

datum

19 juni  
2015

## Geohydrologisch onderzoek

Heinekenhoek te Amsterdam

status : definitief

versie : 1

opdrachtgever

Crux Engineering BV

5.1.2.e

Pedro Medinalaan 3c

1086 XK Amsterdam

adviseur

5.1.2.e

5.1.2.e [@lootsqwt.com](mailto:@lootsqwt.com)

5.1.2.e

Loots Grondwatertechniek

Pedro de Medinalaan 1B

1086XK Amsterdam

kenmerk

10170215B.1



## Inhoudsopgave

Inhoudsopgave.....	1
1 Inleiding.....	2
2 Situatieanalyse project .....	3
2.1 Project: locatie en afmeting van nieuwe barrière.....	3
2.2 Project: bodemopbouw.....	4
2.3 Project: grondwater.....	4
2.4 Project: omgeving .....	5
3 Maatregelen geohydrologie .....	7
3.1 Maatregelen: verhang en situatie in watervoerende laag.....	7
3.2 Maatregelen: situatie hemelwater infiltratie (extremen).....	8
4 Grondwaterbeheersing implementatie.....	9
4.1 Grondwaterbeheersing: barrièrewerking .....	9
4.2 Grondwaterbeheersing: omgevingsbeïnvloeding (modelberekening).....	9
4.3 Grondwaterbeheersing: wetgeving bij plaatsen van ondergronds obstakel.....	10
5 Aanbevelingen, actieprogramma .....	11
5.1 Risicocheck.....	11
5.2 Aanbevelingen: onderzoek en/of monitoring .....	11
5.3 Aanbevelingen: uitvoering .....	12
5.4 Actieprogramma .....	12
Gebruikte literatuur en bronnen.....	13
Bijlage 1 – Algemene voorwaarden rapport .....	14
Bijlage 2 – Methode van bepalen van benodigde data .....	15
Bijlage 3 – (input) Grondwaterberekeningen/-model .....	16
Bijlage 4 – Tekeningen project en omgeving .....	20
Bijlage 5 – Grondonderzoeken .....	22
Bijlage 6 – Grondwater eigenschappen.....	23

# 1 Inleiding

Een ontwerp voor het project “Heinekenhoek te Amsterdam” is gemaakt door MVSA Architects. In dit ontwerp is een kelder onder de grondwaterstand. Doordat dit object een watervoerende laag geheel of gedeeltelijk afsluit kan de grondwaterstand (lokaal) worden beïnvloed, deze grondwaterstand kan stijgen of zakken (afhankelijk van de stromingsrichting).

Bij het plaatsen van een 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 juli dit jaar een verantwoorde beslissing over de aanleg van de kelder te kunnen nemen.

## Doel van rapport

Het doel van dit rapport is het presenteren van de benodigde maatregelen om de grondwaterstand op de locatie te beheersen tijdens de 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.

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

## Leeswijzer

Algemene lezer: Om de hoofdvraag van dit rapport te beantwoorden, wordt eerst in hoofdstuk 2 beschreven welke projectdimensies zijn gebruikt en welke bodemopbouw, grondwaterstanden en objecten in de omgeving zijn gevonden. In het derde hoofdstuk worden de benodigde maatregelen samengevat welke zijn berekend met behulp van de gegevens uit de situatieanalyse. Conclusies over de grondwaterbeheersing methode die het meest geschikt is 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.

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

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

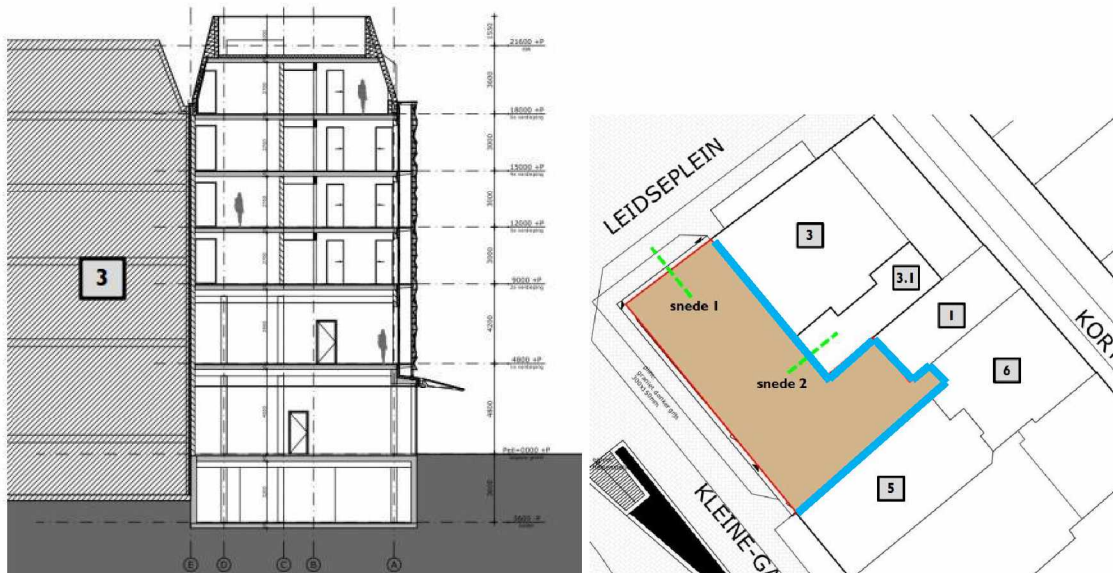
## 2 Situatieanalyse project

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

In bijlage 2 is samengevat waar de data is afgeleid.

### 2.1 Project: locatie en afmeting van nieuwe barrière

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



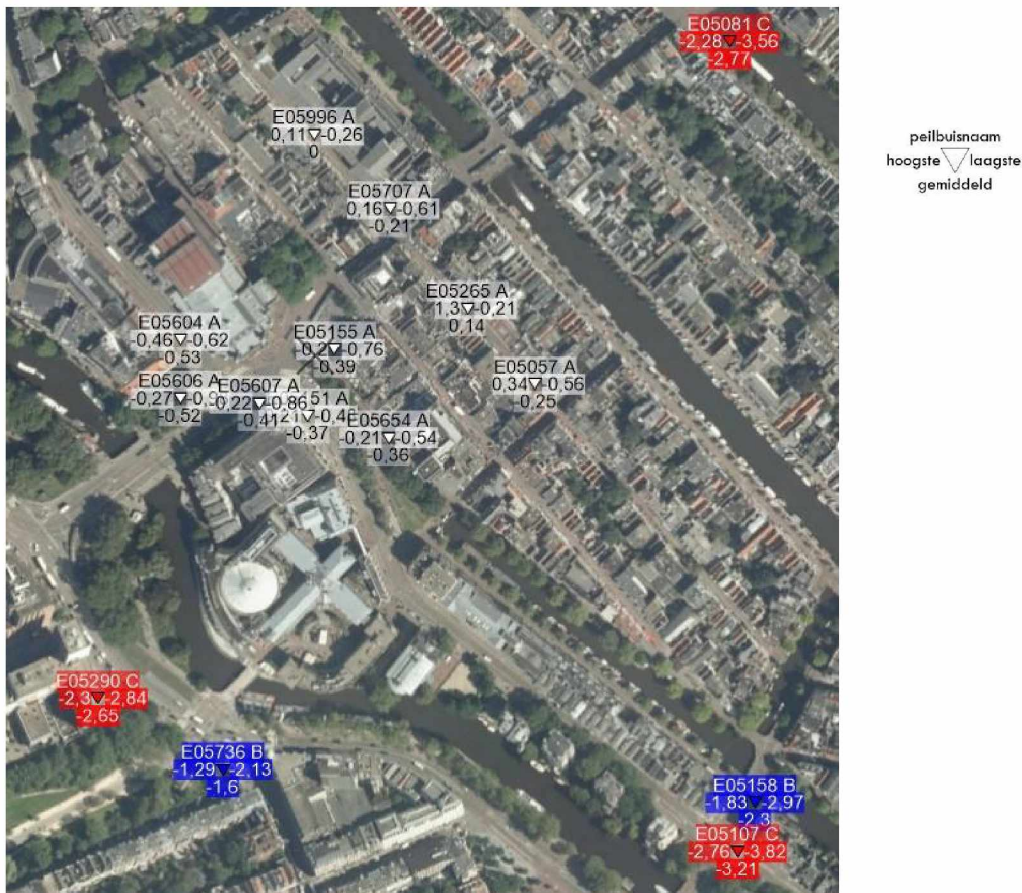
Figuur 1 – (links) dwarsdoorsnede nieuwbouw Heinekenhoek, zicht vanuit Leidseplein en (rechts) bovenaanzicht bouwput, waarbij blauw de damwanden zijn welke na werkzaamheden blijven zitten

Tabel 2.1

objecten omschrijving	lengte [m]	breedte [m]	Object diepte [m+NAP]	damwand punt [m+NAP]
Nieuwe situatie	30	15~20	-2,9	-13,5
Bestaande situatie	30	15~20	-0,4	geen

In bijlage 4 is de tekening op origineel formaat bijgevoegd.





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

In figuur 2 zijn de gemiddelde grondwaterstanden bijgevoegd. Opgemerkt wordt het volgende: Op de projectlocatie stroomt het grondwater richting de Stadhouderskade (zuidwesten) in watervoerende laag 1. Tevens is aangetoond dat de gemeten grondwaterstand afneemt in de diepere zandlagen.

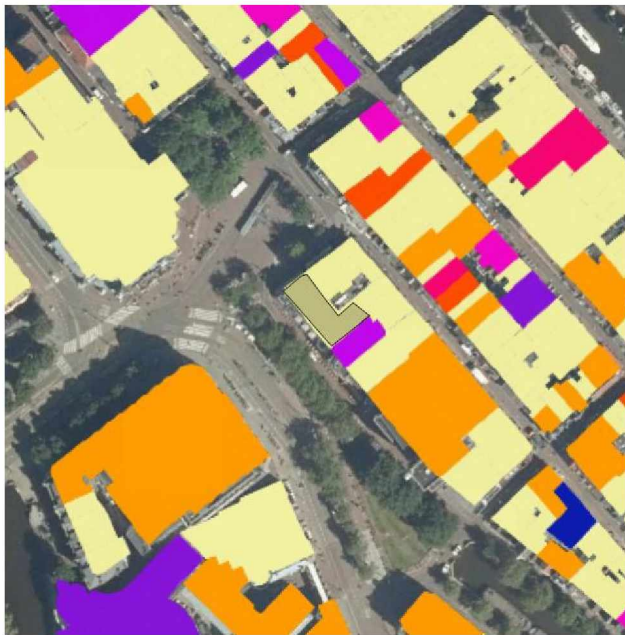
De grondwaterkwaliteit is niet bekend op de projectlocatie. Bij het toepassen van drainage maatregelen om grondwater te reguleren zijn grondwaterkwaliteit metingen benodigd ter voorkoming van falen van systemen door verstoppingen en/of slijtage.

In bijlage 6 zijn de grondwater eigenschappen bijgevoegd.


## 2.4 Project: omgeving

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

De onderstaande figuur 3 geeft een overzicht van de omgevingsfactoren in de theoretische reikwijdte van 75 m. Het betreffen belendingen en groen aan de straatzijde.



Kadaster - Basisregistraties Adressen en Gebouwen legenda

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

Figuur 3 – Alle objecten in de omgeving, panden en bomen

### 3 Maatregelen geohydrologie

In deze paragraaf is beschouwd of er aanvullend maatregelen getroffen moeten worden voor het verhang of (extreme) neerslag.

#### 3.1 Maatregelen: verhang en situatie in watervoerende laag

##### Maatgevend verhang

In figuur 2 zijn de gemiddelde grondwaterstanden zichtbaar op een luchtfoto ondergrond. Uit deze wordt afgeleid dat grondwater stroomt richting het zuidwesten in het freatisch pakket, aangenomen wordt dat dit beeld vergelijkbaar is in de wadzandlaag.

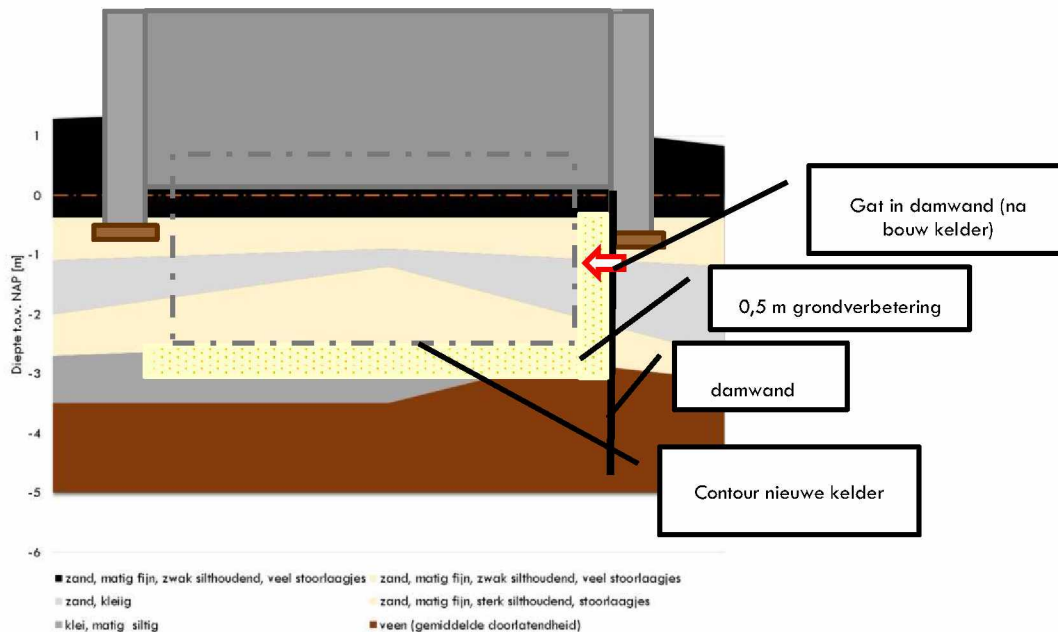


Figuur 4 - peilbuislocaties (omvang cirkel is de hoogte van de grondwaterstand, een grotere cirkel staat voor een hogere grondwaterstand). De peilen betreffen de ingeschatte stromingsrichting tussen de bollen, de lengte van de peil staat voor de hoeveelheid grondwater.

Een grondwaterstand ter plaatse van de Korte Leidsedwarsstraat is niet bekend, het verhang is daarom niet te bepalen. Voor de berekeningen wordt uitgegaan van een verhang van 1:100.

Geconcludeerd wordt dat er geen aanvullende maatregelen nodig zijn omdat er geen alternatieve stromingswegen bestaan richting het zuidwesten. De verwachting is dat grondwater makkelijker in het wegcunet kan stromen vergeleken met onder een gebouw door, daarom wordt verwacht dat grondwater overwegend onder de wegen door stroomt richting het zuidwesten.

In figuur 5 is de situatie samengevat, in de bestaande situatie wordt de bovenste zandlaag afgesloten door de bestaande constructie. Terwijl in de nieuwe situatie alle zandlagen (geheel watervoerend pakket 1) tot en met NAP – 3,0 m worden afgesloten door de kelder



Figuur 5 – Bestaande situatie en nieuwe situatie

### 3.2 Maatregelen: situatie hemelwater infiltratie (extremen)

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

Het uitgangspunt ten aanzien van grondwateraanvulling:

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

Uit figuur 4 kan worden afgeleid dat hemelwater infiltratie groter is op de weg vergeleken met achter de projectlocatie, dit omdat achter de projectlocatie gebouwen zijn (minder grondwateraanvulling). De stromingsrichting is naar de weg, geconcludeerd wordt dat bij extreme neerslag het verhang zal afnemen, aanvullende maatregelen dus niet noodzakelijk.

## 4 Grondwaterbeheersing implementatie

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

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

### 4.1 Grondwaterbeheersing: barrièrewerking

#### Debiet doorstroming

De kelder is 30 m breed (haaks op de stromingsrichting) en watervoerende laag 1 is circa 1,5 m dik in de bestaande situatie, een totaal watervoerend frontaal oppervlak van 45 m<sup>2</sup>. Het verhang is 1:100 en de doorlatendheid van het zand is ingeschat tussen 3 à 10 m/dag. Grondwaterstroomsnelheid is 0,1 à 0,33 m/dag bij een verhang van 1:100. Het volume wat stroomt onder de barrière in de bestaande situatie is 45 m<sup>2</sup> x 0,1 à 0,33 m/dag = 4,5 à 15 m<sup>3</sup>/dag.

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

#### Methode barrièrewerking reduceren

Onder de kelder is een grondverbetering van 0,5 m, wanneer dit een grondverbetering is van grof zand (k-waarde >20 m/dag) dan zal hierdoor geen verslechtering optreden door horizontale toestroom (kD-waarde is 10 m<sup>2</sup>/dag en dit is > 50% van de originele waarde).

In figuur 5 is duidelijk dat de damwanden in de watervoerende zandlaag staan. Echter zijn de damwanden in de bouwphase ondoorlatend. Voor barrièrewerking is dit een verslechtering. Om dit op te heffen wordt aanbevolen gaten te boren na het afronden van de werkzaamheden.

Om de barrièrewerking te beperken wordt aanbevolen om aan de noordoostzijde de damwanden te perforeren in het gebied tussen NAP – 1,0 m en NAP – 3,0 m met een gat met een diameter van 0,1 m, waarbij k-waarde gelijk is aan 20 m/dag.

$$\text{lek door gat volgens Sellmeijer: } Q = 2\pi \times r_0 \times k \times \Delta\varphi$$

Dit resulteert in een maximum afvoercapaciteit van circa 0,12 m<sup>3</sup>/dag per centimeter grondwaterverschil (berekend conform Sellmeijer) per gat. Bij het toepassen van 20 gaten is de stroming per gat 0,23 à 0,75 m<sup>3</sup>/dag, ofwel het verhang is gelijk aan 0,015 à 0,05 m, dit is minder dan het verhang in bestaande situatie. In de bestaande situatie is een verhang van 1:100 over 15 à 10 meter (lengte barrière, dit is 0,1 à 0,15 m).

#### Wadzandlaag

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

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

### 4.2 Grondwaterbeheersing: omgevingsbeïnvloeding (modelberekening)

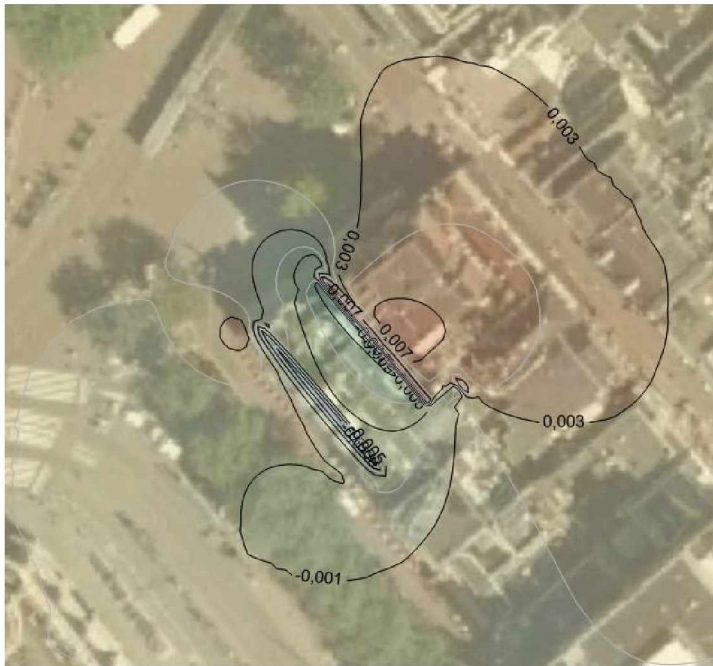
Modelberekening zijn uitgevoerd waarbij het freatisch pakket is opgedeeld in drie lagen:

- Matig fijn zand kD-waarde 7 m<sup>2</sup>/dag
- Kleiig zand 1 m<sup>2</sup>/dag (c-waarde 20 dagen)
- Matig fijn kD-waarde 2 m<sup>2</sup>/dag

Om de barrièrewerking te reduceren is het volgende aanvullend in het model toegevoegd:

- Kelder kD-waarde  $0\text{m}^2/\text{dag}$
- grondverbetering onder de kelder, hierbij is gemodelleerd met 0,5 m goed doorlatend zand ( $0,5\text{ m} \times 20\text{m}/\text{dag} = 10\text{ m}^2/\text{dag}$  in derde laag freatisch pakket);
- grondverbetering tussen wand en kelder, uitgangspunt dat de doorlatendheid tenminste gelijk is over een gemiddelde breedte van 0,5 m (c-waarde 0,2 in plaats van 20 dagen);
- gaten in damwanden, 20 stuks op NAP – 1,0 m lokaal kD-waarde verhoogd (op de hoogte van de gaten).

Bij het toepassen van de bovenstaande maatregelen is de opstuwung in de onderstaande figuur berekend, deze opstuwung is erg lokaal en zeer gering.



Figuur 6 - berekende opstuwung [m] bij toepassen maatregelen en een maatgevend verhang van 1:100

### 4.3 Grondwaterbeheersing: wetgeving bij plaatsen van ondergronds obstakel

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

#### Barrièrewerking opstuwung

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

#### Algemeen beheersen risico's omgeving

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

*Maaiveldvaling: Ten gevolge van de daling van de grondwaterstand treedt een verlaging van de waterspanningen en daarmee een verhoging van de korrelspanningen in de ondergrond op. Bij samendrukbare grondsoorten, zoals klei en veen, treedt hierdoor een tijdsafhankelijk*

samendrukkingsproces op, waaruit na verloop van tijd een kleinere of grotere daling van het maaiveld resulteert. Bij zand treedt een onmiddellijk effect op, waarbij de grootte van de maaiveld daling vaak verwaarloosbaar is. (3)

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

## 5 Aanbevelingen, actieprogramma

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

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

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

### 5.1 Risicocheck

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

- Sonderingen zijn uitgevoerd voor de barrière (weg), bodemopbouw achter de barrière is niet bekend;
- Grondwaterstand Korte Leidsedwardsstraat onbekend, gekozen om te rekenen met een conservatieve grondwaterstroming;
- Werkwijze heeft invloed op de omgevingsbeïnvloeding van de ondergrondse constructie. Diepere, grotere kelder of damwanden zal een groter effect op grondwaterstandsituatie veroorzaken;

### 5.2 Aanbevelingen: 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:

- Dit onderzoek is met de hoogste nauwkeurigheid uitgevoerd op basis van de huidige wetenschap, in het bouwproces is er vaak sprake van wijzigingen en nieuwe inzichten tijdens de uitvoeringsfase. Aanbevolen wordt tijdens de start van de (aanleg van) bemaling de adviseur van dit plan op werkbezoek uit te nodigen en te laten controleren of hierbij de gestelde conclusie nog van toepassing is;

- Het bepalen van lokale bodemopbouw en grondwaterstanden zal resulteren in een minder conservatieve berekening, waardoor een besparing van maatregelen (minder grondverbetering/gaten in damwanden) mogelijk gerealiseerd kan worden. Het wordt aanbevolen boringen of sonderingen uit te voeren achter het pand tot en met NAP – 3,5 m, aanvullend peilbuizen plaatsen bij de weg en de achterzijde zodat het mogelijk wordt een maatgevend verhang te bepalen op de locatie.

### Monitoring

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

- Aanbevolen wordt om peilbuizen te plaatsen voor en achter de bouwput. Vervolgens driemaal voor de werkzaamheden de grondwaterstand opnemen in verschillende bouwfases (voor start, tijdens en na werkzaamheden). Tijdens de werkzaamheden kan worden gecontroleerd of de ingeschatte situatie correct was;

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

## 5.3 Aanbevelingen: uitvoering

De volgende aanbevelingen zijn om het bemalingsresultaat te halen, 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;

## 5.4 Actieprogramma

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

1. Opstellen uitvoeringsplan (met omschrijving maatregelen grondwater);
2. Indien bemaling voor langer dan 5 werkdagen en/of meer dan 5m<sup>3</sup>/uur dan moet dit worden gemeld via omgevingsloket.nl. Bij Waternet kan worden gevraagd naar een bemalingsadvies ter onderbouwing van grondwaterbeheersing van uw project tijdens de bouwfase (dat is geen onderdeel van dit rapport);
3. Uitvoering bouwwerk;
4. Supervisie door geohydroloog, eenmalige inspectie ter controle van de uitgangspunten;

De bovenstaande onderstreepte punten kunnen door Loots Grondwatertechniek worden uitgevoerd, neem contact op met 5.1.2.e voor meer informatie.

Opgesteld door:

5.1.2.e ( 5.1.2.e )

Loots Grondwatertechniek

19 juni 2015

## 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 grondwaterstandsval op de bebouwing.* Rotterdam : SBR, 1998.
4. **Google.** *Google Earth.* 2012. 7010101888.
5. **Dinoloket, Data en Informatie van de Nederlandse Ondergrond.** *Ondergrondgegevens.*
6. **Kadaster.** *Top10NL kaart nederland.* 2012.
7. **Crux Engineering BV.** *15153a versie 1 Heinekenhoek Amsterdam Funderings- + damwandadvies en risicoanalyse.* 28-05-2015.
8. **Bot, Bram.** *Grondwaterzakboekje.* 2011.

## 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, sterke grondkerende constructies en verankeringen worden niet beschouwd;

© 2014 Loots Grondwatertechniek - Niets uit dit drukwerk mag worden veelevoudigd, 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 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 archiefonderzoek:

- Projectafmeting, ontgravingsdiepten, projectlocatie;
- Geotechnische bodemopbouw en geotechnische categorie;

### [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:

- Geohydrologische parameters, geraamd op basis van Dinoloket, grondwaterkaart, boorbeschrijving;

### [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 250mm/jaar;
- De maatgevende (gemiddeld hoogste/laagste) grondwaterstand watervoerende laag 1;

### [D] Ontbrekende parameters

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

- Aanwezigheid van houten palen funderingen, funderingen op staal, kelders/verdiepte bebouwing, kritieke belendingen;
- De actuele grondwaterstand;
- Grondwaterkwaliteit.

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

Deze bijlage bestaat uit de volgende onderdelen:

- Projectdimensies;
- Overzicht geotechnische parameters op projectlocatie en binnen reikwijdte;
- Overzicht geohydrologische parameters op projectlocatie;
- Overzicht eigenschappen grondwater op projectlocatie per onderdeel;

## Projectdimensies:

<b>objecten omschrijving</b>	<b>lengte [m]</b>	<b>breedte [m]</b>	<b>ontgravings- diepte [m+NAP]</b>	<b>damwand punt [m+NAP]</b>
Nieuwe situatie	30	15~20	-2.9	-13
Bestaande situatie	30	15~20	-0.4	geen

## Geotechnische bodemparameters:

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

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

geotechnische omschrijving op locatie	top laag [m+NAP]	Dikte gemiddeld [m]	Dikte minimaal en maximaal [m]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	richtlijn
zand, los (onverzadigd)	1.51 ~ 0.83	1.6	1.2 ~ 1.9	17	NEN 9997-1+C1:2012
zand, los (verzadigd)	-0.38	0.7	0.5 ~ 0.8	19	NEN 9997-1+C1:2012
klei, sterk zandig	-0.9 ~ -1.2	0.9	0.3 ~ 1.5	19	NEN 9997-1+C1:2012
zand, sterk siltig/kleiig (verzadigd)	-1.2 ~ -2.7	0.8	0.4 ~ 1.3	20	NEN 9997-1+C1:2012
klei, matig	-2.5 ~ -3.1	0.6	0 ~ 1	17	NEN 9997-1+C1:2012
veen, matig slap (matig voorbelast)	-3.1 ~ -3.5	1.6	1.5 ~ 1.9	11	NEN 9997-1+C1:2012
klei, matig	-5	2.3	2 ~ 2.5	17	NEN 9997-1+C1:2012
zand, sterk siltig/kleiig (verzadigd)	-7 ~ -7.5	2.2	2 ~ 2.5	20	NEN 9997-1+C1:2012
klei, matig	-9.5	2.2	2 ~ 2.5	17	NEN 9997-1+C1:2012
veen, matig slap (matig voorbelast)	-11.5 ~ -12	0.5	0.5	11	NEN 9997-1+C1:2012
zand, vast (verzadigd)	-12 ~ -12.5	3.9	2.8 ~ 5	21	NEN 9997-1+C1:2012
zand, sterk siltig/kleiig (verzadigd)	-15.3 ~ -17	1.4	0.5 ~ 2.2	20	NEN 9997-1+C1:2012

geohydrologische laag omschrijving	type	top [m+NAP]	$k_h$ [m/d]	$k_v$ [m/d]	Reikwijdte [m]	gemiddelde porositeit
zand, matig fijn, zwak silthoudend, veel stoorlaagjes	DKL	1.51 ~ 0.83	10	1		0.3
zand, matig fijn, zwak silthoudend, veel stoorlaagjes	WVL1	-0.38	10	1	81.0	0.3
zand, kleiig	WVL1	-0.9 ~ -1.2	0.1	0.05	23.0	0.1
zand, matig fijn, sterk silthoudend, stoorlaagjes	WVL1	-1.2 ~ -2.7	3	0.6	0.0	0.25
klei, matig siltig	SDL1	-2.5 ~ -3.1	0.0005	0.001	6.3	0.1
veen (gemiddelde doorlatendheid)	SDL1	-3.1 ~ -3.5	0.5	0.003	6.3	0.3
klei, sterk siltig	SDL1	-5	0.005	0.001	6.3	0.1
zand, zeer fijn, zwak silthoudend	WVL2	-7 ~ -7.5	4	2	226.0	0.25
klei, sterk siltig	SDL2	-9.5	0.005	0.001	0.3	0.1
veen (lage doorlatendheid)	SDL2	-11.5 ~ -12	0.1	0.003	0.3	0.3
zand, matig grof, zwak silthoudend	WVL3	-12 ~ -12.5	20	10	0.0	0.3
zand, matig fijn, sterk silthoudend, veel stoorlaagjes	WVL3	-15.3 ~ -17	3	0.3	0.0	0.25

Maatgevende grondwaterstand per onderdeel:

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

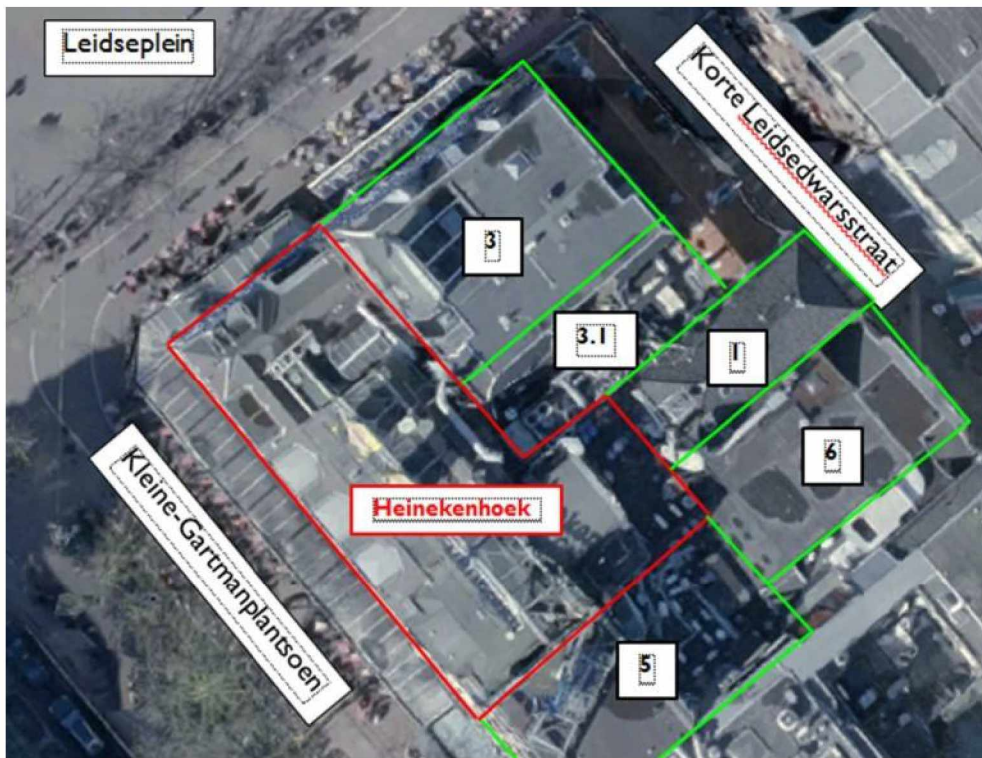
Act is de actuele grondwaterstand een representatieve actuele waarde, ofwel een recente meting, danwel een representatieve waarde voor maan waar de werkzaamheden zullen worden uitgevoerd.

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

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

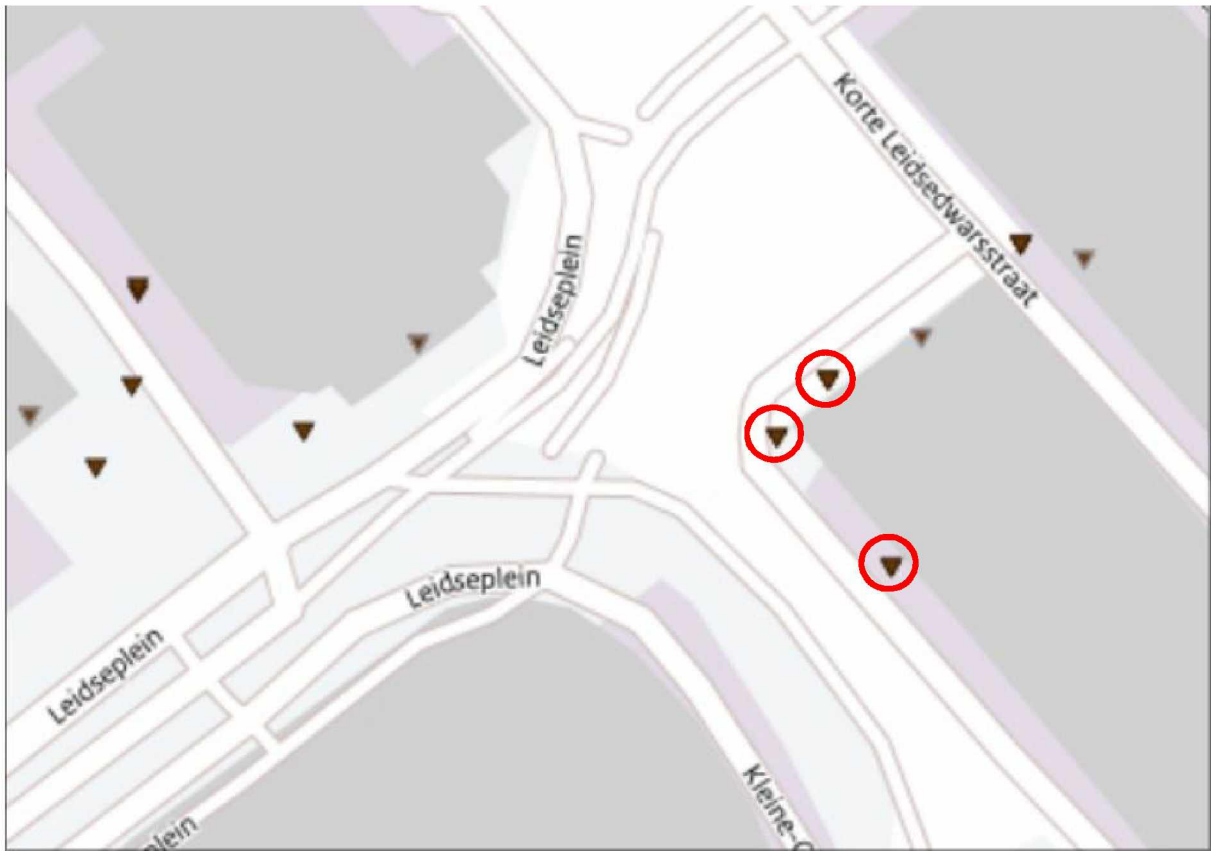
Grondwaterstand wv11	ghg [m+NAP]	act [m+NAP]	glg [m+NAP]	meetperiode [jaren]	laatste [jaar]	factor afstand <sub>pb</sub> /R	peilbuis
Nieuwe situatie	-0.2	-0.38	-0.76	32.3	2015	0	E05155 A
Bestaande situatie	-0.2	-0.38	-0.76	32.3	2015	0	E05155 A

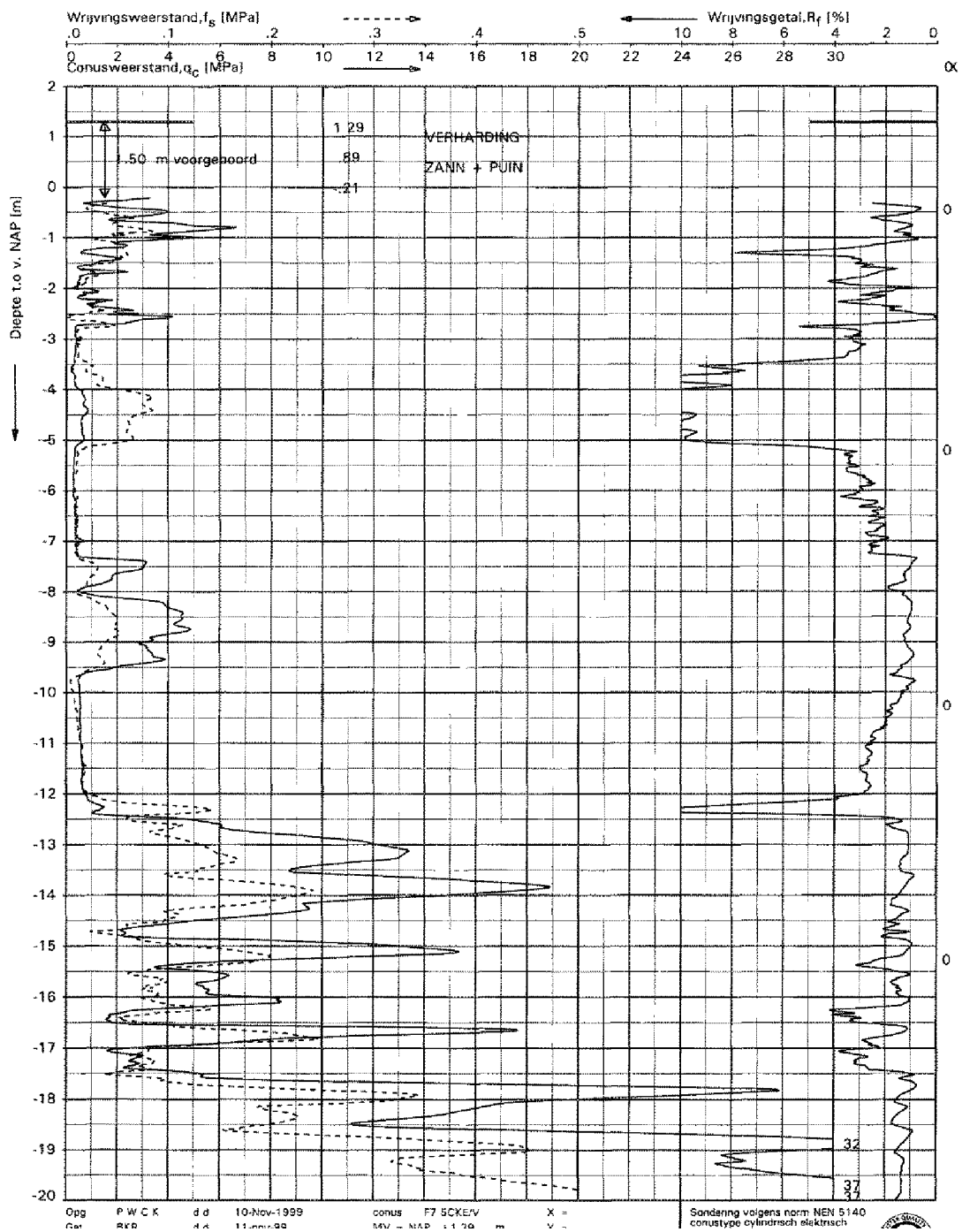
## **Bijlage 4 – Tekeningen project en omgeving**

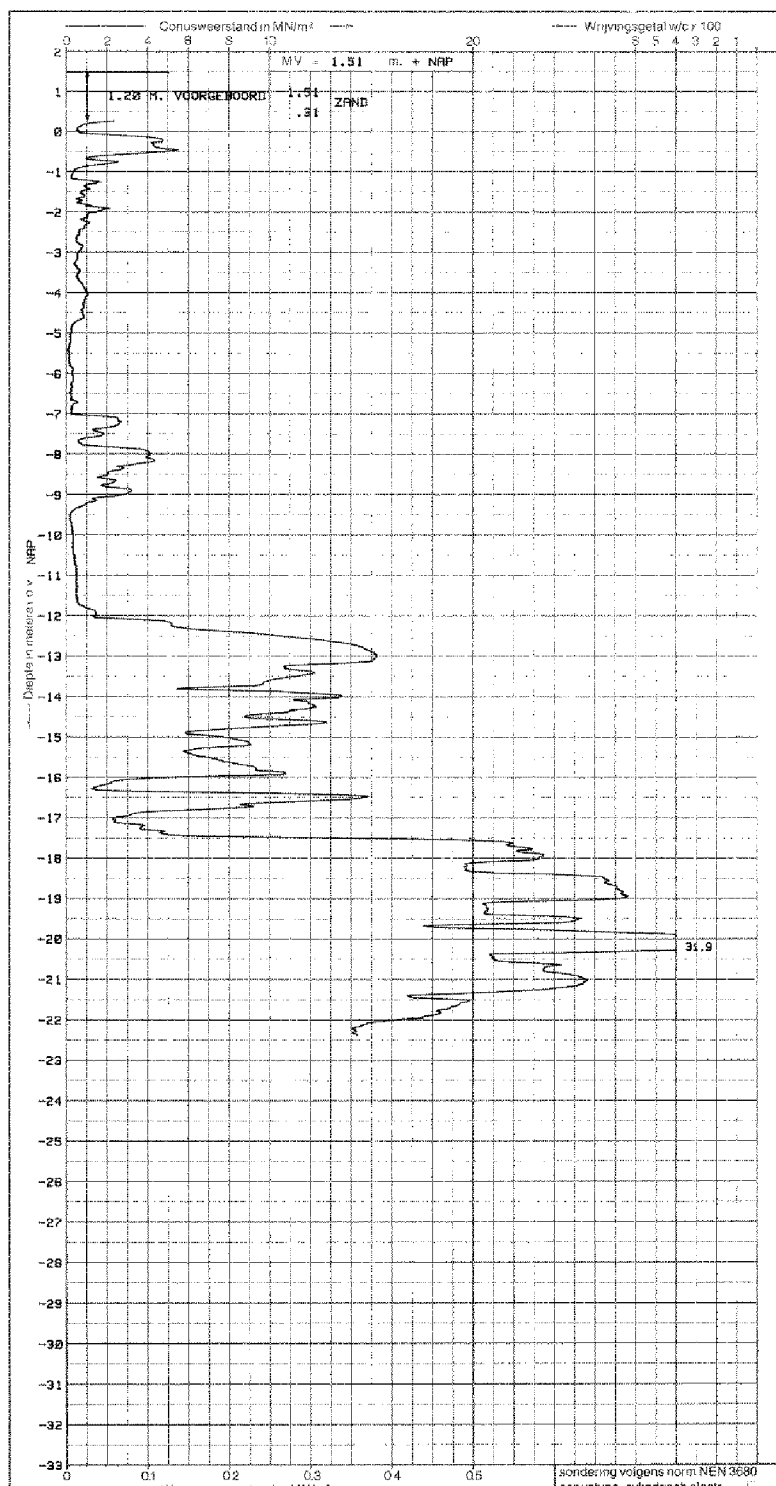


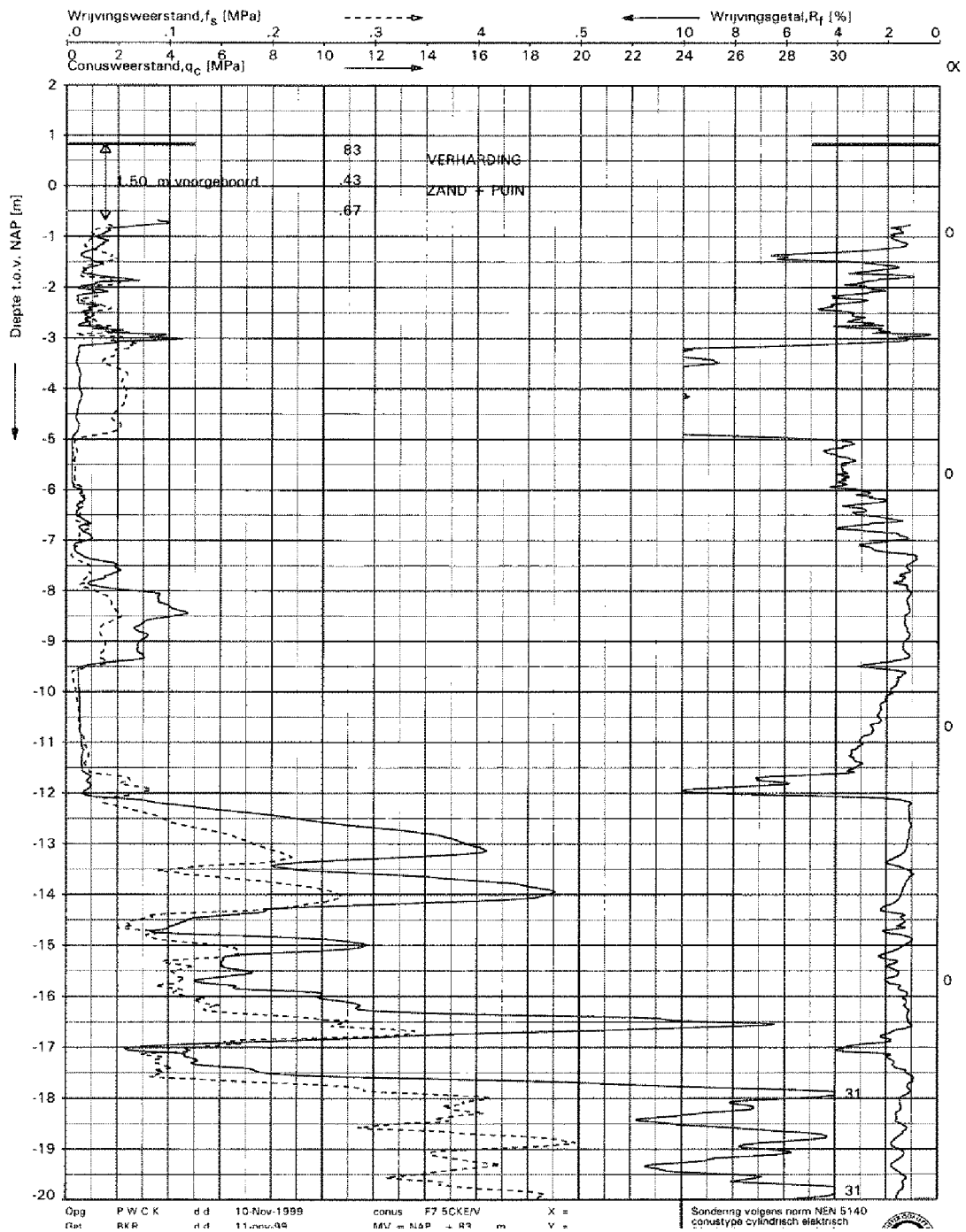
## **Bijlage 5 – Grondonderzoeken**

**Bijlage I Situatietekening met sondeerlocaties en sonderingen**









## Bijlage 6 – Grondwater eigenschappen

Deze bijlage bestaat uit de volgende onderdelen:

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





