHG +0,80 m NAP	verlaging bij gemiddelde +0,40 m NAP	verlaging min. bij GLG +0,10 m NAP
evt. voorontgravingen tot -1 m MV; (gws gemiddeld circa -1,9 m peil)	-	-	-	-
fase 1) constructie aansluiting op waterremmend vlies tpv. diepere delen naar max. -2,60 m NAP**	-2,90 m NAP	3,70 m	3,30 m	2,80 m
12 weken periode zónder bemaling	geen verlaging (gws gemiddeld ca. -1,9 m peil)			
fase 2a) <u>1/2 verdiept parkeerdeel</u> , ten diepste	-0,95 m NAP	1,75 m	1,35 m	1,05 m
fase 2b) <u>1/2 verdiept parkeerdeel</u> enkele verdiepte liftputten lokaal naar -1,05 m NAP	-1,35 m NAP	lokaal extra 0,40 m	lokaal extra 0,40 m	lokaal extra 0,40 m
12 weken periode zónder bemaling	geen verlaging (gws gemiddeld ca. -1,9 m peil)			
fase 3a) <u>verdiept parkeerdeel</u> , ten diepste	-2,30 m NAP	3,10 m	2,70 m	2,40 m
fase 3b) verdiept parkeerdeel na stort hele vlak keldervloer; verlagen tot -0,2 m onder bovenkant vloer	-1,15 m NAP	1,95 m	1,55 m	1,25 m
na gereed kelderwanden en -dek, in overleg met constructeur aanvullen	-	-	-	-

* Uitgaande van een nodige grondwaterstandsverlaging over de bouwput van 0,3 m onder de ontgraving in lagen_{2b/3b} voor de keerwandconstructie en in laag_{2b} voor de kelderdelen

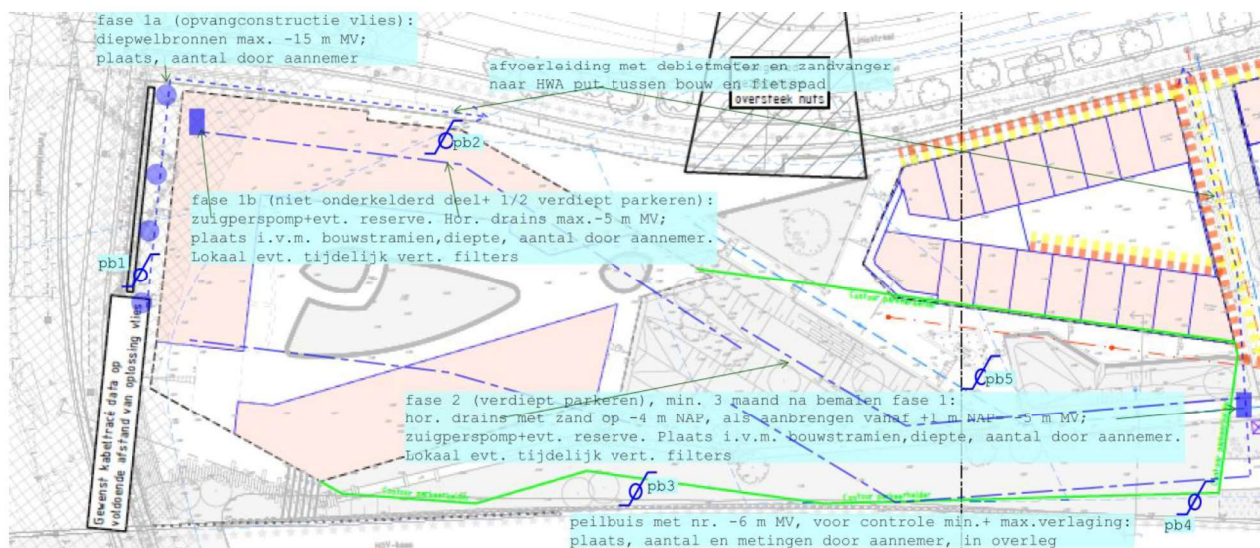
** Zie Hoofdstuk 5. Het gaat om verlaging over smalle strook aan weerszijden damwand

7 Indicatie bemalingsinstallatie i.v.m. berekeningen

In het voorgaande is toegelicht dat er bemaling nodig is van de freatische grondwaterstand/semi gespannen water in de bovenlagen.

Figuur 9 geeft een indicatie van de minimaal voorziene bemalingsinstallatie.

De uiteindelijke aanpak is mede op basis van ervaring ter keuze van aannemer/ grondwerker/bemaler, waarbij uitvoeringsaspecten aandacht krijgen en er een deugdelijk systeem wordt toegepast met minimaal nodige debieten.



Figuur 9. Voorbeeld bouwput en bronbemaling (schets op collage gegevens e)

7.1 Verticale bemaling diepe keerwand

De bemaling kan niet met horizontale diepdrains verzorgd worden; het machinaal infrezen van drains is niet haalbaar, gezien de bestaande situatie. Bovendien betreft het een nodige diepe verlaging over een smalle strook, waarbij een verticale bemaling effectief is.

Op voorhand gaan we uit van een bemaling met diep welbronnen niet dieper dan -15 m MV (max. circa -13 m NAP). Deze dienen zo dicht mogelijk bij de diepst nodige grondwaterverlaging te worden geplaatst; bij voorkeur aan de bouwputzijde, i.v.m. het elders aanwezige betonvlies. De naar verwachting nodige capaciteit is dan bij gelijktijdig in bedrijf het debiet gedeeld door het aantal van circa 4 á 5 bronnen.

Bij in dit rapport vermelde eerdere bemaling van het nabije project (overzijde van dezelfde onderdoorgang) is er gunstige ervaring (effectieve drooglegging met beperkt debiet) opgedaan met dergelijke diep welbronnen.

Eventueel is het ook haalbaar de nodige verlaging (onder het vlies) te realiseren met 'bronbemaling' van voldoende bronnen en capaciteit, en diep opgestelde zuigpompen. De filterbronnen zijn dan circa Ø 50 á 90 mm, met onderkant filterstelling tot max. 10 m onder oorspronkelijk MV; dat is tot circa -8 m NAP. Mogelijk verbetert omstorting van het filter met doorlatend zand de toestroming, ook bij een evt. stoorlaag. Naar keuze kan er ook indirect (met inhangen of met verticale drainomhulde buis) bemalen worden, indien dit de werking verbetert.

7.2 Horizontale en/of verticale bemaling parkeerdelen

De bemaling kan met horizontale diepdrains verzorgd worden, minimaal Ø 80 mm, aan te sluiten op zuigpompen. Het machinaal infrezen van drains is hier redelijk haalbaar, ook indien (gedeeltelijk) een damwand als bouwputgrens wordt toegepast. De drain wordt dan gelegd circa 0,8 m onder het nodige grondwaterverlagingsniveau én in een goed zandige grondslag. Zie ook het gestelde i.v.m. de evenwichtsberekening (par. 6.2) en op de bemalingstekening dat i.v.m. lemige lagen er naar verwachting voor de fase 2 ook (één) wat diepere drain gewenst is, om meer zandige lagen rond de -4 m NAP te bemalen. Tijdens het plaatsen van de eerste drain op een traject kan de diepte e.d. aangepast worden aan de

aangetroffen grondslag.

Het is ook haalbaar de nodige stijghoogteverlaging te realiseren met enkel 'bronbemaling' van voldoende bronnen en capaciteit. De filterbronnen zijn dan circa Ø 50 á 90 mm, met onderkant filterstelling tot max. 7 m onder oorspronkelijk MV; dat is tot max. -5 m NAP. De evt. bronnen worden geconcentreerd zo dicht mogelijk bij het deel van nodige diepe verlaging, op een verdiepte taludinsteek, dan wel in geval er een damwand is, in de kassen van de stalen damwand of/wel achter de planken van een berliner wand.

Zo nodig wordt er (evt. fase 1B liftputten), aanvullend op de evt. drainbemaling dan wel verticale hoofdbemaling, tijdelijk vanaf de bouwputbodem, juist langs de verdiepte delen, nog 'bronbemaling' toegepast, met één of meer korte strengen met filterbronnen tot max. 3 m onder de bouwputbodem.

7.3 Open bemaling

Mogelijk is ook nodig open bemaling: een installatie aan te brengen bestaande uit vuilwaterpompen en/of een bempompte lokaal in te graven drainage. Dit met name in geval van storende lagen, oude drainages en natte perioden.

Bij een hoofdbemaling met horizontale diepdrains zal open bemaling vermoedelijk niet nodig zijn.

Bij werkzaamheden vlies (fase 1A) is er naar verwachting geen water boven op het vlies, vanwege de aanwezige drainagepompput onderin de onderdoorgang, welke het waterniveau (boven het vlies) veel lager houdt.

7.4 Algemeen m.b.t. bemaling

De bronnen worden doorverbonden met zuigleidingen. Er kan met enkele zuigerpompen (type ZD600) en controle volstaan worden voor de bronbemaling. Bij de diepwellen kan ook evt. met bronpompen (van per stuk kleine capaciteit) gewerkt worden.

De pomp wordt aangedreven door een dieselmotor en is voorzien van een volgens de geldende normen geluidgedempte kast met lekbak. Ofwel is de pomp voorzien van een elektromotor aangesloten op een deugdelijke stroomvoorziening. De pomp dient voldoende betrouwbaar te zijn tegen uitvallen; zo nodig dient er in de kritieke periode een alarmering te zijn op onvoldoende werking van de onttrekking en afdoende storingsopvolging.

Lozen op open water heeft voorkeur van het waterschap; open water is hier echter niet eenvoudig bereikbaar.

Ook wordt wel toegepast het terug infiltreren van (een groot deel van) het onttrokken water in dezelfde bodemlaag_{2/3}. Hiervoor dient er op een afstand van minimaal 150 m uit nabije rand van de actieve bemaling een infiltratieveld beschikbaar te zijn dat geen overlast kan geven aan de omgeving; dit is hier evenmin goed beschikbaar.

Lozen op vuilwaterriool is in principe niet toegestaan.

Men kan overleggen met de beheerder van hemelwaterriool (regenwaterriool) of het verwachte debiet over de looptijd daar geloosd kan worden.

Het aanbrengen en verwijderen van de bemalingsinstallatie dient te voldoen aan de nodige kwaliteitseisen.

De bemaling vangt aan vóór de ontgraving onder de van nature aanwezige grondwaterstand en eindigt wanneer de bouwwerken stabiel zijn voor opkomende grondwaterstand.

Zie ook navolgende hoofdstukken over monitoring e.d.

8 Bepaling debiet

Analytische berekeningen

In dit geval is o.a. gebruik gemaakt van berekeningen: de formule 'De Glee', goed toepasbaar voor onttrekking in van boven afgesloten, diepere watervoerende lagen; wat hier min of meer van toepassing is, met name bij de diepe bemaling. In Bijlage 8 is opgenomen als voorbeeld de uitkomst voor de situatie van de keerwand en de diepe kelder.

Modellering met MWell

In dit advies is de modellering en berekening met MWell gebruikt. Toelichting, uitkomsten en het isohypsenbeeld zijn in de Bijlage 9 opgenomen.

Overzicht waterbezwaar bemaling

De uitkomsten van genoemde berekeningen verschillen onderling iets.

Tabellen 4a, 4b en 4c onderscheiden geraamde bouwperioden met waterbezwaar op basis van de voorgaande tabel.

Tabel 4.1. Max. debiet geschat, bemaling aansluiting waterremmend vlies (is westelijk project)

tabel 4.1: Max. debiet geschat, bemaling aansluiting waterremmend vlies (is westelijk project)					
activiteit/fasering	max. verlaging (vorige tabel)	debiet bij GHG	netto periode bemaling	totaal debiet	
voorontgravingen tot -1 m MV	n.v.t.	-	-	-	
1) constructie aansluiting op waterremmend vlies tpv. diepere delen naar max. -2,60 m NAP	weerszijden damwand 3,70 à (ondieper) 3,0 m	70, afnemend naar (ondiepe delen) 60 m³/u	1 ^e maand	17 dag à 70 m³/u	28560 m³
				13 dag à 60 m³/u	18720 m³
			resterend	5 dag à 60 m³/u	7200 m³
na gereed kelderwanden en -dek, aanvullen in overleg met constructeur	12 weken zonder verlaging (gws gemiddeld ca. -1,9 m peil) tot volgende project				
totaal aanhouden i.v.m. melding aansluiting waterremmend vlies (fase 1)	max. 3,7 m	max. 70 m³/u	5 wk	54480 m³ (max.=1 ^e maand: 47280 m³)	

Tabel 4.2. Max. debiet geschat, bemaling ½ verdiepte parkeerdeel (is project middendeel)

activiteit/fasering	verlaging max. bij GHG vorige tabel	debiet bij GHG	netto periode bemaling	totaal debiet circa
voorontgravingen tot -1 m MV	12 weken zonder verlaging (gws gemiddeld ca. -1,9 m peil) vanaf vorige project			
2A) ½ verdiept parkeerdeel, ten diepste	1,75 m	40, afnemend naar 30 m ³ /u	20 wk	117600 m ³
2B) ½ verdiept parkeerdeel enkele verdiepte liftputten lokaal naar -1,05 m NAP	lokaal extra 0,40 m	extra 8 m ³ /u	(tijdens fase 2, 3 wk)	4032 m ³
na gereed kelderwanden en -dek, in overleg met constructeur aanvullen	12 weken zonder verlaging (gws gemiddeld ca. -1,9 m peil) tot volgende project			
totaal aanhouden i.v.m. melding ½ verdiept parkeerdeel (fase 2)	max. 1,75 m	max. 40 m ³ /u	20 wk	121632 m ³ (max.=maand waarin fase 2B: 31400 m ³)

Tabel 4.3. Max. debiet geschat, bemaling verdiept parkeerdeel (is project meer oostelijk deel)

activiteit/fasering	verlaging max. bij GHG vorige tabel	debiet bij GHG	netto periode bemaling	totaal debiet cir- ca
voorontgravingen tot -1 m MV	12 weken zonder verlaging (gws gemiddeld ca. -1,9 m peil) vanaf vorige project			
3A) verdiept parkeerdeel, ten diepste	3,10 m	44 m ³ /u	11 wk	81312 m ³
3B) verdiept parkeerdeel na stort hele vlak keldervloer; verlagen tot -0,2 m onder bovenkant vloer	1,95 m	30 m ³ /u	14 wk	70560 m ³
na gereed kelderwanden en -dek, in overleg met constructeur aanvullen	12 weken zonder verlaging (gws gemiddeld ca. -1,9 m peil) tot volgende project			
totaal aanhouden i.v.m. melding verdiept parkeerdeel (fase 3)	max. 3,10 m	max. 44 m ³ /u	25 wk	151872 m ³ (max.=maand waarin fase 3A: 31680 m ³)

Opmerking bij bovenstaande tabellen.

Fasering en planning zijn aannames, ter beoordeling van de aannemer, evenals het in de praktijk waarnemen van het verloop van het verlagningsniveau. Genoemde verlagingen en/of debieten kunnen tijdens uitvoering verschillen, doordat aannames afwijken van de werkelijkheid.

Opm. In genoemde debieten is ook inbegrepen het éénmalig verlagen van de waterspiegel.

Opm. Indien er (per fase) een waterkerende damwand rondom de gehele kelder wordt geplaatst, zijn de op te pompen debieten naar verwachting circa 15 à 25% lager, omdat het bemalingsoppervlak kleiner wordt door vervallen taluds én doordat er minder zijdelingse toestroming optreedt uit de bovenlaag.

Opm. De kelderbemaling wordt hoofdzakelijk met horizontale drains verricht. Indien (echter, is n.v.t.) met name verticale bemaling plaats heeft, zijn de op te pompen debieten voor de kelder (fase 2, 3) naar verwachting circa 15% hoger, door de diepere onttrekking en opbolling.

9 Eventuele effecten bemaling op omgeving

9.1 Opgetreden effecten van voorgaande bemaling in de nabijheid

Op en nabij de locaties kan men aannemen dat er reeds diepe grondwaterverlagingen zijn uitgevoerd: vanwege bouwsleuven voor bestaande nabije infra zoals ten dele reeds bestaande riolering, in eerste aanleg en bij aanpassingen.

Dergelijke verlagingen kunnen invloed hebben gehad, bijvoorbeeld op maaiveldzettingen of verspreiding grondwaterverontreiniging, waardoor de in dit kader te verrichten grondwater-verlaging minder (extra) nadelig effect zou kunnen hebben. In het navolgende wordt dit wel beschouwd omdat ons redelijk exacte gegevens voorhanden zijn, zie ook de laatste alinea van Hoofdstuk 3 dat hier al grote en langdurige grondwaterverlagingen zijn opgetreden.

9.2 Verlagingen waterstand

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

De grafiek en tabel van bijlage 8 geven een indruk van het verloop van verlagingen op afstand t.o.v. GHG en GLG.

De geraamde stijghoogteverlagingslijn zijn te zien in figuren Bijlage 9. Hieruit volgt dat: de verlagingen t.o.v. de nulstand lopen af in concentrische lijnen evenwijdig aan de bemalingsstreng/bouwput. De invloed, hier te definiëren als de 5 cm verlagingslijn, in laag_{2/3b} strekt zich, na verloop van tijd bemalen uit tot, maximaal (in geval van GHG en diepste bouwphase) circa 150 á 250 m uit de bemaling.

In lagen dieper dan laag_{3b} is er geen verlaging.

Om de effecten te beoordelen houdt men de verlaging t.o.v. de lage grondwaterstand (GLG), want dan zal evt. effect zich eerder voordoen, t.o.v. eerder opgetreden effecten. Dit geldt met name voor zettingen; wanneer er boven de GLG wordt gebleven kunnen er geen zettingen optreden. Een indicatie daarvan geeft ook de tabel Bijlage 8; er blijkt vanaf circa 70 m uit de bemaling geen verlaging beneden de GLG bij de voorgestelde installatie.

9.3 Inventarisatie omgeving i.v.m. mogelijke effecten grondwaterverlaging

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

9.4 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, van evt. aanwezige slappe lagen met name in de bovenlagen. In dit geval zijn er onder de GLG slechts matig zettingsgevoelige lemig zandige lagen verwacht.

Aansluitend op de hydrologische modellering, zijn er volgens Bijlage 9 met de methode van Mwell ook bepalingen van zettingen gemodelleerd, zie Figuur a3 en b3.

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 5 mm op het projectterrein, aflopend naar circa 1 mm op circa 70 á 100 m uit de bemaling. En kan een zettingsverhang uit de figuur bepaald worden van 1/30000 m/m.

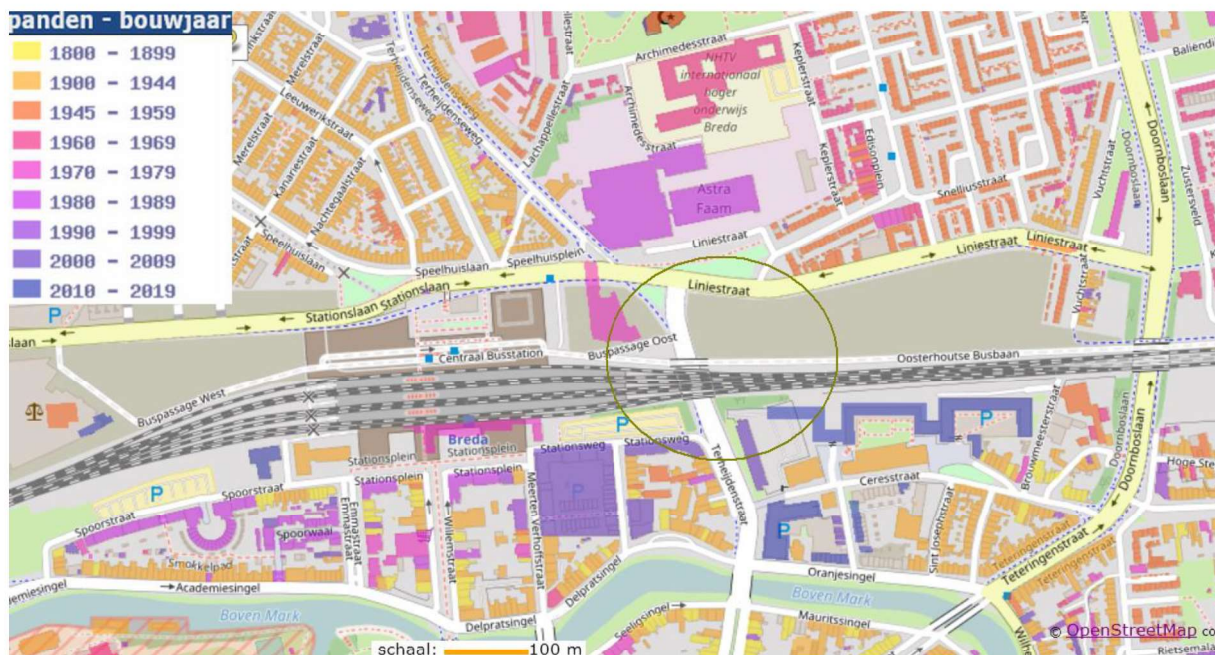
Van deze geringe theoretische maaiveldzetting en verhang kan geen algemeen nadelig effect worden verwacht. Zie ook de opmerking bij Figuur a3 en b3 dat deze berekeningen zijn uitgaande van geen eerdere diepe grondwaterverlaging en de laatste alinea van par. 9.1 over de reeds uitgevoerde bemalingen.

Bebouwing en archeologie

Volgens de gemeentelijke beleidsadvieskaart valt het gebied niet onder archeologische waardevolle gebieden, maar valt het wel onder de ruimere onderzoeksgebieden van hoge archeologische verwachting.

Gezien de naar verhouding verwachte beperkte en maaiveldzetting, de eerder reeds opgetreden forse bemalingen en grondslag (geen veen) is er geen nadelig effect verwacht op evt. archeologie (geen oxidatie, vervorming e.d.).

In Figuur 10 zijn de perioden van aanleg, volgens bron, van de bebouwing weergegeven.



Figuur 10. Ligging binnen ellips globale gebied met enige berekende theoretische maaiveldzetting (uitgaande van geen eerdere bemaling) met kleurcode bouwjaar (BAG projectie Open Streetmap)

Binnen het invloedsgebied bemaling, waarin de evt. maaiveldzetting had kunnen plaats hebben is, volgens het Basisregister, de bebouwing:

- alle bebouwing is naoorlogs; met eerste bouwjaar tussen 1958 (noordelijk van Liniestraat) en (veelal hoogbouw) 2016;
- er is, aan de uiterste rand, één (Rijks)monument, de recentelijk geheel verbouwde voormalige kantoorgebouw van brouwerij 3 Hoefijzers.

Van voornoemde geringe theoretische maaiveldzetting en verhang met de voorgestelde bemaling wordt geen nadelig effect verwacht op de toestand van deze bebouwing. Wel dient de bemaling zorgvuldig te worden uitgevoerd en begeleid, zie ook hoofdstuk 'monitoring'.

Bijzondere infra en waterkeringen

Waterkeringen (dijk) zijn niet binnen het invloedsgebied, zie ook par. 4.5.

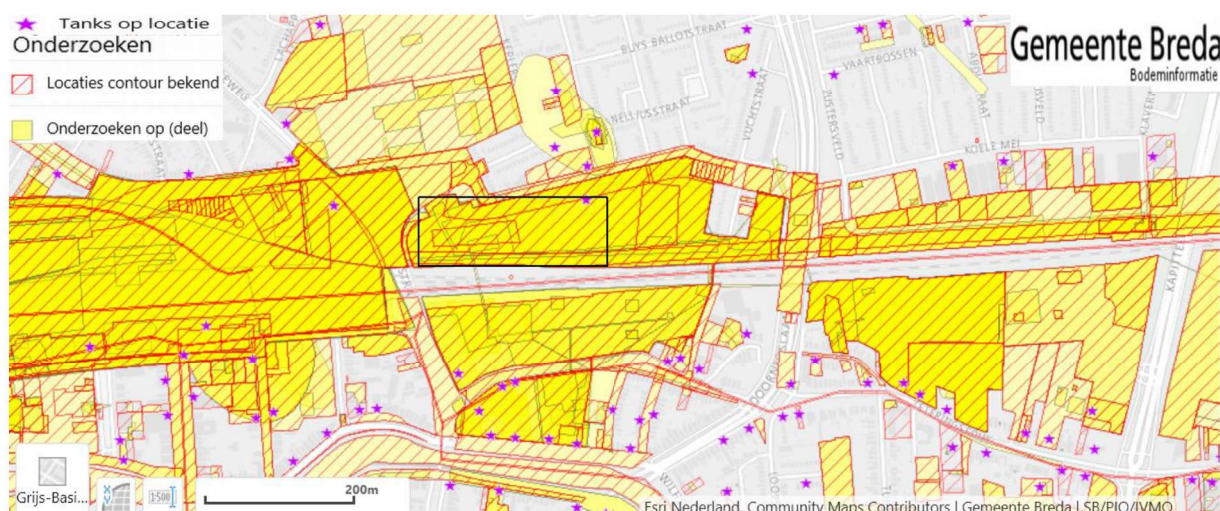
De ondergrondse infra binnen en rond het terrein ondervindt naar verwachting volgens voorgaande uitkomsten geen nadelig effect van eventuele zetting door de voorziene bemaling.

Opm. De recente bouwwerken van de HOV, waaronder de staalfundatie van pijlers en steunpunten van het viaduct, zijn nader onderzocht door Movares, zie haar opmerking in Hoofdstuk 5.

Verplaatsing grondwater, eventuele grondwaterverontreinigingen en upconing

Het hele projectterrein is onderzocht middels een aantal bodemonderzoeken, zie onze par. 4.8. We vonden op bodemloket.nl geen informatie binnen de gemeentegrenzen (Breda).

Figuur 11 toont bodeminformatie op en rond de bemalingslocatie; hieruit was voor ons geen conclusie te trekken over evt. actuele grondwaterverontreiniging in de omgeving.



Figuur 11. onderzoek milieukundige bodeminformatie met bemalingslocatie binnen kader (atlas.breda.nl: Bodeminformatie)

Ons is bekend dat er westelijk van de spooronderdoorgang Terheijdenstraat sprake was van aromatenverontreiniging op diverse diepten; in 2012 lag de interventiewaardecontour vanaf 200 m afstand westelijk uit de nu aan te leggen keerwandconstructie (in deze de maatgevende bemaling). Dit geval Wet Bodembescherming zal beïnvloed zijn door eerdere bemalingen, zie genoemde in Hoofdstuk 3 en bij Tabel 2.

Tegen de achtergrond van de ruimtelijke ontwikkelingen die met de bouw van de OV-terminal en de navolgende periode waren gepland (met verschillende bouwputbemalingen), was door Antea een herzien plan van aanpak opgesteld voor de sanering van de VOCl-verontreiniging. Het plan van aanpak voorzag erin dat verplaatsing van de verontreiniging binnen een zeker gebied toelaatbaar is.

Aangaande de actuele status van de VOCl-verontreiniging kan men aannemen dat (par. 4.7), de concentraties tussen die vlek en onze bemalingszijde juist zijn afgenomen. Hierbij merken we op dat:

- door Arcadis is genoemd (bodemonderzoeken gegevens i) dat de natuurlijke diepere grondwaterstroming is NW, en dat met een snelheid van circa 25 m per jaar; aan de hand van figuren Bijlage 8 en 9 schatten we het bewerkstelligd potentiaalverschil t.p.v. de meest nabije rand van die evt. VOCl-verontreiniging. Een algemene transportberekening op basis van Darcy formule geeft dat, voor de fasering er worst case t.g.v. het bemalen, een grondwaterverplaatsing is van 1,1 m (keerwand) plus 1,4 m (de kelderbemalingen met kleinere gradiënt en meer afstand, maar met langere looptijd), tezamen 2,5 m.

De hier, evt. van toepassing zijnde stoffen (molecuul-aggregaten) verplaatsen zich niet (min. olie) dan wel licht vertraagd (aromaten) mee met het grondwater.

Aan het einde van de bemalingen is er dan een vector oostelijk gericht op de evt. aromaten in de orde van 1 m (niet meetbaar).

Deze is dan echter tegengesteld aan genoemde (Arcadis) natuurlijke vector; er is dan op jaarbasis geen negatieve beïnvloeding (lees verplaatsing) op deze evt. grondwaterverontreiniging.

Invloed op grondwaterwinning en overige onttrekkingen.

Er zijn in de matig watervoerende lagen_{1-3b} geen actuele onttrekkingen of infiltraties voor bodemenergie of grondwaterwinningen e.d. van derden binnen de invloedszone van de bemaling.

Op afstanden vanaf ca. 100 m uit de rand van de bemaling bevinden zich KWO-installaties. Deze zijn echter in meer watervoerende bodemlagen dan de door deze bemaling nog beïnvloede laag_{3b}. Het gebied ligt niet in een boringsvrije zone of intrekgebied i.v.m. drinkwaterwinning, die overigens regionaal ook dieper plaats heeft dan de beïnvloede laag_{3b}.

Samenvattend ondervinden eventuele onttrekkingen/infiltraties van derden nihil invloed.

Natuur, groen, agrarisch landgebruik e.d.

In dit geval is er m.b.t. de bemaling effect op groen mogelijk wanneer de bemaling eventueel plaats vindt binnen het groeiseizoen, globaal van maart tot medio oktober.

Er is onderzocht dat in of nabij het projectgebied geen sprake is van Natura-2000 gebied, beschermde natuurmonumenten, Natuurnetwerk e.d.

Wel is er binnen de invloedssfeer, enige plantsoenen. Wij adviseren voorafgaande aan de uitvoering in nader in contact te treden met de afdeling Groen van de gemeente of er evt. gevoelige loofbomen (zoals beuken) aanwezig zijn binnen 100 m uit de bemalingsrand. En met name in optredende langdurige natuurlijke droogteperiode maatregelen te treffen in de vorm van tijdig bewateren onder de boomkroon.

Conclusie is dat er door de voorziene bemaling geen effect is te verwachten op natuur, overige groen en ecologie e.d., in de zin van achteruitgang, of van de landbouwgronden in de zin van opbrengstderving.

9.5 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 voor de bemaling 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.

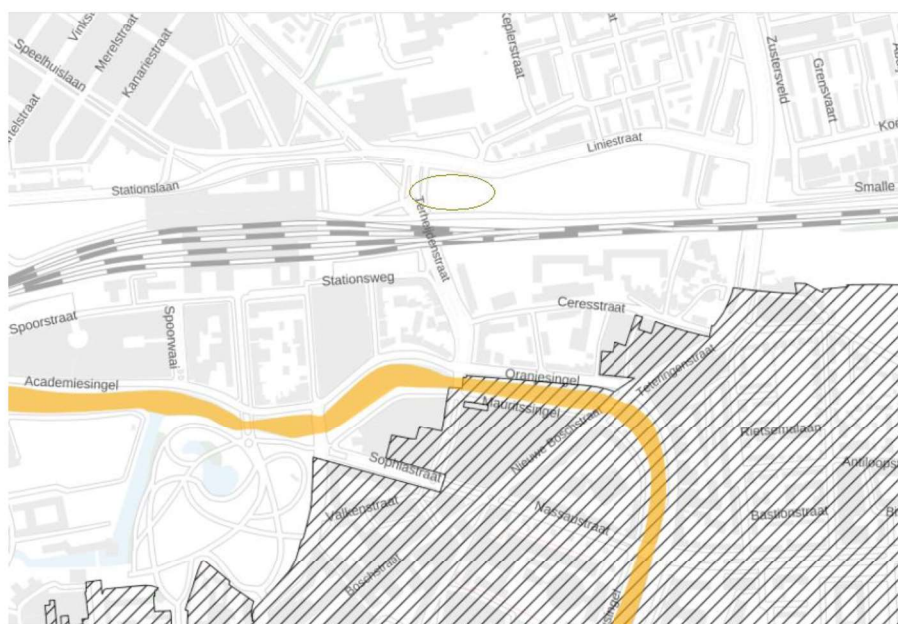
10 Vergunningen, meldingen, heffingen

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 Brabantse Delta; zie haar Keur, algemene regel 34.

Onttrekken

Het project is niet gelegen in een (grond)boringvrije zone.

Figuur 12 toont dat de locatie niet valt binnen de (volledig) beschermde gebieden en/of de invloedsgebieden Natura 2000.



Figuur 12. Ligging te bemalen delen, globaal binnen rode ellips, t.o.v. Keur waterschap beschermde gebieden (projectie 'Brabantse Delta, webgis')

OPM. Arcering omvat 'invloedsgebieden Natura 2000'; beschermde gebieden zijn niet aanwezig/nabij

In geval van 'bronbemaling op een vaste plaats' (geen 'sleufbemaling'), kan men met een melding volstaan indien voldaan wordt aan alle van de volgende voorwaarden:

1. het totale pompcapaciteit is niet boven 50000 m³/maand;
2. de onttrekking niet langer duurt dan 6 maanden.

Voor het onttrekken van het grondwater is bij bovenstaande uitgangspunten, met de aannamen en uitkomsten van Tabellen 4, naar verwachting geen vergunning nodig:

- niet vanwege de geraamde maandtotalen;
- niet vanwege de aangenomen totale bemalingstijd.

Er is hier dan van uitgegaan de bemalingen van bouwphase 1, 2 en 3 als gescheiden projecten te beschouwen: met name omdat er telkens circa 3 maanden nihil bemaling op het werk is tussen de bouwfasen, waardoor de geohydrologie zich weer kan herstellen naar de situatie zonder deze bemalingen.

Lozen

Het lozen van grondwater in de vuilwaterriolering of in evt. gemengd stelsel is in principe niet toegestaan.

Bij lozen op oppervlaktewater is toestemming nodig van het waterschap; hiervoor kent men momenteel de gedoogbeschikking-niet-inrichtingen, waaronder de bouwput vermoedelijk valt. Bij een lozing >30 m³/uur (wat hier is verwacht) is er toestemming 'lozingenbesluit' nodig.

Zie ook het gestelde onder par. 7.4, bemalingsinstallatie en Figuur 8, ligging hoofdsysteem oppervlaktewater. Voor evt. lozing op de singel, hemelsbreed ca. 300 m zuidelijk, zijn er enige kruisingen met het spoor (onderdoorgang), wegen/inritten, in een drukke stadsomgeving.

Derhalve gaan we vooralsnog uit van lozen op het (RWA) riool. Daarvoor is toestemming nodig van de beheerder (gemeente).

Te alle tijde dient er tijdig een melding gedaan te worden voor het onttrekken (bij het Waterschap) én (bij de Gemeente en of Omgevingsdienst) lozen. Dit kan gecombineerd, via Omgevingsloket Online.

Geadviseerd wordt de melding te doen voor het eerst voorgenomen project (constructie aansluiting waterremmend vlies) en daarbij dit bemalingsadvies of vergelijkbaar te voegen met een toelichting dat er medio 2020 mogelijk een melding komt voor de eerst daaropvolgende fase (1/2 verdiept parkeerdeel), mede aan de hand van de ervaringen op het nabije terrein in de reeds gereede fase.

Heffingen e.d.

Voor elke lozing op oppervlaktewater of in de riolering dient verontreinigingsheffing dan wel zuiveringsheffing te worden betaald. Alle evt. kosten i.v.m. onttrekken en lozen van water zijn op te vragen bij het waterschap.

11 Monitoring, controle bemaling en omgeving

Waterkwaliteitsanalyse.

Zie ook onder lozing. In overleg met de beheerder van het lozingspunt (gemeenteriool) blijkt of er bemonstering nodig is. In ieder geval dient men te zorgen voor lozing zo vrij mogelijk van zand en slib door het gebruiken van onttrekkingsfilters met een niet te grove spleet, of indirecte bemaling, en een deugdelijke zand-/slibvangbak. En roestverkleuring tussentijds en na afloop tegen te gaan.

Debietmeting.

De onttrekking (en lozing) dient 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 dient niet dieper te zijn dan nodig/vermeld in de bouwphase, en in geen geval meer dan 0,5 m onder de ontgraving.

We stellen voor tenminste peilbuizen aan te brengen globaal volgens Figuur 9, 5 stuks:

- deze worden voor start van de eerste bemaling aangebracht; er worden dan nulmetingen verricht (2 keer: 2, resp. 1 weken vóór start);
- vervolgens worden de buizen in stand gehouden tot het einde van alle bemalingen;
- de 2 stuks buizen het meest nabij het onderhanden bouwdeel worden alle werkdagen gemeten tijdens de bemaling aldaar en de andere buizen wekelijks;
- zo kunnen deze buizen globaal dienen voor controle van de verlaging in/direct naast de bouwput en van de verlaging in de omgeving.

Controle en actie.

Verder dient de bemaling tijdens werktijden continue 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 actie.

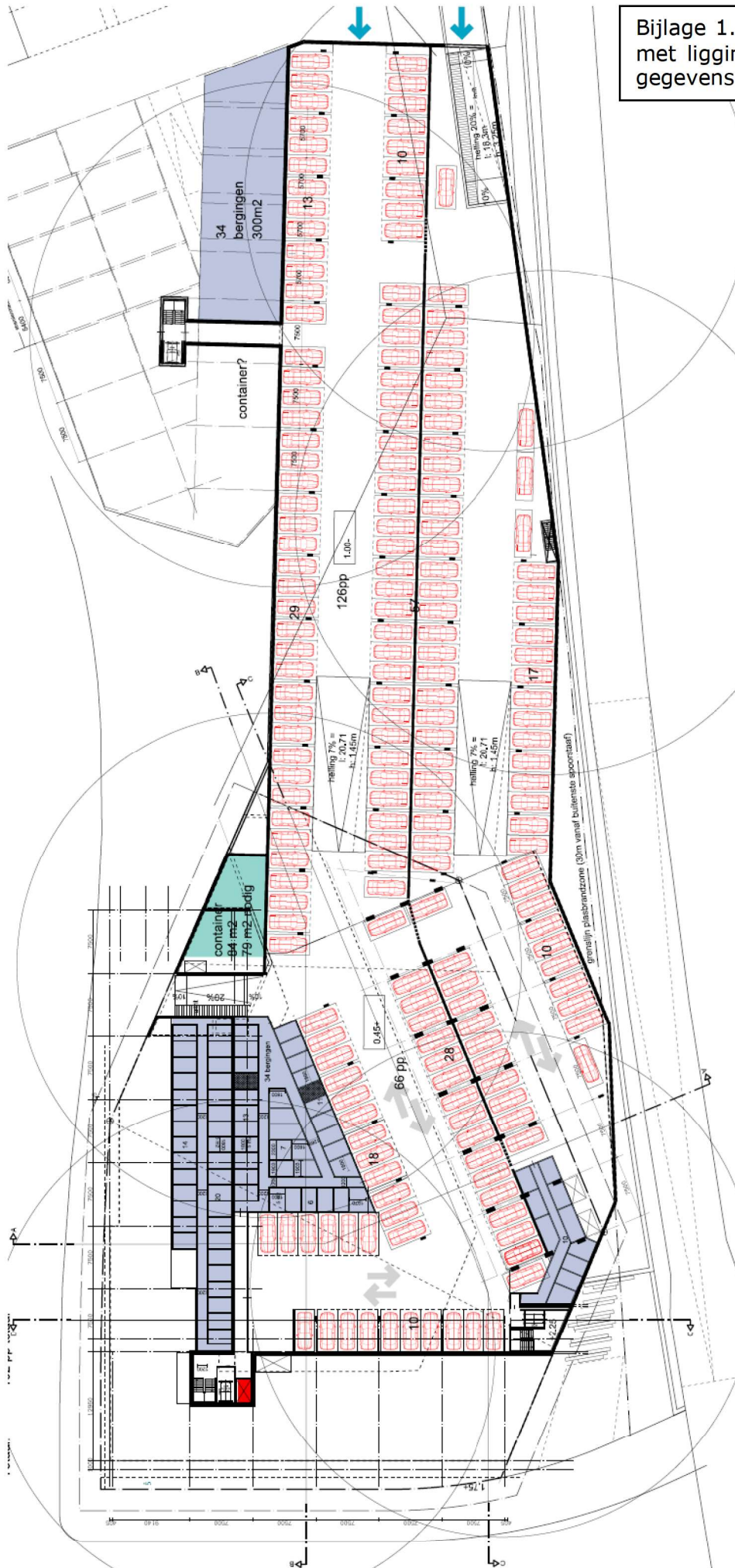
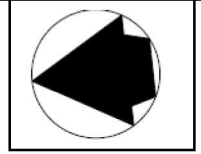
Veiligheidsmaatregelen.

Gecheckt dient te worden of er voor het aanbrengen/verwijderen van de bemaling e.d., speciale veiligheidsmaatregelen nodig zijn, zoals speciaal toezicht of beschermende kleding.

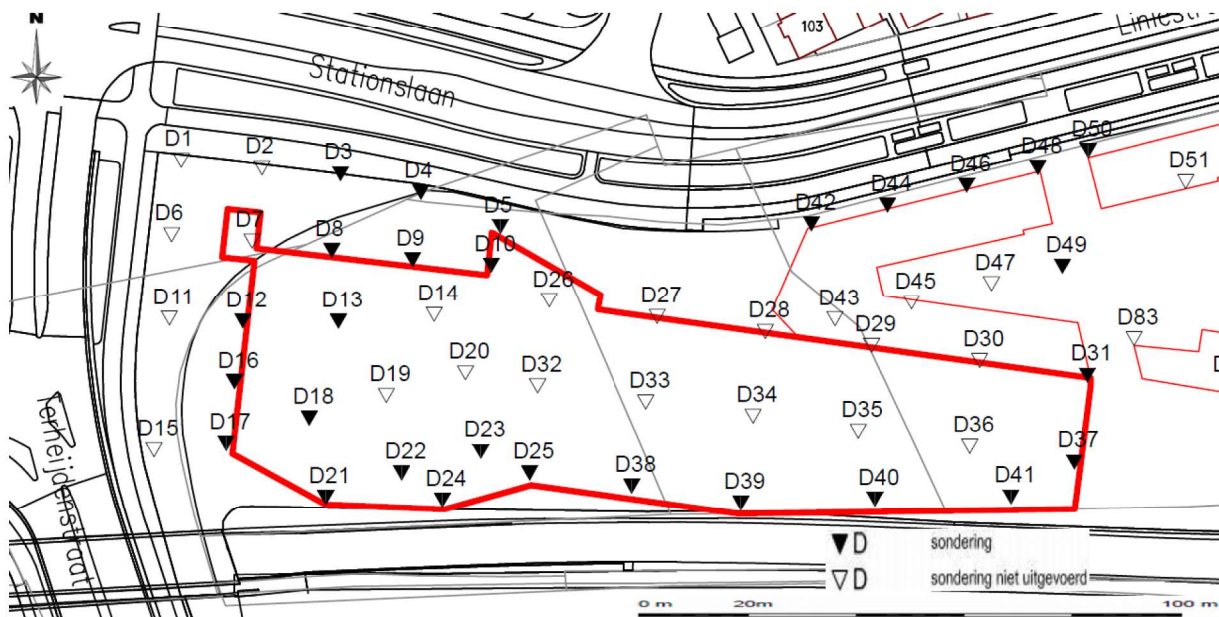
Algemeen.

In verband met graafwerkzaamheden, inzet materieel, evt. heiwerk, bemaling e.d. is het te gebruikelijk een bouwkundig inspectierapport te doen opstellen van tenminste eventuele de direct belendende objecten.

Bijlage 1. Overzicht Parkeerkelder met ligging doorsneden (uitsnede gegevens a, 'model 11C')

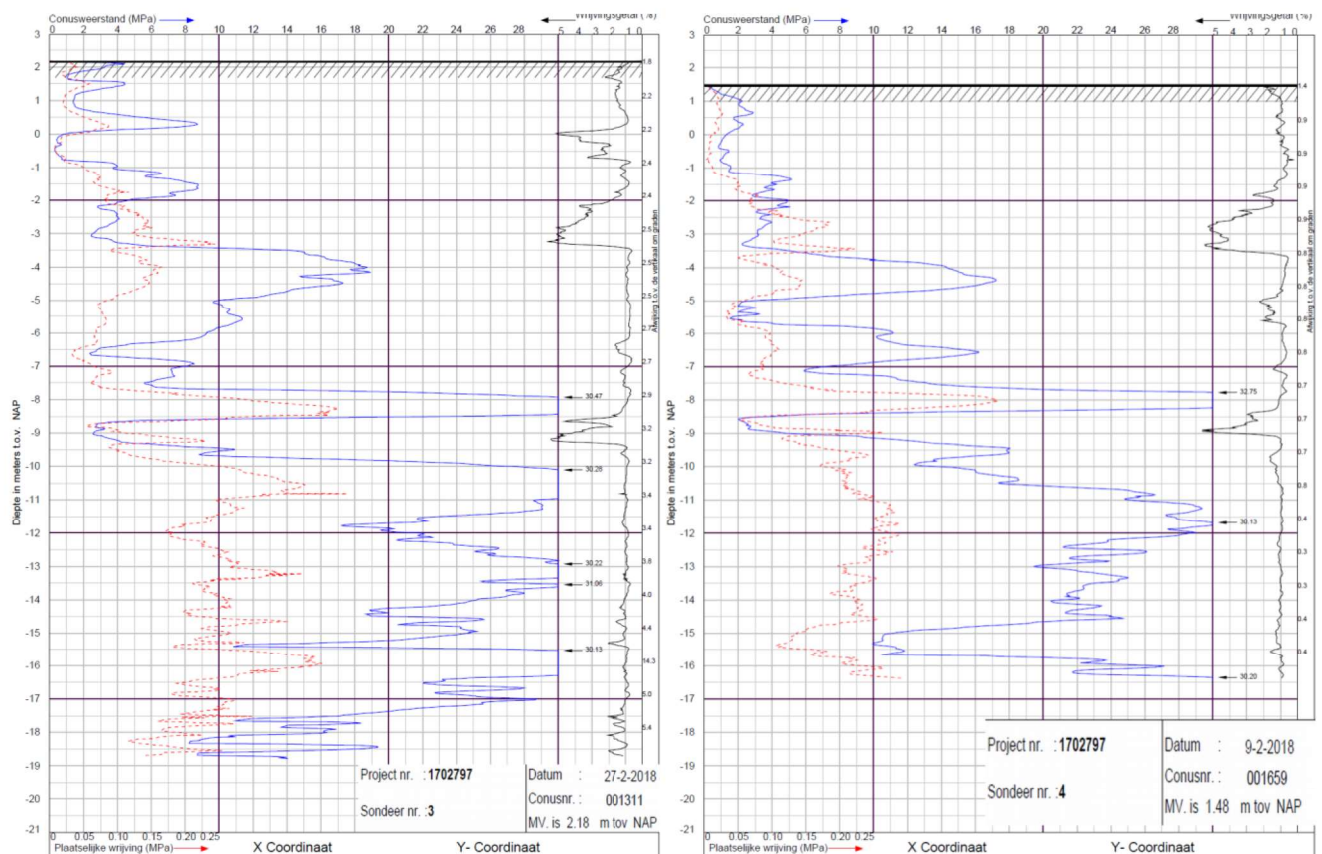


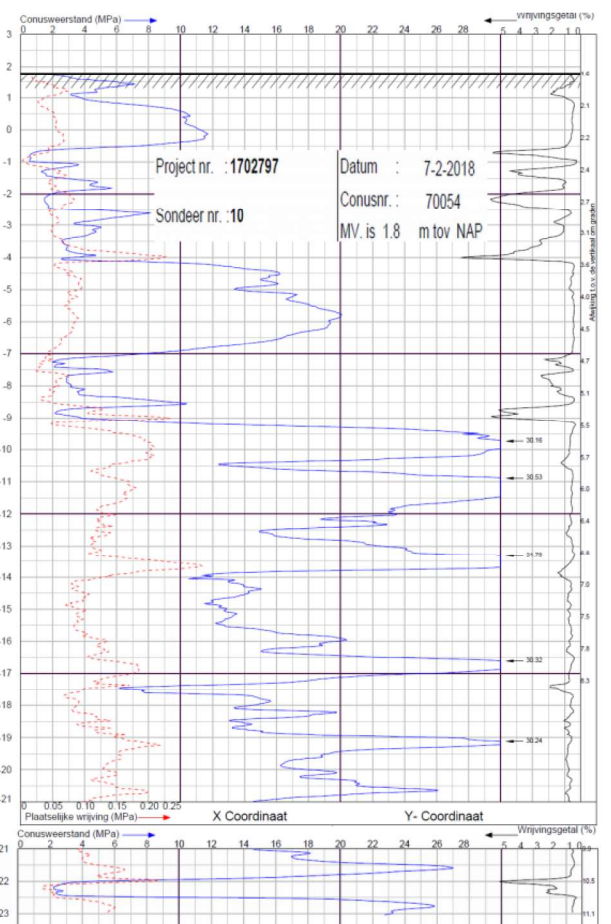
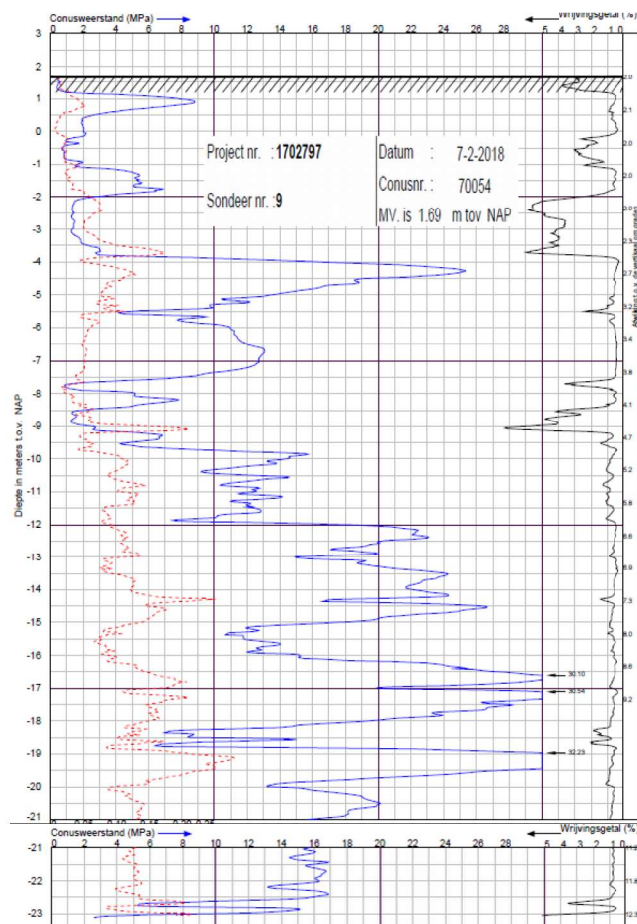
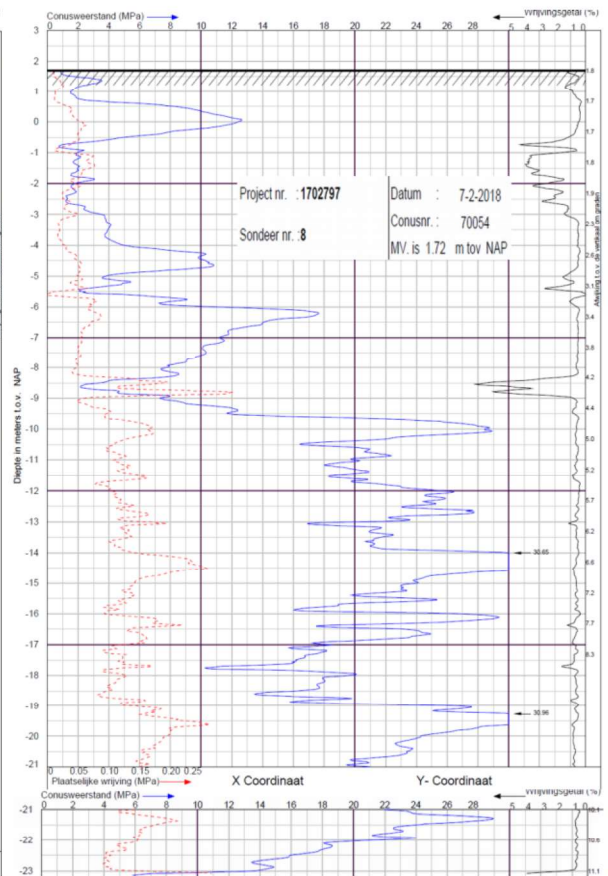
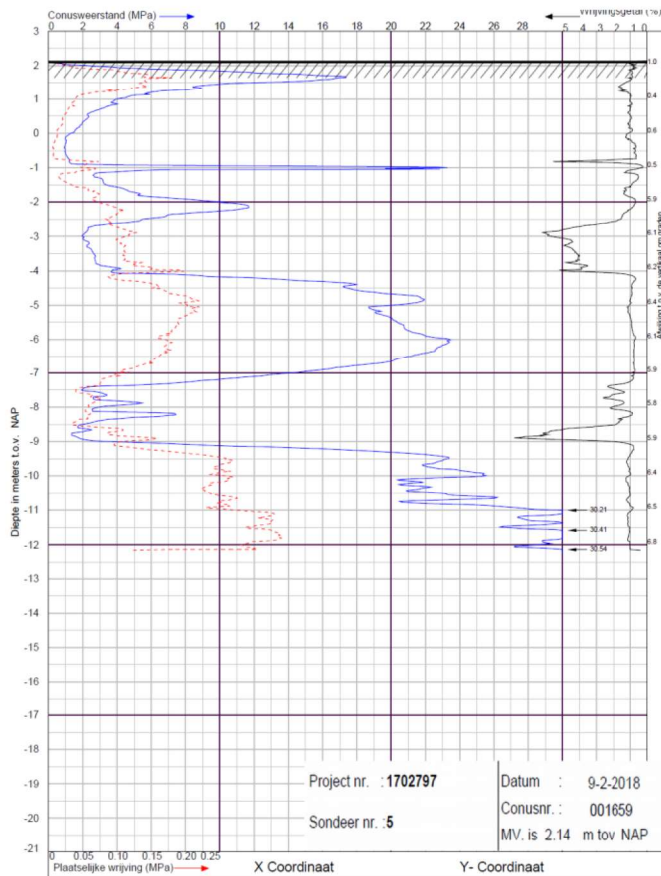
Bijlage 2. Sonderingen t.p.v. de kelder

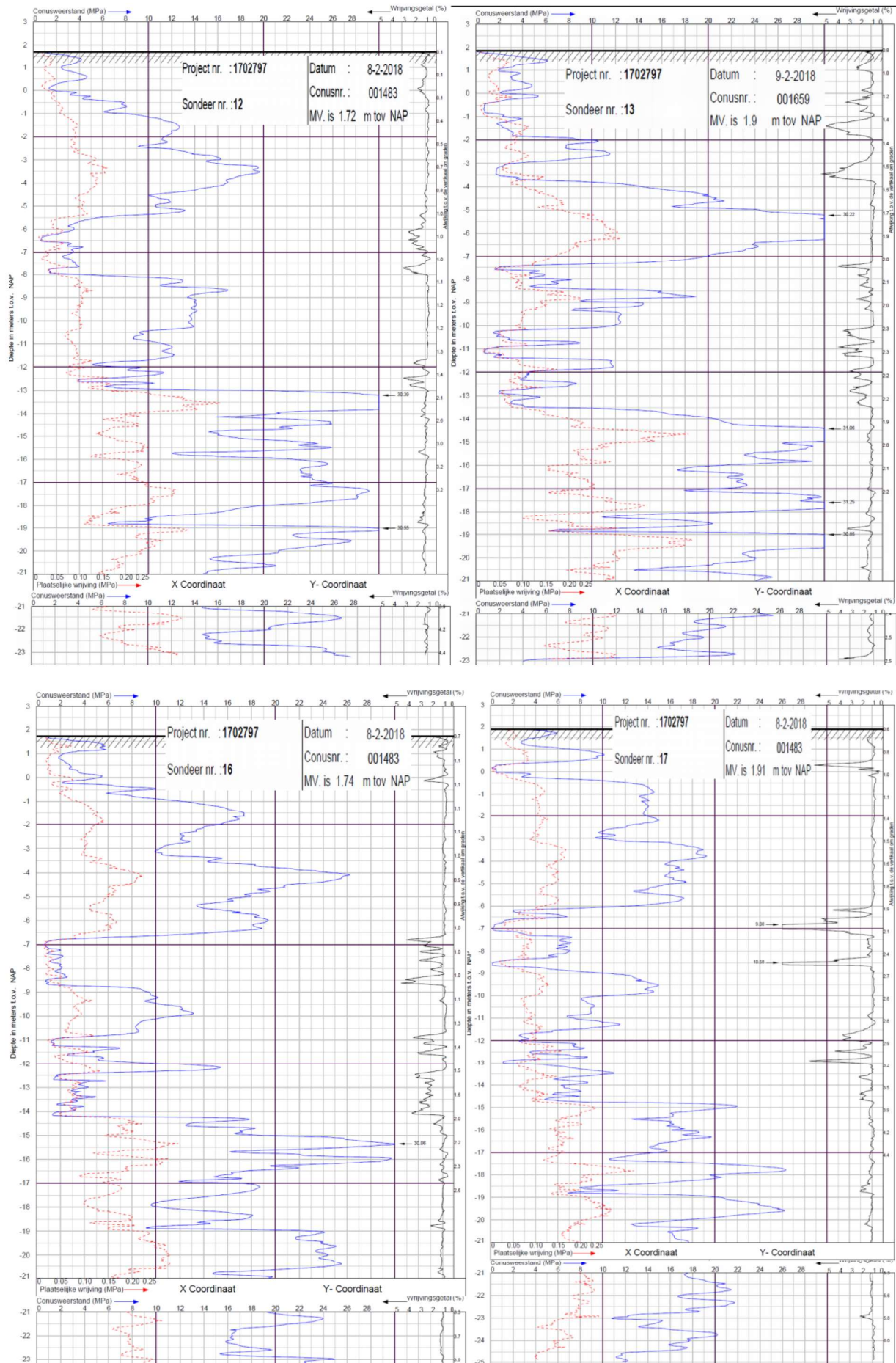


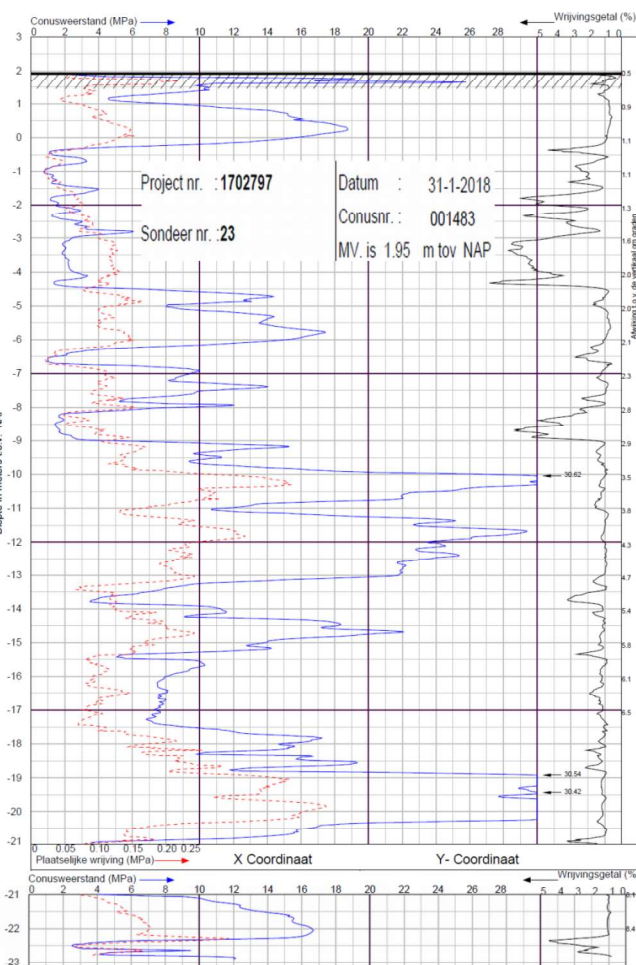
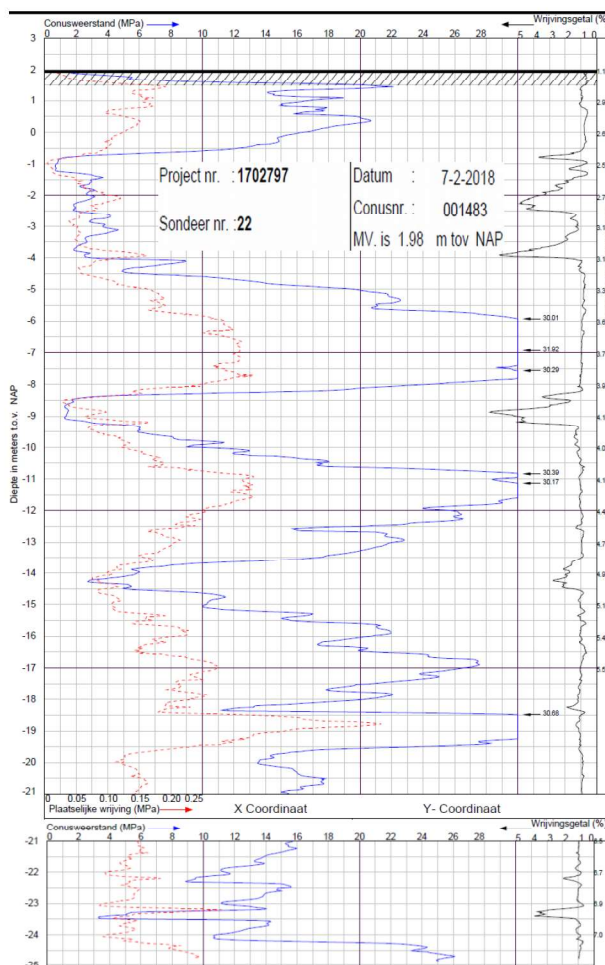
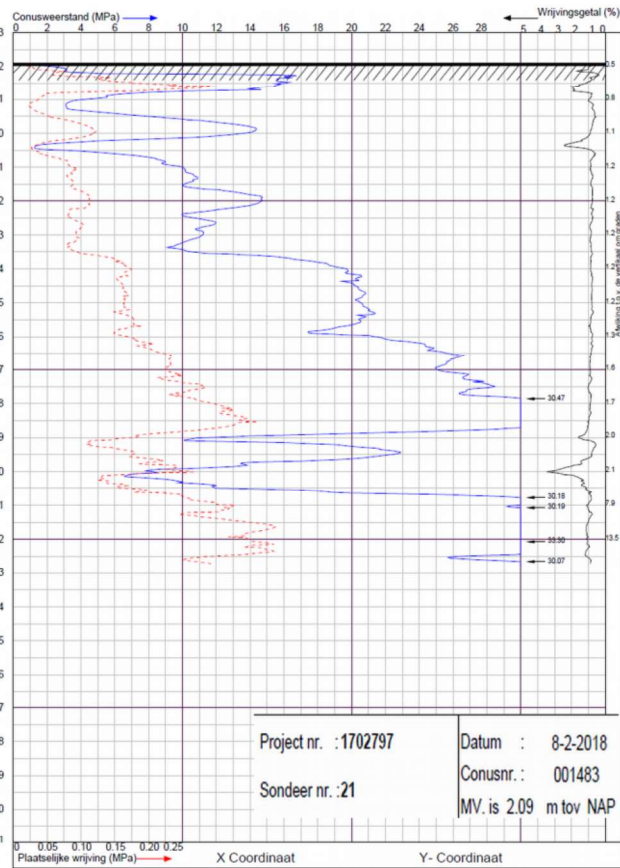
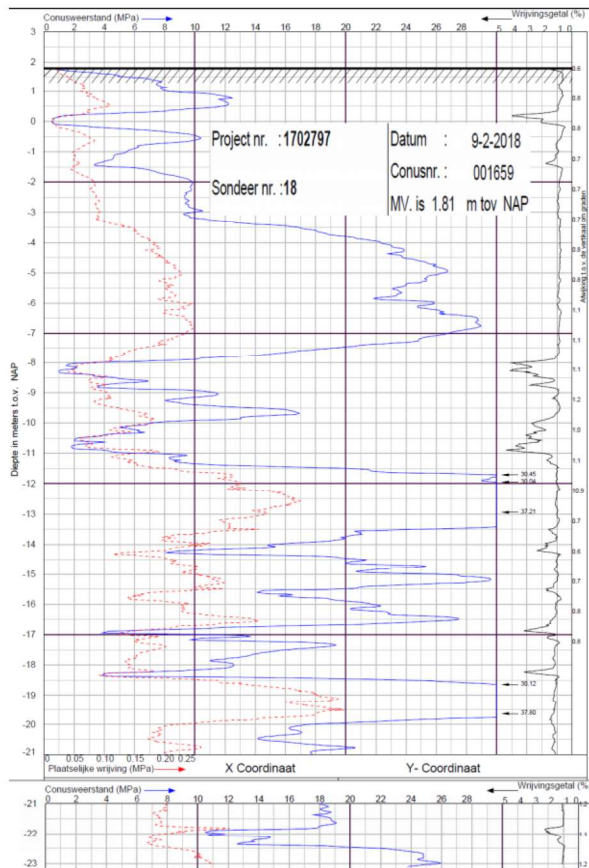
Figuur. Situatietekening van de sonderingen t.p.v. de kelder (uitsnede gegevens g)

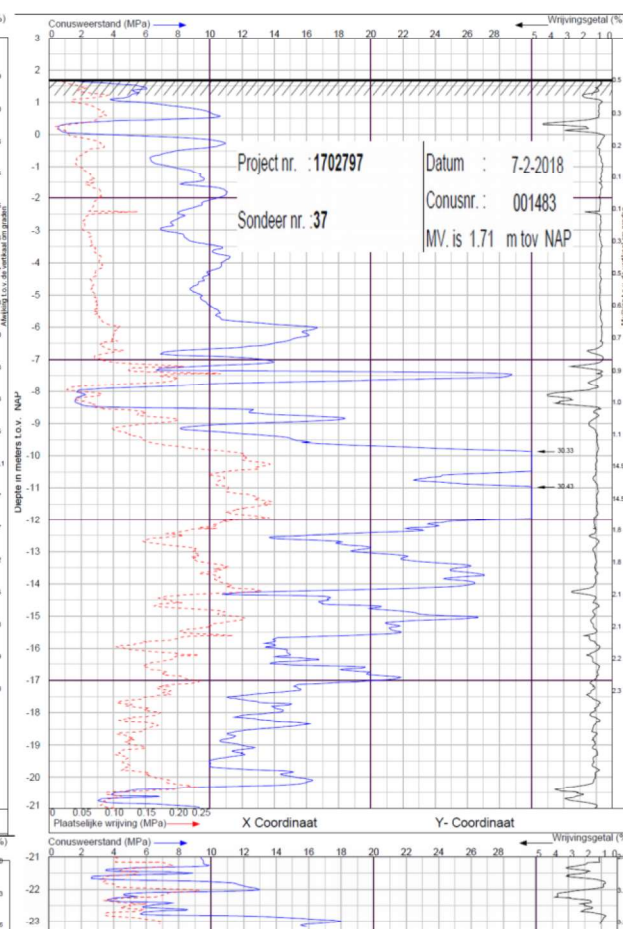
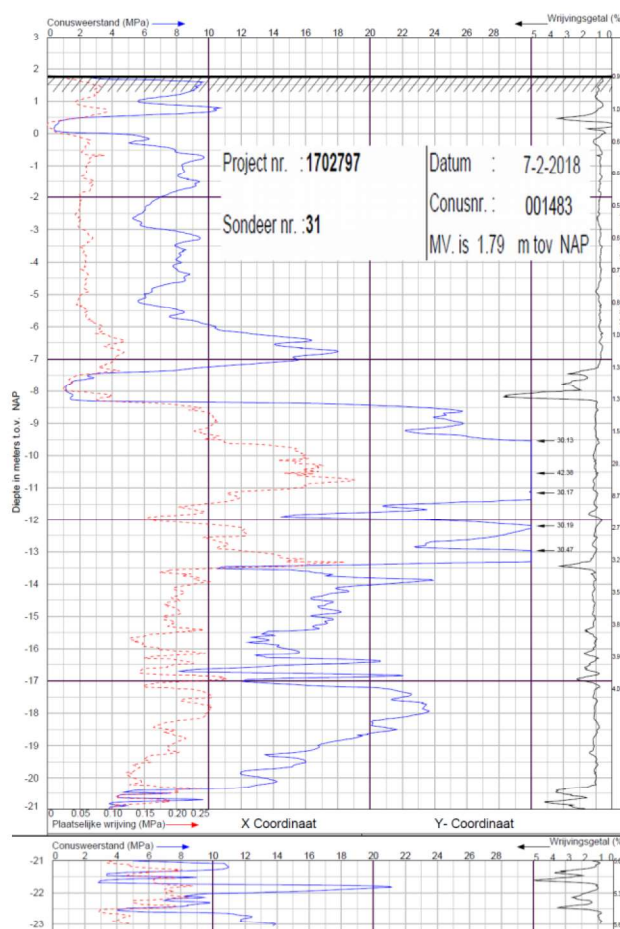
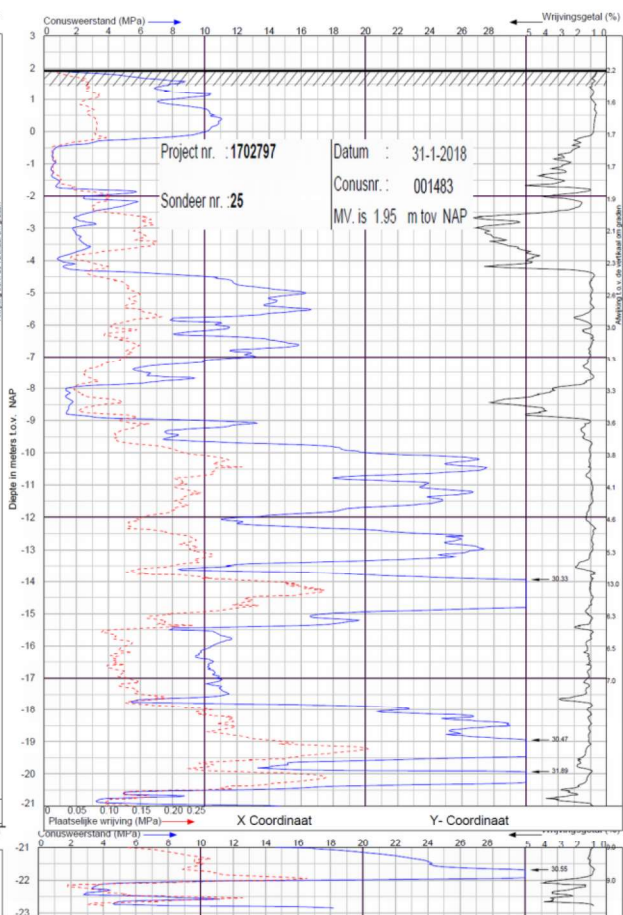
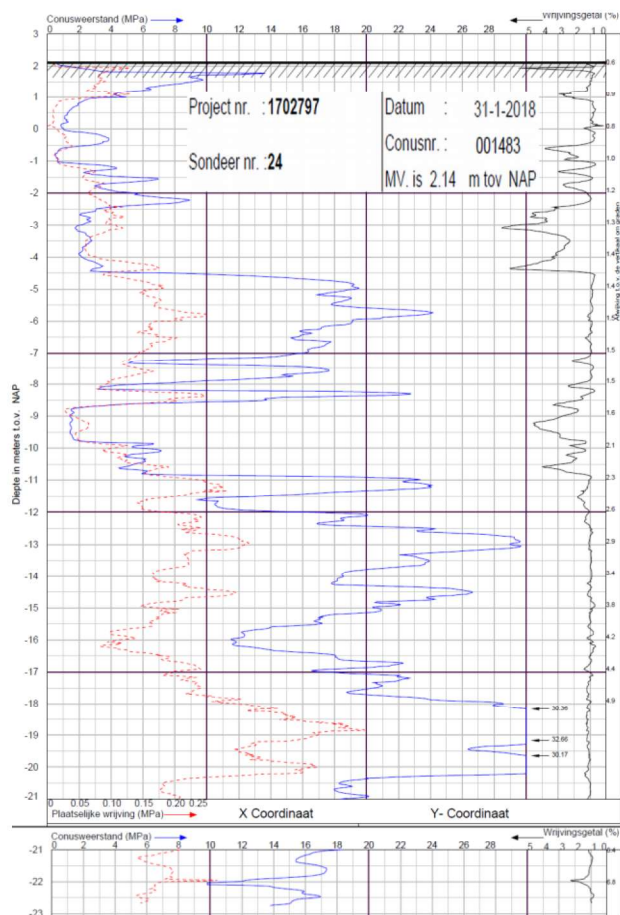
Figuren navolgende. Grafieken sondering t.p.v. de kelder(uitsnede gegevens g)

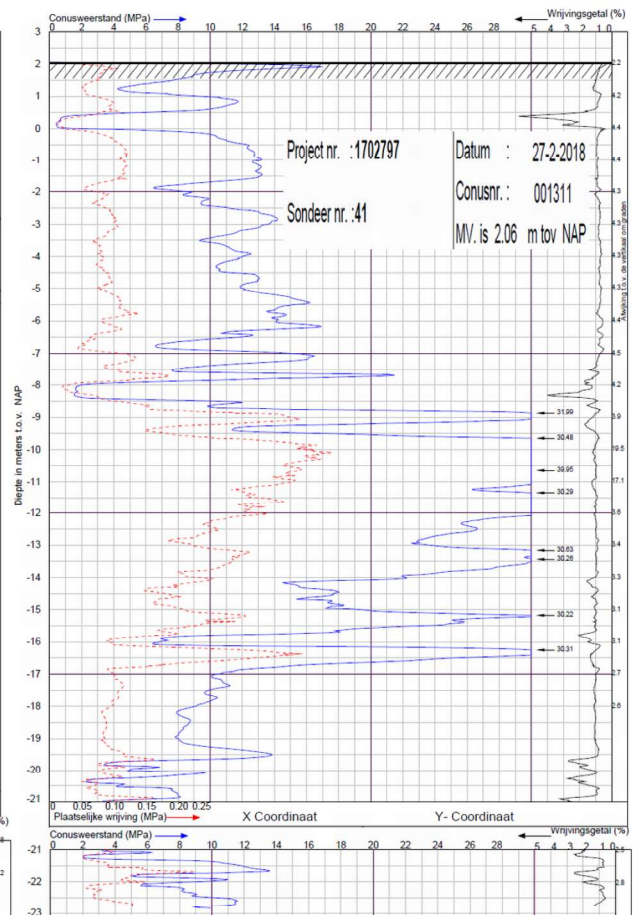
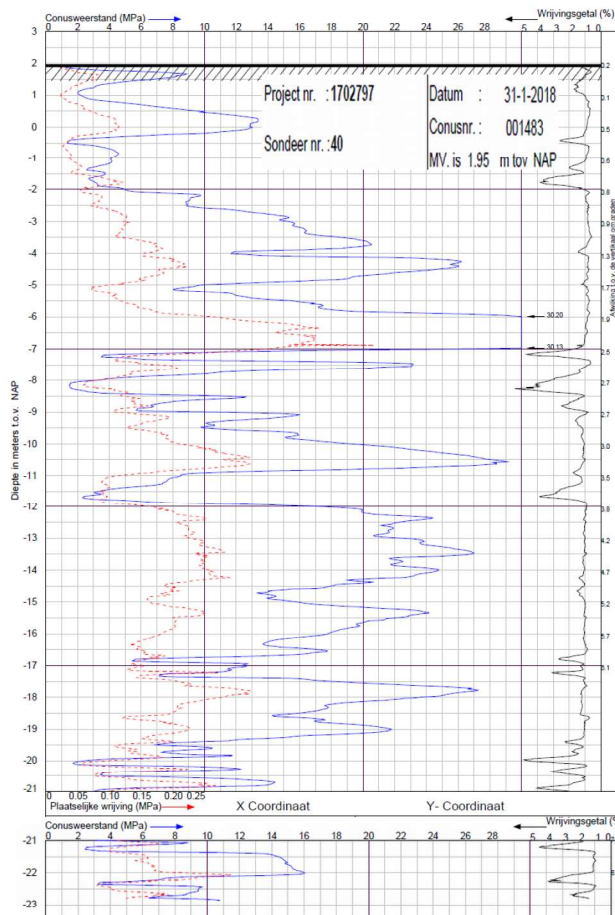
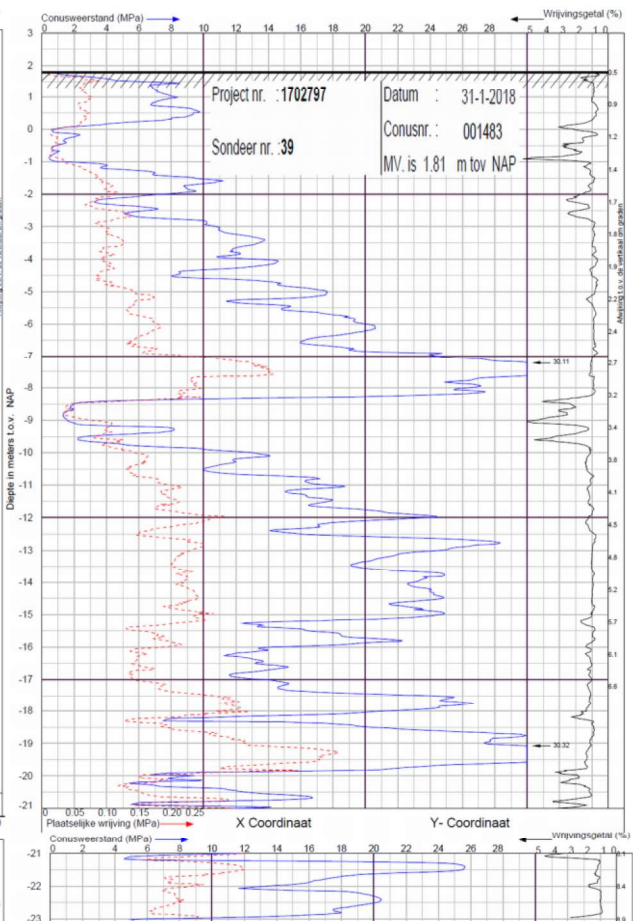
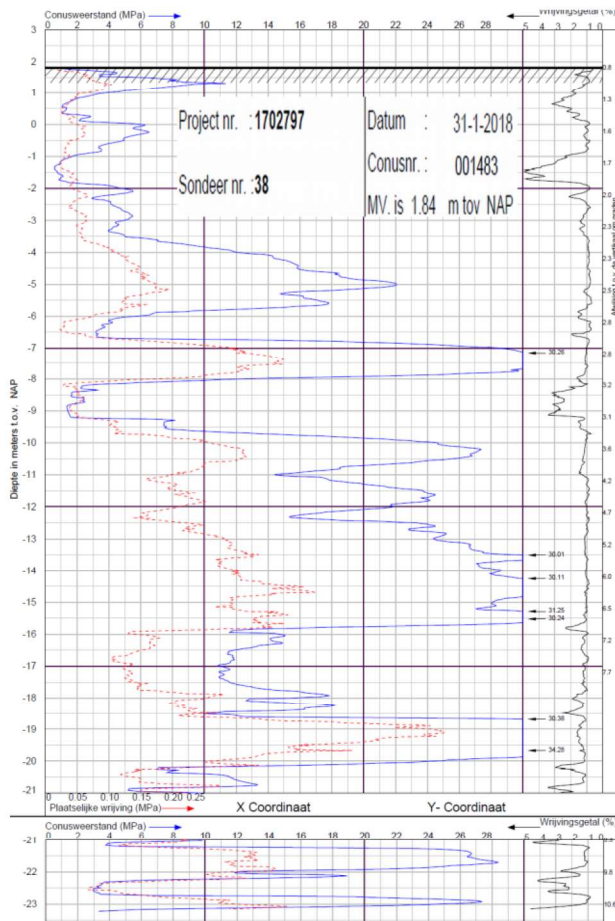




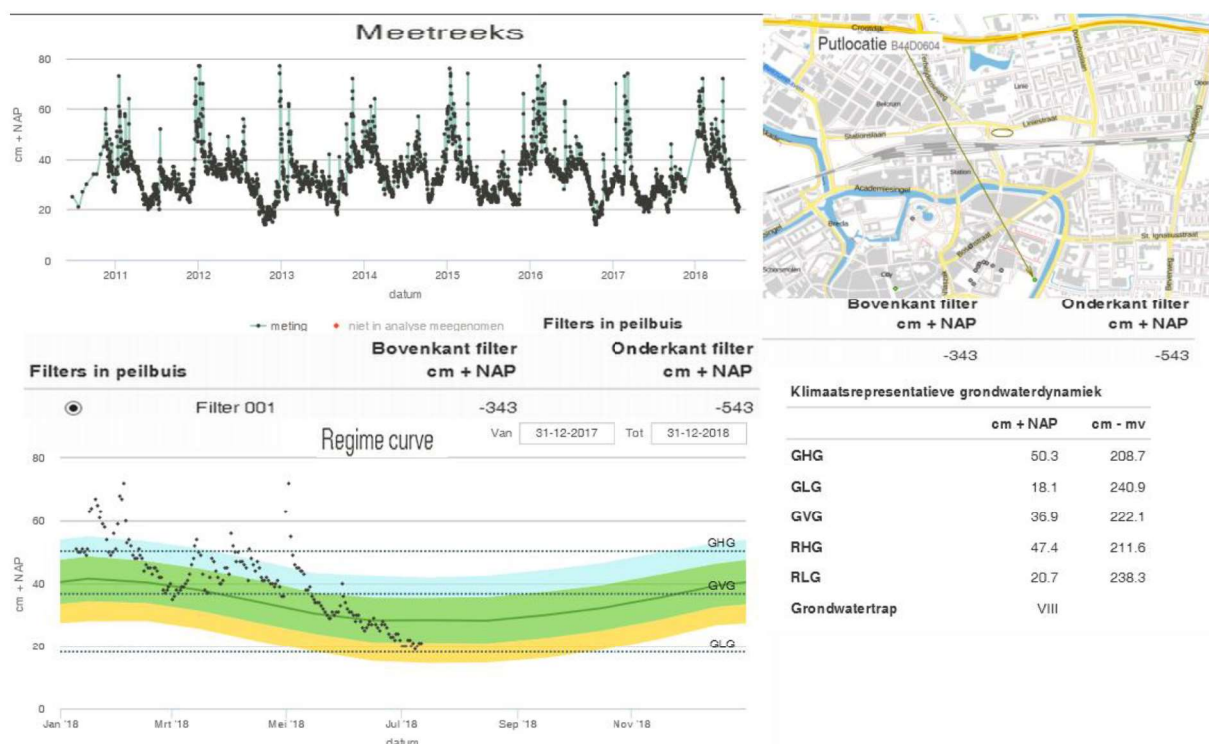






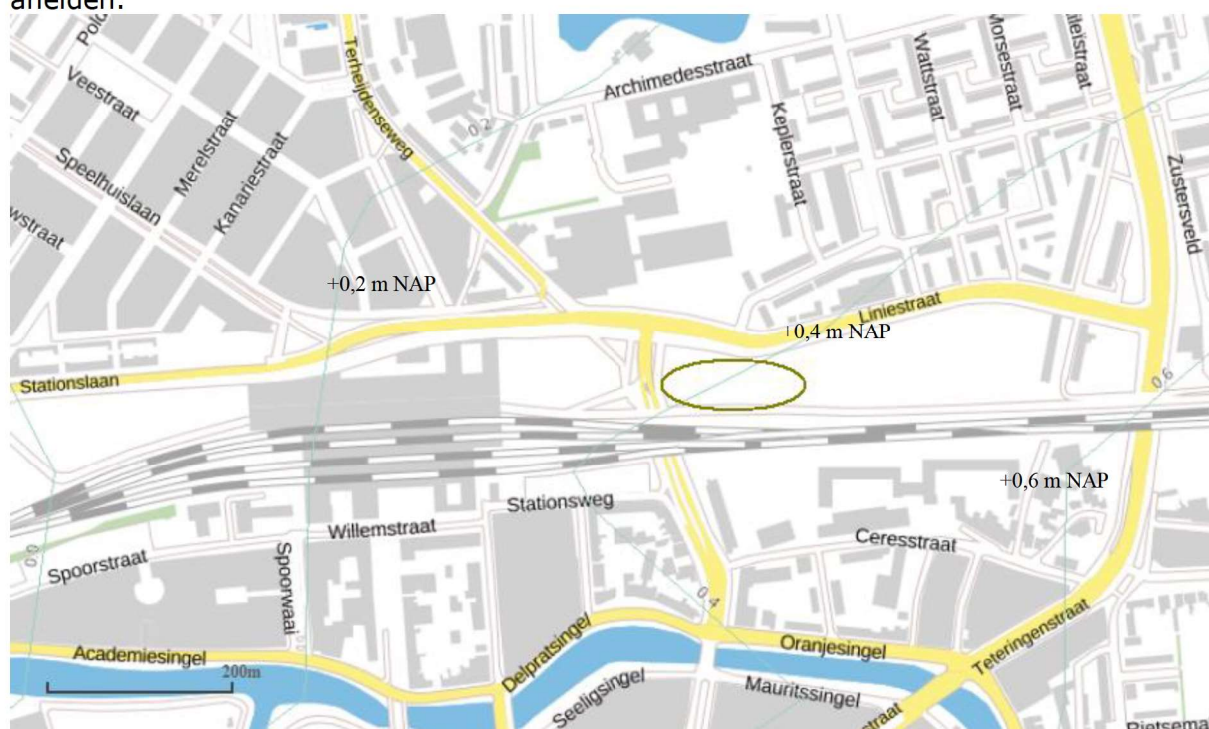


Bijlage 3. Gegevens grondwaterstanden meetpunten Dinoloket en regionaal verloop



Figuur. Meetput B44D0604: buis-001: locatie (bij pijl: circa 0,8 km ZZO t.o.v. project bij ellips), meetwaarden en analyse

Onderstaande Figuur is informatief voor de gemiddelde stijghoogte en het regionale verloop; men zou op basis daarvan voor de locatie een gemiddelde stand van +0,4 m NAP afleiden.



Figuur. Regionaal recent verloop gemiddelde stand isohypsen (in 'WVP2', onze laag_{2b}) t.o.v. locatie bij ellips (o.b.v. buizen Dinoloket, o.a. bovenstaande B44D0604)

Bijlage 4. Samenvatting bemaling en grondwaterstanden destijds van (naastliggend) project 'Stationslaan'

I.v.m. de naastliggende onderdoorgang Terheijdenstraat ontlenen we onderstaand aan ons archief. Zie ook ons Hoofdstuk 3 en navolgende.

M.b.t. de bodem, 'bemaalingsadvies HOV, onderdoorgang Terheijdenseweg' Movares:

De bodem is opgebouwd uit fijn tot matig fijn siltig zand. Dit pakket heeft een dikte van 35 m. Op het nabijgelegen station is recentelijk een pompproef uitgevoerd. Hieruit volgt een doorlatendheid van 10 m/dag. Alhoewel de bodem op het station uit grover materiaal is opgebouwd (matig fijn tot matig grof siltig zand) wordt voor dit project voorlopig uitgegaan van deze doorlatendheid. Met een dikte van 35 m kan dan een doorlaatvermogen van 350 m²/dag worden gehanteerd. Vergeleken met het station zijn in de ondergrond op de locatie meer en dikkere leemlenzen aanwezig.

Modelparameters

Voor het doorlaatvermogen is gerekend met een waarde van 350 m²/dag. Om rekening te houden met de onvolkomenheid van de filters is een fictieve scheidende laag in het model gebruikt: de laag heeft een weerstand van tien dagen en bevindt zich op een niveau van NAP -10 m.

Aan de 1^e scheidende laag is een weerstand van 2.500 dagen toegekend. Voor het doorlaatvermogen van het 2^e watervoerende pakket is uitgegaan van 800 m²/dag. Deze waarde is afkomstig van een putproef die op het station is uitgevoerd. Voor de drainageweerstand is in het model een waarde van 500 dagen gehanteerd.

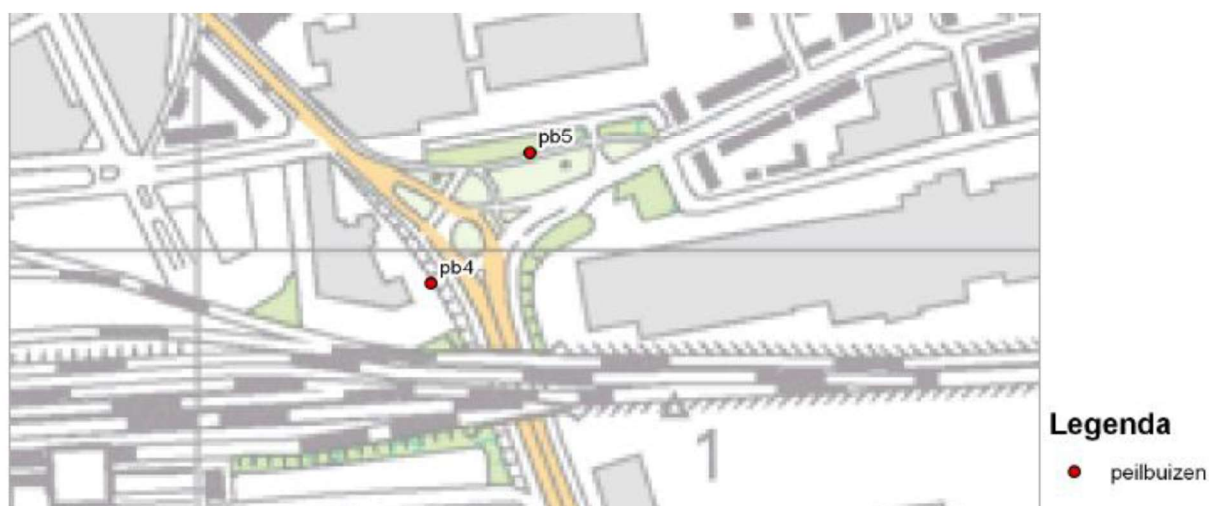
Uitgangspunten

Voor de berekening van het waterbezwaar zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- uitvoering met deepwells tot een diepte van NAP -10 m.
- bemaling aanleg gewichtsconstructie met één rij bronnen
- doorlaatvermogen ondergrond 350 m²/dag
- bemaling fase 3 op het station is in werking

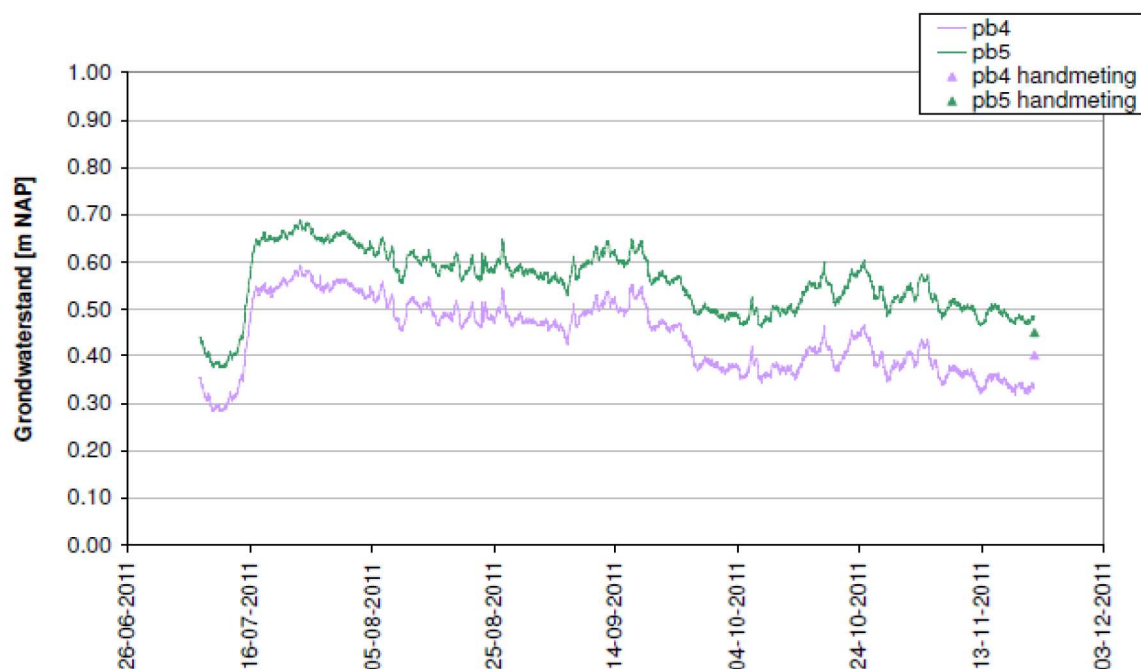
Deze situatie is maatgevend voor de verlagingen in de omgeving. Bij de bemaling op het station (fase 3) dient 100 % van het water te worden geretourneerd. Het waterbezwaar is bepaald met het grondwatermodel en weergegeven in tabel 2.

Onderstaande vatten we samen uit 'rapportage peilbuismetingen onderdoorgangen verlenging HOV-lijn', W+Bos, 2012-1-12.



Figuur Locatie peilbuizen nabij Terheijdenseweg (Uitsnede overgenomen W+Bos)

Peilbuis-4 heeft een maaiveld van +2,20 m NAP en een o.k. filter van -1,84 m NAP. Peilbuis-5 heeft een maaiveld van +1,99 m NAP en o.k. filter van -2,08 m NAP. De standen zijn geregistreerd en voor een half jaar getoond in onderstaande Figuur.



Figuur Uitsnede grafiek peilbuisstanden nabij Terheijdenseweg (overgenomen W+Bos).

Kopie uit rapport (overgenomen W+Bos):

Ten behoeve van de mogelijke bemaling nabij de Ter Heijdenseweg is in een eerder stadium een voorlopig bemalingsadvies opgesteld (referentie BR647-2/zutd/008 d.d. 21 september 2011). Binnen dit advies zijn de bandbreedtes van verwachte freatische grondwaterstand bepaald op basis van een bekende meetreeks in de omgeving. De hierop afgeleide grondwaterstanden bij de Ter Heijdenseweg zijn als volgt:

Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG) NAP +1,05 m.
 Gemiddelde grondwaterstand NAP +0,81 m.

Voor de maatgevende grondwaterstand (Movares: 'GHG') in onderstaande was uitgegaan van +0,8 m NAP. Onderstaande tabellen vermelden de grondwaterverlaging en debiet:

Tabel 1 Fasering bouw en bemalingsduur

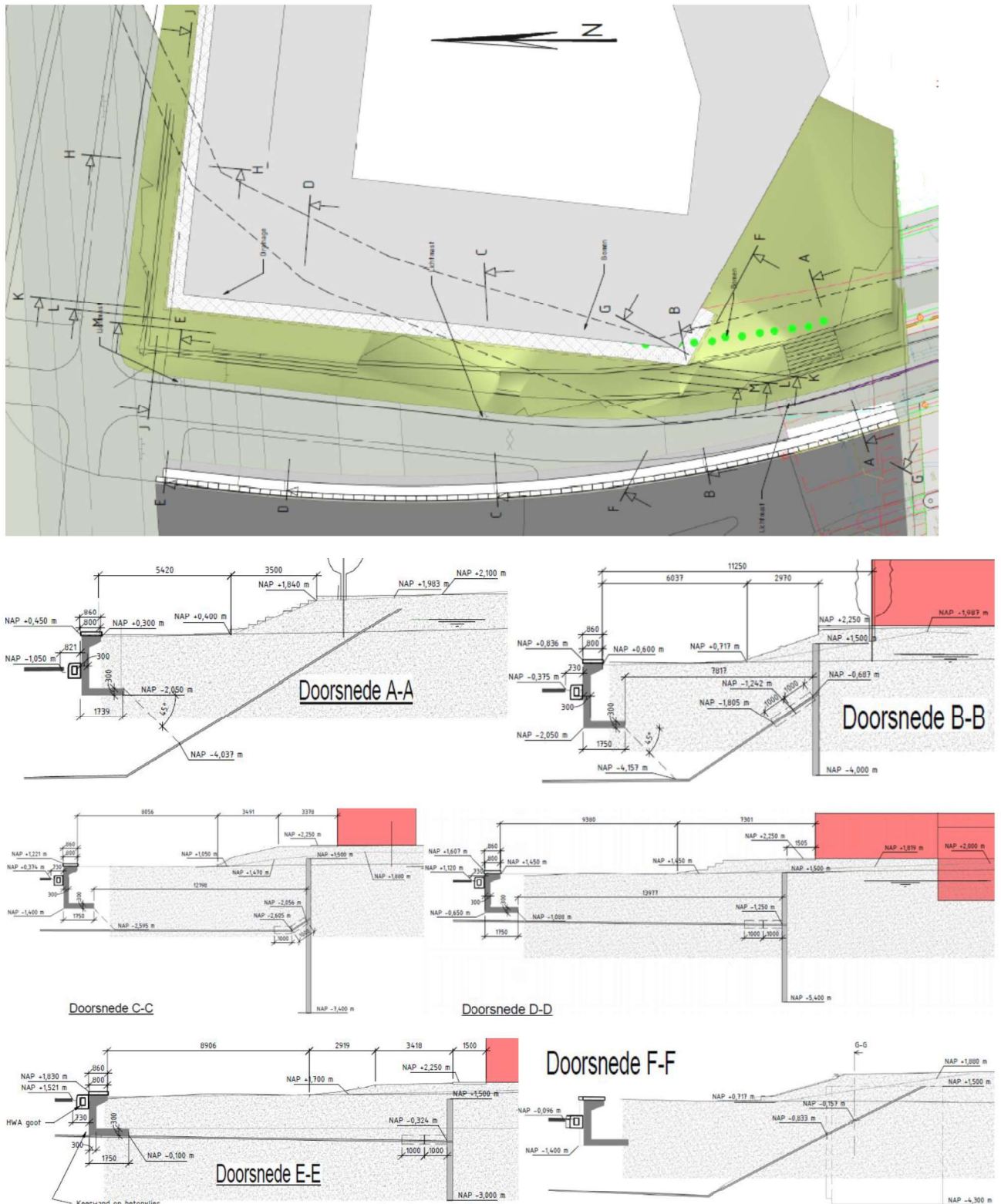
Fase	Werkzaamheden	Verlaging (m)	Duur (weken)
1	Gewichtsconstructie, fundatieplaten, keermuren	3,7	10
2	Fundatieplaten en hellingbaan	2,6	6

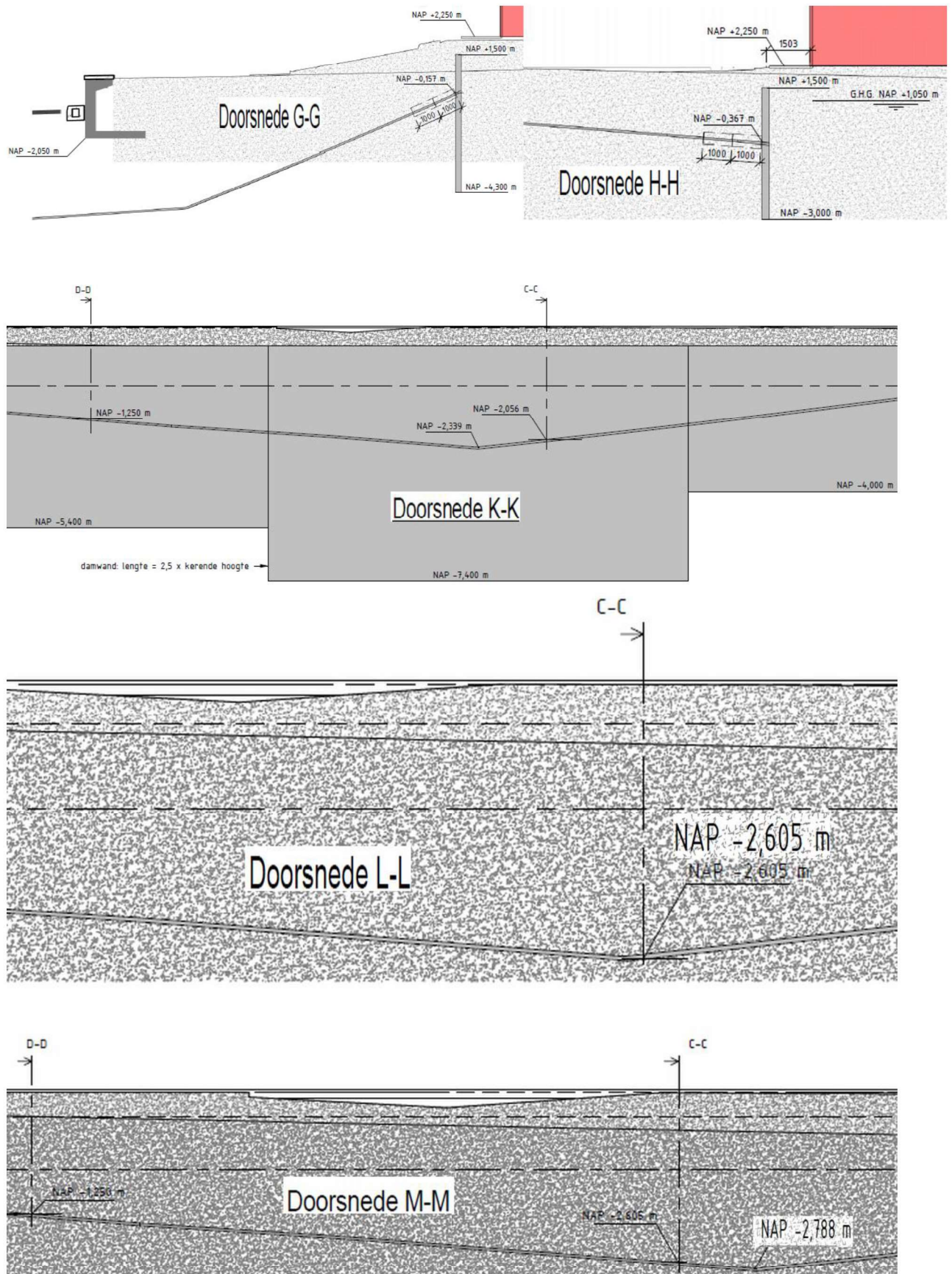
Tabel 2 Waterbezwaar bemaling HOV

Fase	Werkzaamheden	Debiet (m ³ /uur)	Duur (weken)	Hoeveelheid (m ³)
1	Gewichtsconstructie, fundatieplaten, keermuren	65	10	110.000
2	Fundatieplaten en hellingbaan	50	6	50.000

Bijlage 5. Samenvatting schetsen betonvliesconstructie op nieuwe keerconstructie

In het rapport Movares (gegevens c), is opgenomen 'praatprent aansluiting betonvliesconstructie op nieuwe keerconstructie', Movares 2018-6-21. Hieruit nemen we over:





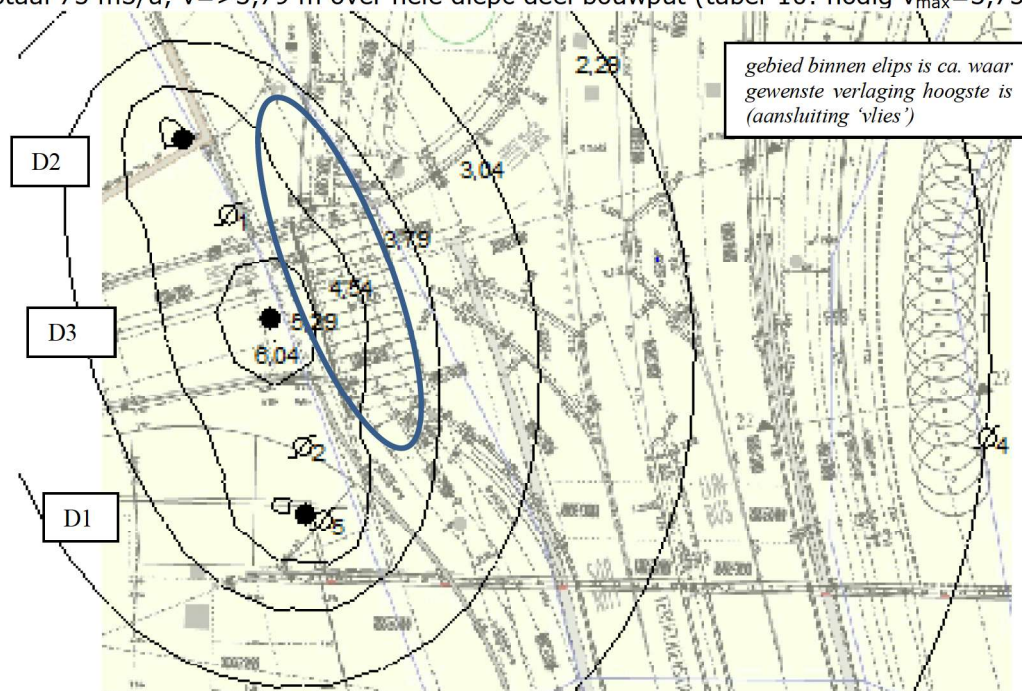
Figuren. Overzicht onderdoorgang met constructies en aantal doorsneden (uit gegevens c)

Bijlage 6. Samenvatting modellering bemaling destijds van (naastliggend) project 'Stationslaan Midden'

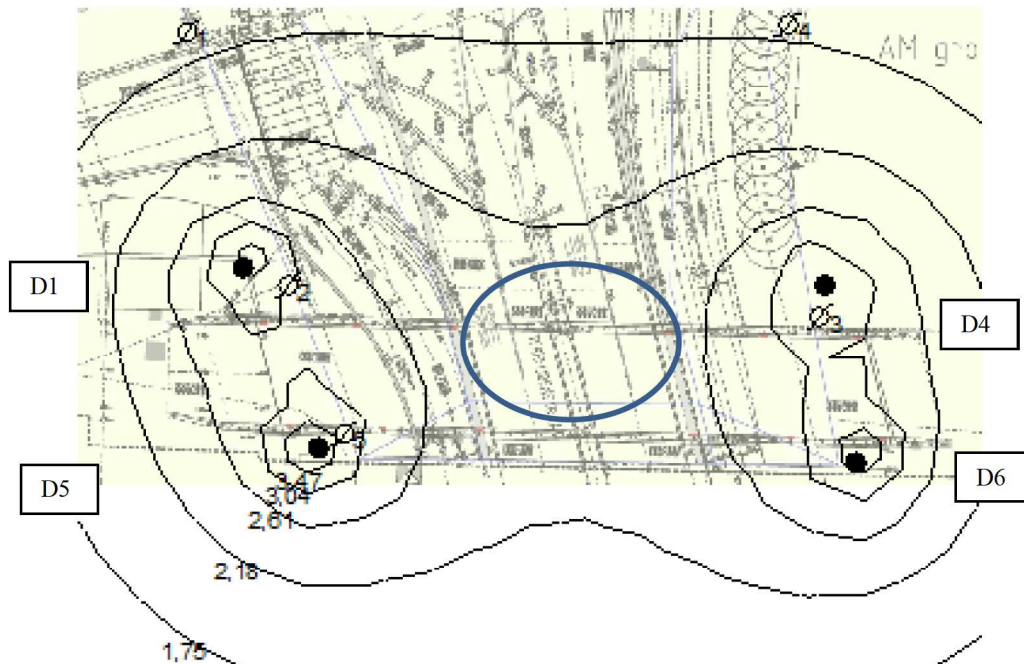
I.v.m. onderdoorgang Terheijdenstraat, zie ook onze Bijlage 4 en Hoofdstuk 3, geven we onderstaand delen van rapportages door Dijksterhuis Milieutechniek, 2013-2014: 'deel I. Resultaat modellering fasen-diep'. Getoond zijn isohypsen (lijnen van gelijke grondwaterverlaging) in m.

Opm. Uiteindelijk zijn de locaties en inzet van de diepwellen iets gewijzigd; bijv. aan de NO zijde, circa 15 m boven D4 is ook geplaatst D7. De onder getoonde (totale) debieten en verlagingen kwamen wel overeen met de gemonitorde bemaling tijdens uitvoering.

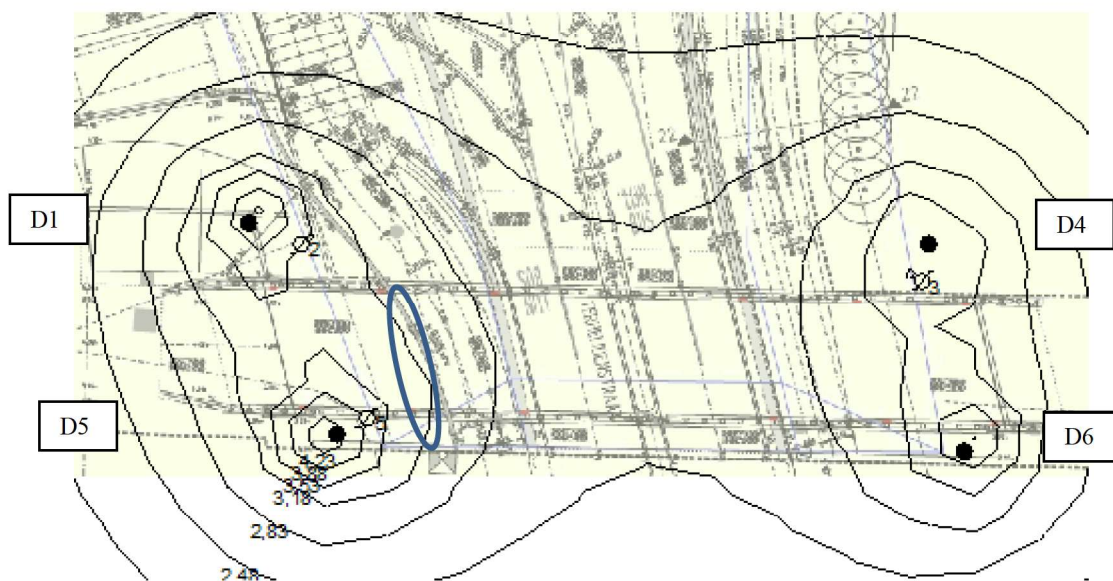
Figuur a.1. Bemalingsfase-diep, max. ontgraving 'snavel'. Grondwaterverlagingen eind-dag-12-na-start bemalen met debiet: onttrekken: D 11, 12, en 13, juist buiten vlies en werk: alle 25 m³/u, dat is totaal 75 m³/u; $v \geq 3,79$ m over hele diepe deel bouwput (tabel-10: nodig $v_{\max} = 3,75$ m).



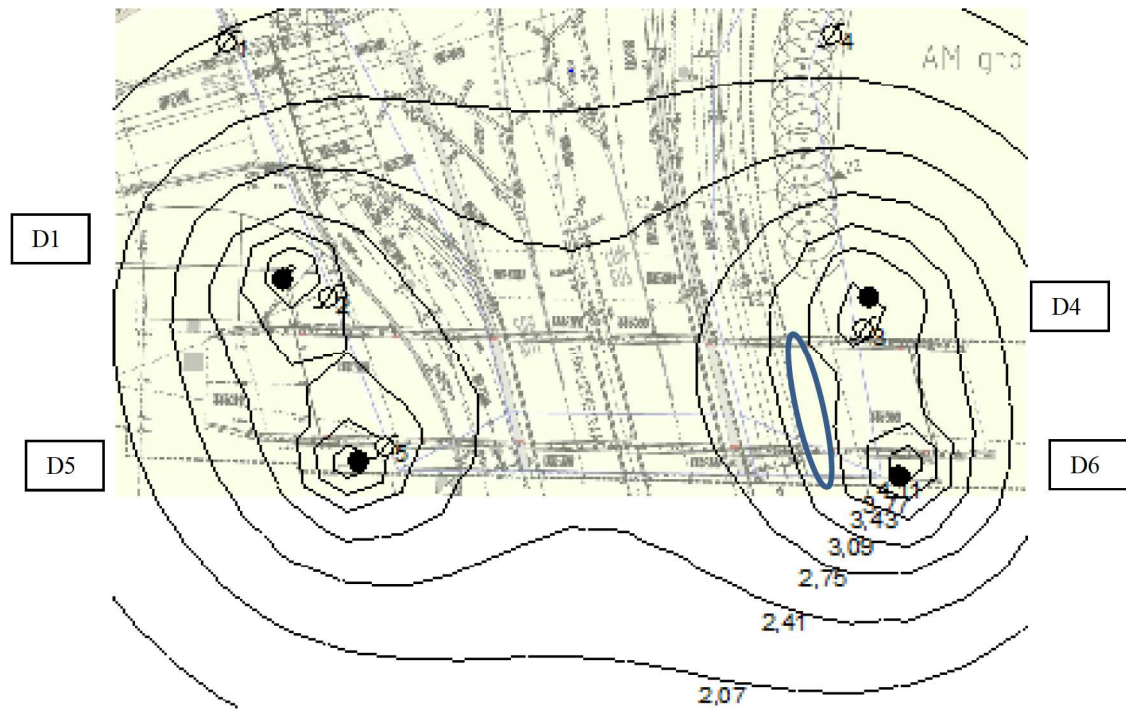
Figuur b.1. Bemalingsfase-diep, max. ontgraving 'U-bak'. Grondwaterverlagingen eind-dag-12-na-start bemalen met debiet: onttrekken, D1 en D5 beide 15 m³/u; D4 en D6 beide 15 m³/u; dat is totaal 60 m³/u; $v \geq 2,18$ m over beide landhoofden (tabel-10: nodig $v_{\max} = 2,17$ m).



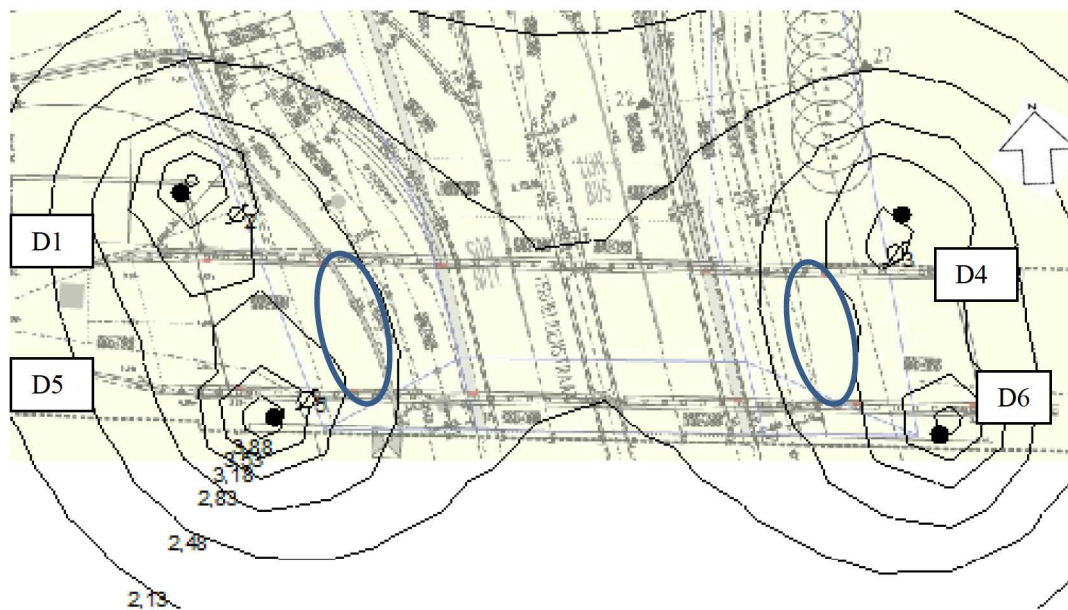
Figuur b.2. Bemalingsfase-diep, max. ontgraving 'landhoofd west verdiepte strook'. Grondwaterverlagingen eind-dag-13-na-start bemalen met debiet: onttrekken D1 en D5 beide 19 m³/u; D4 en D6 beide 15 m³/u; dat is totaal 68 m³/u; $v \geq 3,18$ m over west landhoofd verdiepte strook (tabel-10: nodig $v_{\max} = 3,15$ m).



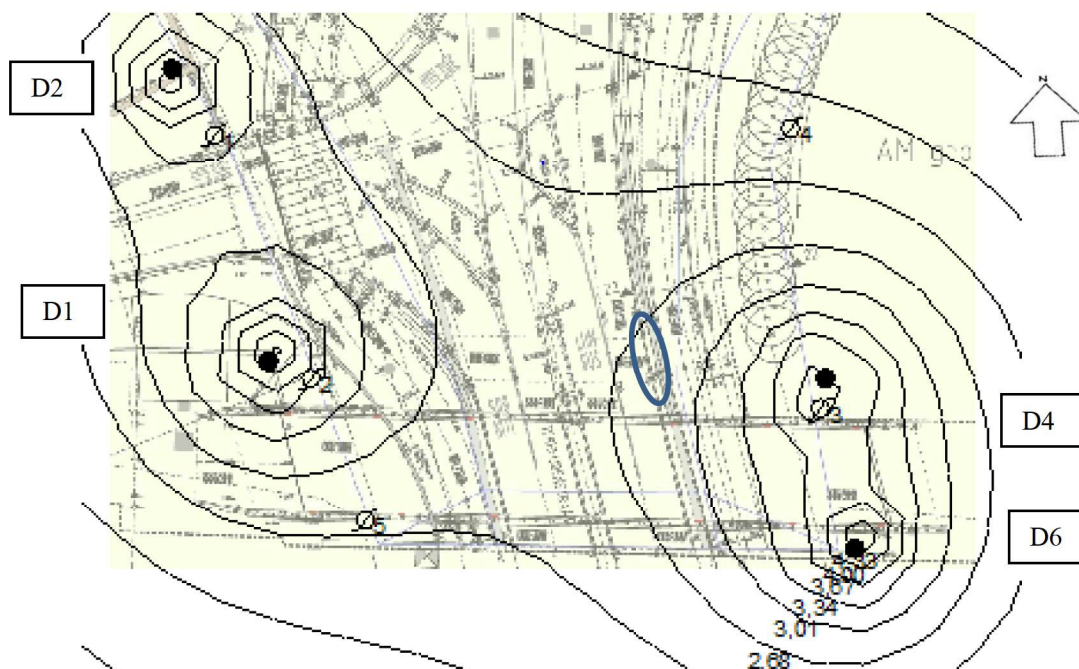
Figuur b.3. Bemalingsfase-diep, max. ontgraving 'landhoofd oost verdiepte strook'. Grondwaterverlagingen eind-dag-13-na-start bemalen met debiet: onttrekken D1 en D5 beide 15 m³/u; D4 en D6 beide 19 m³/u; dat is totaal 68 m³/u; $v \geq 3,1$ m over oost landhoofd verdiepte strook (tabel-10: nodig $v_{\max} = 3,15$ m).



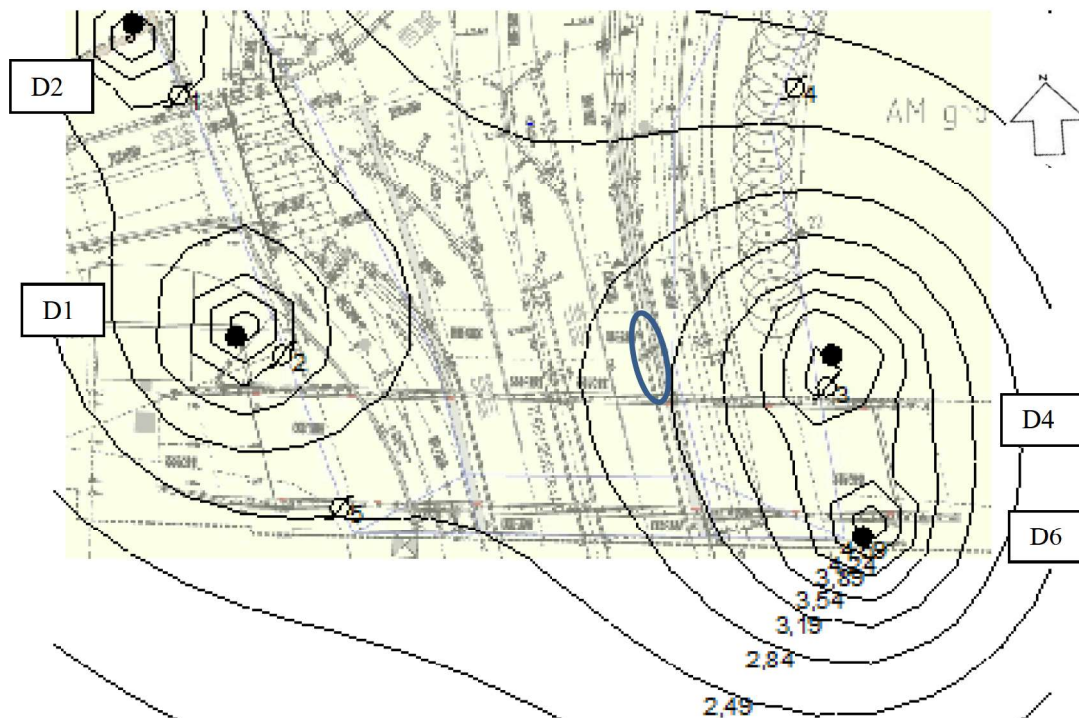
Figuur b.4. Bemalings-fase max. ontgraving 'beide landhoofden fundatieplaat, ná verdiepte strook'. Grondwaterverlagingen eind-dag-40-na-start bemalen met debiet: onttrekken, D1 en D5 beide 17 m³/u; D4 en D6 beide 17 m³/u; dat is totaal 68 m³/u; $v \geq 2,83$ m over beide landhoofden (tabel-10: nodig $v_{\max} = 2,65$ m).



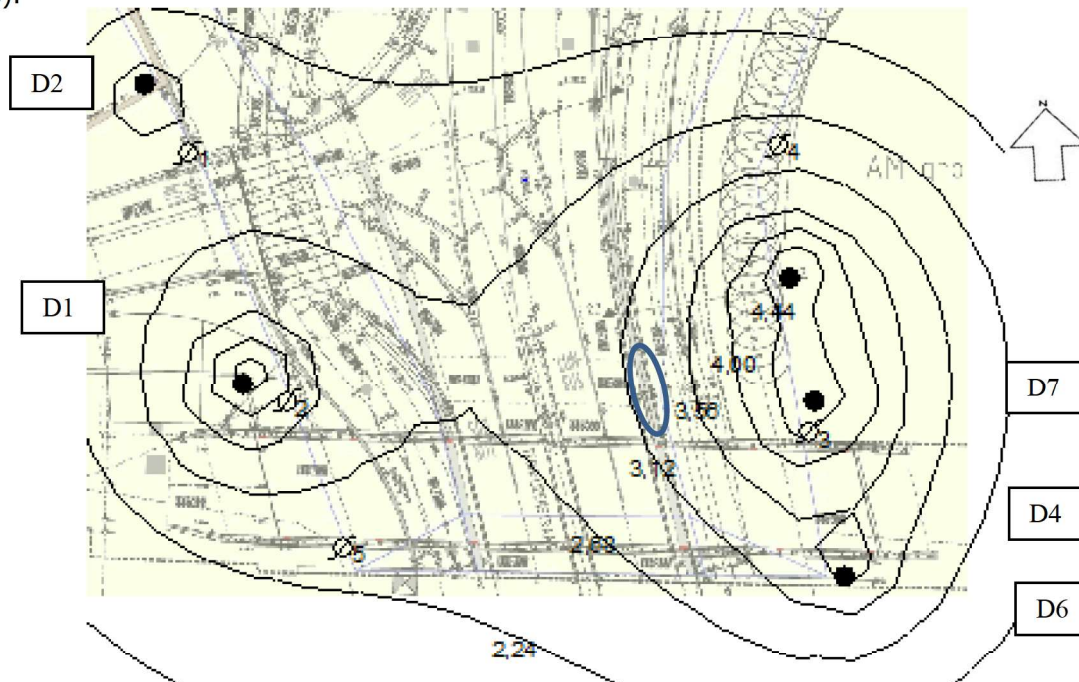
Figuur c.1. Bemalingsfase diep, ongunstige (noordelijke uiteinde diepste deel keerwand, wegens oplopen vlies) ontgraving keerwand'. Grondwaterverlagingen eind-dag-40-na-start bemalen met debiet: onttrekken, D2 en D1 beide 20 m³/u; D4 en D6 beide 20 m³/u; dat is totaal 80 m³/u; $v \geq 2,65$ m over diepe deel bouwput (tabel-10: nodig $v_{\max} = 3,12$ m bij zeer hoge 0-stand: tekort, zie fig. c.2).

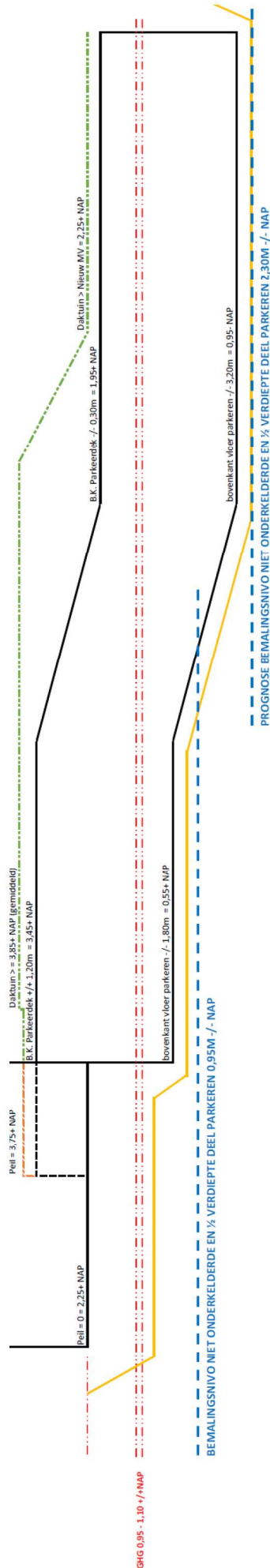


Figuur c.2. Bemalingsfase diep, ongunstige (noordelijke uiteinde diepste deel keerwand, wegens oplopen vlies) ontgraving keerwand'. Grondwaterverlagingen eind-dag-40-na-start bemalen met debiet: onttrekken, D2 en D1 beide 20 m³/u; D4: 20 m³/u en D6: 20 m³/u; dat is totaal 85 m³/u; $v > 3,0$ m over diepe deel bouwput (tabel-10: nodig $v_{\max} = 3,12$ m bij zeer hoge 0-stand: tekort en te hoog totaaldebiet en te hoog debiet D4, zie fig. c.3).



Figuur c.3. Bemalingsfase diep, ongunstige (noordelijke uiteinde diepste deel keerwand, wegens oplopen vlies) ontgraving keerwand'. Grondwaterverlagingen eind-dag-40-na-start bemalen met debiet: onttrekken, D2: 10 m³/u en D1: 20 m³/u; D4: 10 m³/u en D6 en D7 beide: 20 m³/u; dat is totaal 80 m³/u; $v > 3,12$ m over diepe deel bouwput (tabel-10: nodig $v_{\max} = 3,12$ m bij zeer hoge 0-stand'; totaal debiet aan de hoge kant, maar kortdurend en méér bronnen geen ruimte i.v.m. vlies).





VARIABEL

Origineel niveau bouwput - idem. bij poeren	0,67 +/- NAP	-1,58 m1 +/- Peil	0,20 +/- NAP	-2,05 m1 +/- Peil	O.k. vloer
			-0,65 +/- NAP	-2,90 m1 +/- Peil	O.k. poeren
Paalpunt Paalpunt / paallengte	0,67	-19,67 m1 paallengte	-0,65 +/- NAP	-18,35 m1 paallengte	b.k. paal = o.k. betonpoer
	-19,00 +/- NAP	-20,67 m1 paallengte	-19,00 +/- NAP		
	-20,00 +/- NAP				

Constructieopbouw

Peil = 0	2,25	3,75	3,75 +/- NAP	1,50 m1 +/- Peil
Peil daklijn			3,70 +/- NAP	1,45 m1 +/- Peil
dikte daklijn bestrating			0,25 m1	
Peil parkeerdek			3,45 +/- NAP	1,20 m1 +/- Peil
dikte dek parkeerdek			0,35 m1	
dikte betonbalk onder vloer			0,25 m1	
dikte afwerkvloer entree / fietsenstalling / comm.	0,06			
dikte kanaalplaatvloer incl. 70mm druklaag	1,25			
dikte funderingsbalk / poeren incl. 50mm werkvloer	0,67 +/- NAP	-1,58 m1 +/- Peil		
vrije hoogte parkeergarage onder betonbalk			2,30 m1	
Peil parkeergarage 1/2 verdiept			0,55 +/- NAP	-1,70 m1 +/- Peil
dikte vloer parkeergarage			0,35 m1	-2,05 m1 +/- Peil
dikte poeren (excl. vloer)			0,85 m1	-2,90 m1 +/- Peil

-1,30 +/- NAP	-3,55 m1 +/- Peil	O.k. vloer
-2,15 +/- NAP	-4,40 m1 +/- Peil	
-2,15 +/- NAP		b.k. paal = o.k. betonpoer
-19,00 +/- NAP	-16,85 m1 paallengte	

Funderingssysteem verdiepte deel parkeren nog in onderzoek.

Prognose bemalingsnivo is gebaseerd op fundering op staal met een plaatvloerdikte van ca. 850mm

2,25 +/- NAP	- m1 +/- Peil
0,30 m1	
1,95 +/- NAP	-0,30 m1 +/- Peil
0,35 m1	
0,25 m1	
2,30 m1	
-0,95 +/- NAP	-3,20 m1 +/- Peil
0,35 m1	-3,55 m1 +/- Peil
0,85 m1	-4,40 m1 +/- Peil

3 Hoefijzers Noord Breda - Westpunt / Puntgebouw

12-04-2019 / 90033
Datum: 13-05-2019

Principe doorsnede bouwput

Bijlage 7. Principe doorsnede bouwput, voorbereiden BAM (collage gegevens j)

bijlage 8. 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 het bovenste deel van het watervoerende pakket en de horizontale oppervlakte is beperkt) een aangepaste kD toegepast.

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

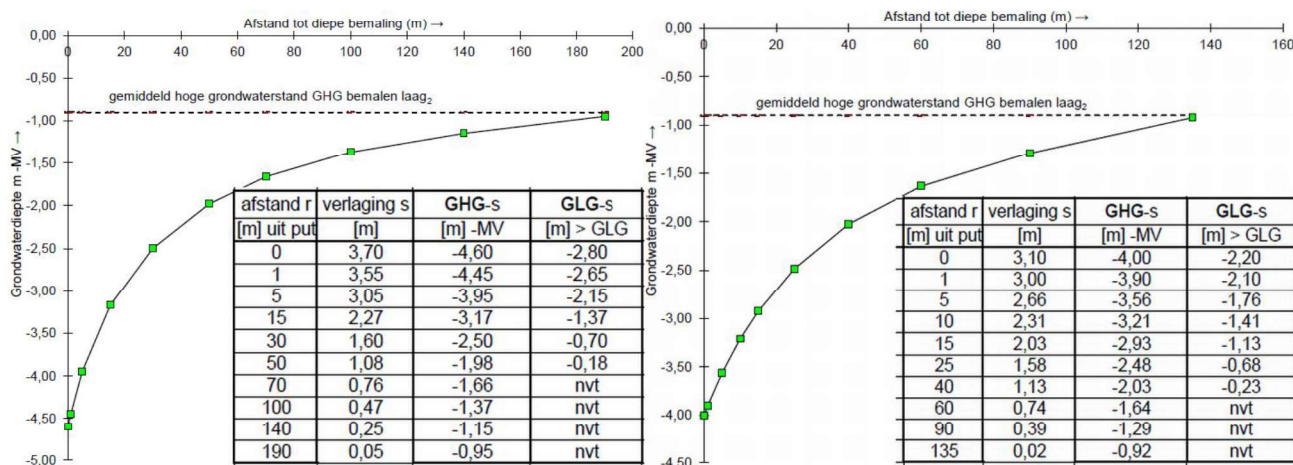
Gehanteerde formule van De Glee:

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

Hierin is:

Q	= totaal onttrekkingsdebiet, na eindverlaging	[m 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.



Figuren. Verhanglijn de Glee, voor stationaire verlaging(bij GHG). Tevens geeft de tabel het niveau op afstand dat de verlaging, bij GHG onder maaiveld reikt. En de verlaging onder de GLG van de tabel 'raming grondwaterstanden':

- linker: diepste keerwand vlies (fase 1A, met mini-diepwells); $kD_{\text{effectief}}=160 \text{ m}^2/\text{d}$; $L=90 \text{ m}'$. Debiet laag_{2,3a}= -64 m³/u.
- rechter: diepe kelderdeel (fase 2 max., met drains); $kD_{\text{effectief}}=90 \text{ m}^2/\text{d}$; $L=65 \text{ m}'$. Debiet laag₂= -56 m³/u;

Bijlage 9. Modellerings MWell: lijnen verlaging en theoretische zetting door bemaling

Achtergrond MWell.

Voor het bepalen van het debiet bij het behalen van de gewenste grondwaterstandsverlaging, is gebruik gemaakt van het (analytische) computer-rekenprogramma MWell, van Deltares. MWell gaat uit van verticale inhomogeniteit van de aanwezige grond (laagopbouw). De laagopbouw wordt in het hele projectgebied gelijk aangenomen.

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

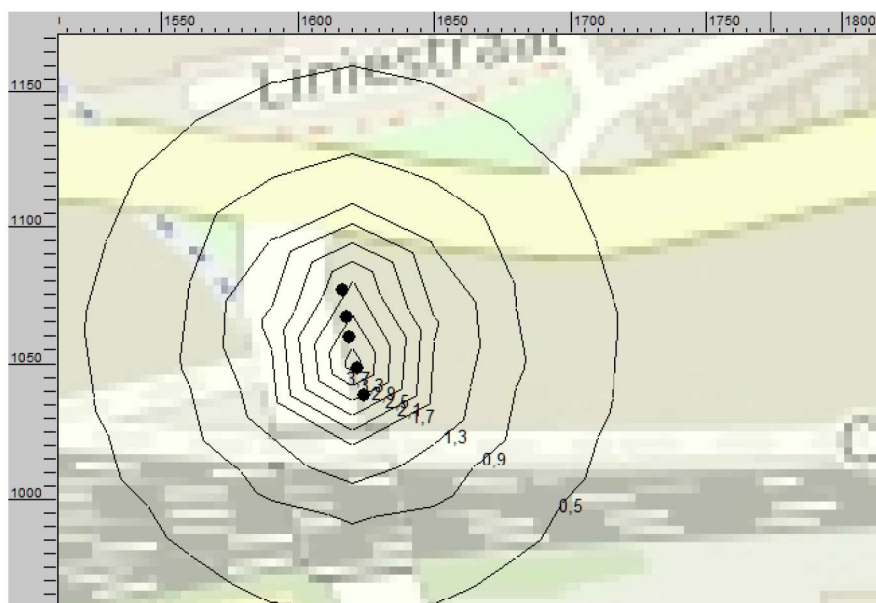
De bepaling van de grondparameters ten behoeve van de bemalingsberekeningen is uitgevoerd op basis van het beschikbare grondonderzoek en er is een interpretatie gemaakt met behulp van omliggend grondonderzoek, rekening houdend met NEN 6740:2006-tabel 1.

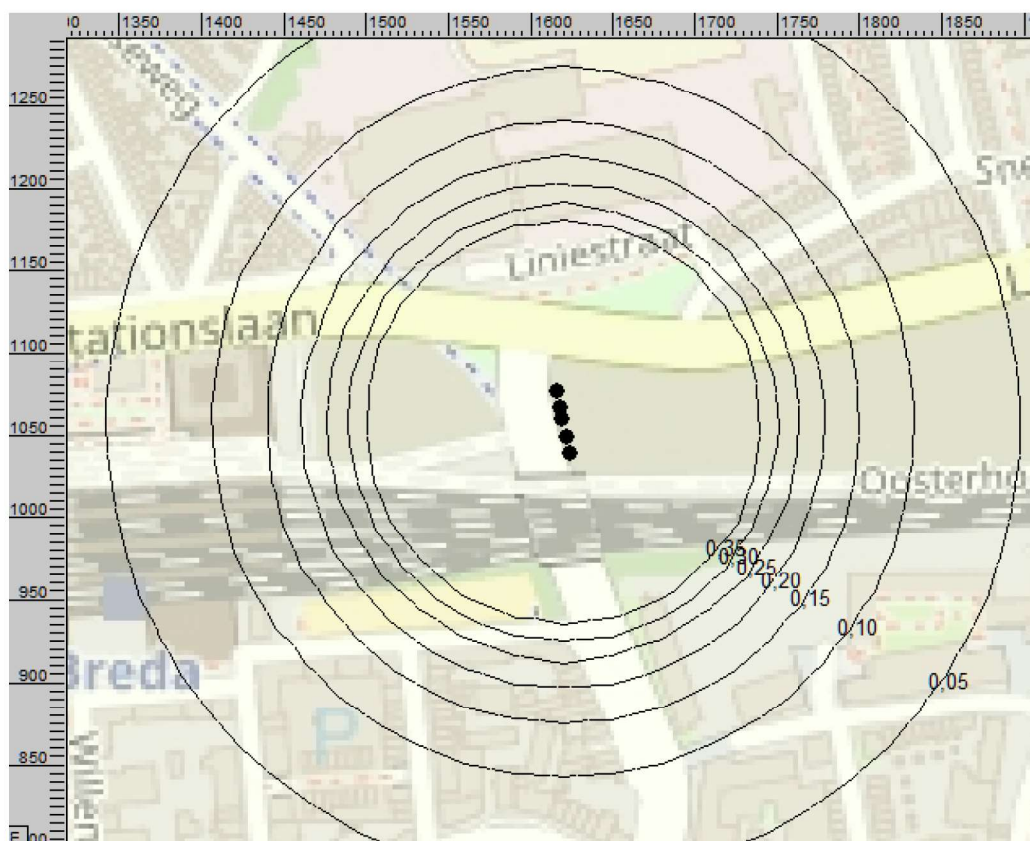
Tevens is MWell benut voor visualisering van de theoretische zetting. Hiervoor gebruikt het programma o.a. in onze genoemde waarden voor:

- 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 σ 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 de waarde o.b.v. RR in de praktijk een realistische schatting).

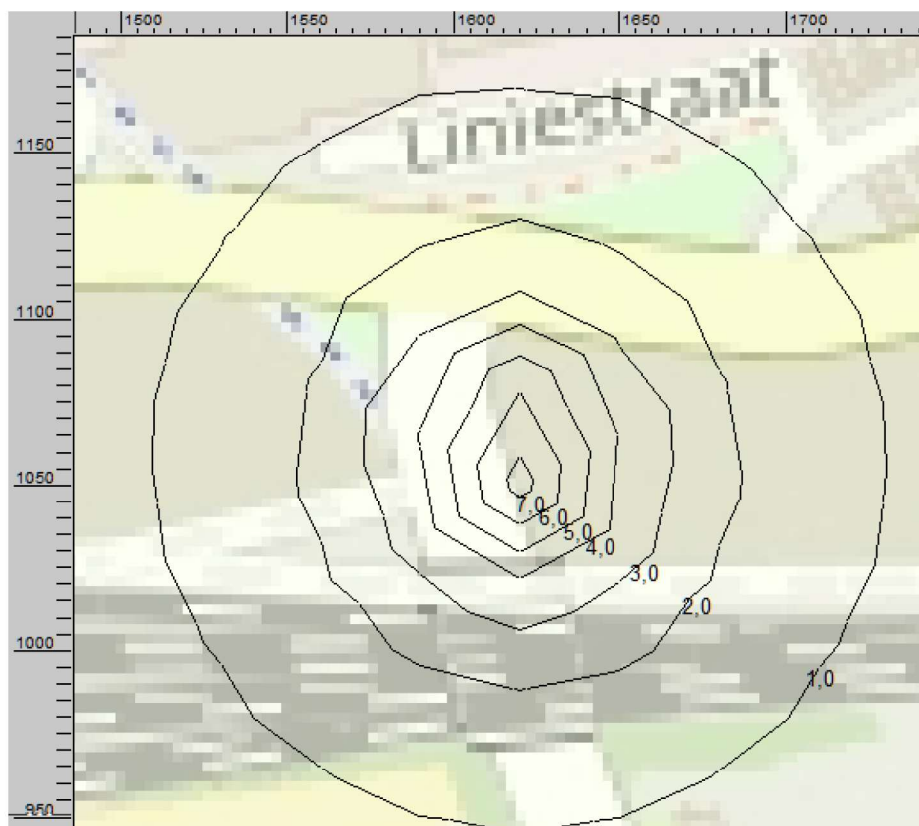
Hier is gebruikt, voorkomend over het projectgebied en directe omgeving: gemiddelde situatie en uitgaande van dat lagen homogeen zijn:

- laag₁: zand, zwak siltig (MV=+2,0 m NAP tot -2,0 m MV, boven GLG): E_{oed} -gemiddeld (halve dikte van de laag; o.b.v. RR)= 7300 kPa;
- laag_{2a1}: zand, sterk siltig, fijn (tot -4,0 m MV): E_{oed} -gemiddeld (halve dikte van de laag; o.b.v. RR)= 32700 kPa;
- laag_{2a2}: leem, sterk zandig (tot -6,0 m MV): E_{oed} -gemiddeld (halve dikte van de laag; o.b.v. RR)= 20000 kPa.
- laag_{2b}: zand, zwak siltig (tot -9,0 m MV): E_{oed} -gemiddeld (halve dikte van de laag; o.b.v. RR)= 110800 kPa;
- laag_{3a}: zand, sterk siltig, kleiig (tot -14,0 m MV): E_{oed} -gemiddeld (halve dikte van de laag; o.b.v. RR)= 60700 kPa;
- laag_{3b}: zand, zwak siltig (tot -22 m MV): E_{oed} -gemiddeld (halve dikte van de laag; o.b.v. RR)= 301400 kPa.





Figuur a2. Grondwaterverlaging omgeving bemaling fase fase 1A diepste keerwand (als figuur a1). Isohypsens in laag_{2b/3b} afgedrukt 0,35 t/m 0,05 m per 0,05 m; 240 u na start (in dit model stationair na 120 u); $v = 0,05$ op ca. 250 m uit sleuf.

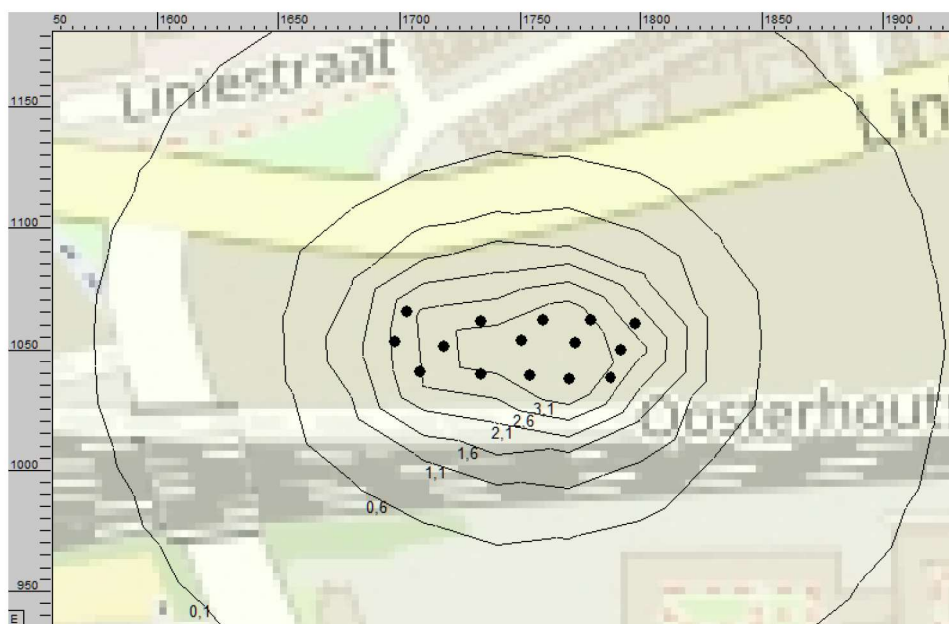


Figuur a3. Theoretische zettingslijnen benaderd i.v.m. bemaling fase 1A diepste keerwand, na 30 dag bemalen van fig. a1,a2 t.o.v. GLG (in dit model stationair na 120 u).

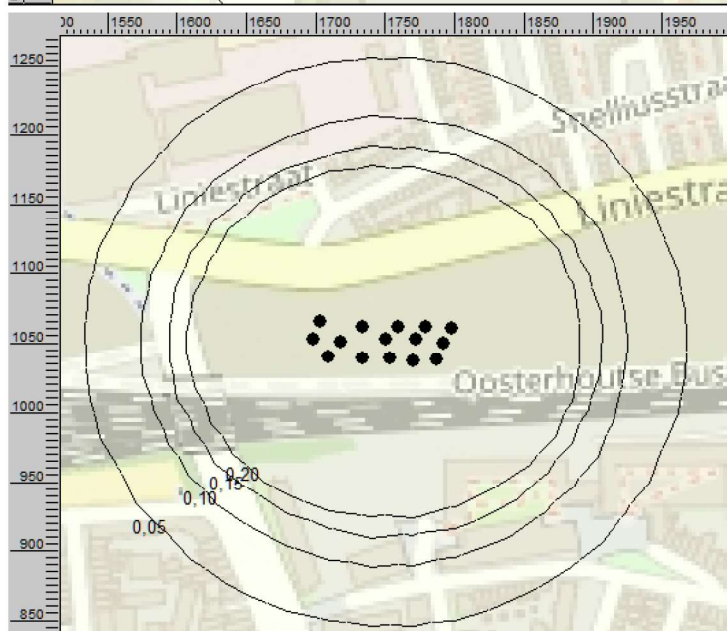
Zie voorgaand 'gehanteerde parameters' en gemiddelde natuurlijke grondslag.

Totaal alle lagen in mm; lijnen afgedrukt per 1 mm. Maaiveldzetting theor. 7 mm nabij diepe ontgravingsvak. Ca. 1 mm op 100 m uit locatie van max. grondwaterverlaging. Verhang bij nabije bemaling (Liniestraat 103) is van circa 1/2 naar 1,0 mm over 50 m. Opm. wanneer men in aanmerking

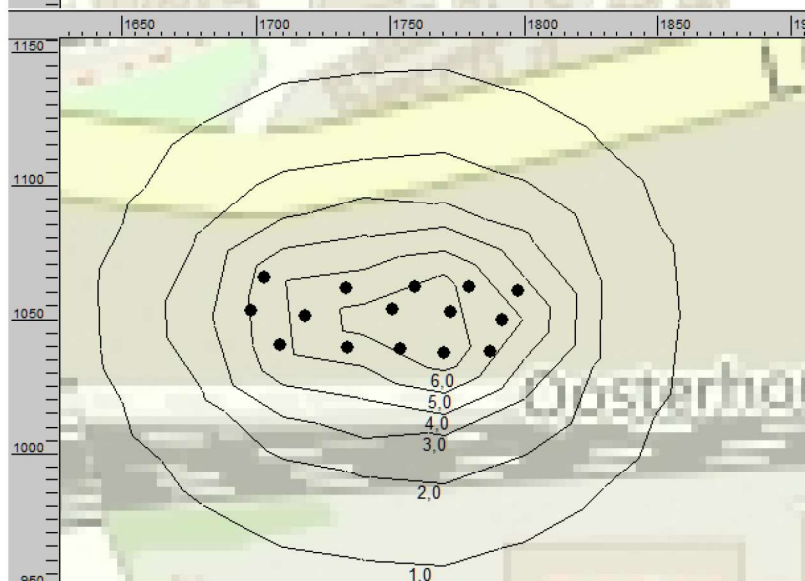
neemt de eerdere verlagingen t.g.v. de OV-terminal en HOV e.d. zal er geen verlaging optreden beneden de lage grondwaterstand, en geen bodemzetting.



Figuur b1. Grondwaterverlagingen bemaling fase 3 diepe parkeerdeel. Isohypsen in laag_{2b} afgedrukt 3,1 t/m 0,1 m per 0,5 m; 10 d na start bemalen met 15 fictieve bronnen (aan randen iets meer debiet/bron); Σ debiet diepdrains laag_{2a/2b} -65 m³/u. $v = 3,10$ m diepe kelderdeel; in ondiepe kelderdeel ook redelijke v (voldoet tabel GHG diepe fase diepe kelder)



Figuur b2. Grondwaterverlaging omgeving bemaling (als figuur b1, fase 3 diepe parkeerdeel). Isohypsen in laag₂ afgedrukt 0,20 t/m 0,05 m per 0,05 m; 30 d na start (in dit model stationair na 120 u); $v = 0,05$ op ca. 150 m uit nabije rand bemaling.



Figuur b3. Theoretische zettinglijnen benaderd i.v.m. bemaling fase 3 diepe parkeerdeel, na 30 d bemalen van fig. b1,b2 t.o.v. GLG (in dit model stationair na 30 dag). Totaal alle lagen in mm; lijnen afgedrukt per 1 mm. Maaiveldzetting theor. 4 mm nabij ontgravingvak. Ca. 1 mm op 70 m uit locatie van max. bemaling. Verhang bij nabije belending (Liniestraat 103 e.o.) is van circa 2 naar 1 mm over 30 m. Opm wanneer men in aanmerking neemt de eerdere verlagingen t.g.v. de OV-terminal en HOV e.d. zal er geen verlaging optreden beneden de GLG, en geen bodemzetting. En aan de westzijde treden deze zettingen reeds op t.g.v. de daar voorziene diepe bemaling, als fig. a3.