

datum

24 mei

2018

Bemalingsadvies

Kelder Apollolaan 166 te Amsterdam

status : definitief

versie : 1

Opdrachtgever

DHB Betonbouw

t.a.v. Arjan Eijlers

postbus 430

3440AK WOERDEN

Adviseur

Loots Grondwatertechniek

ing. Erik Loots

erik@lootsgwt.com

+31 (0) 6 533 92 188

kenmerk

10710218B.1



Inhoudsopgave

Inhoudsopgave.....	1
1 Inleiding.....	2
2 Situatieanalyse project	3
2.1 Project: afmetingen en fasering	3
2.2 Project: bodemopbouw	4
2.3 Project: grondwater.....	4
2.4 Project: omgeving	5
3 Maatregelen stabiliteit grondwater.....	7
3.1 Maatregelen: verticaal evenwicht	7
3.2 Maatregelen: hydraulische grondbreuk.....	7
3.3 Maatregelen: piping	8
4 Grondwaterbeheersing implementatie.....	9
4.1 Grondwaterbeheersing: methode	9
4.2 Grondwaterbeheersing: omgevingsbeïnvloeding	10
4.3 Grondwaterbeheersing: wetgeving, onttrekking en lozing	12
5 Aanbevelingen, actieprogramma	14
5.1 Risicocheck	14
5.2 Aanbevelingen: onderzoek en/of monitoring	14
5.3 Aanbevelingen: uitvoering	15
5.4 Aanbevelingen: overige raakvlakken.....	16
5.5 Actieprogramma	16
Gebruikte literatuur en bronnen.....	17
Bijlage 1 – Algemene voorwaarden rapport	18
Bijlage 2 – Methode van bepalen van benodigde data	19
Bijlage 3 – (input) Grondwaterberekeningen/-model	20
Bijlage 4 – Tekeningen project en omgeving	26
Bijlage 5 – Grondonderzoeken	27
Bijlage 6 – Grondwater eigenschappen.....	28

1 Inleiding

Een ontwerp voor het project “Kelder Apollolaan 166 te Amsterdam” is gemaakt door Duyts Bouwconstructies. Door het toepassen van een tijdelijke grondwaterstand verlaging wordt het mogelijk een nieuwe kelder met een goede fundering en levensduur aan te leggen. Bij het toepassen van een bemaling wenst de opdrachtgever duidelijkheid op het gebied van geotechniek en grondwater: namelijk hoe de grondwaterstand verlaagd zou worden en welke consequenties dat zou hebben voor de omgeving en welke overheidsnormen van toepassing zijn bij deze werkwijze. Helderheid op deze punten is van belang, de opdrachtgever wenst in meidit 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 bouw. Hierbij wordt rekening gehouden met de belangen van derden met oog op belendingen en schades in de nabije omgeving. Op basis van de uitgangspunten ontvangen van de opdrachtgever, algemeen gehanteerde normen zoals Eurocode (1) en SBR-richtlijnen (2) (3) en lokaal grondonderzoek zijn de mogelijkheden voor grondwater te beheersen onderzocht.

Leeswijzer

Algemene lezer: Om de hoofdvraag van dit rapport te beantwoorden, wordt eerst in hoofdstuk 2 beschreven welke projectdimensies zijn gebruikt en welke bodemopbouw, grondwaterstanden en objecten in de omgeving zijn gevonden. Het derde hoofdstuk beschrijft de benodigde grondwater maatregelen voor een stabiele bouwput. Conclusies over de methode die het meest geschikt is om het grondwater te beheersen tijdens de bouw zijn opgenomen in hoofdstuk 4. Tot slot zijn in hoofdstuk 5 de aanbevelingen opgenomen om de risico's te beheersen tijdens de bouw.

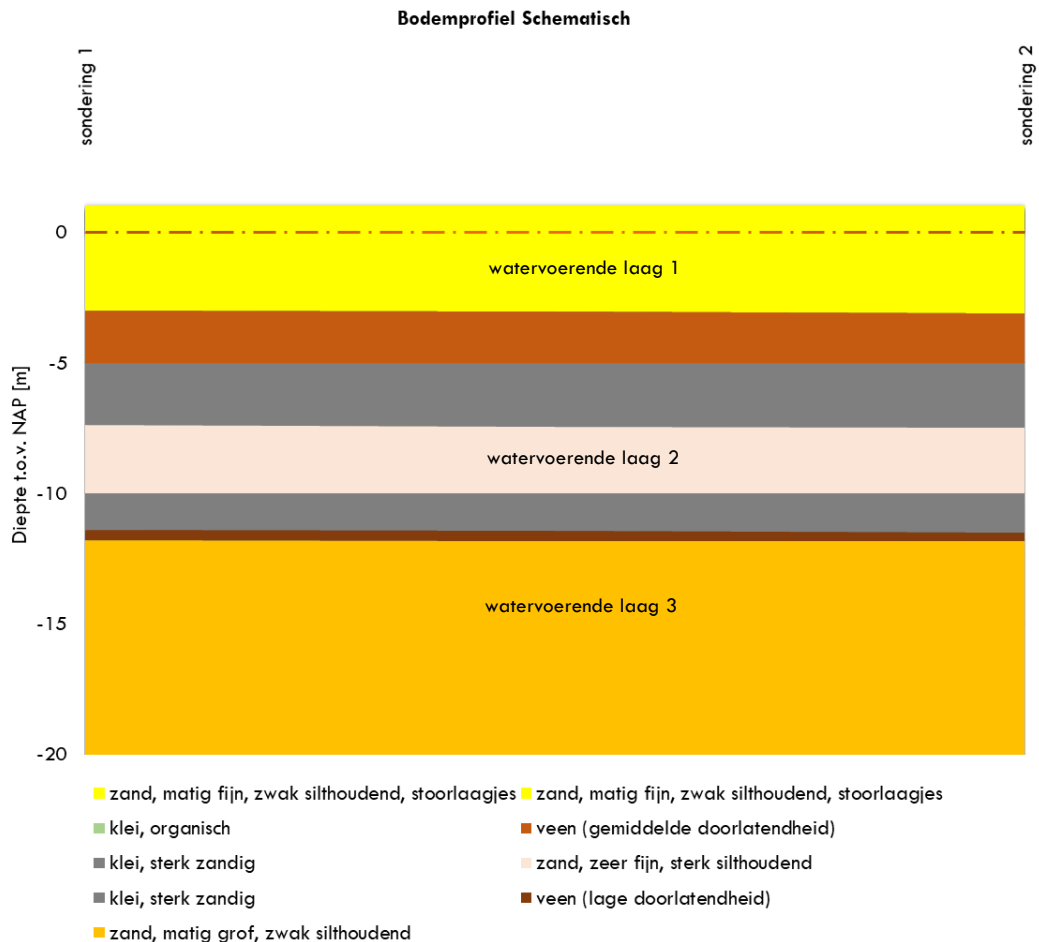
Technische data voor specialisten: Voor uitgebreide details met betrekking tot rekenparameters wordt verwezen naar bijlage 2, 3, 4, 5 en 6. In bijlage 2 kunt u vinden hoe de parameters zijn gevonden of bepaald. In bijlage 3 staan de rekenparameters samengevat. In bijlage 4 kunt u tekeningen vinden van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

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

2.2 Project: bodemopbouw

De bodemopbouw is een parameter welke is ingeschat op basis van diverse onderzoeken. Zie de gebruikte literatuur en bronnen welke bodemonderzoeken gebruikt zijn voor deze analyse. De bodemopbouw betreft een schematisatie, ofwel een interpretatie van de data. Voor dit project is gekozen te rekenen met een conservatieve inschatting van bodemopbouw parameters. Dit betekent dat voor elke berekening het minst gunstige bodemprofiel is gehanteerd nabij het object of onderdeel.

In de onderstaande figuur is de schematische bodemopbouw weergegeven.

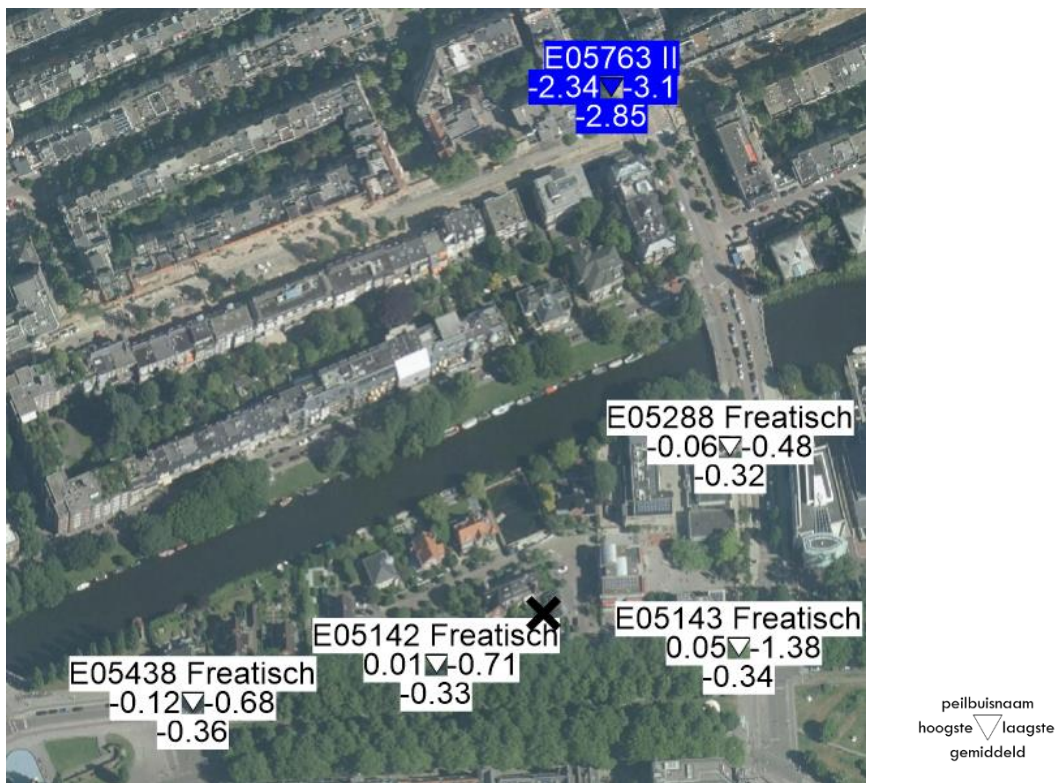


In bijlage 5 zijn (enkele) bodemonderzoeken toegevoegd.

2.3 Project: grondwater

De grondwater eigenschappen bestaan uit grondwaterstanden en grondwaterkwaliteit. De grondwaterstanden zijn bepaald per watervoerende laag, de grondwaterstand kan namelijk verschillend zijn afhankelijk van de diepte op een locatie.

De grondwaterkwaliteit is (nog) niet bepaald, de grondwaterkwaliteit bepaald voor een deel de bemalingskosten. Zo is grondwater met een hoge verontreinigingsgraad goed voor hoge verontreinigingsheffing en/of zuiveringsheffing. Daarnaast is bij een hoog ijzergehalte sprake van zuiveringskosten.



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

In figuur 2 zijn de gemiddelde grondwaterstanden bijgevoegd. Opgemerkt wordt het volgende:

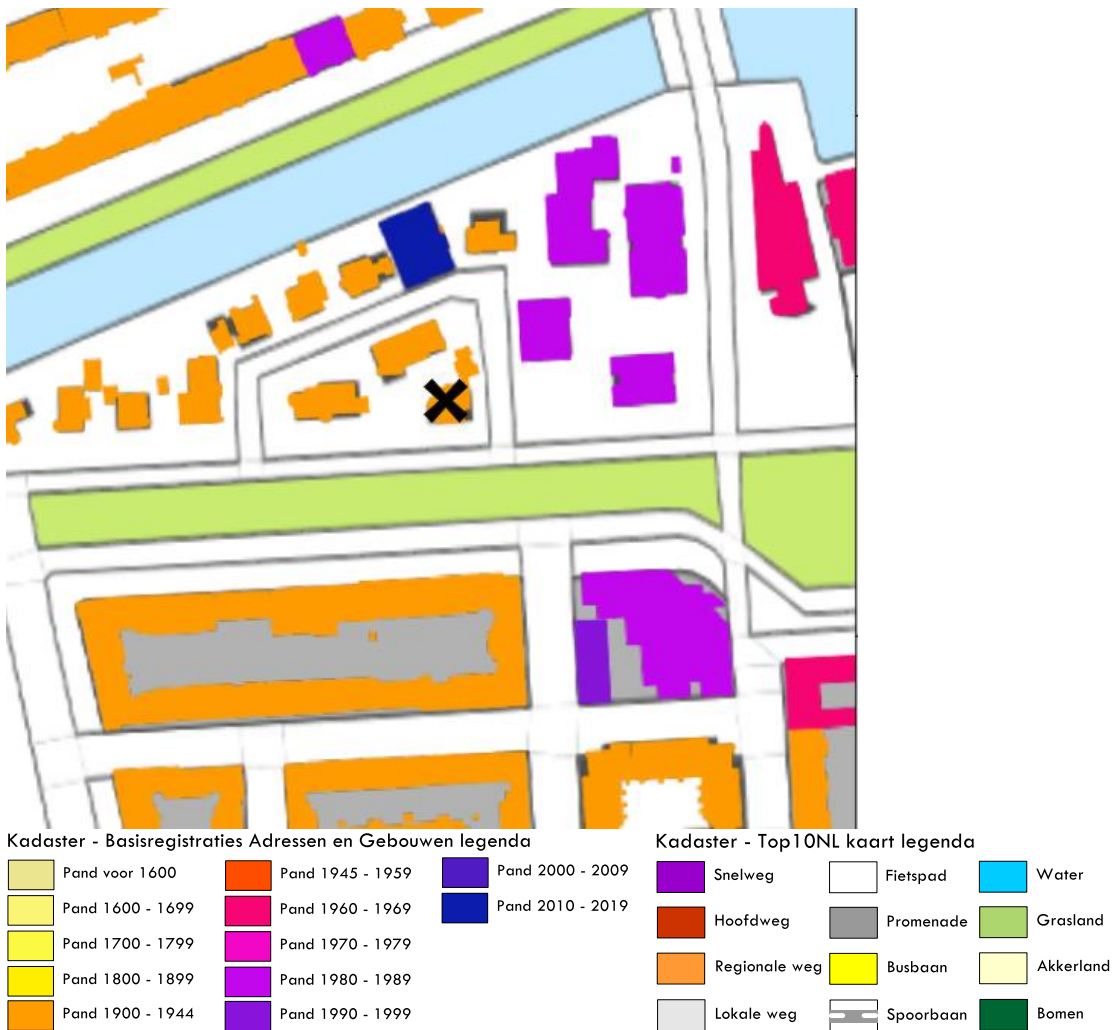
- Rekenwaarde grondwaterstand watervoerende laag 1 is bepaald met E05142A. De gemiddelde grondwaterstand is NAP – 0,33 m. De grondwaterstand fluctueert tussen NAP + 0,01 m en NAP – 0,71 m;
- Waterpeil gracht is gelijk aan NAP – 0,4 m;
- Grondwaterstand watervoerende laag 2 is onbekend, gerekend wordt een grondwaterstand gelijk aan de rekenwaarde in watervoerende laag 1;
- Rekenwaarde grondwaterstand watervoerende laag 3 is bepaald met E05763 C. De gemiddelde grondwaterstand is NAP – 2,85 m. De grondwaterstand fluctueert tussen NAP – 2,34 m en NAP – 3,1 m.

In bijlage 6 zijn de grondwater eigenschappen bijgevoegd.

2.4 Project: omgeving

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

De onderstaande figuur 3 geeft een overzicht van de omgevingsfactoren in de theoretische reikwijdte van 75 m.



Figuur 3 – Alle objecten in de omgeving

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

- Tekening 1 “Belendingen”: De belendingen zijn grotendeels aangelegd in de periode 1900-1945;
- Tekening 2 “Grondwatergebruikers”: afstand tot dichtstbijzijnde grondwatergebruiker is 85 m;
- Tekening 3 “Natuur (natura-2000)”: er is geen beschermd natuurgebied nabij de projectlocatie, echter er zijn wel bomen in de openbare ruimte welke niet mogen worden beïnvloed door de bemaling;
- Tekening 4 “(Archeologische) monumenten”: Het bestaande pand (waar funderingsherstel wordt uitgevoerd) is een rijksmonument, verder is de belending ten noorden (op 13 m afstand) en ten westen (op 20 m afstand) een rijksmonument;
- Tekening 5 “Algemene kaart (top 10 NL)”: projectlocatie is gelegen in de bebouwde kom, oppervlaktewater op 70 m afstand;
- Tekening 6 “Landbouw in omgeving”: geen landbouwactiviteiten nabij de projectlocatie;
- Tekening 7 “Bodemloket (verontreinigingen bodem)”: geen bijzonderheden gevonden op bodemloket.nl.

3 Maatregelen stabiliteit grondwater

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

Voor de gedetailleerde berekeningen wordt gewezen naar bijlage 3.

3.1 Maatregelen: verticaal evenwicht

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

Conclusie eerste opbarstniveau NAP – 7,4 m

- Kelder: bij ontgravingsniveau NAP – 1,2 m is de kritieke grondwaterstand in watervoerende laag 2 gelijk aan NAP + 1,67 m. de gemiddeld hoogste grondwaterstand is NAP + 0,01 m. Geconcludeerd wordt dat het verticaal evenwicht van de bouwputbodem niet verstoord wordt. Er zijn geen maatregelen noodzakelijk in watervoerende laag 2;
- Pompput: bij ontgravingsniveau NAP – 2,0 m, vanaf ontgravingsniveau kelder, in een sleuf van 1,5 m breed onder een talud van 1:1 is de kritieke grondwaterstand in watervoerende laag 2 gelijk aan NAP + 0,69 m. de gemiddeld hoogste grondwaterstand is NAP + 0,01 m. Geconcludeerd wordt dat het verticaal evenwicht van de bouwputbodem niet verstoord wordt. Er zijn geen maatregelen noodzakelijk in watervoerende laag 2.

Conclusie tweede opbarstniveau NAP – 11,8 m

- Kelder: bij ontgravingsniveau NAP – 1,2 m is de kritieke grondwaterstand in watervoerende laag 3 gelijk aan NAP + 5,65 m. de gemiddeld hoogste grondwaterstand is NAP – 2,34 m. Geconcludeerd wordt dat het verticaal evenwicht van de bouwputbodem niet verstoord wordt. Er zijn geen maatregelen noodzakelijk in watervoerende laag 3;
- Pompput: bij ontgravingsniveau NAP – 2,0 m, vanaf ontgravingsniveau kelder, in een sleuf van 1,5 m breed onder een talud van 1:1 is de kritieke grondwaterstand in watervoerende laag 3 gelijk aan NAP + 4,1 m. de gemiddeld hoogste grondwaterstand is NAP – 2,34 m. Geconcludeerd wordt dat het verticaal evenwicht van de bouwputbodem niet verstoord wordt. Er zijn geen maatregelen noodzakelijk in watervoerende laag 3.

3.2 Maatregelen: hydraulische grondbreuk

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

Conclusie

Omdat verticale (dam)wanden worden toegepast is een controle op hydraulische grondbreuk uitgevoerd. De damwanden moeten tenminste 0,5 m in het veen worden geplaatst (in het werk controleren), dit is NAP – 3,5 m volgens de sondering.

Het is belangrijk de grondwaterstand beneden het ontgravingsniveau te houden. In geval van calamiteiten (wanneer de grondwaterstand hoger is dan het ontgravingsniveau) kan gekozen worden de sleuf stabiel te houden door water in de sleuf te laten lopen tot en met het grondwaterniveau

3.3 Maatregelen: piping

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

Conclusie

Piping kan niet optreden door de afwezigheid van oppervlaktewater in de nabijheid van de ontgraving, zie tekening 5 in bijlage 4. Piping treedt alleen op bij oppervlaktewater welke in verbinding staat met de maatgevende watervoerende laag.

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: methode

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

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

Uitgangpunt bouwput

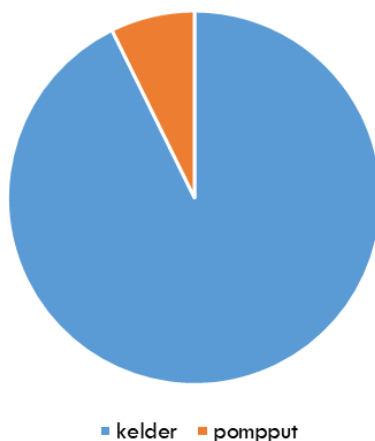
Gerekend wordt met een gesloten bouwput, dit betekent dat damwanden worden toegepast welke in een waterremmende laag (veen) worden geplaatst. De damwanden hebben een goede waterremmende functie, indien deze waterremmende functie slecht is dan moet de lekkage worden verholpen of een infiltratie van grondwater in watervoerende laag 1 moet worden uitgevoerd.

Debiet

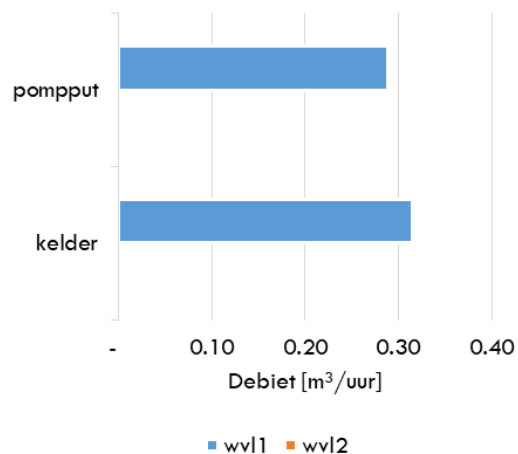
Er wordt benadrukt dat de berekende debieten prognoses betreffen op basis van geschatte parameters. In de niet-stationaire fase moet er $13 \times 18 \times 1,2 \times 30\% = \text{circa } 85 \text{ m}^3$ grondwater uit de bouwput worden gehaald.

Het stationaire debiet is ingeschat op circa $0,2 \sim 0,3 \text{ m}^3/\text{uur}$ tijdens de werkzaamheden. Bij een uitvoeringsperiode van totaal 3 maanden resulteert dit in een totaalvolume van circa 570 m^3 à 730 m^3 . Tijdens het plaatsen van de pompput is het debiet tijdelijk verhoogd naar circa $0,5 \text{ m}^3/\text{uur}$. Voor de debietsberekening zijn de bemalingselementen tot NAP - 3 m geplaatst, dieper plaatsen van bemalingselementen zal het debiet verhogen. In de onderstaande figuren kan worden afgelezen welke hoeveelheden verwacht worden per onderdeel. Zie bijlage 3 voor berekening details.

Prognose onttrokken volume per onderdeel [%]



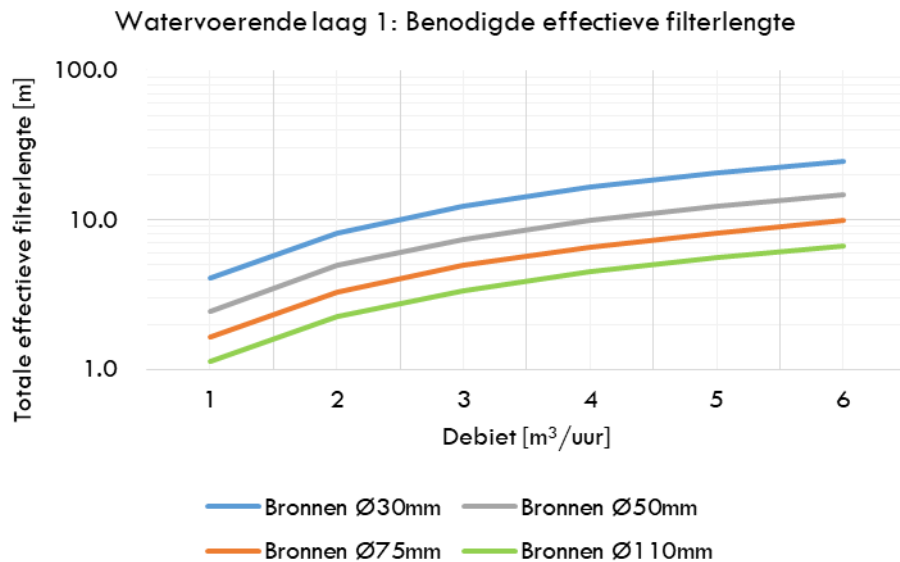
Prognose debiet per onderdeel [m^3/uur]



Methode

De bemaling bestaat uit een open bemaling en/of verticale filterbemaling in watervoerende laag 1, waarbij de bemalingselementen worden afgesteld op 0,5 m onder het ontgravingsniveau.

De bemalingsmethode is afhankelijk van de bemaler, deze kan bestaan uit verticale of horizontale filterelementen, waarbij alleen het filteroppervlak (perforatie) geteld wordt beneden de grondwaterstand (effectieve filteroppervlak). In de onderstaande figuur is per watervoerende laag de benodigde totale filterlengte (van alle bronnen) weergegeven.



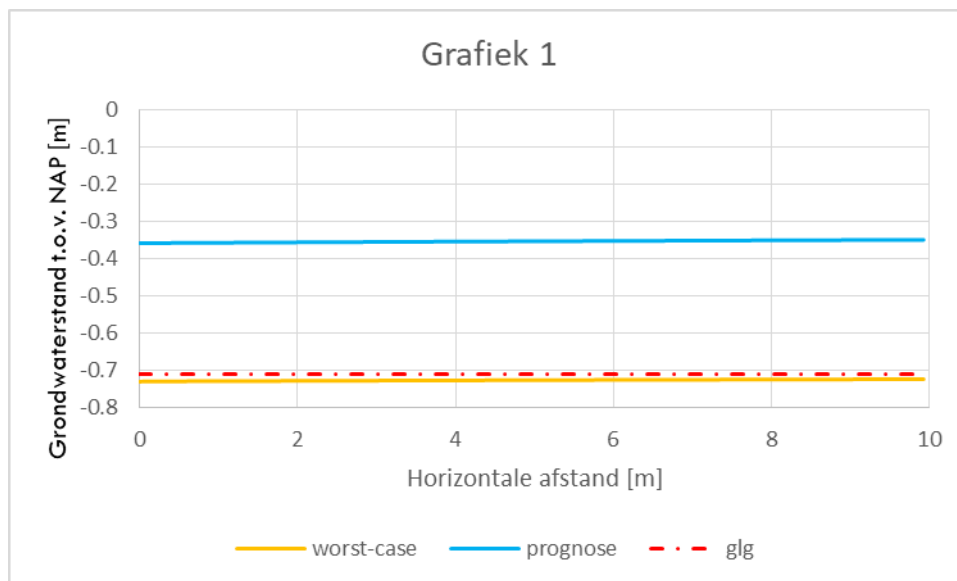
Opgemerkt wordt dat de verliezen/winsten ten aanzien van bemalingsmethoden niet zijn meegewogen in dit hoofdstuk. Een systeem met zeer vlakke verhanglijn (bijvoorbeeld horizontale drains) zal resulteren in een lager debiet terwijl enkele grote verticale bronnen (deepwells) resulteren in een hoger debiet.

4.2 Grondwaterbeheersing: omgevingsbeïnvloeding

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



Figuur 4 - grondwaterstand [m+NAP] na 90 dagen bemalen



In de bovenstaande grafiek staat de grondwaterstand van de bemaling van de kelder in figuur 4 weergegeven. De blauwe lijn betreft de verwachte verlaging na 90 dagen bemalen en de oranje lijn betreft de verlaging na 90 dagen bemalen in een extreem droge periode. De rode lijn NAP – 0,71 m is de gemiddeld laagste grondwaterstand (glg), deze waarde is bepaald met behulp van peilbuis E05142A. Gesteld wordt dat verlagingen kleiner dan 0,05 m in figuur 4 en boven de glg niet schadelijk zijn bij de korte bemalingsperiode.

Maaiveld dalingen en effect op belendingen

Door voorbelasting is de grondwaterstand eerder verlaagd tot NAP – 0,71 m, de voorbelasting is ontstaan door natuurlijke fluctuaties van de grondwaterstand of omdat reeds objecten in de bodem zijn geplaatst met behulp van een tijdelijke grondwaterstand verlaging.

De verwachting met betrekking tot maaiveld daling ten gevolge van grondwaterstand verlaging is geen maaiveld daling buiten de bouwput er wordt geen schade aan belendingen verwacht.

Effect grondwaterstand verlaging ten aanzien van houten paalfundering en bomen

Een grondwaterstand verlaging kan nadelig zijn voor een houten paalfundering indien de grondwaterstand verlaagd wordt beneden de glg, de verwachting (prognose) is dat de grondwaterstand niet verlaagd wordt beneden de glg ter plaatse van de belendingen.

Een grondwaterstand verlaging is nadelig voor de groei van bomen indien de grondwaterstand verlaagd wordt beneden de glg, de verwachting (prognose) is dat de grondwaterstand niet verlaagd wordt beneden de glg ter plaatse van de bomen.

4.3 Grondwaterbeheersing: wetgeving, onttrekking en lozing

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

Onttrekking

Onttrekking wetgeving houdt in de wetten welke van toepassing zijn bij het oppompen van grondwater uit de bodem voor een bouwput. Het project is meldingsplichtig bij het Waterschap, verwacht is een debiet gelijk of kleiner dan 10 m³/uur en bemalingsperiode korter dan 6 maanden. Dit proces kan worden opgestart door het project in te voeren op omgevingsloket.nl, u dient dit bemalingsadvies bij te voegen als bijlage.

Bij bronbemaling in de regio van Waterschap Amstel, Gooi en Vecht / Waternet is het verplicht de bemaling te melden bij een debiet dat hoger is dan 5 m³/uur en een bemalingsperiode langer dan 7 weken. De melding voor bemaling moet tenminste 4 weken voor start bemaling worden ingediend. Ten aanzien van de bronbemaling vergunningsplicht in de regio van Waterschap Amstel, Gooi en Vecht / Waternet is het verplicht een vergunning aan te vragen bij een debiet dat hoger is dan 50 m³/uur, een debiet dat hoger is dan 15000 m³/maand en/of een bemalingsperiode langer dan 6 maanden. Indien de bemaling vergunningsplichtig is dient rekening gehouden worden met het aanvraagtermijn van 10 tot 26 weken voor de onttrekkingsvergunning. De provinciale grondwaterheffing in Noord-Holland is € 0.0085 per onttrokken m³. Onttrekkingen tot 12000 m³ zijn heffingsvrij, per m³ welke is geretourneerd mag -50% van de hoeveelheid worden verminderd op de totale som van de onttrekking.

Lozing

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

Bij lozingen op het riool en/of oppervlaktewater moet rekening gehouden worden met de zuiveringsheffing en/of verontreinigingsheffing, deze wordt verrekend door middel van vervuilingseenheden. De kosten per vervuilingseenheid zijn € 53.18.

Vervuilingseenheden parameters

Het aantal vervuilingseenheden wordt bepaald op basis van de grondwaterkwaliteit en ligt meestal tussen 0,001 à 0,003 VVE/m³. Door lozen van grondwater op oppervlaktewater of riool zullen vaste stoffen in deze stelsels terecht komen. Het aantal kg van deze stoffen zal moeten worden verwijderd door het waterschap. De kosten voor het verwijderen berekenen waterschappen met behulp van vervuilingseenheden. Om te bepalen hoeveel vervuilingseenheden in het grondwater zitten kan een steekproef worden uitgevoerd, met deze meting kan het aantal vervuilingseenheden per volume worden bepaald.

Voor het berekenen van vervuilingseenheden project en kostenprognose: parameters afgeleid uit verontreinigingsheffing waterschap: Chemisch zuurstof verbruik, Ammoniumstikstof en organisch gebonden stikstof, Chloride, Sulfaat, Arseen, Kwik, Cadmium, Fosfor, Chroom, Koper, Lood, Nikkel en Zink.

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:

- Werkwijze heeft invloed op de omgevingsbeïnvloeding van de bemaling. Een langere sleuflengte en/of bemalingsduur zal in de omgeving een groter effect op grondwaterstand verlagend veroorzaken;
- Bij toepassing van bronbemaling dient rekening gehouden te worden met het behoud van de bomen en struikgewas. Bij (extreem) droge weersomstandigheden kan er schade ontstaan in het groeiseizoen.

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.

Monitoring bouwput

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

- Aanbevolen wordt het toepassen van een geijkte debietmeter. Met de inwerkingtreding van de Waterwet is het voor alle grondwateronttrekkingen verplicht om de onttrokken hoeveelheid grondwater of geïnfilterd water met een nauwkeurigheid van maximaal 5% afwijking te meten;
- Aanbevolen wordt om dagelijks de grondwaterstand op de projectlocatie controleren in watervoerende laag 1, met behulp van een peilbuis op de projectlocatie. Grondwaterstand in de bouwput of ontgraving moet in verband met een goede preparatie van de funderingslaag en een goede begaanbaarheid van de bouwputbodem niet hoger reiken dan 0,3 m beneden het lokale ontgravingsniveau. Ten aanzien van eisen in de Waterwet mag de grondwaterstand ten hoogste 0,5 m onder ontgravingsniveau worden verlaagd;
- Aanbevolen wordt het debiet en grondwaterstand meting dagelijks en in later stadium wekelijks te registreren (verplicht) EN na het verzamelen van één week aan debiet en grondwaterstanden meetdata deze meterstanden te verzenden naar info@lootsgwt.com met als vermelding "metingen 10710218B.1". Het controleren van deze bouwputmetingen wordt als service uitgevoerd.

Monitoring omgeving



Figuur 5 - peilbuizen omgeving

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

- Aanbevolen wordt om peilbuizen te plaatsen tussen de bouwput en de risicovolle objecten conform figuur 5. Grenswaarden vaststellen NAP – 0,71 m. Dagelijks (werkdagen) grondwaterstand controleren. Bij verlagingen beneden het kritieke niveau dient actie ondernomen om de grondwaterstand te herstellen;
- Bij alle belendingen binnen 20 m afstand wordt een vooropname aanbevolen;
- Bij toepassing van bronbemaling dient rekening gehouden te worden met het behoud van de bomen en struikgewas. Bij (extreem) droge weersomstandigheden dient er binnen een straal van 50 meter van het centrum van de bemaling, lokaal (extra) te beregent te worden in combinatie met een retourbemaling ter aanvulling van de hoeveelheid bodemvocht.

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

5.3 Aanbevelingen: uitvoering

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

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

- Het wordt aanbevolen het bemalingsplan en het uitvoeringsontwerp te overleggen met de bemalingsadviseur, daarbij zal de invloed op de omgeving worden gecontroleerd en/of (indien wenselijk) met monitoring de bemaling geoptimaliseerd tijdens uitvoering;
- Aanbevolen wordt een plan en materieel en mensen klaar te hebben om ten alle tijden de bemaling/bouwputstabiliteit te kunnen herstellen binnen de responstijd. Responstijd is de verwachte tijdsduur tussen uitval bemaling en grote problemen in de bouwput;
- Tenslotte wordt aanbevolen een bemalingsinstallatie toe te passen met voldoende capaciteit en welke (lokaal) instelbaar is. De bemalingsinstallatie dient voldoende instelbaar te zijn om een te grote onttrekking/verlaging te voorkomen. Aanbevolen wordt te overleggen wie dit zal controleren/instellen en welke controle frequentie toegepast zal worden.

5.4 Aanbevelingen: overige raakvlakken

De grondwaterbeheersing is niet alleen afhankelijk van het bemaling ontwerp en –uitvoering. Ten tweede kan de kwaliteit van in de grond gebouwde objecten worden beïnvloed door de grondwaterbeheersing.

De volgende aanbevelingen zijn toegevoegd :

- Hemelwater dat valt op omliggende terreinen dient zo goed mogelijk te worden gescheiden van het projectgebied. Dit kan met name voor problemen zorgen indien het project in een dal is gelegen (bij hevige regenval komt dan een stroom hemelwater + vuil via het oppervlak op de bouwplaats). Aanbevolen maatregelen zijn greppels of een dijk op de projectgrens.

5.5 Actieprogramma

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

1. Noodzakelijke aanvullende onderzoeken uitvoeren H5.2;
2. Uitvoeren melding bemaling;
3. Selectie aannemer bemaling;
4. Aannemer bemaling een bemalingsplan laten opstellen;
5. Controleren werkwijze aannemer bemaling;
6. Bij definitief uitvoeringsontwerp punten H5.4 eenmaal controleren;
7. Monitoring H5.2 plaatsen;
8. Start bemaling, opschrijven beginstand debietmeter;
9. Een monsternamen van het grondwater genomen vanuit het lozingswater. Dit monster dient te worden geanalyseerd op de parameters welke Waterschap zal vragen (mogelijks moet dit worden herhaald per week).
10. Controle bemaling op locatie en grondwaterstandmetingen verzenden naar info@lootsgwt.com met als vermelding "metingen 10710218B.1";

Neem contact op met Erik Loots voor meer informatie.

Opgesteld door:

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

Loots Grondwatertechniek

24 mei 2018

Gebruikte literatuur en bronnen

1. **Nederlands Normalisatie-instituut.** *NEN 9997-1+C1-2012*. Normcommissie 351 006 "Geotechniek". Delft : NEN, 2012. ICS 91.080.01; 93.020.
2. **SBR.** *190.03 Bemaling van bouwputten*. Rotterdam : SBR, 2003.
3. —. *273.98 Leidraad voor het onderzoek naar de invloed van een grondwaterstandsaling op de bebouwing*. Rotterdam : SBR, 1998.
4. **Rijkswaterstaat - Ministerie van Infrastructuur en Milieu.** Bodemloket. [Online] 2013. <http://www.bodemloket.nl>.
5. **Google.** *Google Earth*. 2012. 7010101888.
6. **Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed - Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap.** *IKAW - Archeologische Monumentenkaart*. [Autocad] 2011.
7. **Dinoloket, Data en Informatie van de Nederlandse Ondergrond.** *Ondergrondgegevens*.
8. **Dienst Regelingen.** *Basisregistratie Percelen*.
9. **GBO Provincies.** *Grondwaterbescherming en -onttrekking*.
10. **Publieke Deinstverlening op kaart.** *Natura 2000 gebieden*.
11. **Kadaster.** *Basisregistraties Adressen en Gebouwen*.
12. —. *Top10NL kaart nederland*. 2012.
13. **Duyts.** *217443 tekening funderingsherstel*. 5-10-2017.
14. **Weijde, HFC.** *2018.222 damwandberekening*. 5-3-2018.
15. **Geosupporting.** *410.01.307417 sonderingen*. 21-9-2017.

Bijlage 1 – Algemene voorwaarden rapport

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

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



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



Wetgeving Rijksoverheid
Waterwet



SBR190.03 Bemaling van
bouwputten

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

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

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

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

Bijlage 2 – Methode van bepalen van benodigde data

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

[A] Vastgestelde parameters projectlocatie

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

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

[B] Geraamde parameters op basis van meerdere gegevensbronnen

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

- Geotechnische bodemonderzoeken;
- Geohydrologische parameters, geraamd op basis van Dinoloket, grondwaterkaart, boorbeschrijving;
- De maatgevende (gemiddeld hoogste/laagste) grondwaterstand watervoerende laag 1 en 3;
- Aanwezigheid van archeologische objecten, grondwaterverontreinigingen, infrastructuur.

[C] Geraamde parameters op basis van ervaring

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

- Bemalingsperiode;
- Ontgravingsdiepten;
- Grondwateraanvulling is ingeschat op 250mm/jaar;
- De maatgevende (gemiddeld hoogste/laagste) grondwaterstand watervoerende laag 2;
- Oppervlaktewater, diepte en verbinding met watervoerende lagen;
- De volumieke gewichten betreffen een raming op basis van ervaring. Om meer inzicht te verkrijgen in de volumieke gewichten kunnen grondmonsters worden gestoken waarvan in het laboratorium de volumieke gewichten worden bepaald. Belastingen worden beschouwd als blijvend, dit betekent dat de maatgevende grondwaterstand bepaald moet zijn (worst-case) en/of maatregelen ten aanzien van monitoring moet worden toegepast voor en/of tijdens bemalen.

[D] Ontbrekende parameters

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

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

Bijlage 3 – (input) Grondwaterberekeningen/-model

Deze bijlage bestaat uit de volgende onderdelen:

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

Projectdimensies:

objecten omschrijving	lengte [m]	breedte [m]	ontgravings- diepte [m+NAP]	damwand punt [m+NAP]
kelder	18	13	-1.2	-3.5
pompput	1.5	1.5	-2	-3.5

Geotechnische bodemparameters:

γ 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]	γ [kN/m ³]	richtlijn
zand, los (onverzadigd)	1	1	1	17	NEN 9997-1+C1:2012
zand, los (verzadigd)	0	3.1	3 ~ 3.1	19	NEN 9997-1+C1:2012
klei, organisch, slap	-3 ~ -3.1	0	0	13	NEN 9997-1+C1:2012
veen, matig slap (matig voorbelast)	-3 ~ -3.1	2	1.9 ~ 2	11	NEN 9997-1+C1:2012
klei, zwak zandig, slap	-5	2.5	2.4 ~ 2.5	15	NEN 9997-1+C1:2012
zand, sterk siltig/kleiig (verzadigd)	-7.4 ~ -7.5	2.6	2.5 ~ 2.6	20	NEN 9997-1+C1:2012
klei, sterk zandig	-10	1.5	1.4 ~ 1.5	19	NEN 9997-1+C1:2012
veen, matig (matig voorbelast)	-11.4 ~ -11.5	0.4	0.4 ~ 0.4	12	NEN 9997-1+C1:2012
zand, vast (verzadigd)	-11.8 ~ -11.85	18.2	18.2 ~ 18.2	21	NEN 9997-1+C1:2012

geohydrologische laag omschrijving	type	top [m+NAP]	k_h [m/d]	k_v [m/d]	Reikwijdte [m]	gemiddelde porositeit	bron of richtlijn
zand, matig fijn, zwak silthoudend, stoorlaagjes	DKL	1	10	2		0.3	Grondwaterzakboekje
zand, matig fijn, zwak silthoudend, stoorlaagjes	WVL1	0	10	2	75.0	0.3	Grondwaterzakboekje
klei, organisch	SDL1	-3 ~ -3.1	0.009	0.004	1.6	0.1	Groundwater lowering in construction
veen (gemiddelde doorlatendheid)	SDL1	-3 ~ -3.1	0.5	0.003	1.6	0.3	SBR 190.03
klei, sterk zandig	SDL1	-5	0.1	0.01	1.6	0.1	SBR 190.03
zand, zeer fijn, sterk silthoudend	WVL2	-7.4 ~ -7.5	1	0.5	52.7	0.25	Grondwaterzakboekje
klei, sterk zandig	SDL2	-10	0.1	0.01	1.1	0.1	SBR 190.03
veen (lage doorlatendheid)	SDL2	-11.4 ~ -11.5	0.1	0.003	1.1	0.3	SBR 190.03
zand, matig grof, zwak silthoudend	WVL3	-11.8 ~ -11.85	20	10	351.1	0.3	Grondwaterzakboekje

Maatgevende grondwaterstand per onderdeel:

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

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

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

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

Grondwaterstand wvl1/2	ghg [m+NAP]	act [m+NAP]	glg [m+NAP]	meetperiode [jaren]	laatste [jaar]	factor afstand _{pb} /R	peilbuis
kelder	0.01	-0.33	-0.71	38.3	2018	0.58	E05142 Freatisch
pompput	0.01	-0.33	-0.71	38.3	2018	0.58	E05142 Freatisch

Grondwaterstand wvl3	ghg [m+NAP]	act [m+NAP]	glg [m+NAP]	meetperiode [jaren]	laatste [jaar]	factor afstand _{pb} /R	peilbuis
kelder	-2.34	-2.85	-3.1	12.5	2017	0.72	E05763 II
pompput	-2.34	-2.85	-3.1	12.5	2017	0.72	E05763 II

Grondwatertechnische maatregelen per onderdeel

verticaal evenwicht 1	bodemprofiel	diepte [m+NAP]	talud	bodem-breedte	opbarst-niveau [m+NAP]	kritieke gws [m+NAP]	ghg [m+NAP]	verwachte gws [m+NAP]	maatregel conclusie
kelder	sondering 1	van 1 tot -1.2	1:0	13	-7.4	1.67	0.01	-0.33	nee
pompput	sondering 1	van -1.2 tot -2	1:1	1.5	-7.4	0.69	0.01	-0.33	nee

verticaal evenwicht 2	bodemprofiel	diepte [m+NAP]	talud	bodem-breedte	opbarst-niveau [m+NAP]	kritieke gws [m+NAP]	ghg [m+NAP]	verwachte gws [m+NAP]	maatregel conclusie
kelder	sondering 1	van 1 tot -1.2	1:0	13	-11.8	5.65	-2.34	-2.85	nee
pompput	sondering 1	van -1.2 tot -2	1:1	1.5	-11.8	4.1	-2.34	-2.85	nee

Bemalingsberekening per onderdeel:

Debiet en volume	periode [dagen]	wvl bemalen	reken-methode	Q_{prognose} [m ³ /uur]	Q_{hoogst} [m ³ /uur]	Q_{laagst} [m ³ /uur]	V_{prognose} [m ³]	V_{hoogst} [m ³]	V_{laagst} [m ³]
kelder	90	1	3D-model	0.2	0.3	0.2	527	680	356
pompput	7	1	3D-model	0.2	0.3	0.2	41	49	33

Project : Apollolaan 166 te Amsterdam
Projectnummer : 107102181
Bemaling : kelder
Bodemprofiel : sondering 1
Datum : 9-5-2018
Bemalingsduur : 90 dagen

input bodemopbouw	top [m+NAP]	k _h [m/dag]	k _v [m/dag]	type	S of μ	kD [m ² /dag]	R of λ
deklaag	1	10	2	onverzadigd	0.3		
watervoerende laag 1	0	10	2	freatisch	0.3	30	49
slecht doorlatende laag 1	-3	0.009~0.5	0.003~0.01	slecht doorlatend	0.0006		
watervoerende laag 2	-7.4	1	0.5	spanningswater	0.000419	2.6	47
slecht doorlatende laag 2	-10	0.1	0.003~0.01	slecht doorlatend	0.000189		
watervoerende laag 3	-11.8	20	10	spanningswater	0.000113	364	313
slecht doorlatende laag 3	-30	#N/B	#N/B	slecht doorlatend			

input grondwaterstanden	peilbuis	h _{ghg} [m+NAP]	h _{act} [m+NAP]	h _{glg} [m+NAP]	Δh _{ghg} [m]	Δh _{act} [m]	Δh _{glg} [m]
watervoerende laag 1	E05142 Freatisch	0.01	-0.33	-0.71	1.51	1.17	0.79
watervoerende laag 2	E05142 Freatisch	0.01	-0.33	-0.71	0	0	0
watervoerende laag 3	E05763 II	-2.34	-2.85	-3.1	0	0	0

input afmeting	minimaal	maximaal
lengte bouwput [m]	18	18
breedte bouwput [m]	13	13
diepte bouwput [m+NAP]	-1.2	-1.2

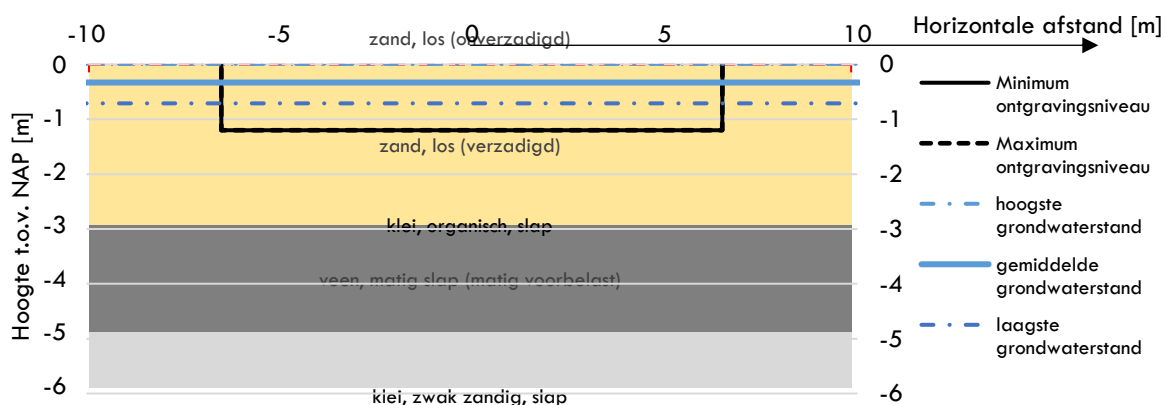
$$(1) \Delta h_w = \frac{Q_0}{2\pi \times k \times D} \times \ln \frac{R}{r}$$

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

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

output prognose debiet [m ³ /dag]	formule	analytisch Q _{ghg}	analytisch Q _{act}	analytisch Q _{glg}	remmende objecten in model	model Q _{ghg}	model Q _{act}	model Q _{glg}
watervoerende laag 1	Thiem	178	138	93	ja	8	6	4
watervoerende laag 2								
watervoerende laag 3								

output debiet	Q _{watervergunning}		Q _{bemalingsinstallatie}		Totale hoeveelheid onttrokken grondwater bij 90 dagen	
	[m ³ /uur]	[m ³ /dag]	[m ³ /uur]	[m ³ /dag]	maximaal [m ³]	minimaal [m ³]
watervoerende laag 1	0	6	0	8	720	360
watervoerende laag 2						
watervoerende laag 3						



k_h=horizontale doorlatendheid, k_v=verticale doorlatendheid, S=elastische bergingscoëfficiënt, μ=freatische bergingscoëfficiënt, h_{act}=actuele of verwachte grondwaterstand, h_{glg}=gemiddeld laagste grondwaterstand, h_{ghg}=gemiddeld hoogste grondwaterstand, R=reikwijdte, λ=spreidingslengte, Δh_{act}=verlaging bij actuele grondwaterstand, Δh_{glg}=verlaging bij gemiddeld laagste grondwaterstand, Δh_{ghg}=verlaging bij gemiddeld hoogste grondwaterstand, Q_{ghg}=debiet bij gemiddeld hoogste grondwaterstand, Q_{act}=debiet bij actuele grondwaterstand, Q_{glg}=debiet bij gemiddeld laagste grondwaterstand, Q_{watervergunning}=debiet opgave bij vergunning, Q_{bemalingsinstallatie}=debiet ontwerpwaarde bemaling

Project : Apollolaan 166 te Amsterdam
Projectnummer : 107102181
Bemaling : pompput
Bodemprofiel : sondering 1
Datum : 9-5-2018
Bemalingsduur : 7 dagen

input bodemopbouw	top [m+NAP]	k _h [m/dag]	k _v [m/dag]	type	S of μ	kD [m ² /dag]	R of λ
deklaag	1	10	2	onverzadigd	0.3		
watervoerende laag 1	0	10	2	freatisch	0.3	30	75
slecht doorlatende laag 1	-3	0.009~0.5	0.003~0.01	slecht doorlatend	0.0006		
watervoerende laag 2	-7.4	1	0.5	spanningswater	0.000419	2.6	47
slecht doorlatende laag 2	-10	0.1	0.003~0.01	slecht doorlatend	0.000189		
watervoerende laag 3	-11.8	20	10	spanningswater	0.000113	364	313
slecht doorlatende laag 3	-30	#N/B	#N/B	slecht doorlatend			

input grondwaterstanden	peilbuis	h _{ghg} [m+NAP]	h _{act} [m+NAP]	h _{glg} [m+NAP]	Δh _{ghg} [m]	Δh _{act} [m]	Δh _{glg} [m]
watervoerende laag 1	E05142 Freatisch	0.01	-0.33	-0.71	2.31	1.97	1.59
watervoerende laag 2	E05142 Freatisch	0.01	-0.33	-0.71	0	0	0
watervoerende laag 3	E05763 II	-2.34	-2.85	-3.1	0	0	0

input afmeting	minimaal	maximaal
lengte bouwput [m]	1.5	1.5
breedte bouwput [m]	1.5	1.5
diepte bouwput [m+NAP]	-2	-2

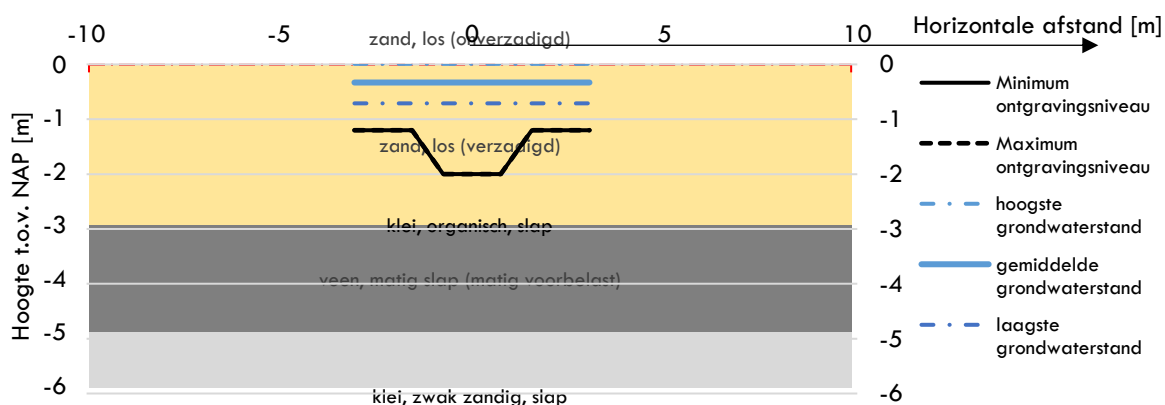
$$(1) \Delta h_w = \frac{Q_0}{2\pi \times k \times D} \times \ln \frac{R}{r}$$

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

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

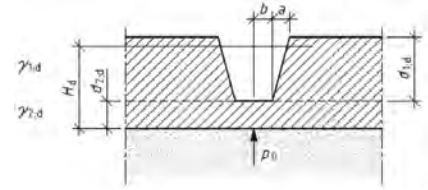
output prognose debiet [m ³ /dag]	formule	analytisch Q _{ghg}	analytisch Q _{act}	analytisch Q _{glg}	remmende objecten in model	model Q _{ghg}	model Q _{act}	model Q _{glg}
watervoerende laag 1	Thiem	100	85	69	ja	7	6	5
watervoerende laag 2								
watervoerende laag 3								

output debiet	Q _{watervergunning}		Q _{bemalingsinstallatie}		Totale hoeveelheid onttrokken grondwater bij 7 dagen	
	[m ³ /uur]	[m ³ /dag]	[m ³ /uur]	[m ³ /dag]	maximaal [m ³]	minimaal [m ³]
watervoerende laag 1	0	6	0	7	49	35
watervoerende laag 2						
watervoerende laag 3						



k_h=horizontale doorlatendheid, k_v=verticale doorlatendheid, S=elastische bergingscoëfficiënt, μ=freatische bergingscoëfficiënt, h_{act}=actuele of verwachte grondwaterstand, h_{glg}=gemiddeld laagste grondwaterstand, h_{ghg}=gemiddeld hoogste grondwaterstand, R=reikwijdte, λ=spreidingslengte, Δh_{act}=verlaging bij actuele grondwaterstand, Δh_{glg}=verlaging bij gemiddeld laagste grondwaterstand, Δh_{ghg}=verlaging bij gemiddeld hoogste grondwaterstand, Q_{ghg}=debiet bij gemiddeld hoogste grondwaterstand, Q_{act}=debiet bij actuele grondwaterstand, Q_{glg}=debiet bij gemiddeld laagste grondwaterstand, Q_{watervergunning}=debiet opgave bij vergunning, Q_{bemalingsinstallatie}=debiet ontwerpwaarde bemaling

Project : Apollolaan 166 te Amsterdam
Projectnummer : 107102181
Bemaling : kelder
Bodemprofiel : sondering 1
Datum : 9-5-2018



input bodemopbouw	γ [kN/m ³]	top [m+NAP]	dikte [m]	opb1 [kN/m ²]	opb2 [kN/m ²]	opb3 [kN/m ²]
zand, los (onverzadigd)	17	1	1	2.8	6.2	
zand, los (verzadigd)	19	0	3	38	42.5	
klei, organisch, slap	13	-3	0			
veen, matig slap (matig voorbelast)	11	-3	2	22	22	
klei, zwak zandig, slap	15	-5	2.4	36	36	
zand, sterk siltig/kleiig (verzadigd)	20	-7.4	2.6		52	
klei, sterk zandig	19	-10	1.4		26.6	
veen, matig (matig voorbelast)	12	-11.4	0.4		4.8	
zand, vast (verzadigd)	21	-11.8	18.2			
		-30				

input berekening	parameter
$z_{d,min}$ [m+NAP]	-1.2
$z_{d,max}$ [m+NAP]	-1.2
z_{mv} [m+NAP]	1
b_{bodem} [m]	6.5
$\alpha_{talud} = (z_{mv} - z_d) \times \alpha_{talud}$	1:0.001
f_{min}	0.167
f_{max}	0.366
h_{ghg-o1} [m+NAP]	0.01
h_{ghg-o2} [m+NAP]	-2.34
h_{ghg-o3} [m+NAP]	nb
h_{act-o1} [m+NAP]	-0.33
h_{act-o2} [m+NAP]	-2.85
h_{act-o3} [m+NAP]	nb
z_{o1} [m+NAP]	-7.4
z_{o2} [m+NAP]	-11.8
z_{o3} [m+NAP]	nb
veiligheidsfactor	1.1

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

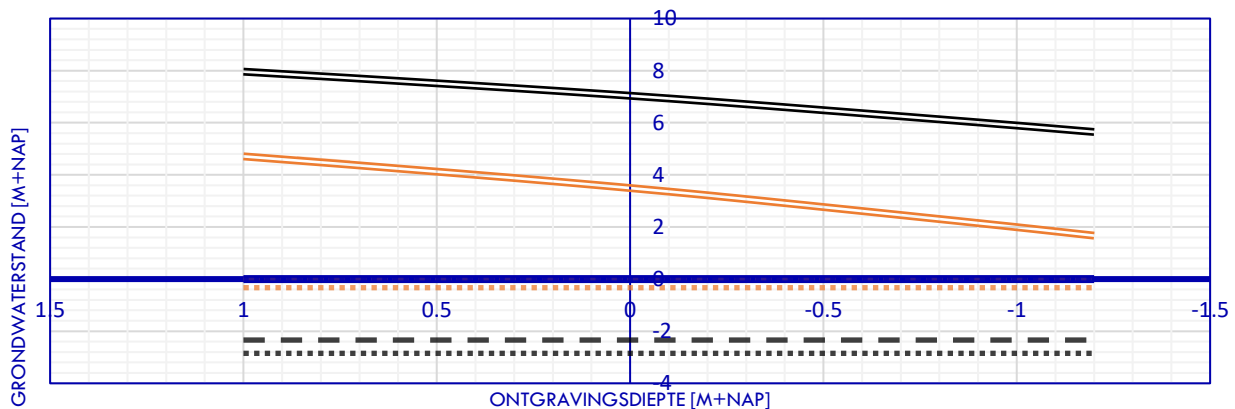
$$(1) u_{z;d} < \gamma_{2;d} \times d_{2;d} + f \times \gamma_{1;d} \times d_{1;d}$$

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

output $z_{d,max}$ (maximaal ontgravingniveau)	[kN/m ²]	$u_{z;d}$ [kN/m ²]	$h_{k,v}$ [m+NAP]	h_k [m+NAP]	Δh_{act} [m]	Δh_{max} [m]
opbarstniveau 1	89.0	98.8	1.67	2.68	0.00	0.00
opbarstniveau 2	171.2	190.2	5.65	7.59	0.00	0.00
opbarstniveau 3	127.3	141.4				

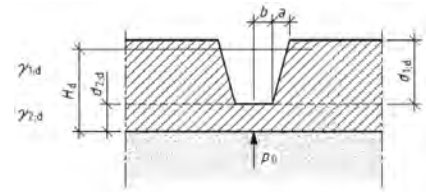
Formule 1 bepaling rekenwaarde grondwaterdruk, formule 2 is theorie van Boussinesq. Bron: NEN9997-1+C1:2012

neerwaartse druk [kN/m ²]	opbarstniveau [m+NAP]	grondwaterstand ghg [m+NAP]	waterkolom [m]	waterdruk [kN/m ²]	veiligheidsfactor (neerwaartse druk / waterdruk)
98.8	-7.4	0.01	7.41	74.1	<u>1.33</u>
190.2	-11.8	-2.34	9.46	94.6	<u>2.01</u>



hkr o1 hghg o1 hact o1 hkr o2 hghg o2

Project : Apollolaan 166 te Amsterdam
Projectnummer : 107102181
Bemaling : pompput
Bodemprofiel : sondering 1
Datum : 9-5-2018



input bodemopbouw	γ [kN/m ³]	top [m+NAP]	dikte [m]	opb1 [kN/m ²]	opb2 [kN/m ²]	opb3 [kN/m ²]
zand, los (onverzadigd)	17	1	1			
zand, los (verzadigd)	19	0	3	30.2	32	
klei, organisch, slap	13	-3	0			
veen, matig slap (matig voorbelast)	11	-3	2	22	22	
klei, zwak zandig, slap	15	-5	2.4	36	36	
zand, sterk siltig/kleiig (verzadigd)	20	-7.4	2.6		52	
klei, sterk zandig	19	-10	1.4		26.6	
veen, matig (matig voorbelast)	12	-11.4	0.4		4.8	
zand, vast (verzadigd)	21	-11.8	18.2			
		-30				

input berekening	parameter
$z_{d,min}$ [m+NAP]	-2
$z_{d,max}$ [m+NAP]	-2
z_{mv} [m+NAP]	-1.2
b_{bodem} [m]	0.75
$\text{talud} [a=(z_{mv}-z_d) \times \text{talud}]$	1:1
f_{min}	0.738
f_{max}	0.852
h_{ghg-o1} [m+NAP]	0.01
h_{ghg-o2} [m+NAP]	-2.34
h_{ghg-o3} [m+NAP]	nb
h_{act-o1} [m+NAP]	-0.33
h_{act-o2} [m+NAP]	-2.85
h_{act-o3} [m+NAP]	nb
z_{o1} [m+NAP]	-7.4
z_{o2} [m+NAP]	-11.8
z_{o3} [m+NAP]	nb
veiligheidsfactor	1.1

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

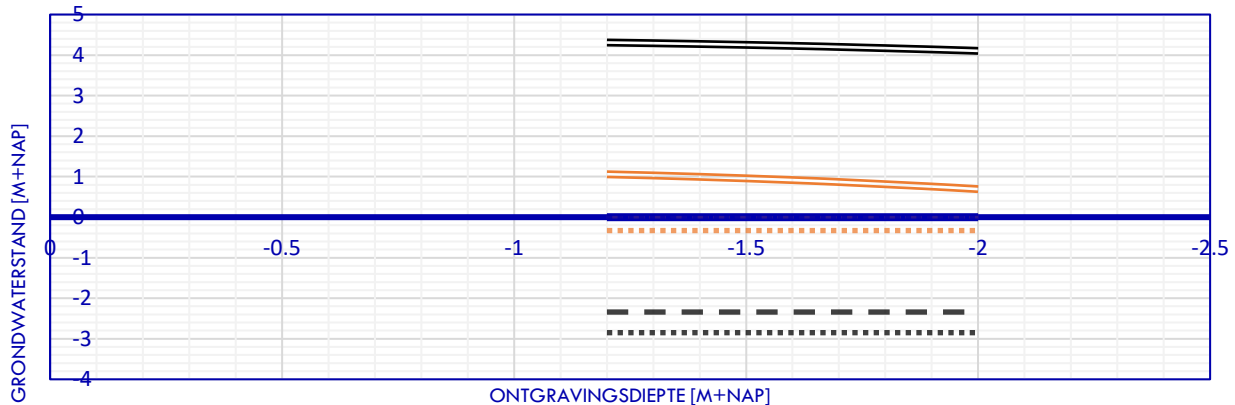
$$(1) u_{z;d} < \gamma_{2;d} \times d_{2;d} + f \times \gamma_{1;d} \times d_{1;d}$$

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

output $z_{d,max}$ (maximaal ontgravingniveau)	[kN/m ²]	$u_{z;d}$ [kN/m ²]	$h_{k,v}$ [m+NAP]	h_k [m+NAP]	Δh_{act} [m]	Δh_{max} [m]
opbarstniveau 1	79.4	88.2	0.69	1.59	0.00	0.00
opbarstniveau 2	156.0	173.4	4.10	5.87	0.00	0.00
opbarstniveau 3	127.3	141.4				

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

neerwaartse druk [kN/m ²]	opbarstniveau [m+NAP]	grondwaterstand ghg [m+NAP]	waterkolom [m]	waterdruk [kN/m ²]	veiligheidsfactor (neerwaartse druk / waterdruk)
88.2	-7.4	0.01	7.41	74.1	<u>1.19</u>
173.4	-11.8	-2.34	9.46	94.6	<u>1.83</u>



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

Bijlage 4 – Tekeningen project en omgeving



Kadaster - Basisregistraties Adressen en Gebouwen legenda

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

omschrijving:

APOLLOLAAN 166

AMSTERDAM

opdrachtgever:

DHB BETONBOUW

schaal:
N.V.T.

order:
10710218

tekeningnummer:
1

formaat:
A4

getekend:
EL

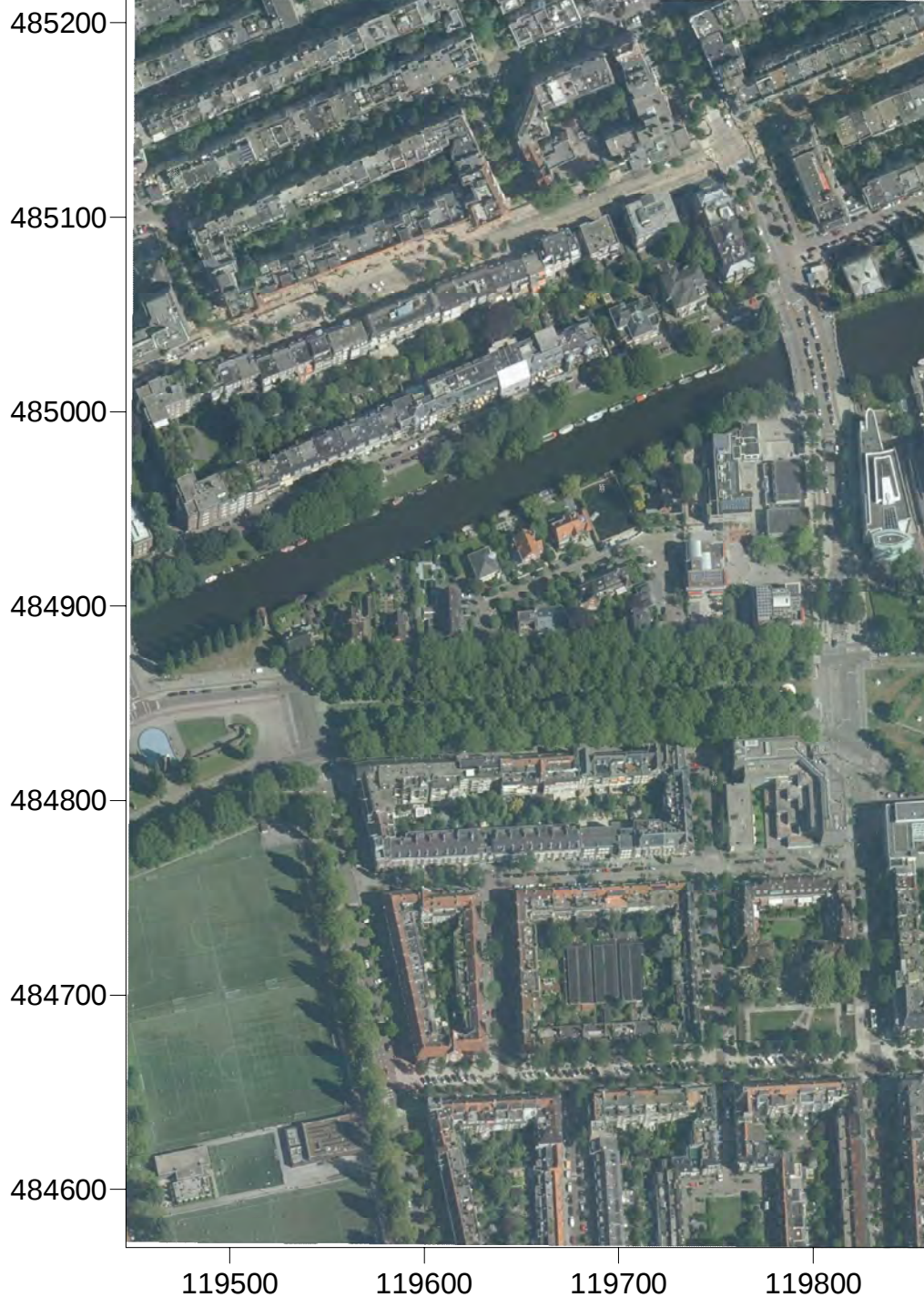
datum:
08-05-2018



Loots Grondwatertechniek
independent guide for your dewatering site

WISSEL 3
1713GX OBDAM

info@lootsgwt.com



Grondwaterbescherming en -onttrekking (GBO Provincies) legenda

- Grondwateronttrekking
- Grondwaterbescherming gebied
- Boringvrije zone

omschrijving:
APOLLOLAAN 166
AMSTERDAM
 opdrachtgever:
DHB BETONBOUW

schaal:
N.V.T.

order:
10710218

tekeningnummer:
2

formaat:
A4

getekend:
EL

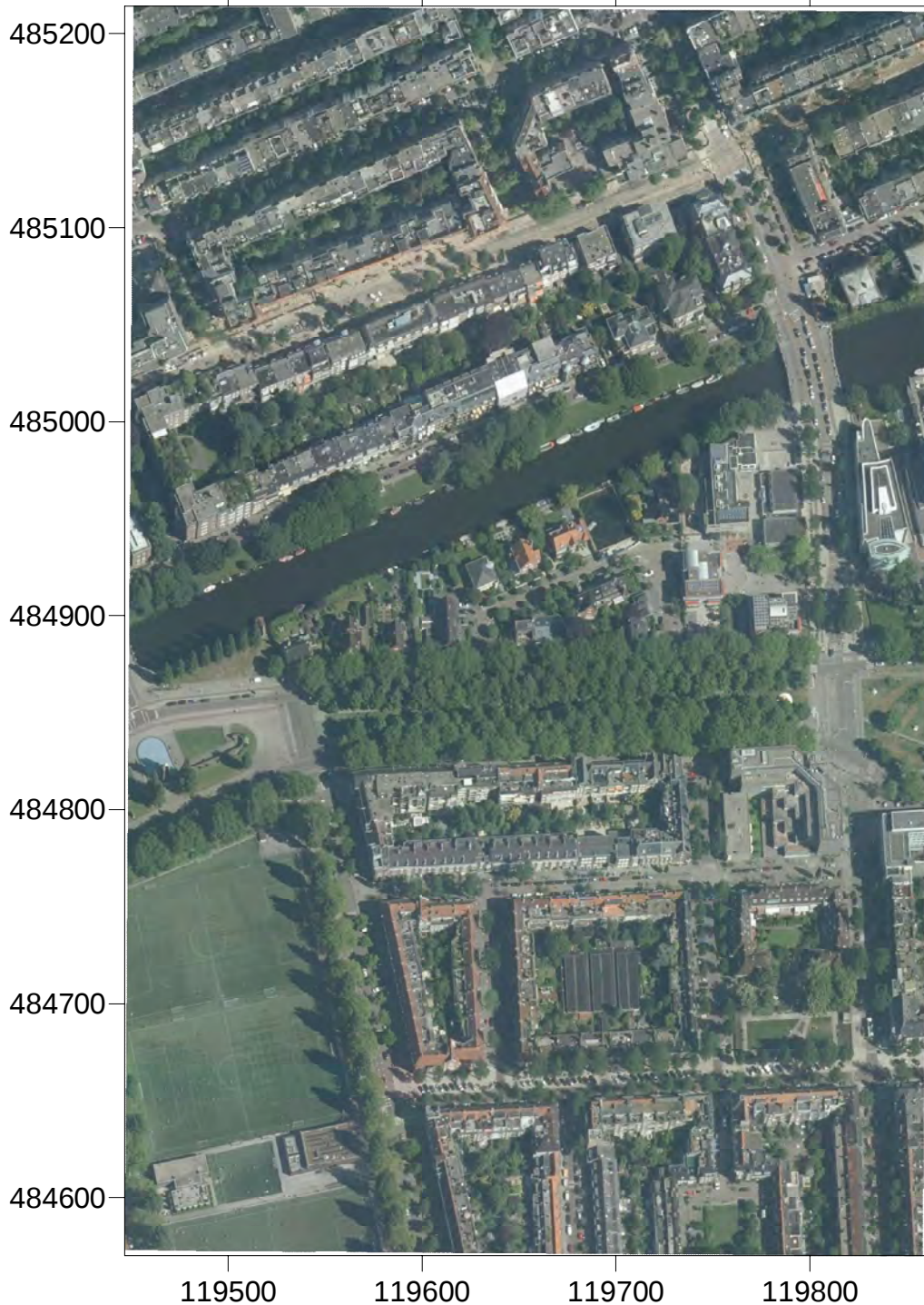
datum:
08-05-2018



Loots Grondwatertechniek
independent guide for your dewatering site

WISSEL 3
 1713GX OBDAM

info@lootsgwt.com



Natura 2000 gebieden (Publieke Dienstverlening op kaart) legenda

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

omschrijving:

APOLLOLAAN 166
AMSTERDAM

opdrachtgever:

DHB BETONBOUW

schaal:
N.V.T.

order:
10710218

tekeningnummer:
3

formaat:
A4

getekend:
EL

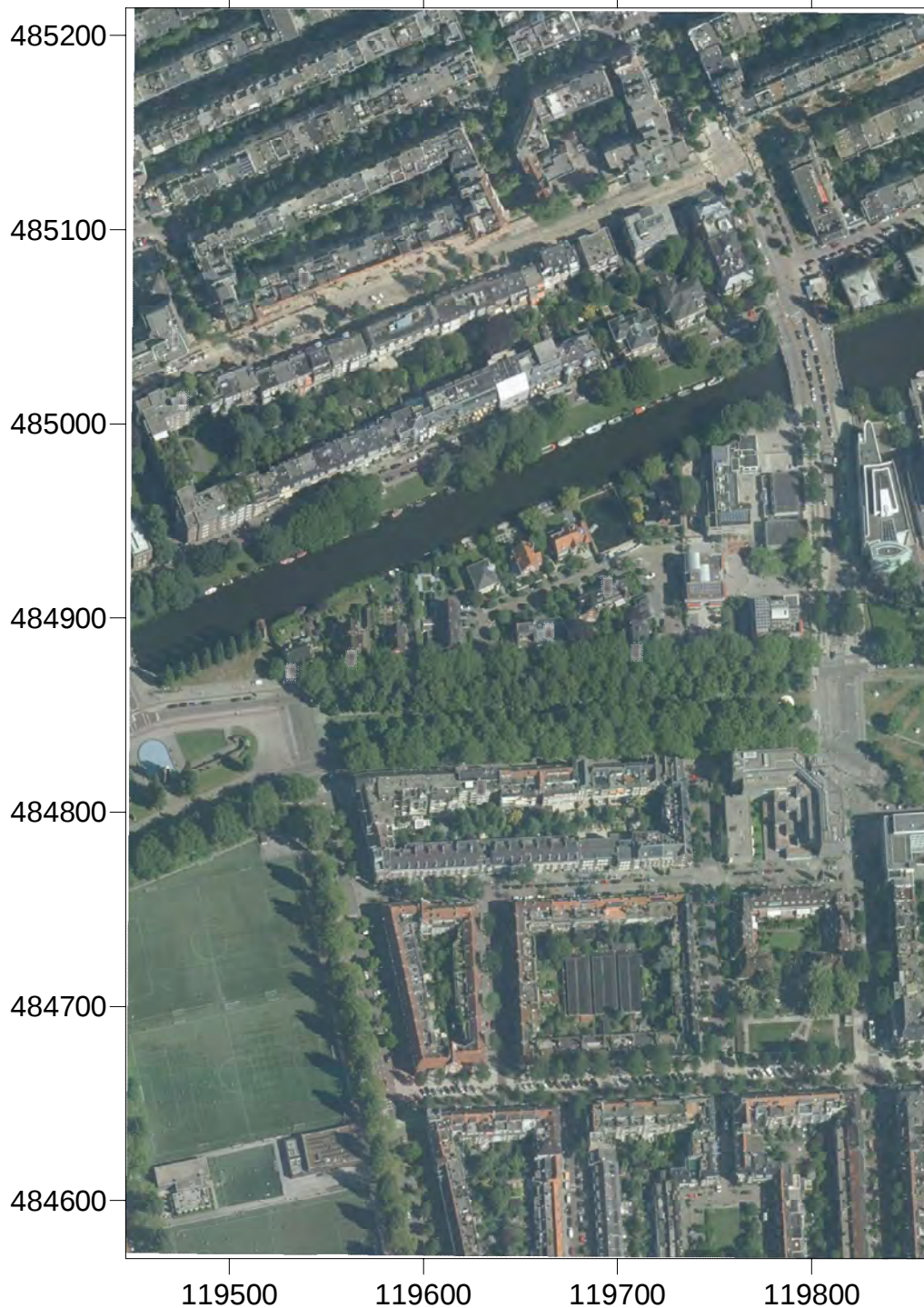
datum:
08-05-2018



Loots Grondwatertechniek
independent guide for your dewatering site

WISSEL 3
1713GX OBDAM

info@lootsgwt.com



IKAW Monumentenkaart, Rijksdienst Cultureel Erfgoed legenda

■ Locatie Rijksmonument

□ Omtrek locatie archeologie (IKAW)

omschrijving:

**APOLLOLAAN 166
AMSTERDAM**

opdrachtgever:

DHB BETONBOUW

schaal:
N.V.T.

order:
10710218

tekeningnummer:
4

formaat:
A4

getekend:
EL

datum:
08-05-2018



Loots Grondwatertechniek
independent guide for your dewatering site

WISSEL 3
1713GX OBDAM

info@lootsgwt.com



Kadaster - Top10NL kaart legenda

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

omschrijving:

APOLLOLAAN 166
AMSTERDAM

opdrachtgever:

DHB BETONBOUW

schaal:
N.V.T.

order:
10710218

tekeningnummer:
5

formaat:
A4

getekend:
EL

datum:
08-05-2018



Loots Grondwatertechniek
independent guide for your dewatering site

WISSEL 3
1713GX OBDAM

info@lootsgwt.com

485200

485100

485000

484900

484800

484700

484600



119500

119600

119700

119800

Basisregistratie Percelen (Dienst Regelingen) legenda

	Bouwland		Overige
	Grasland		
	Braakland		
	Natuurterrein		

omschrijving:

APOLLOLAAN 166
AMSTERDAM

opdrachtgever:

DHB BETONBOUW

schaal:
N.V.T.

order:
10710218

tekeningnummer:
6

formaat:
A4

getekend:
EL

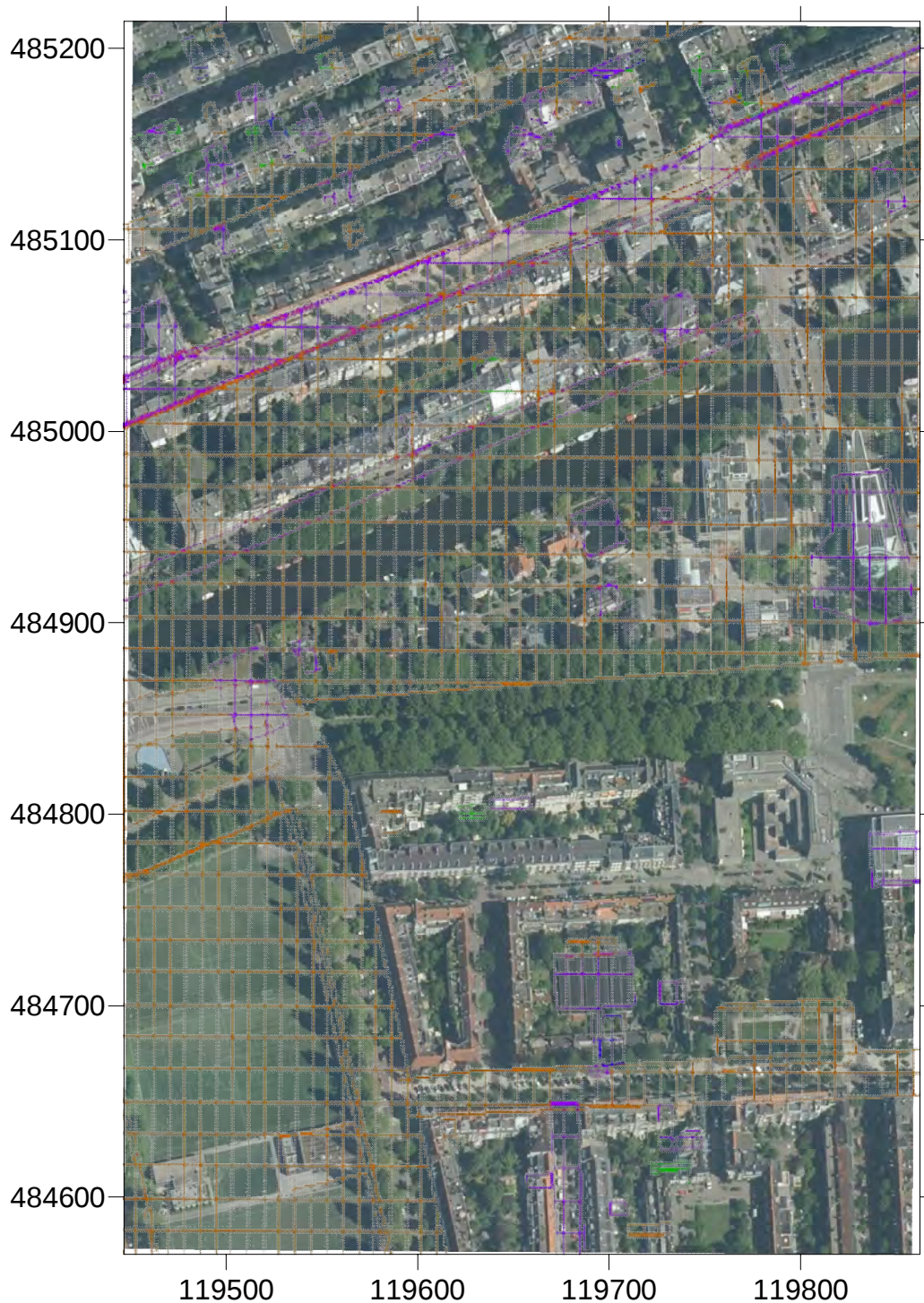
datum:
08-05-2018



Loots Grondwatertechniek
independent guide for your dewatering site

WISSEL 3
 1713GX OBDAM

info@lootsgwt.com



Basisregistratie Percelen (Dienst Regelingen) legenda

	Bouwland		Overige
	Grasland		
	Braakland		
	Natuurterrein		

omschrijving:

APOLLOLAAN 166
AMSTERDAM

opdrachtgever:

DHB BETONBOUW

schaal:
N.V.T.

order:
10710218

tekeningnummer:
7

formaat:
A4

getekend:
EL

datum:
08-05-2018

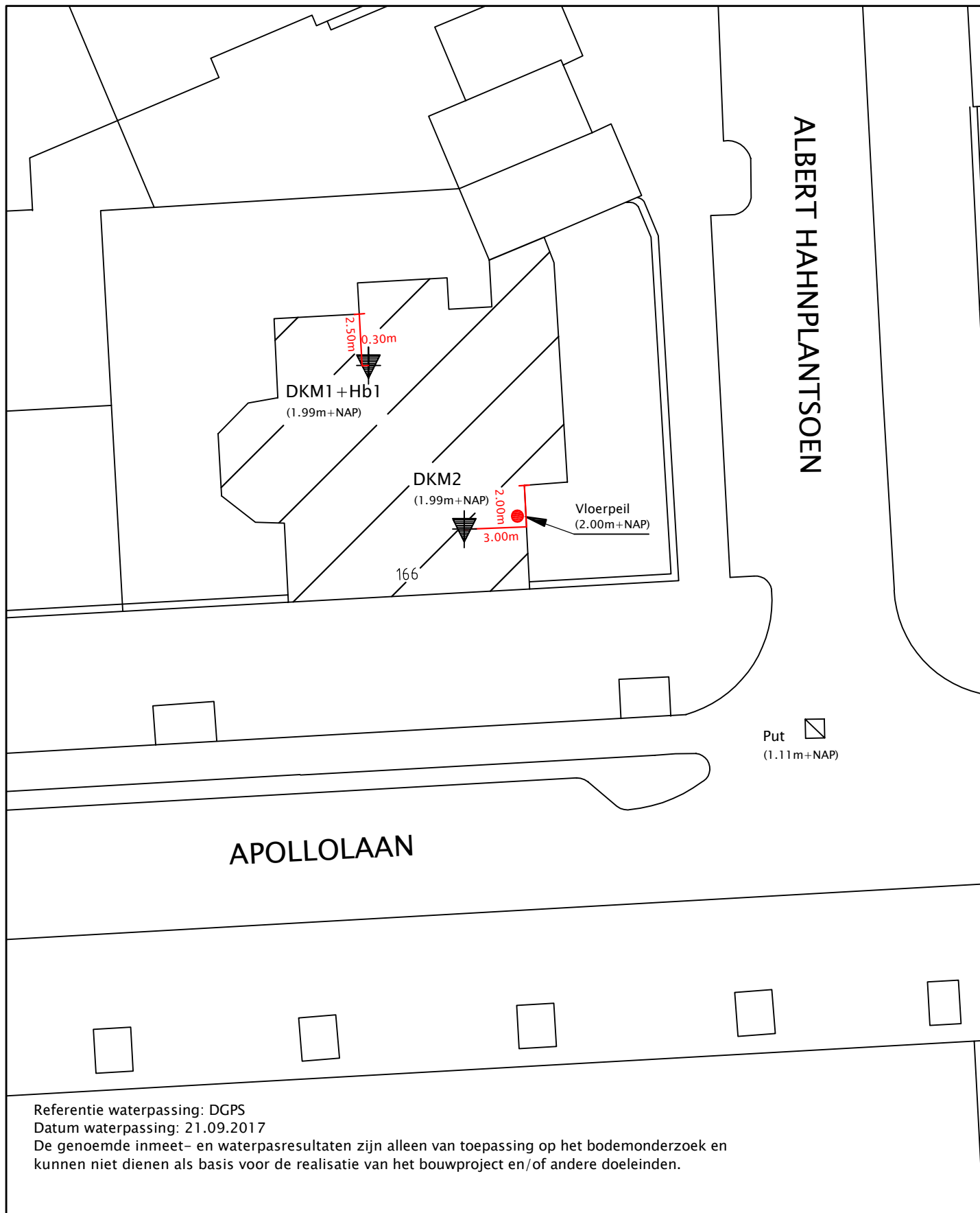


Loots Grondwatertechniek
independent guide for your dewatering site

WISSEL 3
1713GX OBDAM

info@lootsgwt.com

Bijlage 5 – Grondonderzoeken



SITUATIETEKENING:

Apollolaan 166

Amsterdam

OPDRACHT: 410.01.307417

BIJLAGE: 1

SCHAAL: 1:250 (A4)



Adres: Lisserweg 712
Postcode: 2165 AV
Plaats: Lissersbroek

Telefoon: 0252-416132
Fax: 0252-416624
Email: info@geosupporting.nl

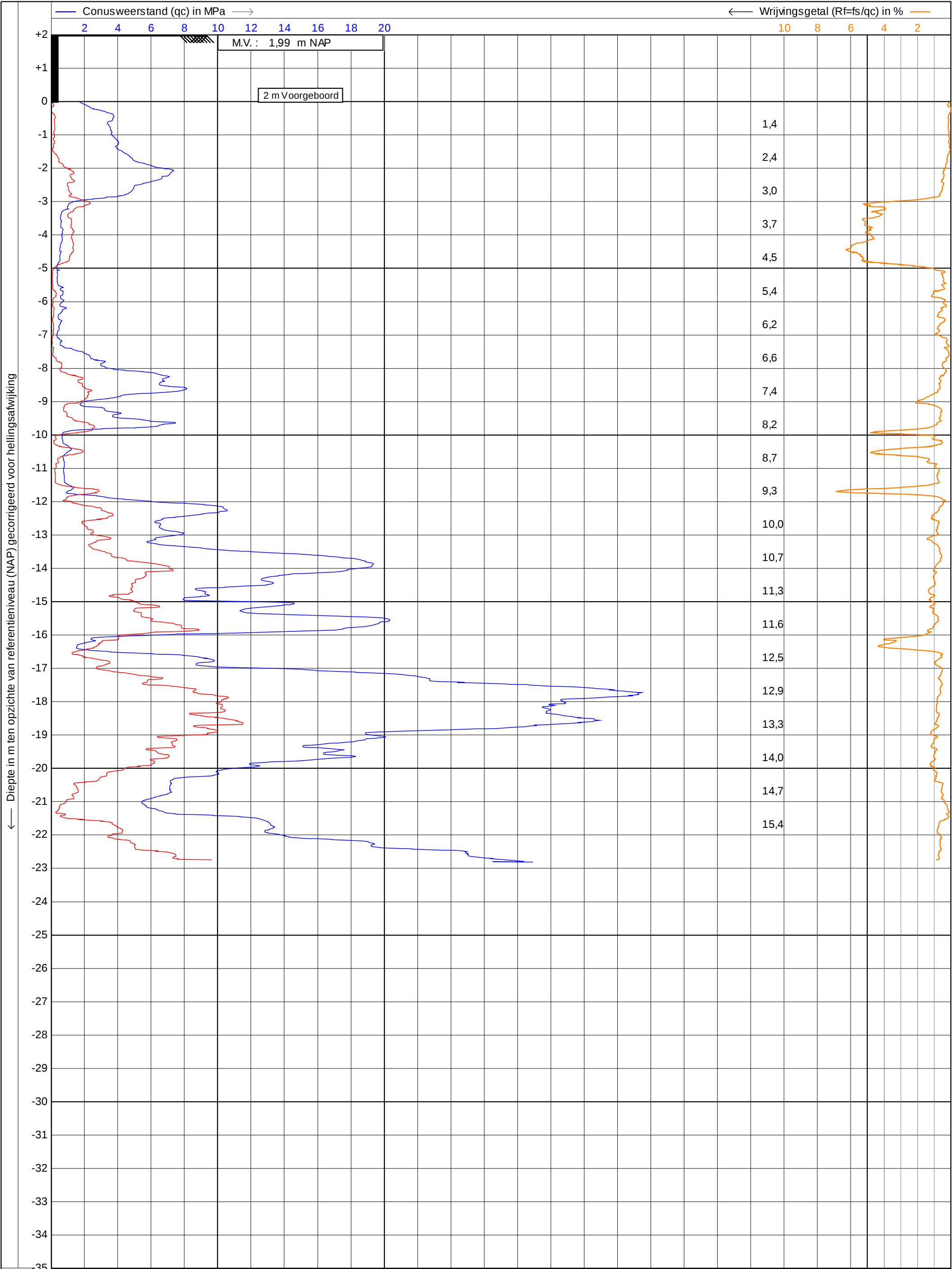
Opdracht : 410.01.307417
Project : Apollolaan 166 te Amsterdam

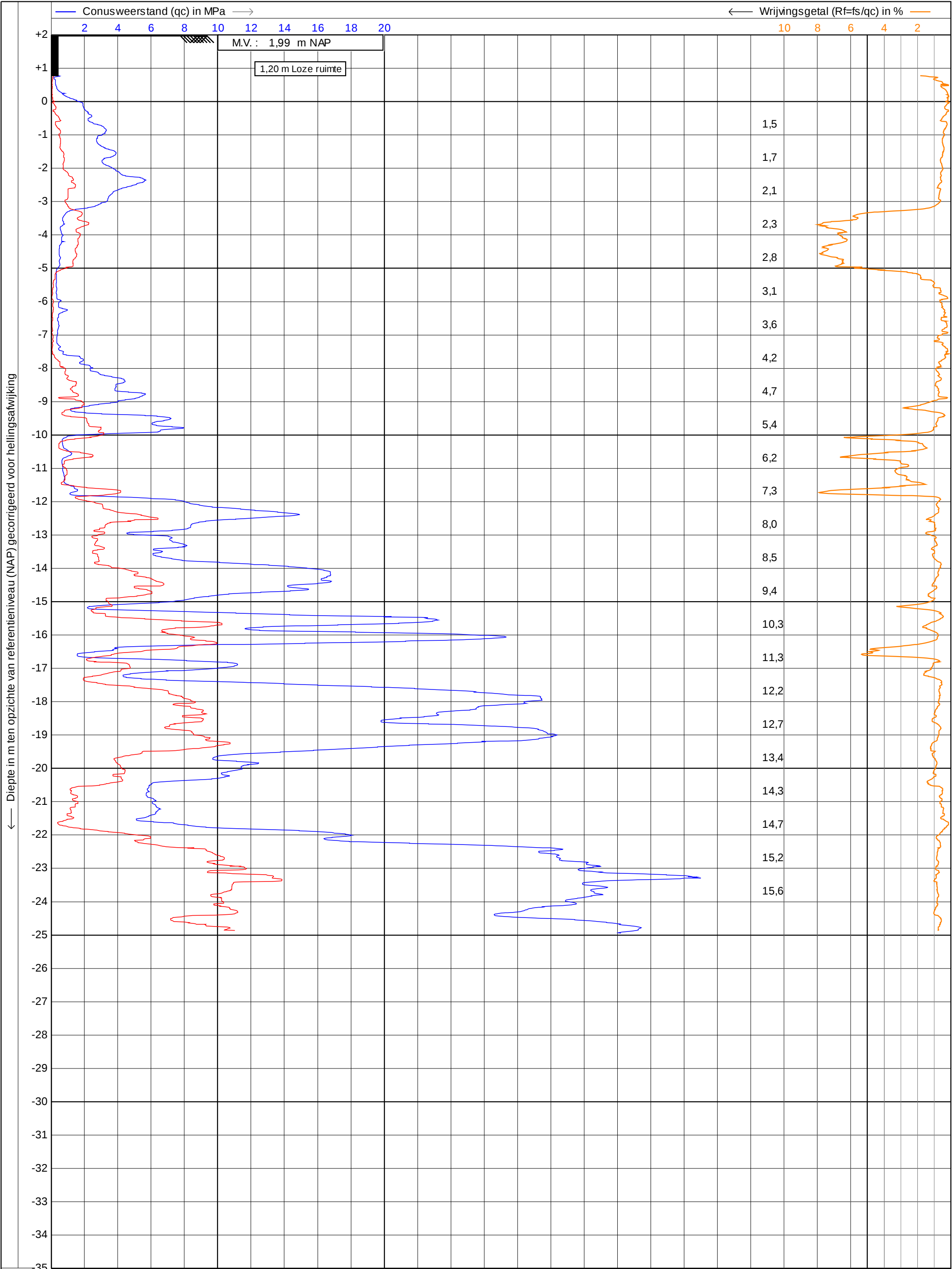
WATERPASSTAAT

Referentiepunt : DGPS
Datum waterpassing : 21-9-2017

DKM1 + Hb1	1.99m + NAP
DKM2	1.99m + NAP
Vloerpeil pand Apollolaan 166	2.00m + NAP
Put in het fietspad op kruising Apollolaan / Albert Hahnplantsoen	1.11m + NAP
Grondwaterstand in boorgat na uitvoering Hb1	0.21m - NAP 2.20m - Mv

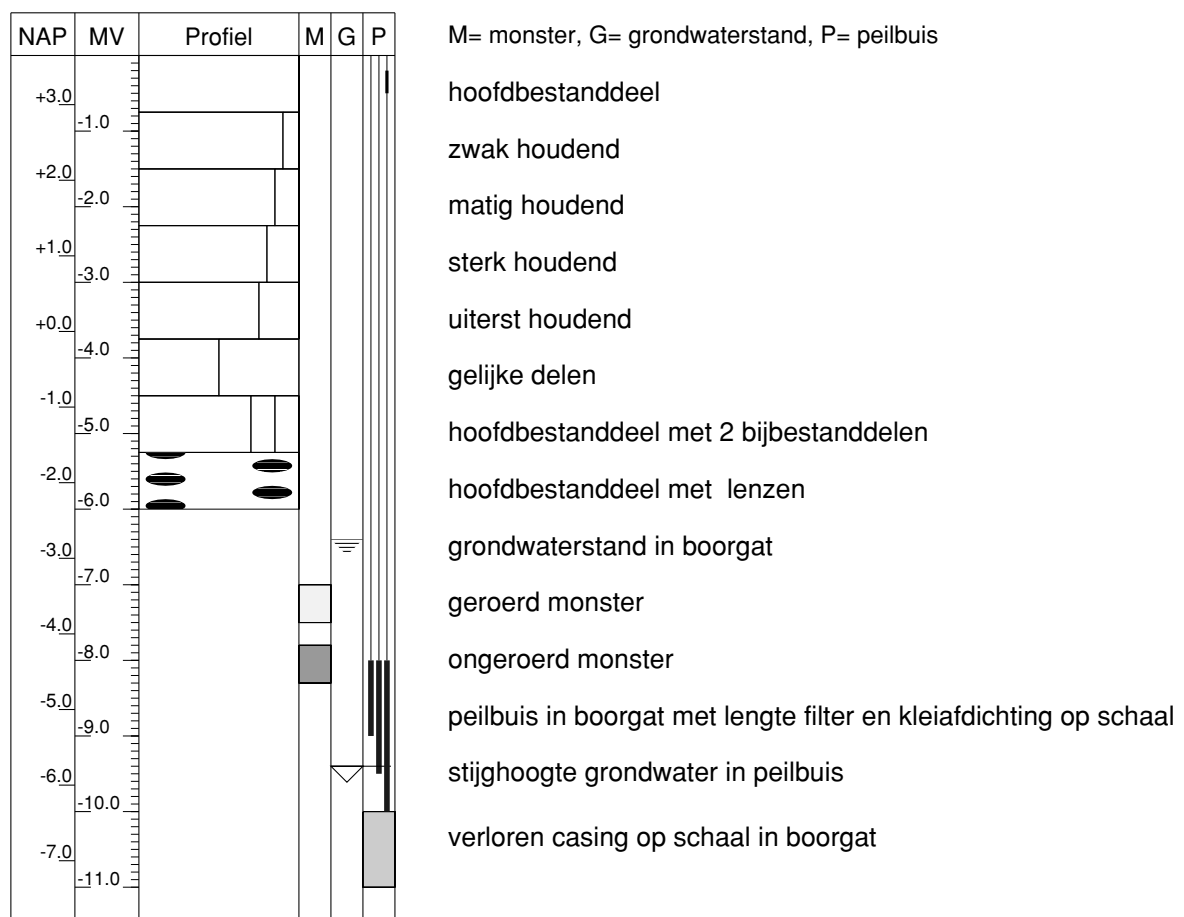
De genoemde inmeet- en waterpasresultaten zijn alleen van toepassing op het bodemonderzoek en kunnen niet dienen als basis voor de realisatie van het bouwproject en/of andere doeleinden.





Aanduiding grondsoorten en gelaagdheid op boorstaat

	Zand		Mergel		Baggerspecie
	Klei		Kalk/kalksteen		Schelpen
	Veen		Stal		Schelpenbank
	Grind		Mijnssteen		Verharding
	Zandsteen		Graszone		Kruipruimte
	Silt		Teelaarde		Puin
	Leem		Humus		Sintels
	Loss		Plantenresten		Huisvuil
	Keileem		Hout/houtresten		Kunststofresten
	Leisteen		Bruinkool		Onbekend
	Schalie		Slib		Diversen



Hb1 21-09-2017 Handboring			Maaiveldhoogte: 1.99 t.o.v. NAP Grondwaterniveau: -0.21 t.o.v. NAP				Coordinaten:
NAP	MV	Profiel	M	G	P	Omschrijving bodemprofiel	Opmerkingen
						0.00m Houtenvloer. 0.02m Loze ruimte.	
+1.0	-1.0					1.10m Verharding, (beton). 1.15m Zand, matig fijn grijs/bruin, zwak silthoudend.	
+0.0	-2.0					2.50m Einde boring.	
-1.0	-3.0						
GEO-SUPPORTING BV Lisserbroek			Project: Apollolaan 166 Locatie: Amsterdam				Rapportnr: 410.01.307417 Proj. datum: 21-09-2017

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.

[illegible]

laag=(dichtstbijzijnde) watervoerende laag, GHG= gemiddeld hoogste grondwaterstand (maatgevend als hoogste waarde voor diverse berekeningen), GEM=gemiddelde grondwaterstand, GLG=gemiddeld laagste grondwaterstand (maatgevend als laagste waarde voor diverse berekeningen), MH= maatgevend hoogste (grondwaterstand plus 2x standaarddeviatie), ML= maatgevend laagste (grondwaterstand minus 2x

[illegible]

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

