

datum

22 oktober

2018

# Bemalingsadvies + geohydrologisch onderzoek

Parkeerkelder Pieter de Hoochstraat

status : definitief

versie : 5

## opdrachtgever

Crux Engineering BV  
Roderik van der Kamp  
Pedro Medinalaan 3c  
1086 XK Amsterdam

## adviseur

ing. Erik Loots  
[erik@lootsgwt.com](mailto:erik@lootsgwt.com)  
+31 (0) 6 533 92 188

Loots Grondwatertechniek  
Pedro de Medinalaan 1B  
1086XK Amsterdam

kenmerk

10710615B.1



## Inhoudsopgave

Inhoudsopgave.....	1
1    Inleiding.....	2
2    Situatieanalyse project .....	3
2.1    Project: afmetingen en fasering .....	3
2.2    Project: bodemopbouw .....	4
2.3    Project: grondwater.....	4
2.4    Project: omgeving .....	6
3    Maatregelen grondwater tijdens bouw .....	9
3.1    Maatregelen: verticaal evenwicht.....	9
3.2    Maatregelen: hydraulische grondbreuk.....	10
3.3    Maatregelen: piping .....	10
3.4    Maatregelen: sloop .....	11
4    Grondwaterbeheersing bouw implementatie .....	12
4.1    Grondwaterbeheersing: methode .....	12
4.2    Grondwaterbeheersing: omgevingsbeïnvloeding .....	15
4.3    Grondwaterbeheersing: wetgeving, onttrekking en lozing .....	19
4.4    Conclusie wijzigingen .....	19
5    Barrièrewerking.....	20
5.1    Grondwaterstroming .....	20
5.2    Hemelwater.....	21
5.3    Grondwaterbeheersing: barrièrewerking .....	22
5.4    Grondwaterbeheersing: wetgeving bij plaatsen van ondergronds obstakel.....	23
6    Aanbevelingen, actieprogramma .....	23
6.1    Risicocheck .....	24
6.2    Aanbevelingen: onderzoek en/of monitoring bemaling .....	24
6.3    Aanbevelingen: uitvoering .....	25
6.4    Actieprogramma .....	26
Gebruikte literatuur en bronnen.....	27
Bijlage 1 – Algemene voorwaarden rapport .....	28
Bijlage 2 – Methode van bepalen van benodigde data .....	29
Bijlage 3 – (input) Grondwaterberekeningen/-model.....	30
Bijlage 4 – Tekeningen project en omgeving .....	36
Bijlage 5 – Grondonderzoeken .....	37
Bijlage 6 – Grondwater eigenschappen.....	38

# 1 Inleiding

Een ontwerp voor het project “Parkeerkelder Pieter de Hoochstraat” is gemaakt door Van Rossum en Crux Engineering. Door het toepassen van een tijdelijke grondwaterstand verlaging wordt het mogelijk een nieuwe kelder met een goede fundering en levensduur aan te leggen. Tevens doordat dit object een watervoerende laag geheel of gedeeltelijk afsluit kan de grondwaterstand (lokaal) worden beïnvloed, deze grondwaterstand kan stijgen of zakken (afhankelijk van de stromingsrichting).

Bij het toepassen van een bemaling en het plaatsen van een ondergrondse constructie wenst de opdrachtgever duidelijkheid op het gebied van geotechniek en grondwater: namelijk hoe de grondwaterstand verlaagd zou worden en welke consequenties dat zou hebben voor de omgeving en welke overheidsnormen van toepassing zijn bij deze werkwijze. Helderheid op deze punten is van belang, de opdrachtgever wenst in januari 2016 een verantwoorde beslissing over de aanleg van de kelder te kunnen nemen.

Naar aanleiding van de vergunningsaanvraag is het bemalingsadvies aangepast (versie 2), in de eerdere versie van het bemalingsadvies was gerekend met een geringe verticale weerstand onder de damwanden. Waternet heeft geadviseerd een hoger waterbezwaar in te dienen bij de watervergunning voor dit project, hiervoor is in de tweede versie van het bemalingsadvies de verticale weerstand gereduceerd (waardoor het waterbezwaar en de omgevingsbeïnvloeding is gewijzigd).

In versie drie van het bemalingsadvies is de gemiddeld laagste grondwaterstand aangepast voor de houten paalfunderingen. Deze is naar aanleiding van overleg met Waternet verhoogd.

In versie vier zijn de aanlegniveau's aangepast, de poeren en liftput zijn 0,03 m dieper, onderkant keldervloer is 0,27 m minder diep en de onderkant keldervloer+grondverbetering is 0,33 m dieper. Daarnaast is de sloop (bestaande bebouwing) toegevoegd.

In de vijfde versie is de aanlegdiepte van de liftput 0,2 m dieper.

## Doel van rapport

Het doel van dit rapport is het presenteren van de benodigde maatregelen om de grondwaterstand op de locatie te beheersen tijdens de bouw (bemalingsadvies) EN gebruiksfase (geohydrologisch onderzoek). Hierbij wordt rekening gehouden met de belangen van derden met oog op belendingen en schades in de nabije omgeving.

Op basis van de uitgangspunten ontvangen van de opdrachtgever, algemeen gehanteerde normen zoals Eurocode (1) en SBR-richtlijnen (2) (3) en lokaal grondonderzoek zijn de mogelijkheden voor grondwater te beheersen onderzocht.

## Leeswijzer

Algemene lezer: Om de hoofdvraag van dit rapport te beantwoorden, wordt eerst in hoofdstuk 2 beschreven welke projectdimensies zijn gebruikt en welke bodemopbouw, grondwaterstanden en objecten in de omgeving zijn gevonden. Het derde hoofdstuk beschrijft de benodigde grondwater maatregelen voor een stabiele bouwput. Conclusies over de methode die het meest geschikt is om het grondwater te beheersen tijdens de bouw zijn opgenomen in hoofdstuk 4. In het vijfde hoofdstuk worden de benodigde maatregelen grondwater in gebruiksfase samengevat welke zijn berekend met behulp van de gegevens uit de situatieanalyse. Conclusies over de grondwaterbeheersing die het meest geschikt is om het grondwater te beheersen tijdens de gebruiksfase zijn opgenomen in hoofdstuk 6. Tot slot zijn in hoofdstuk 7 de aanbevelingen opgenomen om de risico's te beheersen tijdens de bouw.

Technische data voor specialisten: Voor uitgebreide details met betrekking tot rekenparameters wordt verwezen naar bijlage 2, 3, 4, 5 en 6. In bijlage 2 kunt u vinden hoe de parameters zijn gevonden of bepaald. In bijlage 3 staan de rekenparameters samengevat. In bijlage 4 kunt u tekeningen vinden van het project en omgeving. In bijlage 5 zijn de grondonderzoeken bijgevoegd en tot slot in bijlage 6 is de grondwaterstand data bijgevoegd.

De algemene voorwaarden van dit rapport zijn bijgevoegd in bijlage 1.

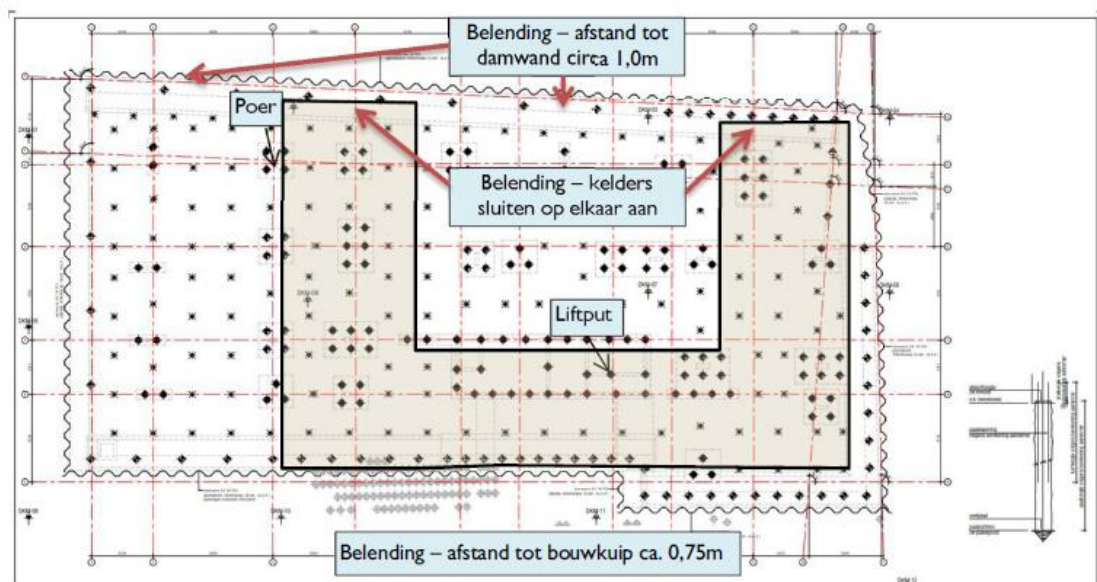
## 2 Situatieanalyse project

Voor een optimale beoordeling van grondwaterbeheersing maatregelen zijn de criteria een zo goed mogelijk begrip van de volgende parameters: de projectafmetingen, de fasering, de bodemopbouw, de grondwater eigenschappen en tot slot de aanwezige objecten en belendingen in de omgeving. Dit hoofdstuk geeft inzicht welke uitgangspunten zijn gebruikt, door deze vast te stellen kunnen berekeningen worden uitgevoerd.

In bijlage 2 is samengevat waar de data is afgeleid.

### 2.1 Project: afmetingen en fasering

Het project is opgedeeld in onderdelen met een verschillende bouwtijd en/of afmeting. De onderdelen zijn weergegeven in tabel 2.1 en de onderstaande figuur. Voor het gebruik van het bemalingsadvies dient worden gecontroleerd of deze uitgangspunten nog overeenkomen met de laatste uitgangspunten. De bemalingsduur is in eerste instantie ingeschat.



Figuur 1 – kelder en poeren, het sloop gedeelte is beige gearceerd

#### Fasering toelichting

In fase 1 wordt de bestaande bovenbouw gesloopt, de bestaande kelders blijven grotendeels intact, echter lokaal zullen sparingen door de bestaande kelder gemaakt moeten worden zodat het mogelijk wordt om de gesloten bouwput te realiseren. In fase 2 wordt de fundering (poeren), grondverbetering en liftput aangelegd. In fase 3 wordt de keldervloer en verder omhoog gebouwd totdat de bemaling niet meer noodzakelijk is.

Tabel 2.1 afmetingen

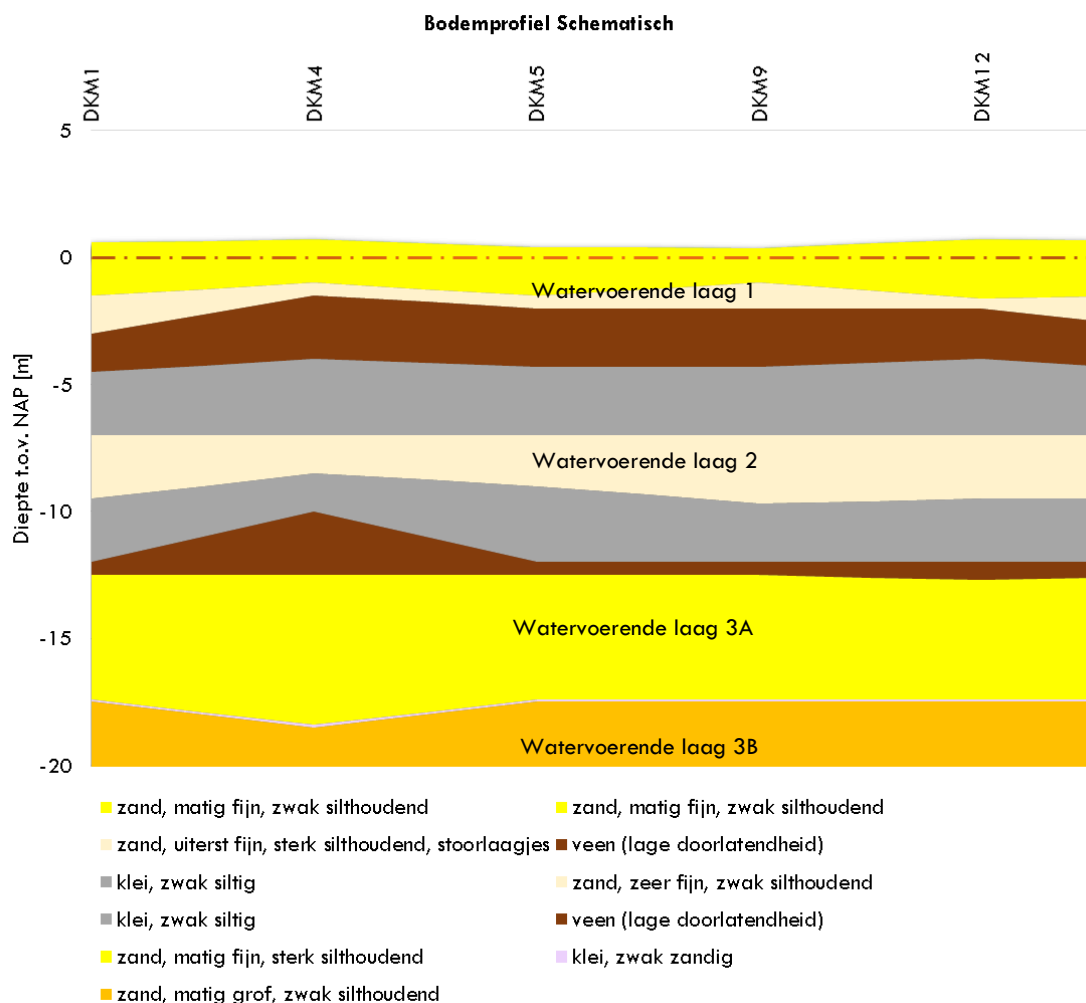
objecten omschrijving	lengte [m]	breedte [m]	ontgravings- diepte [m+NAP]	damwand punt [m+NAP]	bemalings- duur
Fase 1 - sloop (binnen kelder)	62	32	-2.58~-5.78	geen	45 dagen
Fase 2A - kelder grondverbetering	62	32	-6.33	-13.5	10* dagen
Fase 3 - kelder	62	32	-5.83	-13.5	400* dagen
Fase 2B - poeren en liftput	3	3	-6.93~-7.23	-13.5	30* dagen

\*uitgangspunt is totaal 90 dagen spanningsbemaling

In bijlage 4 is de tekening op origineel formaat bijgevoegd.

## 2.2 Project: bodemopbouw

De bodemopbouw is een parameter welke is ingeschat op basis van diverse onderzoeken. Zie de gebruikte literatuur en bronnen welke bodemonderzoeken gebruikt zijn voor deze analyse. De bodemopbouw betreft een schematisatie, ofwel een interpretatie van de data. Voor dit project is gekozen te rekenen met een conservatieve inschatting van bodemopbouw parameters. Dit betekent dat voor elke berekening het minst gunstige bodemprofiel is gehanteerd. In de onderstaande figuur is de schematische bodemopbouw weergegeven. Per laag is aangegeven of deze behoort tot een watervoerende laag (laag met redelijke tot zeer hoge doorlatendheid) of een slecht doorlatende laag (laag met slechte tot geen doorlatendheid).



In bijlage 5 zijn (enkele) bodemonderzoeken toegevoegd.

## 2.3 Project: grondwater

De grondwater eigenschappen bestaan uit grondwaterstanden en grondwaterkwaliteit. De grondwaterstanden zijn bepaald per watervoerende laag, de grondwaterstand kan namelijk verschillend zijn afhankelijk van de diepte op een locatie. De grondwaterkwaliteit is (nog) niet bepaald, de grondwaterkwaliteit bepaald voor een deel van de bemalingskosten. Zo is grondwater met een hoge verontreinigingsgraad goed voor hoge

verontreinigingsheffing en/of zuiveringsheffing. Daarnaast is bij een hoog ijzergehalte sprake van zuiveringskosten.



Figuur 2 - gemiddelde grondwaterstand t.o.v. NAP (wit = freatisch/watervoerende laag 1, rood = watervoerende laag 2 en blauw = watervoerende laag 3)

- In figuur 2 zijn de gemiddelde grondwaterstanden bijgevoegd. Opgemerkt wordt het volgende:
  - Watervoerende laag 1 (freatisch pakket) heeft een gemiddeld grondwaterstand van circa NAP – 0,5 m. De maatgevende peilbuis (PB E05112A) toont een grondwaterstand tussen NAP – 0,13 m en NAP – 1,07 m over de gehele meetperiode, Waternet heeft aangegeven de waarden NAP – 0,3 m (GHG) en NAP – 0,7 m (GLG) te willen hanteren dit wordt verder gebruikt in deze rapportage. De meest actuele grondwaterstand t.o.v. NAP is NAP – 0,17 m, dit was waargenomen bij boring B-01 (op projectlocatie) op 13 oktober 2015. Geconcludeerd wordt dat deze grondwaterstand aan de “bovengrens” van het bereik was. Ofwel de kans op verlaging beneden de glg is zeer laag bij het starten met een “natuurlijke” grondwaterstand van NAP – 0,17 m;
  - Watervoerende laag 2 (wadzandlaag), hier ontbreekt een lange meetreeks. Peilbuismetingen bij de Boerenwetering garage zijn bijgevoegd. Hieruit blijkt dat de grondwaterstand relatief hoog is. Gemiddeld is de rekenwaarde NAP – 0,35 m. Het bereik van de grondwaterstand is gelijk gesteld aan de maatgevende freatische peilbuis (tussen NAP – 0,13 m en NAP – 1,07 m);

- Watervoerende laag 3 (Pleistoceen), recente metingen bij Boerenwetering garage tonen een gemiddelde grondwaterstand van NAP – 2,3 m. Maatgevende lange meetreeks is peilbuis E05106 C, hieruit blijkt een gemiddeld hoogste grondwaterstand van NAP – 2,1 m. De gemiddeld laagste grondwaterstand is bepaald bij verschillende referentie momenten tot en met heden. Vanaf 2000 = NAP – 3,08 m, vanaf 1990 = NAP – 3,24 m, vanaf 1980 = NAP – 3,49 m, vanaf 1975 = NAP – 4,05 m en vanaf 1975 = NAP – 4,25 m.

In bijlage 6 zijn de grondwater eigenschappen bijgevoegd.

## 2.4 Project: omgeving

Tot slot is de omgeving samengevat, met de omgeving wordt bedoeld de objecten en activiteiten welke beïnvloed kunnen worden door de bemaling maatregelen op de projectlocatie. Iedere watervoerende laag heeft een maatgevende reikwijdte, deze maat is de maximale theoretische afstand waar grondwater beïnvloed kan worden door een onttrekking.

De onderstaande figuur 3 geeft een overzicht van de omgevingsfactoren in de theoretische reikwijdte van 200 m (freatisch & wadzand pakket) en 1200 m (pleistoceen).



Kadaster - Basisregistraties Adressen en Gebouwen legenda

Pand voor 1600	Pand 1945 - 1959	Pand 2000 - 2009
Pand 1600 - 1699	Pand 1960 - 1969	Pand 2010 - 2019
Pand 1700 - 1799	Pand 1970 - 1979	
Pand 1800 - 1899	Pand 1980 - 1989	
Pand 1900 - 1944	Pand 1990 - 1999	

Kadaster - Top10NL kaart legenda

Snelweg	Fietspad	Water
Hoofdweg	Promenade	Grasland
Regionale weg	Busbaan	Akkerland
Lokale weg	Spoorbaan	Bomen

IKAW Monumentenkaart, Rijksdienst Cultureel Erfgoed legenda

Locatie Rijksmonument
Omtrek locatie archeologie (IKAW)

Figuur 3 – Alle objecten in de omgeving

In bijlage 4 zijn zeven tekeningen van de objecten in de omgeving bijgevoegd. Hieronder een korte samenvatting per onderdeel:

- Tekening 1 “Belendingen”: Belendingen tot 150 m afstand allemaal vooroorlogs, daarbuiten is het merendeels vooroorlogs met een aantal belendingen uit de periode tot en met 1979 en enkele recente belendingen.
- Tekening 2 “Grondwatergebruikers”: geen industriële grondwatergebruikers gevonden, tevens geen grondwaterbeschermingsgebied binnen de reikwijdte;
- Tekening 3 “Natuur (natura-2000)”: geen natura 2000 gebied binnen reikwijdte. Dichtstbijzijnde groenzone is museumplein, deze is op > 200 m afstand, geen effecten

op natuur verwacht omdat de natuur met name "last" heeft van grondwateronttrekkingen in het freatisch pakket.

- Tekening 4 "(Archeologische) monumenten": Vele Rijksmonumenten in de reikwijdte, onder andere op korte afstand, zoals het pand aan de overkant (Pieter de Hoochstraat);
- Tekening 5 "Algemene kaart (top 10 NL)": trambaan > 200 m afstand, wel is de weg langs de gracht een belangrijke ontsluitingsweg (met mogelijk diverse belangrijke kabels & leidingen);
- Tekening 6 "Landbouw in omgeving": geen landbouw;
- Tekening 7 "Bodemloket (verontreinigingen bodem)": vele verontreinigingen in de bodem, de verwachting is dat verplaatsbare verontreinigingen met name aanwezig zijn in freatisch pakket en wadzandlaag.

### 3 Maatregelen grondwater tijdens bouw

Bij werkzaamheden beneden de grondwaterstand kunnen verschillende soorten faalmechanismen optreden. Er zijn drie faalmechanismen uitgewerkt in dit hoofdstuk, geconcludeerd wordt welke maatregelen in aanmerking komen. Op basis daarvan vindt een keuze van grondwaterbeheersing methode plaats in hoofdstuk 4.

Voor de gedetailleerde berekeningen wordt gewezen naar bijlage 3.

#### 3.1 Maatregelen: verticaal evenwicht

Het verticaal evenwicht van een bouwput wordt verstoord door een ontgraving. Dit kan wanneer een slecht doorlatende laag gelegen is boven een watervoerende laag, in dit geval zal het verticaal evenwicht worden verstoord op het moment dat de grondwaterdruk in de watervoerende laag groter is dan de neerwaartse druk geleverd door de massa van de slecht doorlatende laag (en de lagen erboven). Door ontgraven neemt de massa snel af, bij een gelijke grondwaterdruk zal het verticaal evenwicht worden verstoord vanaf een bepaald ontgravingsniveau. Bij het verliezen van verticaal evenwicht kan een bodemlaag omhoog komen of de laag kan scheuren en vervolgens zal water in de ontgraving terecht komen.

Optie 1 en optie 2 variëren bij diepte damwanden, echter heeft dat geen consequenties voor het verticaal evenwicht. Daarom is verticaal evenwicht bepaald voor twee onderdelen, namelijk keldervloer en de verdiepte delen (poeren/liftputten). Overal is gerekend met een veiligheidsfactor van 1.1 (eurocode).

##### **Conclusie eerste opbarstniveau NAP – 7 m (wadzandlaag)**

Voor de berekeningen is DKM4 gebruikt, deze sondering was de 'slechtste'.

- Sloop: zie maatregelen H3.4 ter voorkoming van verlies verticaal evenwicht (voorkeur is het verticaal evenwicht behouden door waterdruk in combinatie met constructieve maatregelen);
- Keldervloer tijdens grondverbetering, bij ontgravingsniveau NAP – 6,33 m is de kritieke stijghoogte (grondwaterstand) gelijk aan NAP – 6,08 m. De verwachte grondwaterstand is hoger (tussen NAP – 0,13 m en NAP – 1,07 m), daarom zijn maatregelen nodig. Verder wordt rekening gehouden met een ontlastbemaling voor de wadzandlaag;
- Keldervloer na grondverbetering, bij ontgravingsniveau NAP – 5,83 m is de kritieke stijghoogte (grondwaterstand) gelijk aan NAP – 5,39 m. De verwachte grondwaterstand is hoger (tussen NAP – 0,13 m en NAP – 1,07 m), daarom zijn maatregelen nodig. Verder wordt rekening gehouden met een ontlastbemaling voor de wadzandlaag;
- Poeren en liftput, bij ontgravingsniveau NAP – 7,23 m en een sleufbreedte van 3 m wordt de gehele deklaag boven de wadzandlaag afgegraven. De kritieke stijghoogte (grondwaterstand) is daarom gelijk aan het ontgravingsniveau + ontwateringsdiepte (circa NAP – 7,5 m). Verder wordt rekening gehouden met een ontlastbemaling voor de wadzandlaag welke tijdens de diepe delen meer capaciteit heeft.

##### **Conclusie tweede opbarstniveau NAP – 12,5 m (Pleistoceen)**

Voor de berekeningen is DKM4 gebruikt, deze sondering was de 'slechtste'.

- Sloop: zie maatregelen H3.4 ter voorkoming van verlies verticaal evenwicht (voorkeur is het verticaal evenwicht behouden door waterdruk in combinatie met constructieve maatregelen);
- Keldervloer tijdens grondverbetering, bij ontgravingsniveau NAP – 6,33 m is de kritieke stijghoogte (grondwaterstand) gelijk aan NAP – 3,56 m. De verwachte grondwaterstand is hoger (circa NAP – 2,3 m), daarom zijn maatregelen nodig. Verder wordt rekening gehouden met een spanningsbemaling in watervoerende laag 3 (Pleistoceen);
- Keldervloer na grondverbetering, bij ontgravingsniveau NAP – 5,83 m is de kritieke stijghoogte (grondwaterstand) gelijk aan NAP – 2,85 m. De verwachte grondwaterstand

- is hoger (circa NAP – 2,3 m), daarom zijn maatregelen nodig. Verder wordt rekening gehouden met een spanningsbemaling in watervoerende laag 3 (Pleistoceen);
- Poeren en liftput, bij ontgravingsniveau NAP – 7,23 m en een sleufbreedte van 3 m is de kritieke stijghoogte (grondwaterstand) gelijk aan NAP – 4,11 m. De verwachte grondwaterstand is hoger (circa NAP – 2,3 m), daarom zijn maatregelen nodig. Verder wordt rekening gehouden met een spanningsbemaling in watervoerende laag 3 (Pleistoceen).

#### **Conclusie derde opbarstniveau NAP – 17,5 m (Pleistoceen tweede deel)**

Geen gevaar voor opbarsten vanaf dit niveau.

Tot slot wordt opgemerkt dat het uitgangspunt is dat de diepe delen (poeren en liftputten) worden uitgevoerd vanaf NAP – 6,0 m (of hoger) met behulp van ontgravingsleuven van 3 m breed met een talud van 1:1.

### **3.2 Maatregelen: hydraulische grondbreuk**

Hydraulische grondbreuk is vergelijkbaar met het verticaal evenwicht faalmechanisme, het verschil is dat hydraulische grondbreuk optreedt in een watervoerende laag. Hydraulische grondbreuk treedt op wanneer de grondwaterdruk hoger is dan de korrelspanning, in dit geval gaan korrels drijven (drijfzand) en in het geval van een bemaling en ontgraving stromen de korrels (drijfzand) de bouwput in met als gevolg gevaarlijke situaties en (lokaal) forse maaiveldaling.

#### **Conclusie**

Omdat verticale (dam)wanden worden toegepast is een controle op hydraulische grondbreuk uitgevoerd. Uit dit onderzoek blijkt dat de damwanden voldoende diep zijn om hydraulische grondbreuk te voorkomen, dit komt met name dankzij de aanwezigheid van spanningsbemaling (uitgangspunt vorig hoofdstuk).

### **3.3 Maatregelen: piping**

Tot slot is het faalmechanisme piping beschouwd, dit faalmechanisme ontstaat door de aanwezigheid van oppervlaktewater. Wanneer piping optreedt ontstaat een kanaal in de bodem “pijp” tussen de ontgraving en het oppervlaktewater. In dit geval zal het oppervlaktewater zeer snel de bouwput in stromen met vaak transport van gronddeeltjes (maaiveldaling mogelijk in de omgeving).

#### **Conclusie**

Piping kan niet optreden door de afwezigheid van damwanden door het freatisch pakket. Hierdoor kan oppervlaktewater (gracht) niet direct in de bouwput stromen. Piping treedt alleen op bij oppervlaktewater welke in verbinding staat met de maatgevende watervoerende laag.

### 3.4 Maatregelen: sloop

Tijdens de sloop zal de kelder lokaal open gebroken worden zodat damwanden geplaatst kunnen worden. Het is onwenselijk dat grond de bestaande kelder zal inspoelen nadat een gat in de kelder wordt gemaakt. Rondom de bestaande kelder is een grondverbetering aanwezig (of mogelijk puin), bij een groot potentiaalverschil (waterstand binnen en buiten de bestaande kelder) zal direct na het openbreken een grote hoeveelheid water (en grond toestromen), dit kan resulteren in zakking van grond rondom de bestaande kelder.

De volgende maatregelen worden voorgesteld:

- Grondwaterstand buiten de bestaande kelder bepalen ten opzichte van NAP (of peil);
- Slopen tot en met de keldervloer(en) welke verwijderd moet worden;
- Eventueel keldervloer lokaal voorbereiden in den droge (bijvoorbeeld 50~80% van vloerdikte doorzagen, nader constructief uit te werken), zonder dat waterdichtheid / stabiliteit keldervloer wordt beïnvloed;
- In de bestaande kelder een waterstand opzetten welke maximaal 0,3 m lager is dan de grondwaterstand buiten de kelderwand voordat en tijdens het maken van een sparing.
- De keldervloer lokaal verwijderen (onder water)
- Aanvullen met zand (en eventueel drain aanleggen voor ontwateren/stabiliseren zand);
- Damwand plaatsen

Het wordt aanbevolen het waterpeil in de kelders te reguleren met een pompinstallatie welke geplaatst wordt bij de gracht. Dit water in de kelders zal na het realiseren van de bouwput worden afgevoerd als afvalwater, daarbij wordt opgemerkt dat bij een lozing op de gracht het water in de gracht niet mag verkleuren. Grote hoeveelheden stof (fijnstof van sloop beton) kan het water verkleuren, mogelijk is een zuivering van fijne delen in het afvalwater noodzakelijk voor het lozingspunt. Nog beter (indien mogelijk) is voorkomen dat er grote hoeveelheden fijnstof in het water in de bestaande kelders zit.

#### Alternatief

Alternatief kan ook gekozen worden de grondwaterstand buiten de bestaande kelder te verlagen zodat er een acceptabel potentiaalverschil is binnen en buiten de kelder. Echter het nadeel van deze optie is dat houten palen kortstondig droog staan en er is mogelijk maaiveld daling (toename negatieve kleeft houten palen)

## 4 Grondwaterbeheersing bouw implementatie

In dit hoofdstuk wordt de methode van uitvoering grondwaterbeheersing besproken. De risico's met betrekking tot de omgeving (faalkosten en -kans) zijn beschouwd in de tweede paragraaf. Tot slot wordt geconcludeerd of de grondwaterbeheersing vergunningsplichtig is en in welk termijn een formeel toestemming van de overheid verwacht kan worden.

Voor de gedetailleerde berekeningen en modelinput wordt gewezen naar bijlage 3.

### 4.1 Grondwaterbeheersing: methode

De methode om grondwater te beheersen is in deze paragraaf weergegeven per onderdeel en/of per watervoerende laag.

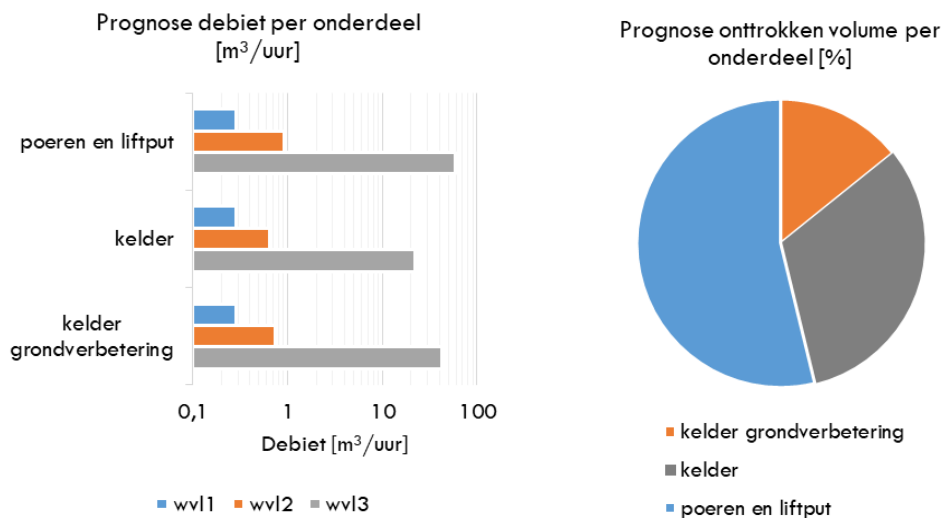
Bij bemaling is minimalisatie van de grondwateronttrekking door het toepassen van aangepaste bouwtechnieken en zorgvuldige planning van de uitvoering van werkzaamheden een absolute noodzaak. Iedere aanvraag voor bemaling wordt hierop getoetst door Waterschap, deze paragraaf onderbouwd de gekozen methodes.

#### Debiet

Er wordt benadrukt dat de berekende debieten (onttrekking en retour) prognoses betreffen op basis van geschatte parameters.

De freatische bemaling + ontlastbemaling (watervoerende lagen 1 + 2) zijn ingeschat tussen 0,7~1,0 m<sup>3</sup>/uur tijdens de werkzaamheden.

Het debiet van de spanningsbemaling (watervoerende laag 3) is ingeschat op circa 22 ~ 60 m<sup>3</sup>/uur tijdens de werkzaamheden. Bij een uitvoeringsperiode van totaal 460 dagen (90 dagen spanningsbemaling) resulteert dit in een totaalvolume van circa 77.000 m<sup>3</sup> à 91.000 m<sup>3</sup>. In de onderstaande figuren kan worden afgelezen welke hoeveelheden verwacht worden per onderdeel. Zie bijlage 3 voor berekening details.



#### Lozen van grondwater

Retourbemaling is beoordeeld als moeilijk haalbaar en energie intensief voor deze locatie. Dit omdat:

- Een locatie om grondwater te retourneren in grote hoeveelheden (> 10% van de onttrekking) tenminste op 200~300 m afstand dient te zijn. Dit omdat anders veel grondwater direct terug komt naar de onttrekkingsbronnen. Om een dergelijke locatie te bereiken is het noodzakelijk veel infrastructuur (wegen, trambanen, bovenleidingen, etc.) te overbruggen;
- Direct rondom de locatie zijn vele belendingen, waar mogelijk enkele met kelders (en gevaar voor wateroverlast).

Tijdens de spanningsbemaling is debiet beoordeeld als te hoog voor een lozing op riool (namelijk maximaal 60 m<sup>3</sup>/uur). Dus in de 90 dagen periode van de spanningsbemaling is er sprake van een lozing op oppervlaktewater.

Daarna (afhankelijk van de voorkeur aannemer) wordt de lozing kleiner < 5 m<sup>3</sup>/uur en volstaat het riool ook voor een lozing. De maximale lozing op het riool is kleiner of gelijk aan 5 m<sup>3</sup>/uur. (In een extreme regenbui kan de bovengrens worden gehaald)

### Methode

Tijdens sloop = met overslagpomp het waterpeil in bestaande kelder reguleren

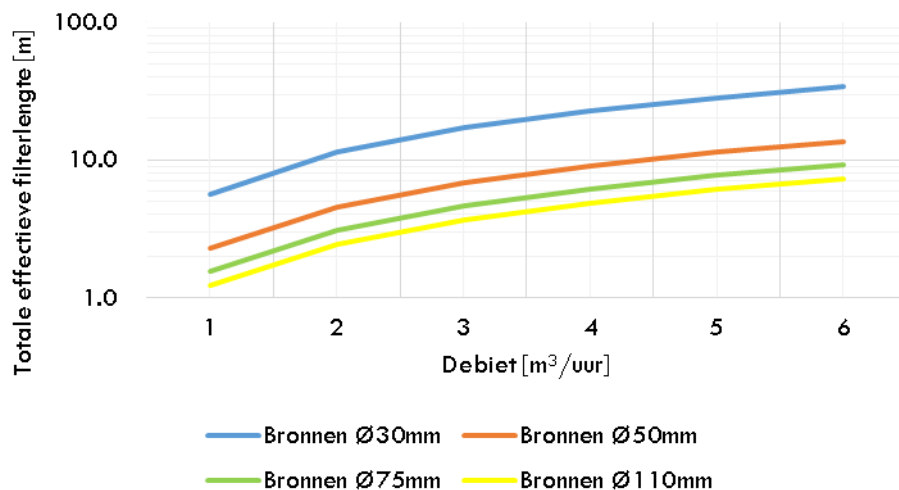
Watervoerende laag 1 = freatische bemaling

Watervoerende laag 2 = ontlastbemaling en freatische bemaling bij poeren en liftputten

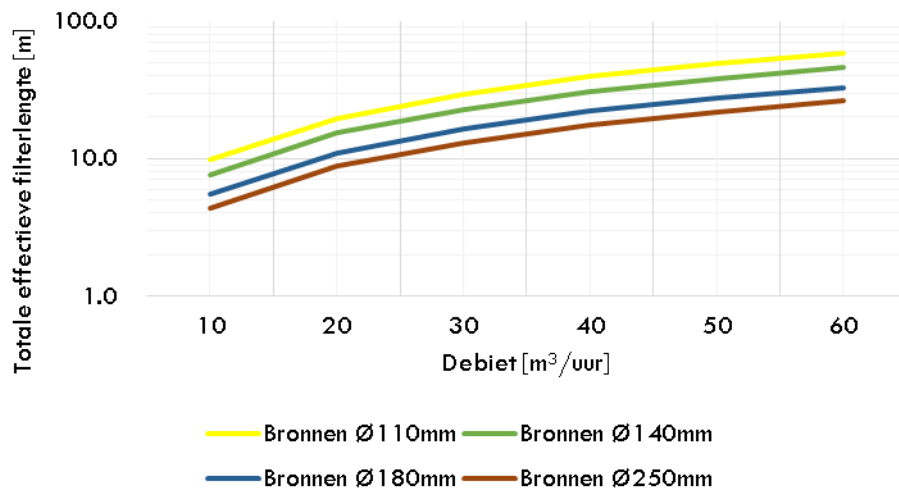
Watervoerende laag 3 = spanningsbemaling (1 maand verlagen tot NAP – 4,11 m en twee maanden verlagen tot NAP – 2,85 m)

De bemalingsmethode is afhankelijk van de bemaler, deze kan bestaan uit verticale of horizontale filterelementen voor watervoerende laag 1 en 2. Bij watervoerende laag 3 volstaan verticale elementen welke afgedicht worden met zwelklei. Bij capaciteitsbepaling van filters mag alleen het filteroppervlak (perforatie) geteld worden beneden de grondwaterstand (effectieve filteroppervlak). In de onderstaande figuur is per watervoerende laag de benodigde totale filterlengte (van alle bronnen) weergegeven.

Watervoerende laag 1: Benodigde effectieve filterlengte



Watervoerende laag 3: Benodigde effectieve filterlengte



Opgemerkt wordt dat de verliezen/winsten ten aanzien van bemalingsmethoden niet zijn meegewogen in dit hoofdstuk. Een systeem met zeer vlakke verhanglijn (bijvoorbeeld horizontale drains) zal resulteren in een lager debiet terwijl enkele grote verticale bronnen (deepwells) resulteren in een hoger debiet.

Met behulp van een kwalitatieve pompproef kan de bemalingsmethode nauwkeurig worden bepaald.

## 4.2 Grondwaterbeheersing: omgevingsbeïnvloeding

Deze paragraaf geeft een beeld van de verwachte grondwatersituatie tijdens de werkzaamheden. De minimalisatie van de grondwateronttrekking betekent dat invloed op de omgeving voor zover mogelijk beperkt is (binnen de projectgrenzen besproken in de inleiding). In de onderstaande figuren zijn contourlijnen weergegeven, de contourlijnen betreffen locaties met een gelijke grondwaterstand tijdens bemalen. De contourlijnen met driehoeken zijn de 5cm verlaginglijnen, dit is de berekende reikwijdte van de bemaling.

### Opmerkingen en uitgangspunten

Uit modelberekeningen blijkt dat lekkage door de damwanden ter plaatse van watervoerende lagen 1 (freatisch) en 2 (wadzand) belangrijk is voor de omgevingsbeïnvloeding. Het uitgangspunt voor de berekeningen en omgevingsbeïnvloeding is het volgende:

- In bemalingsadvies versie 1 was gerekend met een lekkage van damwanden in watervoerende laag 2. In dit bemalingsadvies is gerekend dat de damwanden waterkerend zijn, indien teveel zakking van het freatisch vlak optreedt dan zal er een retourbemaling in watervoerende laag 1 worden toegepast. Dit ter voorkoming van teveel zakking van het freatisch vlak waardoor houten palen droog kunnen komen te staan;
- Damwanden rondom freatisch pakket kunnen technisch waterdicht gemaakt worden (damwanden zijn ontgraven tijdens bouwfase);
- Damwandsloten hebben voldoende waterkerende kwaliteit om lekkages in watervoerende laag 2 te reduceren tot een minimum, indien dit onvoldoende is (waardoor droogstand aan houten paalfundering) dan zal een retourbemaling worden toegepast buiten de damwanden;
- Tijdens de sloop wordt water in de bestaande kelders gezet zodat er geen of zeer weinig grondwaterstroming zal zijn (er is dus geen sprake van een grondwateronttrekking).

### Watervoerende laag 1: Freatisch pakket

Bij het reduceren van de damwandlekkage naar 0 m<sup>3</sup>/dag in watervoerende lagen 1 en 2 wordt een zakking van het freatisch pakket verwacht van <0,05 m berekend ten gevolge van de spanningsbemaling. Het wordt daarom mogelijk geacht de freatische grondwaterstand niet te beïnvloeden door damwanden waterdicht aan te brengen en indien dit (lokaal) niet lukt zal een retourbemaling toegepast moeten worden in watervoerende laag 1.

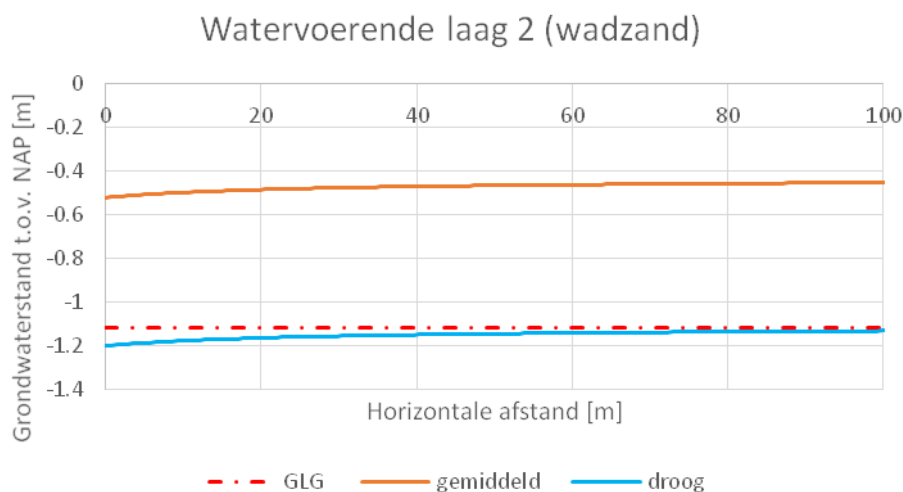
De kans dat de gemiddelde situatie (of beter zal optreden) is 50%. De kans dat de droge situatie (of slechter zal optreden) is 1,5%.

Geconcludeerd wordt een verwachte grondwaterstand in watervoerende laag 1 (of freatisch pakket) welke niet schadelijk is voor de omgeving. Echter in een extreem droge periode kan de combinatie met bemaling zorgen voor een situatie met verlagingen beneden het kritieke niveau. De kans dat de droge situatie kan optreden is 1,5%, monitoring wordt beschouwd als voldoende effectief om dit risico te beheersen.

### Watervoerende laag 2: Wadzandlaag



Figuur 4 - grondwaterstand t.o.v. NAP in wadzandlaag na 90 dagen spanningsbemaling (lijn met driehoeken is 0,05m verlaginglijn)



In de bovenstaande grafiek staat de grondwaterstand van de bemaling van het tracé in het freatisch pakket weergegeven. Het betreffen verlagingen na één jaar bemalen. De rode stippellijn betreft de gemiddeld laagste grondwaterstand minus 0,05 m, grondwaterstanden boven dit niveau worden ingeschat als niet schadelijk.

De kans dat de gemiddelde situatie (of beter zal optreden) is 50%. De kans dat de droge situatie (of slechter zal optreden) is 1,5%.

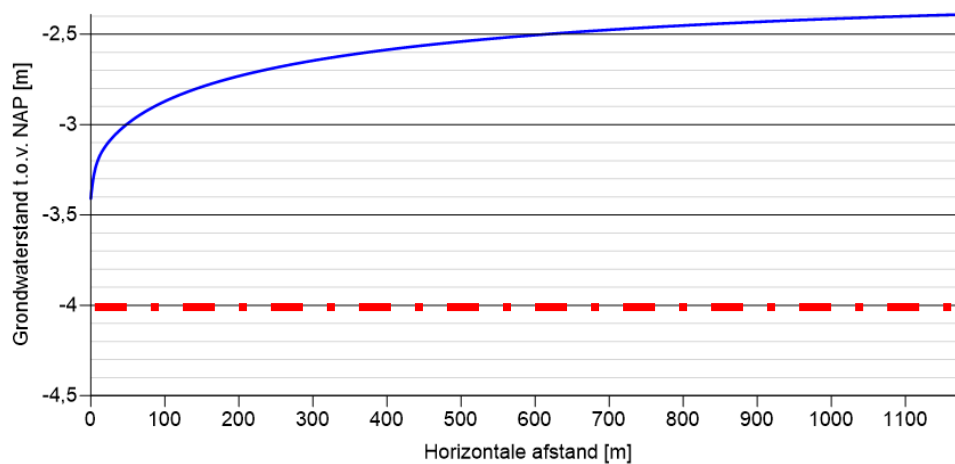
Geconcludeerd wordt een verwachte grondwaterstand in watervoerende laag 2 (of wadzand pakket) welke niet schadelijk is voor de omgeving. Echter in een extreem droge periode kan de combinatie met bemaling zorgen voor een situatie met verlagingen beneden het kritieke niveau. De kans dat de droge situatie kan optreden is 1,5%, monitoring wordt beschouwd als voldoende effectief om dit risico te beheersen.

### Watervoerende laag 3: Pleistoceen



Figuur 5 – grondwaterstand t.o.v. NAP in Pleistoceen na 90 dagen spanningsbemaling (lijn met driehoeken is 0,05m verlaginglijn)

De 0,05 m verlaginglijn zit in de bouwput, dit komt omdat de benodigde verlaging in de bouwput hoger is dan de gemiddeld laagste grondwaterstand. In theorie bestaat een kleine kans dat spanningsbemaling niet noodzakelijk is ( $<1,5\%$ ), omdat de kans zeer klein is wordt een spanningsbemaling wel aanbevolen.



In de bovenstaande grafiek staat de grondwaterstand van de bemaling van het tracé in het freatisch pakket weergegeven. Geconcludeerd wordt een verwachte grondwaterstand in watervoerende laag 3 (of Pleistoceen pakket) welke in alle scenario's boven de "GLG"-situatie zal zijn. Dit komt omdat de benodigde verlaging (ten hoogste NAP – 4,0 m buiten de bouwput, dit is hoger dan de historische GLG (wel lager dan de GLG van Waternet). In andere bewoording, spanningsbemaling is noodzakelijk, echter is er een beperkte kans op een zeer kleine maaiveldddaling.

Geconcludeerd wordt een grondwaterstand in watervoerende laag 3 (of Pleistoceen) welke niet schadelijk is voor de omgeving, ook niet in een extreem droge periode.

### **Maaiveldddalingen en effect op belendingen**

De kans op maaiveldddaling is gering door bemaling is gering maar wel aanwezig. Maaiveldddaling kan bijvoorbeeld wel optreden in een extreem droge periode tijdens of voor start bemalen. Gezien het relatief grote verschil tussen "gemiddelde (actuele) grondwaterstand" en "gemiddeld laagste grondwaterstand" is de kans niet groot op een langdurige verlaging in de deklaag beneden het kritieke niveau. Wel wordt aanbevolen zoveel mogelijk en zeker de diepe delen (poeren en liftputten) uit te voeren in de winter (natte periode).

Zettingsprognose is aanbevolen voor het scenario "lage natuurlijke grondwaterstand" tijdens de start van de werkzaamheden. Zonder deze zettingsprognose is het niet geheel duidelijk welke "maaiveldddaling" mogelijk kan optreden ten gevolge van de bemaling tijdens een extreem droge periode.

Zonder zettingsprognose wordt aanbevolen niet te verlagen beneden de kritieke grondwaterstand rondom de bouwput (de glg in het bemalingsadvies. Indien onderbouwd kan worden met een zettingsprognose en analyse effecten belendingen dat een grotere verlaging dan 0,05 m beneden de glg acceptabel is DAN mag wel verlaagd worden tot zover als acceptabel wordt geacht.

In beide gevallen (met of zonder zettingsprognose) is monitoring noodzakelijk.

### **Houten palen**

De verlaging buiten de bouwput is 0,05 tot 0,1 m. Gevaar voor droogstand van houten paalfunderingen bestaat in het geval van een extreem lage (natuurlijke) grondwaterstand tijdens de werkzaamheden en dan alleen tijdens de spanningsbemaling (periode van maximaal 90 dagen). De kans dat dit optreedt wordt ingeschat als laag (glg komt voor met een frequentie van eenmaal per drie jaar). Om het risico te beheersen wordt aanbevolen peilbuizen te plaatsen in de omgeving (H6.2). Freatische peilbuizen mogen niet verder zakken dan NAP – 0,7 m.

Tot slot is het risico ten aanzien van houten paalfunderingen tijdsafhankelijk, opgemerkt wordt dat maximaal 90 dagen (3 maanden) spanningsbemaling wordt toegepast.

Bij houtaantasting zijn drie mogelijkheden:

1. Aantasting door bacteriën (verwaarloosbaar effect) [3];
2. Aantasting door zachtrotschimmels, in relatief nat hout, treedt op bij een geringe (kortdurende) droogstand. Aantasting verloopt traag (2 mm à 2,5 mm per jaar) [3];
3. Aantasting door witrot- of bruinrotschimmels, treedt op in relatief droog hout (na circa 4 à 6 maanden droogstand). Aantasting verloopt snel (10 à 20mm per jaar) [3].

Geconcludeerd wordt dat het acceptabel is dankzij de korte bemalingsperiode, in combinatie met relatief lage verlaging buiten de bouwput in combinatie met lage kans op een natuurlijk lage grondwaterstand. Wel is monitoring noodzakelijk om dit risico te beheersen.

Bij een te lage grondwaterstand dient een infiltratiedrain buiten de damwand worden aangebracht, deze drain moet continu gevoed worden met (grond)water. Met de infiltratiedrain

is het mogelijk de grondwaterstand buiten de damwand te verhogen. Deze maatregel wordt regelmatig in Amsterdam toegepast bij bouwkuipen, deze maatregel wordt beschouwd als effectief in het geval dat de grondwaterstand te laag is buiten de damwand.

#### **Omgevingsbeïnvloeding overige**

Ten aanzien van bodemverontreiniging wordt aanbevolen te controleren dat er geen verplaatsbare grondwaterverontreiniging aanwezig is binnen 100 m straal.

### **4.3 Grondwaterbeheersing: wetgeving, onttrekking en lozing**

Tot slot zijn in dit hoofdstuk de grondwaterbeheersing maatregelen getoetst aan de geldende wetgeving (ten tijde van opstellen rapport). Het is opgedeeld in twee onderdelen het onttrekken van grondwater uit de bodem en het lozen van (grond)water.

#### **Onttrekking**

Onttrekking wetgeving houdt in de wetten welke van toepassing zijn bij het oppompen van grondwater uit de bodem voor een bouwput. Het project is vergunningsplichtig bij het Waterschap, verwacht is een debiet gelijk of kleiner dan  $60 \text{ m}^3/\text{uur}$  en bemalingsperiode langer dan 6 maanden. Dit proces kan worden opgestart door het project in te voeren op [omgevingsloket.nl](http://omgevingsloket.nl), u dient dit bemalingsadvies bij te voegen als bijlage.

Bij bronbemaling in de regio van Waterschap Amstel, Gooi en Vecht / Waternet is het verplicht de bemaling te melden bij een debiet dat hoger is dan  $5 \text{ m}^3/\text{uur}$  en een bemalingsperiode langer dan 7 weken. De melding voor bemaling moet tenminste 4 weken voor start bemaling worden ingediend. Ten aanzien van de bronbemaling vergunningsplicht in de regio van Waterschap Amstel, Gooi en Vecht / Waternet is het verplicht een vergunning aan te vragen bij een debiet dat hoger is dan  $50 \text{ m}^3/\text{uur}$ , een debiet dat hoger is dan  $15000 \text{ m}^3/\text{maand}$  en/of een bemalingsperiode langer dan 6 maanden. Indien de bemaling vergunningsplichtig is dient rekening gehouden worden met het aanvraagtermijn van 10 tot 26 weken voor de onttrekkingsvergunning. De provinciale grondwaterheffing in Noord-Holland is € 0,0085 per onttrokken  $\text{m}^3$ . Onttrekkingen tot  $12000 \text{ m}^3$  zijn heffingsvrij, per  $\text{m}^3$  welke is geretourneerd mag -50% van de hoeveelheid worden verminderd op de totale som van de onttrekking.

#### **Lozing**

Lozing wetgeving houdt in de wetten welke van toepassing zijn bij het lozen van grondwater uit de bodem voor een bouwput. De wetgeving is sterk afhankelijk van de locatie en lozingsroute, de melding en/of vergunning kan worden aangevraagd via [omgevingsloket.nl](http://omgevingsloket.nl).

Bij lozingen op het riool en/of oppervlaktewater moet rekening gehouden worden met de zuiveringsheffing en/of verontreinigingsheffing, deze wordt verrekend door middel van vervuilingseenheden. De kosten per vervuilingseenheid zijn € 53,18.

### **4.4 Conclusie wijzigingen**

Naar aanleiding van de vergunningsaanvraag is het bemalingsadvies aangepast, in de eerdere versie van het bemalingsadvies was gerekend met een geringe verticale weerstand onder de damwanden. Waternet heeft geadviseerd een hoger waterbezwaar in te dienen bij de watervergunning voor dit project, hiervoor is in de tweede versie van het bemalingsadvies de verticale weerstand gereduceerd (waardoor het waterbezwaar en de omgevingsbeïnvloeding is gewijzigd).

De effecten zijn verwaarloosbaar, de waterkering van de damwanden blijkt maatgevend ten aanzien van “kans op droogstand houten palen”. Om te voorkomen dat houten palen droog komen te staan wordt aanbevolen waterkerende damwanden toe te passen. Indien een damwand niet waterkerend is (calamiteit) en als de locatie van lekkage niet is te lokaliseren, dan wordt aanbevolen een freatische retourbemaling (watervoerende laag 1) lokaal toe te passen.

## 5 Barrièrewerking

In de gebruiksfase kunnen maatregelen getroffen worden. Tevens op basis daarvan vindt een keuze van grondwaterbeheersing methode plaats in hoofdstuk 4.

Voor de gedetailleerde berekeningen wordt gewezen naar bijlage 3.

### 5.1 Grondwaterstroming

#### Maatgevend verhang

In figuur 8 zijn de gemiddelde grondwaterstanden zichtbaar op een luchtfoto ondergrond. Uit deze wordt afgeleid dat grondwater stroomt richting het zuidwesten in het freatisch pakket, aangenomen wordt dat dit beeld vergelijkbaar is in de wadzandlaag.



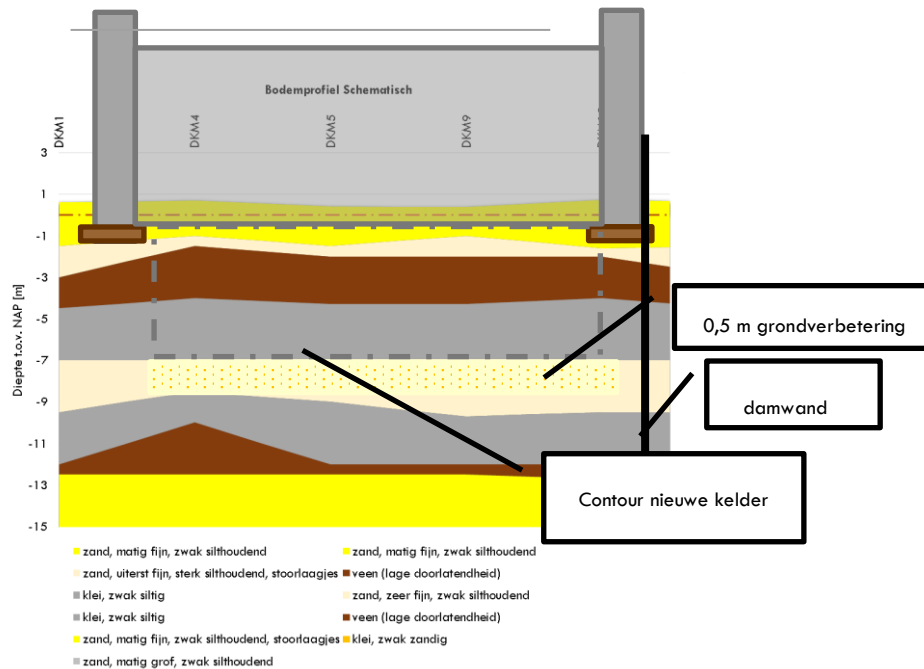
Figuur 6 - peilbuislocaties (omvang cirkel is de hoogte van de grondwaterstand, een grotere cirkel staat voor een hogere grondwaterstand). De peilen betreffen de ingeschatte stromingsrichting tussen de bollen, de lengte van de peil staat voor de hoeveelheid grondwater.

Uit de metingen blijkt niet of nauwelijks grondwaterstroming aanwezig te zijn (circa 1:2000 richting het zuiden), daarbij wordt opgemerkt dat de grondwaterstand in de tuinen (oranje figuur 8) nog niet bekend is. Ten noorden van de projectlocatie is een bestaande kelder aanwezig. Binnen de projectlocatie is een tweelaags-parkeergarage.

#### Verschil nieuw versus bestaand

In figuur 5 is de situatie samengevat, in de bestaande situatie wordt de bovenste zandlaag afgesloten door de bestaande constructie. Terwijl in de nieuwe situatie alle zandlagen (geheel

watervoerend pakket 1) tot en met NAP – 5,83 m worden afgesloten door de kelder. In de bestaande situatie wordt deze afgesloten tot circa NAP – 2,0 m (de bestaande situatie dient nog te worden geverifieerd). De damwanden blijven mogelijk staan.



Figuur 7 – Bestaande situatie en nieuwe situatie

## 5.2 Hemelwater

Bij extreme neerslag zal in sommige situaties het verhang toenemen en de situatie (opstuwung) verslechteren. Dit wordt getoetst in deze paragraaf.

Het uitgangspunt ten aanzien van grondwateraanvulling:

- Bestrating: 225mm/jaar grondwateraanvulling;
- Groen: 350mm/jaar grondwateraanvulling;
- Bebouwing: 150mm/jaar grondwateraanvulling.

Uit figuur 8 kan worden afgeleid dat hemelwater infiltratie vergelijkbaar is voor en achter de projectlocatie, dit omdat beide bestrating betreft.

### 5.3 Grondwaterbeheersing: barrièrewerking

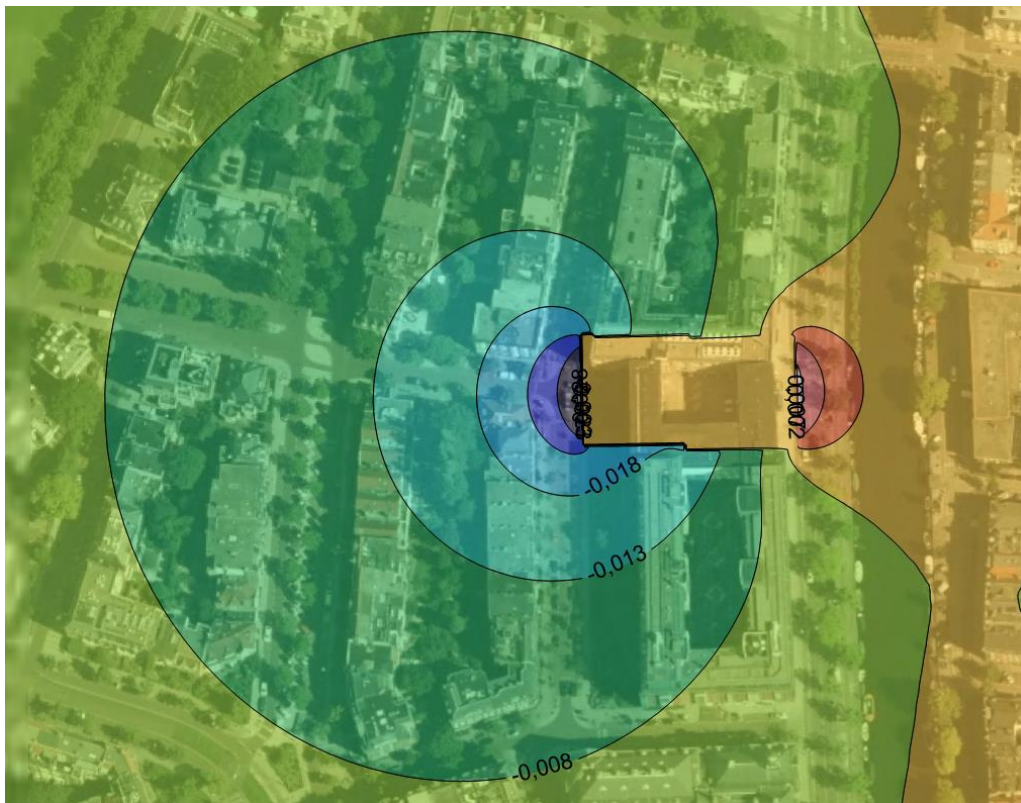
#### Debiet doorstroming

De kelder is 60 m breed (haaks op de stromingsrichting) en watervoerende laag 1 is circa 0,5 m dik in de bestaande situatie, een totaal watervoerend frontaal oppervlak van 30 m<sup>2</sup>. Het verhang is 1:2000 en de doorlatendheid van het zand is ingeschat tussen 3 à 10 m/dag. Grondwaterstroomsnelheid is 0,0015 à 0,005 m/dag bij een verhang van 1:2000. Het volume wat stroomt onder de barrière in de bestaande situatie is 30 m<sup>2</sup> x 0,0015 à 0,005 m/dag = 0,045 à 0,15 m<sup>3</sup>/dag.

Er wordt benadrukt dat de berekende debieten prognoses betreffen op basis van geschatte parameters.

#### Methode barrièrewerking reduceren

Omdat de constructie tegen de damwanden wordt gebouwd zijn er geen mogelijkheden binnen de bouwput om het grondwater uit watervoerende laag 1 (kwalitatief door een bodemlaag) af te voeren. Barrièrewerking reduceren is niet mogelijk in het huidige plan. Een berekening voor de barrièrewerking is uitgevoerd de resultaten zijn in de onderstaande figuur.



Figuur 8 - opstuwing en zakking [m] door de nieuwe barrière

In figuur 5 is duidelijk dat de damwanden in de watervoerende zandlaag staan. Echter zijn de damwanden in de bouwphase ondoorlatend. Voor barrièrewerking is dit een verslechtering, de berekende zakking van grondwaterstand bij belendingen is <0,02 m. De berekende stijging bij belendingen is 0 m (alleen beperkte stijging tussen weg en gracht).

#### Conclusie watervoerende laag 1 (freatisch pakket)

Een beperkte zakking van de grondwaterstand (<0,02m) wordt verwacht ten westen van de projectlocatie bij belendingen. Er wordt geen stijging verwacht bij belendingen.

Barrièrewerking kan worden voorkomen indien een grondverbetering van 0,3 m zeer doorlatend zand wordt toegepast rondom de constructie. Wel moeten dan damwanden getrokken worden (mag ook een beperkt deel zijn van de damwanden (bijvoorbeeld vanaf NAP – 3 m de damwanden doorsnijden).

### **Conclusie watervoerende laag 2 (wadzandlaag)**

Het risico bij verandering (opstuwing of zakking) van grondwaterstanden in de wadzandlaag is anders gedefinieerd:

- Grondwateroverlast zal niet ontstaan vanuit de wadzandlaag;
- Het gebied waar zakking wordt verwacht betreft alleen de projectlocatie, hier wordt een nieuwe fundering geplaatst.

## **5.4 Grondwaterbeheersing: wetgeving bij plaatsen van ondergronds obstakel**

Tot slot zijn in dit hoofdstuk de grondwaterbeheersing maatregelen getoetst aan de geldende wetgeving (ten tijde van opstellen rapport). Het is opgedeeld in twee onderdelen het onttrekken van grondwater uit de bodem en het lozen van (grond)water.

### **Barrièrewerking opstuwing**

Bij grondwaterbeheersing is minimalisatie van de maatregelen en effecten een absolute noodzaak. Het roeren van bodem en wijzigen van doorstroomcapaciteit (zowel verhogen als verlagen van doorstroomcapaciteit in de bodem kan leiden tot veranderingen in een complex stedelijk gebied). Iedere aanvraag voor bemaling wordt hierop getoetst door Waterschap, deze paragraaf onderbouwd de gekozen methodes.

### **Algemeen beheersen risico's omgeving**

*Uitgangspunt is dat schade dient te worden voorkomen en dat eventueel veroorzaakte schade vergoed moet worden, waarbij de bewijslast in het algemeen rust bij de veroorzaker. (3)*

*Maaiveld daling: Ten gevolge van de daling van de grondwaterstand treedt een verlaging van de waterspanningen en daarmee een verhoging van de korrelspanningen in de ondergrond op. Bij samendrukbare grondsoorten, zoals klei en veen, treedt hierdoor een tijdsafhankelijk samendrukingsproces op, waaruit na verloop van tijd een kleinere of grotere daling van het maaiveld resulteert. Bij zand treedt een onmiddellijk effect op, waarbij de grootte van de maaiveld daling vaak verwaarloosbaar is. (3)*

*Gebouwzakking: Bij een daling van het maaiveld zal de daarvoor gevoelige bebouwing ook een zakking ondergaan. De grootte van de gemiddelde gebouwzakking is o.a. afhankelijk van het type fundering dat is toegepast. Bij een fundering op staal is de gemiddelde gebouwzakking ongeveer gelijk aan de zetting van de grondlagen onder het aanlegniveau; het gebouw zakt met de ondergrond mee. Bij een fundering op stuitpalen zal een gebouw in eerste instantie niet zakken; de grond zakt onder het gebouw uit. Door de toenemende neerwaartse wrijving tussen de grond en de palen neemt de totale paalbelasting toe (negatieve kleef), waardoor in tweede instantie toch een, veelal geringe, gebouwzakking kan ontstaan. Opgemerkt moet worden dat voor moderne paalfunderingen op betonpalen dit effect in de praktijk meestal verwaarloosbaar is. (3)*

## 6 Aanbevelingen, actieprogramma

In dit hoofdstuk worden aanbevelingen gesommeerd welke bijdragen aan het bereiken van de doelstelling. Ten eerste worden de zwakke punten welke geïdentificeerd zijn opgesomd in de risicocheck, opgevolgd in de tweede paragraaf met aanbevelingen om deze zwakke punten te beheersen.

In de derde paragraaf worden aanbevelingen gegeven van algemene aard tijdens en vooraf de uitvoering. Het betreffen praktische aanbevelingen welke grondwater en omgevingsbeïnvloeding zo goed mogelijk beheersbaar maken.

Tot slot is het actieprogramma met daarin een overzichtelijk stappenplan voor het vervolg van het project.

### 6.1 Risicocheck

Bij het uitvoeren van berekeningen van maatregelen ten behoeve van grondwater beheersing wordt gewerkt met ingeschatte parameters. Deze parameters zijn met de grootst mogelijke nauwkeurigheid bepaald, het gevolg is dat gerekend wordt met conservatieve inschattingen en veiligheidsfactoren (1). In deze paragraaf zijn belangrijkste risico's (zwakke punten) samengevat welke geïdentificeerd zijn tijdens dit onderzoek:

- Resultaten bemalingsberekening zijn met name afhankelijk van c-waarde (verticale doorlatendheid) deklaag. Deze zijn ingeschat, daarom kunnen in de praktijk afwijkingen optreden;
- Maaiveld dalende kan optreden in een zeer droge periode;
- Tijdens de sloop zal er bij een groot potentiaalverschil (verschil grondwaterstand binnen en buiten de kelder) grondbreuk optreden op het moment dat de vloer opengebroken wordt;
- Werkwijze heeft invloed op de omgevingsbeïnvloeding van de bemaling. Een langere sleuflengte en/of bemalingsduur zal in de omgeving een groter effect op grondwaterstand verlaging veroorzaken;
- Zandlaag onder bestaande constructie is ingeschat, indien deze in de praktijk afwijkt dan moet de grondverbetering daarnaar worden aangepast;
- Grondwaterstand tuinen onbekend;
- Debiet mogelijk te hoog voor lozing op riool;
- Verticaal evenwicht is bepaald met behulp van soortelijke massa's welke zijn ingeschat, daarbij is gerekend met realistische waarden + 1.1 veiligheidsfactor;
- Werkwijze heeft invloed op de omgevingsbeïnvloeding van de ondergrondse constructie. Diepere, grotere kelder of damwanden zal een groter effect op grondwaterstandsituatie veroorzaken.

### 6.2 Aanbevelingen: onderzoek en/of monitoring bemaling

In deze paragraaf worden de aanbevelingen uiteengezet welke worden geadviseerd op basis van de risicocheck in de vorige paragraaf. De aanbevelingen zijn bedoeld om de risico's te beheersen welke zijn toegewezen aan dit project.

#### Onderzoek

Aanbevelingen welke risico's beheersen door middel van onderzoek:

- Dit onderzoek is met de hoogste nauwkeurigheid uitgevoerd op basis van de huidige wetenschap, in het bouwproces is er vaak sprake van wijzigingen en nieuwe inzichten tijdens de uitvoeringsfase. Aanbevolen wordt tijdens de start van de (aanleg van) bemaling de adviseur van dit plan op werkbezoek uit te nodigen en te laten controleren of hierbij de gestelde conclusie nog van toepassing is;
- Barrièrewerking kan worden voorkomen indien een grondverbetering van 0,3 m zeer doorlatend zand wordt toegepast rondom de constructie. Wel moeten dan damwanden

getrokken worden (mag ook een beperkt deel zijn van de damwanden (bijvoorbeeld vanaf NAP – 3 m de damwanden doorsnijden).

- Aanbevolen wordt de grondwaterstand in tuinen ten zuiden te onderzoeken (barrièrewerking).

### Monitoring bouwput

Aanbevelingen welke risico's beheersen door middel van monitoring op de projectlocatie:

- Aanbevolen wordt het toepassen van een geijkte debietmeter. Met de inwerkingtreding van de Waterwet is het voor alle grondwateronttrekkingen verplicht om de onttrokken hoeveelheid grondwater of geïnfiltreerd water met een nauwkeurigheid van maximaal 5% afwijking te meten;
- Aanbevolen wordt om dagelijks de grondwaterstand op de projectlocatie controleren in de eerste drie watervoerende lagen, met behulp van een peilbuis op de projectlocatie. Grondwaterstand in de bouwput of ontgraving moet in verband met een goede preparatie van de funderingslaag en een goede begaanbaarheid van de bouwputbodem niet hoger reiken dan 0,3 m beneden het lokale ontgravingsniveau. Ten aanzien van eisen in de Waterwet mag de grondwaterstand ten hoogste 0,5 m onder ontgravingsniveau worden verlaagd;
- Aanbevolen wordt het debiet en grondwaterstand meting dagelijks en in later stadium wekelijks te registreren (verplicht) EN na het verzamelen van één week aan debiet en grondwaterstanden meetdata deze meterstanden te verzenden naar [info@lootsgwt.com](mailto:info@lootsgwt.com) met als vermelding "metingen 10710615B.1". Het controleren van deze bouwputmetingen wordt als service uitgevoerd.

### Monitoring omgeving

Aanbevelingen welke risico's beheersen door middel van monitoring in de omgeving:

- Aanbevolen wordt om peilbuizen te plaatsen tussen de bouwput en de risicovolle objecten bij elke bemaling in watervoerende laag 1. Grenswaarden vaststellen op basis van verwachte verlaging in H4.2. Dagelijks grondwaterstand controleren. Bij verlagingen beneden het kritieke niveau (NAP – 0,7 m) dient actie ondernomen om de grondwaterstand te herstellen. Bijvoorbeeld het dichtten van een lek in de bouwput of het toepassen van een infiltratiedrain;
- Bij alle belendingen/infrastructuur waar maaiveldzakkingen worden verwacht dient een vooropname worden uitgevoerd (straal 100 m) en bij bebouwing welke mogelijk zal zakken een hoogtebout geplaatst (dit kan verder worden uitgewerkt en/of geoptimaliseerd in een monitoringsplan of schadeprognose);
- Aanbevolen wordt om peilbuizen te plaatsen circa 5 m west en 5 m oost van de bouwput. Vervolgens driemaal voor de werkzaamheden de grondwaterstand opnemen. Tevens in verschillende bouwfasen (voor start, tijdens en na werkzaamheden) de grondwaterstanden registreren. Tijdens de werkzaamheden kan worden gecontroleerd of de ingeschatte situatie correct was;

De maximale afwijking van grondwaterstand metingen in peilbuizen mag ten hoogste 0,02 m bedragen. GPS-meting, drukopnemers, meetmethode moeten aan deze eis voldoen (bij een te hoge onnauwkeurigheid zal de monitoring niet bruikbaar zijn).

Indien gewenst wordt in een later stadium een monitoringsplan opgesteld waarin de peilbuislocaties en alarmwaarden zijn samengevat.

## 6.3 Aanbevelingen: uitvoering

De aannemer/bemaler is vrij om te kiezen voor specifieke boor-/plaatsing methode, wijze van omgaan met lokale afwijkingen in de bodem, type materieel. De vrije keuze is omdat materieel om te bemalen zeer divers is en varieert per bemaler. Wel moet rekening gehouden worden dat het plan mogelijk niet kan voldoen bij bepaalde (combinaties) van uitvoeringstechnische werkwijzen en materieel.

De volgende aanbevelingen zijn om het bemalingsresultaat te halen, omgevingsbeïnvloeding te beheersen en te voldoen aan wetgeving:

- Damwandsloten hebben theoretisch voldoende waterkerende kwaliteit om lekkages in watervoerende laag 1 en 2 te reduceren tot een minimum, indien dit onvoldoende is (waardoor droogstand aan houten paalfundering) dan zal een retourbemaling worden toegepast buiten de damwanden;
- Het wordt aanbevolen het bemalingsplan en het uitvoeringsontwerp te overleggen met de bemalingsadviseur, daarbij zal de invloed op de omgeving worden gecontroleerd en/of (indien wenselijk) met monitoring de bemaling geoptimaliseerd tijdens uitvoering;
- Aanbevolen wordt een plan en materieel en mensen klaar te hebben om ten alle tijden de bemaling/bouwputstabiliteit te kunnen herstellen binnen de responstijd. Responstijd is de verwachte tijdsduur tussen uitval bemaling en grote problemen in de bouwput.
- Tenslotte wordt aanbevolen een bemalingsinstallatie toe te passen met voldoende capaciteit en welke (lokaal) instelbaar is. De bemalingsinstallatie dient voldoende instelbaar te zijn om een te grote onttrekking/verlaging te voorkomen. Aanbevolen wordt te overleggen wie dit zal controleren/instellen en welke controle frequentie toegepast zal worden.

#### **Aanbeveling barrièrewerking**

Barrièrewerking kan worden voorkomen indien een grondverbetering van 0,3 m zeer doorlatend zand wordt toegepast rondom de constructie. Wel moeten dan damwanden getrokken worden (mag ook een beperkt deel zijn van de damwanden (bijvoorbeeld vanaf NAP – 3 m de damwanden doorsnijden). Aanbevolen wordt om te onderzoeken of dit mogelijk is.

## **6.4 Actieprogramma**

In het actieprogramma wordt beschreven welke stappen genomen moeten worden voor uitvoering bemaling:

1. Aanvullend onderzoek conform H6.2;
2. Indienen formulieren en documenten conform H4.3 bij bevoegd gezag;
3. Peilbuizen plaatsen in de watervoerende lagen ten behoeve van monitoring;
4. Opstellen bemalingsplan (belangrijk situatieschets met lozingspunten en onttrekkingspunten);
5. Start bemaling, opschrijven beginstand debietmeter;
6. Controle bemaling op locatie Loots Grondwatertechniek en/of debietmetingen en grondwaterstandmetingen na één week verzenden naar [info@lootsgwt.com](mailto:info@lootsgwt.com) met als vermelding "metingen 10710615B.1";
7. Een monstername van het grondwater genomen vanuit het lozingswater. Dit monster dient te worden geanalyseerd op de parameters welke Waterschap zal vragen (mogelijks moet dit worden herhaald per week).

De bovenstaande onderstreepte punten kunnen door Loots Grondwatertechniek worden uitgevoerd, neem contact op met Erik Loots voor meer informatie.

Opgesteld door:

ing. E.J. Loots (06-53392188)

Loots Grondwatertechniek

22 oktober 2018

## Gebruikte literatuur en bronnen

1. **Nederlands Normalisatie-instituut.** *NEN 9997-1+C1-2012*. Normcommissie 351 006 "Geotechniek". Delft : NEN, 2012. ICS 91.080.01; 93.020.
2. **SBR.** *190.03 Bemaling van bouwputten*. Rotterdam : SBR, 2003.
3. —. *273.98 Leidraad voor het onderzoek naar de invloed van een grondwaterstandsaling op de bebouwing*. Rotterdam : SBR, 1998.
4. **Rijkswaterstaat - Ministerie van Infrastructuur en Milieu.** Bodemloket. [Online] 2013. <http://www.bodemloket.nl>.
5. **Google.** *Google Earth*. 2012. 7010101888.
6. **Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed - Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap.** *IKAW - Archeologische Monumentenkaart*. [Autocad] 2011.
7. **Dinoloket, Data en Informatie van de Nederlandse Ondergrond.** *Ondergrondgegevens*.
8. **Dienst Regelingen.** *Basisregistratie Percelen*.
9. **GBO Provincies.** *Grondwaterbescherming en -onttrekking*.
10. **Publieke Deinstverlening op kaart.** *Natura 2000 gebieden*.
11. **Kadaster.** *Basisregistraties Adressen en Gebouwen*.
12. —. *Top10NL kaart nederland*. 2012.
13. **Rossum, van.** *VOK201 kelder -2*. 28-10-2015.
14. **Inpijn Blokpoel.** *06P001979-RG-01 geotechnisch onderzoek*. 16-10-2015.
15. **Crux.** *RA18274a1 memo pagina 9 tot 13*. 19-6-2018.

## Bijlage 1 – Algemene voorwaarden rapport

Op alle, door Loots Grondwatertechniek uitgebrachte adviezen en berekeningen, is de DNR 2011 <http://www.nlingenieurs.nl/downloads/dnr-2011/> van toepassing.

Het advies en de berekeningen zijn opgesteld conform de onderstaande wetgeving, normen, richtlijnen en protocollen:



**Eurocode 7: Geotechniek**  
NEN 9997-1+C1:2012



**Wetgeving Rijksoverheid**  
Waterwet



**SBR190.03** Bemaling van  
bouwputten

**SBR273.98** Leidraad voor het  
onderzoek naar de invloed van  
een grondwaterstandsval op  
de bebouwing

De onderstaande beperkingen en voorwaarden in dit hoofdstuk zijn van toepassing op dit document:

Algehele stabiliteit, stabiliteit ophogingen en stabiliteit taluds, belastingen, stabiliteit, sterkte grondkerende constructies en verankeringen worden niet beschouwd;

© 2014 Loots Grondwatertechniek - Niets uit dit drukwerk mag worden verveelvoudigd, gecommuniceerd, aangepast, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand en/of openbaar gemaakt, in enige vorm op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, microfilm zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Loots Grondwatertechniek, noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd. De rekenwaarden zijn uitsluitend voor berekening van bemaling(effecten) en worden geenszins met het oog op enig specifiek gebruik ter beschikking gesteld;

## Bijlage 2 – Methode van bepalen van benodigde data

De aangeleverde data zijn gedeeltelijk consistent met data van voorgaande projecten/archiefdata. De interpretatie is gebaseerd op beperkte informatie van het project en aangenomen wordt dat de waarden welke opdrachtgever beschikbaar heeft gesteld op lange termijn representatief zijn.

### [A] Vastgestelde parameters projectlocatie

De volgende parameters zijn afgeleid uit aangeleverde informatie en het archiefonderzoek:

- Projectafmeting, , projectlocatie;
- Geotechnische bodemopbouw en geotechnische categorie;
- Aanwezigheid van grondwaterbeschermingsgebied, openbaar groen/natuur, landbouw, natura 2000 gebied.

### [B] Geraamde parameters op basis van meerdere gegevensbronnen

De volgende parameters zijn bepaald aan de hand van meerdere gegevensbronnen, dit zijn vaak ervaringen in de nabijheid van de projectlocatie. Hierbij wordt gekozen voor een conservatieve benadering waarbij voor elke parameter de minst gunstige waarde wordt gehanteerd. Er valt vaak winst te halen door deze parameters nader te bepalen. De volgende parameters zijn geraamd:

- Geotechnische bodemonderzoeken;
- Geohydrologische parameters, geraamd op basis van Dinoloket, grondwaterkaart, boorbeschrijving;
- De maatgevende (gemiddeld hoogste/laagste) grondwaterstand watervoerende laag 2;
- De maatgevende (gemiddeld hoogste/laagste) grondwaterstand watervoerende laag 1;
- Aanwezigheid van archeologische objecten, grondwaterverontreinigingen, infrastructuur.

### [C] Geraamde parameters op basis van ervaring

De parameters in dit hoofdstuk zijn niet direct af te leiden uit beschikbare gegevensbronnen. Hierbij wordt gekozen voor een conservatieve benadering waarbij elke parameter wordt bepaald conform Eurocode (1) en ervaring. De volgende parameters zijn geraamd:

- Bemalingsperiode;
- Ontgravingsdiepten;
- Grondwateraanvulling is ingeschat op 250mm/jaar;
- Oppervlaktewater, diepte en verbinding met watervoerende lagen;
- De volumieke gewichten betreffen een raming op basis van ervaring. Om meer inzicht te verkrijgen in de volumieke gewichten kunnen grondmonsters worden gestoken waarvan in het laboratorium de volumieke gewichten worden bepaald. Belastingen worden beschouwd als blijvend, dit betekent dat de maatgevende grondwaterstand bepaald moet zijn (worst-case) en/of maatregelen ten aanzien van monitoring moet worden toegepast voor en/of tijdens bemalen.

### [D] Ontbrekende parameters

Na het opstellen is gebleken dat de volgende parameters niet of slecht zijn te bepalen:

- Aanwezigheid van kritieke belastingen;
- De actuele grondwaterstand t.o.v. NAP;
- Grondwaterkwaliteit.

## Bijlage 3 – (input) Grondwaterberekeningen/-model

Deze bijlage bestaat uit de volgende onderdelen:

- Projectdimensies;
- Overzicht geotechnische parameters op projectlocatie en binnen reikwijdte;
- Overzicht geohydrologische parameters op projectlocatie;
- Overzicht eigenschappen grondwater op projectlocatie per onderdeel;
- Berekening(en) verticaal evenwicht per onderdeel (of de maatgevende);
- Berekening(en) hydraulische grondbreuk per onderdeel (of de maatgevende);
- Berekening(en) piping per onderdeel (of de maatgevende);
- Berekening debiet per onderdeel (of de maatgevende);
- Berekening omgevingsbeïnvloeding (of de maatgevende).

## Projectdimensies:

objecten omschrijving	lengte [m]	breedte [m]	ontgravings- diepte [m+NAP]	damwand punt [m+NAP]
kelder grondverbetering	62	32	-6.33	-13.5
kelder	62	32	-5.83	-13.5
poeren en liftput	3	3	-6.93~-7.23	-13.5

Geotechnische bodemparameters:

$\gamma$  is de volumieke massa van de bodemlaag, dit is het gewicht wat gebruikt wordt voor het verticaal evenwicht.

$k_h$  of  $k_v$  zijn de doorlatendheid eigenschappen (hogere waarde is meer doorlatend)

geotechnische omschrijving op locatie	top laag [m+NAP]	Dikte gemiddeld [m]	Dikte minimaal en maximaal [m]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	richtlijn
zand, los (onverzadigd)	0.73 ~ 0.37	1	0.8 ~ 1.1	17	NEN 9997-1+C1:2012
zand, los (verzadigd)	-0.4	0.9	0.6 ~ 1.2	19	NEN 9997-1+C1:2012
zand, sterk siltig/kleilig (verzadigd)	-1 ~ -1.6	0.8	0.4 ~ 1.5	20	NEN 9997-1+C1:2012
veen, matig slap (matig voorbelast)	-1.5 ~ -3	2.1	1.5 ~ 2.5	11	NEN 9997-1+C1:2012
klei, organisch, matig	-4 ~ -4.5	2.8	2.5 ~ 3	15	NEN 9997-1+C1:2012
zand, sterk siltig/kleilig (verzadigd)	-7	2.2	1.5 ~ 2.7	20	NEN 9997-1+C1:2012
klei, matig	-8.5 ~ -9.7	2.4	1.5 ~ 3	17	NEN 9997-1+C1:2012
veen, matig (matig voorbelast)	-10 ~ -12	0.9	0.5 ~ 2.5	12	NEN 9997-1+C1:2012
zand, sterk siltig/kleilig (verzadigd)	-12.5 ~ -12.7	5.1	4.7 ~ 5.9	20	NEN 9997-1+C1:2012
klei, zwak zandig, vast	-17.4 ~ -18.4	0.1	0.1	20	NEN 9997-1+C1:2012
zand, vast (verzadigd)	-17.5 ~ -18.5	12.3	11.5 ~ 12.5	21	NEN 9997-1+C1:2012

geohydrologische laag omschrijving	type	top [m+NAP]	$k_h$ [m/d]	$k_v$ [m/d]	Reikwijdte [m]	gemiddelde porositeit	bron of richtlijn
zand, matig fijn, zwak silthoudend	DKL	0.73 ~ 0.37	10	5		0.3	Grondwaterzakboekje
zand, matig fijn, zwak silthoudend	WVL1	-0.4	10	5	182.0	0.3	Grondwaterzakboekje
zand, uiterst fijn, sterk silthoudend, stoorlaagjes	WVL1	-1 ~ -1.6	0.5	0.1	182.0	0.25	Grondwaterzakboekje
veen (lage doorlatendheid)	SDL1	-1.5 ~ -3	0.1	0.01	2.2	0.3	SBR 190.03
klei, zwak siltig	SDL1	-4 ~ -4.5	0.00005	0.008	2.2	0.1	SBR 190.03
zand, zeer fijn, zwak silthoudend	WVL2	-7	4	2	225.4	0.25	Grondwaterzakboekje
klei, zwak siltig	SDL2	-8.5 ~ -9.7	0.00005	0.002	0.7	0.1	SBR 190.03
veen (lage doorlatendheid)	SDL2	-10 ~ -12	0.1	0.001	0.7	0.3	SBR 190.03
zand, matig fijn, zwak silthoudend, stoorlaagjes	WVL3	-12.5 ~ -12.7	10	2	526.8	0.3	Grondwaterzakboekje
klei, zwak zandig	SDL3	-17.4 ~ -18.4	0.01	0.002	0.1	0.1	SBR 190.03
zand, matig grof, zwak silthoudend	WVL4	-17.5 ~ -18.5	20	10	125.2	0.3	Grondwaterzakboekje

Maatgevende grondwaterstand per onderdeel:

Ghg is Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand, een representatieve bovengrens van de te verwachten grondwaterstanden.

Act is de actuele grondwaterstand een representatieve actuele waarde, ofwel een recente meting, danwel een representatieve waarde voor maan waar de werkzaamheden zullen worden uitgevoerd.

Glg is Gemiddeld Laagste Grondwaterstand, een representatieve ondergrens van de te verwachten grondwaterstanden. Deze natuurlijke ondergrens wordt ook maatgevend beschouwd als waarde vanaf wanneer maaiveldaling ontstaat.

Afstand<sub>pb</sub>/R is de afstand tussen project en peilbuis gedeeld door de reikwijdte van de desbetreffende laag. Als dit kleiner is dan 1 is de meting representatief. Bij een hogere waarde moet het geohydrologisch worden beschouwd of er aanvullend onderzoek nodig is.

Grondwaterstand wvl1	ghg [m+NAP]	act [m+NAP]	glg [m+NAP]	meetperiode [jaren]	laatste [jaar]	factor afstand <sub>pb</sub> /R	peilbuis
kelder	-0.13	-0.42	-0.7	39.9	2014	0.11	E05112 A
poeren en liftput	-0.13	-0.42	-0.7	39.9	2014	0.11	E05112 A

Grondwaterstand wvl2	ghg [m+NAP]	act [m+NAP]	glg [m+NAP]	meetperiode [jaren]	laatste [jaar]	factor afstand <sub>pb</sub> /R	peilbuis
kelder	-0.14*	-0.25*	-1.07*	0.2	2014	0.21	Hobbemakade PB13-B
poeren en liftput	-0.14*	-0.25*	-1.07*	0.2	2014	0.21	Hobbemakade PB13-B

Grondwaterstand wvl3	ghg [m+NAP]	act [m+NAP]	glg [m+NAP]	meetperiode [jaren]	laatste [jaar]	factor afstand <sub>pb</sub> /R	peilbuis
kelder	-2.1	-2.3	-4	40.6	2014	0.38	E05106 C
poeren en liftput	-2.1	-2.3	-4	40.6	2014	0.38	E05106 C

## Grondwatertechnische maatregelen per onderdeel

verticaal evenwicht 1	bodemprofiel	diepte [m+NAP]	talud	bodem-breedte	opbarst-niveau [m+NAP]	kritieke gws [m+NAP]	ghg [m+NAP]	verwachte gws [m+NAP]	maatregel conclusie
kelder grondverbetering	DKM4	van 0 tot -6.3	1:0	32	-7	-6.08	-0.14	-0.35	ja
kelder	DKM4	van 0 tot -5.8	1:0	32	-7	-5.39	-0.14	-0.35	ja
poeren en liftput optie	DKM4	van -6 tot -7	1:1	3	-7.03	-7.03	-0.14	-0.25	ja

verticaal evenwicht 2	bodemprofiel	diepte [m+NAP]	talud	bodem-breedte	opbarst-niveau [m+NAP]	kritieke gws [m+NAP]	ghg [m+NAP]	verwachte gws [m+NAP]	maatregel conclusie
kelder grondverbetering	DKM4	van 0 tot -6.3	1:0	32	-12.5	-3.56	-2.1	-2.3	ja
kelder	DKM4	van 0 tot -5.8	1:0	32	-12.5	-2.85	-2.1	-2.3	ja
poeren en liftput	DKM4	van -6 tot -7.23	1:1	3	-12.5	-4.11	-0.14	-0.35	ja

## Bemalingsberekening per onderdeel:

Debiet en volume	periode [dagen]	wvl bemalen	reken-methode	$Q_{\text{prognose}} [\text{m}^3/\text{uur}]$	$Q_{\text{hoogst}} [\text{m}^3/\text{uur}]$	$Q_{\text{laagst}} [\text{m}^3/\text{uur}]$	$V_{\text{prognose}} [\text{m}^3]$	$V_{\text{hoogst}} [\text{m}^3]$	$V_{\text{laagst}} [\text{m}^3]$
kelder grondverbetering	10	1   2   3	3D-model	37,8	43,7	23,0	9065	10485	5529
kelder	50	1   2   3	3D-model	17,0	22,9	2,2	20364	27468	2686
poeren en liftput	30	1   2   3	3D-model	53,8	59,7	39,1	38757	43020	28151
freatische bemaling	400	1   2   3	3D-model	0,9	1,0	0,8	8488	9320	7820

**Project** : Pieter de Hoochstraat te Amsterdam  
**Projectnummer** : 10710615  
**Bemaling** : poeren en liftput  
**Bodemprofiel** : DKM4  
**Datum** : 22-10-2018  
**Bemalingsduur** : 30 dagen

input bodemopbouw	top [m+NAP]	k <sub>h</sub> [m/dag]	k <sub>v</sub> [m/dag]	type	S of μ	kD [m <sup>2</sup> /dag]	R of λ
deklaag	0,7	10	5	onverzadigd	0,3		
watervoerende laag 1	-0,4	0,5~10	0,1~5	freatisch	0,3	11	50
slecht doorlatende laag 1	-1,5	0~0,1	0,001~0,003	onverzadigd	0,3		
watervoerende laag 2	-7	4	2	freatisch	0,3	6	225
slecht doorlatende laag 2	-8,5	0~0,1	0,001~0,003	onverzadigd	0,3		
watervoerende laag 3	-12,5	0,01~20	0,002~10	freatisch	0,3	350	1002
slecht doorlatende laag 3	-30	0,01	0,002	slecht doorlatend			

input grondwaterstanden	peilbuis	h <sub>ghg</sub> [m+NAP]	h <sub>act</sub> [m+NAP]	h <sub>glg</sub> [m+NAP]	Δh <sub>ghg</sub> [m]	Δh <sub>act</sub> [m]	Δh <sub>glg</sub> [m]
watervoerende laag 1	E05112 A	-0,13	-0,42	-0,7	1,37	1,08	0,8
watervoerende laag 2	Hobbemakade PB13-B	-0,14	-0,35	-1,07	7,39	7,18	6,46
watervoerende laag 3	E05106 C	-2,1	-2,3	-2,8	2,01	1,81	1,31

input afmeting	minimaal	maximaal
lengte bouwput [m]	3	3
breedte bouwput [m]	3	3
diepte bouwput [m+NAP]	-7,13	-7,23

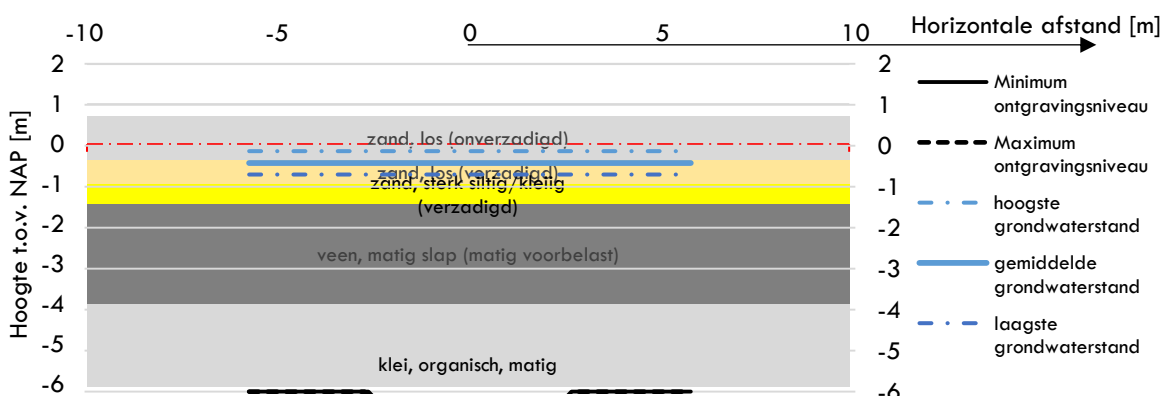
$$(1) \Delta h_w = \frac{Q_0}{2\pi \times k \times D} \times \ln \frac{R}{r}$$

$$(2) \Delta h_w = \frac{Q_0}{2\pi \times k \times D} \times K_0 \left( \frac{r}{\lambda} \right)$$

Formule 1 van Thiem, analytische benadering voor verlaging in stationaire toestand bij freatisch grondwater. Formule 2 van De Glee, analytische benadering voor verlaging in stationaire toestand bij semi-spanningswater.

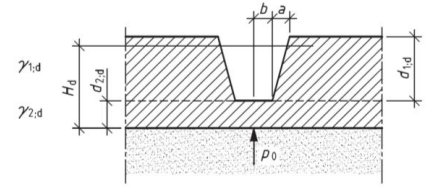
output prognose debiet [m <sup>3</sup> /dag]	formule	analytisch Q <sub>ghg</sub>	analytisch Q <sub>act</sub>	analytisch Q <sub>glg</sub>	remmende objecten in model	model Q <sub>ghg</sub>	model Q <sub>act</sub>	model Q <sub>glg</sub>
watervoerende laag 1	Thiem	29	23	17	ja	7	5	4
watervoerende laag 2	Thiem	69	67	60	ja	22	22	19
watervoerende laag 3	Thiem	744	670	485	ja	1407	1267	917

output debiet	Q <sub>watervergunning</sub>		Q <sub>bemalingsinstallatie</sub>		Totale hoeveelheid onttrokken grondwater bij 30 dagen	
	[m <sup>3</sup> /uur]	[m <sup>3</sup> /dag]	[m <sup>3</sup> /uur]	[m <sup>3</sup> /dag]	maximaal [m <sup>3</sup> ]	minimaal [m <sup>3</sup> ]
watervoerende laag 1	0	5	0	7	210	120
watervoerende laag 2	1	22	1	22	660	570
watervoerende laag 3	53	1267	59	1407	42210	27510



k<sub>h</sub>=horizontale doorlatendheid, k<sub>v</sub>=verticale doorlatendheid, S=elastische bergingscoëfficiënt, μ=freatische bergingscoëfficiënt, h<sub>act</sub>=actuele of verwachte grondwaterstand, h<sub>glg</sub>=gemiddeld laagste grondwaterstand, h<sub>ghg</sub>=gemiddeld hoogste grondwaterstand, R=reikwijdte, λ=spreidingslengte, Δh<sub>act</sub>=verlaging bij actuele grondwaterstand, Δh<sub>glg</sub>=verlaging bij gemiddeld laagste grondwaterstand, Δh<sub>ghg</sub>=verlaging bij gemiddeld hoogste grondwaterstand, Q<sub>ghg</sub>=debiet bij gemiddeld hoogste grondwaterstand, Q<sub>act</sub>=debiet bij actuele grondwaterstand, Q<sub>glg</sub>=debiet bij gemiddeld laagste grondwaterstand, Q<sub>watervergunning</sub>=debiet opgave bij vergunning, Q<sub>bemalingsinstallatie</sub>=debiet ontwerpwaarde bemaling

**Project** : Pieter de Hoochstraat te Amsterdam  
**Projectnummer** : 10710615  
**Bemaling** : poeren en liftput  
**Bodemprofiel** : DKM4  
**Datum** : 22-10-2018



input bodemopbouw	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	top [m+NAP]	dikte [m]	opb1 [kN/m <sup>2</sup> ]	opb2 [kN/m <sup>2</sup> ]	opb3 [kN/m <sup>2</sup> ]
zand, los (onverzadigd)	17	0,7	1,1			
zand, los (verzadigd)	19	-0,4	0,6			
zand, sterk siltig/kleiig (verzadigd)	20	-1	0,5			
veen, matig slap (matig voorbelas)	11	-1,5	2,5			
klei, organisch, matig	15	-4	3	8,1		
zand, sterk siltig/kleiig (verzadigd)	20	-7	1,5	27,9		
klei, matig	17	-8,5	1,5	25,5		
veen, matig (matig voorbelast)	12	-10	2,5	30		
zand, sterk siltig/kleiig (verzadigd)	20	-12,5	5,9			
klei, zwak zandig, vast	20	-18,4	0,1			
zand, vast (verzadigd)	21	-18,5	11,5			
klei, zwak zandig, vast	20	-30				

input berekening	parameter
$z_{d,min}$ [m+NAP]	-7,13
$z_{d,max}$ [m+NAP]	-7,23
$z_{mv}$ [m+NAP]	-6
$b_{bodem}$ [m]	1,5
$\alpha_{lud}$ [ $\alpha = (z_{mv} - z_d) \times \alpha_{lud}$ ]	1:1
$f_{min}$	0
$f_{max}$	0,00000
$h_{ghg-o1}$ [m+NAP]	-0,14
$h_{ghg-o2}$ [m+NAP]	-2,1
$h_{ghg-o3}$ [m+NAP]	-2,1
$h_{act-o1}$ [m+NAP]	-0,35
$h_{act-o2}$ [m+NAP]	-2,3
$h_{act-o3}$ [m+NAP]	-2,3
$z_{o1}$ [m+NAP]	-12,5
$z_{o2}$ [m+NAP]	nb
$z_{o3}$ [m+NAP]	nb
veiligheidsfactor	1,1

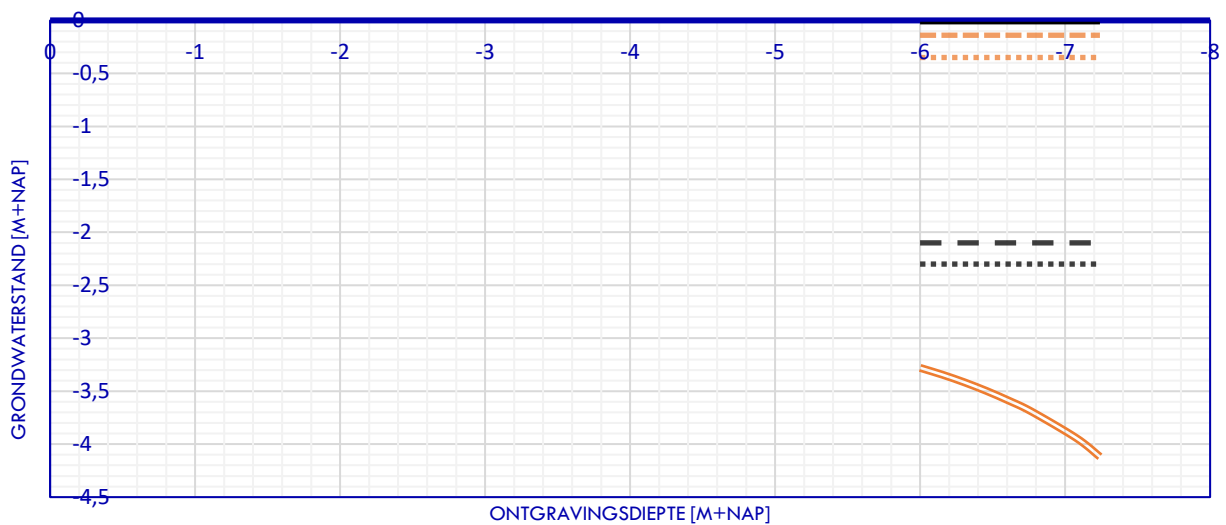
$z_d$  = ontgravingniveau,  
 $z_o$  = opbarstniveau,  $z_{mv}$  = start niveau  
 ontgraving,  $h$  = grondwaterstand

$$(1) u_{z;d} < \gamma_{2;d} \times d_{2;d} + f \times \gamma_{1;d} \times d_{1;d}$$

$$(2) f = \frac{2}{\pi} \left( \left( 1 + \frac{b}{a} \right) \times \arctan \left( \frac{d_2}{a+b} \right) - \frac{b}{a} \times \arctan \left( \frac{d_2}{b} \right) \right)$$

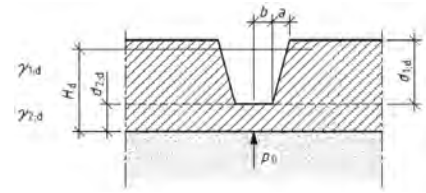
output $z_{d,max}$ (maximaal ontgravingniveau)	[kN/m <sup>2</sup> ]	$u_{z;d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$h_{k,v}$ [m+NAP]	$h_k$ [m+NAP]	$\Delta h_{act}$ [m]	$\Delta h_{max}$ [m]
opbarstniveau 1	82,3	91,5	-4,11	-3,17	7,18	7,39
opbarstniveau 2	50,0	55,5			1,81	2,01
opbarstniveau 3	50,0	55,5				

Formule 1 bepaling rekenwaarde  
 grondwaterdruk, formule 2 is theorie van  
 Boussinesq. Bron: NEN9997-1+C1:2012



— hkr o1    - - - hghg o1    ..... hact o1    — hkr o2    - - - hghg o2    ..... hact o2

**Project** : Pieter de Hoochstraat te Amsterdam  
**Projectnummer** : 10710615  
**Bemaling** : kelder grondverbetering  
**Bodemprofiel** : DKM4  
**Datum** : 30-8-2018



input bodemopbouw	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	top [m+NAP]	dikte [m]	opb1 [kN/m <sup>2</sup> ]	opb2 [kN/m <sup>2</sup> ]	opb3 [kN/m <sup>2</sup> ]
zand, los (onverzadigd)	17	0.7	1.1	0	0.1	
zand, los (verzadigd)	19	-0.4	0.6	0	0.2	
zand, sterk siltig/kleiig (verzadigd)	20	-1	0.5	0	0.2	
veen, matig slap (matig voorbelas)	11	-1.5	2.5	0	0.6	
klei, organisch, matig	15	-4	3	10.1	10.8	
zand, sterk siltig/kleiig (verzadigd)	20	-7	1.5		30	
klei, matig	17	-8.5	1.5		25.5	
veen, matig (matig voorbelast)	12	-10	2.5		30	
zand, sterk siltig/kleiig (verzadigd)	20	-12.5	5.9			
klei, zwak zandig, vast	20	-18.4	0.1			
zand, vast (verzadigd)	21	-18.5	11.5			
klei, zwak zandig, vast	20	-30				

input berekening	parameter
$z_{d,min}$ [m+NAP]	-6.33
$z_{d,max}$ [m+NAP]	-6.33
$z_{mv}$ [m+NAP]	0
$b_{bodem}$ [m]	16
$\alpha_{talud} = (z_{mv} - z_d) \times \alpha_{talud}$	1:0.0001
$f_{min}$	0
$f_{max}$	0.00000
$h_{ghg-o1}$ [m+NAP]	-0.14
$h_{ghg-o2}$ [m+NAP]	-2.1
$h_{ghg-o3}$ [m+NAP]	-2.1
$h_{act-o1}$ [m+NAP]	-0.35
$h_{act-o2}$ [m+NAP]	-2.3
$h_{act-o3}$ [m+NAP]	-2.3
$z_{o1}$ [m+NAP]	-7
$z_{o2}$ [m+NAP]	-12.5
$z_{o3}$ [m+NAP]	nb
veiligheidsfactor	1.1

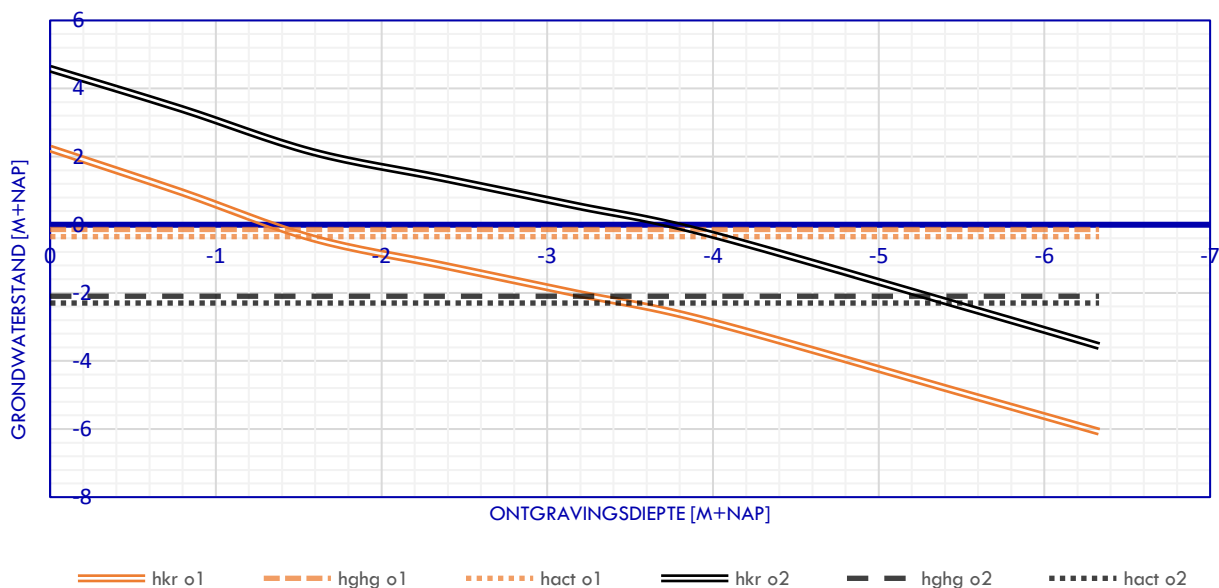
$z_d$  = ontgravingsniveau,  
 $z_o$  = opbarstniveau,  $z_{mv}$  = start niveau  
 ontgraving,  $h$  = grondwaterstand

$$(1) u_{z;d} < \gamma_{2;d} \times d_{2;d} + f \times \gamma_{1;d} \times d_{1;d}$$

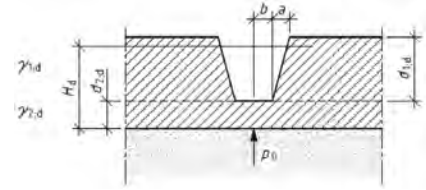
$$(2) f = \frac{2}{\pi} \left( \left( 1 + \frac{b}{a} \right) \times \arctan \left( \frac{d_2}{a+b} \right) - \frac{b}{a} \times \arctan \left( \frac{d_2}{b} \right) \right)$$

output $z_{d,max}$ (maximaal ontgravingsniveau)	[kN/m <sup>2</sup> ]	$u_{z;d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$h_{k,v}$ [m+NAP]	$h_k$ [m+NAP]	$\Delta h_{act}$ [m]	$\Delta h_{max}$ [m]
opbarstniveau 1	9.0	10.1	-6.08	-5.98	5.73	5.94
opbarstniveau 2	87.7	97.4	-3.56	-2.57	1.26	1.46
opbarstniveau 3	77.0	85.5				

Formule 1 bepaling rekenwaarde  
 grondwaterdruk, formule 2 is theorie van  
 Boussinesq. Bron: NEN9997-1+C1:2012



**Project** : Pieter de Hoochstraat te Amsterdam  
**Projectnummer** : 10710615  
**Bemaling** : kelder  
**Bodemprofiel** : DKM4  
**Datum** : 30-8-2018



input bodemopbouw	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	top [m+NAP]	dikte [m]	opb1 [kN/m <sup>2</sup> ]	opb2 [kN/m <sup>2</sup> ]	opb3 [kN/m <sup>2</sup> ]
zand, los (onverzadigd)	17	0.7	1.1	0	0.2	
zand, los (verzadigd)	19	-0.4	0.6	0	0.3	
zand, sterk siltig/kleiig (verzadigd)	20	-1	0.5	0	0.3	
veen, matig slap (matig voorbelast)	11	-1.5	2.5	0	0.7	
klei, organisch, matig	15	-4	3	17.6	18.2	
zand, sterk siltig/kleiig (verzadigd)	20	-7	1.5		30	
klei, matig	17	-8.5	1.5		25.5	
veen, matig (matig voorbelast)	12	-10	2.5		30	
zand, sterk siltig/kleiig (verzadigd)	20	-12.5	5.9			
klei, zwak zandig, vast	20	-18.4	0.1			
zand, vast (verzadigd)	21	-18.5	11.5			
klei, zwak zandig, vast	20	-30				

input berekening	parameter
$z_{d,min}$ [m+NAP]	-5.33
$z_{d,max}$ [m+NAP]	-5.83
$z_{mv}$ [m+NAP]	0
$b_{bodem}$ [m]	16
$\alpha_{talud} = (z_{mv} - z_d) \times \tan(\alpha)$	1:0.0001
$f_{min}$	0
$f_{max}$	0.00000
$h_{ghg-o1}$ [m+NAP]	-0.14
$h_{ghg-o2}$ [m+NAP]	-2.1
$h_{ghg-o3}$ [m+NAP]	-2.1
$h_{act-o1}$ [m+NAP]	-0.35
$h_{act-o2}$ [m+NAP]	-2.3
$h_{act-o3}$ [m+NAP]	-2.3
$z_{o1}$ [m+NAP]	-7
$z_{o2}$ [m+NAP]	-12.5
$z_{o3}$ [m+NAP]	nb
veiligheidsfactor	1.1

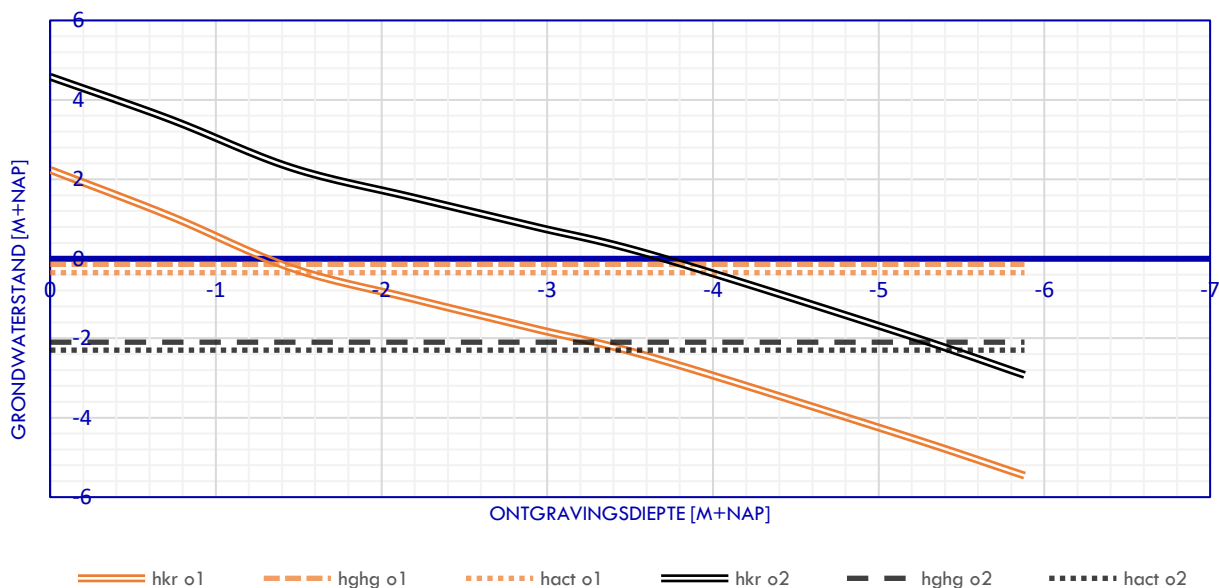
$z_d$  = ontgravingsniveau,  
 $z_o$  = opbarstniveau,  $z_{mv}$  = start niveau  
 ontgraving,  $h$  = grondwaterstand

$$(1) u_{z;d} < \gamma_{2;d} \times d_{2;d} + f \times \gamma_{1;d} \times d_{1;d}$$

$$(2) f = \frac{2}{\pi} \left( \left( 1 + \frac{b}{a} \right) \times \arctan\left(\frac{d_2}{a+b}\right) - \frac{b}{a} \times \arctan\left(\frac{d_2}{b}\right) \right)$$

output $z_{d,max}$ (maximaal ontgravingsniveau)	[kN/m <sup>2</sup> ]	$u_{z;d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$h_{k,v}$ [m+NAP]	$h_k$ [m+NAP]	$\Delta h_{act}$ [m]	$\Delta h_{max}$ [m]
opbarstniveau 1	15.8	17.6	-5.39	-5.21	5.04	5.25
opbarstniveau 2	94.6	105.2	-2.85	-1.78	0.55	0.75
opbarstniveau 3	77.0	85.5				

Formule 1 bepaling rekenwaarde  
 grondwaterdruk, formule 2 is theorie van  
 Boussinesq. Bron: NEN9997-1+C1:2012



**Project** : Pieter de Hoochstraat te Amsterdam  
**Projectnummer** : 10710615  
**Bemaling** : kelder grondverbetering  
**Bodemprofiel** : DKM4  
**Datum** : 30-8-2018  
**Bemalingsduur** : 10 dagen

input bodemopbouw	top [m+NAP]	k <sub>h</sub> [m/dag]	k <sub>v</sub> [m/dag]	type	S of μ	kD [m <sup>2</sup> /dag]	R of λ
deklaag	0.7	10	5	onverzadigd	0.3		
watervoerende laag 1	-0.4	0.5~10	0.1~5	freatisch	0.3	11	29
slecht doorlatende laag 1	-1.5	0~0.1	0.001~0.003	slecht doorlatend	0.0004		
watervoerende laag 2	-7	4	2	spanningswater	0.000571	6	201
slecht doorlatende laag 2	-8.5	0~0.1	0.001~0.003	slecht doorlatend	0.00013		
watervoerende laag 3	-12.5	0.01~20	0.002~10	spanningswater	0.000242	350	1002
slecht doorlatende laag 3	-30	0.01	0.002	slecht doorlatend			

input grondwaterstanden	peilbuis	h <sub>ghg</sub> [m+NAP]	h <sub>act</sub> [m+NAP]	h <sub>glg</sub> [m+NAP]	Δh <sub>ghg</sub> [m]	Δh <sub>act</sub> [m]	Δh <sub>glg</sub> [m]
watervoerende laag 1	E05112 A	-0.13	-0.42	-0.7	1.37	1.08	0.8
watervoerende laag 2	Hobbemakade PB13-B	-0.14	-0.35	-1.07	5.94	5.73	5.01
watervoerende laag 3	E05106 C	-2.1	-2.3	-2.8	1.46	1.26	0.76

input afmeting	minimaal	maximaal
lengte bouwput [m]	62	62
breedte bouwput [m]	32	32
diepte bouwput [m+NAP]	-6.33	-6.33

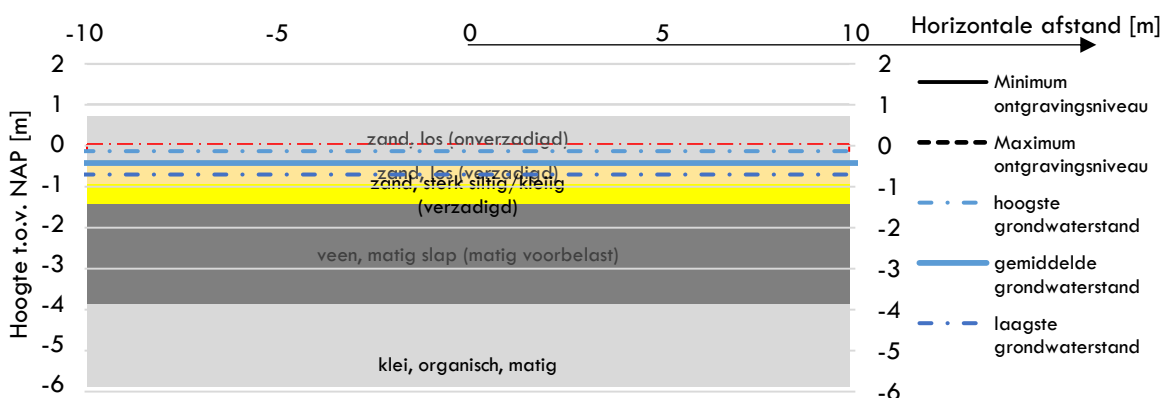
$$(1) \Delta h_w = \frac{Q_0}{2\pi \times k \times D} \times \ln \frac{R}{r}$$

$$(2) \Delta h_w = \frac{Q_0}{2\pi \times k \times D} \times K_0 \left( \frac{r}{\lambda} \right)$$

Formule 1 van Thiem, analytische benadering voor verlaging in stationaire toestand bij freatisch grondwater. Formule 2 van De Glee, analytische benadering voor verlaging in stationaire toestand bij semi-spanningswater.

output prognose debiet [m <sup>3</sup> /dag]	formule	analytisch Q <sub>ghg</sub>	analytisch Q <sub>act</sub>	analytisch Q <sub>glg</sub>	remmende objecten in model	model Q <sub>ghg</sub>	model Q <sub>act</sub>	model Q <sub>glg</sub>
watervoerende laag 1	Thiem	285	224	166	ja	7	5	4
watervoerende laag 2	De Glee	163	158	138	ja	18	17	15
watervoerende laag 3	De Glee	1005	868	523	ja	1022	882	532

output debiet	Q <sub>watervergunning</sub>		Q <sub>bemalingsinstallatie</sub>		Totale hoeveelheid onttrokken grondwater bij 10 dagen	
	[m <sup>3</sup> /uur]	[m <sup>3</sup> /dag]	[m <sup>3</sup> /uur]	[m <sup>3</sup> /dag]	maximaal [m <sup>3</sup> ]	minimaal [m <sup>3</sup> ]
watervoerende laag 1	0	5	0	7	70	40
watervoerende laag 2	1	17	1	18	180	150
watervoerende laag 3	37	882	43	1022	10220	5320



k<sub>h</sub>=horizontale doorlatendheid, k<sub>v</sub>=verticale doorlatendheid, S=elastische bergingscoëfficiënt, μ=freatische bergingscoëfficiënt, h<sub>act</sub>=actuele of verwachte grondwaterstand, h<sub>glg</sub>=gemiddeld laagste grondwaterstand, h<sub>ghg</sub>=gemiddeld hoogste grondwaterstand, R=reikwijdte, λ=spreidingslengte, Δh<sub>act</sub>=verlaging bij actuele grondwaterstand, Δh<sub>glg</sub>=verlaging bij gemiddeld laagste grondwaterstand, Δh<sub>ghg</sub>=verlaging bij gemiddeld hoogste grondwaterstand, Q<sub>ghg</sub>=debiet bij gemiddeld hoogste grondwaterstand, Q<sub>act</sub>=debiet bij actuele grondwaterstand, Q<sub>glg</sub>=debiet bij gemiddeld laagste grondwaterstand, Q<sub>watervergunning</sub>=debiet opgave bij vergunning, Q<sub>bemalingsinstallatie</sub>=debiet ontwerpwaarde bemaling

**Project** : Pieter de Hoochstraat te Amsterdam  
**Projectnummer** : 10710615  
**Bemaling** : kelder  
**Bodemprofiel** : DKM4  
**Datum** : 30-8-2018  
**Bemalingsduur** : 50 dagen

input bodemopbouw	top [m+NAP]	k <sub>h</sub> [m/dag]	k <sub>v</sub> [m/dag]	type	S of μ	kD [m <sup>2</sup> /dag]	R of λ
deklaag	0.7	10	5	onverzadigd	0.3		
watervoerende laag 1	-0.4	0.5~10	0.1~5	freatisch	0.3	11	64
slecht doorlatende laag 1	-1.5	0~0.1	0.001~0.003	slecht doorlatend	0.0004		
watervoerende laag 2	-7	4	2	spanningswater	0.000571	6	201
slecht doorlatende laag 2	-8.5	0~0.1	0.001~0.003	slecht doorlatend	0.00013		
watervoerende laag 3	-12.5	0.01~20	0.002~10	spanningswater	0.000242	350	1002
slecht doorlatende laag 3	-30	0.01	0.002	slecht doorlatend			

input grondwaterstanden	peilbuis	h <sub>ghg</sub> [m+NAP]	h <sub>act</sub> [m+NAP]	h <sub>glg</sub> [m+NAP]	Δh <sub>ghg</sub> [m]	Δh <sub>act</sub> [m]	Δh <sub>glg</sub> [m]
watervoerende laag 1	E05112 A	-0.13	-0.42	-0.7	1.37	1.08	0.8
watervoerende laag 2	Hobbemakade PB13-B	-0.14	-0.35	-1.07	5.25	5.04	4.32
watervoerende laag 3	E05106 C	-2.1	-2.3	-2.8	0.75	0.55	0.05

input afmeting	minimaal	maximaal
lengte bouwput [m]	62	62
breedte bouwput [m]	32	32
diepte bouwput [m+NAP]	-5.33	-5.83

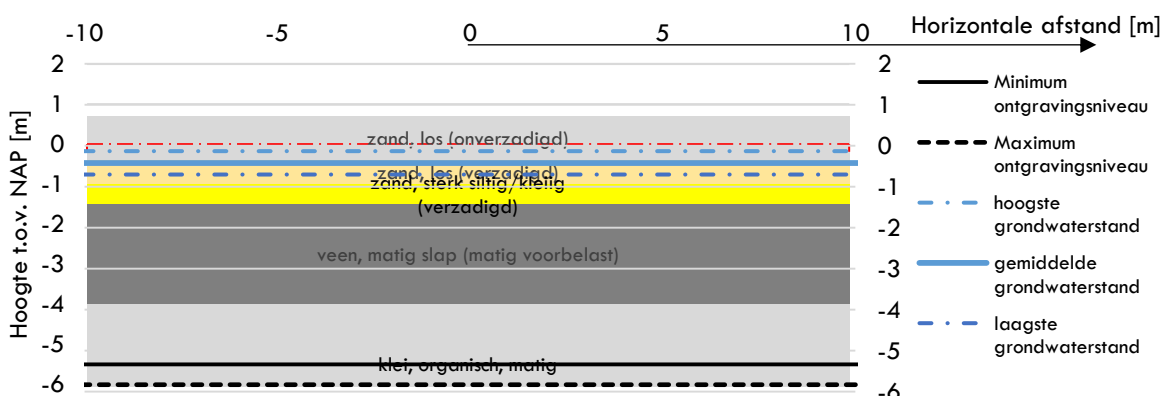
$$(1) \Delta h_w = \frac{Q_0}{2\pi \times k \times D} \times \ln \frac{R}{r}$$

$$(2) \Delta h_w = \frac{Q_0}{2\pi \times k \times D} \times K_0 \left( \frac{r}{\lambda} \right)$$

Formule 1 van Thiem, analytische benadering voor verlaging in stationaire toestand bij freatisch grondwater. Formule 2 van De Glee, analytische benadering voor verlaging in stationaire toestand bij semi-spanningswater.

output prognose debiet [m <sup>3</sup> /dag]	formule	analytisch Q <sub>ghg</sub>	analytisch Q <sub>act</sub>	analytisch Q <sub>glg</sub>	remmende objecten in model	model Q <sub>ghg</sub>	model Q <sub>act</sub>	model Q <sub>glg</sub>
watervoerende laag 1	Thiem	124	98	72	ja	7	5	4
watervoerende laag 2	De Glee	144	139	119	ja	16	15	13
watervoerende laag 3	De Glee	516	379	34	ja	525	385	35

output debiet	Q <sub>watervergunning</sub>		Q <sub>bemalingsinstallatie</sub>		Totale hoeveelheid onttrokken grondwater bij 50 dagen	
	[m³/uur]	[m³/dag]	[m³/uur]	[m³/dag]	maximaal [m³]	minimaal [m³]
watervoerende laag 1	0	5	0	7	350	200
watervoerende laag 2	1	15	1	16	800	650
watervoerende laag 3	16	385	22	525	26250	1750



k<sub>h</sub>=horizontale doorlatendheid, k<sub>v</sub>=verticale doorlatendheid, S=elastische bergingscoëfficiënt, μ=freatische bergingscoëfficiënt, h<sub>act</sub>=actuele of verwachte grondwaterstand, h<sub>glg</sub>=gemiddeld laagste grondwaterstand, h<sub>ghg</sub>=gemiddeld hoogste grondwaterstand, R=reikwijdte, λ=spreidingslengte, Δh<sub>act</sub>=verlaging bij actuele grondwaterstand, Δh<sub>glg</sub>=verlaging bij gemiddeld laagste grondwaterstand, Δh<sub>ghg</sub>=verlaging bij gemiddeld hoogste grondwaterstand, Q<sub>ghg</sub>=debiet bij gemiddeld hoogste grondwaterstand, Q<sub>act</sub>=debiet bij actuele grondwaterstand, Q<sub>glg</sub>=debiet bij gemiddeld laagste grondwaterstand, Q<sub>watervergunning</sub>=debiet opgave bij vergunning, Q<sub>bemalingsinstallatie</sub>=debiet ontwerpwaarde bemaling

## Bijlage 4 – Tekeningen project en omgeving



Kadaster - Basisregistraties Adressen en Gebouwen legenda

Pand voor 1600	Pand 1945 - 1959	Pand 2000 - 2009
Pand 1600 - 1699	Pand 1960 - 1969	Pand 2010 - 2019
Pand 1700 - 1799	Pand 1970 - 1979	
Pand 1800 - 1899	Pand 1980 - 1989	
Pand 1900 - 1944	Pand 1990 - 1999	

omschrijving:

**PIETER HOOCHSTRAAT KELDER**

opdrachtgever:

**CRUX ENGINEERING BV**

schaal:  
N.V.T.

order:  
**10710615**

tekeningnummer:  
**1**

formaat:  
**A4**

getekend:  
**EL**

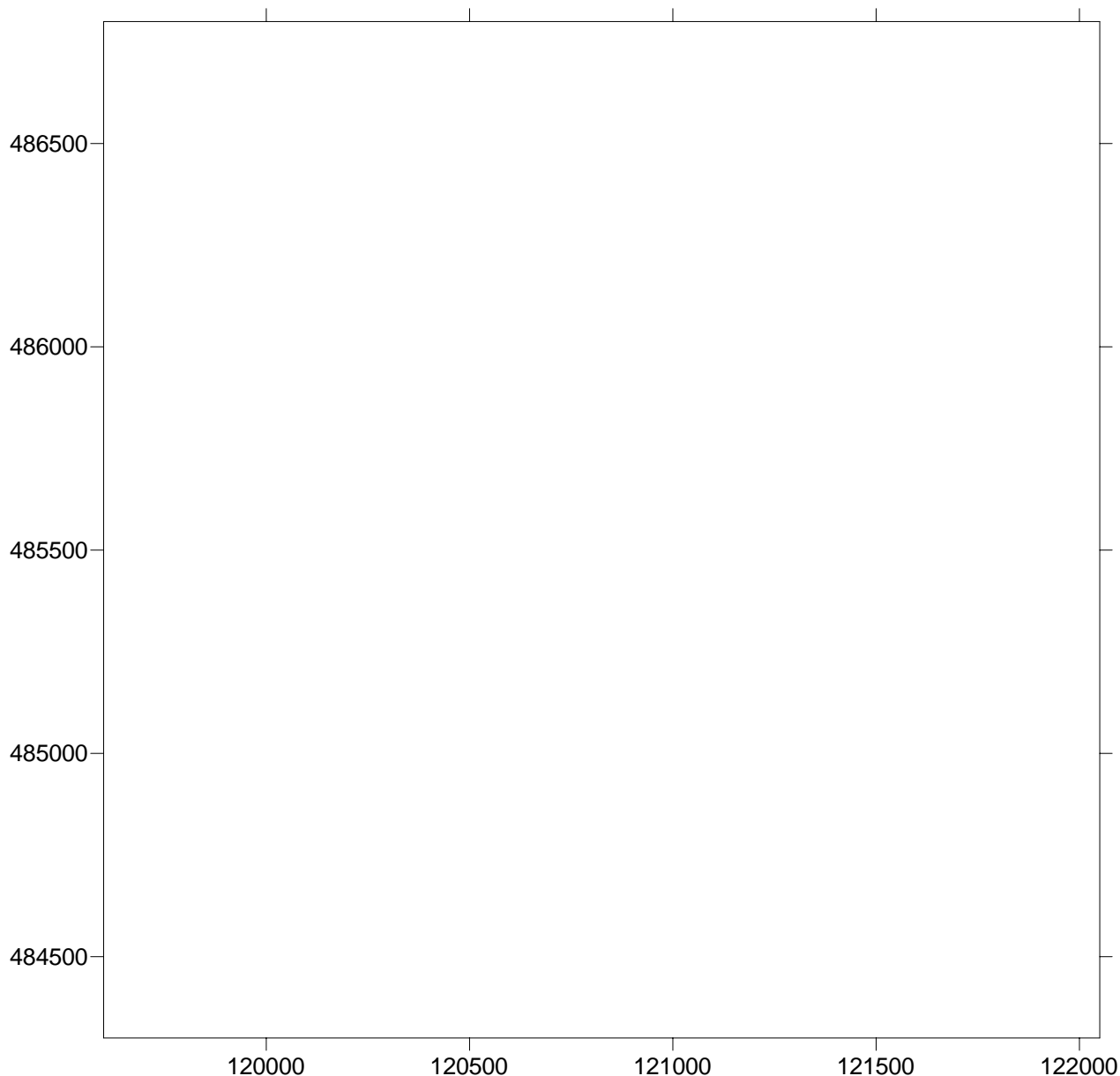
datum:  
**17-12-2015**






**Loots Grondwatertechniek**  
*independent guide for your dewatering site*

Pedro de Medinalaan 1B  
1086XK Amsterdam

[info@lootsgwt.com](mailto:info@lootsgwt.com)



Grondwaterbescherming en -onttrekking (GBO Provincies) legenda

-  Grondwateronttrekking
-  Grondwaterbescherming gebied
-  Boringvrije zone

omschrijving:

**PIETER HOOCHSTRAAT KELDER**

opdrachtgever:

**CRUX ENGINEERING BV**

schaal:  
N.V.T.

order:  
**10710615**

tekeningnummer:  
2

formaat:  
A4

getekend:  
EL

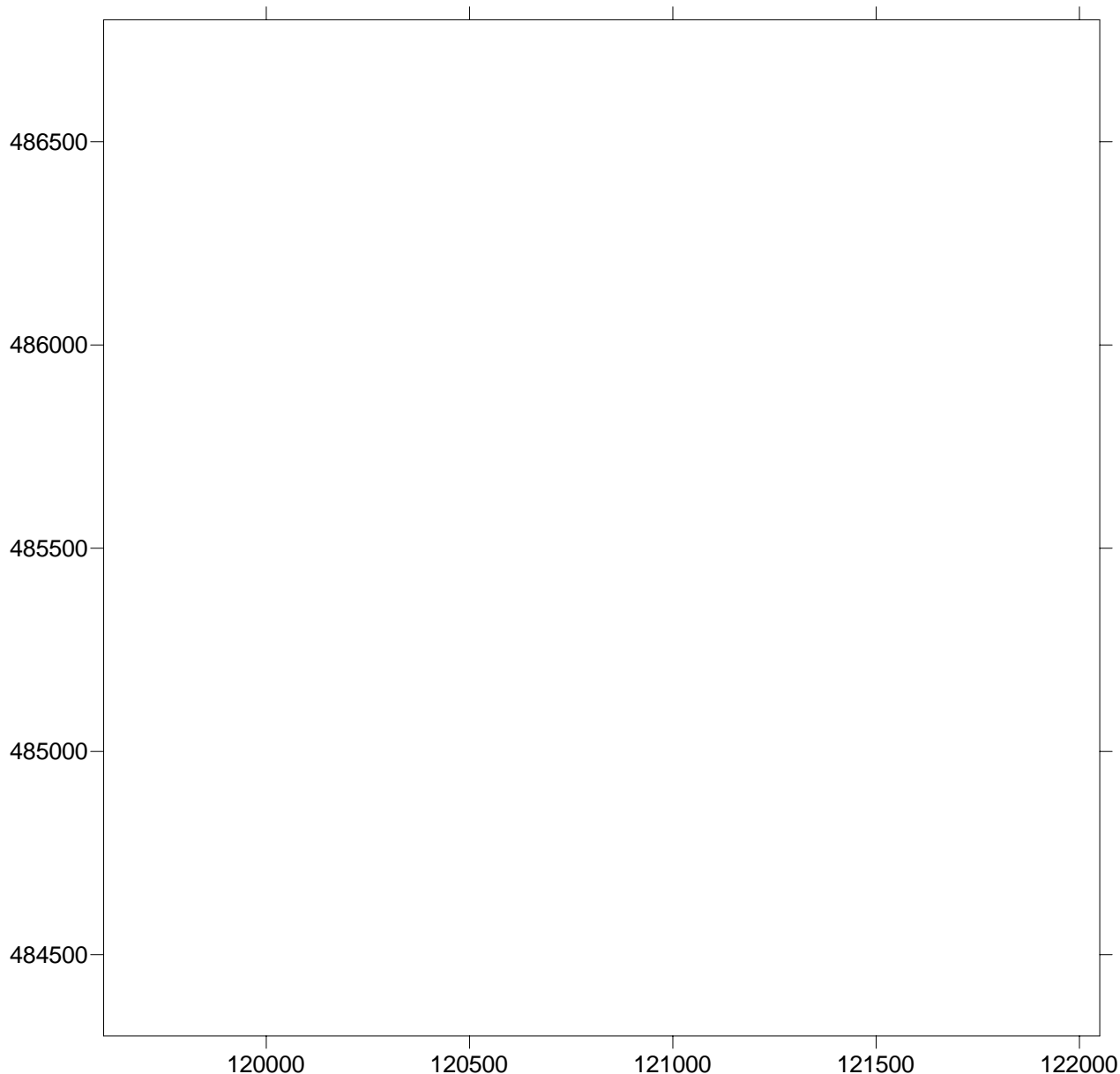
datum:  
**17-12-2015**









**Loots Grondwatertechniek**  
*independent guide for your dewatering site*

Pedro de Medinalaan 1B  
1086XK Amsterdam

[info@lootsgwt.com](mailto:info@lootsgwt.com)



Natura 2000 gebieden (Publieke Dienstverlening op kaart) legenda

	Habitatrichtlijn		Vogelrichtlijn en Habitatrichtlijn
	Vogelrichtlijn		Vogelrichtlijn, Habitatrichtlijn en Natuurbeschermingswet
	Habitatrichtlijn en Natuurbeschermingswet		
	Vogelrichtlijn en Natuurbeschermingswet		

omschrijving:

**PIETER HOOCHSTRAAT KELDER**

opdrachtgever:

**CRUX ENGINEERING BV**

schaal:  
N.V.T.

order:  
**10710615**

tekeningnummer:  
**3**

formaat:  
**A4**

getekend:  
**EL**

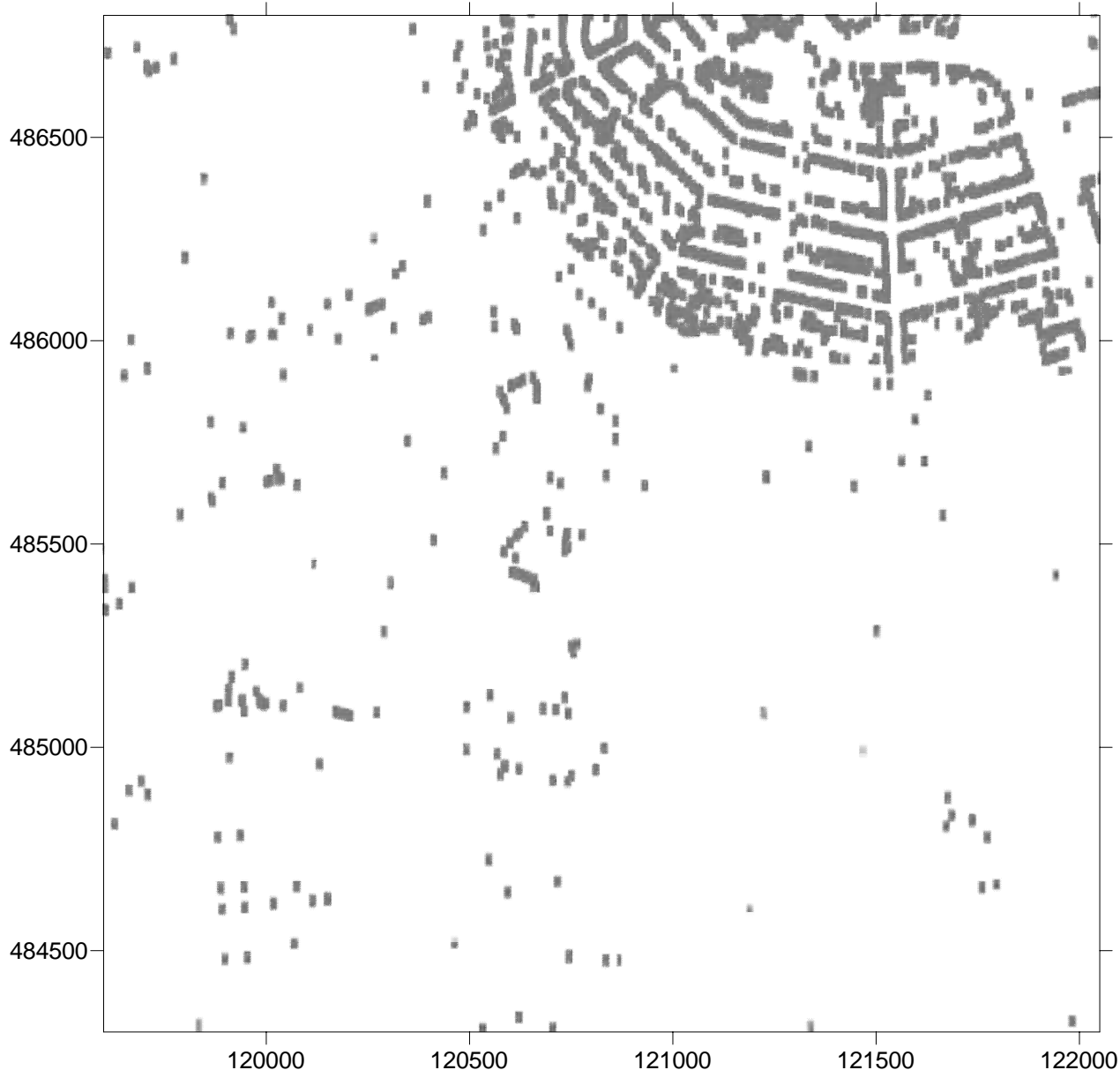
datum:  
**17-12-2015**



**Loots Grondwatertechniek**  
*independent guide for your dewatering site*

Pedro de Medinalaan 1B  
1086XK Amsterdam

[info@lootsgwt.com](mailto:info@lootsgwt.com)



**IKAW Monumentenkaart, Rijksdienst Cultureel Erfgoed legenda**

■ Locatie Rijksmonument

□ Omtrek locatie archeologie (IKAW)

omschrijving:

**PIETER HOOCHSTRAAT KELDER**

opdrachtgever:

**CRUX ENGINEERING BV**

schaal:  
N.V.T.

order:  
**10710615**

tekeningnummer:  
4

formaat:  
A4

getekend:  
EL

datum:  
**17-12-2015**



**Loots Grondwatertechniek**  
*independent guide for your dewatering site*

Pedro de Medinalaan 1B  
1086XK Amsterdam

[info@lootsgwt.com](mailto:info@lootsgwt.com)



#### Kadaster - Top10NL kaart legenda

	Snelweg		Fietspad		Water
	Hoofdweg		Promenade		Grasland
	Regionale weg		Busbaan		Akkerland
	Lokale weg		Spoorbaan		Bomen

omschrijving:

**PIETER HOOCHSTRAAT KELDER**

opdrachtgever:

**CRUX ENGINEERING BV**

schaal:  
N.V.T.

order:  
**10710615**

tekeningnummer:  
**5**

formaat:  
**A4**

getekend:  
**EL**

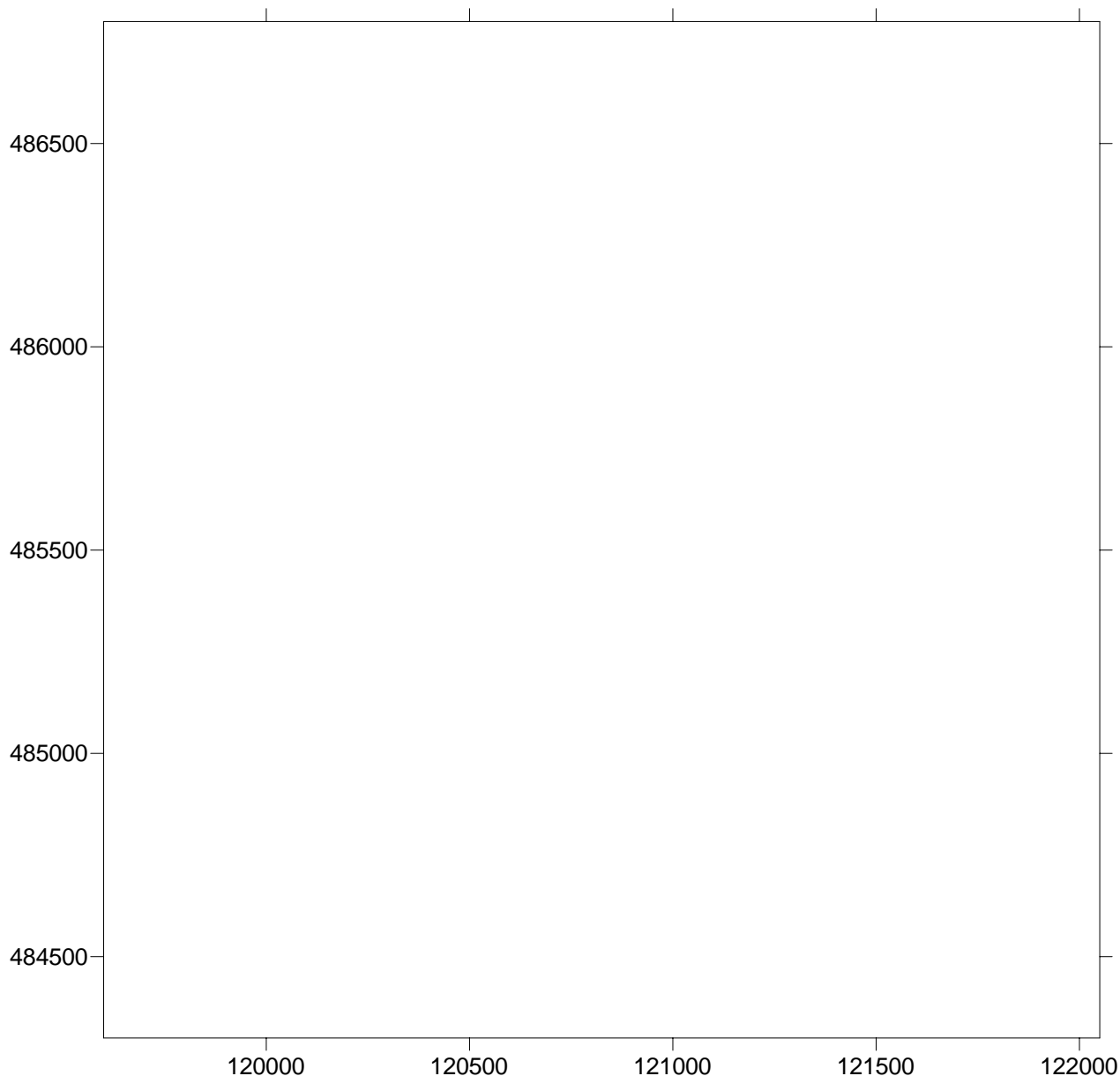
datum:  
**17-12-2015**




**Loots Grondwatertechniek**  
*independent guide for your dewatering site*

Pedro de Medinalaan 1B  
1086XK Amsterdam

[info@lootsgwt.com](mailto:info@lootsgwt.com)



Basisregistratie Percelen (Dienst Regelingen) legenda

	Bouwland		Overige
	Grasland		
	Braakland		
	Natuurterrein		

omschrijving:

**PIETER HOOCHSTRAAT KELDER**

opdrachtgever:

**CRUX ENGINEERING BV**

schaal:  
N.V.T.

order:  
**10710615**

tekeningnummer:  
**6**

formaat:  
**A4**

getekend:  
**EL**

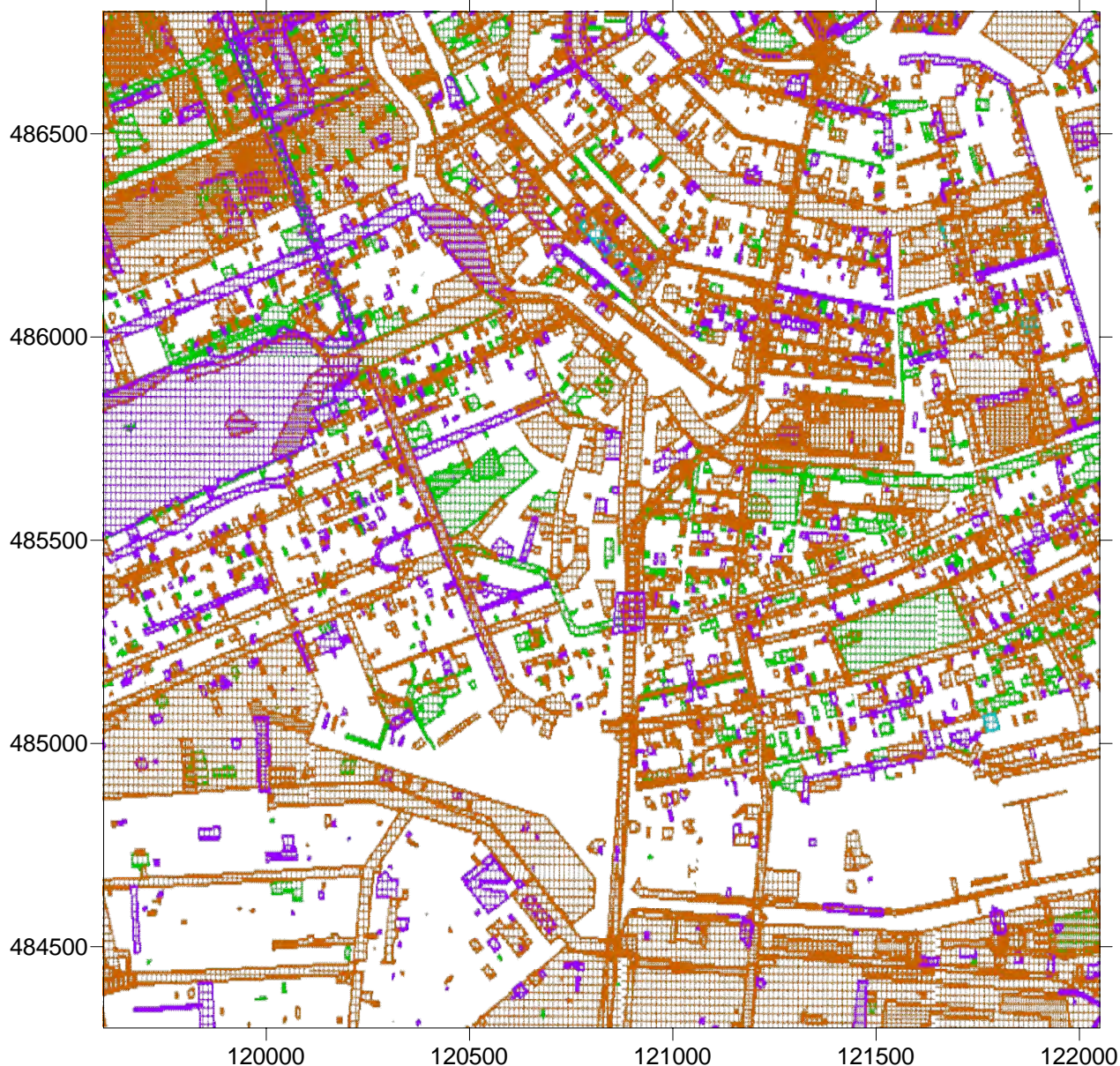
datum:  
**17-12-2015**



**Loots Grondwatertechniek**  
*independent guide for your dewatering site*

Pedro de Medinalaan 1B  
1086XK Amsterdam

[info@lootsgwt.com](mailto:info@lootsgwt.com)



#### Rijkswaterstaat bodemloket legenda

- Gesaneerd
- Onderzoek uitgevoerd, geen noodzaak tot verder onderzoek of sanering
- Onderzoek uitgevoerd, verder onderzoek kan noodzakelijk zijn
- Historische activiteit bekend

omschrijving:

**PIETER HOOCHSTRAAT KELDER**

opdrachtgever:

**CRUX ENGINEERING BV**

schaal:  
N.V.T.

order:  
**10710615**

tekeningnummer:  
**7**

formaat:  
**A4**

getekend:  
**EL**

datum:  
**17-12-2015**

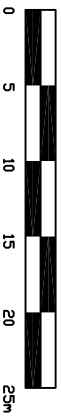


**Loots Grondwatertechniek**  
*independent guide for your dewatering site*

Pedro de Medinalaan 1B  
1086XK Amsterdam

[info@lootsgwt.com](mailto:info@lootsgwt.com)

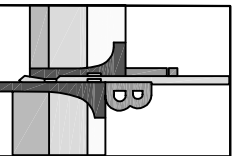
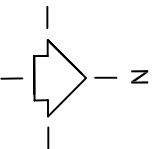
## Bijlage 5 – Grondonderzoeken



Nieuwbouw kelder

Bestaande bebouwing

Bron:	E-mail digitale tekening
Bureau + vestigingsplaats:	KLIC
Tekening- / bladnummer:	..
Datum laatste bewerking:	..



INPIJN-BLOKPOEL  
Ingenieursbureau

Opdrachtsomschrijving / locatie:

Nieuwbouw parkeerkelder aan de  
Pieter de Hoochstraat te Amsterdam

Omschrijving tekening:

Situatietekening

Opdrachtnummer:

06P001979

Bijlage:

SIT-01

Bewerkt:

AMA

Datum:

16-10-2015

X, Y:

RD/dGPS

Schaal:

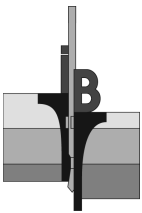
1 : 500

Formaat:

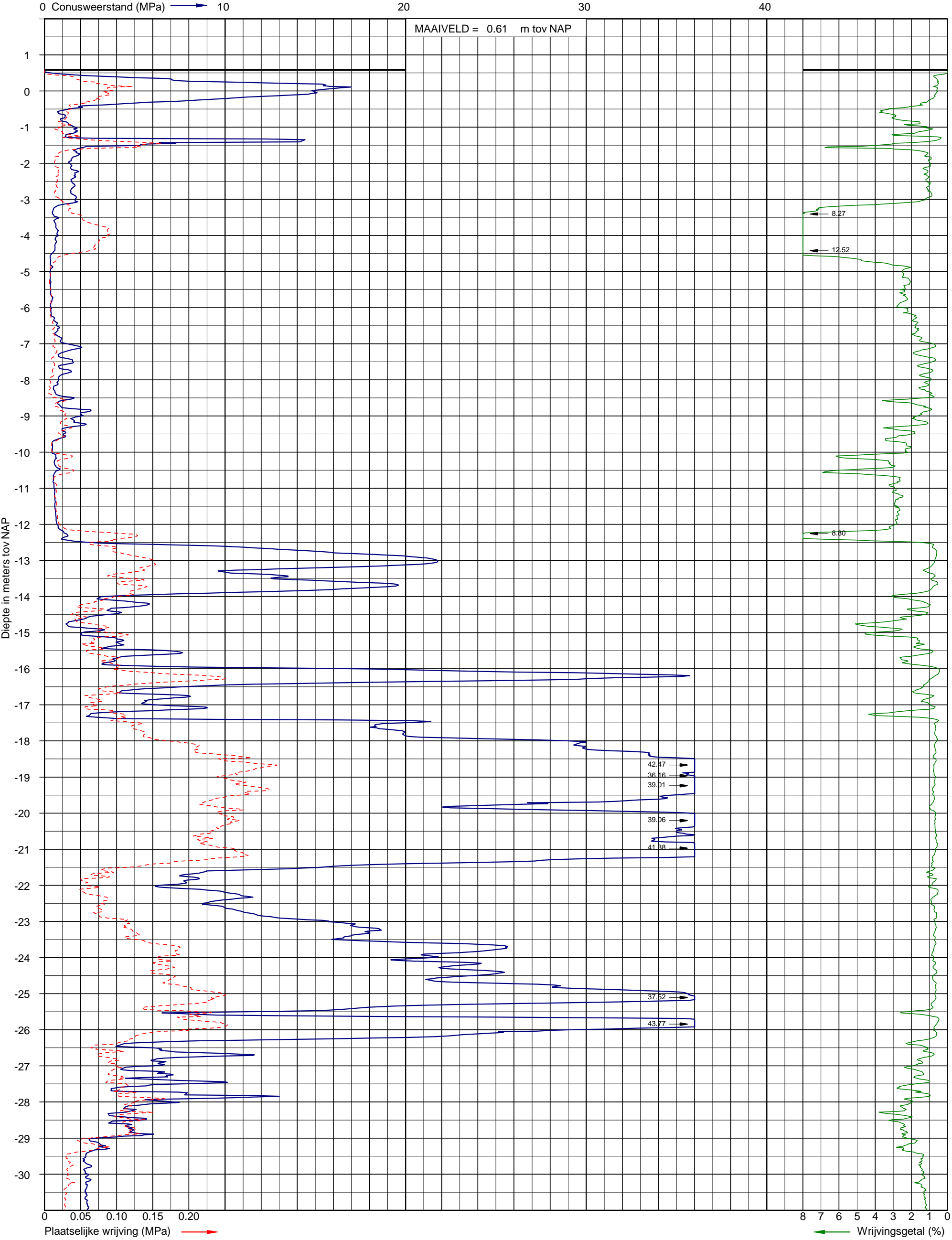
A4

Deze situatietekening dient om inzicht te geven in de locatie van de meer- en onderzoekpunten. De tekening dient niet voor andere doeleinden te worden gebruikt.

M:\Opdrachten\06\0019\Valdewerk\Tekeningen\06P001979-SIT-01-AMA



Opdracht: 06P001979  
Project: Nieuwbouw parkeerkelder aan de Pieter de Hoochstraat te Amsterdam



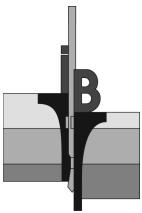
Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3  
Conusoppervlak 10 cm<sup>2</sup>

Uitvoerder: FCR  
Datum: 12-10-2015

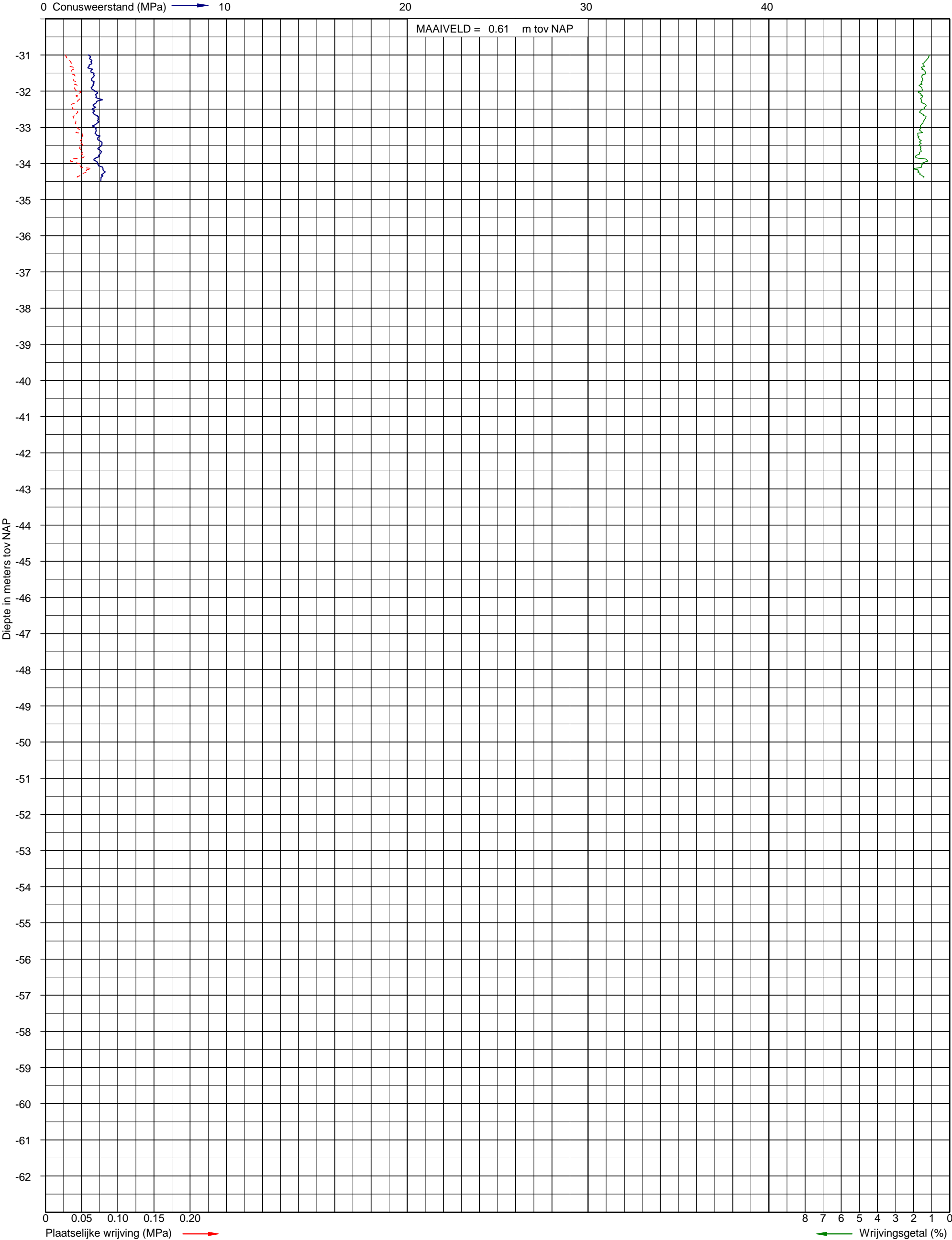
X: 120797  
Y: 485537

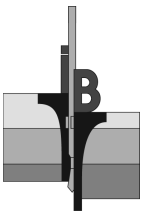
Pagina: 1/2

Sondering DKM-1

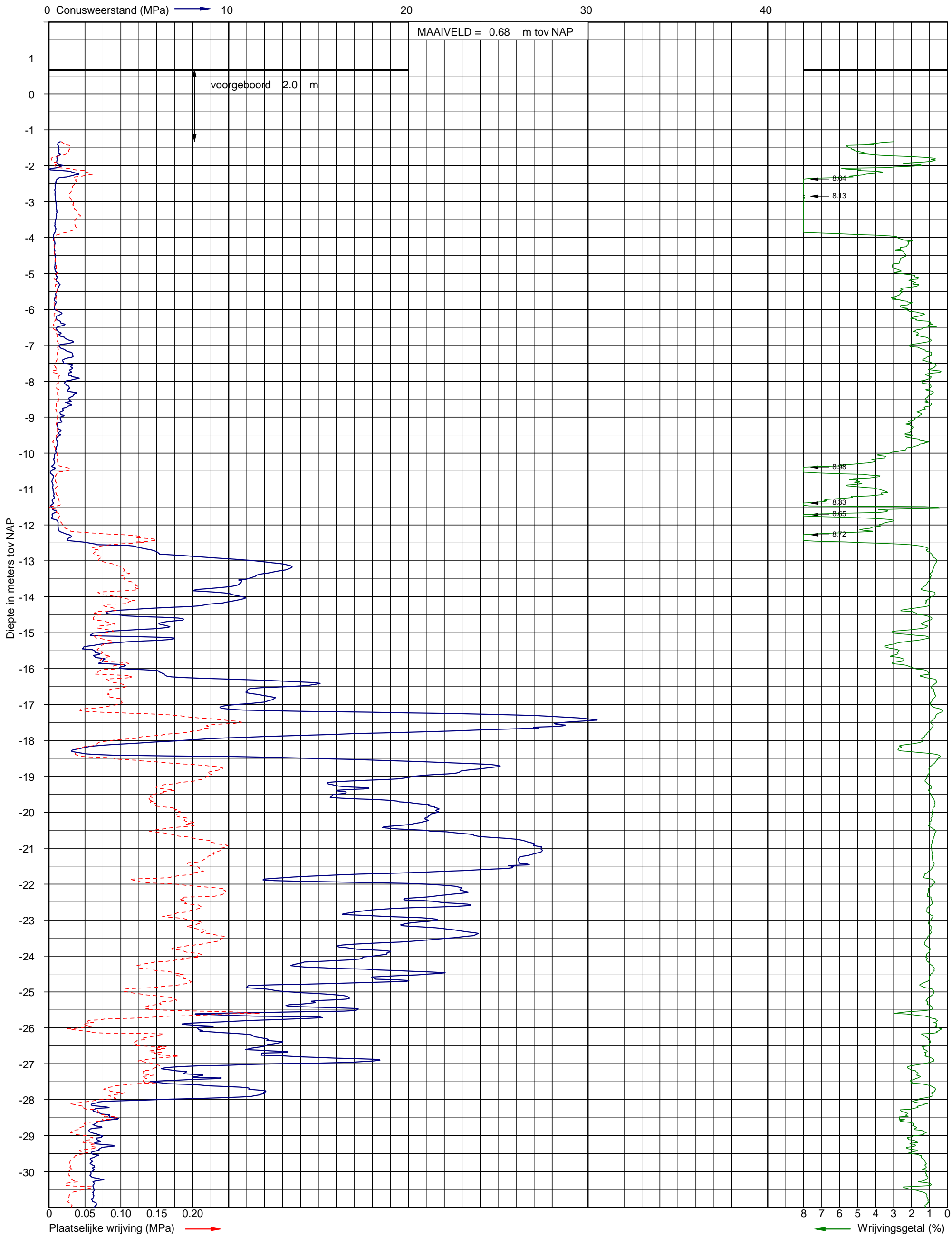


Opdracht: 06P001979  
Project: Nieuwbouw parkeerkelder aan de Pieter de Hoochstraat te Amsterdam





Opdracht: 06P001979  
Project: Nieuwbouw parkeerkelder aan de Pieter de Hoochstraat te Amsterdam



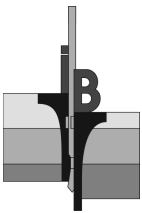
Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3  
Conusoppervlak 10 cm<sup>2</sup>

Uitvoerder: FCR  
Datum: 13-10-2015

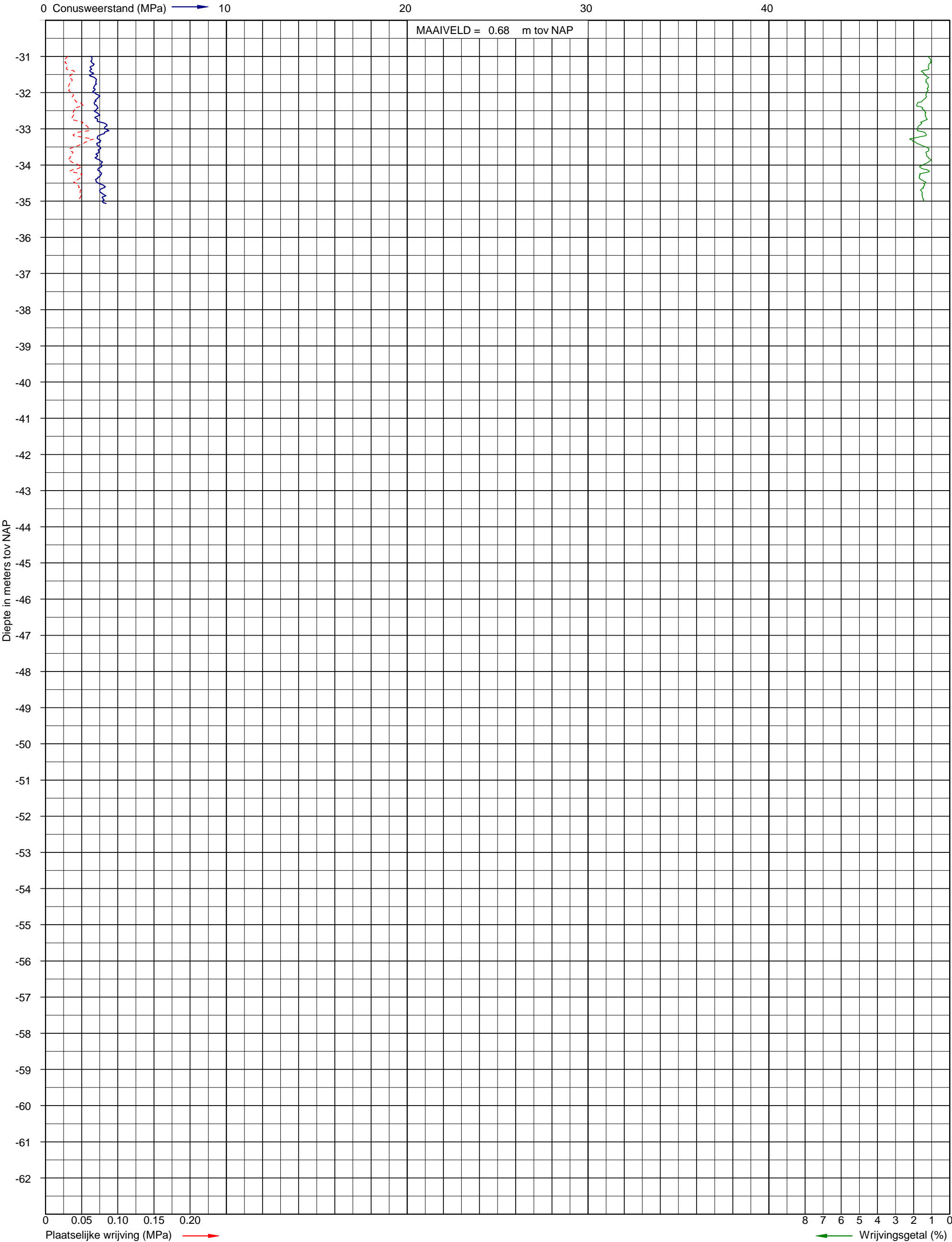
X: 120864  
Y: 485539

Pagina: 1/2

Sondering DKM-4



Opdracht: 06P001979  
Project: Nieuwbouw parkeerkelder aan de Pieter de Hoochstraat te Amsterdam



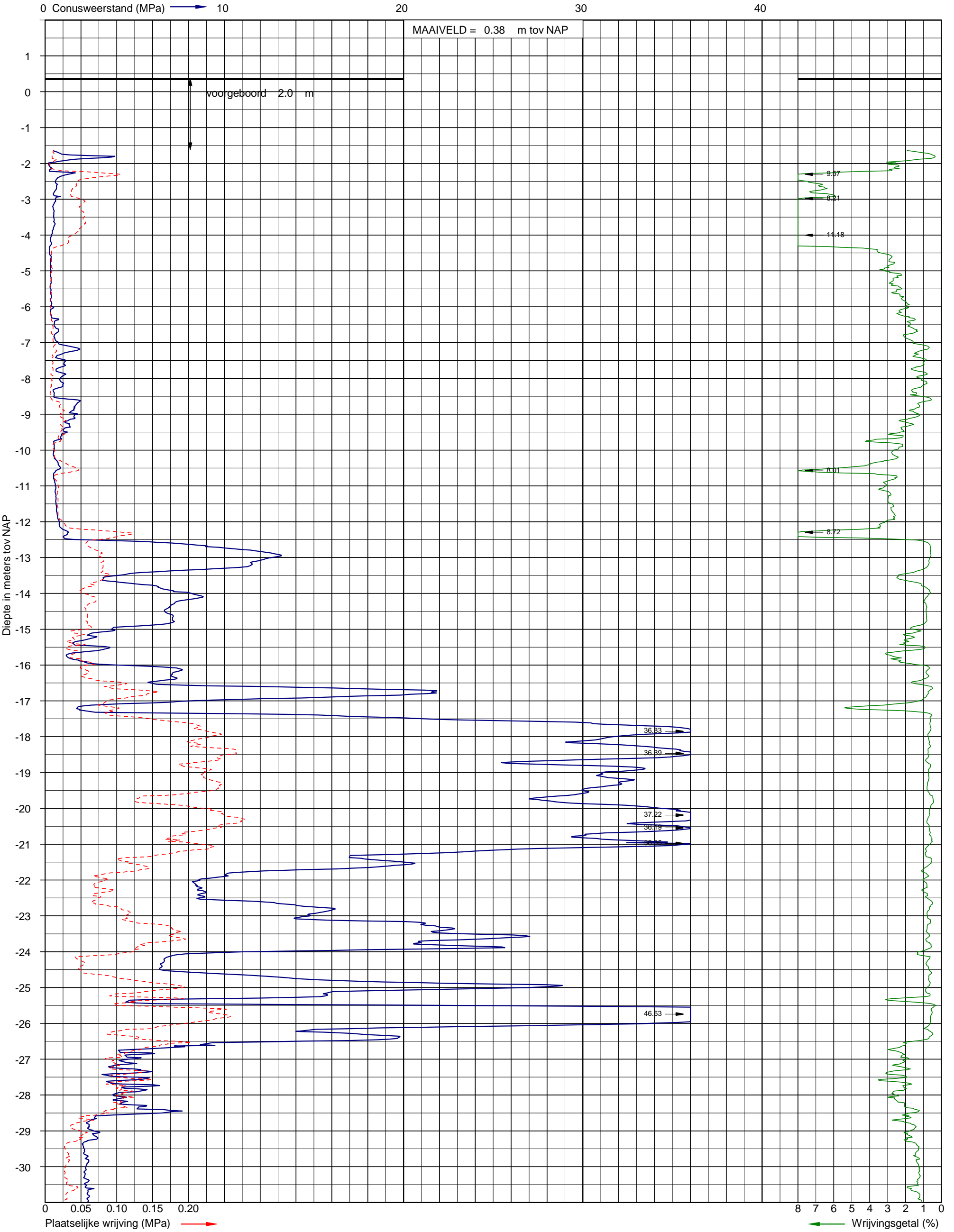
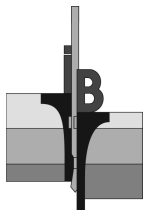
Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3  
Conusoppervlak 10 cm<sup>2</sup>

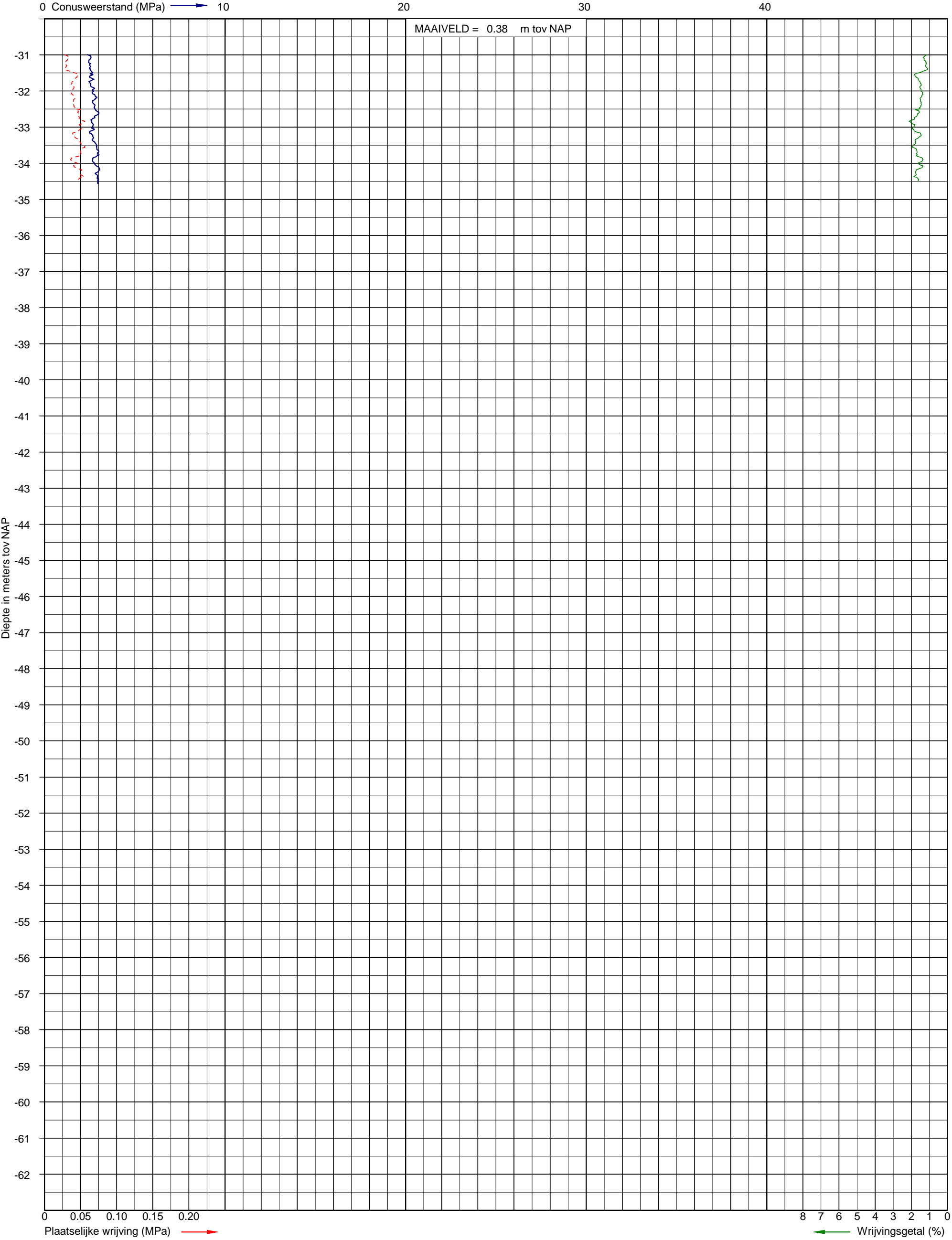
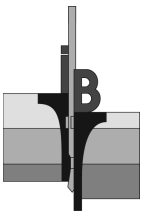
Uitvoerder: FCR  
Datum: 13-10-2015

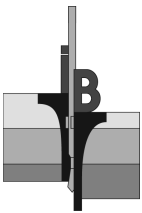
X: 120864  
Y: 485539

Pagina: 2/2

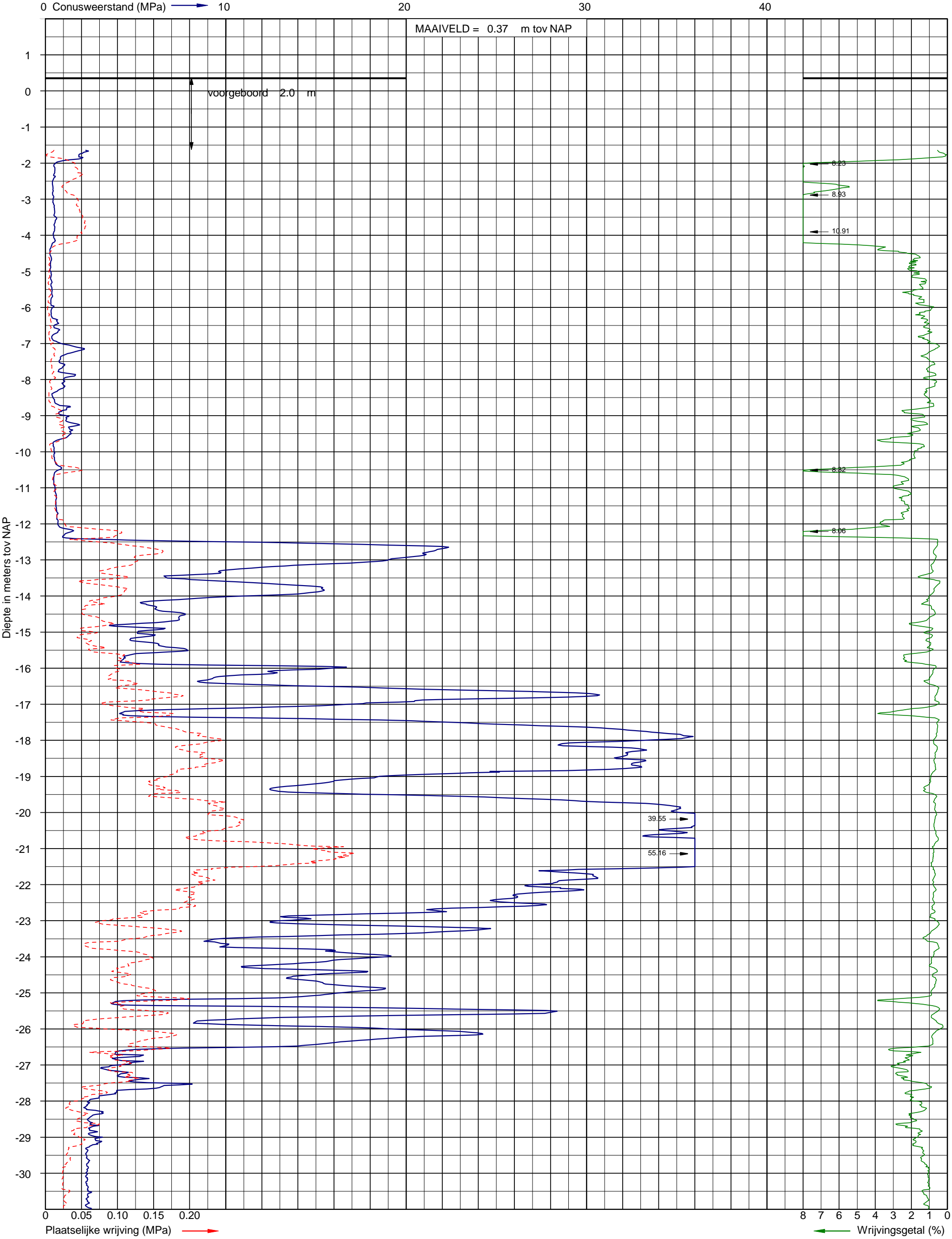
Sondering DKM-4







Opdracht: 06P001979  
Project: Nieuwbouw parkeerkelder aan de Pieter de Hoochstraat te Amsterdam



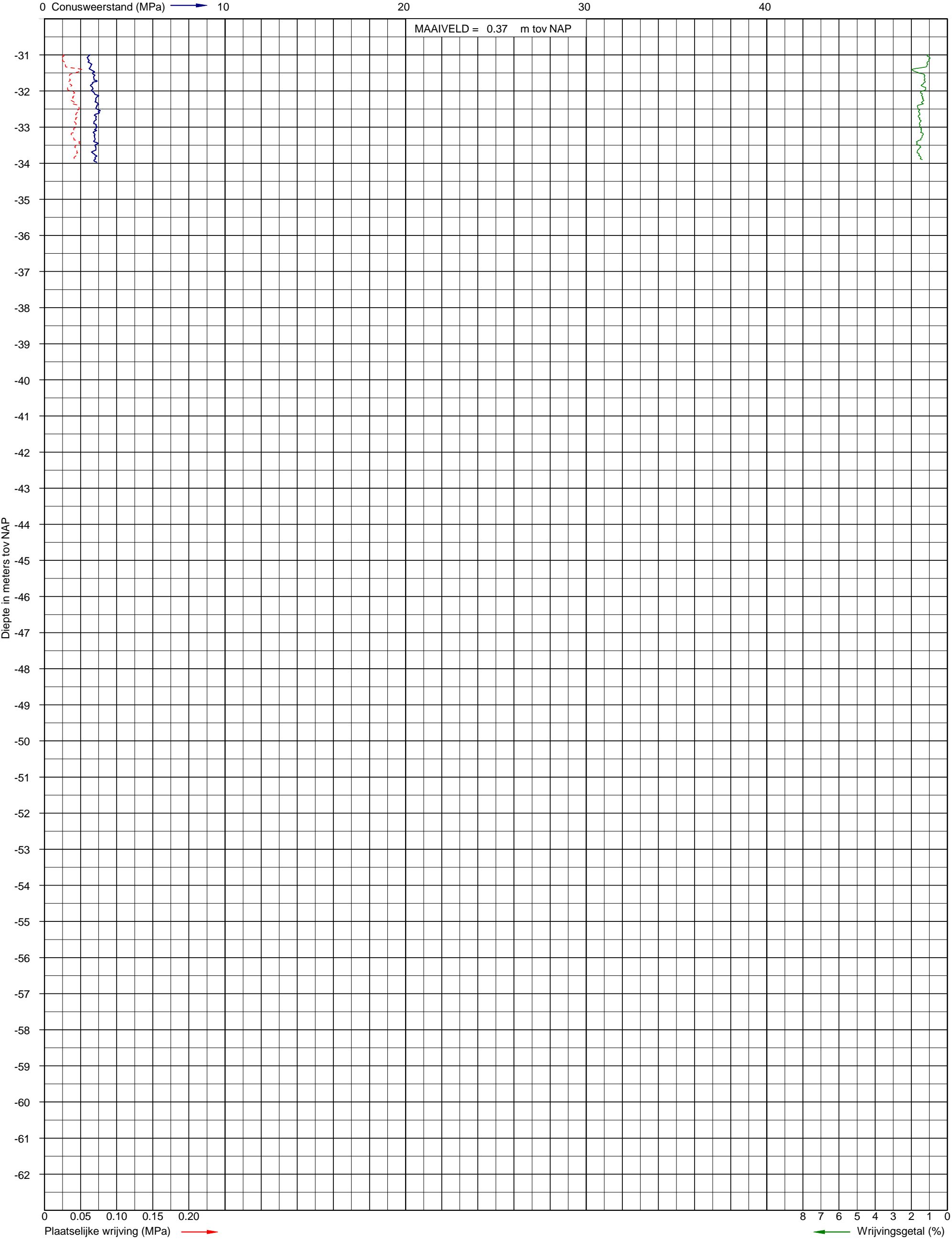
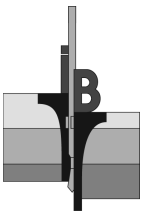
Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3  
Conusoppervlak 10 cm<sup>2</sup>

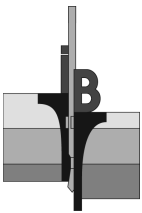
Uitvoerder: FCR  
Datum: 12-10-2015

X: 120797  
Y: 485507

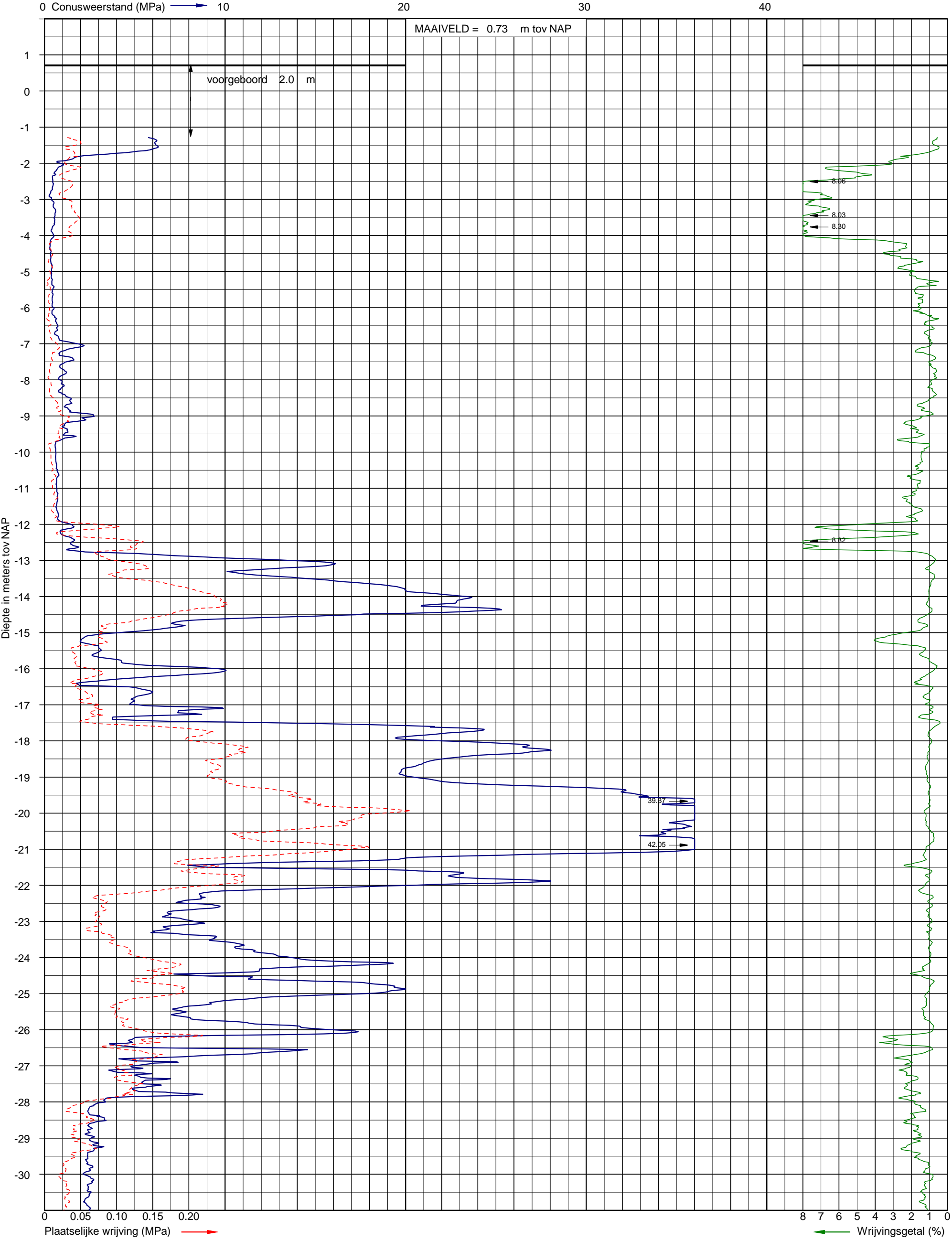
Pagina: 1/2

Sondering DKM-9





Opdracht: 06P001979  
Project: Nieuwbouw parkeerkelder aan de Pieter de Hoochstraat te Amsterdam



Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3  
Conusoppervlak 10 cm<sup>2</sup>

Uitvoerder: FCR  
Datum: 13-10-2015

X: 120867  
Y: 485502

Pagina: 1/2

**Sondering DKM-12**

## Bijlage 6 – Grondwater eigenschappen

Deze bijlage bestaat uit de volgende onderdelen:

- Overzicht van de gebruikte peilbuismetingen en locaties, berekende maatgevende grondwaterstanden over lange termijn in een tabel;
- Overzicht van de gebruikte peilbuismetingen en locaties, berekende maatgevende grondwaterstanden per seizoen (maand);
- Meetgrafieken grondwaterstanden.



bovenstaande grondwaterstanden zijn gemiddelden per maand en gemeten t.o.v. NAP in m

