

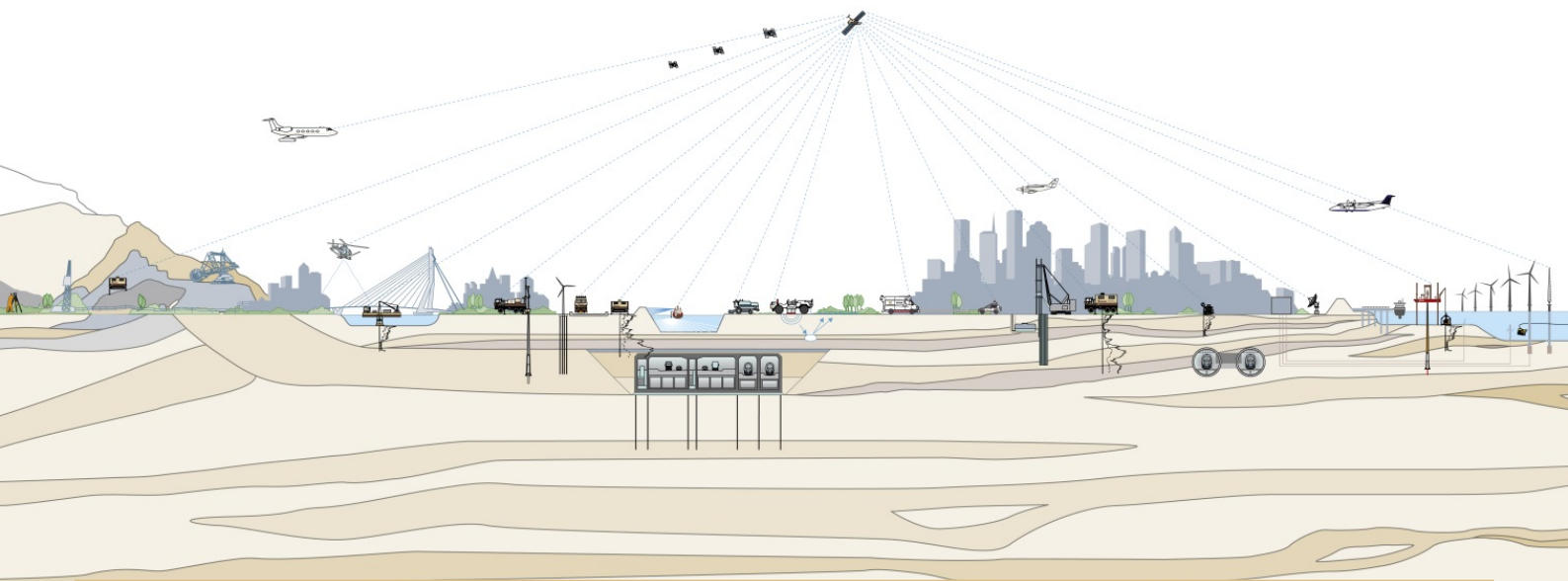
## FUGRO

### GEOHYDROLOGISCH ONDERZOEK STADSWERF OOSTENBURG TE AMSTERDAM

Project Nr.: 1116-0130-000

Versie: 1

Datum: 3 maart 2017



Opdrachtgever van Riezen & Partners  
Frederiksplein 1  
1017 XK Amsterdam

Opdrachtnemer Zekeringstraat 41a  
Postbus 20655  
1001 NR Amsterdam  
tel.: 020 65 10800

Projectleider en Ing. M.W. de Kwaadsteniet  
opgesteld door Adviseur Hydrologie  
Tel.: 06 11 72 57 46

Controle A.R. Jongerius MSc  
Adviseur Hydrologie

**Versiebeheer**

1.0	Eerste versie				24-2-2017
2.0	Tweede versie (opmerkingen opdrachtgever en stadsgenoot)				11-4-2017
Rev	Omschrijving	Opgesteld	Gecontroleerd	Goedgekeurd	Datum

## INHOUDSOPGAVE

1.	INLEIDING .....	5
2.	PROJECTOMSCHRIJVING.....	6
2.1.	Projectlocatie .....	6
2.2.	Huidige situatie.....	6
2.3.	Toekomstige inrichting en kelders .....	7
3.	OMGEVINGSASPECTEN.....	10
3.1.	Ontwatering.....	10
3.2.	Bebouwing en funderingen .....	10
3.3.	Kelders en kruipruimtes .....	11
3.4.	Spoortalud.....	11
4.	GEOHYDROLOGISCHE INVENTARISATIE .....	12
4.1.	Grondonderzoek en bodemopbouw .....	12
4.2.	Oppervlaktewateren .....	13
4.3.	Riolering en drainage.....	13
4.4.	Grondwaterstand en stijghoogte .....	14
4.5.	Neerslag informatie KNMI (meetperiode december 2016 t/m februari 2017) .....	15
5.	THEORETISCHE ANALYSE BARRIEREWERKING.....	16
5.1.	Laag 1 (Topzandlaag).....	16
5.2.	Laag 3 (Wadzandlaag).....	17
5.3.	Laag 5 (1e zandlaag) .....	17
6.	BEREKENINGEN EN EFFECTEN .....	18
6.1.	Modelbeschrijving .....	18
6.2.	Modelgrens .....	18
6.3.	Bodemparameters .....	19
6.4.	Grondwateraanvulling door neerslag.....	19
6.5.	Modelkalibratie .....	19
6.6.	Modelresultaten .....	21
6.7.	Omgevingseffecten (Conradstraat en de Czaar Peterstraat).....	23
6.8.	Omgevingseffecten binnen het plangebied.....	23
6.9.	Beheersmaatregelen .....	24
	<i>Voorwaarden:</i> .....	24
	<i>Beheersmaatregelen:</i> .....	24
7.	CONCLUSIES EN AANDACHTSPUNTEN .....	25
7.1.	Conclusies .....	25
7.2.	Aandachtspunten .....	25

**Bijlagen**

Archiefsondering Fugro projectlocatie	A1
Grondonderzoek Fugro	A2
Locatieoverzicht peilbuizen	A3
Tijd-stijghoogte grafieken peilbuizen	A4
Theoretische onderbouwing barrièrewerking	A5

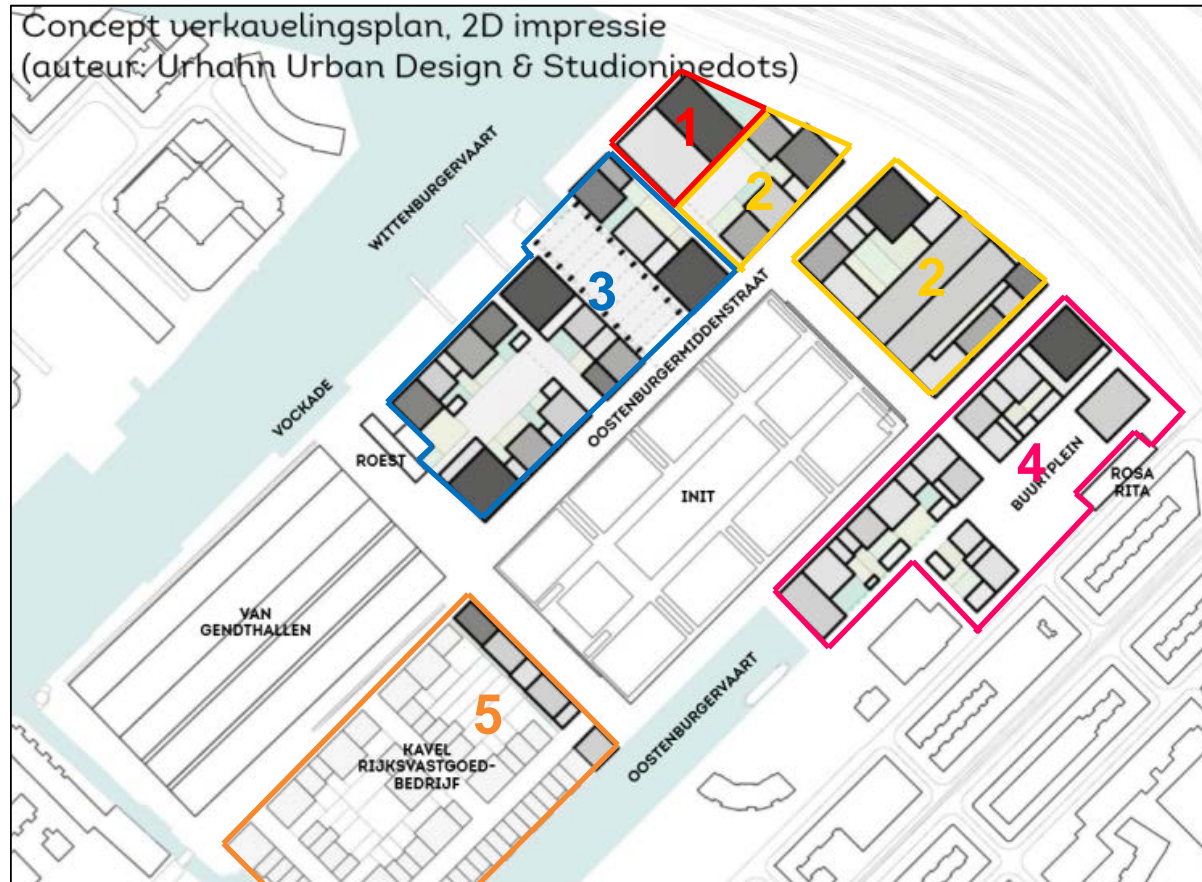
## 1. INLEIDING

Fugro GeoServices B.V. te Amsterdam ontving van Van Riezen & Partners, opdracht voor het uitvoeren van grondonderzoek en uitbrengen van een geohydrologisch onderzoek in verband met eventuele barrièrewerking. Het onderzoek heeft betrekking op aanleg van een vijftal 2-laags kelders onder de bebouwing van ontwikkelingslocatie Stadswerf Oostenburg te Amsterdam (zie keldernummers 1 t/m 5 in Figuur 1).

Voorliggende rapportage betreft het geohydrologische onderzoek naar het optreden van eventuele barrièrewerking. Het grondonderzoek is gepresenteerd in de rapportage 1116-0130-000\_21\_KR01, d.d. 3 januari 2017 en opgenomen in bijlage A1.

Doel van het onderzoek is het aantonen van het effect van de te realiseren kelders op de freatische grondwaterstand en stijghoogte in alle relevante watervoerende pakketten op en in de omgeving van de projectlocaties. Er wordt rekening gehouden met de veranderingen (o.a. toename) van het percentage verhard oppervlak door de herinrichting. Er infiltreert meer regenwater in de bodem waardoor de grondwaterstanden kunnen wijzigen.

Een beschouwing van eventuele tijdelijke effecten op de grondwaterstand door bouwwerkzaamheden, bijvoorbeeld bemaling, maakt geen deel uit van voorliggende rapportage. De rapportage beschouwt de effecten ná realisatie van de kelder.



Figuur 1: Overzicht projectlocaties/kelders en concept verkavelingsplan (bron: opdrachtgever).

## 2. PROJECTOMSCHRIJVING

### 2.1. Projectlocatie

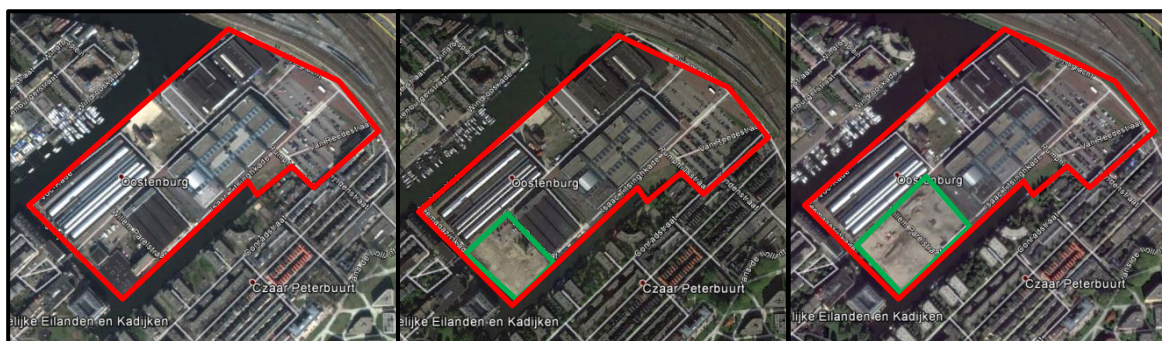
Het project betreft de ontwikkeling van het voormalige “Stork” terrein in Amsterdam. Binnen het Rijksdriehoeknetwerk heeft de projectlocatie globaal de coördinaten  $X = 123.650$  en  $Y = 485.150$ . In Figuur 2 is een luchtfoto van de projectlocatie opgenomen.



Figuur 2: Luchtfoto projectlocatie (Google Earth), inclusief projectgrens (rode lijn)

### 2.2. Huidige situatie

In Figuur 3 zijn luchtfoto's opgenomen tussen maart 2012 en september 2015. De projectlocatie was in 2012 nagenoeg volledig verhard (dak en straatoppervlak). In 2013 en 2015 is er in het zuidwesten van de projectlocatie bebouwing gesloopt (groene lijn). Het onverharde oppervlak is hierdoor toegenomen. Op deze locatie wordt het grondwater aangevuld door infiltrerend hemelwater.



Figuur 3: Luchtfoto's projectlocatie (Google Earth), van 23 maart 2012, 1 oktober 2013 en 30 september 2015

### 2.3. Toekomstige inrichting en kelders

Van de opdrachtgever is een concept verkavelingsplan ontvangen voor de toekomstige situatie (zie Figuur 1) met de voorgenomen nieuwbouw (van o.a. woningen). Onder de bebouwing zijn 5 ondergrondse kelders met maximaal 2 ondergrondse lagen voorzien. Op de kelderaken wordt ruimte gereserveerd voor groen/tuinen.

De exacte omvang en positie van de kelders is nog onbekend. In Figuur 4 zijn de vlakken aangegeven met de "uiterste grenzen" waar de kelders in beginsel zijn toegestaan. Voor dit onderzoek wordt aangenomen dat deze vlakken volledig van kelders worden voorzien. Keldernummers 1 t/m 5 (zie Figuur 1) zijn in de berekeningen gemodelleerd als vier keldervlakken (zie Figuur 4), hetgeen de worst-case situatie voor barrièrewerking betreft.



Figuur 4: Ondergrond projectlocatie met rood gearceerd vlakken met "uiterste grenzen" kelders (bron: opdrachtgever).

De freatische grondwaterstand binnen het plangebied wordt mede bepaald door de hoeveelheid neerslag die kan infiltreren in de topzandlaag en voor aanlevering van het grondwater zorgt. In dit onderzoek wordt onderscheid gemaakt in 3 verschillende typen verharde oppervlakken:

- Verhard dakoppervlak (geen aanvulling van het grondwater);
- Verhard straatoppervlak, klinkerverharding (neerslag op 10% van de verharding infiltreert in de bodem);
- Onverhard oppervlak, braakliggend terrein, openbaar groen, tuinen (neerslag op 100% van het onverharde oppervlak infiltreert in de bodem).

In de berekeningen worden 3 scenario's beschouwd:

1. Huidige situatie zonder kelders (kalibratie grondwatermodel);
2. Toekomstige situatie met kelders en het terrein oppervlak volledig verhard;
3. Toekomstige situatie met kelders en het terrein oppervlak deels onverhard (met groen/ tuinen).

In overleg met de opdrachtgever zijn de volgende kenmerken van de verschillende varianten vastgesteld.

#### **Scenario 1:**

- Geen kelders aanwezig (verificatie door opdrachtgever);
- Oppervlak projectlocatie: 107.000 m<sup>2</sup>;
- Dakoppervlak: 31.950 m<sup>2</sup>;
- Verhardingsoppervlak (klinkerbestrating): 61.950 m<sup>2</sup>;
- Onverhard oppervlak (braakliggend/openbaar groen) 13.100 m<sup>2</sup>.

#### **Scenario 2:**

- Vier kelders afmetingen "worst case" (binnen vlakken "uiterste grenzen");
- Kelder uitvoering 2-laags "worst case";
- Oppervlak projectlocatie: 107.000 m<sup>2</sup>;
- Dakoppervlak: 36.350 m<sup>2</sup>;
- Verhardingsoppervlak (klinkerbestrating): 70.650 m<sup>2</sup>;
- Onverhard oppervlak (braakliggend/openbaar groen): 0 m<sup>2</sup>;
- Topzandlaag doorsneden tot boven grondwaterstand "worst case".

#### **Scenario 3:**

- Vier kelders afmetingen "worst case" (binnen vlakken "uiterste grenzen");
- Kelder uitvoering 2-laags "worst case";
- Oppervlak projectlocatie: 107.000 m<sup>2</sup>;
- Dakoppervlak: 36.350 m<sup>2</sup>;
- Verhardingsoppervlak (klinkerbestrating): 51.550 m<sup>2</sup>;
- Onverhard oppervlak "worst case" (groen/tuinen): 19.100 m<sup>2</sup>;  
[40% van vlakken "uiterste grenzen"]
- Topzandlaag doorsneden tot boven grondwaterstand "worst case".



Onbekend is of de kelders worden gerealiseerd binnen permante of tijdelijke damwanden. Voor dit onderzoek wordt aangenomen dat door de 2-laags kelders/permanente damwanden de topzandlaag tot boven de grondwaterstand wordt doorsneden tot en met de onderzijde van de wadzandlaag op een diepte van ca. NAP -7,5 m à -8,0 m. Deze aanname betreft een “worst case” benadering van het optreden van mogelijke barrièrewerking.

### 3. OMGEVINGSASPECTEN

Een verandering van de grondwaterstand kan negatieve effecten hebben op de omgeving. In dit hoofdstuk worden de grondwaterstand gerelateerde omgevingsaspecten toegelicht.

#### 3.1. Ontwatering

De ontwateringsdiepte op de projectlocatie binnen de meetperiode bedraagt in de huidige situatie bij een hoge grondwaterstand ca. 0,1 à 1,0 m (zie paragraaf 4.4). De ontwatering is plaatselijk onvoldoende voor de grondwaternorm van Amsterdam voor zowel kruipruimteloos bouwen (0,5 m) als bouw met kruipruimte (0,9 m) en algemene ontwateringsnormen voor wegen en bomen (0,7 m t.o.v. de gemiddelde grondwaterstand).

Aangrenzend aan de projectlocatie aan de oostzijde (Czaar Peterstraat) bedraagt de ontwateringsdiepte in de huidige situatie bij een hoge grondwaterstand ca. 1,1 à 1,2 m (paragraaf 4.4). Bij een stijging van de grondwaterstand van 0,2 à 0,3 m wordt nog steeds aan de norm voor bouw met kruipruimte voldaan.

#### 3.2. Bebouwing en funderingen

Gezien de omvang van de projectlocatie is er voor dit onderzoek voor gekozen om vooraf geen archiefonderzoek uit te voeren. Indien uit het onderzoek blijkt dat er als gevolg van barrièrewerking een verlaging van de grondwaterstand kan optreden bij mogelijk op houten palen gefundeerde bebouwing, wordt geadviseerd op deze specifieke locaties archief onderzoek uit te voeren (zie Hoofdstuk 6).

Om een indicatie te krijgen van de bebouwing die mogelijk op houten palen is gefundeerd is de "BAGviewer" geraadpleegd (zie Figuur 5). Op basis van het bouwjaar wordt een indruk verkregen welke panden mogelijk op houten palen zijn gefundeerd. Het betreft de fundering onder de "Van Gent hallen" (bouwjaar ca. 1900-1910) gelegen nabij locaties 3 en 5 (zie Figuur 1) en diverse panden ten zuiden en oosten van gebouw 4 (gebouw "Rosa Rita") aan de Conradstraat.



Figuur 5: Bebouwing met jaar van aanleg (bron: [www.BAGviewer.nl](http://www.BAGviewer.nl)), "Blauw omljnd pand "Rosa Rita".

### **3.3. Kelders en kruipruimtes**

Omdat er geen archiefonderzoek is uitgevoerd is het onbekend of er onder de bebouwing in de omgeving kelders, souterrains of kruipruimten aanwezig zijn. Gezien de ligging van de bebouwing ten opzichte van de projectlocatie zal er bij aanwezigheid van kelders/souterrains geen aaneengesloten kelder/barrière ontstaan. Uitzondering hierop is het pand "Rosa Rita" (zie Figuur 1 en Figuur 5). Voor dit pand wordt geadviseerd om aanvullend archiefonderzoek uit te voeren. Bij de overige bebouwing is minimaal een openbare weg aanwezig tussen de bebouwing en de te realiseren kelders.

Bij aanwezigheid van panden met een kruipruimte kan een stijging van de grondwaterstand leiden tot (een toename van) vochtoverlast.

### **3.4. Spoortalud**

Aangrenzend aan de noordzijde van de projectlocatie, langs de Dijkgracht, is een spoortalud aanwezig. Voor zover bekend is langs het spoortalud over de volledige lengte van de projectlocatie een damwand aanwezig. Aangenomen wordt dat de aanwezigheid van de damwand voorkomt dat eventuele veranderingen van de grondwaterstand op de projectlocatie effect hebben op de freatische grondwaterstand aan de andere zijde van de damwand.

#### 4. GEOHYDROLOGISCHE INVENTARISATIE

##### 4.1. Grondonderzoek en bodemopbouw

Voor het onderzoek is gebruik gemaakt van de volgende bodem en grondwaterinformatie:

- Artikel: Amsterdam's zeehaven in beweging: Kattenburg, Wittenburg en Oostenburg, (bron WWW.Theobakker.net);
- De ophoogkaart van Amsterdam;
- Boringen DINO-loket op de projectlocatie: 2 boringen tot ca. 130 en 170 m diepte.
- Sondeonderzoek Fugro archief op de projectlocatie: 1 sondering tot ca. NAP -20 m uit 1978. Het sondeonderzoek is gepresenteerd in bijlage A1;
- Grondonderzoek Fugro rapport 1116-0130-000\_21\_KR01, van 3 januari 2017: 6 handboringen tot ca. NAP -0,6 m à ca. NAP -3,3 m (zie bijlage A2);
- Sondeonderzoeken Fugro archief buiten de projectlocatie voor de schematisatie van de diepere bodemopbouw.

Uit het artikel blijkt dat Oostenburg een kunstmatig eiland is dat ruim voor 1850 is gerealiseerd. De ophoogkaart van Amsterdam geeft geen integrale ophoging voor Oostenburg aan. Uit het beschikbare grondonderzoek op de projectlocatie kan worden opgemaakt dat er vanaf maaiveld een topzandlaag aanwezig is met een dikte van naar verwachting ca. 2 m à 3 m. De omvang van het beschikbare grondoppervlak is te beperkt om met zekerheid te kunnen vaststellen dit een integrale ophoging betreft. Voor dit onderzoek wordt aangenomen dat er vanaf maaiveld een topzandlaag aanwezig is met een minimale dikte van 2 m.

Opgemerkt wordt dat tijdens het uitvoeren van de handboringen, op 14 en 15 december 2016, de boringen HB4 en HB5 zijn gestaakt in verband met de aanwezigheid van verontreinigingen. Door de aanwezigheid van een puinlaag is boring HB6 niet tot op de geplande diepte gekomen. Daarmee is bij 3 van de 6 handboringen de onderzijde van de topzandlaag niet bereikt. In alle 6 de boorgaten zijn peilbuizen afgesteld.

De bodemopbouw is, op basis van het uitgevoerde grondonderzoek, het Fugro-archief en gegevens uit de literatuur, (geohydrologisch) geschematiseerd en weergegeven in Tabel 1.

Tabel 1: Bodemopbouw

Diepte [ca. NAP m]			Bodembeschrijving	Geohydrologische typering	Laag
+0,9 à +0,7			Maaiveld	Infiltratieoppervlak	0
+0,9 à +0,7	tot	-1,0 à -2,0	Zand	Topzandlaag (ophooglaag)	1
-1,0 à -2,0	tot	-7,0 à -7,5	Veen en klei	Waterremmend pakket	2
-7,0 à -7,5	tot	-7,5 à -8,0	Zand, kleilig	Wadzandlaag	3
-7,5 à -8,0	tot	-12,0 à -13,0	Klei en veen	Waterremmend pakket	4
-12,0 à -13,0	tot	-14,0 à -16,0	Zand	Eerste zandlaag	5
-14,0 à -16,0	tot	-18,5 à -19,0	Afwisseling klei- en zandlaagjes	Waterremmend pakket	6
-18,5 à -19,0	tot	-24,0 à -26,0	Zand	Tweede zandlaag	7

#### 4.2. Oppervlaktewateren

Met uitzondering van de noord- en noordoostzijde wordt de projectlocatie omgeven door oppervlaktewater, met een beheerspeil van NAP -0,4 m.

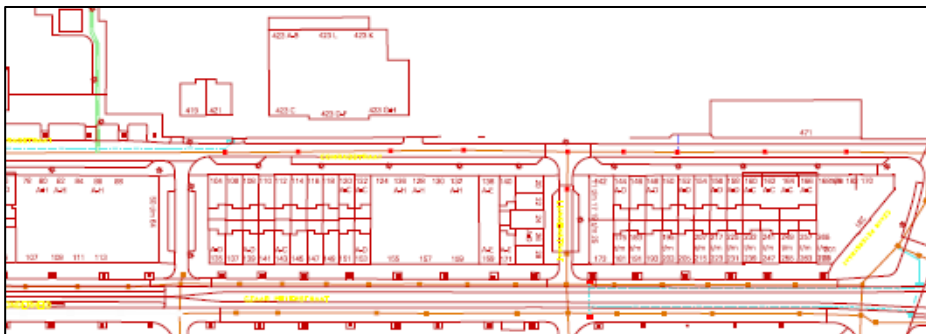
De uitvoering van de kering langs het oppervlaktewater verschilt (beton en damwand) even als de kwaliteit ervan. Een deel van de kering, uitgevoerd in beton, lijkt recent te zijn aangebracht. In Figuur 6 is een impressie opgenomen van de waterkeringen/kades in de huidige situatie.



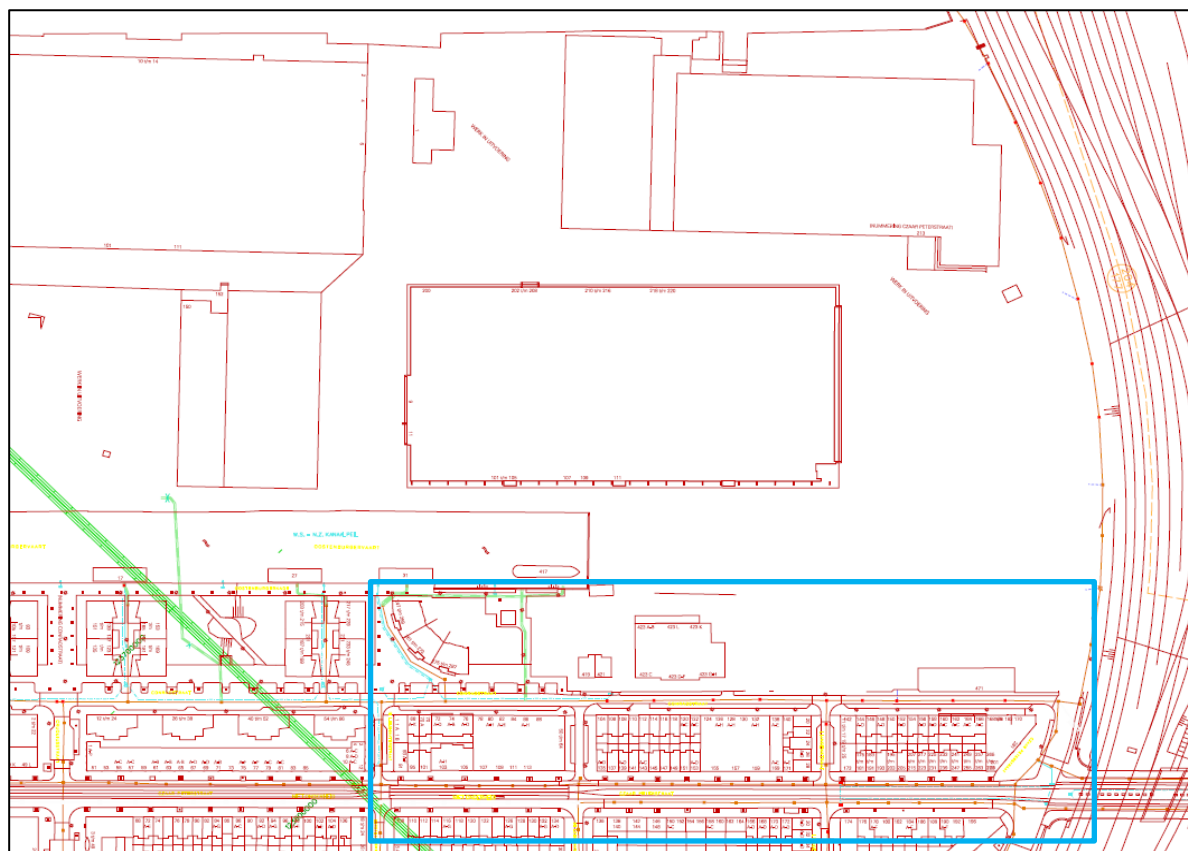
Figuur 6: Impressie waterkeringen/kades in de huidige situatie langs de projectlocatie

#### 4.3. Riolering en drainage

Bij Waternet is informatie opgevraagd over de aanwezigheid van riolering en drainage in de omgeving van de projectlocatie. De projectlocatie zelf is niet in eigendom en beheer van de gemeente. Daarom is er bij de gemeente geen informatie aanwezig over de aanwezigheid van riolering en drainage op de projectlocatie zelf. Wel is er informatie ontvangen over de riolering en drainage ten oosten van de projectlocatie (Figuur 8) in de Conradstraat en de Czaar Peterstraat. Een uitsnede hiervan is weergegeven in Figuur 7, waarbij de oranje lijnen in de Conradstraat en de Czaar Peterstraat de gemengde riolering aangeven. De blauwe stippellijn geeft de ligging van de drainage weer. Betreft in Figuur 7 links in de Conradstraat (aangesloten op het oppervlaktewater) en rechts in de Czaar Peterstraat (aangesloten op het gemengde riool). Over een lengte van ca. 90 m is geen drainage aanwezig.



Figuur 7: Uitsnede blauwe vlak in Figuur 8 riolering en drainage



Figuur 8: Impressie waterkeringen/kades in de huidige situatie langs de projectlocatie

#### 4.4. Grondwaterstand en stijghoogte

Voor onderhavig onderzoek is gebruik gemaakt van de volgende grondwaterstand en stijghoogte informatie:

- Langjarige data uit 4 freatische peilbuizen van Waternet (ten oosten van de projectlocatie);
- Langjarige stijghoogtedata uit 3 peilbuizen van Waternet met filter in de 1e zandlaag (peilbuizen op ca. 150 tot 450 m afstand van de projectlocatie);
- Meetgegevens van 6 freatische peilbuizen op de projectlocatie (meetperiode 16 december 2016 t/m 7 februari 2017).

De stijghoogtegegevens van Waternet zijn uitgewerkt tot tijd-stijghoogtegrafieken en in bijlage A4 gepresenteerd. In bijlage A3 zijn de locaties van de peilbuizen van Waternet op een topografische ondergrond gepresenteerd. De locaties van de Fugro-peilbuizen zijn weergegeven bijlage A2. De door Fugro gemeten grondwaterstanden zijn uitgewerkt tot tijd-stijghoogtegrafieken met de neerslag van KNMI-station 240 [Schiphol] en in bijlage A5 gepresenteerd.

Op basis van de beschikbare informatie zijn voor de projectlocatie representatieve grondwaterstanden en stijghoogten afgeleid en in Tabel 2 gepresenteerd.

Tabel 2: Grondwaterstand- en stijghoogte op de projectlocatie

Grondwaterstand/stijghoogte [NAP m] en ontwatering [MV m]			
Bodemlaag	Hoog	Gemiddeld	Laag
Topzandlaag (1) [projectlocatie metingen Fugro]	Gws: +0,6 à -0,2 Ontwatering: 0,1 à 1,0	Gws: +0,2 à -0,4 Ontwatering: 0,5 à 1,2	Gws: +0,1 à -0,5 Ontwatering: 0,7 à 1,2
Topzandlaag (1) [Oostzijde Czaar Peterstraat projectlocatie peilbuizen waternet]	Gws: -0,1 à -0,2 Ontwatering: 1,1 à 1,2	Gws: -0,2 à -0,3 Ontwatering: 1,2 à 1,3	Gws: -0,4 Ontwatering: 1,4
Wadzandlaag (3)*	-0,3	-0,5	-0,6
Eerste watervoerend pakket (5)	-1,1	-1,3	-1,5

\* Er zijn geen metingen van de stijghoogte in de Wadzandlaag beschikbaar. Aangenomen wordt dat de stijghoogte in de Wadzandlaag ca. 0,1 à 0,2 m lager is als de freatische grondwaterstand.

#### 4.5. Neerslag informatie KNMI (meetperiode december 2016 t/m februari 2017)

Voor de interpretatie van de gemeten grondwaterstand binnen de meetperiode zijn de maandoverzichten (KNMI) geraadpleegd. Hieruit wordt opgemaakt dat het vanaf september 2016 t/m januari 2017 landelijk gezien relatief droog was.

##### September 2016

Met gemiddeld over het land 24 mm regen was de maand zeer droog. Het langjarig gemiddelde is 78 mm. De meeste neerslag viel in het noorden, plaatselijk ongeveer 50 mm.

##### Oktober 2016

Het overwegend rustige herfstweer resulteerde in weinig neerslag. Met landelijk gemiddeld 54 mm neerslag tegen een langjarig gemiddelde van 83 mm was de maand dan ook vrij droog.

##### November 2016

De hoeveelheid neerslag lag met gemiddeld over het land 77 mm iets onder het langjarig gemiddelde van 82 mm.

##### December 2016

Met gemiddeld over het land 23 mm neerslag tegen een langjarig gemiddelde van 80 mm verliep de maand zeer droog.

##### Januari 2017

Met gemiddeld over het land 57 mm tegen een langjarig gemiddelde van 73 mm, was januari aan de droge kant.

##### Februari 2017

Nog niet beschikbaar.

## **5. THEORETISCHE ANALYSE BARRIEREWERKING**

Na realisatie vormen de kelders een barrière tegen grondwaterstroming. De mate waarin deze barrière zal leiden tot stijgingen en/of dalingen van de grondwaterstand is afhankelijk van de volgende vier factoren:

1. De mate van de horizontale grondwaterstroming;
2. De omvang van de barrière die gerealiseerd wordt in relatie tot de stromingsrichting van het grondwater;
3. De diepte van de barrière die gerealiseerd wordt in relatie tot de bodemgesteldheid en de mate waarin de ondergrondse bouwdelen watervoerende lagen doorsnijden;
4. De bodemgesteldheid (de verticale doorlatendheid) van de lagen onder de barrière.

Boven genoemde factoren zijn nader toegelicht in de “Theoretische onderbouwing barrièrewerking” (bijlage A4). In de volgende paragrafen wordt per watervoerende laag beoordeeld in hoeverre in onderhavige situatie aan de factoren wordt voldaan.

### **5.1. Laag 1 (Topzandlaag)**

Op basis van het oppervlaktewaterpeil (NAP -0,4 m), de gemiddelde grondwaterstand in de Czaar Peterstraat (ca. NAP -0,2 m/-0,3 m) en de op de projectlocatie gemeten hogere grondwaterstanden (van gemiddeld ca. NAP +0,2 m/+0,1 m) is vastgesteld dat er als gevolg van neerslag sprake is van een opbolling op de projectlocatie. Het grondwater in de topzandlaag stroomt vanaf het midden van de projectlocatie richting het oppervlaktewater dan wel richting het (deels gedraineerde) zandcunet van de Czaar Peterstraat. Deze stromingsrichting is terug te zien in de grondwaterstandsgegevens van Fugro. De meetgegevens in HB3 en HB6 laten een hogere grondwaterstand zien. Verwacht wordt dat deze hogere grondwaterstanden kunnen worden verklaard door de infiltrerende neerslag op het braakliggende terrein ten zuiden van de Oostenburgermiddenstraat en de Jacob Bontiusplaats en de groenstrook ten zuiden van de Isaac Titsinghkafe en de Rumphiusstraat.

De gemiddelde grondwaterstand neemt met 0,2 à 0,3 m / 100 m af richting het oppervlaktewater en de Czaar Peterstraat.

De lange zijde van de kelders is haaks gesitueerd op de stroomrichting. De lengte van deze zijden varieert van ca. 70 m tot ca. 240 m. Omdat dit een relatief grote barrière betreft kan het grondwater niet zondermeer om de kelder heen stromen zonder dat dit leidt tot opstuwing van de grondwaterstand. Omdat de kelder de gehele topzandlaag afsluit en onder de topzandlaag een ca. 10 m dik pakket aan slecht waterdoorlatende lagen aanwezig is, kan het grondwater ook niet onder de kelder doorstromen.

Conclusie: binnen de freatische topzandlaag is sprake van een beperkte grondwaterstroming richting het oppervlaktewater en de Czaar Peterstraat. Omdat deze stroming geblokkeerd wordt door de kelders die de topzandlaag volledig afsluiten, dient rekening te worden gehouden met een grondwaterstandseffect. Dit effect wordt met berekeningen gekwantificeerd (hoofdstuk 6).



## **5.2. Laag 3 (Wadzandlaag)**

De wadzandlaag wordt niet in alle sonderingen in de omgeving van de projectlocatie aangetroffen. Daar waar de wadzandlaag wel is aangetroffen is de dikte beperkt (ca. 0,5 à 1,0 m). Verwacht wordt dat deze laag beperkt watervoerend is. Bij Fugro zijn geen grondwaterstandsgegevens beschikbaar van peilbuizen in de Wadzandlaag. De verwachting is dat de stijghoogte in de Wadzandlaag beperkt lager is dan de freatische grondwaterstand en minder fluctueert. Vanwege het beperkte grondwaterverhang en de naar verwachting beperkte doorlatendheid, vindt er in de Wadzandlaag geen significante grondwaterstroming plaats.

Conclusie: In de Wadzandlaag is geen sprake van significante horizontale grondwaterstroming. De bouw van de kelder zal hierdoor niet leiden tot significante stijgingen en/of dalingen van de grondwaterstand. Het is derhalve niet nodig de effecten op de stijghoogte met een grondwatermodel te kwantificeren. Daarnaast zal een stijging of daling van de stijghoogte (ordegrootte 0 tot 0,2 m) in de Wadzandlaag niet leiden tot droogstand van funderingshout, droogteschade aan begroeiing, wateroverlast, wateronderlast of het opbarsten van watergangen.

## **5.3. Laag 5 (1e zandlaag)**

Uit de stijghoogtegegevens van Waternet blijkt dat het grondwater in de 1<sup>e</sup> en 2<sup>e</sup> zandlaag richting het zuidwesten stroomt (grondwaterverhang > 10 cm / 100 m).

Voor dit onderzoek wordt aangenomen dat de permanente damwanden de 1<sup>e</sup> zandlaag niet zullen doorsnijden. Deze aanname dient in een volgende fase aan de hand van het met geotechnische berekeningen bepaalde inheinniveau te worden geverifieerd. Er wordt hier dan ook geen barrièrewerking verwacht.

Conclusie: In de 1<sup>e</sup> zandlaag is sprake van een beperkte grondwaterstroming. Vanwege het niet doorsnijden van deze laag wordt geen barrièrewerking verwacht. Opgemerkt wordt dat indien deze zandlaag wel door damwanden wordt doorsneden en er stijgingen en dalingen van de stijghoogte (ordegrootte 0 tot 0,2 m) optreden, leidt dat niet tot droogstand van funderingshout, droogteschade aan begroeiing, wateroverlast, wateronderlast of het opbarsten van watergangen. Het is derhalve niet nodig de effecten op de stijghoogte in de 1<sup>e</sup> zandlaag met een grondwatermodel te kwantificeren.

## 6. BEREKENINGEN EN EFFECTEN

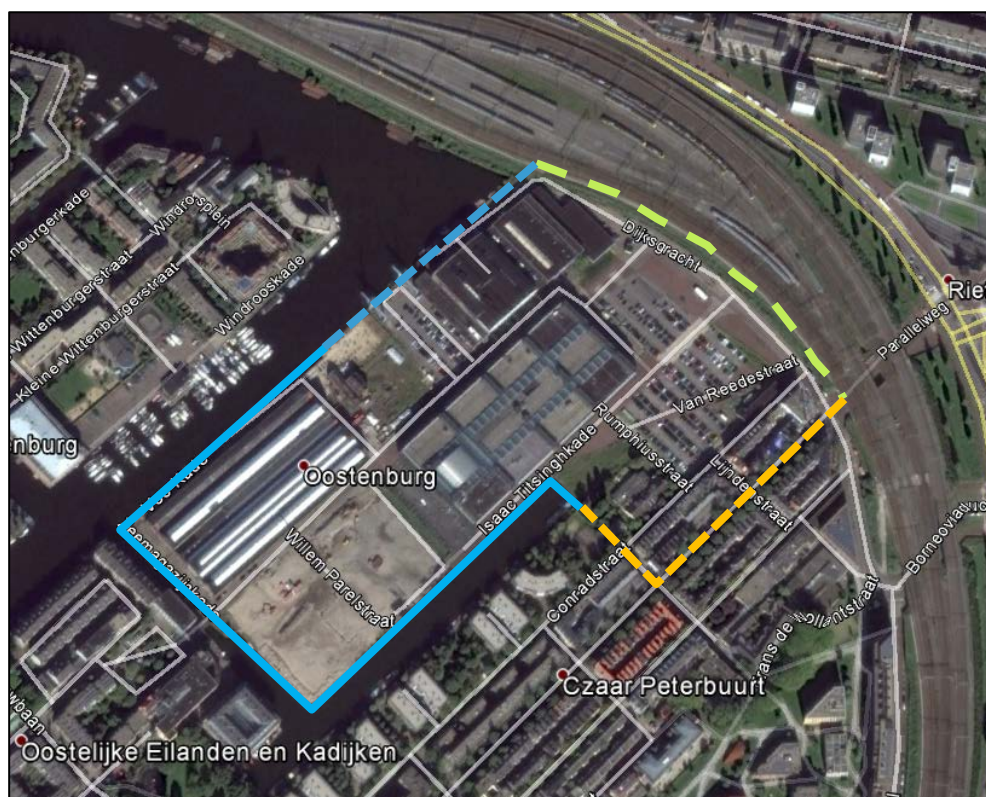
Om het effect van de kelder op de grondwaterstand in de topzandlaag te kunnen kwantificeren is een grondwatermodel opgezet. Het model is gekalibreerd aan de hand van de beschikbare grondwaterstandsdata en vervolgens doorgerekend voor de keldervarianten en de twee verhardingsscenario's, zoals beschreven in paragraaf 2.3. De opbouw van het model en de modelresultaten zijn in dit hoofdstuk beschreven.

### 6.1. Modelbeschrijving

Het grondwatermodel is opgezet met het eindige elementen softwarepakket MicroFEM. Het model is bedoeld om de freatische grondwaterstand in het projectgebied te berekenen, en is niet geschikt voor het berekenen van grondwaterstroming in diepere watervoerende lagen.

### 6.2. Modelgrens

De aangehouden modelgrens is weergegeven in Figuur 9. Het oppervlaktewater (blauwe lijn/stippellijn) is aangehouden als modelgrens en is gemodelleerd als een vaste stijghoogte met een infiltratie-/drainageweerstand. Aan de noordzijde wordt het model begrensd door een damwand langs het spoor "no flow boundaries" (groene stippellijn). Aan de oostzijde wordt voor de Czaar Peterstraat een modelgrens gelegd die grotendeels wordt bepaald door de aanwezigheid van drainage (oranje stippellijn) door een vaste stijghoogte in combinatie met een infiltratie-/drainageweerstand. De ondergrens van het model wordt gemodelleerd door een vaste stijghoogte in het 1e watervoerend pakket. De gekozen modelgrenzen liggen op voldoende grote afstand van de projectlocatie om randeffecten op de projectlocatie te voorkomen.



Figuur 9: Gehanteerde modelgrenzen

### 6.3. Bodemparameters

De gehanteerde modelparameters en randvoorwaarden zijn in Tabel 3 gepresenteerd.

Tabel 3: Modelparameters en randvoorwaarden

	Parameter	Waarde
Topzandlaag	Niveau onderkant pakket	NAP -1,0 m (integraal opgehoogd gebied, zie § 4.1)
	Doorlaatvermogen (kD)	5 m <sup>2</sup> /dag 0 m/dag (ondergrondse constructies)
	Freatische bergingscoëfficiënt (s)	0,2
Topzandlaag	Vaste grondwaterstand (door drain)	NAP -0,2 m
Deklaag	Weerstand (c)	5000 dagen
Eerste zandlaag	Stijghoogte	NAP -1,3 m
Oppervlaktewater	Vaste stijghoogte	NAP -0,4 m
Drainage	Infiltratie/drainageweerstand (c)	5 à 50 dagen (Oppervlaktewater/kade)

### 6.4. Grondwateraanvulling door neerslag

In het model wordt de grondwaterstand berekend volgens de systematiek uit het beleidsdocument Integraal Technisch Beleidsrapport Behorend bij Gemeentelijk Rioleringsplan Amsterdam (GRP) 2016-2021. Deze systematiek houdt in dat de gemiddelde grondwaterstand wordt berekend door het model stationair door te rekenen met een gemiddelde netto neerslag. De hoge grondwaterstand wordt vervolgens berekend door na de stationaire model run het model 10 dagen door te rekenen met een tiendaagse neerslaggebeurtenis met een herhalingstijd van 1 keer per 2 jaar.

In de berekeningen wordt uitgegaan van een gemiddelde grondwateraanvulling door neerslag en de tiendaagse neerslaggebeurtenis. Deze waarden zijn gebaseerd op de gemiddeld gemeten neerslag bij KNMI-meetstation Amsterdam en de gemiddeld gemeten referentie-gewasverdamming bij KNMI-meetstation de Bilt. De grondwateraanvulling is berekend door de gemeten neerslag te vermenigvuldigen met een afvoercoëfficiënt (0,90 voor verhard oppervlak en 0,15 voor onverhard oppervlak) en hier de gemeten verdamping vermenigvuldigd met een gewasfactor (0,10 voor verhard oppervlak en 1,00 voor onverhard oppervlak) van af te trekken. De in de berekeningen aangehouden geschatte percentages verhard/onverhard oppervlak zijn weergegeven in Tabel 4.

Tabel 4: Verhouding verhard/onverhard en neerslaghoeveelheid per scenario

Scenario	Verhardingstype	Verhouding	Neerslag gemiddeld	Neerslag hoog
1a	Dak, straat /onverhard	98/2	0,25 mm/dag	0,93 mm/dag
1b	Dak, straat /onverhard	0/100	0,93 mm/dag	6,78 mm/dag
2*	Dak, straat/onverhard	100/0	0,24 mm/dag	0,83 mm/dag
3*	Dak, straat /onverhard	68/32	0,46 mm/dag	2,73 mm/dag

\* Bij de verdeling van de oppervlakken (verhouding) is rekening gehouden dat er ter plaatse van de kelders geen hemelwater kan infiltreren.

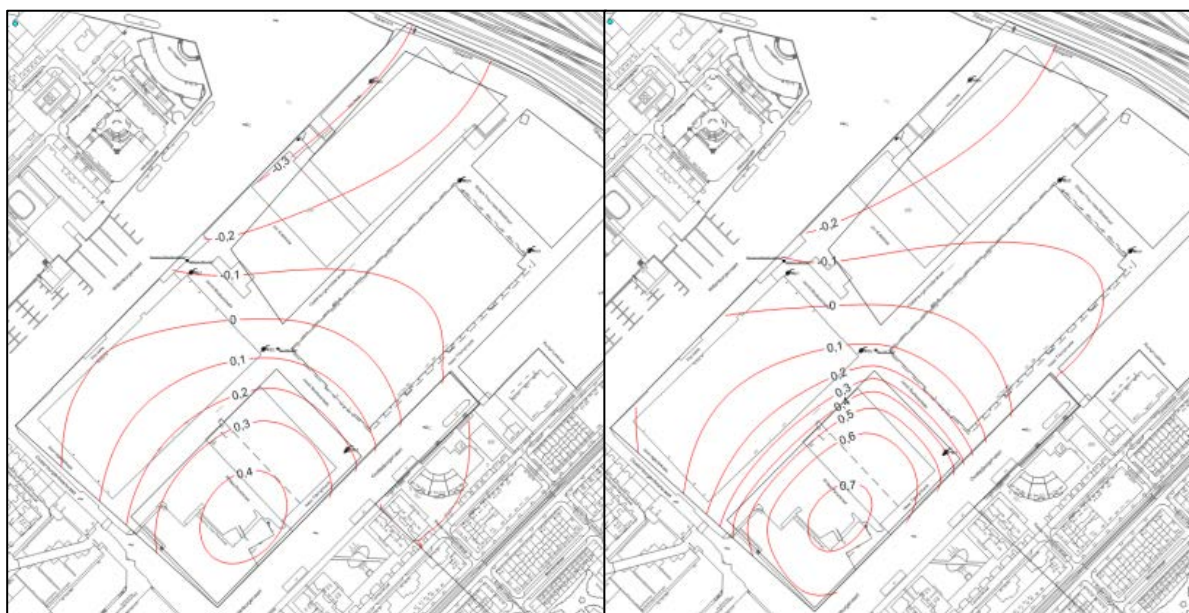
### 6.5. Modelkalibratie

Het model is gekalibreerd op basis van de gemeten gemiddelde en hoge grondwaterstand in de

Fugro peilbuizen. De resultaten van de modelkalibratie zijn per peilbuis in Tabel 5 opgenomen. Een overzicht van het berekende grondwaterstandsverloop in de gemiddelde en hoge situatie is weergegeven in Figuur 10.

Tabel 5: Resultaat modelkalibratie

Peilbuis	Afwijking gemiddelde [m]	Afwijking piekwaarde [m]
HB1	+0,0	-0,2
HB2	+0,0	-0,2
HB3	+0,0	-0,2
HB4	-0,1	+0,0
HB5	+0,0	-0,1
HB6	-0,2	-0,5



Figuur 10: Kalibratie model berekende grondwaterstanden [in m t.o.v. NAP], gemiddelde (links) en hoog rechts

#### Invoed kadeafwerking op de grondwaterstand

Peilbuis HB4 ligt direct naast het oppervlaktewater. Opvallend zijn de relatief lage gemeten grondwaterstanden (ca. NAP -0,4 m) en de grillige fluctuatie. Verwacht wordt dat de grondwaterstand hier overeen komt het oppervlaktewaterpeil. Hier is een “oude” damwand langs het oppervlaktewater aanwezig (zie ook Figuur 6). Peilbuizen HB1 en HB3 nabij het oppervlaktewater laten een ca. 0,2 m à 0,4 m hogere grondwaterstand zien. De kadeafwerking is hier vernieuwd. In de berekeningen is onderscheid gemaakt in oppervlaktewater met een “oude” kadeafwerking (zie de blauwe stippellijn in Figuur 9) en “nieuwe” kadeafwerking (zie de blauwe lijn). Voor de “oude” kadeafwerking is een lagere weerstand (c-waarde is 5 dagen) en voor de “nieuwe” kadeafwerking is hogere weerstand (c-waarde is 50 dagen) in de berekeningen aangehouden.

#### Invoed infiltratie neerslag (bij onverhard oppervlak) op de grondwaterstand

Wat verder opvalt, zijn de gemeten relatief hoge grondwaterstanden in peilbuizen HB3 en HB6. Verwacht wordt dat deze hogere grondwaterstanden kunnen worden verklaard door de infiltrerende

neerslag op het braakliggende terrein ten zuiden van de Oostenburgermiddenstraat en de Jacob Bontiusplaats en de groenstrook ten zuiden van de Isaac Titsinghkade en de Rumphiusstraat. Gezien de omvang van het braakliggende terrein ten zuiden van de Oostenburgermiddenstraat en de Jacob Bontiusplaats (zie ook Figuur 3 en “scenario 1b” in Tabel 4) is dit in het grondwatermodel van de bestaande situatie meegenomen. Zoals uit Tabel 3 kan worden opgemaakt komt de in de berekeningen aangehouden grondwaterstand voor HB3 aardig overeen. Gezien de voor dit onderzoek relatief beperkte afmetingen van de groenstrook ten zuiden van de Isaac Titsinghkade en de Rumphiusstraat is hier geen rekening mee gehouden in het grondwatermodel. De in het grondwatermodel berekende grondwaterstand ligt hier dan ook lager dan gemeten in peilbuis HB6.

#### Beoordeling kalibratie model

De berekende grondwaterstanden in de gemiddelde situatie komen goed overeen met wat is gemeten. De berekende grondwaterstanden bij hoge neerslag zijn ca. 0,2 m lager dan gemeten. Voor het verkrijgen van inzicht in het optreden van barrièrewerking geeft dit model voldoende inzicht.

### 6.6. Modelresultaten

Met het gekalibreerde grondwatermodel zijn voor scenario 2 en 3 (zie paragraaf 2.3) berekeningen uitgevoerd, met en zonder kelders om inzicht te krijgen in het optreden van barrièrewerking. De berekeningsresultaten zijn weergegeven in Tabel 6, Figuur 11 en Figuur 12. Het betreft de berekende verandering van de gemiddelde freatische grondwaterstand als gevolg van de realisatie van de kelders. De berekende verandering van de hoge freatische grondwaterstand is niet gepresenteerd, omdat deze vrijwel gelijk zijn aan de verandering van de gemiddelde freatische grondwaterstand.

Tabel 6: Maximaal berekende grondwaterstandsverandering

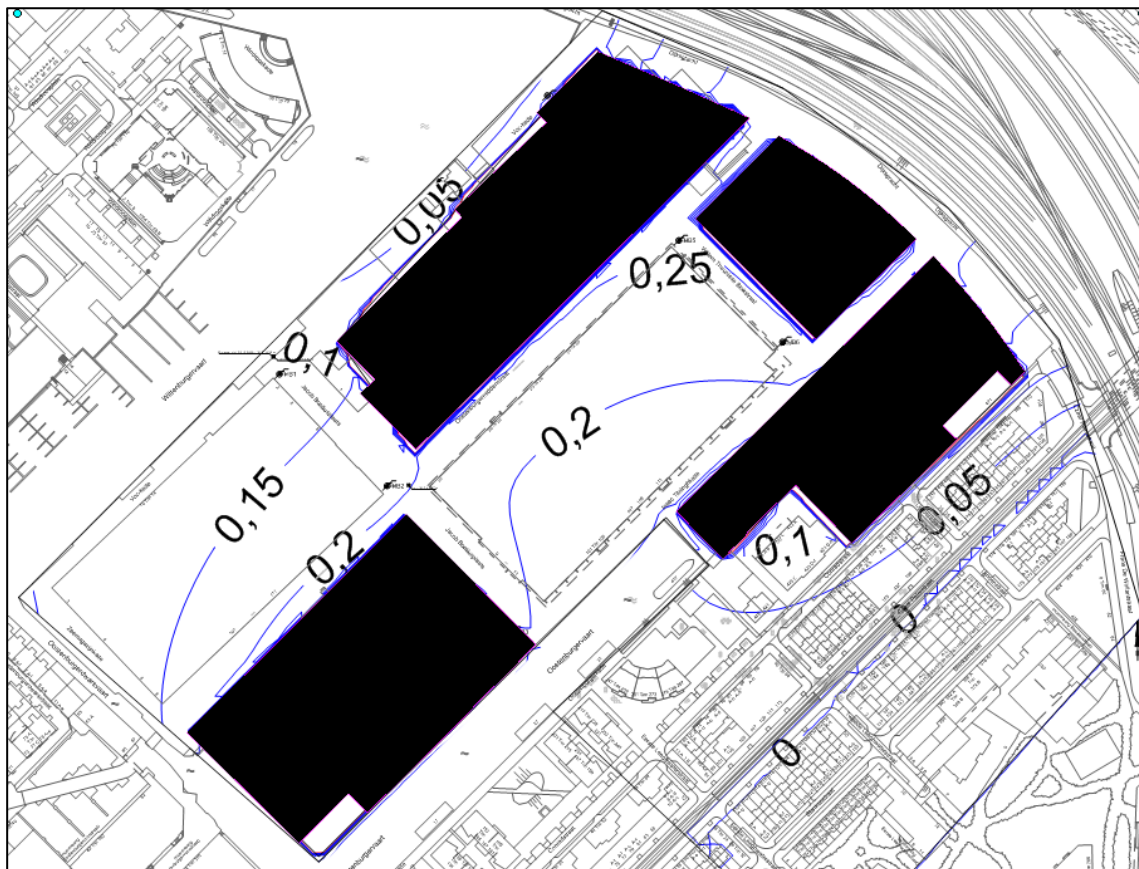
Scenario	Maximaal berekende grondwaterstandsverandering	
	Verlaging	Verhoging
2	0 cm	0,1 à 0,25 m
3	0 cm	0,1 à 0,7 m

Uit de uitgevoerde berekeningen blijkt dat er bij scenario 2 en 3 sprake is van een stijging van de freatische grondwaterstand tot ca. 0,25 m à 0,7 m door het aanleggen van de kelders. De redenen voor deze stijging zijn:

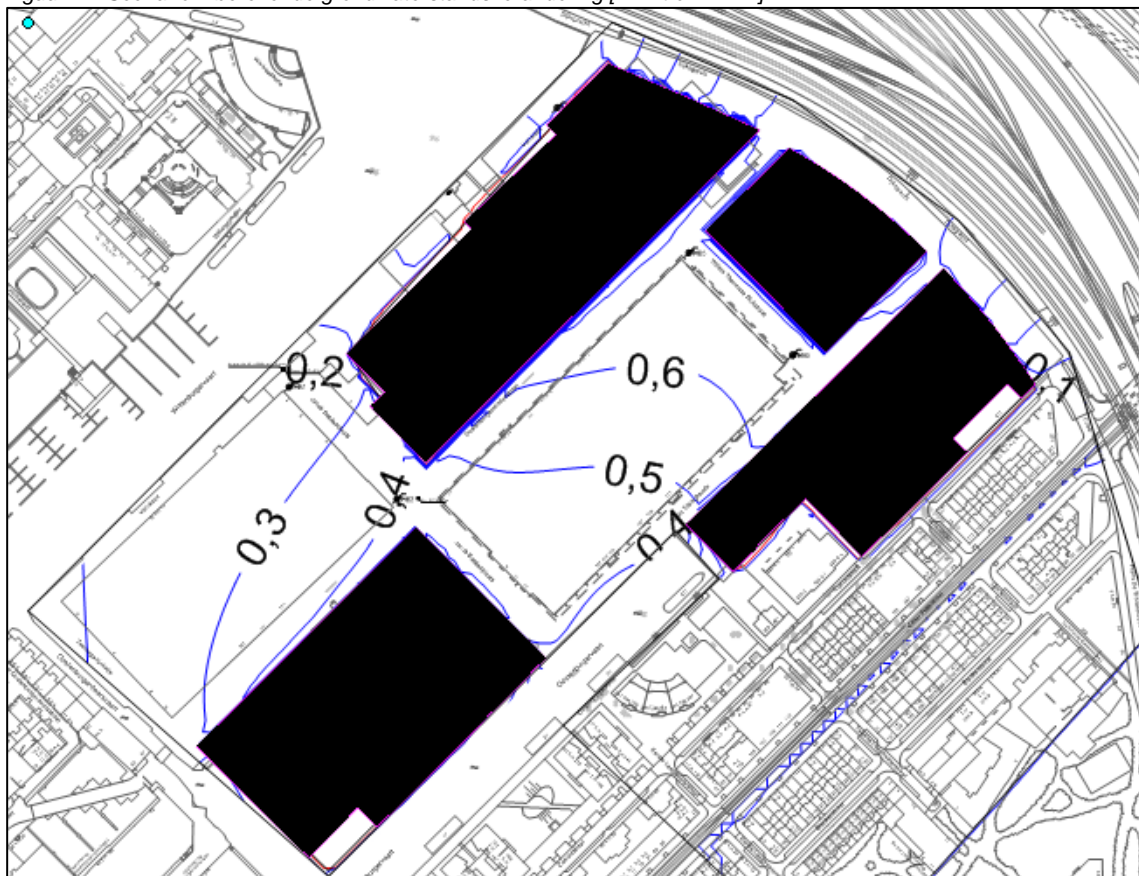
- De volledige afsluiting van de topzandlaag bij de kelders;
- De ligging van de kelders t.o.v. de ontwateringsmiddelen (oppervlaktewater en drainage);
- De situering van de kelders met de lange zijde haaks op de stroomrichting;
- De damwand langs het spoortalud.

Er wordt nagenoeg geen verlaging berekend <0,05 m.

Bij scenario 3 is er een extra stijging tussen de kelders berekend, door extra infiltrerende neerslag/afstromend grondwater vanaf de kelders bij aanleg van onverharde tuinen op de kelders. De berekende effecten treden vooral op binnen de projectlocatie zelf. Naar de omgeving (Conradstraat en de Czaar Peterstraat) zijn de berekende grondwaterstandsverandering in scenario 2 en 3 beperkt tot een maximale peilstijging van 0,1 m direct langs de zuidzijde van de kelder 4.



Figuur 11: Scenario 2 berekende grondwaterstandsverandering [in m t.o.v. NAP]



Figuur 12: Scenario 3 berekende grondwaterstandsverandering [in m t.o.v. NAP]

## 6.7. Omgevingseffecten (Conradstraat en de Czaar Peterstraat)

### Ontwatering en kruipruimtes

In de huidige situatie wordt ruim voldaan aan de ontwateringsnormen voor bebouwing met kruipruimte en wegen (paragraaf 3.1). Deze normen komen als gevolg van de berekende stijging van de grondwaterstand niet in het geding.

Voor bestaande kruipruimtes in de omgeving geldt dat een stijging van de grondwaterstand als gevolg van de kelder niet mag leiden tot (een toename van) water- en/of vochtoverlast. Het is onbekend of er in de huidige situatie in de Conradstraat panden zijn met water- en/of vochtoverlast. Tussen de toekomstige kelder 4 en de panden langs de Conradstraat is een wegcunet (met zand) aanwezig, waardoor eventuele beperkte peilstijgingen direct ten zuiden van de kelder 4 niet tot een stijging van de freatische grondwaterstand bij de woningen zullen leiden.

### Droogstand funderingshout

Er wordt ten zuiden van kelder 4 geen grondwaterstandsverlaging berekend als gevolg van de barrièrewerking. Daarmee leidt deze kelder niet tot (een toename van) droogstand van het funderingshout van de panden in de Conradstraat.

### Begroeiing

De berekende stijging van de grondwaterstand ter plaatse van de bomen is minder dan 10 cm. Een dergelijke stijging wordt acceptabel geacht.

## 6.8. Omgevingseffecten binnen het plangebied

### Ontwatering en kruipruimtes

In de huidige situatie is de ontwatering plaatselijk onvoldoende. Er wordt plaatselijk niet voldaan aan de ontwateringsnormen voor bebouwing met en zonder kruipruimten en wegen (zie paragraaf 3.1). Als gevolg van de berekende stijging kan de grondwaterstand verder stijgen en neemt de ontwatering verder af. Dat is ongewenst.

Onbekend is of er onder de bestaande bebouwing binnen het plangebied (Van Gendthallen en Init) kruipruimtes aanwezig zijn. Een stijging van de grondwaterstand als gevolg van de kelders mag niet leiden tot (een toename van) water- en/of vochtoverlast. Het is onbekend of er in de huidige situatie bij deze bebouwing water- en/of vochtoverlast wordt ervaren. Geadviseerd wordt aanvullend onderzoek te doen naar de aanwezigheid van kruipruimten onder deze bebouwing en/of er in de huidige situatie water- en/of vochtoverlast wordt ervaren. Met deze informatie dienen de effecten van de inrichtingsplannen op de bestaande bebouwing te worden getoetst, op basis hiervan mogelijke maatregelen of uitvoeringsvoorwaarden kunnen worden opgesteld.

### Droogstand funderingshout

Er worden geen grondwaterstandsverlagingen berekend als gevolg van de barrièrewerking door de aanleg van de kelders. Er wordt dan ook geen (een toename van) droogstand van het funderingshout van de bebouwing binnen de projectlocatie verwacht.

### Begroeiing

Door de berekende stijging van de grondwaterstand is de ontwatering plaatselijk beperkt. Geadviseerd wordt bij het inrichtingsplan rekening te houden met de ontwatering en hierop de beplanting aan te passen, dan wel maatregelen te treffen.

## **6.9. Beheersmaatregelen**

Uit paragraaf 6.6 blijkt dat de mogelijke bouw van de kelders kan leiden tot een significante stijging van de grondwaterstand binnen het plangebied. De ontwatering in de huidige situatie is plaatselijk al beperkt/onvoldoende. Een stijging kan leiden tot onvoldoende ontwatering (e.e.a. afhankelijk van de aanwezigheid van kruipruimten onder de Van Gendthallen en Init).

Deze negatieve effecten kunnen door het stellen van voorwaarden aan de uitvoering of met beheersmaatregelen worden beperkt/voorkomen.

### Voorwaarden:

- Door voorwaarden te stellen aan de uitvoering en omvang van de onverharde terreinen (tuinen) op de kelders kan een peilstijging van de grondwaterstand worden beperkt. Zie ook het verschil in berekende barrièrewerking tussen Figuur 11 en Figuur 12;
- Door de afmetingen van de kelders aan te passen of de kelders te compartimenteren met een doorvoer uitgevoerd in goed doorlatend zand tussen de kelders;
- Door eisen te stellen aan het afschot en afstroomrichting kan worden bepaald waar het grondwater naar toe wordt afgevoerd.

### Beheersmaatregelen:

- Aanleggen van een grindkoffer rondom de kelders. Deze maatregel zal de berekende effecten slechts gedeeltelijk compenseren;
- De ontwatering wordt grotendeels bepaald door het naastgelegen oppervlaktewater. De waterremming van de kadeconstructies is zeer bepalend voor de ontwatering op de projectlocatie. Er is geen informatie beschikbaar over de uitvoering van de kadeconstructies. Het lijkt dat de vernieuwde kadeconstructies zorgen voor een stijging van de freatische grondwaterstand. Geadviseerd informatie over de uitvoering van de kadeconstructies op te vragen en na te gaan of de doorlatendheid van deze kadeconstructies kan worden vergroot. Dit om de ontwatering binnen het plangebied voldoende te kunnen garanderen;
- Het maaiveldniveau binnen de projectlocatie varieert. Voorgesteld wordt bij de nieuwbouw het maaiveldniveau beperkt te verhogen voor een verbetering van de ontwateringsdiepte. Deze beperkte verhoging van het maaiveld mag niet leiden tot problemen met de afwatering van de bestaande bebouwing binnen het plangebied en in de directe omgeving. Opgemerkt wordt dat bij het ophogen van het maaiveld zettingen kunnen optreden. Geadviseerd wordt hier vooraf rekening mee te houden bij het uitwerken van het inrichtingsplan;
- Gezien het risico op grondwaterstandstijging op de projectlocatie wordt geadviseerd het toepassen van waterdoorlatende verharding te beperken. Dit kan leiden tot een ongewenste stijging van de grondwaterstand. Opgemerkt wordt dat dit advies kan conflicteren met het "rainproof" ontwikkelen van het plangebied. Dit dient nader te worden onderzocht.



## **7. CONCLUSIES EN AANDACHTSPUNTEN**

### **7.1. Conclusies**

Uit de theoretische analyse (hoofdstuk 5) blijkt dat er geen risico bestaat op significante stijghoogteveranderingen in de Wadzandlaag, 1<sup>e</sup> zandlaag en 2<sup>e</sup> zandlaag.

Uit modelberekeningen (hoofdstuk 6) blijkt dat door de aanleg van de kelders er een significante stijging van de grondwaterstand binnen het plangebied kan optreden. Geadviseerd wordt om maatregelen te treffen om de barrièrewerking te tegen te gaan.

Naast barrièrewerking wordt de berekende stijging van de grondwaterstand sterk bepaald door de hoeveelheid onverhard oppervlak die binnen het plangebied wordt gerealiseerd (scenario 2 en 3).

De ontwatering binnen het plangebied is plaatselijk onvoldoende. Nagagaan dient te worden of er onder de bestaande bebouwing binnen het plangebied (Van Gendthallen en Init) kruipruimtes aanwezig zijn en/of sprake is van water- en/of vochtoverlast. Met deze informatie kan worden beoordeeld of een eventuele peilstijging door het optreden van barrièrewerking leidt tot (een toename van) water- en/of vochtoverlast. Dat is ongewenst.

Buiten het plangebied (Conradstraat) wordt een minimale peilstijging berekend van de grondwaterstand in de topzandlaag. Buiten het projectgebied wordt geen wateroverlast en/of een verslechtering van de situatie verwacht.

Er wordt een grondwaterstandsverlaging  $< 0,05$  m berekend als gevolg van de barrièrewerking. Er wordt geen (toename van) droogstand van het funderingshout van de panden in de Conradstraat en op de projectlocatie zelf verwacht.

### **7.2. Aandachtspunten**

Tijdens het uitvoeren van het grondonderzoek zijn verontreinigingen aangetroffen. Geadviseerd wordt de omvang en de ernst van de verontreinigingen te laten onderzoeken om vertragingen tijdens de uitvoering te voorkomen.

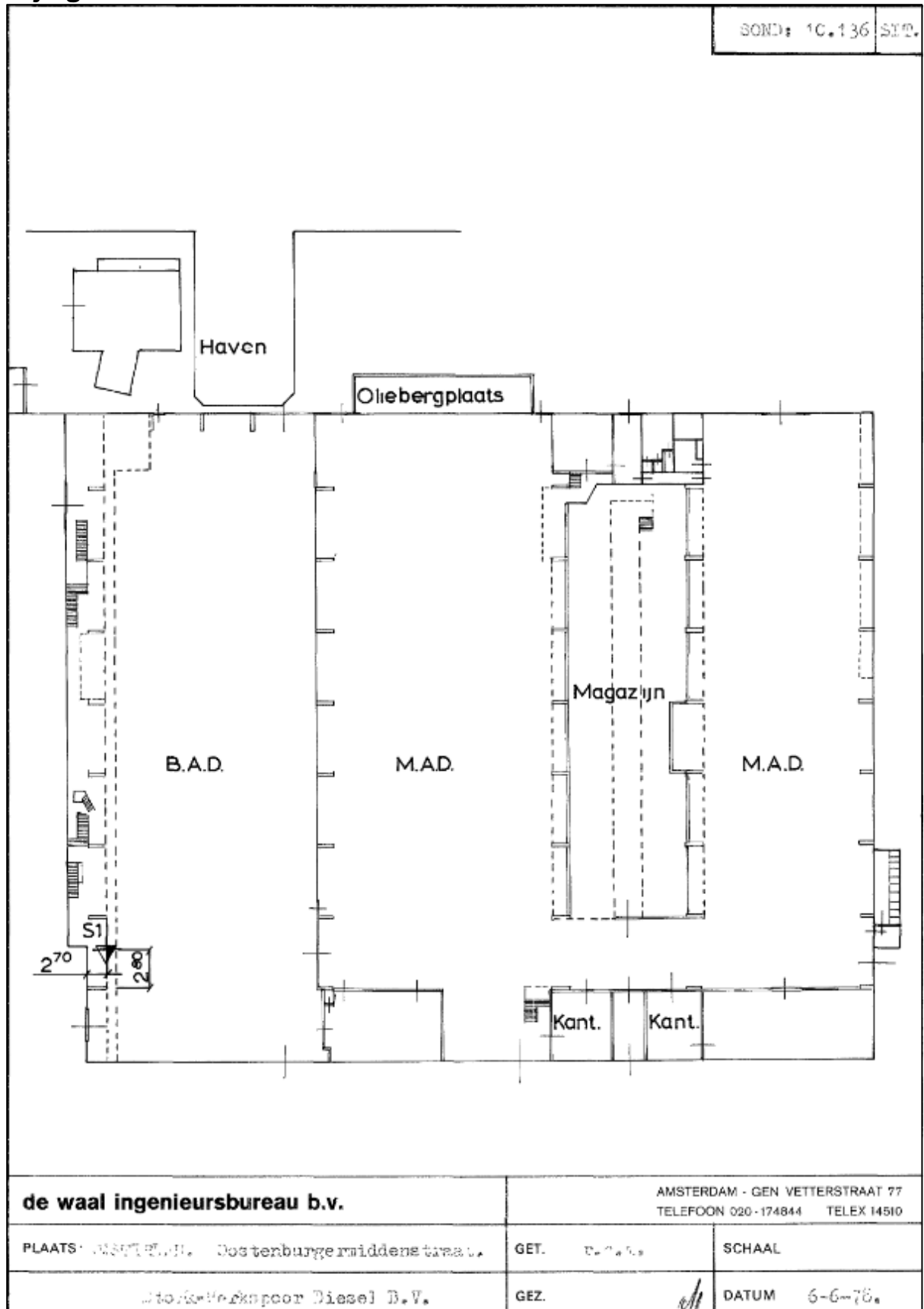
De informatie over de grondwaterstanden op de projectlocatie is beperkt, omdat de ontwatering plaatselijk onvoldoende is, wordt geadviseerd de grondwaterstand te blijven monitoren om beter inzicht te krijgen in de fluctuatie van de grondwaterstand op de projectlocatie.

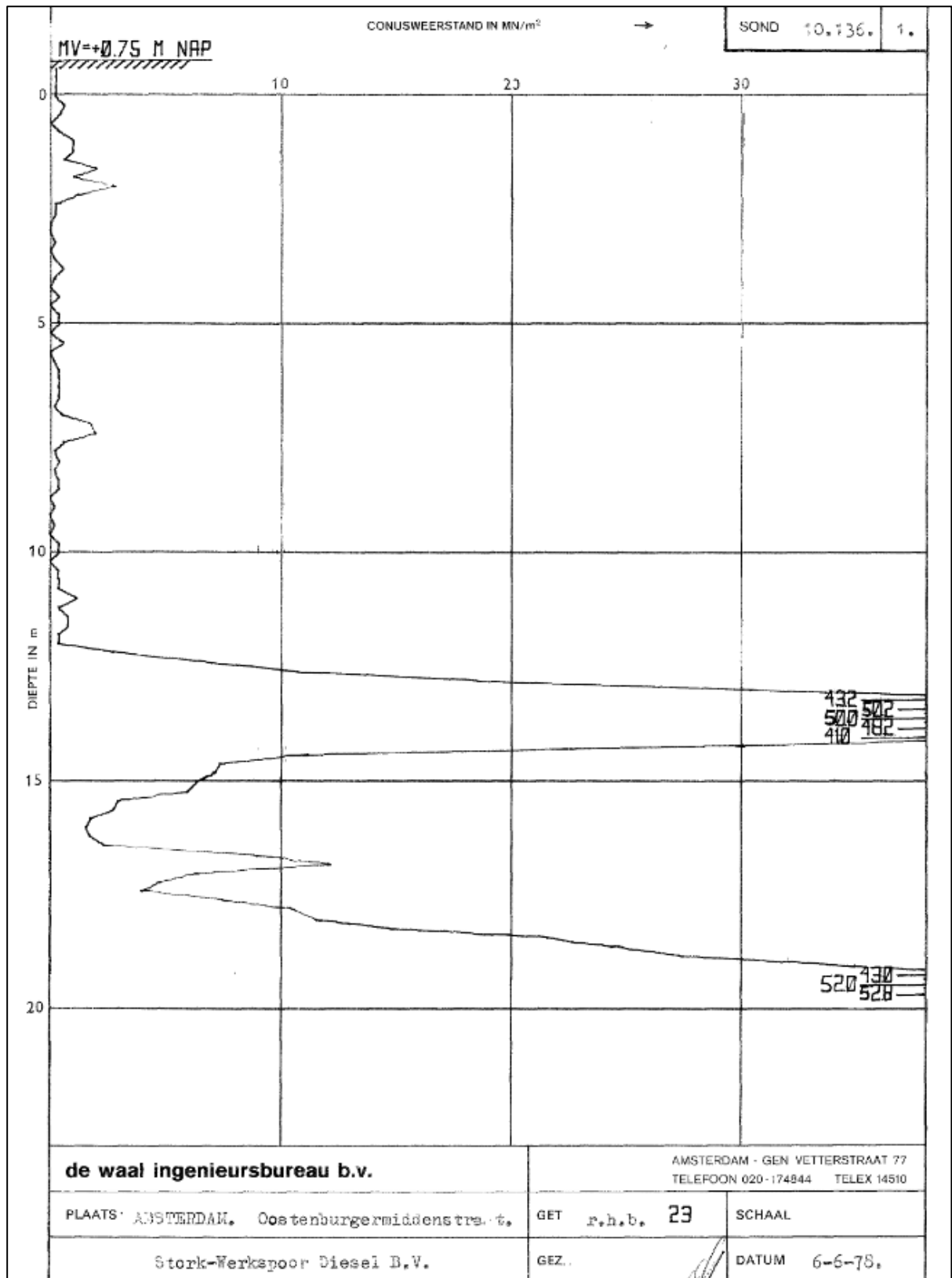
Naast het nemen van maatregelen om de effecten van barrière werking tegen te gaan wordt geadviseerd om bij het uitwerken van het inrichtingsplan rekening te houden met:

- Het beperken van de ruimte reservering voor onverharde of waterdoorlatende verharding;
- De doorlatendheid van de kadeconstructies;
- De hoogte van het ontwerpmaaiveldniveau.

Kelder 4 grenst aan de bebouwing van "Rosa Rita" (zie Figuur 1). Geadviseerd wordt voorafgaande aan de (kelder)bouw de geotechnische risico's op deze bestaande bebouwing te onderzoeken.

Bijlage A1





RAPPORTAGE

GEOTECHNISCH VELDWERK  
betreffende

**GEOHYDROLOGISCH ONDERZOEK  
STADSWERF OOSTENBURG  
TE AMSTERDAM**

Opdrachtnummer: 1116-0130-000

VERSIE	DATUM	OMSCHRIJVING WIJZIGING	PARAAF PROJECTLEIDER
1	3 januari 2017		

FILE: 1116-0130-000\_21.KRV01.doc

## RAPPORTAGE GEOTECHNISCH VELDWERK

Project	Geohydrologisch onderzoek Stadswerf Oostenburg te Amsterdam	Opdrachtnummer	1116-0130-000
Opdrachtgever	van Riezen & Partners Frederiksplein 1 1017 XK AMSTERDAM	Datum rapportage	3 januari 2017
		Uitvoeringsperiode	14 en 15 december 2016
Opgesteld door	G. Bosch		
Gecontroleerd door	B. Bosman		
Projectleider	ing. M.W. de Kwaadsteniet		
Documentnaam	1116-0130-000_21.KR01.doc		

Deze rapportage bevat de resultaten van het geotechnisch veldwerk dat ten behoeve van bovengenoemd project door Fugro GeoServices B.V. is uitgevoerd. De gerapporteerde resultaten van dit onderzoek mogen slechts worden gehanteerd voor het doel zoals in de opdracht is beschreven.

Tot deze rapportage behoren de volgende bijlagen:

- Situatiekening
- Veldboorstaten
- Continu Elektrisch Sonderen
- Legenda Terreinproeven en Grondsoorten

### 1. GEOTECHNISCH VELDWERK

Het geotechnisch veldwerk voor dit project heeft bestaan uit 6 handboring met peilbuis.

Voor een verklaring van de op de situatietekening gebruikte tekens en symbolen wordt verwezen naar de bijlage "Legenda Terreinproeven en Grondsoorten".

### 2. COORDINATEN EN HOOGTE VAN ONDERZOEKSPUNTEN

De hoogte en de coördinaten van de onderzoekslocaties zijn bepaald in NAP en RD. De maximale afwijking van de meting van de coördinaten bedraagt 10 cm, de maximale afwijking van de meting van de hoogte bedraagt 5 cm.

Tijdens de uitvoering van het onderzoek is een put en de kademuur ingemeten. De locaties en betreffende NAP-hoogte zijn aangegeven op de situatietekening.

De bijgevoegde situatietekening is gebruikt voor het aangeven van de onderzoekslocaties.

De hoogtebepaling van de onderzoekslocaties is uitgevoerd met als doel de bodemopbouw te refereren aan een vaste referentiehoogte. Deze gegevens zijn niet geschikt voor andere doeleinden dan dit onderzoek.

### 3. BOREN

Het boorwerk is handmatig uitgevoerd. Bij het handboren wordt doorgaans gebruik gemaakt van een edelmannboor (cohesieve gronden, klei, veen) en een handpuls (niet cohesieve grond, zand).

De werkzaamheden zijn uitgevoerd conform de NEN-EN-ISO 22475-1. De classificatie van de grond is uitgevoerd conform NEN 5104.

De in de boorgaten geïnstalleerde peilbuizen zijn geplaatst conform NEN-EN-ISO 22475-1. De filterdiepte, omstorting en afdichting zijn aangegeven op de betreffende boorstaten. De boringen met peilbuis zijn met bijbehorend symbool aangegeven op de situatietekening.

De boringen HB4 en HB5 zijn gestaakt omdat verder boren in verband met verontreiniging niet verantwoord was. Door de aanwezigheid van een puinlaag is boring HB6 niet op de geplande diepte gekomen.

#### **4. (GROND)WATERSTAND**

Het peil van een nabijgelegen open water is gedurende het grondonderzoek bepaald en is vermeld op de situatietekening. Deze waterstand is een eenmalige opname en bedoeld als een oriënterend gegeven.

Tijdens de uitvoering van het grondonderzoek is de grondwaterstand in het boorgaten aangetroffen op 0,5 m tot 0,9 m beneden maaiveld, hetgeen overeenkomt met circa NAP +0,2 m tot NAP -0,2 m. Deze grondwaterstand is een eenmalige opname en bedoeld als een oriënterend gegeven. De grondwaterstand kan in de tijd fluctueren onder invloed van de weersgesteldheid en de seizoenen.

#### **5. KWALITEITSBORGING**

Alle werkzaamheden zijn verricht in overeenstemming met het managementsysteem van Fugro GeoServices B.V. dat voldoet aan de NEN-ISO 9001:2008 en VCA \*\* 2008/05.



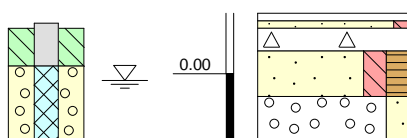
**Fugro GeoServices B.V.**  
 Kantoor Hardinxveld-Giessendam  
 Nijverheidsstraat 11  
 3371 XE Hardinxveld-Giessendam  
 Tel: 0184 - 620 700  
 Fax: 0184 - 620 711  
 www.fugro-nederland.nl

SITUATIE  
 GEOMORFOLOGISCH ONDERZOEK STADSWERF OOSTENBURG TE AMSTERDAM  
 Datum: 03-01-2017  
 Status: DEFINITIEF  
 Projectnummer: 1116-0130-000  
 Schaal: 1 : 500  
 Bladzijde: 1

Fugro  
 0 25 50 100 150 200 m

**Boring: HB1**

Peilbuis 1 Referentie (m tov NAP)


**Veldclassificatie**

Monsternr. Bodembeschrijving volgens NEN 5104

-0.80 tot 0.70	Verharding, klinker
0.70 tot 0.60	Zand, matig fijn, zwak siltig bruin
0.60 tot 0.30	Verharding, volledig puin
0.30 tot -0.30	Zand, matig grof, matig siltig, matig humeus, brokken klei bruin
-0.30 tot -0.90	Grind, fijn, matig zandig zwart

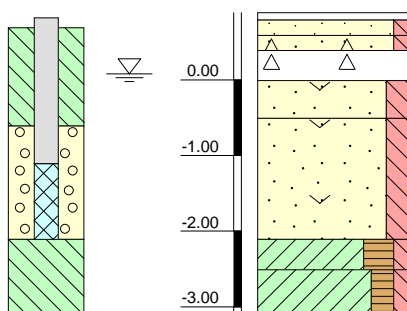
**Algemene opmerking:**

X: 123594.7	GWS (m tov NAP): -0.09	MV (m tov NAP): 0.80	Boorvloeistof:	Datum uitvoering: 14-12-2016
Y: 487225.6	GHG (m tov NAP):	bk PB1 (m tov NAP): 0.67	WS PB1 (m tov NAP):	Boormeester: jmn
Coördinatenstelsel: RD	GLG (m tov NAP):	bk PB2 (m tov NAP):	WS PB2 (m tov NAP):	Geclassificeerd door: jmn
		bk PB3 (m tov NAP):	WS PB3 (m tov NAP):	
		bk PB4 (m tov NAP):	WS PB4 (m tov NAP):	

**Boring: HB2**

Peilbuis 1 Referentie (m tov NAP)

Monsternr. Bodembeschrijving volgens NEN 5104



0.89 tot 0.79	Verharding, klinker
0.79 tot 0.59	Zand, matig fijn, zwak siltig bruin
0.59 tot 0.39	Zand, matig grof, zwak siltig, resten puin bruin
0.39 tot -0.01	Verharding, volledig puin
-0.01 tot -0.51	Zand, matig fijn, matig siltig, sporen schelpen
-0.51 tot -2.11	Zand, matig fijn, matig siltig, resten schelpen grijs
-2.11 tot -2.51	Klei, zwak siltig, sterk humeus, matig stevig bruin
-2.51 tot -3.11	Klei, zwak siltig, matig humeus, matig stevig, resten hout, resten veen bruin-grijs

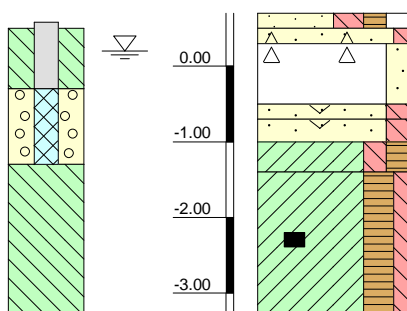
**Algemene opmerking:**

X: 123649.9	GWS (m tov NAP): 0.08	MV (m tov NAP): 0.89	Boorvloeistof:	Datum uitvoering: 14-12-2016
Y: 487167.8	GHG (m tov NAP):	bk PB1 (m tov NAP): 0.82	WS PB1 (m tov NAP):	Boormeester: jmn
Coördinatenstelsel: RD	GLG (m tov NAP):	bk PB2 (m tov NAP):	WS PB2 (m tov NAP):	Geclassificeerd door: jmn
		bk PB3 (m tov NAP):	WS PB3 (m tov NAP):	
		bk PB4 (m tov NAP):	WS PB4 (m tov NAP):	



**Boring: HB3**

Peilbuis 1 Referentie (m tov NAP)


**Veldclassificatie**

Monsternr. Bodembeschrijving volgens NEN 5104

0.70 tot 0.50	Zand, matig fijn, sterk siltig, matig humeus, resten wortels, donker bruin
0.50 tot 0.30	Zand, matig grof, zwak siltig, resten puin bruin
0.30 tot -0.50	Verharding, matig zandig, brokken puin
-0.50 tot -0.70	Zand, matig fijn, matig siltig, sporen schelpen bruin
-0.70 tot -1.00	Zand, matig fijn, matig siltig, sporen schelpen grijs
-1.00 tot -1.40	Klei, matig siltig, matig humeus, matig stevig, pu10, resten veen bruin
-1.40 tot -3.30	Klei, zwak siltig, sterk humeus, matig stevig, resten hout, resten veen bruin-grijs

**Algemene opmerking:**

X: 123712.7

GWS (m tov NAP): 0.20

MV (m tov NAP): 0.70

Boorvloeistof:

Datum uitvoering: 14-12-2016

Y: 487091.0

GHG (m tov NAP):

bk PB1 (m tov NAP): 0.58

WS PB1 (m tov NAP):

Boormeester: jmn

Coördinatenstelsel: RD

GLG (m tov NAP):

bk PB2 (m tov NAP):

WS PB2 (m tov NAP):

Geclassificeerd door: jmn

bk PB3 (m tov NAP):

WS PB3 (m tov NAP):

bk PB4 (m tov NAP):

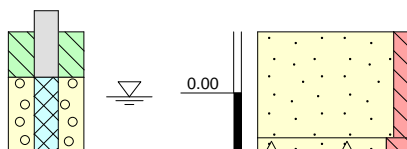
WS PB4 (m tov NAP):

**Boring: HB4**

Peilbuis 1 Referentie (m tov NAP)

Monsternr.

Bodembeschrijving volgens NEN 5104



0.81 tot -0.59 Zand, matig fijn, zwak siltig bruin

-0.59 tot -0.79 Zand, matig fijn, matig siltig, resten puin zwart, verontreinigd

**Algemene opmerking:** Boring gestaakt i.v.m. verontreiniging

X: 123676.7

GWS (m tov NAP): -0.05

MV (m tov NAP): 0.81

Boorvloeistof:

Datum uitvoering: 15-12-2016

Y: 487325.3

GHG (m tov NAP):

bk PB1 (m tov NAP): 1.09

WS PB1 (m tov NAP):

Boormeester: jmn

Coördinatenstelsel: RD

GLG (m tov NAP):

bk PB2 (m tov NAP):

WS PB2 (m tov NAP):

Geclassificeerd door: jmn

bk PB3 (m tov NAP):

WS PB3 (m tov NAP):

bk PB4 (m tov NAP):

WS PB4 (m tov NAP):

**BORING VOLGENS NEN-EN-ISO 22475-1**

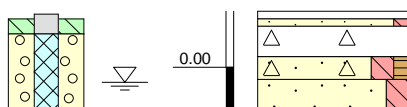
Fugro GeoServices B.V.

Geohydrologisch onderzoek Stadswerf Oostenburg te Amsterdam

**1116-0130-000**

**Boring: HB5**

Peilbuis 1 Referentie (m tov NAP)


**Veldclassificatie**

Monsternr. Bodembeschrijving volgens NEN 5104

-0.74 tot 0.64	Verharding, klinker
0.64 tot 0.54	Zand, matig grof, zwak siltig bruin
0.54 tot 0.14	Verharding, volledig puin bruin
0.14 tot -0.16	Zand, matig grof, matig siltig, zwak humeus, resten puin bruin
-0.16 tot -0.56	Zand, matig grof, matig siltig zwart

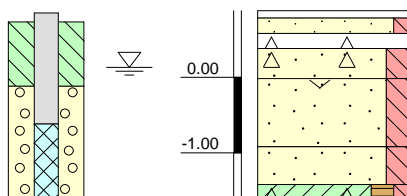
## Algemene opmerking:

X: 123800.7	GWS (m tov NAP): -0.20	MV (m tov NAP): 0.74	Boorvloeistof:	Datum uitvoering: 15-12-2016
Y: 487294.6	GHG (m tov NAP):	bk PB1 (m tov NAP): 0.70	WS PB1 (m tov NAP):	Boormeester: jmn
Coördinatenstelsel: RD	GLG (m tov NAP):	bk PB2 (m tov NAP):	WS PB2 (m tov NAP):	Geclassificeerd door: jmn
		bk PB3 (m tov NAP):	WS PB3 (m tov NAP):	
		bk PB4 (m tov NAP):	WS PB4 (m tov NAP):	

**Boring: HB6**

Peilbuis 1 Referentie (m tov NAP)

Monsternr. Bodembeschrijving volgens NEN 5104



0.88 tot 0.78	Verharding, klinker
0.78 tot 0.58	Zand, matig fijn, zwak siltig bruin
0.58 tot 0.38	Verharding, volledig puin bruin
0.38 tot -0.02	Zand, matig grof, matig siltig, resten puin bruin
-0.02 tot -0.92	Zand, matig fijn, matig siltig, resten schelpen bruin-grijs
-0.92 tot -1.42	Zand, matig fijn, matig siltig grijs
-1.42 tot -1.62	Klei, zwak siltig, matig humeus, matig slap, resten puin grijs

## Algemene opmerking:

X: 123854.1	GWS (m tov NAP): 0.13	MV (m tov NAP): 0.88	Boorvloeistof:	Datum uitvoering: 15-12-2016
Y: 487241.3	GHG (m tov NAP):	bk PB1 (m tov NAP): 0.85	WS PB1 (m tov NAP):	Boormeester: jmn
Coördinatenstelsel: RD	GLG (m tov NAP):	bk PB2 (m tov NAP):	WS PB2 (m tov NAP):	Geclassificeerd door: jmn
		bk PB3 (m tov NAP):	WS PB3 (m tov NAP):	
		bk PB4 (m tov NAP):	WS PB4 (m tov NAP):	

# LEGENDA TERREINPROEVEN EN GRONDSOORTEN

## Boringen / Peilbuizen

- Handboring nog niet uitgevoerd
- Handboring uitgevoerd
- Handboring uitgevoerd met 1 peilbuis
- Handboring uitgevoerd met 2 peilbuizen
- Mechanische boring nog niet uitgevoerd
- Mechanische boring uitgevoerd
- Mechanische boring uitgevoerd met 1 peilbuis
- Mechanische boring uitgevoerd met 2 peilbuizen
- Mechanische boring uitgevoerd met 3 peilbuizen
- Boring uitgevoerd door derden
- Boring uitgevoerd met peilbuis door derden
- Gedrukte peilbuis (PB) / minifilter (MF) nog niet uitgevoerd
- Gedrukte peilbuis (PB) / minifilter (MF) uitgevoerd

## Overige symbolen

- Meetpunt
- Hoogtemaat

## Type sonderingen

- D Diepsondering
- HS Handsondering
- S Slagsondering

## Legenda / Terminologie

- |                       |                             |
|-----------------------|-----------------------------|
| <b>Grind</b>          | <b>Klei</b>                 |
| Grind, siltig         | Klei, zwak siltig           |
| Grind, zwak zandig    | Klei, matig siltig          |
| Grind, matig zandig   | Klei, sterk siltig          |
| Grind, sterk zandig   | Klei, uiterst siltig        |
| Grind, uiterst zandig | Klei, zwak zandig           |
| <b>Zand</b>           | Klei, matig zandig          |
| Zand, kleilig         | Klei, sterk zandig          |
| Zand, zwak siltig     | <b>Leem</b>                 |
| Zand, matig siltig    | Leem, zwak zandig           |
| Zand, sterk siltig    | Leem, sterk zandig          |
| Zand, uiterst siltig  | <b>Overige toevoegingen</b> |
| <b>Veen</b>           | Zwak humeus                 |
| Veen, mineraalarm     | Matig humeus                |
| Veen, zwak kleilig    | Sterk humeus                |
| Veen, sterk kleilig   | Zwak grindig                |
| Veen, zwak zandig     | Matig grindig               |
| Veen, sterk zandig    | Sterk grindig               |
|                       | Puin                        |

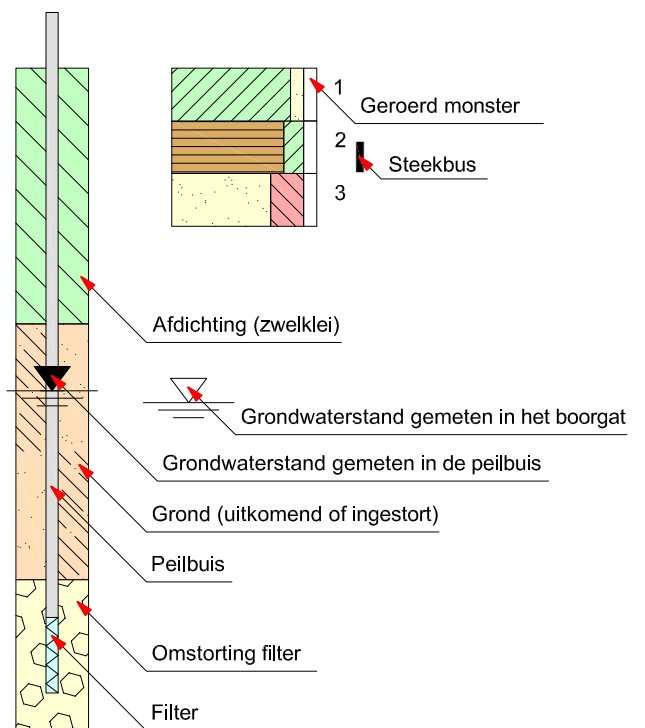
## Sonderingen

- Sondering met plaatselijke kleefmeting nog niet uitgevoerd
- Sondering met plaatselijke kleefmeting uitgevoerd
- Sondering zonder plaatselijke kleefmeting nog niet uitgevoerd
- Sondering zonder plaatselijke kleefmeting uitgevoerd
- Slagsondering uitgevoerd
- Handsondering uitgevoerd
- Multigrondwatersondering nog niet uitgevoerd
- Multigrondwatersondering uitgevoerd
- Sondering met bolconus nog niet uitgevoerd
- Sondering met bolconus uitgevoerd
- Waterspanningsmeter nog niet uitgevoerd
- Waterspanningsmeter uitgevoerd
- Sondering uitgevoerd door derden
- Sondering met plaatselijke kleefmeting uitgevoerd door derden
- Hellingmeterbuis nog niet uitgevoerd
- Hellingmeterbuis uitgevoerd

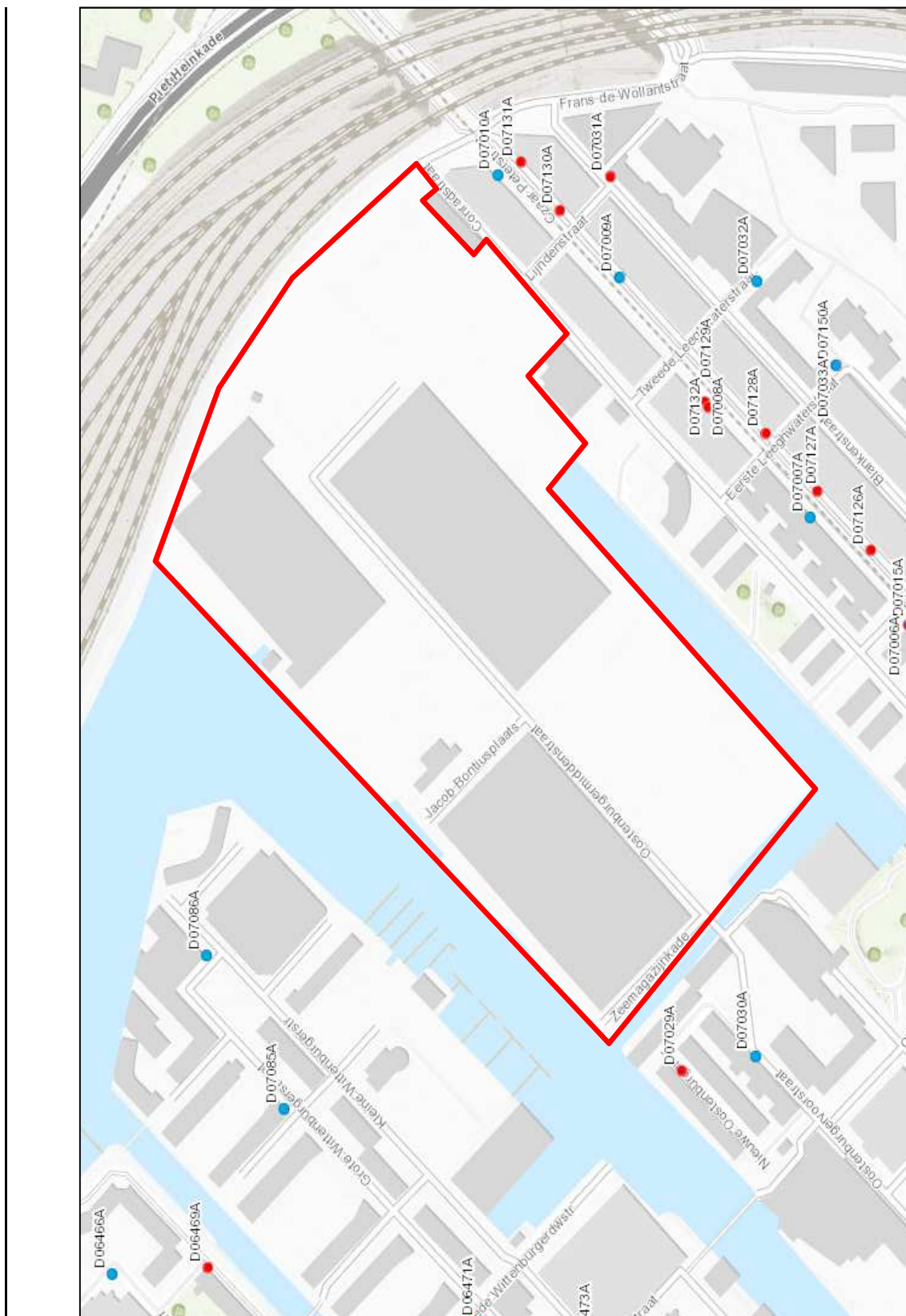
## Toegevoegde metingen

- KM Meting van de plaatselijke kleef
- P Meting van de waterspanning
- M Meting van de magnetische veldsterkte
- G Meting van de geleidbaarheid
- S Meting van de schuifgolfsnelheid (seismische meting)
- T Meting van de temperatuur

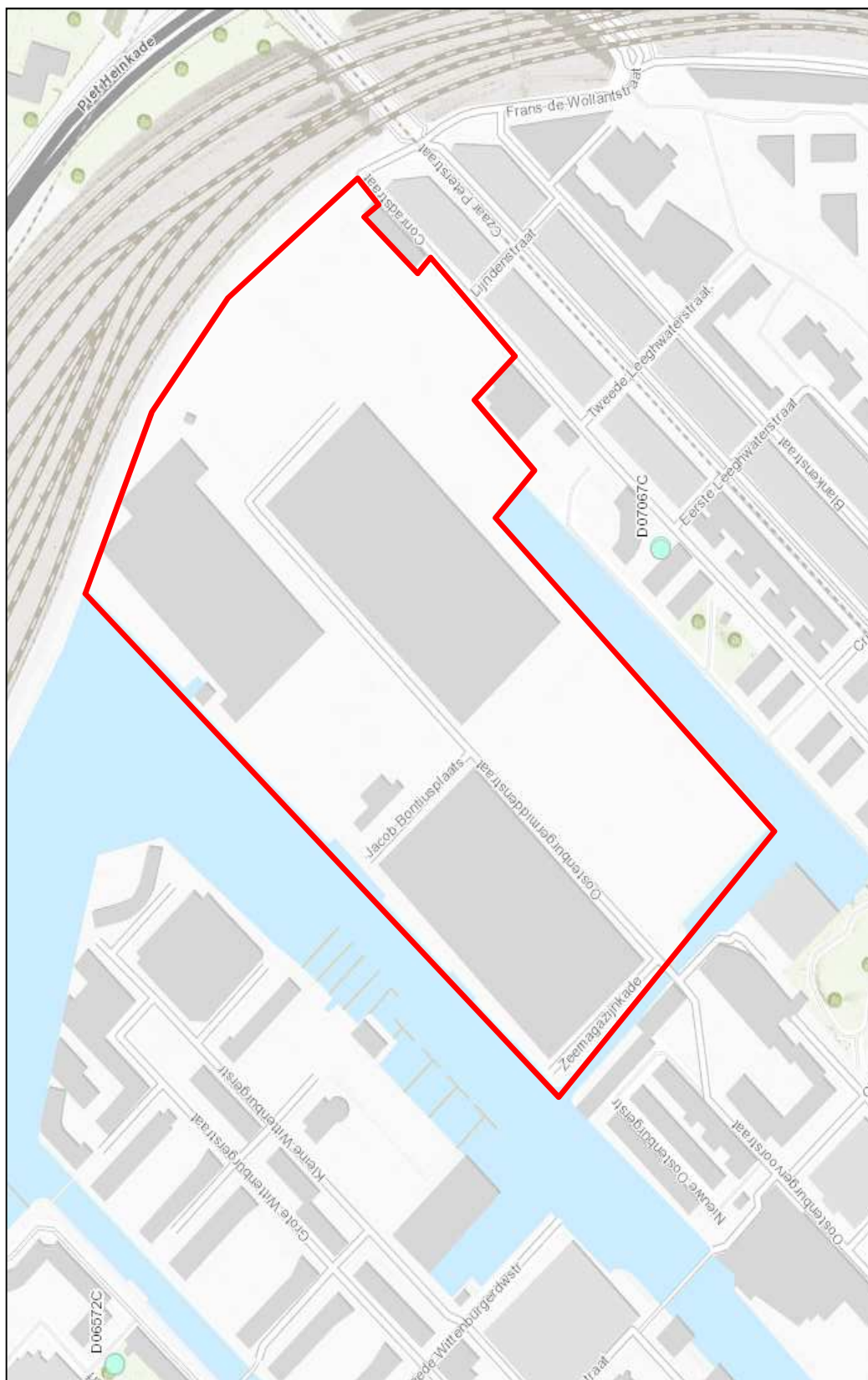
## Peilbuis



Locatieoverzicht peilbuizen watervoerende toplaag

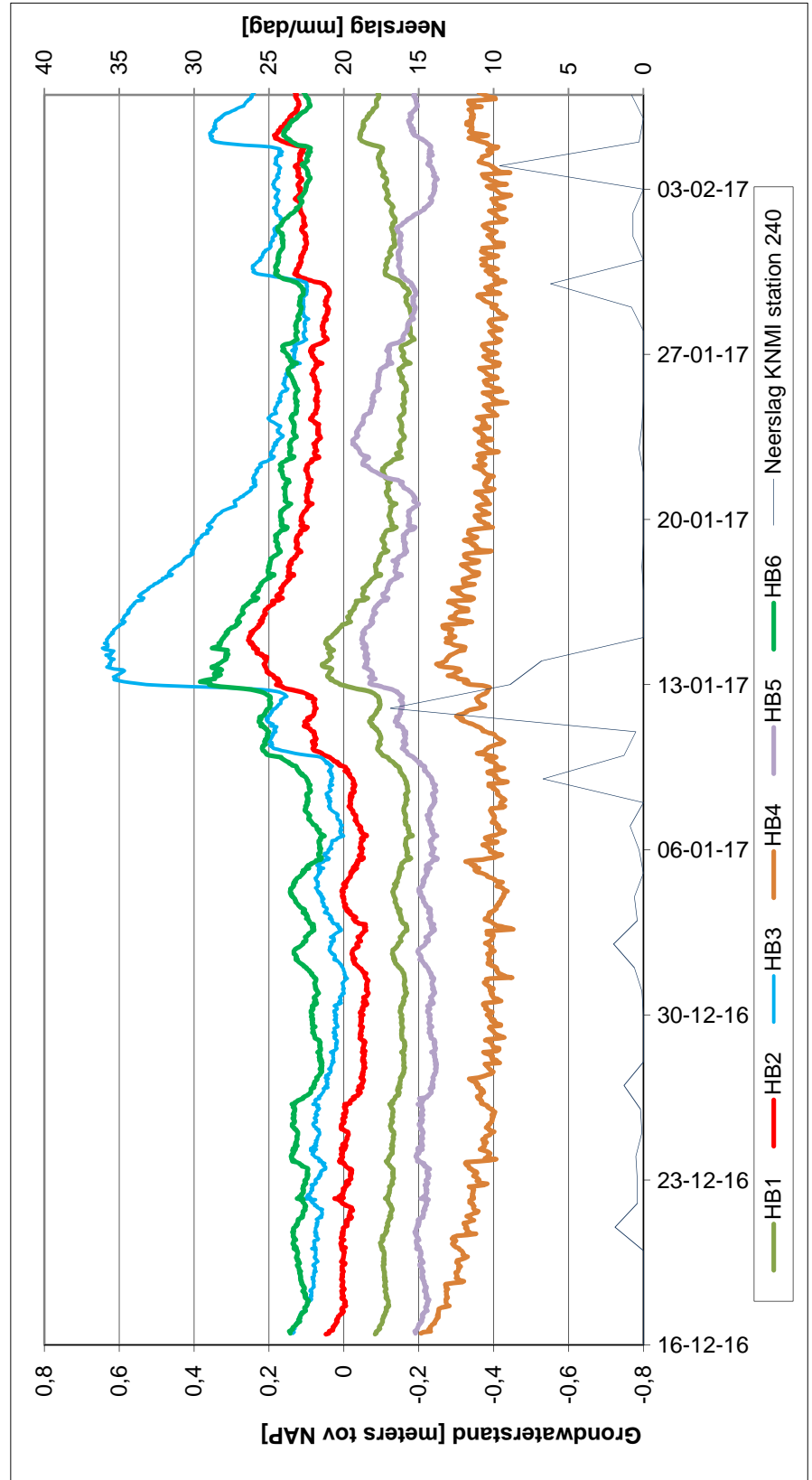


Locatieoverzicht peilbuizen 1ste zandlaag



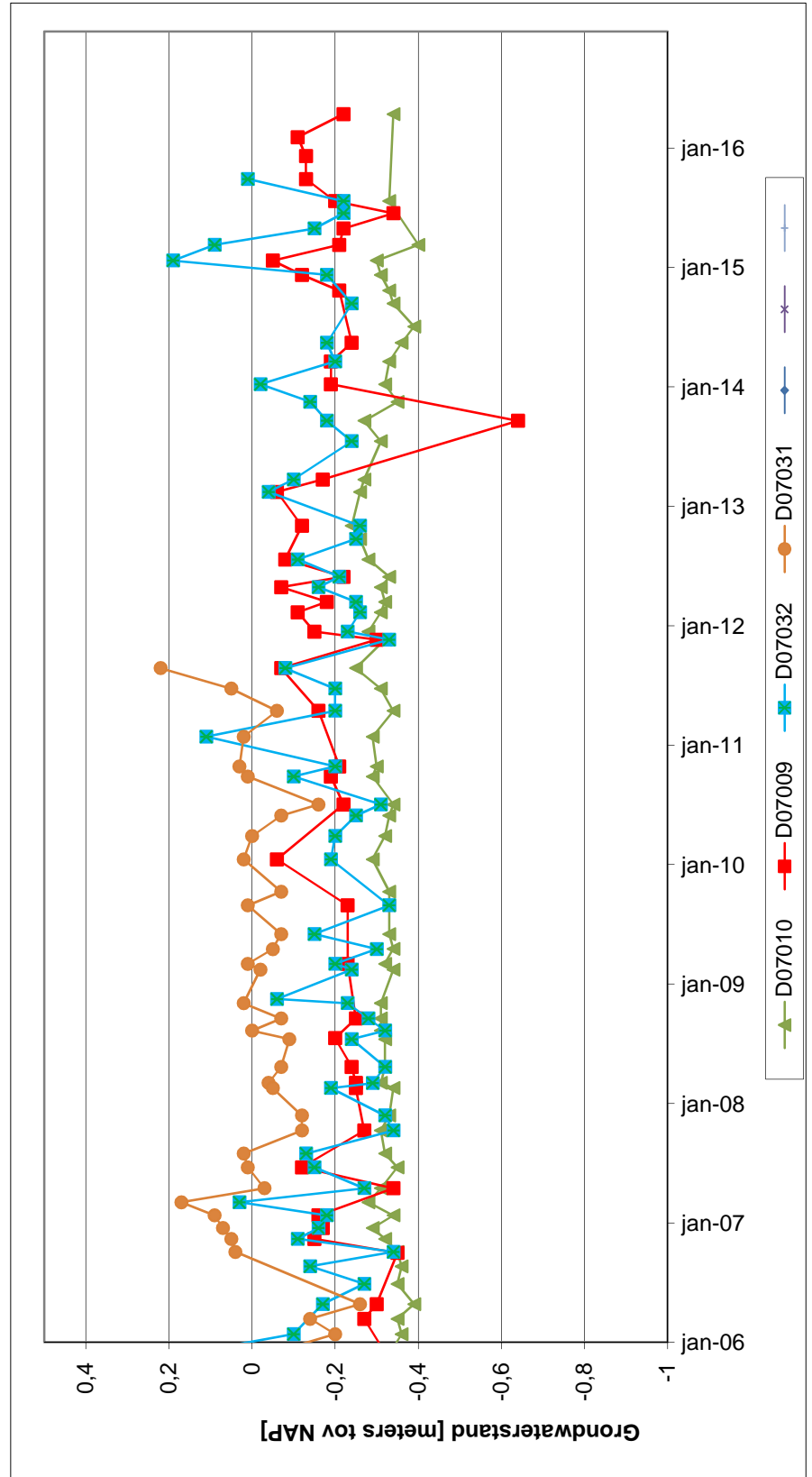
Tijd-stijghoogtegrafieken peilbuizen watervoerende toplaag

Periode van: 1-1-2006 tot: 10-2-2017 Referentie: NAP

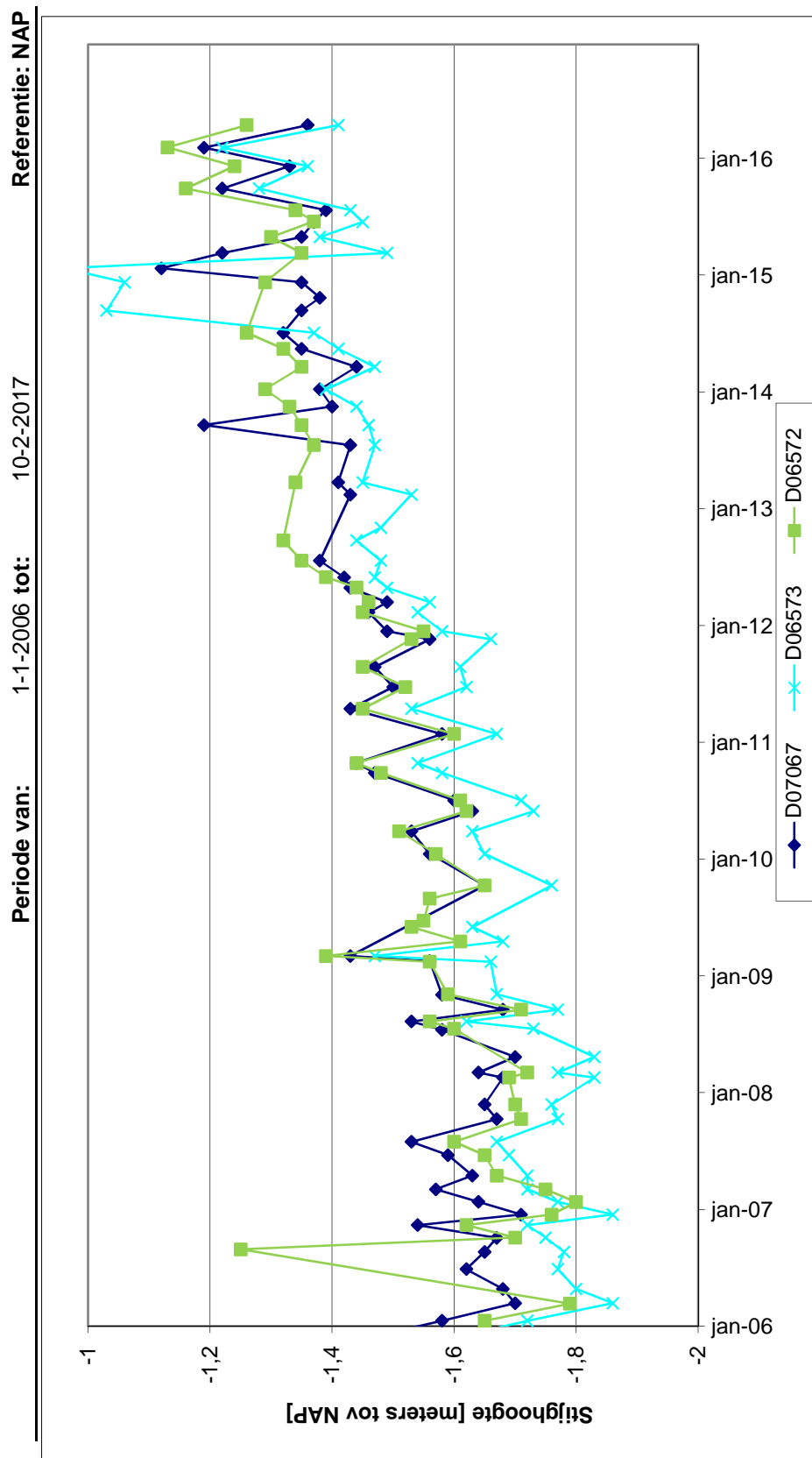


Tijd-stijghoogtegrafieken peilbuizen watervoerende toplaag

Periode van: 1-1-2006 tot: 10-2-2017 Referentie: NAP



Tijd-stijghoogtegrafieken peilbuizen 1ste zandlaag





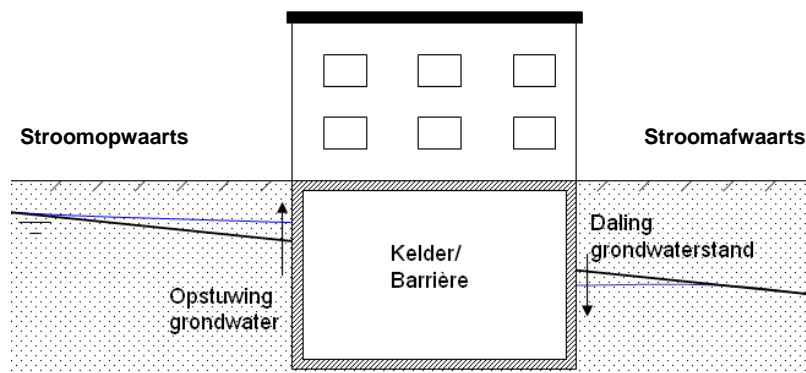
## THEORETISCHE ONDERBOUWING BARRIÈREWERKING

Deze bijlage geeft een uitleg van het begrip barrièrewerking en van de omstandigheden die nodig zijn om barrièrewerking te laten optreden.

### Definitie barrièrewerking

Barrièrewerking is het fenomeen waarbij de grondwaterstand (of stijghoogte) wordt beïnvloed door een ondergrondse waterdichte of slecht doorlatende constructie. Bij een ondergrondse constructie kan gedacht worden aan een kelder of een damwand.

Grondwater stroomt. Dit kan zijn op lokale schaal, waarbij regenwater in de grond zakt en afstroomt richting de omliggende watergangen, of op grotere schaal, waarbij regenwater na infiltratie in diepere grondlagen tientallen kilometers stroomt richting de zee. Door het plaatsen van een waterdichte ondergrondse constructie kan die stroming in een bepaalde zone worden gehinderd. Het hinderen van de grondwaterstroming leidt tot hogere grondwaterstanden aan de bovenstroomse zijde (linkerzijde figuur 1) en lagere grondwaterstanden aan de benedenstroomse zijde (rechterzijde figuur 1).



Figuur 1: Principe barrièrewerking

De mate waarin barrièrewerking optreedt, is afhankelijk van een viertal factoren:

1. De omvang van de barrière die gerealiseerd wordt in relatie tot de stromingsrichting van het grondwater;
2. De diepte van de barrière die gerealiseerd wordt in relatie tot de bodemgesteldheid en de mate waarin de ondergrondse bouwdelen watervoerende lagen doorsnijden;
3. De bodemgesteldheid (de verticale doorlatendheid) van de lagen onder de barrière;
4. De mate van de horizontale grondwaterstroming.

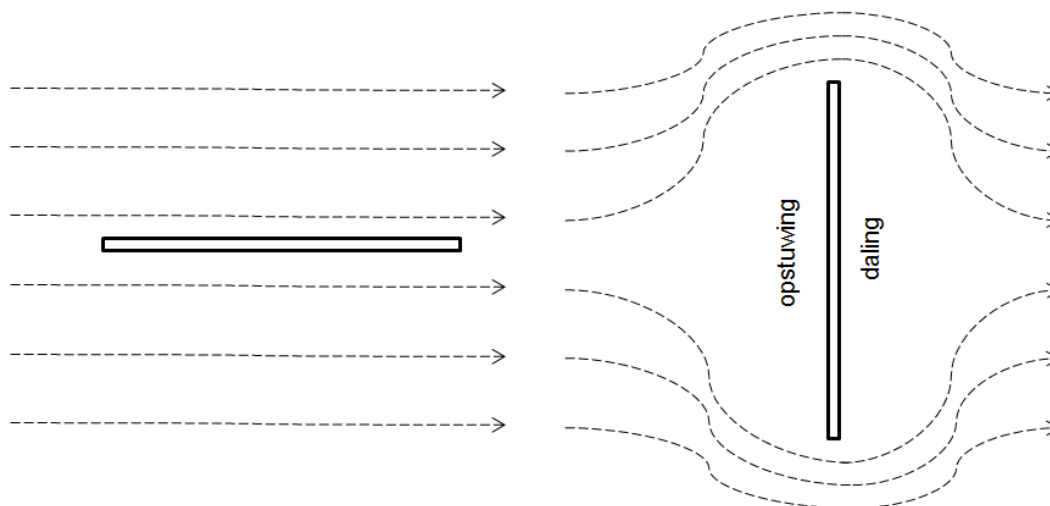
Pas wanneer alle vier de factoren ongunstig zijn, zal significante opstuwing en daling van de grondwaterstand optreden in de omgeving van de ondergrondse constructie. De vier factoren worden kort toegelicht.

## 1. Omvang en oriëntatie barrière

De grootte van de constructie (grondoppervlak) bepaalt de mate waarin het grondwater wordt gehinderd.

Kleine kelders (bijvoorbeeld onder een normale rijtjeswoning van ca. 5 x 10 m) hebben op zichzelf geen significante invloed op de grondwaterstroming. Het water kan namelijk makkelijk om de barrière heen stromen. Grote kelders, of dicht naast elkaar gelegen kleine kelders, kunnen wel barrièrewerking tot gevolg hebben.

Naast de omvang van de kelder is ook de oriëntatie van de kelder in relatie tot de stromingsrichting van het grondwater van belang (zie figuur 2). Lange en smalle kelders of tunnels die parallel aan de grondwaterstromingsrichting liggen hebben slechts een beperkte invloed. De rede is dat het grondwater niet om de constructie heen hoeft te stromen, maar langs de constructie zijn weg kan vervolgen en zodoende minimaal gehinderd wordt. Bij constructies die grotere afmetingen hebben dwars op de stromingsrichting, moet het grondwater een veel langere weg afleggen na het plaatsen van de barrière, waardoor opstuwing en daling van de grondwaterstand kan optreden.

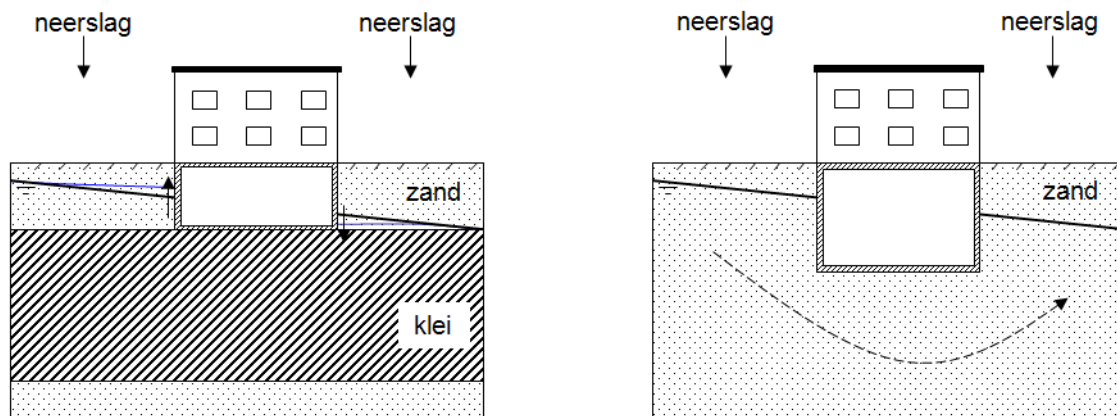


*Figuur 2: Bovenaanzicht barrière; De oriëntatie van de barrière ten opzichte van de grondwaterstromingsrichting bepaalt de hinder, en daarmee de opstuwing, van het grondwater.*

## 2. Diepte barrière

De hinder van de barrière is gerelateerd aan de diepte van de kelder in combinatie met de lokale bodemopbouw. Uit door Fugro gemaakte berekeningen volgt, dat een ondergrondse constructie de grondwaterstroming pas echt hindert, wanneer een groot deel (ongeveer 70%) van een watervoerende zandlaag wordt afgesloten.

Figuur 3 geeft hiervoor 2 voorbeelden. Aan de linkerkant sluit een 1-laags kelder een zandlaag volledig af, waardoor het grondwater niet meer onder de kelder door kan stromen. De rechterzijde toont een diepere 3-laags kelder, welke slechts een deel van de zandlaag afsluit. In de laatste situatie kan het grondwater via een relatief korte omweg onder de kelder doorstromen en ontstaat geen overlast.

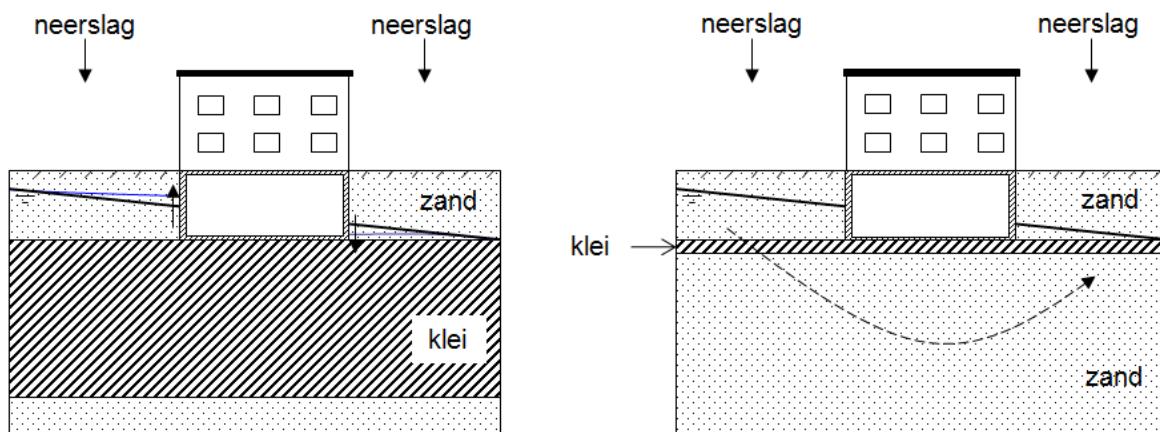


*Figuur 3: Merkbare opstuwning kan pas optreden wanneer een kelder ongeveer 70% van een watervoerende zandlaag afsluit.*

### 3. Dikte van ondiepe klei-/veenlagen

Wanneer een kelder een groot deel van een watervoerende zandlaag afsluit, is de mate van barrièrewerking gerelateerd aan de dikte (weerstand) van de onderliggende waterremmende bodemlagen.

Klei- en veenlagen belemmeren verticale stroming, waardoor grondwater moeilijker onder de constructie door kan stromen. Dikkere klei-/veenlagen (met een hogere weerstand) zorgen voor een grotere belemmering van de verticale stroming en daarmee voor meer risico op barrièrewerking (zie figuur 4).

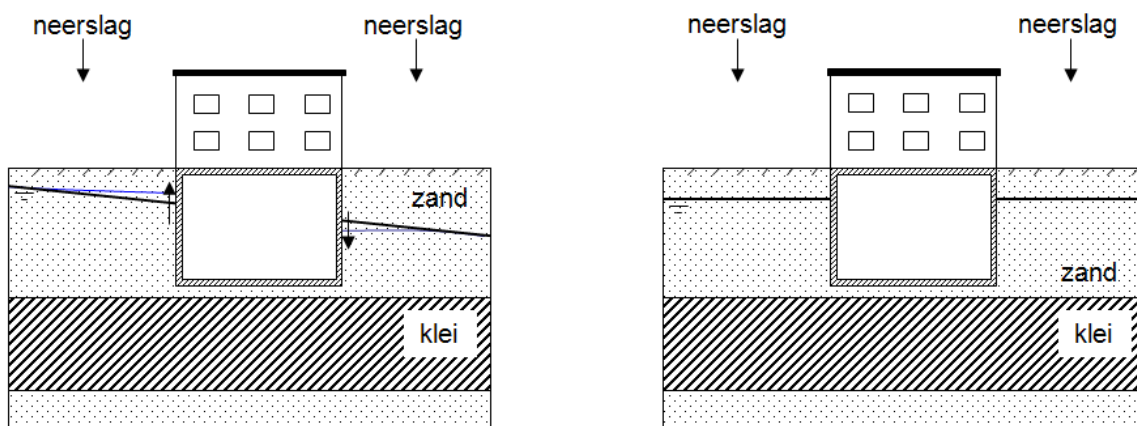


*Figuur 4: De mate van barrière werking is afhankelijk van de dikte van onderliggende klei-/veenlagen*

#### 4. Grondwaterstroming

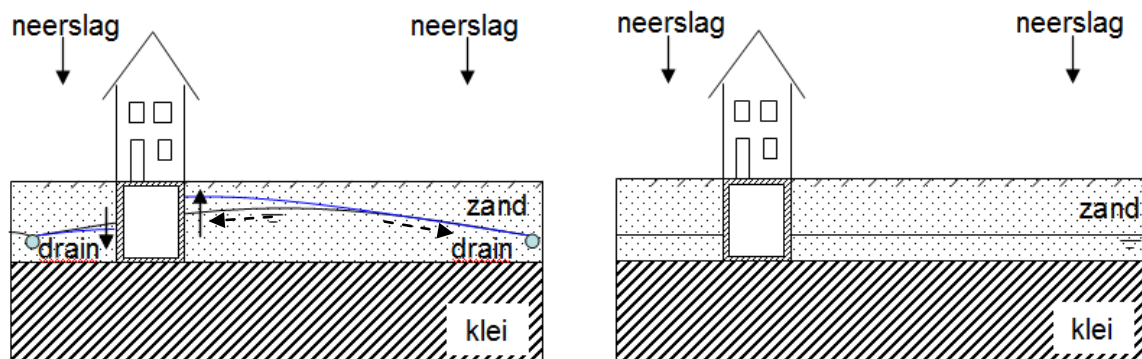
Barrièrewerking is het hinderen van de natuurlijke grondwaterstroming. Een sterkere horizontale grondwaterstroming zorgt zodoende voor meer opstuwing en daling van de grondwaterstand.

Horizontale grondwaterstroming ontstaat door verschillen in de grondwaterstand in de omgeving van de projectlocatie. Water stroomt van een hoge grondwaterstand (of stijghoogte) naar een lagere grondwaterstand (of stijghoogte). Wanneer de grondwaterstandsverschillen in de omgeving minimaal zijn, ontstaat geen opstuwing en daling van de grondwaterstand.



*Figuur 5: Opstuwing is afhankelijk van de horizontale grondwaterstroming/ grondwaterstandsverschillen.*

In veel bebouwde gebieden bestaat de grondwaterstroming hoofdzakelijk uit neerslag die afstroomt richting nabij gelegen ontwateringsmiddelen (zoals drainage of watergangen). Tussen de ontwateringsmiddelen ligt de grondwaterstand hoger, dit wordt opbolling genoemd. Wanneer de opbolling significant is kan door het plaatsen van een kelder eveneens opstuwing ontstaan (figuur 6 links). Bij beperkte opbolling is de grondwaterstroming minimaal en heeft het plaatsen van een kelder weinig effect op de grondwaterstand (figuur 6 rechts).



*Figuur 6: Opstuwing is afhankelijk van de grondwaterstroming/ grondwaterstandsverschillen, welke wordt beïnvloed door drainage en sloten.*