

datum

26 juli

2017

# Geohydrologisch onderzoek

Vierhoek te Haarlem

status: definitief

versie: 1

opdrachtgever

HBB Groep  
Gren Molenkamp  
Postbus 499  
2100AL Heemstede

adviseur

ing. E.J. (Erik) Loots  
[erik@lootsgwt.com](mailto:erik@lootsgwt.com)

[Loots Grondwatertechniek](http://Loots Grondwatertechniek)  
[www.lootsgwt.com](http://www.lootsgwt.com)

kenmerk

201 20217B.1



## Inhoudsopgave

|  |    |
|--|----|
| Inhoudsopgave.....                                 | 2  |
| 1 Inleiding.....                                   | 3  |
| 2 Analyse.....                                     | 4  |
| 2.1 Uitgangspunten constructie.....                | 4  |
| 2.2 Bodemopbouw.....                               | 5  |
| 2.3 Grondwater.....                                | 6  |
| 2.4 Omgeving en perceel.....                       | 7  |
| 3 Geohydrologische effecten.....                   | 8  |
| 3.1 Barrière bestaand.....                         | 8  |
| 3.2 Barrière nieuw.....                            | 8  |
| 3.3 Conclusie barrièrewerking.....                 | 9  |
| 4 Aanbevelingen.....                               | 10 |
| 4.1 Risicocheck.....                               | 10 |
| 4.2 Onderzoek en/of monitoring.....                | 10 |
| 4.3 Uitvoering.....                                | 11 |
| 5 Actieprogramma.....                              | 11 |
| <br>   |    |
| Gebruikte literatuur en bronnen.....               | 12 |
| Bijlage 1 - Algemene voorwaarden rapport           |    |
| Bijlage 2 - Methode van bepalen van benodigde data |    |
| Bijlage 3 - (input) Grondwaterberekeningen/-model  |    |
| Bijlage 4 - Tekeningen project                     |    |
| Bijlage 5 - Grondonderzoeken                       |    |
| Bijlage 6 - Grondwater eigenschappen               |    |

# 1 Inleiding

Een ontwerp voor het project "Vierhoek te Haarlem" is gemaakt door Her architecten. In dit ontwerp wordt uitgegaan van een ondergrondse kelder onder de grondwaterstand. Doordat dit object een watervoerende laag geheel of gedeeltelijk afsluit kan de grondwaterstand worden beïnvloed, deze grondwaterstand kan stijgen en/of zakken (afhankelijk van de stromingsrichting). Bij het plaatsen van een ondergrondse kelder wenst de opdrachtgever duidelijkheid op het gebied van geotechniek en grondwater: namelijk hoe de grondwaterstand beïnvloed zou worden, 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 augustus dit jaar een verantwoorde beslissing over de aanleg van het ondergronds object kunnen nemen.

## Doel van geohydrologisch onderzoek

Het doel van dit rapport is het presenteren van de benodigde maatregelen om de grondwaterstand op de locatie te beheersen tijdens de gebruiksfase. Hierbij wordt rekening gehouden met de belangen van derden met oog op een behoud van waterhuishouding en beschouwing effecten belendingen en schades in de nabije omgeving. Het geohydrologisch onderzoek beperkt zicht tot de effecten in het freatisch pakket (bovenste watervoerende zandlaag), dit omdat grondwateroverlast en/of -onderlast met name optreedt bij veranderingen van het freatisch vlak. Op basis van de uitgangspunten ontvangen van de opdrachtgever, algemeen gehanteerde normen en lokaal grondonderzoek is de noodzaak tot het nemen van additionele maatregelen om de grondwaterstand te beheersen onderzocht.

## Leeswijzer

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. In het derde hoofdstuk worden de mogelijke maatregelen samengevat welke zijn berekend met behulp van de gegevens uit de situatieanalyse. Conclusies over de barrièrewerking en reducerende maatregelen die het meest geschikt zijn om het grondwater te beheersen tijdens de gebruiksfase zijn opgenomen in hoofdstuk 4. Tot slot zijn in hoofdstuk 5 de aanbevelingen opgenomen om de risico's te beheersen.

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.

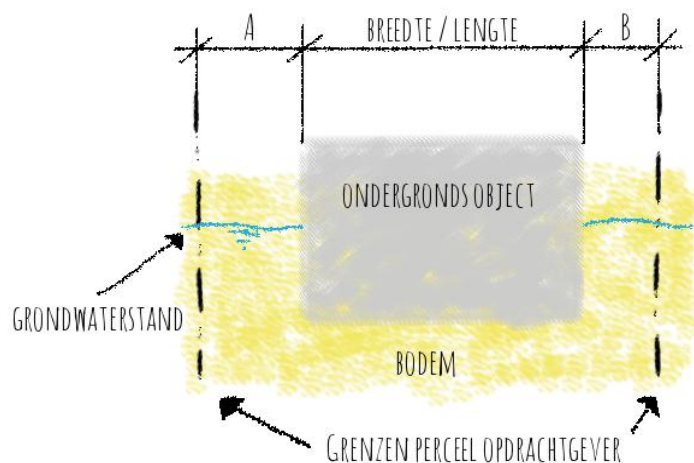
De algemene voorwaarden van dit rapport zijn bijgevoegd in bijlage 1.

## 2 Analyse

Voor een optimale beoordeling van de noodzaak tot het nemen van grondwaterbeheersing maatregelen zijn de volgende parameters van belang: 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 Uitgangspunten constructie

In deze paragraaf zijn de uitgangspunten ten aanzien van afmetingen en uitvoeringswijze omschreven. Voor het gebruik van het geohydrologisch onderzoek dient te worden gecontroleerd of deze uitgangspunten nog overeenkomen met de laatste uitgangspunten.

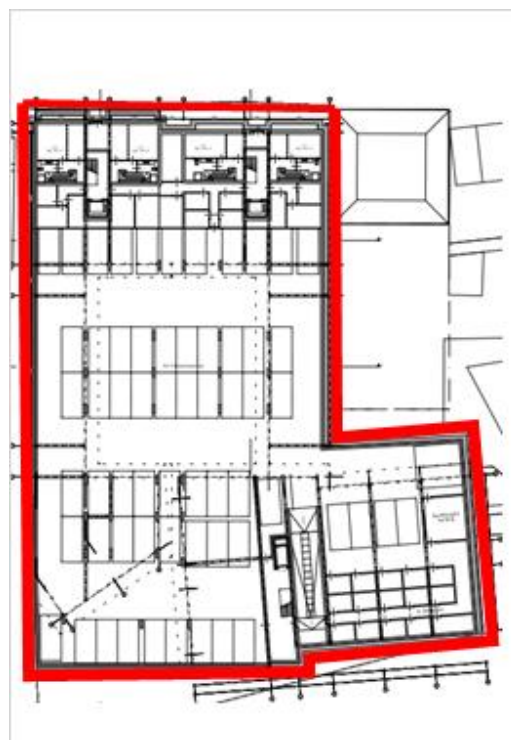


In de linkerfiguur is een schets bijgevoegd. Belangrijk is de afmeting van het ondergrondse object, maar ook de ruimte naast het object (A en B in de figuur) is een belangrijk uitgangspunt. De verhouding van A+B in relatie tot de breedte of lengte van het ondergrondse object is opgenomen in tabel 1. Daarnaast is "ruimte extern" opgenomen in tabel 1, dit is ruimte direct buiten de perceelgrens waar geen obstakels in de bodem zijn.

figuur 1 - schematisch ruimte naast de barrière



figuur 2 - bestaand (permanente damwanden rood)



figuur 3 - nieuw (permanente damwanden rood)

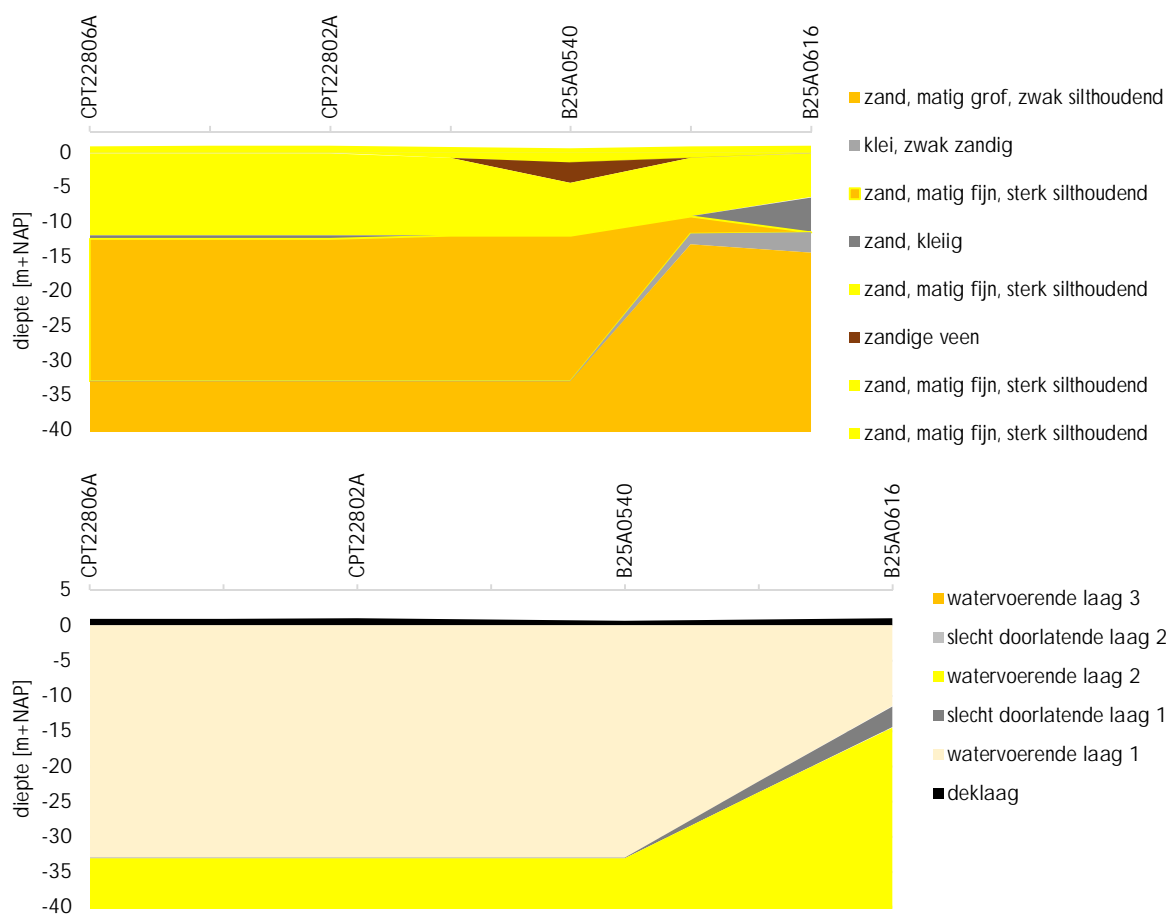
tabel 1

| onderdeel                           | bestaand     | nieuw        |
|-------------------------------------|--------------|--------------|
| omschrijving                        | kelder       | kelder       |
| lengte barrière totaal [m]          | 20           | 63           |
| ruimte lengte (A+B) [m]             | 48           | 5            |
| ruimte lengte extern [m]            | 20           | 20           |
| breedte barrière totaal [m]         | 10           | 50           |
| ruimte breedte (A+B) [m]            | 42           | 2            |
| ruimte breedte extern [m]           | 40           | 40           |
| aanlegdiepte [m+NAP]                | -2.25        | -2.25        |
| diepte permanente damwanden [m+NAP] | geen         | -8           |
| doorlatendheid constructie          | ondoorlatend | ondoorlatend |

In bijlage 4 zijn de tekening(en) op origineel formaat bijgevoegd.

## 2.2 Bodemopbouw

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 het overzicht gebruikte literatuur en bronnen staan welke bodemonderzoek bronnen gebruikt zijn voor deze analyse. In de onderstaande figuren is de schematische bodemopbouw weergegeven. Per laag is in de onderste figuur aangegeven of deze behoort tot een watervoerende laag (laag met redelijke tot zeer hoge doorlatendheid) of een slecht doorlatende laag (slecht tot geen doorlatendheid). In bijlage 5 zijn (enkele) bodemonderzoeken toegevoegd.



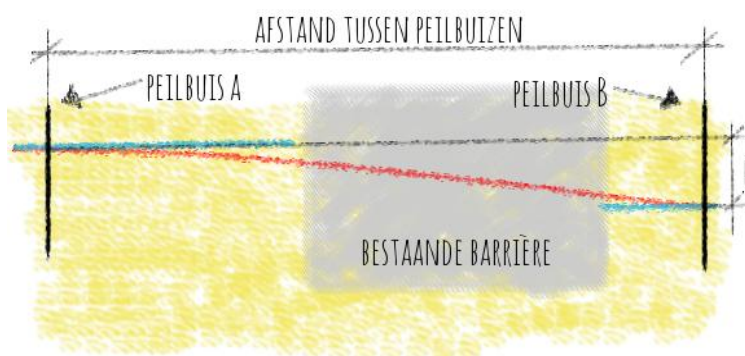


## 2.3 Grondwater

Onder grondwatereigenschappen worden verstaan de grondwaterstanden en de grondwaterkwaliteit. In deze paragraaf wordt ingegaan op de grondwaterstanden. De grondwaterstanden zijn bepaald per watervoerende laag, de grondwaterstand kan namelijk verschillend zijn afhankelijk van de diepte op een locatie. Gekeken is met name naar de grondwaterstanden in het freatisch pakket (watervoerende laag 1).



figuur 4 - grondwaterstanden t.o.v. NAP [m] in watervoerende laag 1 (freatisch)

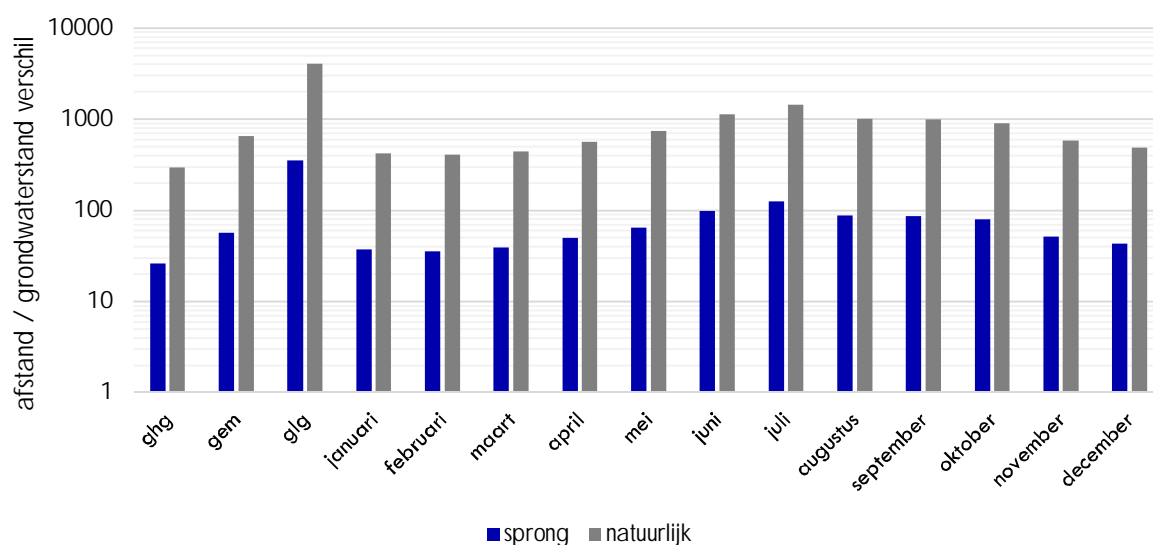


figuur 5 - schets grondwater "sprong" (rood) versus "natuurlijk" (blauw)

Bij de aanwezigheid van een grondwatersprong is er een beperkte tot verwaarloosbare hoeveelheid grondwater welke afstroomt onder/door de barrière.

In figuur 4 zijn de grondwaterstanden weergegeven in de omgeving. In figuur 5 is schetsmatig een verschil gemaakt tussen twee stromingsprincipes onder een (bestaande) barrière. De rode lijn betreft een vloeiende verhanglijn, wat betekent dat er grondwater onder de barrière door stroomt. De blauw lijn zijn twee rechte lijnen, er is een "sprong" van grondwaterstand.

Voor het maatgevend verhang te bepalen is meetpunt B25A1507 en gracht gebruikt. De afstanden tussen deze meetpunten is 20 m bij een sprong en 228 m bij een natuurlijk verhang. Het verhang zit gemiddeld op 1:57 (sprong) tot 1:647 (natuurlijk). Zie de onderstaande grafiek voor het verhang per maand. Het verhang bij de gemiddeld hoogste grondwaterstand (ghg) staat voor een extreem natte periode. Het verhang bij de gemiddeld laagste grondwaterstand (glg) staat voor een extreem droge periode.



## 2.4 Omgeving en perceel

In deze paragraaf is de omgeving samengevat, met de omgeving wordt bedoeld de objecten en activiteiten welke beïnvloed kunnen worden door het grondwatersysteem op de projectlocatie. Het gaat hierbij met name over regenwater welke door de ingreep mogelijk niet meer naar openbare ruimte kan stromen. Globaal kan elk stuk grond worden verdeeld in drie soorten: ten eerste bebouwing (regenwater wordt afgevoerd via het dak naar het riool/straat), ten tweede openbare ruimte (regenwater wordt afgevoerd door de gemeente) en tot slot de rest (tuinen, terras, etc) waar het regenwater door de eigenaar van deze grond moet worden afgevoerd naar openbare ruimte.

Het regenwater dat valt in bijvoorbeeld tuinen wordt normaliter afgevoerd via de bodem. Dit betekent dat regenwater eerst wegzakt in de bodem en vervolgens horizontaal afstroomt (door de bodem) richting openbare ruimte. Een obstakel in de bodem kan hierbij de stroming van regenwater belemmeren. De hoeveelheid belemmering is echter afhankelijk van de afmeting van de barrière versus de afmeting van de tuinen (of terrassen, etc.). Onderstaand is een overzicht gegeven van de maatgevende oppervlaktes.

|   | bestaand            | nieuw               |
|---|---------------------|---------------------|
| Oppervlakte bebouwing op eigen perceel          | 1250 m <sup>2</sup> | 2500 m <sup>2</sup> |
| Oppervlakte overige op eigen perceel            | 1500 m <sup>2</sup> | 250 m <sup>2</sup>  |
| Oppervlakte (opgesloten) tuinen direct omgeving | 2000 m <sup>2</sup> | 750 m <sup>2</sup>  |

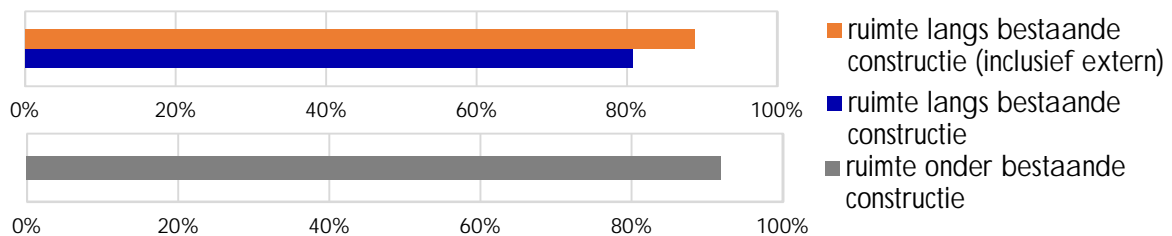
Met oppervlakte (opgesloten) tuinen directe omgeving worden binnentuinen gerekend welke liggen in het midden van hetzelfde blok dat (mogelijk) geheel een kelder rondom deze tuinen heeft.

Er is 1500 m<sup>2</sup> eigen grond waarbij het regenwater via de bodem moet worden afgevoerd (wegens ontbreken van een tuin). Wel is er een ingesloten tuin in het blok van circa 2000 m<sup>2</sup>. Dit betekent dat er gemiddeld (bij 300mm/jaar grondwateraanvulling) 0.62 m<sup>3</sup>/dag afgevoerd moet worden. In een extreme bui (frequentie eens per 100 jaar) valt er 79 mm neerslag in een dag, in deze extreme situatie komt er dus 59.25 m<sup>3</sup>/dag neerslag bij (welke ook afgevoerd moet worden in redelijke tijd). Verwacht wordt dat neerslag op het perceel zowel in de bestaande als nieuwe situatie een kleine rol heeft in de waterhuishouding (doordat het grotendeels direct afgekoppeld wordt).

## 3 Geohydrologische effecten

### 3.1 Barrière bestaand

Het is belangrijk de bestaande situatie te beoordelen, dit om te bepalen in hoeverre de toekomstige situatie afwijkt van de bestaande situatie. In deze paragraaf wordt getoetst hoeveel de bestaande barrière de grondwaterstroming beperkt. De grondwater stromingsrichting is ingeschat richting het zuiden. Dit betekent dat de afstand welke grondwater moet afleggen onder de barrière gelijk is aan 20m in de bestaande situatie. Daarnaast is er 42 m ruimte op eigen perceel naast de barrière om grondwater af te voeren, er is 40 m ruimte extern. De onderzijde van watervoerende laag 1 (Freatisch) is gemiddeld op NAP -27.625 m. De onderzijde van de bestaande constructie is op circa NAP -2.25 m. Onder de bestaande constructie is er een 25.38 m dikke watervoerende laag 1. In de bestaande situatie is indicatief berekend dat er 0.16 à 19.17 m<sup>3</sup>/dag gemiddeld onder het pand doorstroomt.

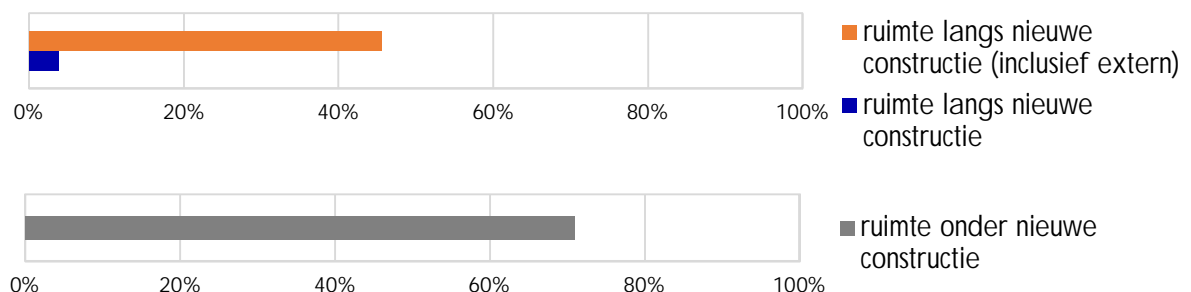


#### Conclusie

Grondwater kan goed onder en/of langs de bestaande barrière stromen op eigen perceel, 98% van het doorstroomoppervlak is vrij. Grondwater kan goed onder en/of langs de bestaande barrière stromen op eigen perceel plus externe ruimte, 99% van het doorstroomoppervlak is vrij.

### 3.2 Barrière nieuw

De afstand welke grondwater moet afleggen onder de barrière gelijk is aan 20m in de nieuwe situatie. Er is 2 m ruimte naast de barrière op eigen terrein om grondwater af te voeren, er is 40 m ruimte extern. De onderzijde van watervoerende laag 1 (Freatisch) is gemiddeld op NAP -27.625 m. De onderzijde van de nieuwe constructie is op circa NAP -8 m. Onder de nieuwe constructie is er een 19.63 m dikke watervoerende laag 1.



#### Conclusie

Grondwater kan redelijk onder en/of langs de nieuwe barrière stromen op eigen perceel, 72% van het doorstroomoppervlak is vrij. Grondwater kan goed onder en/of langs de nieuwe barrière stromen op eigen perceel plus externe ruimte, 84% van het doorstroomoppervlak is vrij.



### 3.3 Conclusie barrièrewerking

De aanbevolen oplossingsrichting is afhankelijk van de reductie doorstroomoppervlak en de gevolgen daarvan (verwachte verslechtering). Zonder maatregelen wordt een opstuwning berekend van circa 0.04 m, wanneer externe ruimte meegerekend wordt dan is de berekende opstuwning circa 0.02 m. Onder externe ruimte wordt bedoeld het doorstroomvlak onder de buurpanden.

#### Beschouwen inclusief of exclusief externe ruimte

Indien gekozen wordt om de externe ruimte mee te rekenen, dan betekent dit dat de opdrachtgever de externe ruimte gebruikt na de bouw om "eigen" grondwater af te voeren. Dit zal goed gaan zolang daar geen barrière aangelegd wordt in de externe ruimte. Feitelijk heeft de opdrachtgever geen invloed op de externe ruimte, hier kan in de toekomst een barrière worden gebouwd waardoor grondwater geblokkeerd wordt. Indien een derde een barrière zal bouwen en de opdrachtgever krijgt grondwateroverlast, dan moet de opdrachtgever alsnog zelf op eigen perceel "grondwateroverlast" verhelpen. Dit kan achteraf een zeer kostbare aanpassing zijn (in het ergste geval moet de kelder nogmaals worden vrij gegraven).

#### Conclusie noodzakelijkheid maatregelen

Op basis van het onderzoek wordt geconcludeerd dat maatregelen naar verwachting niet noodzakelijk zijn om grondwateroverlast te voorkomen in de toekomst.

## 4 Aanbevelingen

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.

### 4.1 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

- De berekeningen zijn uitgevoerd met enkele ingeschatte parameters, gekozen is voor een set conservatieve parameters, in de praktijk kan dit afwijken;
- Uitvoeringswijze heeft invloed op de barrièrewerking omgevingsbeïnvloeding van de ondergrondse constructie;
- Hemelwater dat op de constructie (en perceel valt) kan overlast veroorzaken wanneer dit niet goed wordt afgevoerd.

### 4.2 Onderzoek en/of monitoring

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:

- De berekende barrièrewerking is bepaald met behulp van enkele bodemprofielen en grondwaterstanden. Er is zo goed mogelijk geprobeerd de situatie in te schatten met de beschikbare middelen voor een bouwaanvraag. Echter tijdens uitvoering (ontgraving) is het relatief makkelijk in beeld te brengen of er wel/niet een zandlaag onder een bestaande constructie is. In dit stadium (uitvoering) kan de barrièrewerking berekening worden geoptimaliseerd met een kleiner risicoprofiel. Met een visuele controle tijdens afgraven door een adviseur wordt de kans op afwijkingen kleiner. Ten tweede wordt opgemerkt dat het na de voltooiing van een bouwwerk aanzienlijk moeilijker (en duurder) is om de doorlatendheid (grondverbetering) te verhogen onder en/of naast de constructie, daarom wordt aanbevolen altijd te kiezen voor een grondverbetering indien dit een kleine investering is;

#### Monitoring

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

- Aanbevolen wordt om peilbuizen te plaatsen voor de bestaande barrière. Vervolgens driemaal voor de werkzaamheden de grondwaterstand opnemen. Daarna in verschillende fasen (tijdens en na werkzaamheden) een aantal maal de grondwaterstand opnemen.

- Aanbevolen wordt om peilbuizen te plaatsen achter de bestaande barrière. Vervolgens driemaal voor de werkzaamheden de grondwaterstand opnemen. Daarna in verschillende fasen (tijdens en na werkzaamheden) een aantal maal de grondwaterstand opnemen. Indien gewenst wordt in een later stadium een monitoringsplan opgesteld waarin de peilbuislocaties en alarmwaarden zijn samengevat. Voor de aan te houden alarmwaarde wordt, in dit stadium, geadviseerd om uit te gaan van een niveau van NAP +0.13 m of hoger.

### 4.3 Uitvoering

De aannemer is vrij om te kiezen voor specifieke drains en grondverbetering en wijze van omgaan met lokale afwijkingen in de bodem, type materieel. De vrije keuze is omdat materieel zeer divers is en varieert per leverancier. 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 de barrièrewerking en omgevingsbeïnvloeding te beheersen en te voldoen aan wetgeving:

- Het wordt aanbevolen het uitvoeringsontwerp te overleggen met de geohydroloog, daarbij zal de invloed op de omgeving worden gecontroleerd en/of (indien wenselijk) met monitoring geoptimaliseerd tijdens uitvoering;

## 5 Actieprogramma

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

- 1 Toetsing dit geohydrologisch onderzoek door bevoegd gezag (haalbaarheid);
- 2 Vaststellen bouwplannen uitvoeringsontwerp en barrièrewerking toetsen;
- 3 Start uitvoering;
- 4 Controle door geohydroloog tijdens ontgraving bestaande situatie.

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

Opgesteld door:  
ing. E.J. (Erik) Loots

Loots Grondwatertechniek

26 juli 2017

## 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 grondwaterstands daling op de bebouwing. Rotterdam : SBR, 1998.
4. Dinoloket, Data en Informatie van de Nederlandse Ondergrond. Ondergrondgegevens.
5. Kadaster. Top10NL kaart nederland. 2012.
6. Her architecten, 20170508, tekeningen VO, 08 mei 2017
7. Passe-partout, 09-M-1286, inmeting situatie, 29 oktober 2009
8. archief, , tekeningen bestaand, 01 januari 1923
9. dinoloket, -, grondonderzoek en grondwaterstanden, -

## 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 grondwaterstandsaling 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;

© 2016 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, ontgravingsdiepten, projectlocatie;
- Geotechnische bodemopbouw en geotechnische categorie;
- Aanwezigheid van openbaar groen/natuur, landbouw.

### [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, boorbeschrijving;
- De maatgevende (gemiddeld hoogste/laagste) grondwaterstand watervoerende laag 1;

### [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:

- Grondwateraanvulling is ingeschat op 300mm/jaar;
- Oppervlaktewater, diepte en verbinding met watervoerende lagen;

### [D] Ontbrekende parameters

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

## Bijlage 3 - (input) grondwaterberekeningen/-model

## LOOTSGWT

## BARRIÈREBEREKENING V2.5

Project : Vierhoek te Haarlem  
 Projectnummer : 20120217B.1  
 Onderdeel : bestaande situatie  
 Datum : 26-7-2017

| input bodemopbouw         | top<br>[m+NAP] | min $k_h$<br>[m/dag] | min $k_v$<br>[m/dag] | max $k_h$<br>[m/dag] | max $k_v$<br>[m/dag] | S    |
|---------------------------|----------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------|
| deklaag                   | 0.86           | 1                    | 1.275                | 5                    | 1.725                | 0.25 |
| watervoerende laag 1      | 0              | 0.0425               | 0.00425              | 5                    | 1.725                | 0.3  |
| slecht doorlatende laag 1 | -27.625        | 0.0085               | 0.0017               | 0.0115               | 0.0023               | 0.33 |
| watervoerende laag 2      | -28.45         | 17                   | 8.5                  | 23                   | 11.5                 | 0.3  |
| slecht doorlatende laag 2 | -75            | 0.0085               | 0.0017               | 0.0115               | 0.0023               | 0.33 |
| watervoerende laag 3      | -10            | 0                    | 0                    | 0                    | 0                    | 0    |

## Doorstroomoppervlak freatisch berekening

| onderdeel    | breedte [m] | dikte [m] | oppervlak [m <sup>2</sup> ] |
|--------------|-------------|-----------|-----------------------------|
| naast object | 42          | 27.63     | 1160.25                     |
| onder object | 52          | 25.375    | 1319.5                      |
|              |             | SOM       | 2479.75                     |

## Hoeveelheid doorstroming natuurlijk

| naam        | $k_h$   | verhang  | oppervlak m <sup>2</sup> | Q [m <sup>3</sup> /dag] | $\Delta h$ -oud [m] | $kD \times b$ |
|-------------|---------|----------|--------------------------|-------------------------|---------------------|---------------|
| k gemiddeld | 2.52125 | 0.001546 | 2479.75                  | 9.67                    | 0.031               | 6252.07       |
| k minimum   | 0.0425  | 0.001546 | 2479.75                  | 0.16                    | 0.031               | 105.39        |
| k maximum   | 5       | 0.001546 | 2479.75                  | 19.17                   | 0.031               | 12398.75      |

## Hoeveelheid doorstroming sprong

|                  |       |   |                    |       |                     |
|------------------|-------|---|--------------------|-------|---------------------|
| breedte barrière | 52    | m | weerstand barrière | 10000 | dagen               |
| dikte wv1        | 27.63 | m | verhang sprong     | 1:57  |                     |
| afstand sprong   | 20    | m | Q (waterbezwaar)   | 0.05  | m <sup>3</sup> /dag |

## LOOTSGWT

## BARRIÈREBEREKENING V2.7

|               |   |                     |
|---------------|---|---------------------|
| Project       | : | Vierhoek te Haarlem |
| Projectnummer | : | 20120217B.1         |
| Onderdeel     | : | nieuwe situatie     |
| Datum         | : | 26-7-2017           |

| input bodemopbouw         | top<br>[m+NAP] | min $k_h$<br>[m/dag] | min $k_v$<br>[m/dag] | max $k_h$<br>[m/dag] | max $k_v$<br>[m/dag] | S    |
|---------------------------|----------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------|
| deklaag                   | 0.86           | 1.00                 | 1.28                 | 5.00                 | 1.73                 | 0.25 |
| watervoerende laag 1      | 0              | 0.0425               | 0.00425              | 5                    | 1.725                | 0.3  |
| slecht doorlatende laag 1 | -27.625        | 0.0085               | 0.0017               | 0.0115               | 0.0023               | 0.33 |
| watervoerende laag 2      | -28.45         | 17                   | 8.5                  | 23                   | 11.5                 | 0.3  |
| slecht doorlatende laag 2 | -75            | 0.0085               | 0.0017               | 0.0115               | 0.0023               | 0.33 |
| watervoerende laag 3      | -10            | 0                    | 0                    | 0                    | 0                    | 0    |

## Doorstroomoppervlak freatisch berekening

| onderdeel    | breedte [m] | dikte [m] | oppervlak [m <sup>2</sup> ] |
|--------------|-------------|-----------|-----------------------------|
| naast object | 2           | 27.63     | 55.25                       |
| onder object | 52          | 19.625    | 1020.5                      |
|              |             | SOM       | 1075.75                     |

## Hoeveelheid doorstroming natuurlijk

| naam        | kh      | oppervlak | Q [m <sup>3</sup> /dag] | verhang | $\Delta h$ -nieuw [m] | $\Delta h$ -verschil [m] | kD x b   | kDb verschil |
|-------------|---------|-----------|-------------------------|---------|-----------------------|--------------------------|----------|--------------|
| k gemiddeld | 2.52125 | 1075.75   | 9.67                    | 0.00356 | 0.071                 | 0.040                    | 2712.235 | -3539.835    |
| k minimum   | 0.0425  | 1075.75   | 0.16                    | 0.00356 | 0.071                 | 0.040                    | 45.719   | -59.670      |
| k maximum   | 5       | 1075.75   | 19.17                   | 0.00356 | 0.071                 | 0.040                    | 5378.750 | -7020.000    |

## Hoeveelheid doorstroming sprong

|                  |       |   |                    |       |                     |
|------------------|-------|---|--------------------|-------|---------------------|
| breedte barrière | 52    | m | weerstand barrière | 10000 | dagen               |
| dikte wvl1       | 27.63 | m | verhang sprong     | 1:57  |                     |
| afstand sprong   | 20    | m | Q (waterbezwaar)   | 0.05  | m <sup>3</sup> /dag |

## Oplossing grondverbetering

| Onderdeel                          | kDb verschil | dikte<br>grondverbetering | breedte<br>barrière | minimale k-waarde<br>[m/dag] | k-waarde<br>combinatie |
|------------------------------------|--------------|---------------------------|---------------------|------------------------------|------------------------|
| Grondverbetering onder constructie | -7020.0      | 0.3                       | 52                  | 450                          | 259                    |
| Grondverbetering naast constructie | -7020.0      | 5.8                       | 2                   | 610                          | 259                    |

## Aantal gaten bij permanente damwanden

|                    |          |                     |                      |      |   |
|--------------------|----------|---------------------|----------------------|------|---|
| totale breedte     | 52       | m                   | max verlies over gat | 0.02 | m |
| max waterbezwaar   | 19.17    | m <sup>3</sup> /dag | straal gaten         | 0.2  | m |
| k grondverbetering | 350      | m/dag               |                      |      |   |
| debiet per gat     | 8.796459 | m <sup>3</sup> /dag | Aantal gaten         | 3    |   |

## LOOTSGWT

## BARRIÈREBEREKENING V2.5

|               |   |   |
|---------------|---|---|
| Project       | : | Vierhoek te Haarlem                           |
| Projectnummer | : | 20120217B.1                                   |
| Onderdeel     | : | bestaande situatie (inclusief externe ruimte) |
| Datum         | : | 26-7-2017                                     |

| input bodemopbouw         | top<br>[m+NAP] | min $k_h$<br>[m/dag] | min $k_v$<br>[m/dag] | max $k_h$<br>[m/dag] | max $k_v$<br>[m/dag] | S    |
|---------------------------|----------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------|
| deklaag                   | 0.86           | 1.00                 | 1.28                 | 5.00                 | 1.73                 | 0.25 |
| watervoerende laag 1      | 0              | 0.0425               | 0.00425              | 5                    | 1.725                | 0.3  |
| slecht doorlatende laag 1 | -27.625        | 0.0085               | 0.0017               | 0.0115               | 0.0023               | 0.33 |
| watervoerende laag 2      | -28.45         | 17                   | 8.5                  | 23                   | 11.5                 | 0.3  |
| slecht doorlatende laag 2 | -75            | 0.0085               | 0.0017               | 0.0115               | 0.0023               | 0.33 |
| watervoerende laag 3      | -10            | 0                    | 0                    | 0                    | 0                    | 0    |

## Doorstroomoppervlak freatisch berekening

| onderdeel    | breedte [m] | dikte [m] | oppervlak [m <sup>2</sup> ] |
|--------------|-------------|-----------|-----------------------------|
| naast object | 82          | 27.63     | 2265.25                     |
| onder object | 52          | 25.375    | 1319.5                      |
|              |             | SOM       | 3584.75                     |

## Hoeveelheid doorstroming natuurlijk

| naam        | $k_h$   | verhang  | oppervlak m <sup>2</sup> | Q [m <sup>3</sup> /dag] | $\Delta h$ -oud [m] | $kD \times b$ |
|-------------|---------|----------|--------------------------|-------------------------|---------------------|---------------|
| k gemiddeld | 2.52125 | 0.001546 | 3584.75                  | 13.97                   | 0.031               | 9038.051      |
| k minimum   | 0.0425  | 0.001546 | 3584.75                  | 0.24                    | 0.031               | 152.352       |
| k maximum   | 5       | 0.001546 | 3584.75                  | 27.71                   | 0.031               | 17923.75      |

## Hoeveelheid doorstroming sprong

|                  |       |   |                    |       |                     |
|------------------|-------|---|--------------------|-------|---------------------|
| breedte barrière | 52    | m | weerstand barrière | 10000 | dagen               |
| dikte wvl1       | 27.63 | m | verhang sprong     | 1:57  |                     |
| afstand sprong   | 20    | m | Q (waterbezwaar)   | 0.05  | m <sup>3</sup> /dag |



## LOOTSGWT

## BARRIÈREBEREKENING V2.7

|               |   |  |
|---------------|---|--|
| Project       | : | Vierhoek te Haarlem                        |
| Projectnummer | : | 20120217B.1                                |
| Onderdeel     | : | nieuwe situatie (inclusief externe ruimte) |
| Datum         | : | 26-7-2017                                  |

| input bodemopbouw         | top<br>[m+NAP] | min $k_h$<br>[m/dag] | min $k_v$<br>[m/dag] | max $k_h$<br>[m/dag] | max $k_v$<br>[m/dag] | S    |
|---------------------------|----------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------|
| deklaag                   | 0.86           | 1.00                 | 1.28                 | 5.00                 | 1.73                 | 0.25 |
| watervoerende laag 1      | 0              | 0.0425               | 0.00425              | 5                    | 1.725                | 0.3  |
| slecht doorlatende laag 1 | -27.625        | 0.0085               | 0.0017               | 0.0115               | 0.0023               | 0.33 |
| watervoerende laag 2      | -28.45         | 17                   | 8.5                  | 23                   | 11.5                 | 0.3  |
| slecht doorlatende laag 2 | -75            | 0.0085               | 0.0017               | 0.0115               | 0.0023               | 0.33 |
| watervoerende laag 3      | -10            | 0                    | 0                    | 0                    | 0                    | 0    |

## Doorstroomoppervlak freatisch berekening

| onderdeel    | breedte [m] | dikte [m] | oppervlak [m <sup>2</sup> ] |
|--------------|-------------|-----------|-----------------------------|
| naast object | 42          | 27.63     | 1160.25                     |
| onder object | 52          | 19.63     | 1020.76                     |
|              |             | SOM       | 2181.01                     |

## Hoeveelheid doorstroming natuurlijk

| naam        | $k_h$   | oppervlak | Q [m <sup>3</sup> /dag] | verhang | $\Delta h$ -nieuw [m] | $\Delta h$ -verschil [m] | kD x b    | kDb verschil |
|-------------|---------|-----------|-------------------------|---------|-----------------------|--------------------------|-----------|--------------|
| k gemiddeld | 2.52125 | 2181.01   | 13.97                   | 0.00254 | 0.051                 | 0.020                    | 5498.871  | -3539.179    |
| k minimum   | 0.0425  | 2181.01   | 0.24                    | 0.00254 | 0.051                 | 0.020                    | 92.693    | -59.659      |
| k maximum   | 5       | 2181.01   | 27.71                   | 0.00254 | 0.051                 | 0.020                    | 10905.050 | -7018.700    |

## Hoeveelheid doorstroming sprong

|                  |       |   |                    |       |                     |
|------------------|-------|---|--------------------|-------|---------------------|
| breedte barrière | 52    | m | weerstand barrière | 10000 | dagen               |
| dikte ww1        | 27.63 | m | verhang sprong     | 1:57  |                     |
| afstand sprong   | 20    | m | Q (waterbezwaar)   | 0.05  | m <sup>3</sup> /dag |

## Oplossing grondverbetering

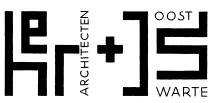
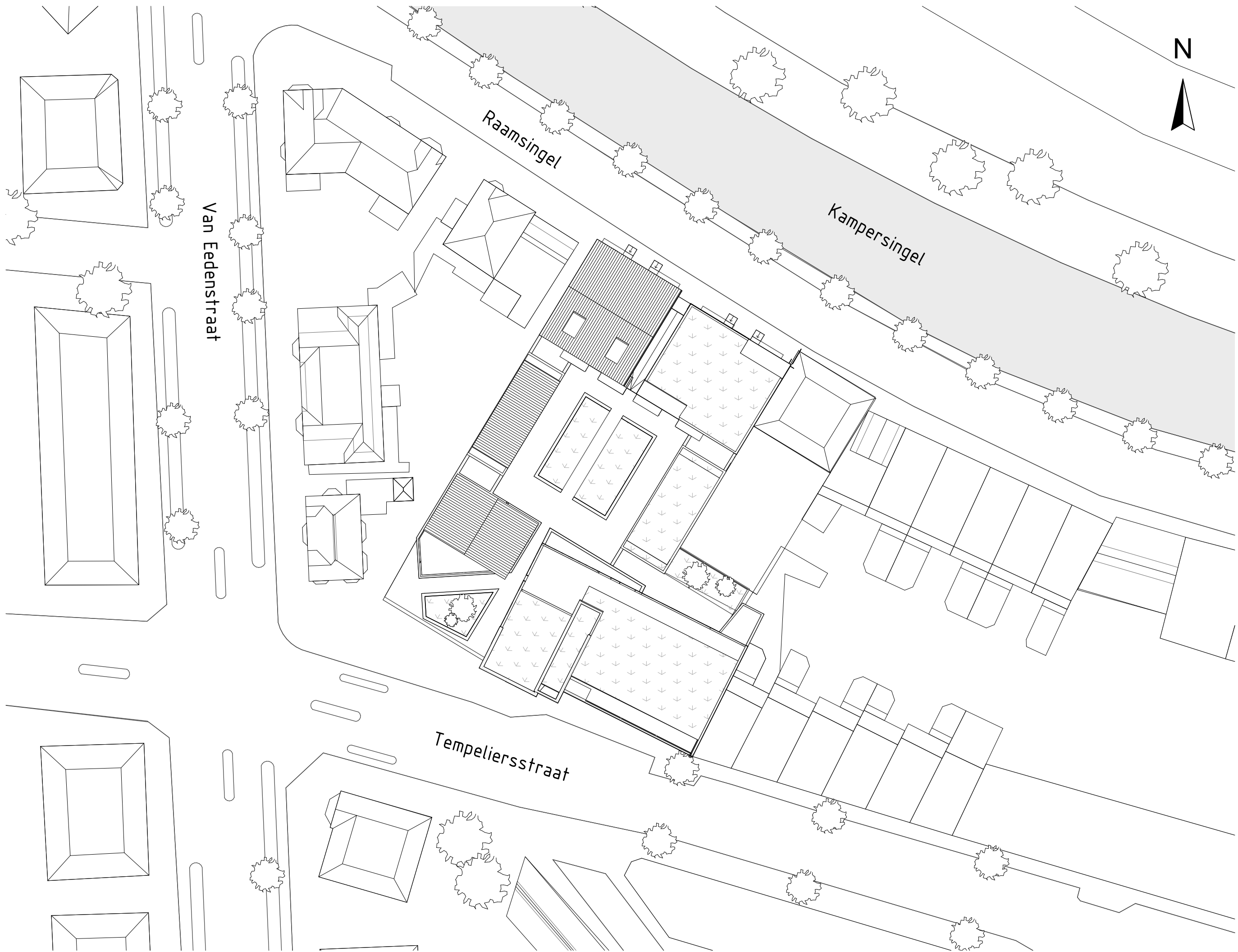
| Onderdeel                          | kDb verschil | dikte<br>grondverbetering | breedte<br>barrière | minimale k-waarde<br>[m/dag] | k-waarde<br>combinatie |
|------------------------------------|--------------|---------------------------|---------------------|------------------------------|------------------------|
| Grondverbetering onder constructie | -7018.7      | 0.3                       | 52                  | 450                          | 259                    |
| Grondverbetering naast constructie | -7018.7      | 5.8                       | 2                   | 610                          | 259                    |

## Aantal gaten bij permanente damwanden

|                    |          |                     |                      |      |   |
|--------------------|----------|---------------------|----------------------|------|---|
| totale breedte     | 52       | m                   | max verlies over gat | 0.02 | m |
| max waterbezwaar   | 27.71    | m <sup>3</sup> /dag | straal gaten         | 0.2  | m |
| k grondverbetering | 350      | m/dag               |                      |      |   |
| debiet per gat     | 8.796459 | m <sup>3</sup> /dag | Aantal gaten         | 4    |   |

## Bijlage 4 - tekeningen





postbus 5256  
2000 gg haarlem

023 82 005 82

Info@herarchitecten.nl  
www.herarchitecten.nl

kvk 6723623

project  
De Vierhoek

Tempeliersstraat  
Raamsingel  
Haarlem

opdrachtgever  
HBB Ontwikkeling

formaat  
A3

schaal  
1:500

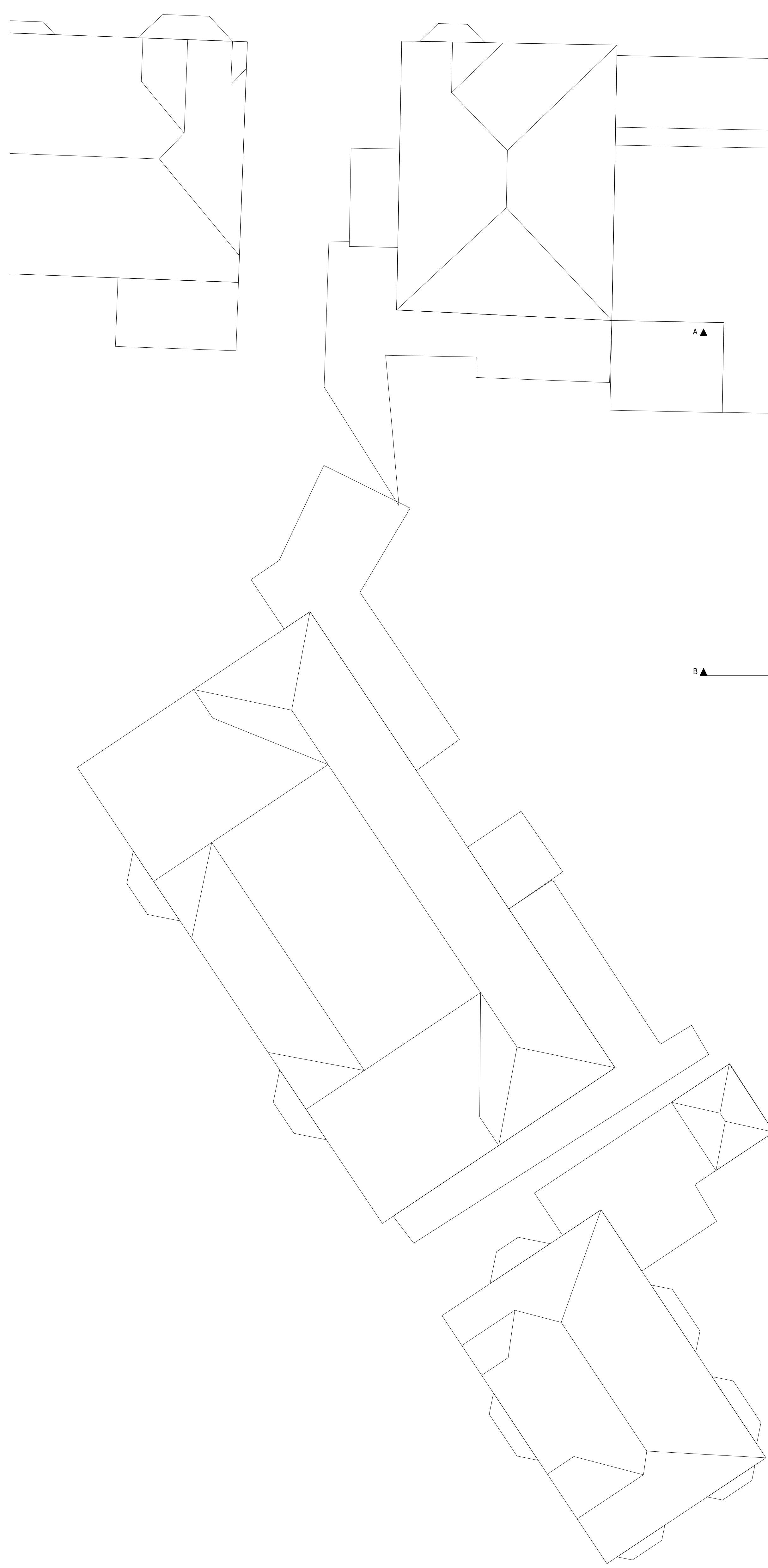
onderwerp  
Situatie

fase  
voorontwerp (VO)  
(CONSEPT)

datum  
8-5-2017

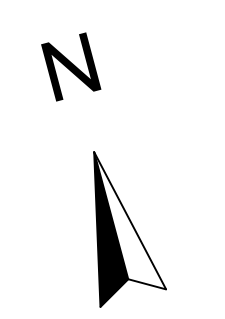
tekennummer

VO-00



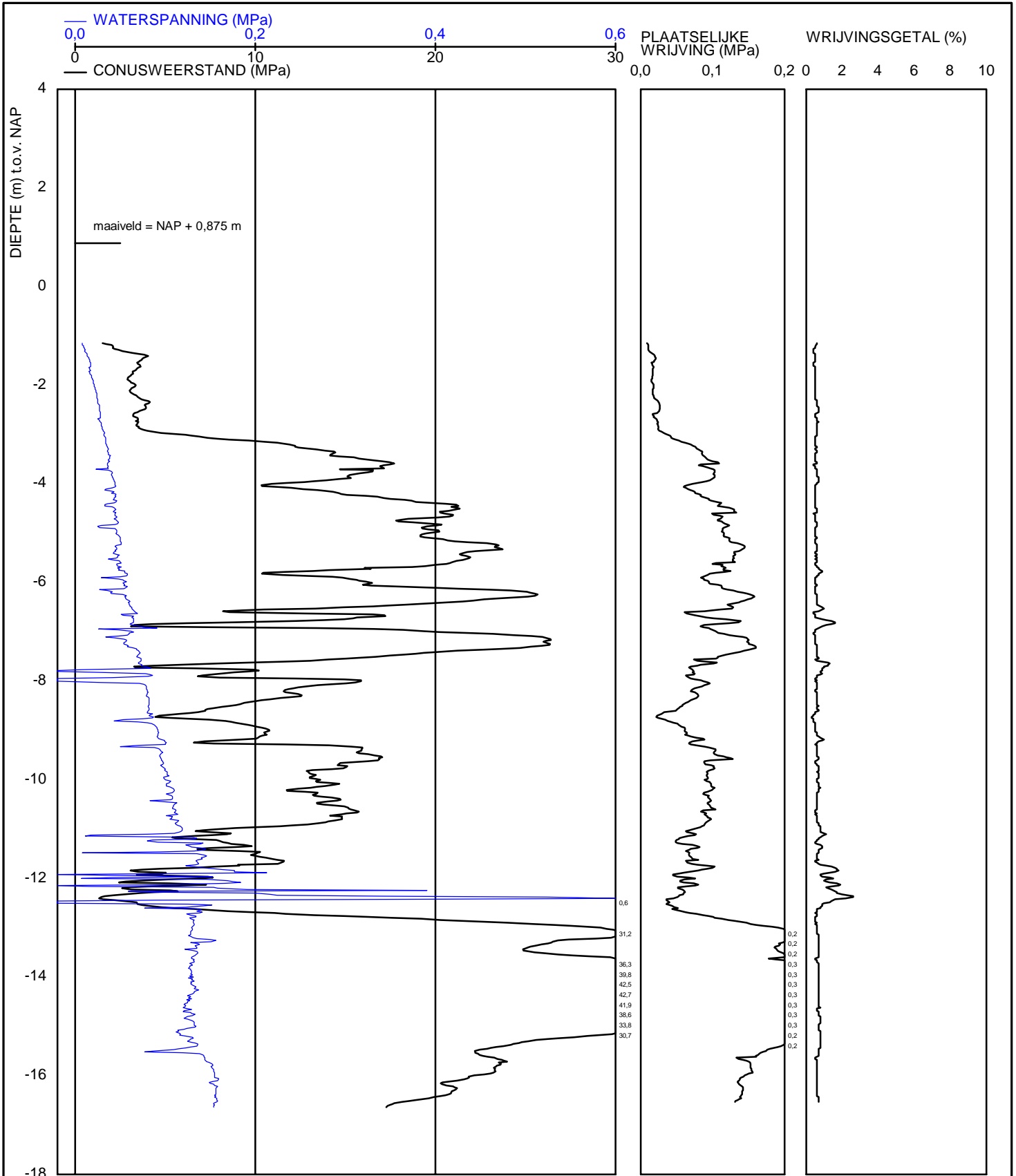
Plattegrond  
kelder

|  |  |  |
|--|--|--|
|  |  | postbus 5256<br>2000 gg haarlem<br>023 82 005 82<br>info@herarchitecten.nl<br>www.herarchitecten.nl<br>kvk 4728423 |
| project<br>De Vierhoek<br>Tempeliersstraat<br>Raamingsel<br>haarlem<br>opdrachtgever<br>HBB ontwikkeling | onderwerp<br>kelder<br>fase<br>voorontwerp (VO)<br>(CONCEPT) | formaat<br>A0<br>datum<br>8-5-2017<br>tekeningsnummer<br>VO-09   |



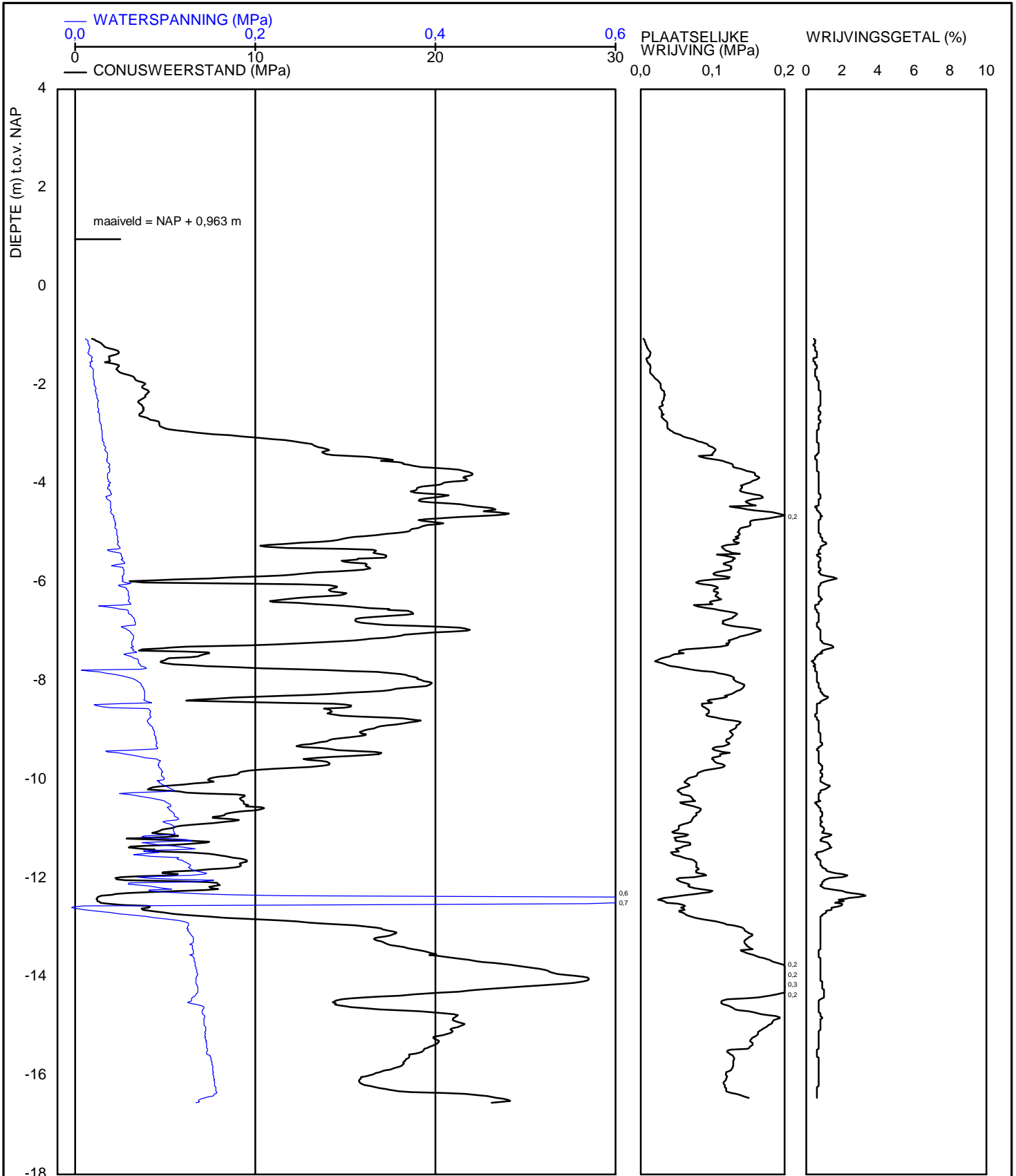


## Bijlage 5 - grondonderzoek



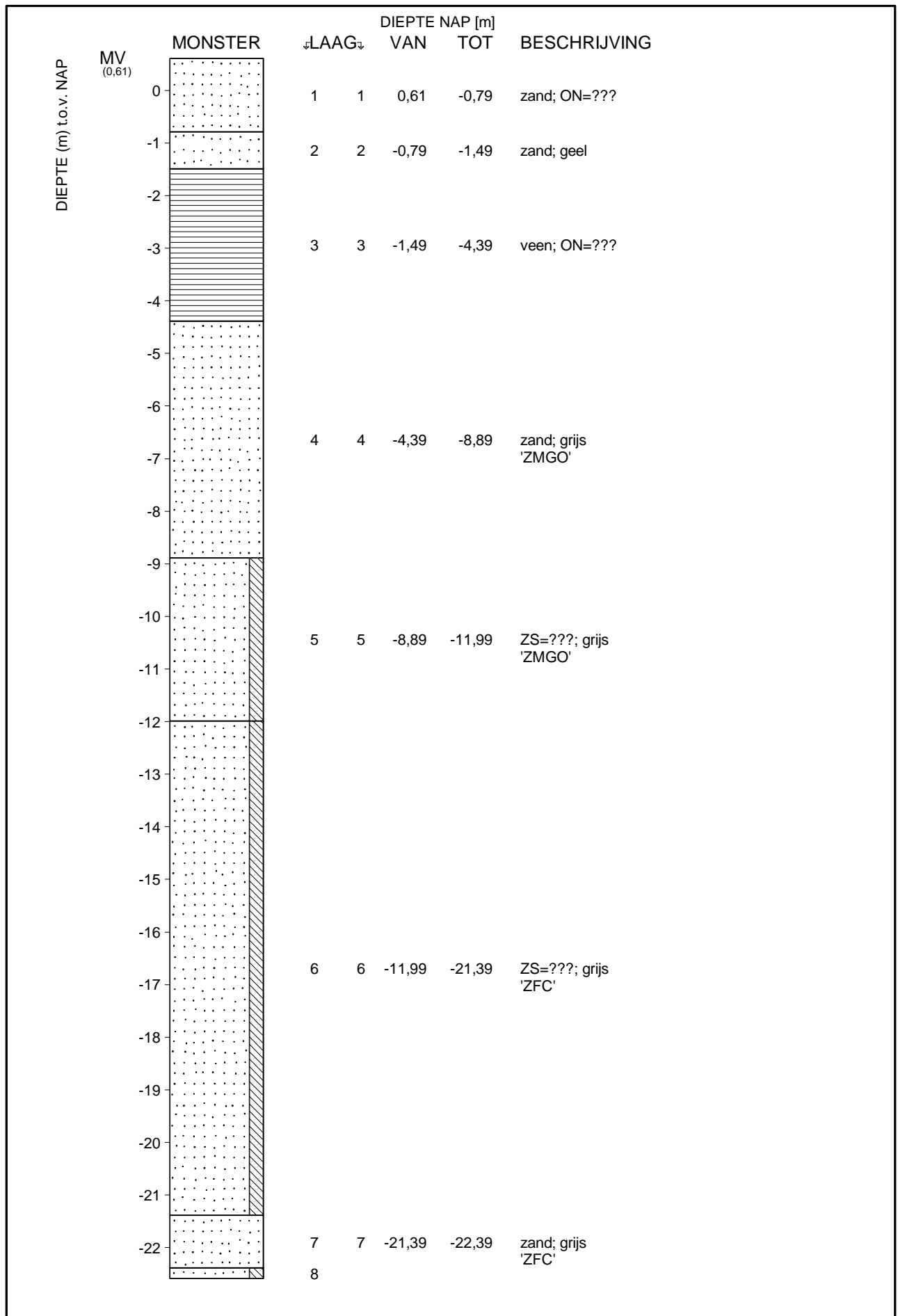
|  |   |                     |                                      |            |             |
|--|---|---------------------|--------------------------------------|------------|-------------|
| <Not Registered><br><Not Registered><br><Not Registered> | <Not Registered><br><Not Registered> <Not Registered> | Telefoon<br>Telefax | <Not Registered><br><Not Registered> | datum      | get.        |
|  |   |                     |                                      | 2002-04-25 | -           |
| -  | -   | -                   | -                                    | BRO-/      | gez.        |
|  |   |                     |                                      | BIJL.      | form.<br>A4 |

Sondering CPT000000022806



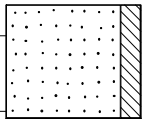
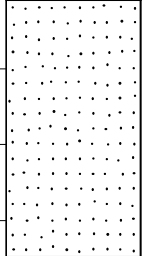
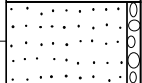
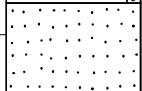
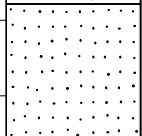
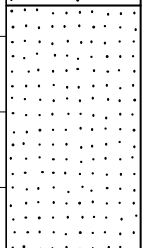
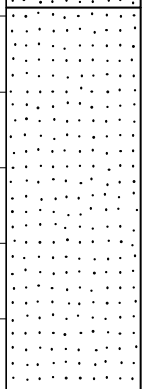
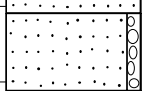
|  |   |                     |                                      |            |             |
|--|---|---------------------|--------------------------------------|------------|-------------|
| <Not Registered><br><Not Registered><br><Not Registered> | <Not Registered><br><Not Registered> <Not Registered> | Telefoon<br>Telefax | <Not Registered><br><Not Registered> | datum      | get.        |
|  |   |                     |                                      | 2002-04-26 | -           |
| -  |   |                     |                                      | BRO-/      | gez.        |
|  |   |                     |                                      | BIJL.      | form.<br>A4 |

Sondering CPT000000022802



|                                      |   |                     |                                      |                     |              |
|--------------------------------------|---|---------------------|--------------------------------------|---------------------|--------------|
| <Not Registered><br><Not Registered> | <Not Registered><br><Not Registered> <Not Registered> | Telefoon<br>Telefax | <Not Registered><br><Not Registered> | datum<br>1941-01-01 | get.<br>Brou |
|                                      |   |                     |                                      | DINO-BOR            | gez.         |
| Pulsboring B25A0540 [Blad 1 / 2]     |   |                     |                                      | BIJL.               | form.<br>A4  |

DIEPTE (m) t.o.v. NAP

| MONSTER   | DIEPTE NAP [m] |                  | BESCHRIJVING             |
|---|----------------|------------------|--------------------------|
|   | ↓LAAG↓         | VAN TOT          |                          |
|    | 8              | 8 -22,39 -24,09  | ZS=???; grijs<br>'ZMGO'  |
|    | 9              | 9 -24,09 -27,49  | zand; grijs<br>'ZFC'     |
|    | 10             | 10 -27,49 -28,59 | ZG1=???; grijs<br>'ZGC'  |
|    | 11             | 11 -28,59 -29,79 | zand; grijs<br>'ZMGO'    |
|    | 12             | 12 -29,79 -31,59 | zand; grijs<br>'ZZGO'    |
|   | 13             | 13 -31,59 -34,89 | zand; grijs<br>'ZGC'     |
|  | 14             | 14 -34,89 -40,09 | zand; grijs<br>'ZMGO'    |
|  | 15             | 15 -40,09 -41,12 | ZG1=???; grijs<br>'ZMGO' |

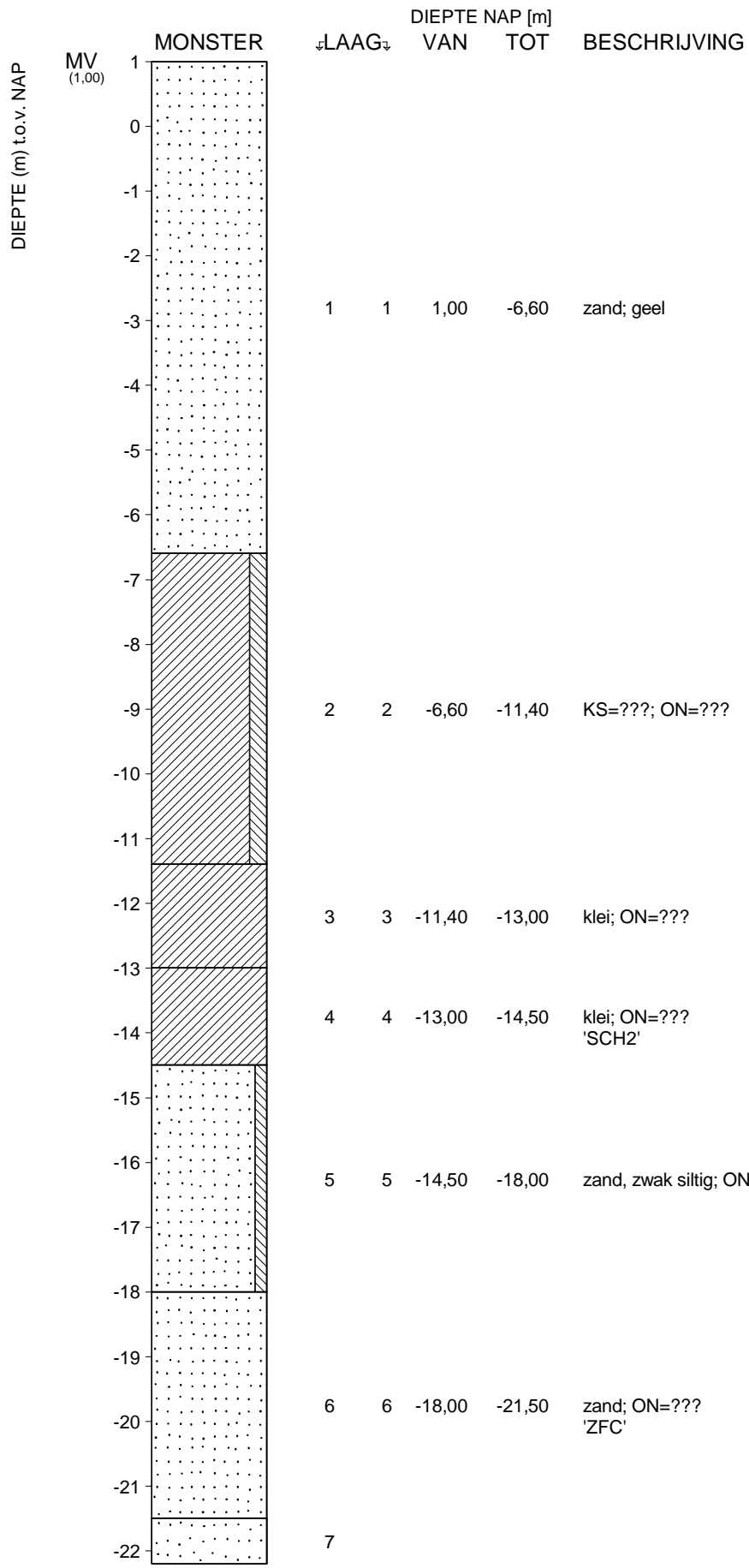
Geboord tot  
NAP -41,12 m  
Aantal peilbuizen:1

Einde Boring B25A0540

maaiveld: NAP 0,61 m  
X = 103874 m Y = 487547 m (RD)

|                                      |   |                     |                                      |                     |              |
|--------------------------------------|---|---------------------|--------------------------------------|---------------------|--------------|
| <Not Registered><br><Not Registered> | <Not Registered><br><Not Registered> <Not Registered> | Telefoon<br>Telefax | <Not Registered><br><Not Registered> | datum<br>1941-01-01 | get.<br>Brou |
| Pulsboring B25A0540 [Blad 2 / 2]     |   |                     |                                      | DINO-BOR            | gez.         |
|                                      |   |                     |                                      | BIJL.               | form.<br>A4  |





|                                      |   |                     |                                      |            |             |
|--------------------------------------|---|---------------------|--------------------------------------|------------|-------------|
| <Not Registered><br><Not Registered> | <Not Registered><br><Not Registered> <Not Registered> | Telefoon<br>Telefax | <Not Registered><br><Not Registered> | datum      | get.        |
|                                      |   |                     |                                      | 1940-01-01 |             |
|                                      |   |                     |                                      | DINO-BOR   | gez.        |
|                                      |   |                     |                                      | BIJL.      | form.<br>A4 |

DIEPTE (m) t.o.v. NAP

| MONSTER                     | DIEPTE NAP [m] |         | BESCHRIJVING          |                        |
|-----------------------------|----------------|---------|-----------------------|------------------------|
|                             | ↓LAAG↓         | VAN TOT |                       |                        |
|                             | 7              | 7       | -21,50 -24,20         | zand; ON=???<br>'SCH2' |
|                             | 8              | 8       | -24,20 -26,20         | zand; ON=???<br>'ZGC'  |
| Geboord tot<br>NAP -26,20 m |                |         | Einde Boring B25A0616 |                        |

maaiveld: NAP 1,00 m  
X = 103350 m Y = 487840 m (RD)

|                                      |   |   |                     |             |
|--------------------------------------|---|---|---------------------|-------------|
| <Not Registered><br><Not Registered> | <Not Registered><br><Not Registered> <Not Registered> | Telefoon <Not Registered><br>Telefax <Not Registered> | datum<br>1940-01-01 | get.        |
| Pulsboring B25A0616 [Blad 2 / 2]     |   |   | DINO-BOR            | gez.        |
|                                      |   |   | BIJL.               | form.<br>A4 |

## Bijlage 6 - grondwaterstanden





