

datum

1 oktober

2018

**Vergunningsonderbouwend
bemaalingsadvies**

Groenmarkt te Amsterdam

status : definitief

versie : 2

opdrachtgever

Huib Bakker Bouw

Peter Geerlings

Nijverheidsweg 41

2100AL Heemstede

Adviseur

Loots Grondwatertechniek

ing. Erik Loots

erik@lootsgwt.com

+31 (0) 6 533 92 188

kenmerk

10160318B.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.....	8
3.1 Maatregelen: verticaal evenwicht	8
3.2 Maatregelen: hydraulische grondbreuk.....	10
3.3 Maatregelen: piping	10
4 Grondwaterbeheersing implementatie.....	10
4.1 Grondwaterbeheersing: methode	11
4.2 Grondwaterbeheersing: omgevingsbeïnvloeding	14
4.3 Grondwaterbeheersing: wetgeving, onttrekking en lozing	16
5 Aanbevelingen, actieprogramma	18
5.1 Risicocheck	18
5.2 Onderzoeks- en monitoringsplan.....	18
5.3 Aanbevelingen: uitvoering	19
5.4 Aanbevelingen: overige raakvlakken.....	20
5.5 Actieprogramma	20
Gebruikte literatuur en bronnen.....	21
Bijlage 1 – Algemene voorwaarden rapport	22
Bijlage 2 – Methode van bepalen van benodigde data	23
Bijlage 3 – (input) Grondwaterberekeningen/-model	24
Bijlage 4 – Tekeningen project en omgeving	30
Bijlage 5 – Grondonderzoeken	31
Bijlage 6 – Grondwater eigenschappen.....	32

1 Inleiding

Een ontwerp voor het project “Groenmarkt te Amsterdam” is gemaakt door Huib Bakker Bouw. Door het toepassen van een tijdelijke grondwaterstand verlaging wordt het mogelijk een nieuwe kelders 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 september dit jaar een verantwoorde beslissing over de aanleg van de kelders 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.

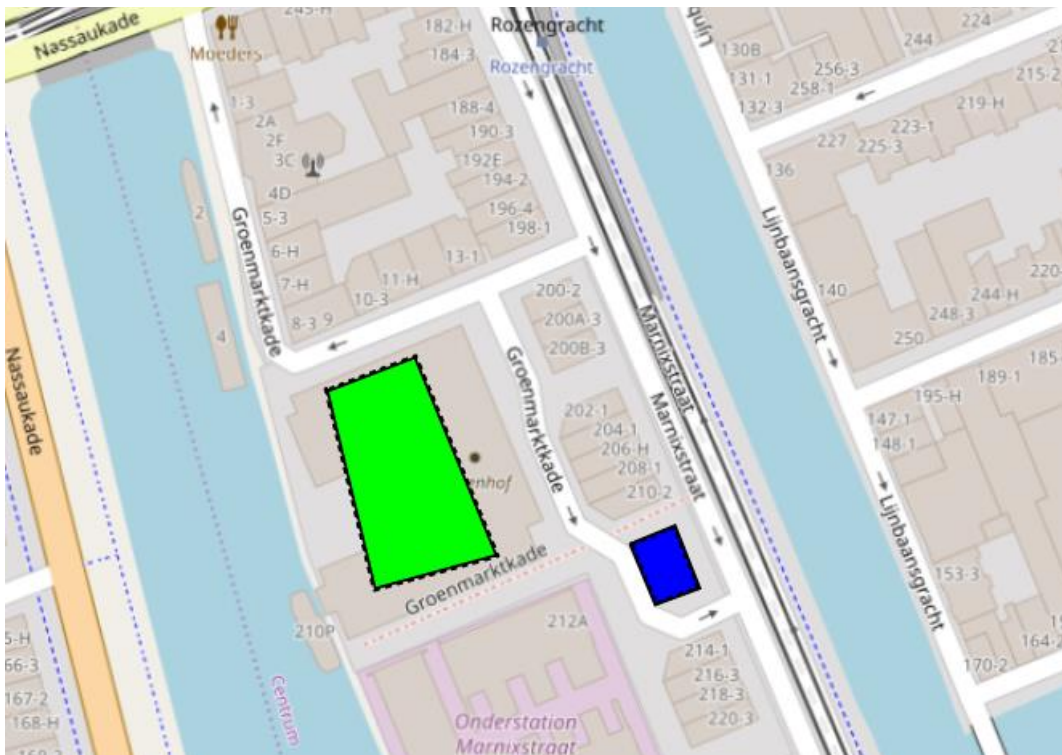
2 Situatieanalyse project

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

In bijlage 2 is samengevat waar de data is afgeleid.

2.1 Project: afmetingen en fasering

Het project is opgedeeld in onderdelen met een verschillende bouwtijd en/of afmeting. De onderdelen zijn weergegeven in tabel 2.1 en de onderstaande figuur. Voor het gebruik van het bemalingsadvies dient worden gecontroleerd of deze uitgangspunten nog overeenkomen met de laatste uitgangspunten. De bemalingsperiode is ingeschat. Voor een stabiele bouwputbodembodem is gekozen om de grondwaterstand tot 0,3 m onder ontgravingsniveau te verlagen.



Figuur 1 – bovenaanzicht kelders

Tabel 2.1

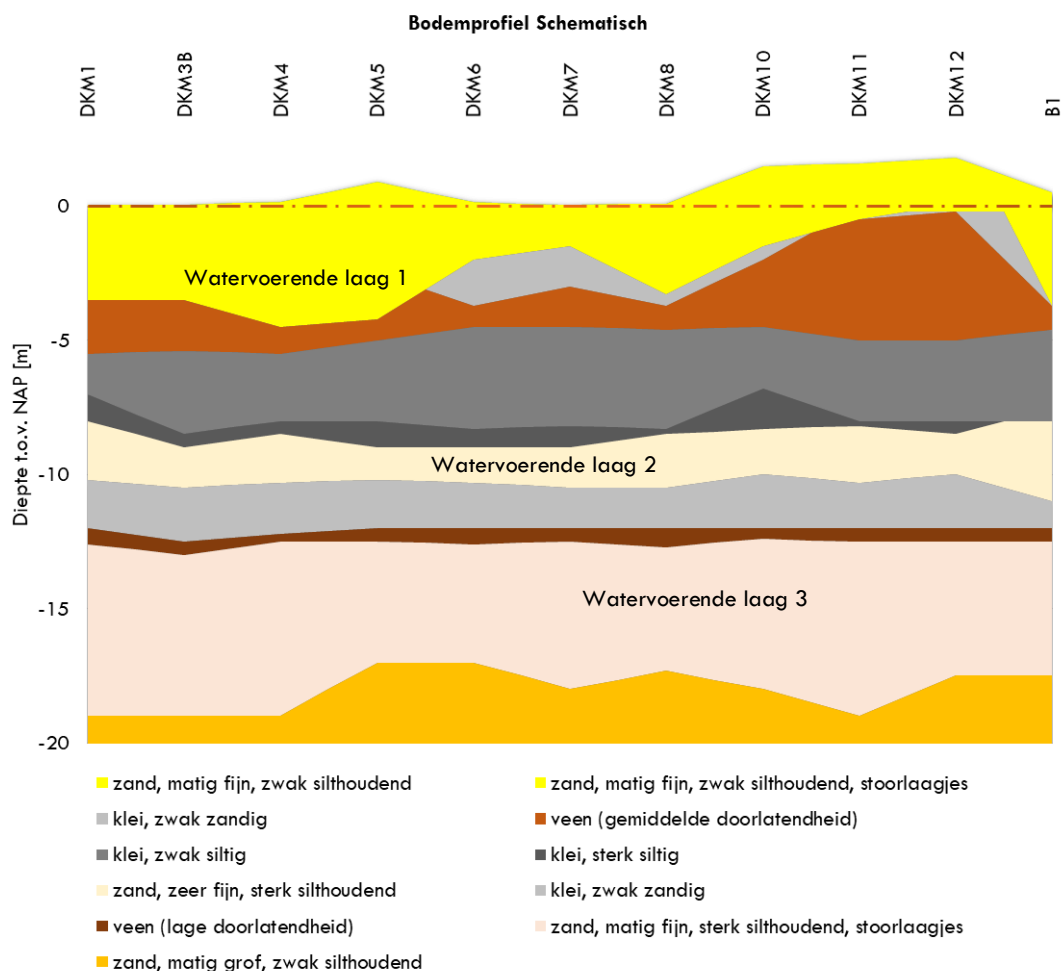
objecten omschrijving	lengte [m]	breedte [m]	ontgravings- diepte	damwand punt [m+NAP]	bemalings- duur	Kleur in figuur 1
Marnixblok - keldervloer	16	13	-1,63	-11,7	180 dagen	Blauw
Marnixblok - poeren	16	13	-2,11	-11,7	30 dagen	Blauw
Singelgrachtblok - keldervloer	45~50	23~29	-5,3	-16,5	180 dagen	Groen
Singelgrachtblok - poeren	45~50	23~29	-5,78	-16,5	30 dagen	Groen
Singelgrachtblok - liftput persoon	4	3	-6,88	-16,5	30 dagen	Groen
Singelgrachtblok - liftput auto	6	4	-6,22	-16,5	30 dagen	Groen

In bijlage 4 is de tekening op origineel formaat bijgevoegd.

2.2 Project: bodemopbouw

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

In de onderstaande figuur is de schematische bodemopbouw weergegeven.

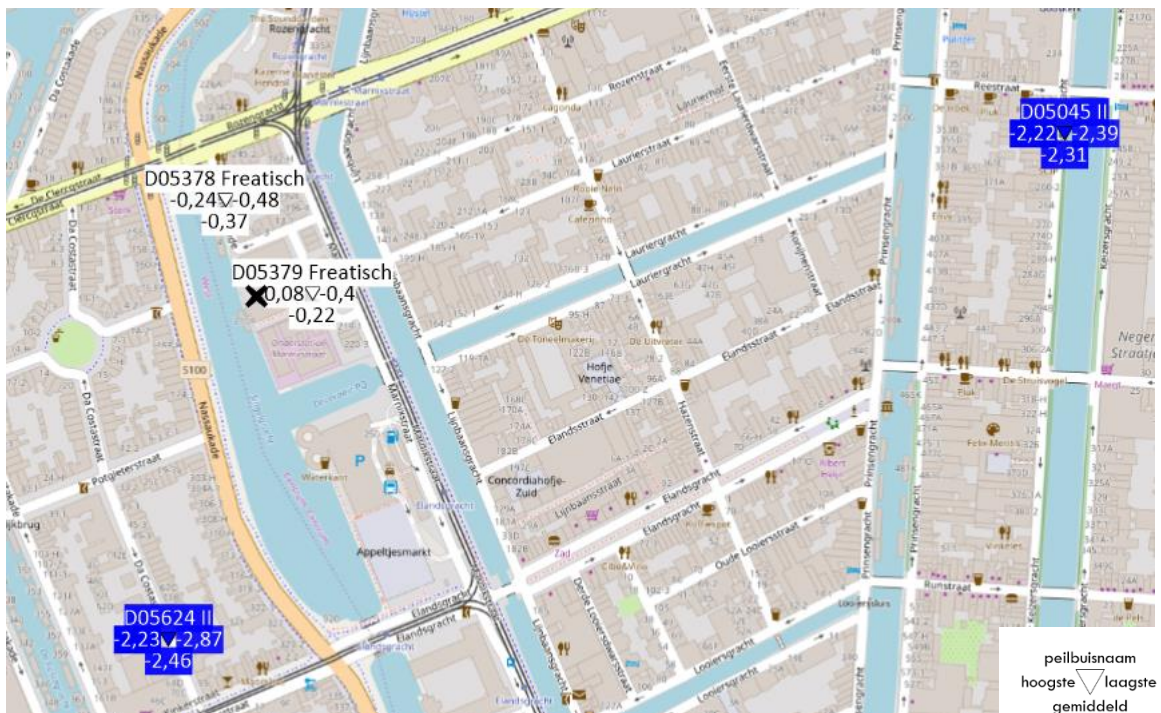


In bijlage 5 zijn (enkele) bodemonderzoeken toegevoegd.

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 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 D05379. De gemiddelde grondwaterstand is NAP – 0,22 m. De grondwaterstand fluctueert tussen NAP + 0,08 m en NAP – 0,4 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 D05624II. De gemiddelde grondwaterstand is NAP – 2,46 m. De grondwaterstand fluctueert tussen NAP – 2,23 m en NAP – 2,87 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 500 m.



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

Kadaster - Top10NL kaart legenda

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

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 op 11 m afstand van Singelgrachtblok en 6 m afstand van Marnixblok. De belendingen zijn aangelegd tussen <1900 tot en met circa 1980. Verwacht wordt dat het merendeel van de belendingen een fundering op houten palen heeft;
- Tekening 2 “Grondwatergebruikers”: op 10 m afstand is een WKO installatie (monobron, 25 m³/uur). Verder geen bijzonderheden;
- Tekening 3 “Natuur (natura-2000)”: geen beschermd natuurgebied binnen reikwijdte van de bemaling, wel diverse bomen in de omgeving;

- Tekening 4 “(Archeologische) monumenten”: Vanaf 80 m en verder zijn er rijksmonumenten in de omgeving. De projectlocatie bevindt zich binnen de Singel, archeologische objecten op en rondom projectlocatie mogelijk;
- Tekening 5 “Algemene kaart (top 10 NL)”: projectlocatie is in de bebouwde kom, oppervlaktewater op 15 m afstand, trambaan op 10 m afstand van de bouwput (Marnixblok);
- Tekening 6 “Landbouw in omgeving”: geen landbouwgewassen aanwezig binnen de reikwijdte van de bemaling;
- Tekening 7 “Bodemloket (verontreinigingen bodem)”: geen bijzonderheden op bodemloket.nl. Volgens milieukundig onderzoek is het grondwater (watervoerende laag 1) op de projectlocatie verontreinigd (plaatselijk) met PAK, cyanide en/of vluchtige aromatische koolwaterstoffen. Het grondwater in watervoerende laag 3 zou lokaal mogelijk sterk verontreinigd met benzeen kunnen zijn.

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 – 8 m à NAP – 9 m (watervoerende laag 2)

Bij alle onderdelen is een ontlastbemaling noodzakelijk in watervoerende laag 2, dit ten behoeve van verticaal evenwicht van de bouwputbodem. Per onderdeel geldt het volgende:

- grondverbetering - Marnixblok - keldervloer: bij ontgraven tot onderkant constructie (NAP - 1,93 m) is de kritieke grondwaterstand bij ontgravingsbreedte 3 m en talud 1:0 gelijk aan NAP - 0,72 m. Het maaiveld naast de sleuf is gelegen op NAP - 1,63 m. De gemiddeld hoogste grondwaterstand is ingeschat op NAP + 0,08m. Geconcludeerd wordt dat het verticaal evenwicht verstoord wordt bij een gemiddelde grondwaterstand, er zijn maatregelen noodzakelijk;
- grondverbetering - Singelgrachtblok - keldervloer: bij ontgraven tot onderkant constructie (NAP - 5,6 m) is de kritieke grondwaterstand bij ontgravingsbreedte 29 m en talud 1:0 gelijk aan NAP - 4,44 m. Het maaiveld naast de sleuf is gelegen op NAP - 5,3 m. De gemiddeld hoogste grondwaterstand is ingeschat op NAP + 0,08m. Geconcludeerd wordt dat het verticaal evenwicht verstoord wordt bij een gemiddelde grondwaterstand, er zijn maatregelen noodzakelijk;
- grondverbetering - Singelgrachtblok - poeren: bij ontgraven tot onderkant constructie (NAP - 6,2 m) is de kritieke grondwaterstand bij ontgravingsbreedte 4 m en talud 1:1 gelijk aan NAP - 4,94 m. Het maaiveld naast de sleuf is gelegen op NAP - 5,3 m. De gemiddeld hoogste grondwaterstand is ingeschat op NAP + 0,08m. Geconcludeerd wordt dat het verticaal evenwicht verstoord wordt bij een gemiddelde grondwaterstand, er zijn maatregelen noodzakelijk;
- Marnixblok - keldervloer: bij ontgraven tot onderkant constructie (NAP - 1,63 m) is de kritieke grondwaterstand bij ontgravingsbreedte 13 m en talud 1:0 gelijk aan NAP + 0,11 m. Het maaiveld naast de sleuf is gelegen op NAP + 1,3 m. De gemiddeld hoogste grondwaterstand is ingeschat op NAP + 0,08m. Geconcludeerd wordt dat het verticaal evenwicht niet verstoord wordt, er zijn geen maatregelen noodzakelijk;
- Singelgrachtblok - keldervloer: bij ontgraven tot onderkant constructie (NAP - 5,3 m) is de kritieke grondwaterstand bij ontgravingsbreedte 29 m en talud 1:0 gelijk aan NAP - 4 m. Het maaiveld naast de sleuf is gelegen op NAP + 0,8 m. De gemiddeld hoogste grondwaterstand is ingeschat op NAP + 0,08m. Geconcludeerd wordt dat het verticaal evenwicht verstoord wordt bij een gemiddelde grondwaterstand, er zijn maatregelen noodzakelijk;
- Singelgrachtblok - poeren: bij ontgraven tot onderkant constructie (NAP - 5,78 m) is de kritieke grondwaterstand bij ontgravingsbreedte 4 m en talud 1:1 gelijk aan NAP - 4,48 m. Het maaiveld naast de sleuf is gelegen op NAP - 5,3 m. De gemiddeld hoogste grondwaterstand is ingeschat op NAP + 0,08m. Geconcludeerd wordt dat het verticaal

evenwicht verstoord wordt bij een gemiddelde grondwaterstand, er zijn maatregelen noodzakelijk;

- Singelgrachtblok - liftput persoon: bij ontgraven tot onderkant constructie (NAP - 6,88 m) is de kritieke grondwaterstand bij ontgravingsbreedte 3 m en talud 1:1 gelijk aan NAP - 5,74 m. Het maaiveld naast de sleuf is gelegen op NAP - 5,3 m. De gemiddeld hoogste grondwaterstand is ingeschat op NAP + 0,08m. Geconcludeerd wordt dat het verticaal evenwicht verstoord wordt bij een gemiddelde grondwaterstand, er zijn maatregelen noodzakelijk;
- Singelgrachtblok - liftput auto: bij ontgraven tot onderkant constructie (NAP - 6,22 m) is de kritieke grondwaterstand bij ontgravingsbreedte 4 m en talud 1:1 gelijk aan NAP - 4,97 m. Het maaiveld naast de sleuf is gelegen op NAP - 5,3 m. De gemiddeld hoogste grondwaterstand is ingeschat op NAP + 0,08m. Geconcludeerd wordt dat het verticaal evenwicht verstoord wordt bij een gemiddelde grondwaterstand, er zijn maatregelen noodzakelijk.

Conclusie tweede opbarstniveau NAP – 12,4m à NAP – 13 m (watervoerende laag 3)

Bij het Singelgrachtblok is een spanningsbemaling in watervoerende laag 3 noodzakelijk, dit ten behoeve van verticaal evenwicht van de bouwputbodem. Maatregelen zijn noodzakelijk tot het moment dat de liftputten, poeren en grondverbetering zijn gerealiseerd.

Per onderdeel geldt het volgende:

- grondverbetering - Marnixblok - keldervloer: bij ontgraven tot onderkant constructie (NAP - 1,93 m) is de kritieke grondwaterstand bij ontgravingsbreedte 3 m en talud 1:0 gelijk aan NAP + 1,76 m. Het maaiveld naast de sleuf is gelegen op NAP - 1,63 m. De gemiddeld hoogste grondwaterstand is ingeschat op NAP - 2,23m. Geconcludeerd wordt dat het verticaal evenwicht niet verstoord wordt, er zijn geen maatregelen noodzakelijk;
- grondverbetering - Singelgrachtblok - keldervloer: bij ontgraven tot onderkant constructie (NAP - 5,6 m) is de kritieke grondwaterstand bij ontgravingsbreedte 29 m en talud 1:0 gelijk aan NAP - 2,64 m. Het maaiveld naast de sleuf is gelegen op NAP - 5,3 m. De gemiddeld hoogste grondwaterstand is ingeschat op NAP - 2,23m. Geconcludeerd wordt dat het verticaal evenwicht verstoord wordt bij een gemiddelde grondwaterstand, er zijn maatregelen noodzakelijk;
- grondverbetering - Singelgrachtblok - poeren: bij ontgraven tot onderkant constructie (NAP - 6,2 m) is de kritieke grondwaterstand bij ontgravingsbreedte 4 m en talud 1:1 gelijk aan NAP - 2,78 m. Het maaiveld naast de sleuf is gelegen op NAP - 5,3 m. De gemiddeld hoogste grondwaterstand is ingeschat op NAP - 2,23m. Geconcludeerd wordt dat het verticaal evenwicht verstoord wordt bij een gemiddelde grondwaterstand, er zijn maatregelen noodzakelijk;
- Marnixblok - keldervloer: bij ontgraven tot onderkant constructie (NAP - 1,63 m) is de kritieke grondwaterstand bij ontgravingsbreedte 13 m en talud 1:0 gelijk aan NAP + 3,31 m. Het maaiveld naast de sleuf is gelegen op NAP + 1,3 m. De gemiddeld hoogste grondwaterstand is ingeschat op NAP - 2,23m. Geconcludeerd wordt dat het verticaal evenwicht niet verstoord wordt, er zijn geen maatregelen noodzakelijk;
- Marnixblok - poeren: bij ontgraven tot onderkant constructie (NAP - 2,11 m) is de kritieke grondwaterstand bij ontgravingsbreedte 4 m en talud 1:1 gelijk aan NAP + 3,95 m. Het maaiveld naast de sleuf is gelegen op NAP + 1,3 m. De gemiddeld hoogste grondwaterstand is ingeschat op NAP - 2,23m. Geconcludeerd wordt dat het verticaal evenwicht niet verstoord wordt, er zijn geen maatregelen noodzakelijk;
- Singelgrachtblok - keldervloer: bij ontgraven tot onderkant constructie (NAP - 5,3 m) is de kritieke grondwaterstand bij ontgravingsbreedte 29 m en talud 1:0 gelijk aan NAP - 1,95 m. Het maaiveld naast de sleuf is gelegen op NAP + 0,8 m. De gemiddeld hoogste grondwaterstand is ingeschat op NAP - 2,23m. Geconcludeerd wordt dat het verticaal evenwicht niet verstoord wordt, er zijn geen maatregelen noodzakelijk;

- Singelgrachtblok - poeren: bij ontgraven tot onderkant constructie (NAP - 5,78 m) is de kritieke grondwaterstand bij ontgravingsbreedte 4 m en talud 1:1 gelijk aan NAP - 2,51 m. Het maaiveld naast de sleuf is gelegen op NAP - 5,3 m. De gemiddeld hoogste grondwaterstand is ingeschat op NAP - 2,23m. Geconcludeerd wordt dat het verticaal evenwicht verstoord wordt bij een gemiddelde grondwaterstand, er zijn maatregelen noodzakelijk;
- Singelgrachtblok - liftput persoon: bij ontgraven tot onderkant constructie (NAP - 6,88 m) is de kritieke grondwaterstand bij ontgravingsbreedte 3 m en talud 1:1 gelijk aan NAP - 3,2 m. Het maaiveld naast de sleuf is gelegen op NAP - 5,3 m. De gemiddeld hoogste grondwaterstand is ingeschat op NAP - 2,23m. Geconcludeerd wordt dat het verticaal evenwicht verstoord wordt bij een gemiddelde grondwaterstand, er zijn maatregelen noodzakelijk;
- Singelgrachtblok - liftput auto: bij ontgraven tot onderkant constructie (NAP - 6,22 m) is de kritieke grondwaterstand bij ontgravingsbreedte 4 m en talud 1:1 gelijk aan NAP - 2,8 m. Het maaiveld naast de sleuf is gelegen op NAP - 5,3 m. De gemiddeld hoogste grondwaterstand is ingeschat op NAP - 2,23m. Geconcludeerd wordt dat het verticaal evenwicht verstoord wordt bij een gemiddelde grondwaterstand, er zijn maatregelen noodzakelijk.

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 maaiveldddaling.

Conclusie

Omdat verticale (dam)wanden worden toegepast is een controle op hydraulische grondbreuk uitgevoerd. De damwanddiepte (conform tabel 2.1) is voldoende diep ter voorkoming van hydraulische grondbreuk.

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 het toepassen van waterremmende damwanden. 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

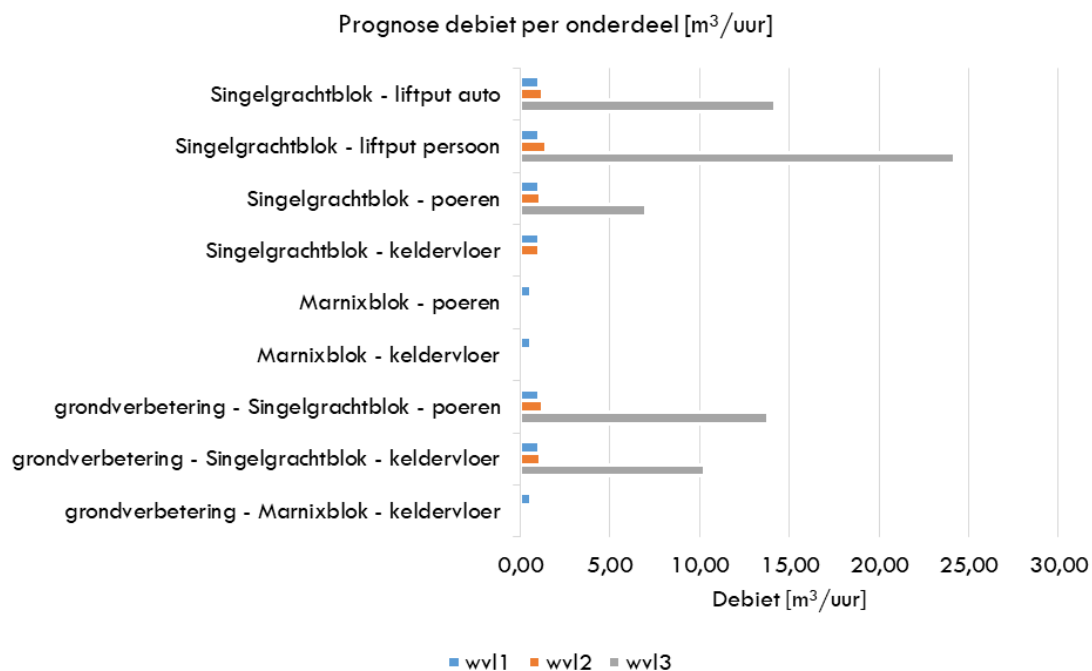
De methode om grondwater te beheersen is in deze paragraaf weergegeven per onderdeel en/of per watervoerende laag.

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.

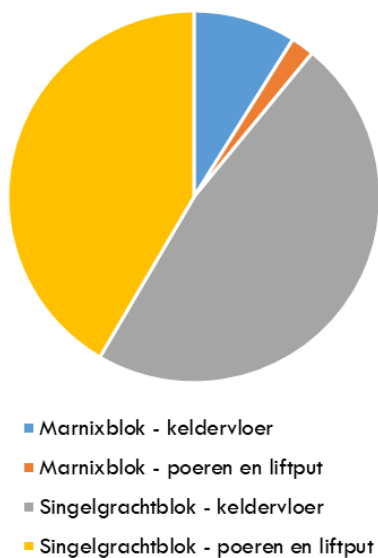
Debiet

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

Het stationaire debiet is ingeschat op circa 0,1 à 1 m³/uur voor het Marnixblok en 1,8 à 2,1 m³/uur voor het Singelgrachtblok. Tijdens het realiseren van de poeren, liftputten en grondverbetering wordt een debiet geraamd van circa 10 à 30 m³/uur bij het Singelgrachtblok, dit komt door de spanningsbemaling in watervoerende laag 3 welke noodzakelijk is in deze fase. Tijdens extreme neerslag of het opstarten van de bemaling wordt een tijdelijke verhoging van 5 m³/uur geraamd. Bij een uitvoeringsperiode van totaal 8 maanden (waarvan 6 maanden waarbij beide bouwputten bemalen worden) resulteert dit in een totaalvolume van circa 15.000 m³ à 40.000 m³. Voor de debietsberekening zijn de bemalingselementen tot NAP - 10 m geplaatst bij Marnixblok en tot NAP - 15 m bij Singelgrachtblok, 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 [%]



Methode

De bemaling bestaat uit een bronbemaling en open bemaling in watervoerende laag 1 (beide blokken), waarbij de geperforeerde bemalingselementen worden afgesteld op 0,3 m onder het ontgravingsniveau. De bemaling bestaat uit een ontlastbemaling in watervoerende laag 2 (beide blokken). Bij het Singelgrachtblok wordt de grondwaterstand in watervoerende laag 3 gemonitord in combinatie met een (kleine) spanningsbemaling in watervoerende laag 3. Buiten de damwand zal een infiltratiedrain worden geplaatst aan de zijde van de bouwput waar belendingen aanwezig zijn. De infiltratiedrain wordt op ten minste 0,5 m minus maaiveld aangelegd.

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).

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 (diepwells) resulteren in een hoger debiet.

Lozing van grondwater

Het grondwater zal geloosd worden op het oppervlaktewater (Singel). De bemaling in watervoerende laag 1 bij Singelgrachtblok is naar verwachting licht verontreinigd grondwater (PAK, in 2017 is 8,6 microgram per liter waargenomen). De bemaling in watervoerende laag 3 bij Singelgrachtblok kan met benzeen verontreinigd grondwater onttrekken (dit is niet recent gecontroleerd). Bij de overige bemalingen wordt naar verwachting geen verontreinigd grondwater onttrokken. Maatregelen zijn samengevat in tabel 4.1

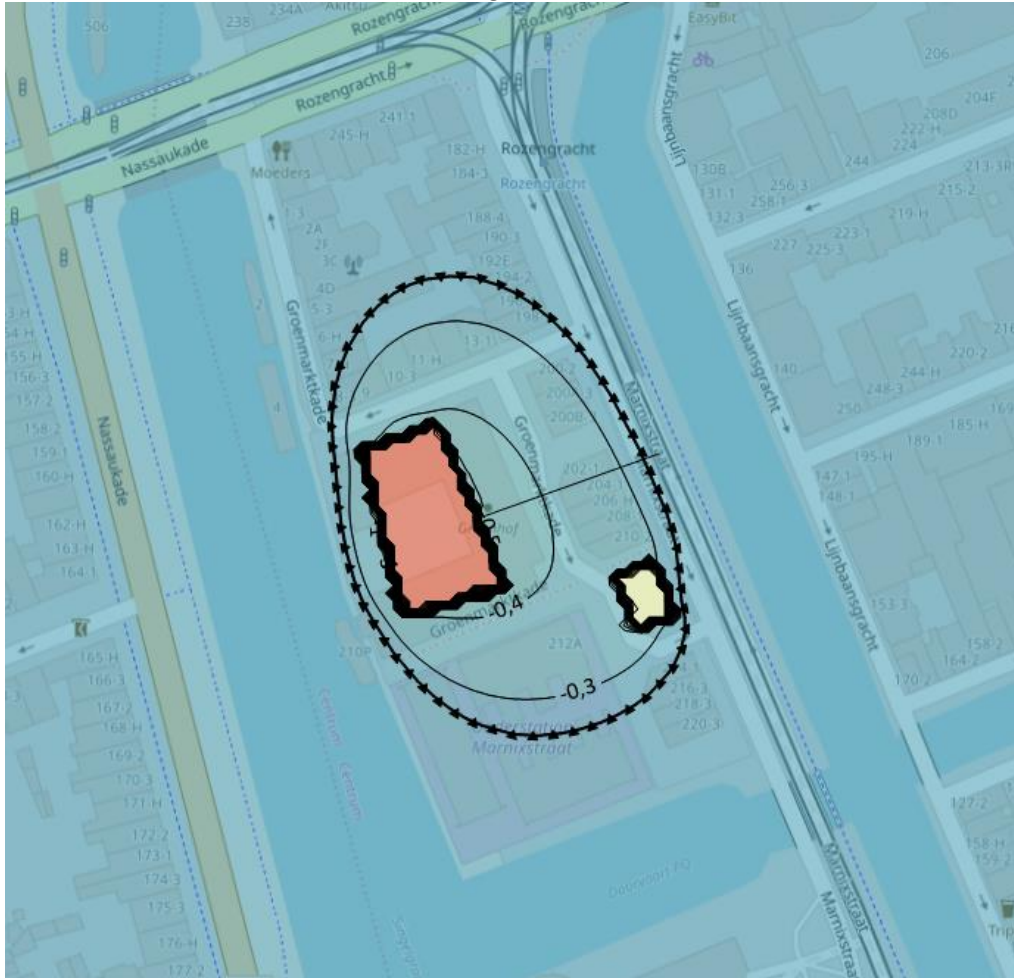
Tabel 4.1 – beschouwing grondwaterzuivering

Stof	PAK	Benzeen
Eis BLBI	< 1 microgram/liter	< 2 microgram/liter
Bemalingsonderdeel	Bemaling watervoerende laag 1, Singelgrachtblok	Bemaling watervoerende laag 3, Singelgrachtblok
Waargenomen (jaar)	8,6 microgram/liter (2017)	???
Onttrekkingshoeveelheid [m ³ /uur] (max)	1 ~ 6 m ³ /uur	0~16 m ³ /uur
Conclusie	Grondwater voldoet niet aan eis BLBI, een grondwaterzuivering is noodzakelijk tijdens het ontgraven van de bouwput (na bereiken ontgravingsniveau kan met steekmonsters worden bepaald of de grondwaterzuivering nog noodzakelijk is).	Grondwater voldoet mogelijk niet aan eis BLBI, aanbevolen wordt diepe peilbuis(en) te bemonsteren op concentratie benzeen op de projectlocatie (aanvullend bodemonderzoek). Bij > 2 microgram/liter benzeen is grondwaterzuivering noodzakelijk

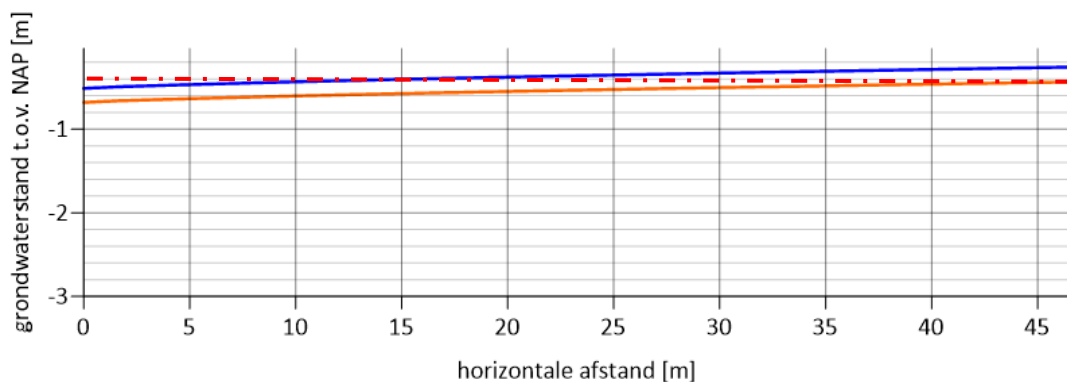
4.2 Grondwaterbeheersing: omgevingsbeïnvloeding

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.

Grondwaterstand in watervoerende laag 1

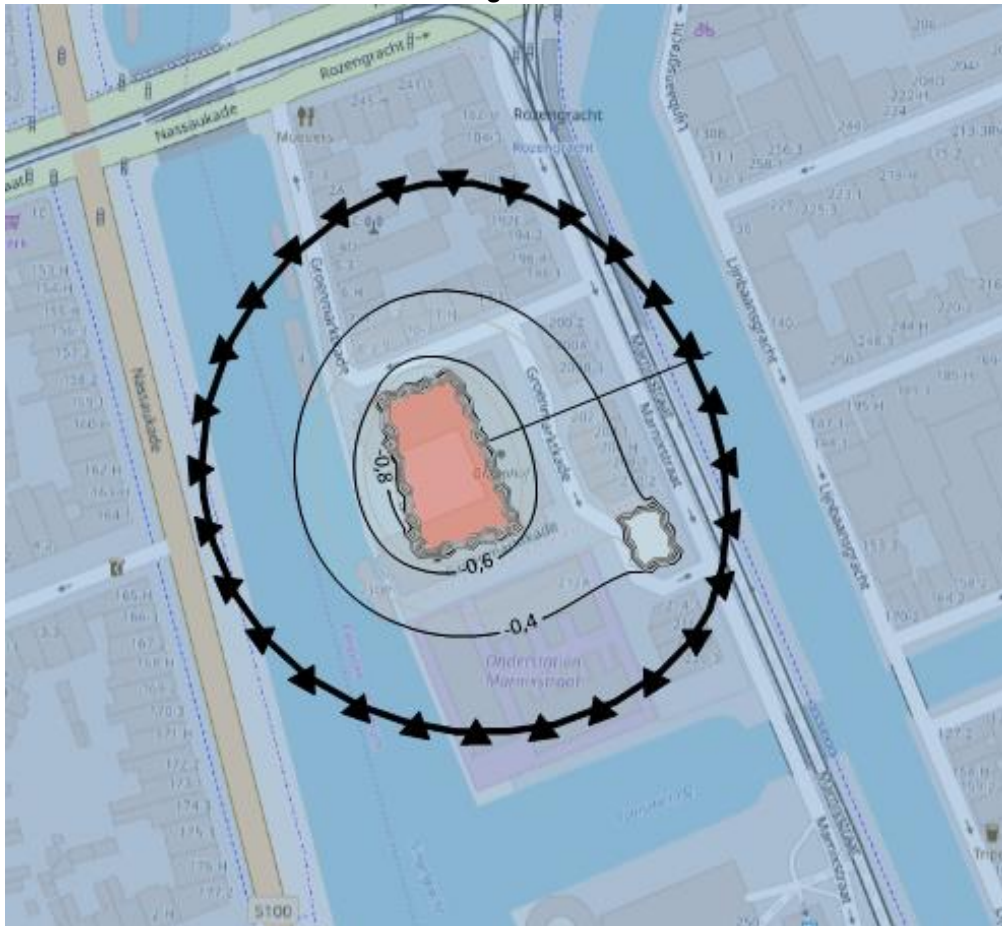


Figuur 4 - grondwaterstand watervoerende laag 1 [m+NAP] na 180 dagen bemalen

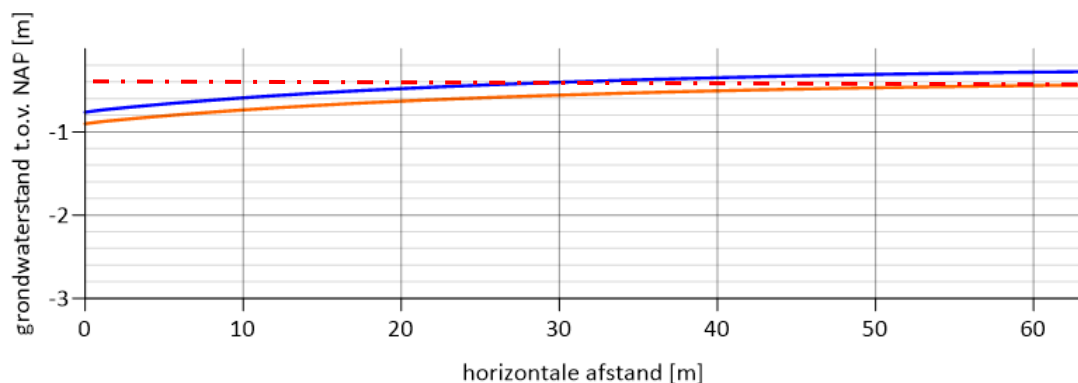


In de bovenstaande grafiek staat de grondwaterstand van de bemaling in figuur 4 weergegeven. De blauwe lijn betreft de verwachte verlaging na 180 dagen bemalen en de oranje lijn betreft de verlaging na 180 dagen bemalen in een extreem droge periode. De rode lijn NAP – 0,4 m is de gemiddeld laagste grondwaterstand (glg), deze waarde is bepaald met behulp van peilbuis D05379. Gesteld wordt dat verlagingen kleiner dan 0,05 m in figuur 4 en boven de glg niet schadelijk zijn bij de korte bemalingsperiode.

Grondwaterstand in watervoerende laag 2



Figuur 5 - grondwaterstand watervoerende laag 2 [m+NAP] na 180 dagen bemalen



In de bovenstaande grafiek staat de grondwaterstand van de bemaling in figuur 5 weergegeven. De blauwe lijn betreft de verwachte verlaging na 180 dagen bemalen en de oranje lijn betreft de verlaging na 180 dagen bemalen in een extreem droge periode.

De rode lijn NAP – 0,4 m is de gemiddeld laagste grondwaterstand (glg), deze waarde is bepaald met behulp van peilbuis D05379. Gesteld wordt dat verlagingen kleiner dan 0,05 m in figuur 4 en boven de glg niet schadelijk zijn bij de korte bemalingsperiode.

Grondwaterstand in watervoerende laag 3

Geen verlaging beneden de gemiddeld laagste grondwaterstand (glg) wordt verwacht buiten de bouwput. Er worden geen negatieve effecten verwacht door de spanningsbemaling (de grondwaterstand wordt tenslotte niet lager verlaagd dan de ‘natuurlijk’ laagste grondwaterstand).

Effect houten palen

Uit figuur 4 kan worden afgeleid dat verwacht wordt dat de grondwaterstand ter plaatse van belendingen niet verlaagd wordt beneden NAP – 0,4 m. Dit betekent dat de bemaling geen negatieve gevolgen zal hebben voor de houten paalfunderingen. Echter in geval van damwandlekkage of een extreem droge periode bestaat er wel een kans dat de grondwaterstand bij de belendingen verlaagd wordt beneden NAP – 0,5 m (kritiek). Monitoring en passende maatregelen (infiltreren van grondwater buiten damwand, zodat grondwaterstand voldoende hoog blijft) zijn noodzakelijk.

Maaiveld dalen en effect op belendingen

Door voorbelasting is de grondwaterstand eerder verlaagd tot NAP – 0,4 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 een maaiveld daling binnen 25 m afstand (indien monitoring en een infiltratiedrain wordt toegepast).

De verwachting met betrekking tot maaiveld daling ten gevolge van grondwaterstand verlaging ter plaatse van de belendingen is een kleine maaiveld daling <5mm. Dit omdat de grondwaterstand < 0,2 m beneden de glg verlaagd wordt. Er wordt geen schade aan de belendingen verwacht ten gevolge van de bemaling (mits monitoring, waterremmende damwanden en een infiltratiedrain wordt toegepast). Ter plaatse van de trambaan wordt geen maaiveld daling ten gevolge van de bemaling verwacht.

Omgevingsbeïnvloeding overige

De WKO installatie heeft een filtergebied beneden de kleilagen (tussen NAP – 15 m en NAP – 25 m), het effect van de bemaling is daarom verwaarloosbaar.

De bemaling in watervoerende laag 1 bij Singelgrachtblok is naar verwachting licht verontreinigd grondwater (PAK, in 2017 is 8,6 microgram per liter waargenomen). De bemaling in watervoerende laag 3 bij Singelgrachtblok kan met benzeen verontreinigd grondwater onttrekken (dit is niet recent gecontroleerd). De verontreiniging is in de bouwput en de contour zal niet verplaatsen.

4.3 Grondwaterbeheersing: wetgeving, onttrekking en lozing

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

Onttrekking

Onttrekking wetgeving houdt in de wetten welke van toepassing zijn bij het oppompen van grondwater uit de bodem voor een bouwput. Het project is vergunningsplichtig bij het Waterschap, verwacht is een debiet gelijk of kleiner dan 20 m³/uur en bemalingsperiode langer 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 15000m³/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:

- Mogelijk benzeen verontreiniging spanningsbemaling (watervoerende laag 3) Singelgrachtblok;
- PAK verontreiniging in grondwater freatische bemaling Singelgrachtblok;
- In extreem droge periodes en/of bij damwandlekkage is droogstand van houten palen mogelijk;
- Bij damwandlekkage zonder monitoring en toepassen van maatregelen is grotere maaiveldddaling bij belendingen mogelijk;
- Bij een monitoring en infiltratiedrain buiten de damwanden wordt verwacht dat droogstand van houten palen voorkomen kan worden en maaiveldddaling tot een minimum (<5mm) kan worden gereduceerd;
- Werkwijze heeft invloed op de omgevingsbeïnvloeding van de bemaling. Een langere sleuflengte en/of bemalingsduur zal in de omgeving een groter effect op grondwaterstand verlaging veroorzaken;
- 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 Onderzoeks- en monitoringsplan

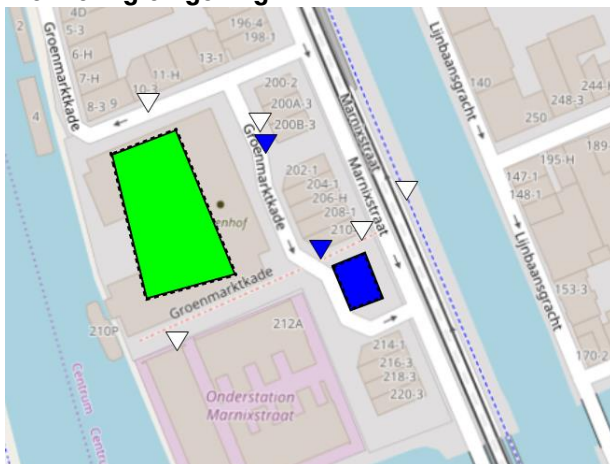
Onderzoeksplan

- 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 voor 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;
- Concentratie benzeen in watervoerende laag 3 (onder Singelgrachtblok) bepalen op diepte NAP – 13 m à NAP – 14 m. Zonder onderzoek moet een grondwaterzuivering voor spanningsbemaling worden geplaatst.

Monitoring bouwput

- Het toepassen van een geijkte debietmeter. Met de inwerkingtreding van de Waterwet is het voor alle grondwateronttrekkingen verplicht om de onttrokken hoeveelheid grondwater of geïnfiltreerd water met een nauwkeurigheid van maximaal 5% afwijking te meten;
- Dagelijks de grondwaterstand op de projectlocatie controleren, met behulp van een peilbuis op de projectlocatie in watervoerende lagen 2 en 3 (per blok). Grondwaterstand moet voldoende verlaagd worden zodat de bouwput niet zal opbarsten, de grondwaterstand mag niet zomaar teveel (meer dan 0,5 m beneden de berekende kritieke grondwaterstand) 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 10160318B.1". Het controleren van deze bouwputmetingen wordt als service uitgevoerd.

Monitoring omgeving



Figuur 6 - locaties peilbuizen (wit is peilbuis in watervoerende laag 1 en blauw is peilbuis in watervoerende laag 2)

- Peilbuizen plaatsen conform figuur 6. Grenswaarden vaststellen NAP – 0,4 m. Dagelijks grondwaterstand controleren. Bij verlagingen beneden het kritieke niveau dient actie ondernomen om de schade te voorkomen;
- Bij alle belendingen/infrastructuur binnen 40 m straal van de bouwputten 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 :

- De bouwplaats kan erg nat worden bij veel neerslag. Het wordt aanbevolen tenminste 0,3 m doorlatend zand aan het oppervlak tijdens de bouw te hanteren zodat is dat hemelwater kan infiltreren. Als alternatief kan gewerkt worden met verzamelgreppels van hemelwater tijdens de bouw. Het is mogelijk dat de grondverbetering aan het oppervlak dichtslibt (bijvoorbeeld door verkeer dat erop rijdt), het wordt dan aanbevolen tijdens de bouw de grondverbetering te bewerken voor een betere doorlatendheid (ter voorkoming van vertraging door hemelwater overlast tijdens de bouw);
- 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. Uitvoeren vergunningsaanvraag;
2. Noodzakelijke aanvullende onderzoeken uitvoeren H5.2;
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 10160318B.1";

Neem contact op met Erik Loots voor meer informatie.

Opgesteld door:

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

Loots Grondwatertechniek

1 oktober 2018

Gebruikte literatuur en bronnen

1. **Nederlands Normalisatie-instituut.** *NEN 9997-1+C1-2012*. Normcommissie 351 006 "Geotechniek". Delft : NEN, 2012. ICS 91.080.01; 93.020.
2. **SBR.** *190.03 Bemaling van bouwputten*. Rotterdam : SBR, 2003.
3. —. *273.98 Leidraad voor het onderzoek naar de invloed van een grondwaterstandsaling op de bebouwing*. Rotterdam : SBR, 1998.
4. **Rijkswaterstaat - Ministerie van Infrastructuur en Milieu.** Bodemloket. [Online] 2013. <http://www.bodemloket.nl>.
5. **Google.** *Google Earth*. 2012. 7010101888.
6. **Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed - Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap.** *IKAW - Archeologische Monumentenkaart*. [Autocad] 2011.
7. **Dinoloket, Data en Informatie van de Nederlandse Ondergrond.** *Ondergrondgegevens*.
8. **Dienst Regelingen.** *Basisregistratie Percelen*.
9. **GBO Provincies.** *Grondwaterbescherming en -onttrekking*.
10. **Publieke Deinstverlening op kaart.** *Natura 2000 gebieden*.
11. **Kadaster.** *Basisregistraties Adressen en Gebouwen*.
12. —. *Top10NL kaart nederland*. 2012.
13. **Grondslag.** *16650 verkennend onderzoek Groenmarkt*. 10-1-2017.
14. —. *16650 actualiserend onderzoek Groenmarkt*. 11-1-2017.
15. —. *16650 evaluatierapport bodemsanering Groenmarkt*. 6-10-2011.
16. **Fugro.** *1115-0051-100_31.R01 bouwputadvies*. 23-11-2017.
17. —. *1115-0051-100)31.R02 bouwputadvies*. 23-11-2017.
18. **Grondslag.** *16650 saneringsplan*. 15-5-2017.

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]
grondverbetering - Marnixblok - keldervloer	16	13	-1,93
grondverbetering - Singelgrachtblok - keldervloer	45~50	23~29	-5,6
grondverbetering - Singelgrachtblok - poeren	45~50	23~29	-6,2
Marnixblok - keldervloer	16	13	-1,63
Marnixblok - poeren	16	13	-2,11
Singelgrachtblok - keldervloer	45~50	23~29	-5,3
Singelgrachtblok - poeren	45~50	23~29	-5,78
Singelgrachtblok - liftput persoon	4	3	-6,88
Singelgrachtblok - liftput auto	6	4	-6,22

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)	1.79 ~ 0.05	0.8	0.3 ~ 2	17	NEN 9997-1+C1:2012
zand, los (verzadigd)	-0.22	2.4	0 ~ 4.3	19	NEN 9997-1+C1:2012
klei, zwak zandig, slap	-0.22 ~ -4.5	0.4	0 ~ 1.7	15	NEN 9997-1+C1:2012
veen, matig slap (matig voorbelast)	-0.22 ~ -4.5	2	0.8 ~ 4.8	11	NEN 9997-1+C1:2012
klei, slap	-4.5 ~ -5.5	3	1.5 ~ 3.8	14	NEN 9997-1+C1:2012
klei, matig	-6.8 ~ -8.5	0.6	0 ~ 1.5	17	NEN 9997-1+C1:2012
zand, sterk siltig/kleiig (verzadigd)	-8 ~ -9	1.8	1.2 ~ 3	20	NEN 9997-1+C1:2012
klei, zwak zandig, slap	-10 ~ -11	1.7	1 ~ 2	15	NEN 9997-1+C1:2012
veen, matig (matig voorbelast)	-12 ~ -12.5	0.5	0.3 ~ 0.7	12	NEN 9997-1+C1:2012
zand, matig (verzadigd)	-12.4 ~ -13	5.5	4.4 ~ 6.5	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	bron of richtlijn
zand, matig fijn, zwak silthoudend	DKL	1.79 ~ 0.05	10	5		0.3	Grondwaterzakboekje
zand, matig fijn, zwak silthoudend, stoorlaagjes	WVL1	-0.22	10	2	67.0	0.3	Grondwaterzakboekje
klei, zwak zandig	SDL1	-0.22 ~ -4.5	0.01	0.002	2.5	0.1	SBR 190.03
veen (gemiddelde doorlatendheid)	SDL1	-0.22 ~ -4.5	0.5	0.003	2.5	0.3	SBR 190.03
klei, zwak siltig	SDL1	-4.5 ~ -5.5	5E-05	0.001	2.5	0.1	SBR 190.03
klei, sterk siltig	SDL1	-6.8 ~ -8.5	0.005	0.001	2.5	0.1	SBR 190.03
zand, zeer fijn, sterk silthoudend	WVL2	-8 ~ -9	1	0.5	168.9	0.25	Grondwaterzakboekje
klei, zwak zandig	SDL2	-10 ~ -11	0.01	0.002	0.8	0.1	SBR 190.03
veen (lage doorlatendheid)	SDL2	-12 ~ -12.5	0.1	0.003	0.8	0.3	SBR 190.03
zand, matig fijn, sterk silthoudend, stoorlaagjes	WVL3	-12.4 ~ -13	3	0.6	536.3	0.25	Grondwaterzakboekje
zand, matig grof, zwak silthoudend	WVL3	-17 ~ -19	20	10	536.3	0.3	Grondwaterzakboekje

Maatgevende grondwaterstand per onderdeel:

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

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

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

Afstand_{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
Marnixblok - keldervloer	0.08	-0.22	-0.4	21.2	2010	0.19	D05379 Freatisch
Marnixblok - poeren en liftput	0.08	-0.22	-0.4	21.2	2010	0.19	D05379 Freatisch
Singelgrachtblok - keldervloer	0.08	-0.22	-0.4	21.2	2010	0.19	D05379 Freatisch
Singelgrachtblok - poeren en liftput	0.08	-0.22	-0.4	21.2	2010	0.19	D05379 Freatisch

Grondwaterstand wvl3	ghg [m+NAP]	act [m+NAP]	glg [m+NAP]	meetperiode [jaren]	laatste [jaar]	factor afstand _{pb} /R	peilbuis
Marnixblok - keldervloer	-2.23	-2.46	-2.87	16.6	2018	0.47	D05624 II
Marnixblok - poeren en liftput	-2.23	-2.46	-2.87	16.6	2018	0.47	D05624 II
Singelgrachtblok - keldervloer	-2.23	-2.46	-2.87	16.6	2018	0.47	D05624 II
Singelgrachtblok - poeren en liftput	-2.23	-2.46	-2.87	16.6	2018	0.47	D05624 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
grondverbetering - Marnixblok - keldervloer	DKM11	van -1,6 tot -1,9	1:0	3	-8,2	-0,72	0,08	-0,22	ja
grondverbetering - Singelgrachtblok - keldervloer	DKM6	van -5,3 tot -5,6	1:0	29	-9	-4,44	0,08	-0,22	ja
grondverbetering - Singelgrachtblok - poeren	DKM6	van -5,3 tot -6,2	1:1	4	-9	-4,94	0,08	-0,22	ja
Marnixblok - keldervloer	DKM11	van 1,3 tot -1,6	1:0	13	-8,2	0,11	0,08	-0,22	nee
Marnixblok - poeren	DKM11	van 1,3 tot -2,1	1:1	4	-8,2	0,61	0,08	-0,22	nee
Singelgrachtblok - keldervloer	DKM6	van 0,8 tot -5,3	1:0	29	-9	-4	0,08	-0,22	ja
Singelgrachtblok - poeren	DKM6	van -5,3 tot -5,8	1:1	4	-9	-4,48	0,08	-0,22	ja
Singelgrachtblok - liftput persoon	DKM6	van -5,3 tot -6,9	1:1	3	-9	-5,74	0,08	-0,22	ja
Singelgrachtblok - liftput auto	DKM6	van -5,3 tot -6,2	1:1	4	-9	-4,97	0,08	-0,22	ja

verticaal evenwicht 2	bodemprofiel	diepte [m+NAP]	talud	bodem-breedte	opbarst-niveau [m+NAP]	kritieke gws [m+NAP]	ghg [m+NAP]	verwachte gws [m+NAP]	maatregel conclusie
grondverbetering - Marnixblok - keldervloer	DKM11	van -1,6 tot -1,9	1:0	3	-12,5	1,76	-2,23	-2,46	nee
grondverbetering - Singelgrachtblok - keldervloer	DKM6	van -5,3 tot -5,6	1:0	29	-12,6	-2,64	-2,23	-2,46	ja
grondverbetering - Singelgrachtblok - poeren	DKM6	van -5,3 tot -6,2	1:1	4	-12,6	-2,78	-2,23	-2,46	ja
Marnixblok - keldervloer	DKM11	van 1,3 tot -1,6	1:0	13	-12,5	3,31	-2,23	-2,46	nee
Marnixblok - poeren	DKM11	van 1,3 tot -2,1	1:1	4	-12,5	3,95	-2,23	-2,46	nee
Singelgrachtblok - keldervloer	DKM6	van 0,8 tot -5,3	1:0	29	-12,6	-1,95	-2,23	-2,46	nee
Singelgrachtblok - poeren	DKM6	van -5,3 tot -5,8	1:1	4	-12,6	-2,51	-2,23	-2,46	ja
Singelgrachtblok - liftput persoon	DKM6	van -5,3 tot -6,9	1:1	3	-12,6	-3,2	-2,23	-2,46	ja
Singelgrachtblok - liftput auto	DKM6	van -5,3 tot -6,2	1:1	4	-12,6	-2,8	-2,23	-2,46	ja

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]
grondverbetering - Marnixblok - keldervloer	5	1 2	3D-model	0,4	0,8	0,2	49	94	22
grondverbetering - Singelgrachtblok - keldervloer	5	1 2 3	3D-model	6,5	12,4	1,8	776	1493	217
grondverbetering - Singelgrachtblok - poeren	5	1 2 3	3D-model	10,2	16,1	1,9	1218	1935	232
Marnixblok - keldervloer	180	1	3D-model	0,3	0,6	0,1	1210	2506	432
Marnixblok - poeren	30	1	3D-model	0,3	0,6	0,1	202	418	72
Singelgrachtblok - keldervloer	180	1 2	3D-model	1,8	2,1	1,7	7931	8903	7348
Singelgrachtblok - poeren	30	1 2 3	3D-model	3,2	9,2	1,8	2316	6618	1310
Singelgrachtblok - liftput persoon	15	1 2 3	3D-model	20,7	26,7	10,4	7469	9620	3731
Singelgrachtblok - liftput auto	15	1 2 3	3D-model	10,5	16,5	1,9	3788	5939	699

Project : Groenmarkt te Amsterdam
Projectnummer : 101603181
Bemaling : grondverbetering - Marnixblok - keldervloer
Bodemprofiel : DKM11
Datum : 26-9-2018
Bemalingsduur : 5 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	1,6	10	5	onverzadigd	0,3		
watervoerende laag 1	-0,22	10	2	freatisch	0,3	2,8	19
slecht doorlatende laag 1	-0,5	0~0,5	0,001~0,003	slecht doorlatend	0,000396		
watervoerende laag 2	-8,2	1	0,5	spanningswater	0,000581	2,1	151
slecht doorlatende laag 2	-10,3	0,01~0,1	0,002~0,003	slecht doorlatend	0,000141		
watervoerende laag 3	-12,5	3~20	0,6~10	spanningswater	0,00013	270	479
slecht doorlatende laag 3	-26	#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	D05379 Freatisch	0,08	-0,22	-0,4	0,58	0,28	0,1
watervoerende laag 2	D05379 Freatisch	0,08	-0,22	-0,4	0,8	0,5	0,32
watervoerende laag 3	D05624 II	-2,23	-2,46	-2,87	0	0	0

input afmeting	minimaal	maximaal
lengte bouwput [m]	16	16
breedte bouwput [m]	13	13
diepte bouwput [m+NAP]	-1,93	-1,93

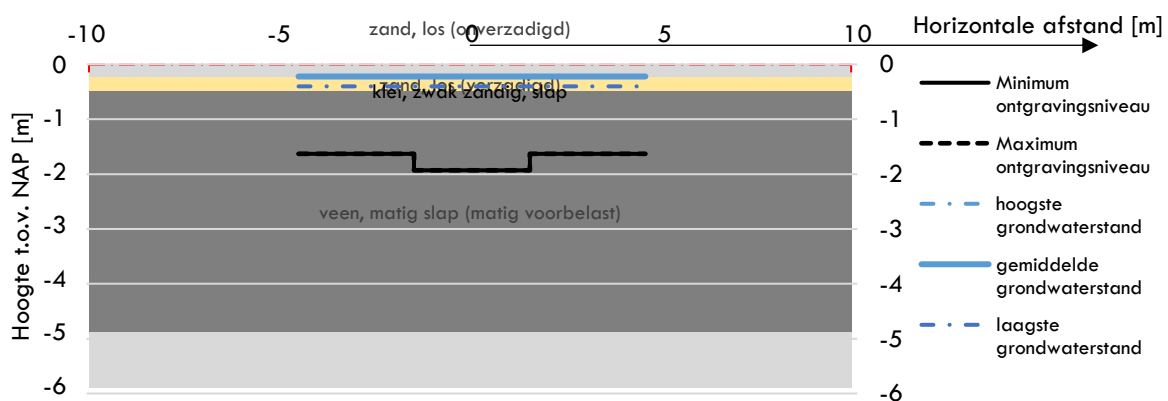
$$(1) \Delta h_w = \frac{Q_0}{2\pi \times k \times D} \times \ln \frac{R}{r}$$

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

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	14	7	2	ja	14	7	2
watervoerende laag 2	De Glee	5	3	2	ja	5	3	2
watervoerende laag 3								

output debiet	Q _{watervergunning}		Q _{bemalingsinstallatie}		Totale hoeveelheid onttrokken grondwater bij 5 dagen	
	[m ³ /uur]	[m ³ /dag]	[m ³ /uur]	[m ³ /dag]	maximaal [m ³]	minimaal [m ³]
watervoerende laag 1	0	7	1	14	70	10
watervoerende laag 2	0	3	0	5	25	10
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	:	Groenmarkt te Amsterdam
Projectnummer	:	101603181
Bemaling	:	grondverbetering - Singelgrachtblok - keldervloer
Bodemprofiel	:	DKM6
Datum	:	26-9-2018
Bemalingsduur	:	5 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	0,15	10	5	onverzadigd	0,3		
watervoerende laag 1	-0,22	10	2	freatisch	0,3	17,8	67
slecht doorlatende laag 1	-2	0~0,5	0,001~0,003	slecht doorlatend	0,000396		
watervoerende laag 2	-9	1	0,5	spanningswater	0,000581	1,3	151
slecht doorlatende laag 2	-10,3	0,01~0,1	0,002~0,003	slecht doorlatend	0,000141		
watervoerende laag 3	-12,6	3~20	0,6~10	spanningswater	0,00013	228	479
slecht doorlatende laag 3	-24	#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	D05379 Freatisch	0,08	-0,22	-0,4	2,08	1,78	1,6
watervoerende laag 2	D05379 Freatisch	0,08	-0,22	-0,4	4,52	4,22	4,04
watervoerende laag 3	D05624 II	-2,23	-2,46	-2,87	0,41	0,18	0

input afmeting	minimaal	maximaal
lengte bouwput [m]	45	50
breedte bouwput [m]	23	29
diepte bouwput [m+NAP]	-5,6	-5,6

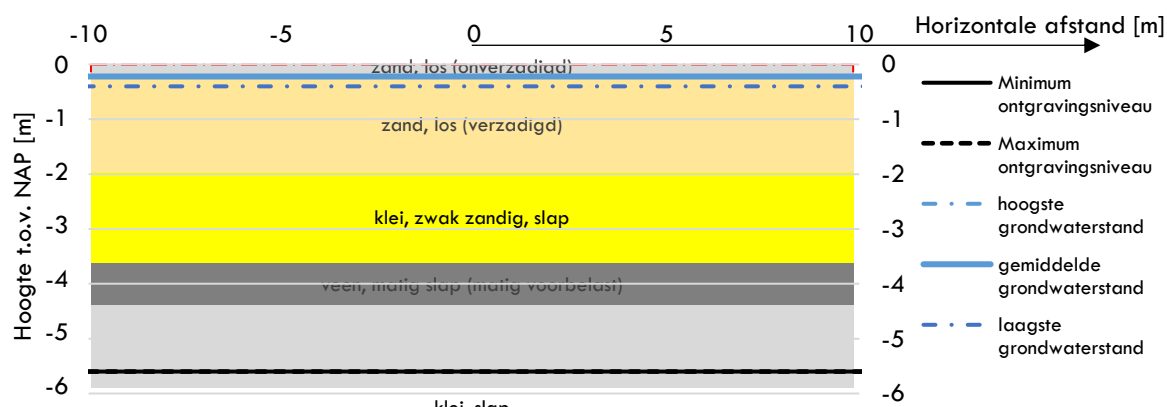
$$(1) \Delta h_w = \frac{Q_0}{2\pi \times k \times D} \times \ln \frac{R}{r}$$

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

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	237	203	182	ja	25	21	19
watervoerende laag 2	De Glee	39	36	35	ja	27	25	24
watervoerende laag 3	De Glee	204	90		ja	246	108	

output debiet	Q _{watervergunning}		Q _{bemalingsinstallatie}		Totale hoeveelheid onttrokken grondwater bij 5 dagen	
	[m³/uur]	[m³/dag]	[m³/uur]	[m³/dag]	maximaal [m³]	minimaal [m³]
watervoerende laag 1	1	21	1	25	125	95
watervoerende laag 2	1	25	1	27	135	120
watervoerende laag 3	5	108	11	246	1230	



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 : Groenmarkt te Amsterdam
Projectnummer : 101603181
Bemaling : grondverbetering - Singelgrachtblok - poeren
Bodemprofiel : DKM6
Datum : 26-9-2018
Bemalingsduur : 5 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	0,15	10	5	onverzadigd	0,3		
watervoerende laag 1	-0,22	10	2	freatisch	0,3	17,8	67
slecht doorlatende laag 1	-2	0~0,5	0,001~0,003	slecht doorlatend	0,000396		
watervoerende laag 2	-9	1	0,5	spanningswater	0,000581	1,3	151
slecht doorlatende laag 2	-10,3	0,01~0,1	0,002~0,003	slecht doorlatend	0,000141		
watervoerende laag 3	-12,6	3~20	0,6~10	spanningswater	0,00013	228	479
slecht doorlatende laag 3	-24	#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	D05379 Freatisch	0,08	-0,22	-0,4	2,08	1,78	1,6
watervoerende laag 2	D05379 Freatisch	0,08	-0,22	-0,4	5,02	4,72	4,54
watervoerende laag 3	D05624 II	-2,23	-2,46	-2,87	0,55	0,32	0

input afmeting	minimaal	maximaal
lengte bouwput [m]	45	50
breedte bouwput [m]	23	29
diepte bouwput [m+NAP]	-6,2	-6,2

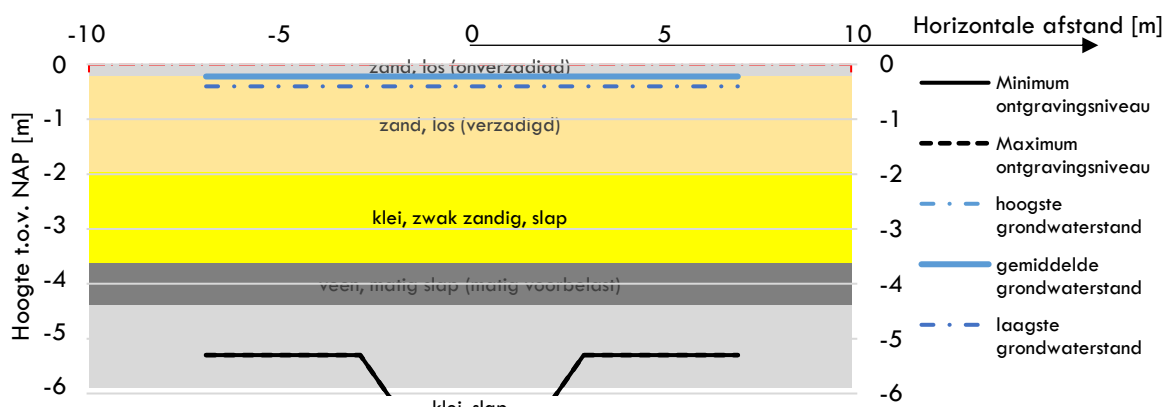
$$(1) \Delta h_w = \frac{Q_0}{2\pi \times k \times D} \times \ln \frac{R}{r}$$

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

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	237	203	182	ja	25	21	19
watervoerende laag 2	De Glee	43	40	39	ja	30	28	27
watervoerende laag 3	De Glee	274	159		ja	330	192	

output debiet	Q _{watervergunning} [m ³ /uur]	Q _{bemalingsinstallatie} [m ³ /dag]	Totale hoeveelheid onttrokken grondwater bij 5 dagen
			maximaal [m ³] minimaal [m ³]
watervoerende laag 1	1	21	125 95
watervoerende laag 2	1	28	150 135
watervoerende laag 3	8	192	1650



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 : Groenmarkt te Amsterdam
Projectnummer : 101603181
Bemaling : Marnixblok - keldervloer
Bodemprofiel : DKM11
Datum : 26-9-2018
Bemalingsduur : 180 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	1,6	10	5	onverzadigd	0,3		
watervoerende laag 1	-0,22	10	2	freatisch	0,3	2,8	19
slecht doorlatende laag 1	-0,5	0~0,5	0,001~0,003	slecht doorlatend	0,000396		
watervoerende laag 2	-8,2	1	0,5	spanningswater	0,000581	2,1	151
slecht doorlatende laag 2	-10,3	0,01~0,1	0,002~0,003	slecht doorlatend	0,000141		
watervoerende laag 3	-12,5	3~20	0,6~10	spanningswater	0,00013	270	479
slecht doorlatende laag 3	-26	#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	D05379 Freatisch	0,08	-0,22	-0,4	0,58	0,28	0,1
watervoerende laag 2	D05379 Freatisch	0,08	-0,22	-0,4	0,35	0,05	0
watervoerende laag 3	D05624 II	-2,23	-2,46	-2,87	0	0	0

input afmeting	minimaal	maximaal
lengte bouwput [m]	16	16
breedte bouwput [m]	13	13
diepte bouwput [m+NAP]	-1,63	-1,63

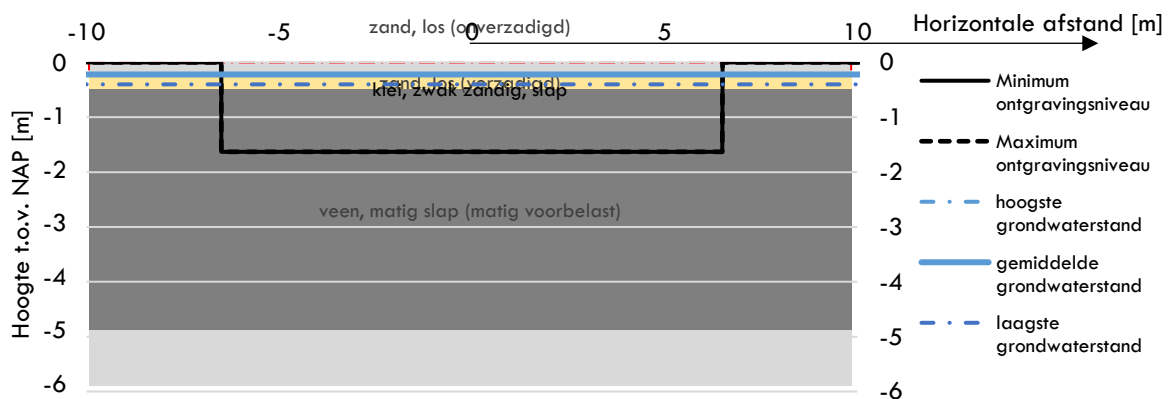
$$(1) \Delta h_w = \frac{Q_0}{2\pi \times k \times D} \times \ln \frac{R}{r}$$

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

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	14	7	2	ja	14	7	2
watervoerende laag 2	De Glee	2			ja	2		
watervoerende laag 3								

output debiet	Q _{watervergunning}		Q _{bemalingsinstallatie}		Totale hoeveelheid onttrokken grondwater bij 180 dagen	
	[m ³ /uur]	[m ³ /dag]	[m ³ /uur]	[m ³ /dag]	maximaal [m ³]	minimaal [m ³]
watervoerende laag 1	0	7	1	14	2520	360
watervoerende laag 2			0	2	360	
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 : Groenmarkt te Amsterdam
Projectnummer : 101603181
Bemaling : Marnixblok - poeren
Bodemprofiel : DKM11
Datum : 26-9-2018
Bemalingsduur : 30 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	1,6	10	5	onverzadigd	0,3		
watervoerende laag 1	-0,22	10	2	freatisch	0,3	2,8	19
slecht doorlatende laag 1	-0,5	0~0,5	0,001~0,003	slecht doorlatend	0,000396		
watervoerende laag 2	-8,2	1	0,5	spanningswater	0,000581	2,1	151
slecht doorlatende laag 2	-10,3	0,01~0,1	0,002~0,003	slecht doorlatend	0,000141		
watervoerende laag 3	-12,5	3~20	0,6~10	spanningswater	0,00013	270	479
slecht doorlatende laag 3	-26	#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	D05379 Freatisch	0,08	-0,22	-0,4	0,58	0,28	0,1
watervoerende laag 2	D05379 Freatisch	0,08	-0,22	-0,4	0,92	0,62	0,44
watervoerende laag 3	D05624 II	-2,23	-2,46	-2,87	0	0	0

input afmeting	minimaal	maximaal
lengte bouwput [m]	16	16
breedte bouwput [m]	13	13
diepte bouwput [m+NAP]	-2,11	-2,11

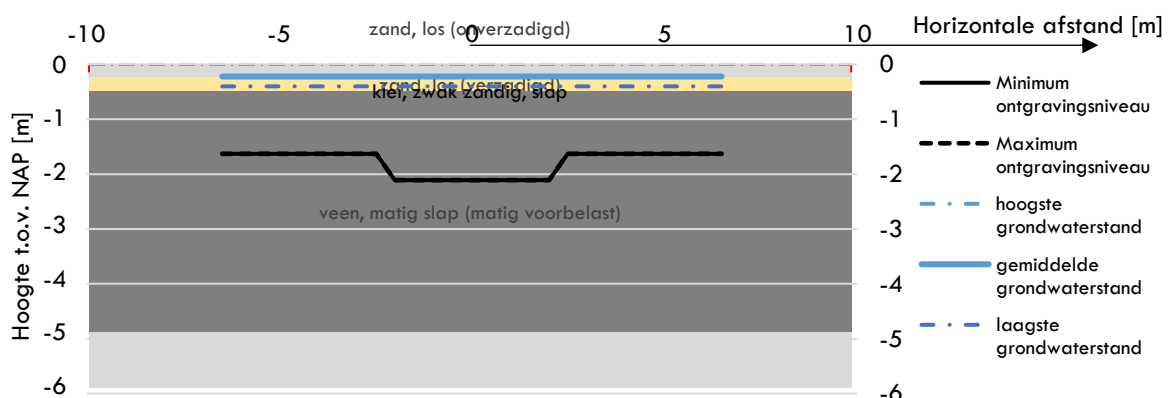
$$(1) \Delta h_w = \frac{Q_0}{2\pi \times k \times D} \times \ln \frac{R}{r}$$

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

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	14	7	2	ja	14	7	2
watervoerende laag 2	De Glee	6	4	3	ja	6	4	3
watervoerende laag 3								

output debiet	Q _{watervergunning}		Q _{bemalingsinstallatie}		Totale hoeveelheid onttrokken grondwater bij 30 dagen	
	[m ³ /uur]	[m ³ /dag]	[m ³ /uur]	[m ³ /dag]	maximaal [m ³]	minimaal [m ³]
watervoerende laag 1	0	7	1	14	420	60
watervoerende laag 2	0	4	0	6	180	90
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 : Groenmarkt te Amsterdam
Projectnummer : 101603181
Bemaling : Singelgrachtblok - keldervloer
Bodemprofiel : DKM6
Datum : 26-9-2018
Bemalingsduur : 180 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	0,15	10	5	onverzadigd	0,3		
watervoerende laag 1	-0,22	10	2	freatisch	0,3	17,8	67
slecht doorlatende laag 1	-2	0~0,5	0,001~0,003	slecht doorlatend	0,000396		
watervoerende laag 2	-9	1	0,5	spanningswater	0,000581	1,3	151
slecht doorlatende laag 2	-10,3	0,01~0,1	0,002~0,003	slecht doorlatend	0,000141		
watervoerende laag 3	-12,6	3~20	0,6~10	spanningswater	0,00013	228	479
slecht doorlatende laag 3	-24	#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	D05379 Freatisch	0,08	-0,22	-0,4	2,08	1,78	1,6
watervoerende laag 2	D05379 Freatisch	0,08	-0,22	-0,4	4,09	3,79	3,61
watervoerende laag 3	D05624 II	-2,23	-2,46	-2,87	0	0	0

input afmeting	minimaal	maximaal
lengte bouwput [m]	45	50
breedte bouwput [m]	23	29
diepte bouwput [m+NAP]	-5,3	-5,3

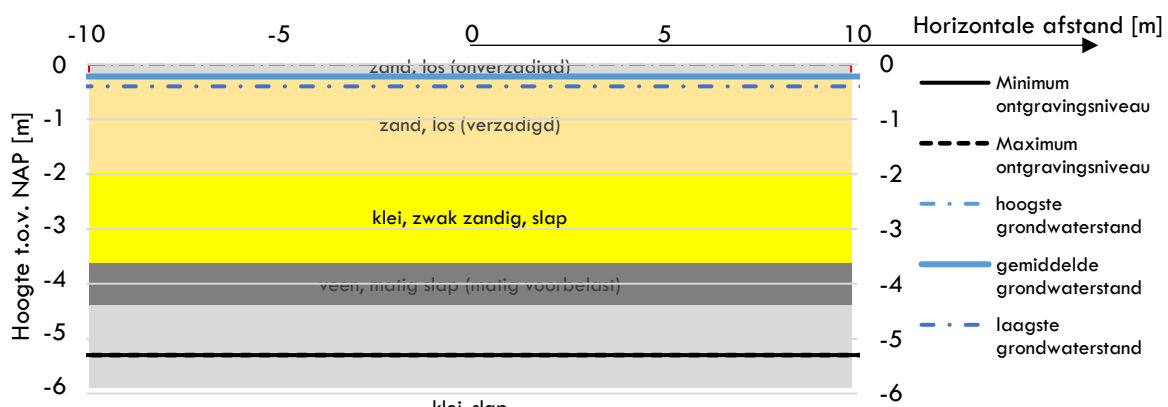
$$(1) \Delta h_w = \frac{Q_0}{2\pi \times k \times D} \times \ln \frac{R}{r}$$

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

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	237	203	182	ja	25	21	19
watervoerende laag 2	De Glee	35	32	31	ja	25	23	22
watervoerende laag 3								

output debiet	Q _{watervergunning}		Q _{bemalingsinstallatie}		Totale hoeveelheid onttrokken grondwater bij 180 dagen	
	[m ³ /uur]	[m ³ /dag]	[m ³ /uur]	[m ³ /dag]	maximaal [m ³]	minimaal [m ³]
watervoerende laag 1	1	21	1	25	4500	3420
watervoerende laag 2	1	23	1	25	4500	3960
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 : Groenmarkt te Amsterdam
Projectnummer : 101603181
Bemaling : Singelgrachtblok - poeren
Bodemprofiel : DKM6
Datum : 26-9-2018
Bemalingsduur : 30 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	0,15	10	5	onverzadigd	0,3		
watervoerende laag 1	-0,22	10	2	freatisch	0,3	17,8	67
slecht doorlatende laag 1	-2	0~0,5	0,001~0,003	slecht doorlatend	0,000396		
watervoerende laag 2	-9	1	0,5	spanningswater	0,000581	1,3	151
slecht doorlatende laag 2	-10,3	0,01~0,1	0,002~0,003	slecht doorlatend	0,000141		
watervoerende laag 3	-12,6	3~20	0,6~10	spanningswater	0,00013	228	479
slecht doorlatende laag 3	-24	#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	D05379 Freatisch	0,08	-0,22	-0,4	2,08	1,78	1,6
watervoerende laag 2	D05379 Freatisch	0,08	-0,22	-0,4	4,56	4,26	4,08
watervoerende laag 3	D05624 II	-2,23	-2,46	-2,87	0,28	0,05	0

input afmeting	minimaal	maximaal
lengte bouwput [m]	45	50
breedte bouwput [m]	23	29
diepte bouwput [m+NAP]	-5,78	-5,78

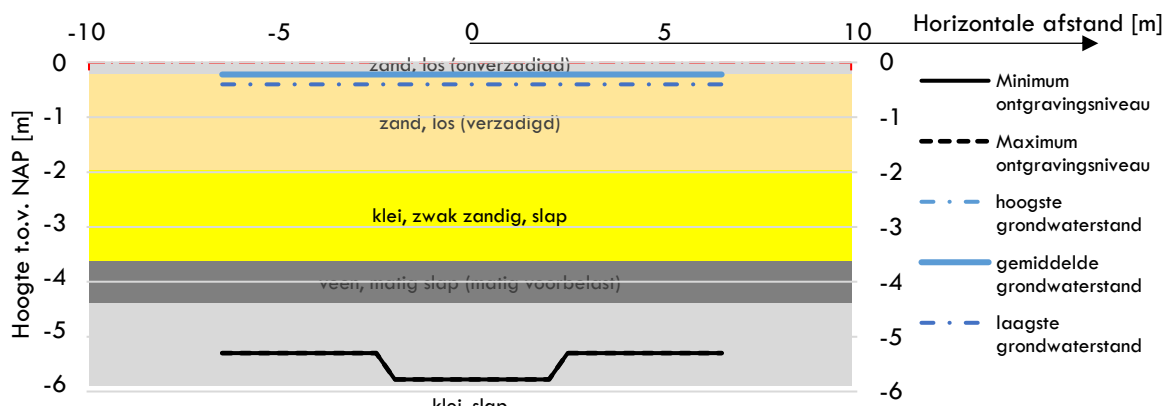
$$(1) \Delta h_w = \frac{Q_0}{2\pi \times k \times D} \times \ln \frac{R}{r}$$

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

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	237	203	182	ja	25	21	19
watervoerende laag 2	De Glee	39	36	35	ja	27	26	24
watervoerende laag 3	De Glee	139	25		ja	168	30	

output debiet	Q _{watervergunning}		Q _{bemalingsinstallatie}		Totale hoeveelheid onttrokken grondwater bij 30 dagen	
	[m³/uur]	[m³/dag]	[m³/uur]	[m³/dag]	maximaal [m³]	minimaal [m³]
watervoerende laag 1	1	21	1	25	750	570
watervoerende laag 2	1	26	1	27	810	720
watervoerende laag 3	1	30	7	168	5040	



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 : Groenmarkt te Amsterdam
Projectnummer : 101603181
Bemaling : Singelgrachtblok - liftput persoon
Bodemprofiel : DKM6
Datum : 26-9-2018
Bemalingsduur : 15 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	0,15	10	5	onverzadigd	0,3		
watervoerende laag 1	-0,22	10	2	freatisch	0,3	17,8	67
slecht doorlatende laag 1	-2	0~0,5	0,001~0,003	slecht doorlatend	0,000396		
watervoerende laag 2	-9	1	0,5	spanningswater	0,000581	1,3	151
slecht doorlatende laag 2	-10,3	0,01~0,1	0,002~0,003	slecht doorlatend	0,000141		
watervoerende laag 3	-12,6	3~20	0,6~10	spanningswater	0,00013	228	479
slecht doorlatende laag 3	-24	#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	D05379 Freatisch	0,08	-0,22	-0,4	2,08	1,78	1,6
watervoerende laag 2	D05379 Freatisch	0,08	-0,22	-0,4	5,82	5,52	5,34
watervoerende laag 3	D05624 II	-2,23	-2,46	-2,87	0,97	0,74	0,33

input afmeting	minimaal	maximaal
lengte bouwput [m]	4	4
breedte bouwput [m]	3	3
diepte bouwput [m+NAP]	-6,88	-6,88

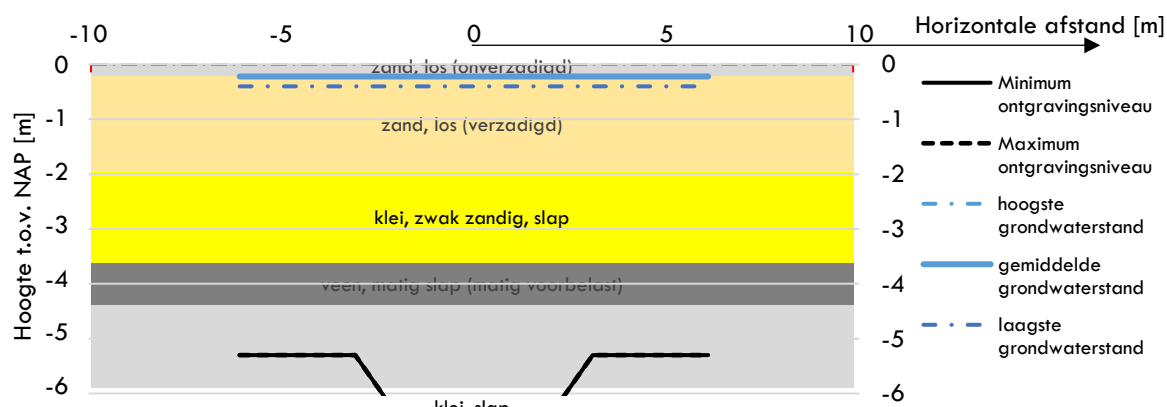
$$(1) \Delta h_w = \frac{Q_0}{2\pi \times k \times D} \times \ln \frac{R}{r}$$

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

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	68	58	53	ja	25	21	19
watervoerende laag 2	De Glee	15	14	13	ja	35	33	32
watervoerende laag 3	De Glee	262	200	89	ja	582	444	198

output debiet	Q _{watervergunning}		Q _{bemalingsinstallatie}		Totale hoeveelheid onttrokken grondwater bij 15 dagen	
	[m³/uur]	[m³/dag]	[m³/uur]	[m³/dag]	maximaal [m³]	minimaal [m³]
watervoerende laag 1	1	21	1	25	375	285
watervoerende laag 2	1	33	1	35	525	480
watervoerende laag 3	19	444	25	582	8730	2970



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 : Groenmarkt te Amsterdam
Projectnummer : 101603181
Bemaling : Singelgrachtblok - liftput auto
Bodemprofiel : DKM6
Datum : 26-9-2018
Bemalingsduur : 15 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	0,15	10	5	onverzadigd	0,3		
watervoerende laag 1	-0,22	10	2	freatisch	0,3	17,8	67
slecht doorlatende laag 1	-2	0~0,5	0,001~0,003	slecht doorlatend	0,000396		
watervoerende laag 2	-9	1	0,5	spanningswater	0,000581	1,3	151
slecht doorlatende laag 2	-10,3	0,01~0,1	0,002~0,003	slecht doorlatend	0,000141		
watervoerende laag 3	-12,6	3~20	0,6~10	spanningswater	0,00013	228	479
slecht doorlatende laag 3	-24	#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	D05379 Freatisch	0,08	-0,22	-0,4	2,08	1,78	1,6
watervoerende laag 2	D05379 Freatisch	0,08	-0,22	-0,4	5,05	4,75	4,57
watervoerende laag 3	D05624 II	-2,23	-2,46	-2,87	0,57	0,34	0

input afmeting	minimaal	maximaal
lengte bouwput [m]	6	6
breedte bouwput [m]	4	4
diepte bouwput [m+NAP]	-6,22	-6,22

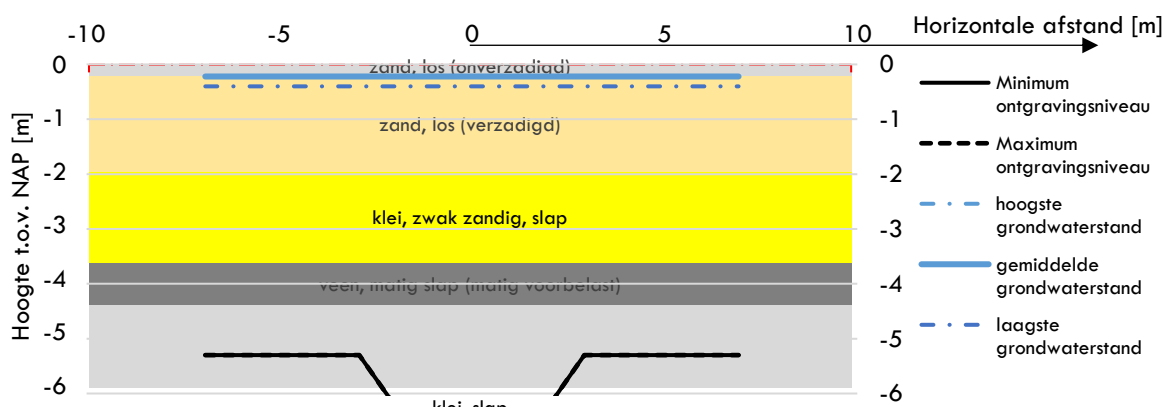
$$(1) \Delta h_w = \frac{Q_0}{2\pi \times k \times D} \times \ln \frac{R}{r}$$

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

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.

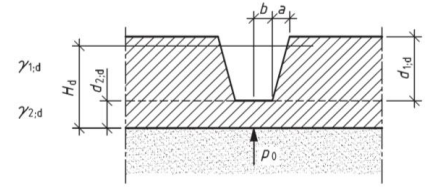
output prognose debiet [m ³ /dag]	formule	analytisch Q _{ghg}	analytisch Q _{act}	analytisch Q _{glg}	remmende objecten in model	model Q _{ghg}	model Q _{act}	model Q _{glg}
watervoerende laag 1	Thiem	76	65	59	ja	25	21	19
watervoerende laag 2	De Glee	14	13	13	ja	30	29	27
watervoerende laag 3	De Glee	165	99		ja	342	204	

output debiet	Q _{watervergunning}		Q _{bemalingsinstallatie}		Totale hoeveelheid onttrokken grondwater bij 15 dagen	
	[m³/uur]	[m³/dag]	[m³/uur]	[m³/dag]	maximaal [m³]	minimaal [m³]
watervoerende laag 1	1	21	1	25	375	285
watervoerende laag 2	1	29	1	30	450	405
watervoerende laag 3	9	204	15	342	5130	



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 : Groenmarkt te Amsterdam
Projectnummer : 101603181
Bemaling : grondverbetering - Marnixblok - keldervloer
Bodemprofiel : DKM11
Datum : 26-9-2018



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	1,6	1,82			
zand, los (verzadigd)	19	-0,22	0,28			
klei, zwak zandig, slap	15	-0,5	0			
veen, matig slap (matig voorbelast)	11	-0,5	4,5	36,1	36,5	
klei, slap	14	-5	3	42	42	
klei, matig	17	-8	0,2	3,4	3,4	
zand, sterk siltig/kleiig (verzadigd)	20	-8,2	2,1		42	
klei, zwak zandig, slap	15	-10,3	1,7		25,5	
veen, matig (matig voorbelast)	12	-12	0,5		6	
zand, matig (verzadigd)	20	-12,5	6,5			
zand, vast (verzadigd)	21	-19	7			
		-26				

input berekening	parameter
$z_{d,min}$ [m+NAP]	-1,93
$z_{d,max}$ [m+NAP]	-1,93
z_{mv} [m+NAP]	-1,63
b_{bodem} [m]	1,5
$\alpha_{lud} [a=(z_{mv}-z_d) \times \alpha_{lud}]$	1:0,001
f_{min}	0,706
f_{max}	0,822
h_{ghg-o1} [m+NAP]	0,08
h_{ghg-o2} [m+NAP]	-2,23
h_{ghg-o3} [m+NAP]	nb
h_{act-o1} [m+NAP]	-0,22
h_{act-o2} [m+NAP]	-2,46
h_{act-o3} [m+NAP]	nb
z_{o1} [m+NAP]	-8,2
z_{o2} [m+NAP]	-12,5
z_{o3} [m+NAP]	nb
veiligheidsfactor	1,1

z_d = ontgravingniveau,

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

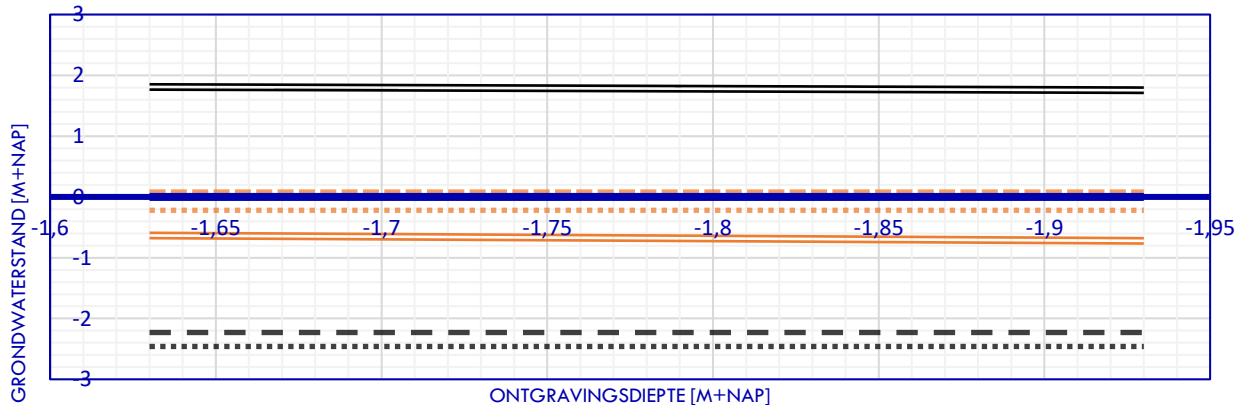
$$(1) u_{z;d} < \gamma_{2;d} \times d_{2;d} + f \times \gamma_{1;d} \times d_{1;d}$$

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

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	73,4	81,5	-0,72	0,11	0,50	0,80
opbarstniveau 2	139,8	155,4	1,76	3,34	0,00	0,00
opbarstniveau 3	107,0	118,9				

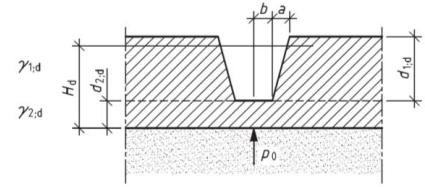
Formule 1 bepaling rekenwaarde grondwaterdruk, formule 2 is theorie van Boussinesq. Bron: NEN9997-1+C1:2012

neerwaartse druk [kN/m ²]	opbarstniveau [m+NAP]	grondwaterstand ghg [m+NAP]	waterkolom [m]	waterdruk [kN/m ²]	veiligheidsfactor (neerwaartse druk / waterdruk)
81,5	-8,2	0,08	8,28	82,8	<u>0,98</u>
155,4	-12,5	-2,23	10,27	102,7	<u>1,51</u>



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

Project : Groenmarkt te Amsterdam
Projectnummer : 101603181
Bemaling : grondverbetering - Singelgrachtblok - keldervloer
Bodemprofiel : DKM6
Datum : 26-9-2018



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	0,15	0,37			
zand, los (verzadigd)	19	-0,22	1,78			
klei, zwak zandig, slap	15	-2	1,7			
veen, matig slap (matig voorbelast)	11	-3,7	0,8			
klei, slap	14	-4,5	3,8	37,8	38	
klei, matig	17	-8,3	0,7	11,9	11,9	
zand, sterk siltig/kleiig (verzadigd)	20	-9	1,3		26	
klei, zwak zandig, slap	15	-10,3	1,7		25,5	
veen, matig (matig voorbelast)	12	-12	0,6		7,2	
zand, matig (verzadigd)	20	-12,6	4,4			
zand, vast (verzadigd)	21	-17	7			
		-24				

input berekening	parameter
$z_{d,min}$ [m+NAP]	-5,6
$z_{d,max}$ [m+NAP]	-5,6
z_{mv} [m+NAP]	-5,3
b_{bodem} [m]	14,5
$\text{talud} [a=(z_{mv}-z_d) \times \text{talud}]$	1:0,001
f_{min}	0,005
f_{max}	0,037
h_{ghg-o1} [m+NAP]	0,08
h_{ghg-o2} [m+NAP]	-2,23
h_{ghg-o3} [m+NAP]	nb
h_{act-o1} [m+NAP]	-0,22
h_{act-o2} [m+NAP]	-2,46
h_{act-o3} [m+NAP]	nb
z_{o1} [m+NAP]	-9
z_{o2} [m+NAP]	-12,6
z_{o3} [m+NAP]	nb
veiligheidsfactor	1,1

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

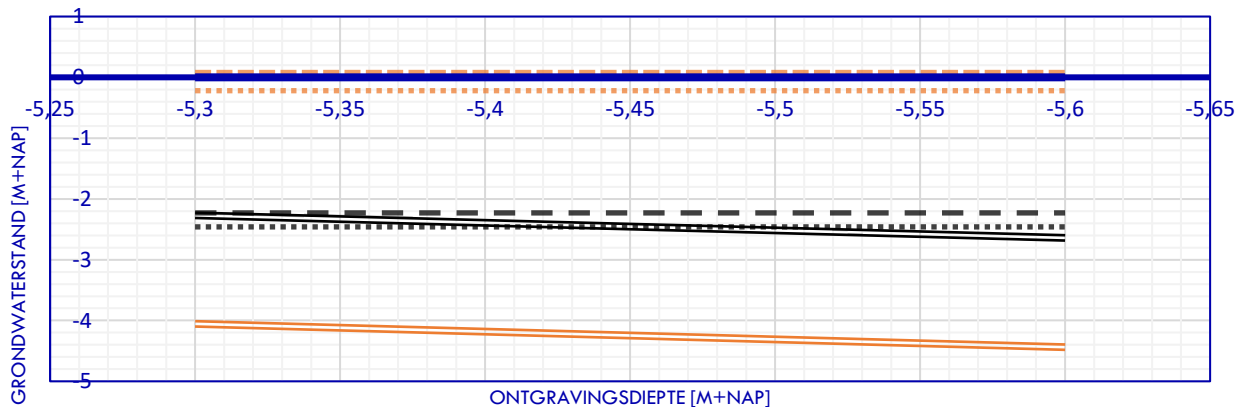
$$(1) u_{z;d} < \gamma_{2;d} \times d_{2;d} + f \times \gamma_{1;d} \times d_{1;d}$$

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

output $z_{d,max}$ (maximaal ontgravingsniveau)	[kN/m ²]	$u_{z;d}$ [kN/m ²]	$h_{k,v}$ [m+NAP]	h_k [m+NAP]	Δh_{act} [m]	Δh_{max} [m]
opbarstniveau 1	44,7	49,7	-4,44	-3,93	4,22	4,52
opbarstniveau 2	97,7	108,6	-2,64	-1,53	0,18	0,41
opbarstniveau 3	63,5	70,6				

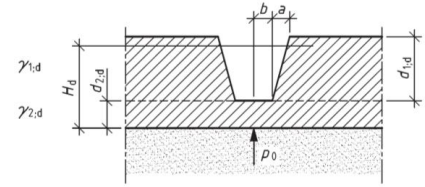
Formule 1 bepaling rekenwaarde
 grondwaterdruk, formule 2 is theorie van
 Boussinesq. Bron: NEN9997-1+C1:2012

neerwaartse druk [kN/m ²]	opbarstniveau [m+NAP]	grondwaterstand ghg [m+NAP]	waterkolom [m]	waterdruk [kN/m ²]	veiligheidsfactor (neerwaartse druk / waterdruk)
49,7	-9	0,08	9,08	90,8	<u>0,55</u>
108,6	-12,6	-2,23	10,37	103,7	<u>1,05</u>



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

Project : Groenmarkt te Amsterdam
Projectnummer : 101603181
Bemaling : grondverbetering - Singelgrachtblok - poeren
Bodemprofiel : DKM6
Datum : 26-9-2018



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	0,15	0,37			
zand, los (verzadigd)	19	-0,22	1,78			
klei, zwak zandig, slap	15	-2	1,7			
veen, matig slap (matig voorbelas)	11	-3,7	0,8			
klei, slap	14	-4,5	3,8	32,3	36,4	
klei, matig	17	-8,3	0,7	11,9	11,9	
zand, sterk siltig/kleiig (verzadigd)	20	-9	1,3		26	
klei, zwak zandig, slap	15	-10,3	1,7		25,5	
veen, matig (matig voorbelast)	12	-12	0,6		7,2	
zand, matig (verzadigd)	20	-12,6	4,4			
zand, vast (verzadigd)	21	-17	7			
		-24				

input berekening	parameter
$z_{d,min}$ [m+NAP]	-6,2
$z_{d,max}$ [m+NAP]	-6,2
z_{mv} [m+NAP]	-5,3
b_{bodem} [m]	2
$talud$ [$a=(z_{mv}-z_d) \times talud$]	1:1
f_{min}	0,230
f_{max}	0,556
h_{ghg-o1} [m+NAP]	0,08
h_{ghg-o2} [m+NAP]	-2,23
h_{ghg-o3} [m+NAP]	nb
h_{act-o1} [m+NAP]	-0,22
h_{act-o2} [m+NAP]	-2,46
h_{act-o3} [m+NAP]	nb
z_{o1} [m+NAP]	-9
z_{o2} [m+NAP]	-12,6
z_{o3} [m+NAP]	nb
veiligheidsfactor	1,1

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

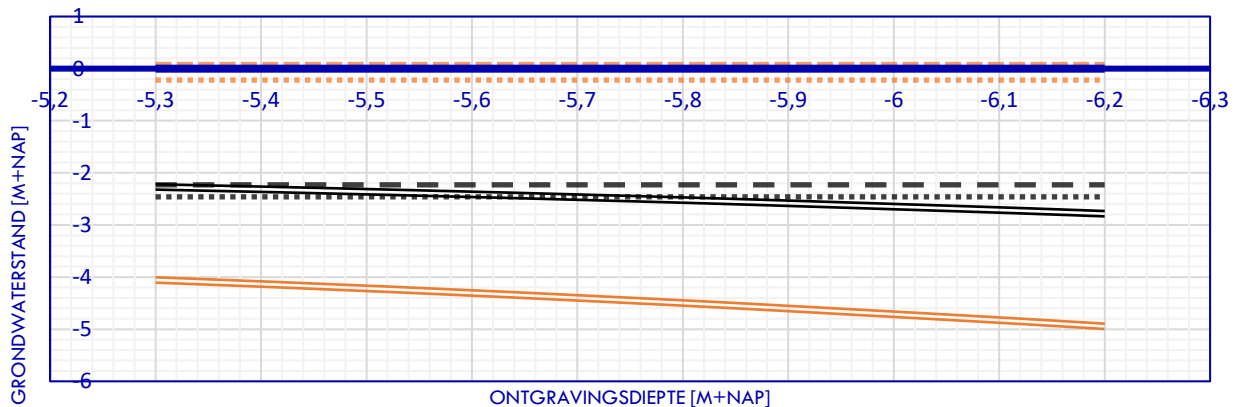
$$(1) u_{z;d} < \gamma_{2;d} \times d_{2;d} + f \times \gamma_{1;d} \times d_{1;d}$$

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

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	39,8	44,2	-4,94	-4,49	4,72	5,02
opbarstniveau 2	96,3	107,0	-2,78	-1,69	0,32	0,55
opbarstniveau 3	63,5	70,6				

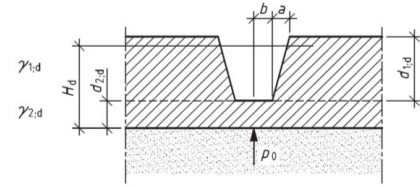
Formule 1 bepaling rekenwaarde
 grondwaterdruk, formule 2 is theorie van
 Boussinesq. Bron: NEN9997-1+C1:2012

neerwaartse druk [kN/m ²]	opbarstniveau [m+NAP]	grondwaterstand ghg [m+NAP]	waterkolom [m]	waterdruk [kN/m ²]	veiligheidsfactor (neerwaartse druk / waterdruk)
44,2	-9	0,08	9,08	90,8	0,49
107,0	-12,6	-2,23	10,37	103,7	1,03



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

Project : Groenmarkt te Amsterdam
Projectnummer : 101603181
Bemaling : Marnixblok - keldervloer
Bodemprofiel : DKM11
Datum : 26-9-2018



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	1,6	1,82	0,7	1,4	
zand, los (verzadigd)	19	-0,22	0,28	1	2	
klei, zwak zandig, slap	15	-0,5	0			
veen, matig slap (matig voorbelast)	11	-0,5	4,5	39,4	41,7	
klei, slap	14	-5	3	42	42	
klei, matig	17	-8	0,2	3,4	3,4	
zand, sterk siltig/kleiig (verzadigd)	20	-8,2	2,1		42	
klei, zwak zandig, slap	15	-10,3	1,7		25,5	
veen, matig (matig voorbelast)	12	-12	0,5		6	
zand, matig (verzadigd)	20	-12,5	6,5			
zand, vast (verzadigd)	21	-19	7			
		-26				

input berekening	parameter
$z_{d,min}$ [m+NAP]	-1,63
$z_{d,max}$ [m+NAP]	-1,63
z_{mv} [m+NAP]	0
b_{bodem} [m]	6,5
$\alpha_{talud} = (z_{mv} - z_d) \times \alpha_{talud}$	1:0,001
f_{min}	0,185
f_{max}	0,376
h_{ghg-o1} [m+NAP]	0,08
h_{ghg-o2} [m+NAP]	-2,23
h_{ghg-o3} [m+NAP]	nb
h_{act-o1} [m+NAP]	-0,22
h_{act-o2} [m+NAP]	-2,46
h_{act-o3} [m+NAP]	nb
z_{o1} [m+NAP]	-8,2
z_{o2} [m+NAP]	-12,5
z_{o3} [m+NAP]	nb
veiligheidsfactor	1,1

z_d = ontgravingniveau,

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

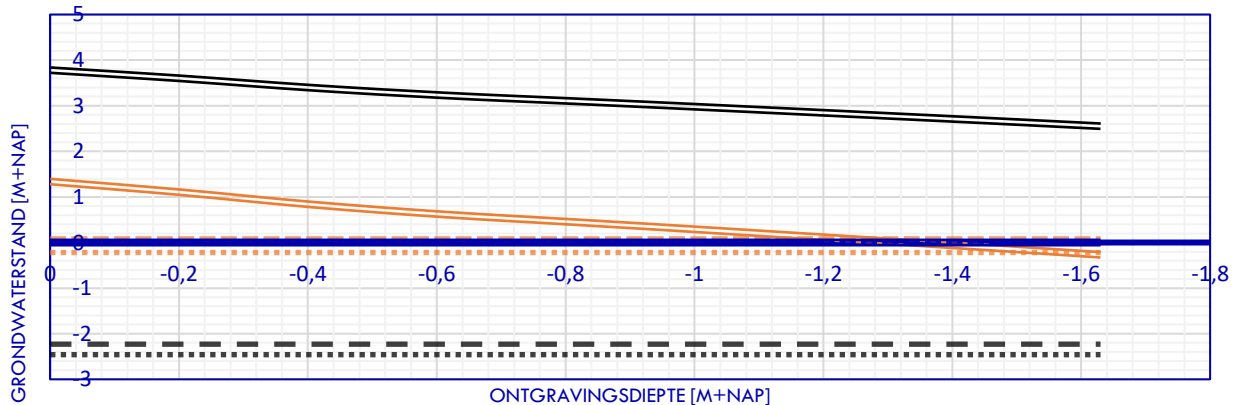
$$(1) u_{z;d} < \gamma_{2;d} \times d_{2;d} + f \times \gamma_{1;d} \times d_{1;d}$$

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

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	77,8	86,4	-0,27	0,61	0,05	0,35
opbarstniveau 2	147,7	164,1	2,55	4,22	0,00	0,00
opbarstniveau 3	107,0	118,9				

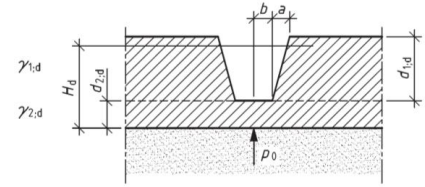
Formule 1 bepaling rekenwaarde grondwaterdruk, formule 2 is theorie van Boussinesq. Bron: NEN9997-1+C1:2012

neerwaartse druk [kN/m ²]	opbarstniveau [m+NAP]	grondwaterstand ghg [m+NAP]	waterkolom [m]	waterdruk [kN/m ²]	veiligheidsfactor (neerwaartse druk / waterdruk)
86,4	-8,2	0,08	8,28	82,8	<u>1,04</u>
164,1	-12,5	-2,23	10,27	102,7	<u>1,60</u>



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

Project : Groenmarkt te Amsterdam
Projectnummer : 101603181
Bemaling : Marnixblok - poeren
Bodemprofiel : DKM11
Datum : 26-9-2018



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	1,6	1,82			
zand, los (verzadigd)	19	-0,22	0,28			
klei, zwak zandig, slap	15	-0,5	0			
veen, matig slap (matig voorbelast)	11	-0,5	4,5	34,8	35,7	
klei, slap	14	-5	3	42	42	
klei, matig	17	-8	0,2	3,4	3,4	
zand, sterk siltig/kleiig (verzadigd)	20	-8,2	2,1		42	
klei, zwak zandig, slap	15	-10,3	1,7		25,5	
veen, matig (matig voorbelast)	12	-12	0,5		6	
zand, matig (verzadigd)	20	-12,5	6,5			
zand, vast (verzadigd)	21	-19	7			
		-26				

input berekening	parameter
$z_{d,min}$ [m+NAP]	-2,11
$z_{d,max}$ [m+NAP]	-2,11
z_{mv} [m+NAP]	-1,63
b_{bodem} [m]	2
$talud$ [$a=(z_{mv}-z_d) \times talud$]	1:1
f_{min}	0,570
f_{max}	0,734
h_{ghg-o1} [m+NAP]	0,08
h_{ghg-o2} [m+NAP]	-2,23
h_{ghg-o3} [m+NAP]	nb
h_{act-o1} [m+NAP]	-0,22
h_{act-o2} [m+NAP]	-2,46
h_{act-o3} [m+NAP]	nb
z_{o1} [m+NAP]	-8,2
z_{o2} [m+NAP]	-12,5
z_{o3} [m+NAP]	nb
veiligheidsfactor	1,1

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

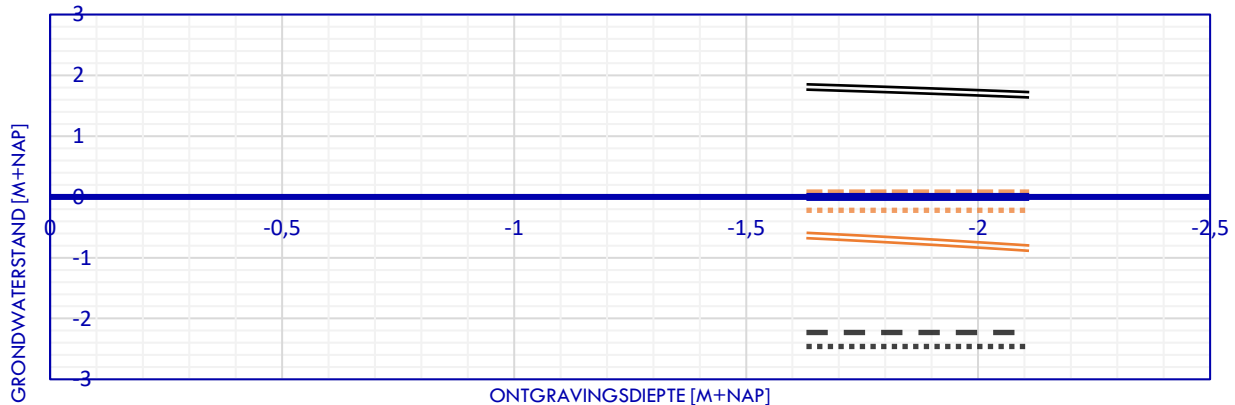
$$(1) u_{z;d} < \gamma_{2;d} \times d_{2;d} + f \times \gamma_{1;d} \times d_{1;d}$$

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

output $z_{d,max}$ (maximaal ontgravingsniveau)	[kN/m ²]	$u_{z;d}$ [kN/m ²]	$h_{k,v}$ [m+NAP]	h_k [m+NAP]	Δh_{act} [m]	Δh_{max} [m]
opbarstniveau 1	72,2	80,2	-0,84	-0,02	0,62	0,92
opbarstniveau 2	139,1	154,6	1,68	3,26	0,00	0,00
opbarstniveau 3	107,0	118,9				

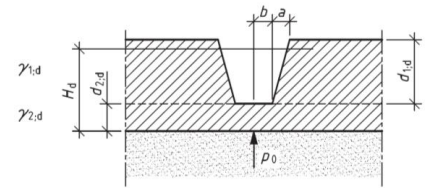
Formule 1 bepaling rekenwaarde grondwaterdruk, formule 2 is theorie van Boussinesq. Bron: NEN9997-1+C1:2012

neerwaartse druk [kN/m ²]	opbarstniveau [m+NAP]	grondwaterstand ghg [m+NAP]	waterkolom [m]	waterdruk [kN/m ²]	veiligheidsfactor (neerwaartse druk / waterdruk)
80,2	-8,2	0,08	8,28	82,8	0,97
154,6	-12,5	-2,23	10,27	102,7	1,51



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

Project : Groenmarkt te Amsterdam
Projectnummer : 101603181
Bemaling : Singelgrachtblok - keldervloer
Bodemprofiel : DKM6
Datum : 26-9-2018



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	0,15	0,37	0	0,2	
zand, los (verzadigd)	19	-0,22	1,78	0,2	1,4	
klei, zwak zandig, slap	15	-2	1,7	0,2	1,1	
veen, matig slap (matig voorbelas)	11	-3,7	0,8	0,1	0,4	
klei, slap	14	-4,5	3,8	42,1	42,5	
klei, matig	17	-8,3	0,7	11,9	11,9	
zand, sterk siltig/kleiig (verzadigd)	20	-9	1,3		26	
klei, zwak zandig, slap	15	-10,3	1,7		25,5	
veen, matig (matig voorbelast)	12	-12	0,6		7,2	
zand, matig (verzadigd)	20	-12,6	4,4			
zand, vast (verzadigd)	21	-17	7			
		-24				

input berekening	parameter
$z_{d,min}$ [m+NAP]	-5,3
$z_{d,max}$ [m+NAP]	-5,3
z_{mv} [m+NAP]	0
b_{bodem} [m]	14,5
$\text{talud } [a=(z_{mv}-z_d) \times \text{talud}]$	1:0,001
f_{min}	0,007
f_{max}	0,041
h_{ghg-o1} [m+NAP]	0,08
h_{ghg-o2} [m+NAP]	-2,23
h_{ghg-o3} [m+NAP]	nb
h_{act-o1} [m+NAP]	-0,22
h_{act-o2} [m+NAP]	-2,46
h_{act-o3} [m+NAP]	nb
z_{o1} [m+NAP]	-9
z_{o2} [m+NAP]	-12,6
z_{o3} [m+NAP]	nb
veiligheidsfactor	1,1

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

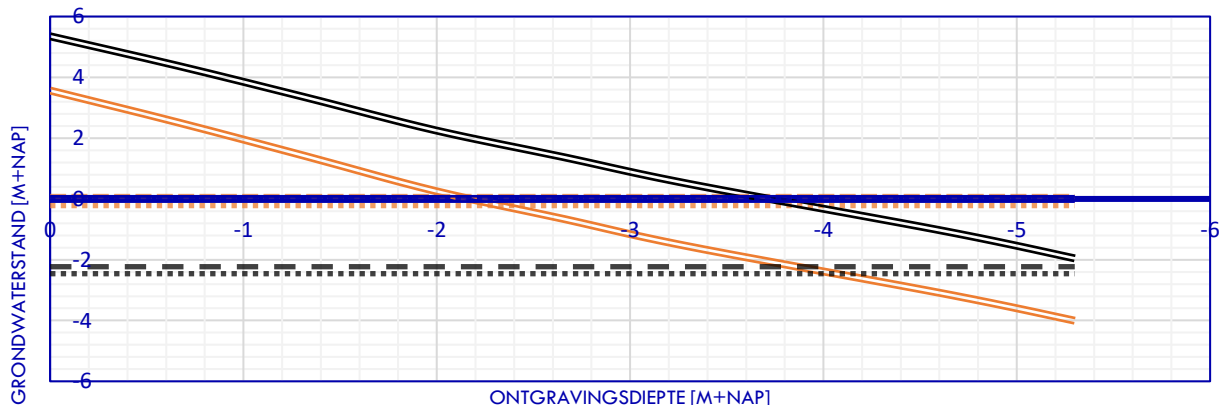
$$(1) u_{z;d} < \gamma_{2;d} \times d_{2;d} + f \times \gamma_{1;d} \times d_{1;d}$$

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

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	49,0	54,4	-4,01	-3,45	3,79	4,09
opbarstniveau 2	104,4	116,0	-1,96	-0,77	0,00	0,00
opbarstniveau 3	63,5	70,6				

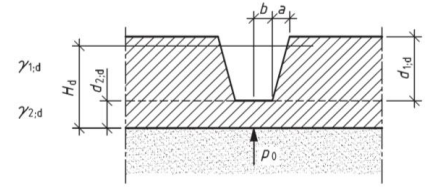
Formule 1 bepaling rekenwaarde
 grondwaterdruk, formule 2 is theorie van
 Boussinesq. Bron: NEN9997-1+C1:2012

neerwaartse druk [kN/m ²]	opbarstniveau [m+NAP]	grondwaterstand ghg [m+NAP]	waterkolom [m]	waterdruk [kN/m ²]	veiligheidsfactor (neerwaartse druk / waterdruk)
54,4	-9	0,08	9,08	90,8	0,60
116,0	-12,6	-2,23	10,37	103,7	1,12



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

Project : Groenmarkt te Amsterdam
Projectnummer : 101603181
Bemaling : Singelgrachtblok - poeren
Bodemprofiel : DKM6
Datum : 26-9-2018



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	0,15	0,37			
zand, los (verzadigd)	19	-0,22	1,78			
klei, zwak zandig, slap	15	-2	1,7			
veen, matig slap (matig voorbelas)	11	-3,7	0,8			
klei, slap	14	-4,5	3,8	37,4	39,4	
klei, matig	17	-8,3	0,7	11,9	11,9	
zand, sterk siltig/kleiig (verzadigd)	20	-9	1,3		26	
klei, zwak zandig, slap	15	-10,3	1,7		25,5	
veen, matig (matig voorbelast)	12	-12	0,6		7,2	
zand, matig (verzadigd)	20	-12,6	4,4			
zand, vast (verzadigd)	21	-17	7			
		-24				

input berekening	parameter
$z_{d,min}$ [m+NAP]	-5,78
$z_{d,max}$ [m+NAP]	-5,78
z_{mv} [m+NAP]	-5,3
b_{bodem} [m]	2
$talud$ [$a=(z_{mv}-z_d) \times talud$]	1:1
f_{min}	0,316
f_{max}	0,609
h_{ghg-o1} [m+NAP]	0,08
h_{ghg-o2} [m+NAP]	-2,23
h_{ghg-o3} [m+NAP]	nb
h_{act-o1} [m+NAP]	-0,22
h_{act-o2} [m+NAP]	-2,46
h_{act-o3} [m+NAP]	nb
z_{o1} [m+NAP]	-9
z_{o2} [m+NAP]	-12,6
z_{o3} [m+NAP]	nb
veiligheidsfactor	1,1

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

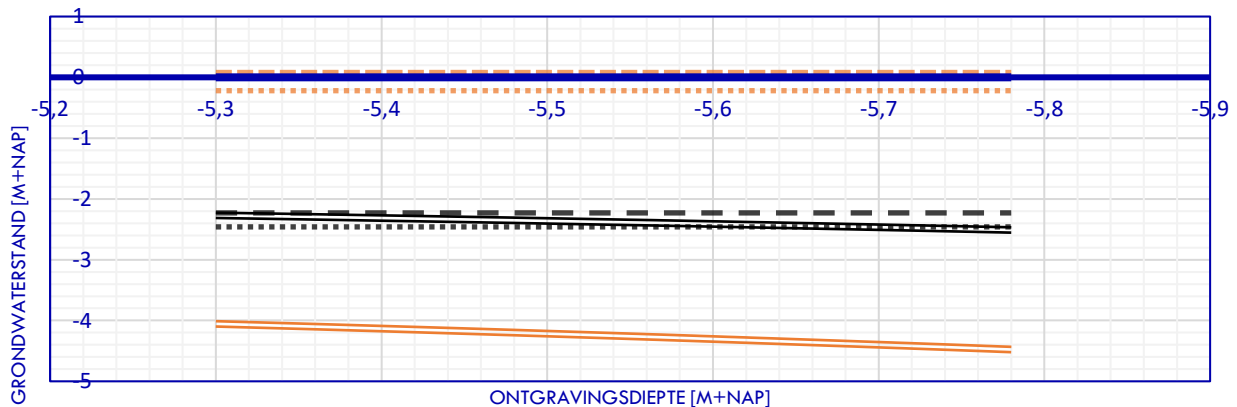
$$(1) u_{z;d} < \gamma_{2;d} \times d_{2;d} + f \times \gamma_{1;d} \times d_{1;d}$$

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

output $z_{d,max}$ (maximaal ontgravingsniveau)	[kN/m ²]	$u_{z;d}$ [kN/m ²]	$h_{k,v}$ [m+NAP]	h_k [m+NAP]	Δh_{act} [m]	Δh_{max} [m]
opbarstniveau 1	44,4	49,3	-4,48	-3,97	4,26	4,56
opbarstniveau 2	99,0	110,0	-2,51	-1,39	0,05	0,28
opbarstniveau 3	63,5	70,6				

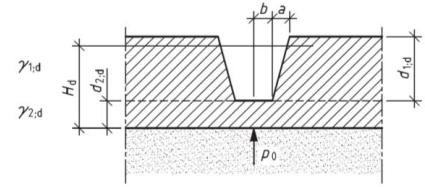
Formule 1 bepaling rekenwaarde
 grondwaterdruk, formule 2 is theorie van
 Boussinesq. Bron: NEN9997-1+C1:2012

neerwaartse druk [kN/m ²]	opbarstniveau [m+NAP]	grondwaterstand ghg [m+NAP]	waterkolom [m]	waterdruk [kN/m ²]	veiligheidsfactor (neerwaartse druk / waterdruk)
49,3	-9	0,08	9,08	90,8	<u>0,54</u>
110,0	-12,6	-2,23	10,37	103,7	<u>1,06</u>



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

Project : Groenmarkt te Amsterdam
Projectnummer : 101603181
Bemaling : Singelgrachtblok - liftput persoon
Bodemprofiel : DKM6
Datum : 26-9-2018



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	0,15	0,37			
zand, los (verzadigd)	19	-0,22	1,78			
klei, zwak zandig, slap	15	-2	1,7			
veen, matig slap (matig voorbelas)	11	-3,7	0,8			
klei, slap	14	-4,5	3,8	23,7	31,9	
klei, matig	17	-8,3	0,7	11,9	11,9	
zand, sterk siltig/kleiig (verzadigd)	20	-9	1,3		26	
klei, zwak zandig, slap	15	-10,3	1,7		25,5	
veen, matig (matig voorbelast)	12	-12	0,6		7,2	
zand, matig (verzadigd)	20	-12,6	4,4			
zand, vast (verzadigd)	21	-17	7			
		-24				

input berekening	parameter
$z_{d,min}$ [m+NAP]	-6,88
$z_{d,max}$ [m+NAP]	-6,88
z_{mv} [m+NAP]	-5,3
b_{bodem} [m]	1,5
$talud$ [$a=(z_{mv}-z_d) \times talud$]	1:1
f_{min}	0,171
f_{max}	0,542
h_{ghg-o1} [m+NAP]	0,08
h_{ghg-o2} [m+NAP]	-2,23
h_{ghg-o3} [m+NAP]	nb
h_{act-o1} [m+NAP]	-0,22
h_{act-o2} [m+NAP]	-2,46
h_{act-o3} [m+NAP]	nb
z_{o1} [m+NAP]	-9
z_{o2} [m+NAP]	-12,6
z_{o3} [m+NAP]	nb
veiligheidsfactor	1,1

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

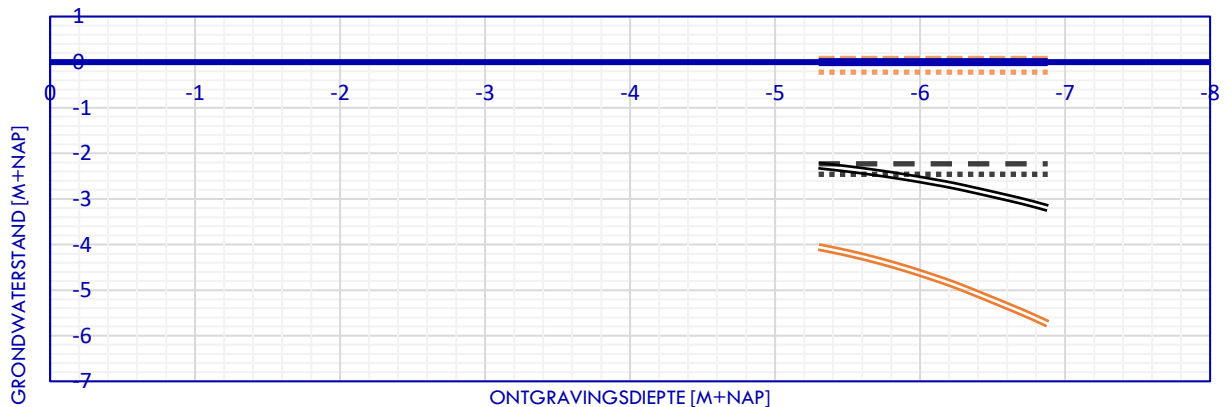
$$(1) u_{z;d} < \gamma_{2;d} \times d_{2;d} + f \times \gamma_{1;d} \times d_{1;d}$$

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

output $z_{d,max}$ (maximaal ontgravningsniveau)	[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	32,0	35,6	-5,74	-5,38	5,52	5,82
opbarstniveau 2	92,2	102,5	-3,20	-2,15	0,74	0,97
opbarstniveau 3	63,5	70,6				

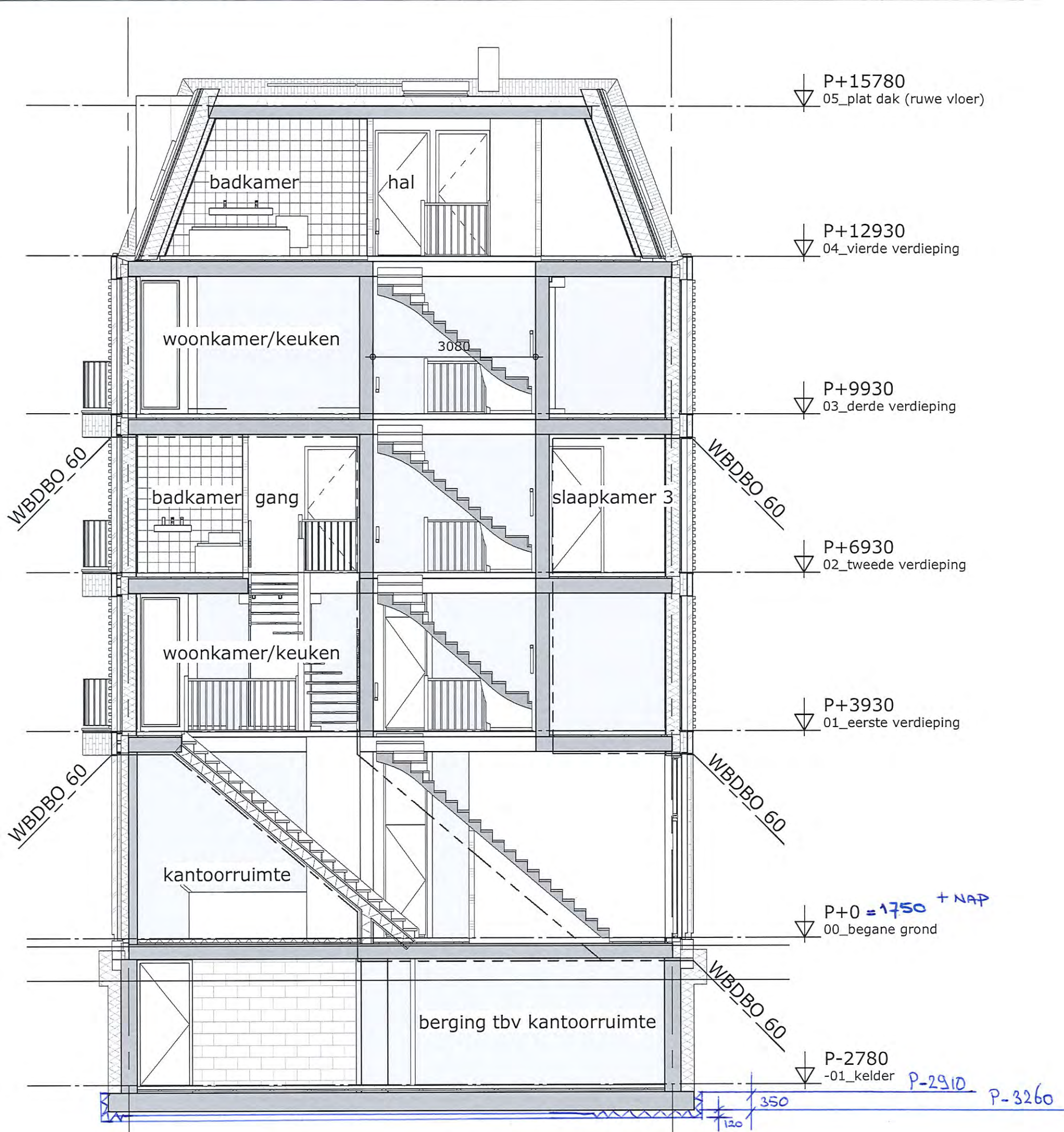
Formule 1 bepaling rekenwaarde
 grondwaterdruk, formule 2 is theorie van
 Boussinesq. Bron: NEN9997-1+C1:2012

neerwaartse druk [kN/m ²]	opbarstniveau [m+NAP]	grondwaterstand ghg [m+NAP]	waterkolom [m]	waterdruk [kN/m ²]	veiligheidsfactor (neerwaartse druk / waterdruk)
35,6	-9	0,08	9,08	90,8	0,39
102,5	-12,6	-2,23	10,37	103,7	0,99



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

Bijlage 4 – Tekeningen project en omgeving



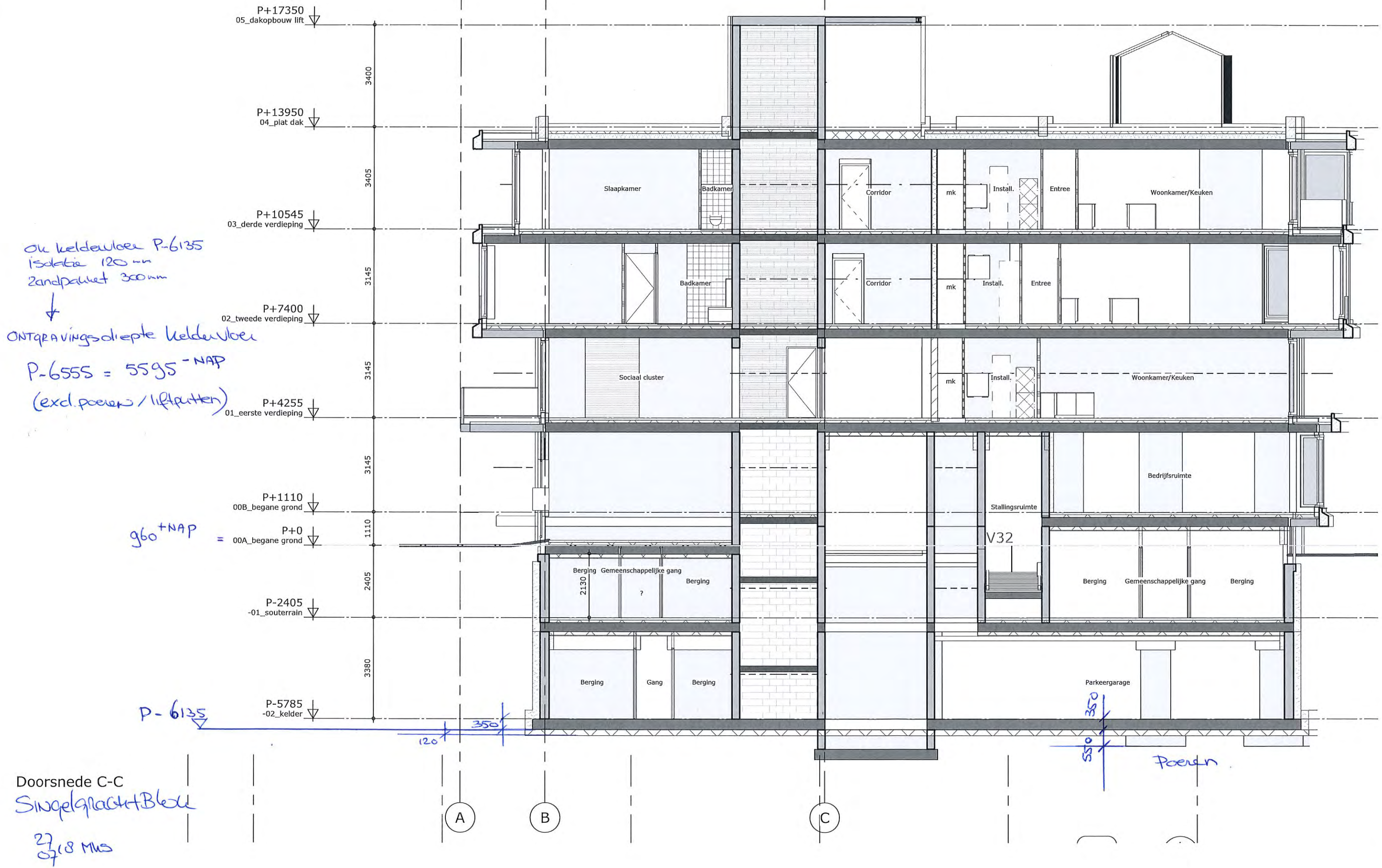
2

1

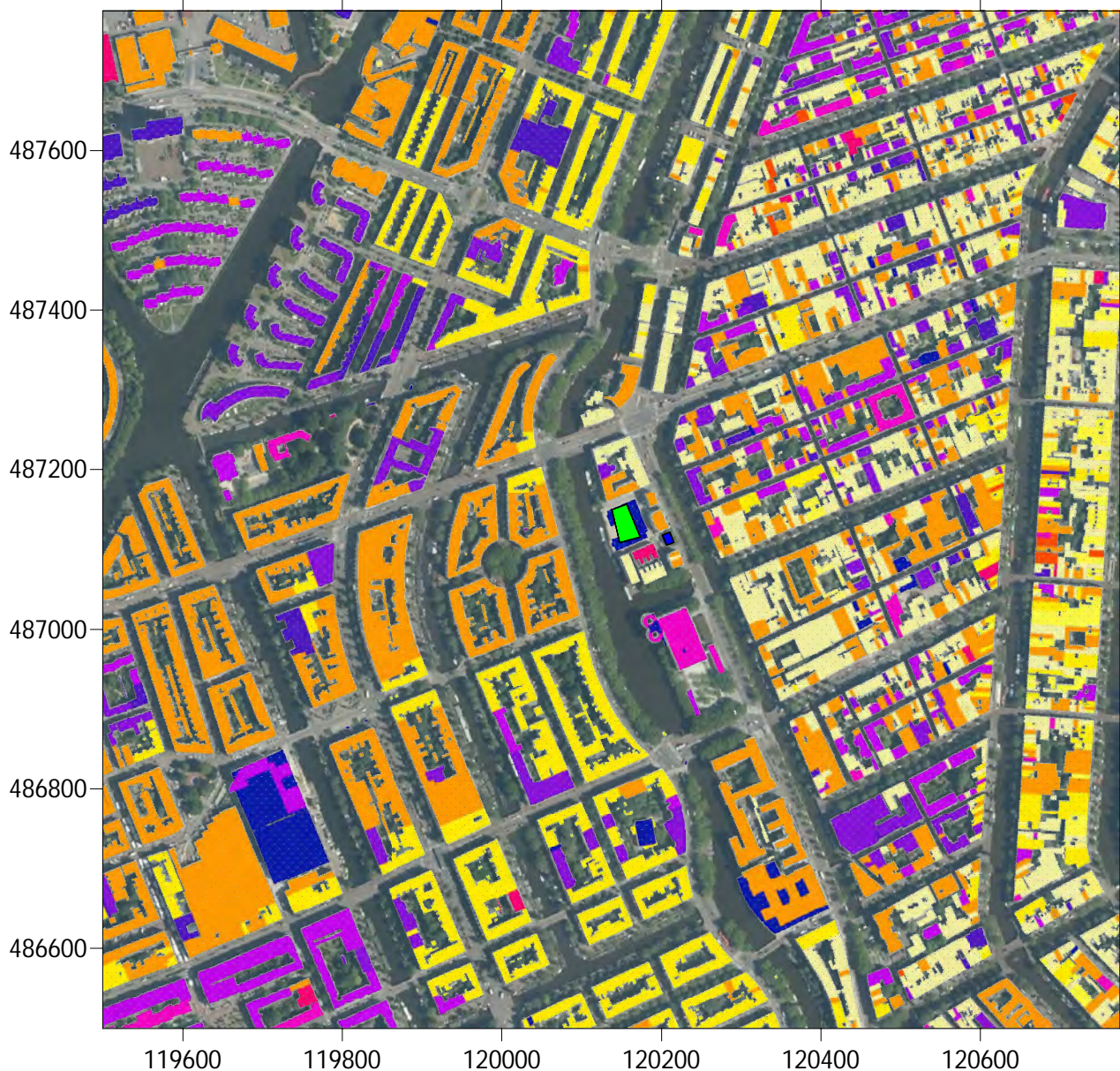
Doorsnede B-B
MARNIX Blou

27,8 mms
07

Ontgravingsdiepte = P-3680 = 1930 - NAP



Doorsnede C-C
Singelgraacht+Blaai
27
of 18 mms



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:

GROENMARKT AMSTERDAM

opdrachtgever:

HBB

schaal:
N.V.T.

order:
10160318

tekeningnummer:
1

formaat:
A4

getekend:
EL

datum:
12-09-2018



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:
GROENMARKT AMSTERDAM
 opdrachtgever:
HBB

schaal:
 N.V.T.

order:
10160318

tekeningnummer:
 2

formaat:
 A4

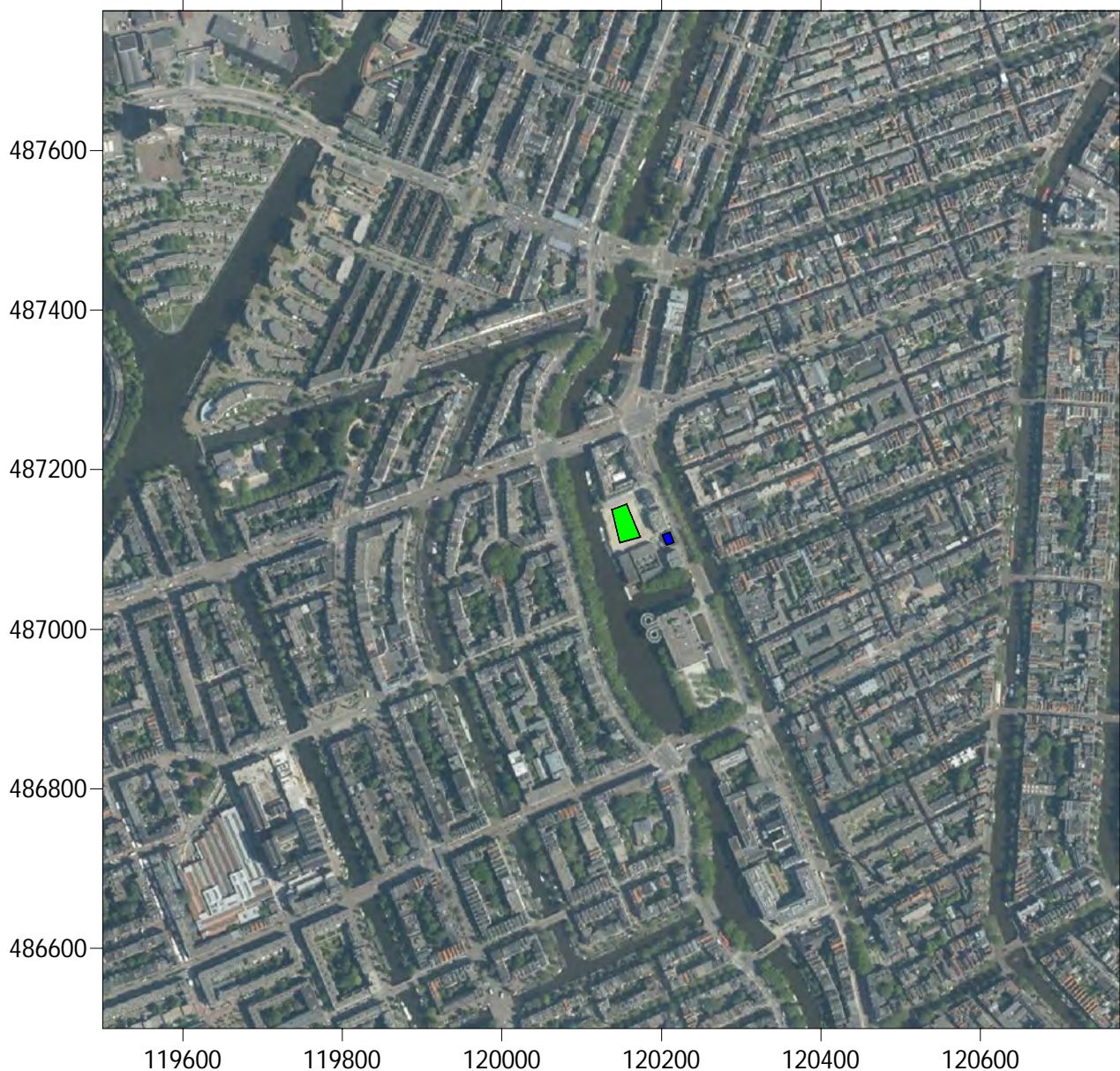
getekend:
 EL

datum:
12-09-2018









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:

GROENMARKT AMSTERDAM

opdrachtgever:

HBB

schaal:
N.V.T.

order:
10160318

tekeningnummer:
3

formaat:
A4

getekend:
EL

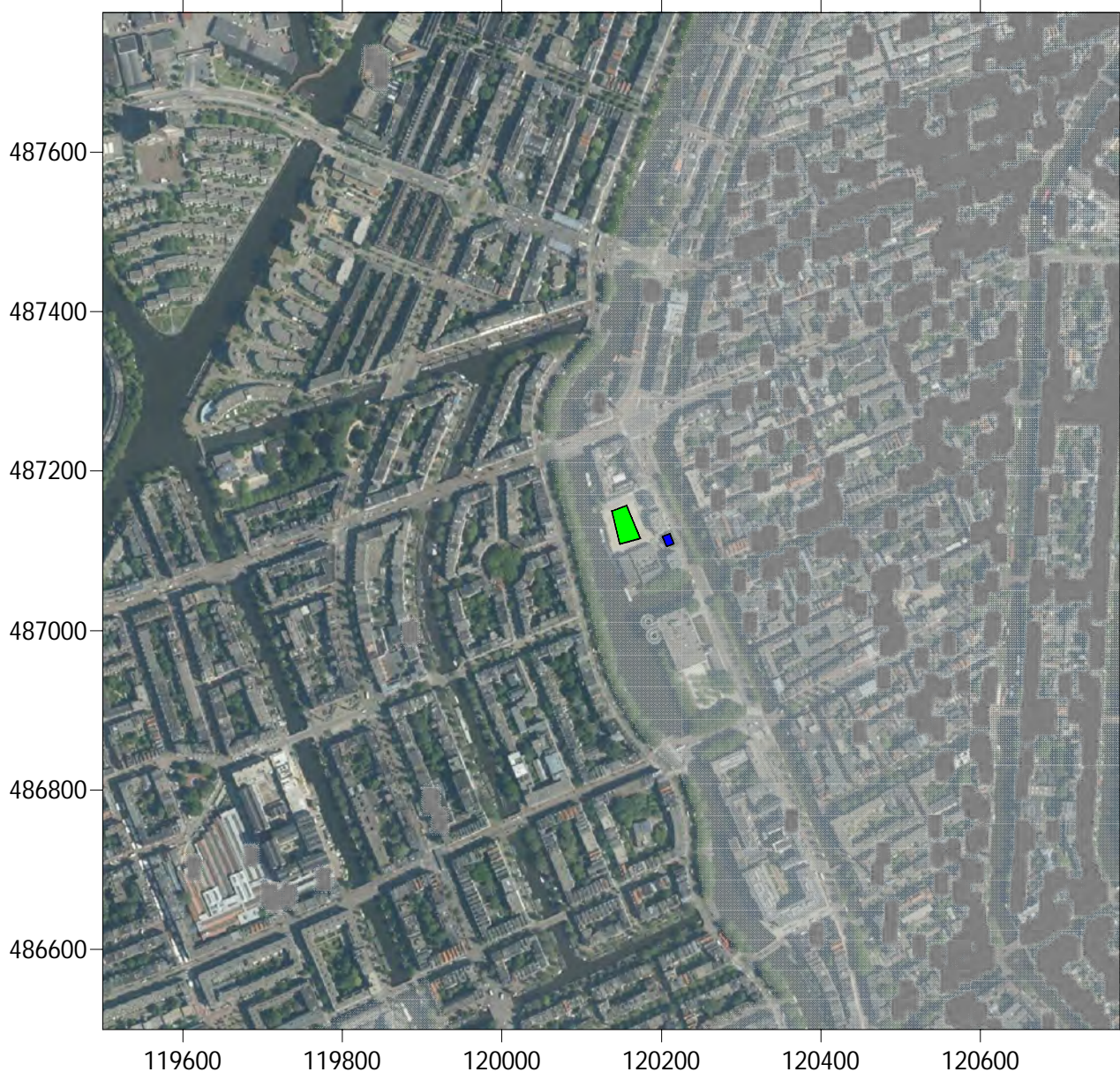
datum:
12-09-2018



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:

GROENMARKT AMSTERDAM

opdrachtgever:

HBB

schaal:
N.V.T.

order:
10160318

tekeningnummer:
4

formaat:
A4

getekend:
EL

datum:
12-09-2018



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:

GROENMARKT AMSTERDAM

opdrachtgever:

HBB

schaal:
N.V.T.

order:
10160318

tekeningnummer:
5

formaat:
A4

getekend:
EL

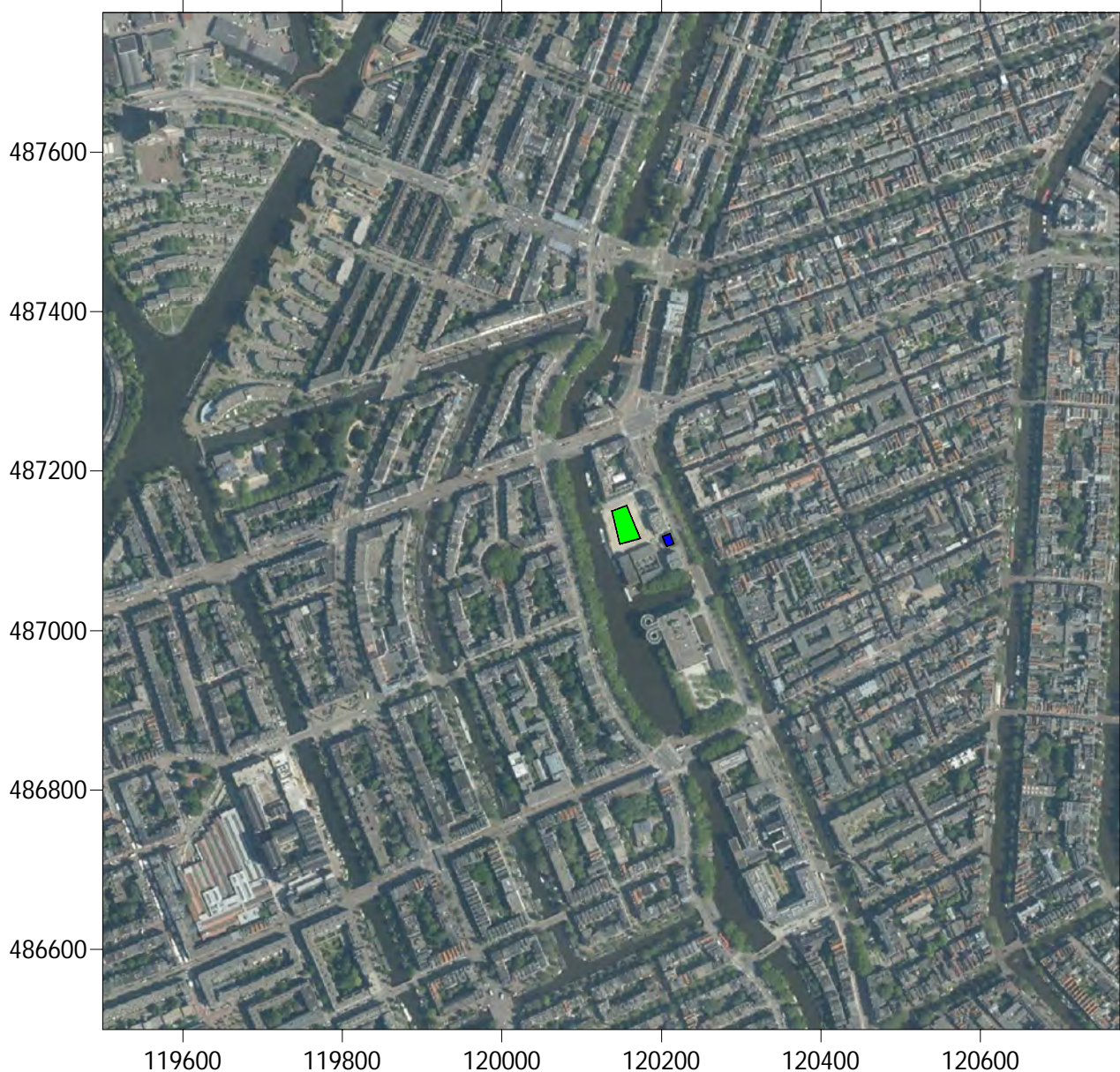
datum:
12-09-2018



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:

GROENMARKT AMSTERDAM

opdrachtgever:

HBB

schaal:
N.V.T.

order:
10160318

tekeningnummer:
6

formaat:
A4

getekend:
EL

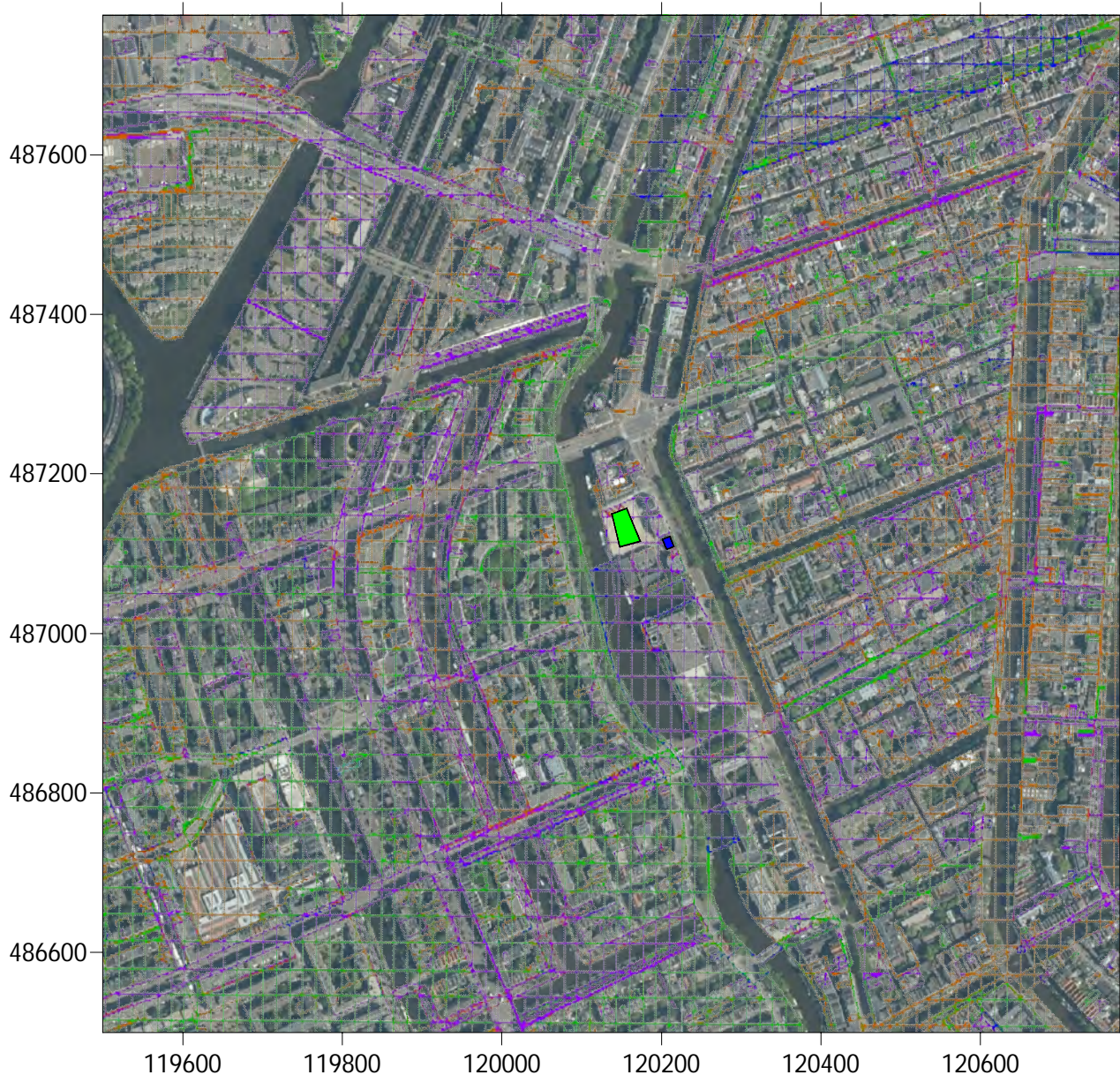
datum:
12-09-2018







Loots Grondwatertechniek
independent guide for your dewatering site

Wissel 3
1713GX Obdam

info@lootsgwt.com



Rijkswaterstaat bodemloket legenda

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

omschrijving:

GROENMARKT AMSTERDAM

opdrachtgever:

HBB

schaal:
N.V.T.

order:
10160318

tekeningnummer:
7

formaat:
A4

getekend:
EL

datum:
12-09-2018



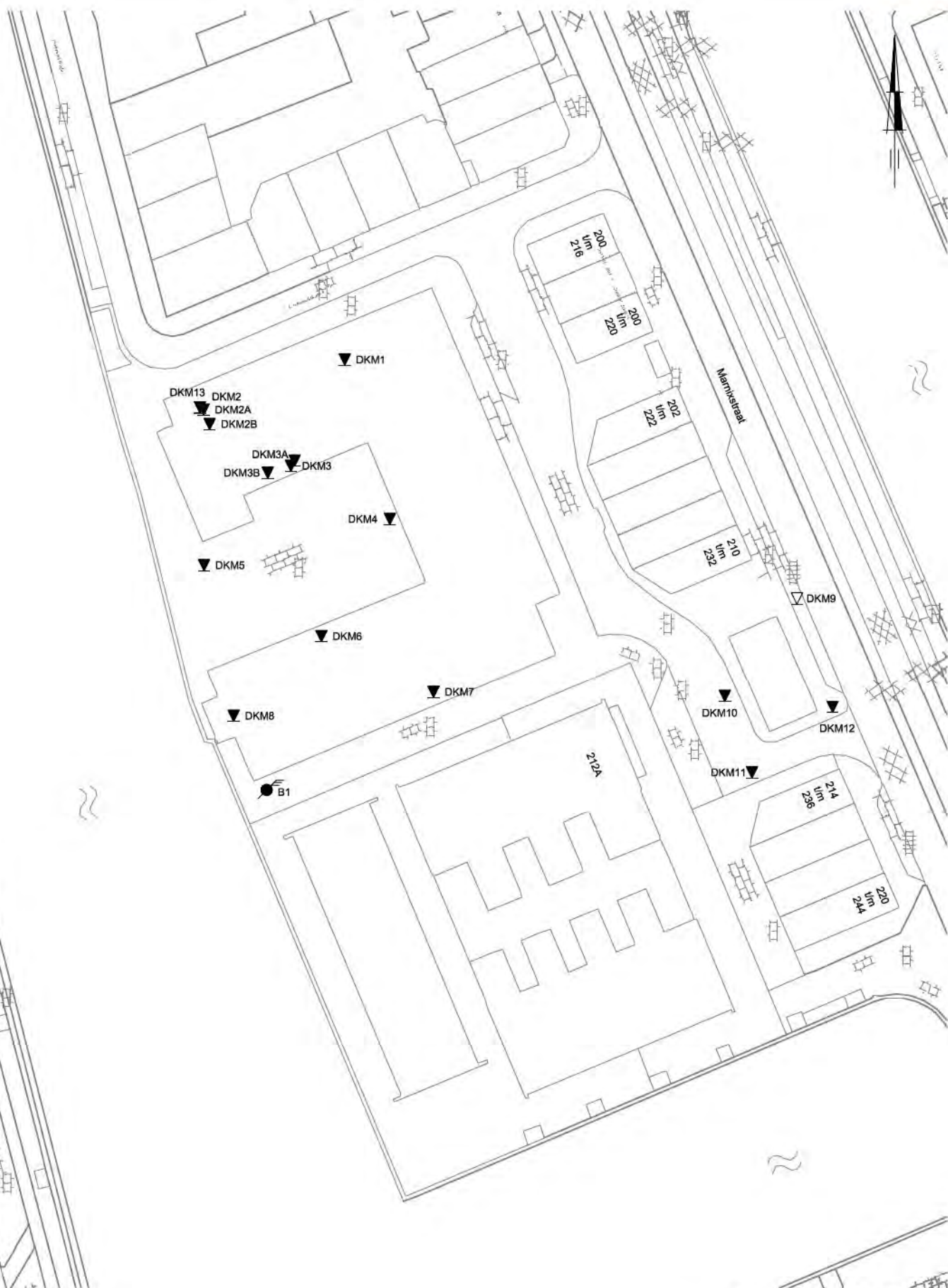
Loots Grondwatertechniek
independent guide for your dewatering site

Wissel 3
1713GX Obdam

info@lootsgwt.com

Bijlage 5 – Grondonderzoeken

\\paw-601.fugro.nl\proj\1115-0051-100\21_Uitvoering_tekeningen\onderzoek\10_Basistoelname\1115-0051-100.dwg
 Gek.: BVI dtd 20-09-2017 Versie: 1
 Revisie Datum:

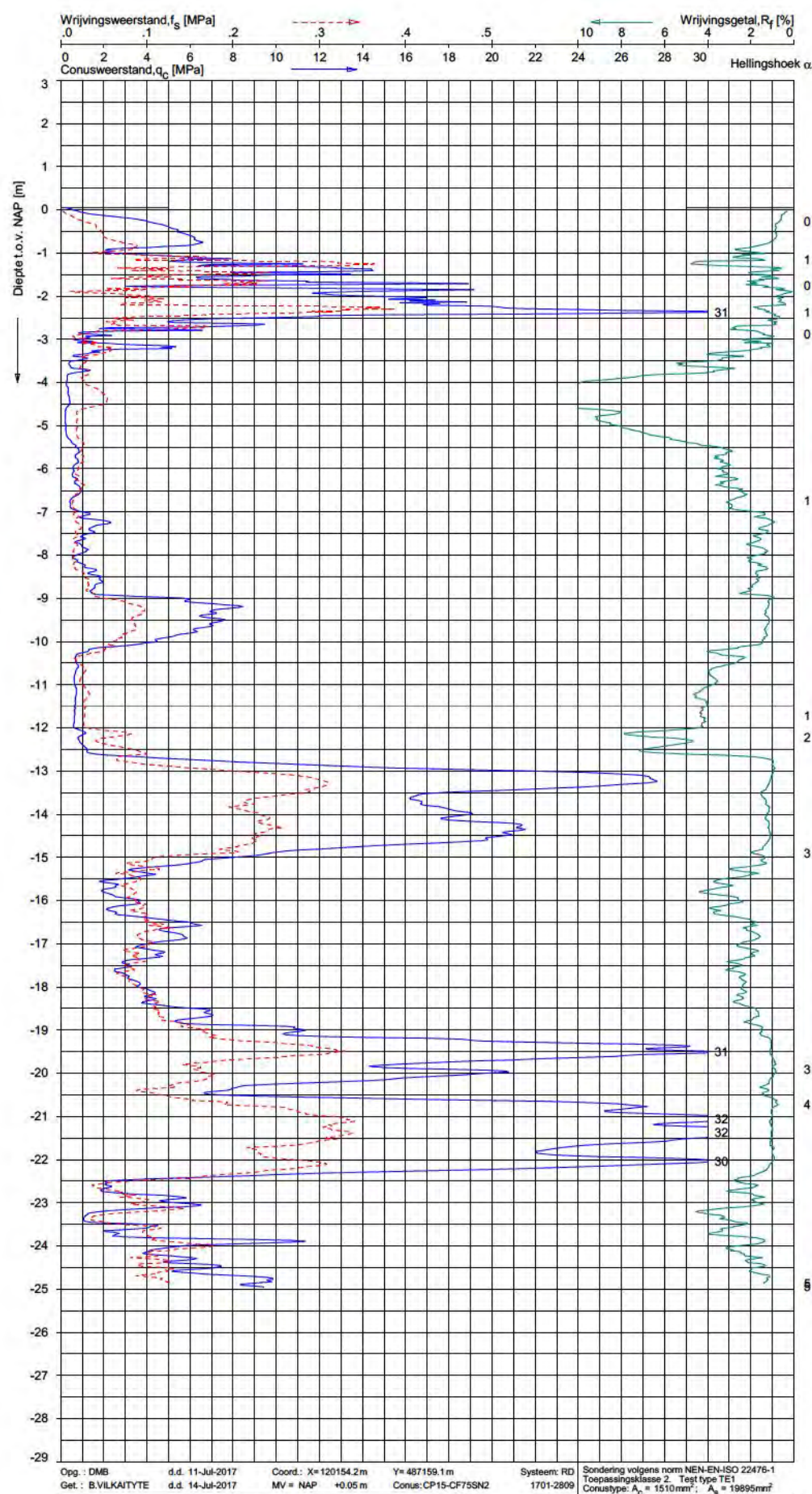


SITUATIE

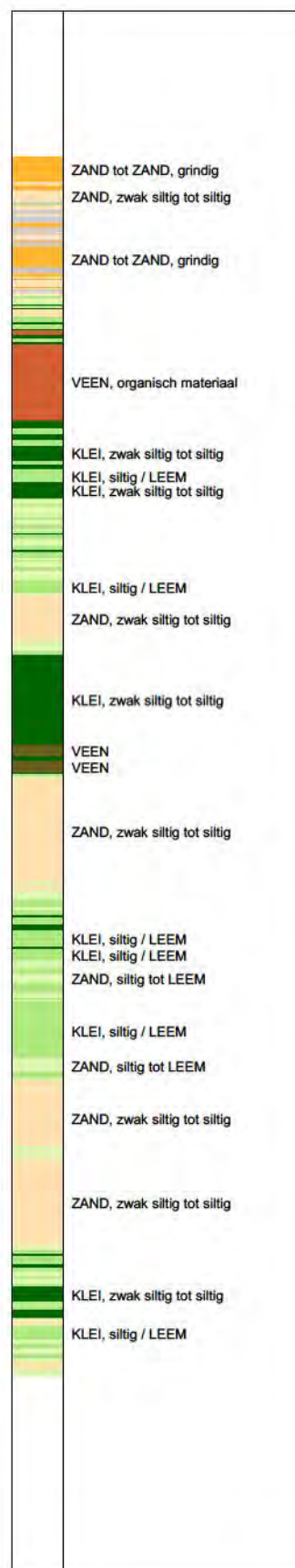
GROENMARKT TE AMSTERDAM

Opdr.: 1115-0051-100

Bijl.: 1



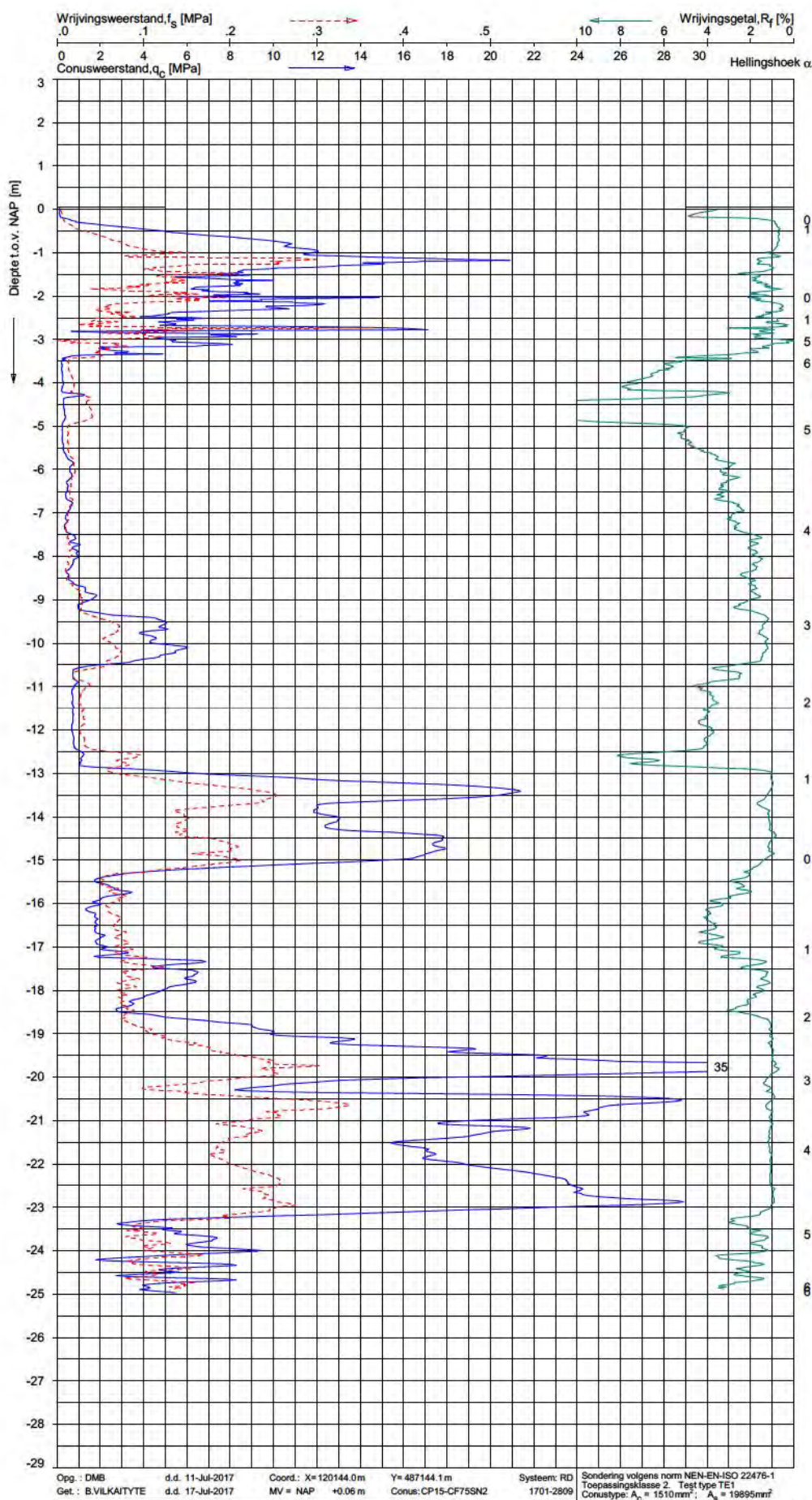
Indicatieve bodembeschrijving
 Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

GROENMARKT TE AMSTERDAM

Opdr. 1115-0051-100
 Sond. DKM1



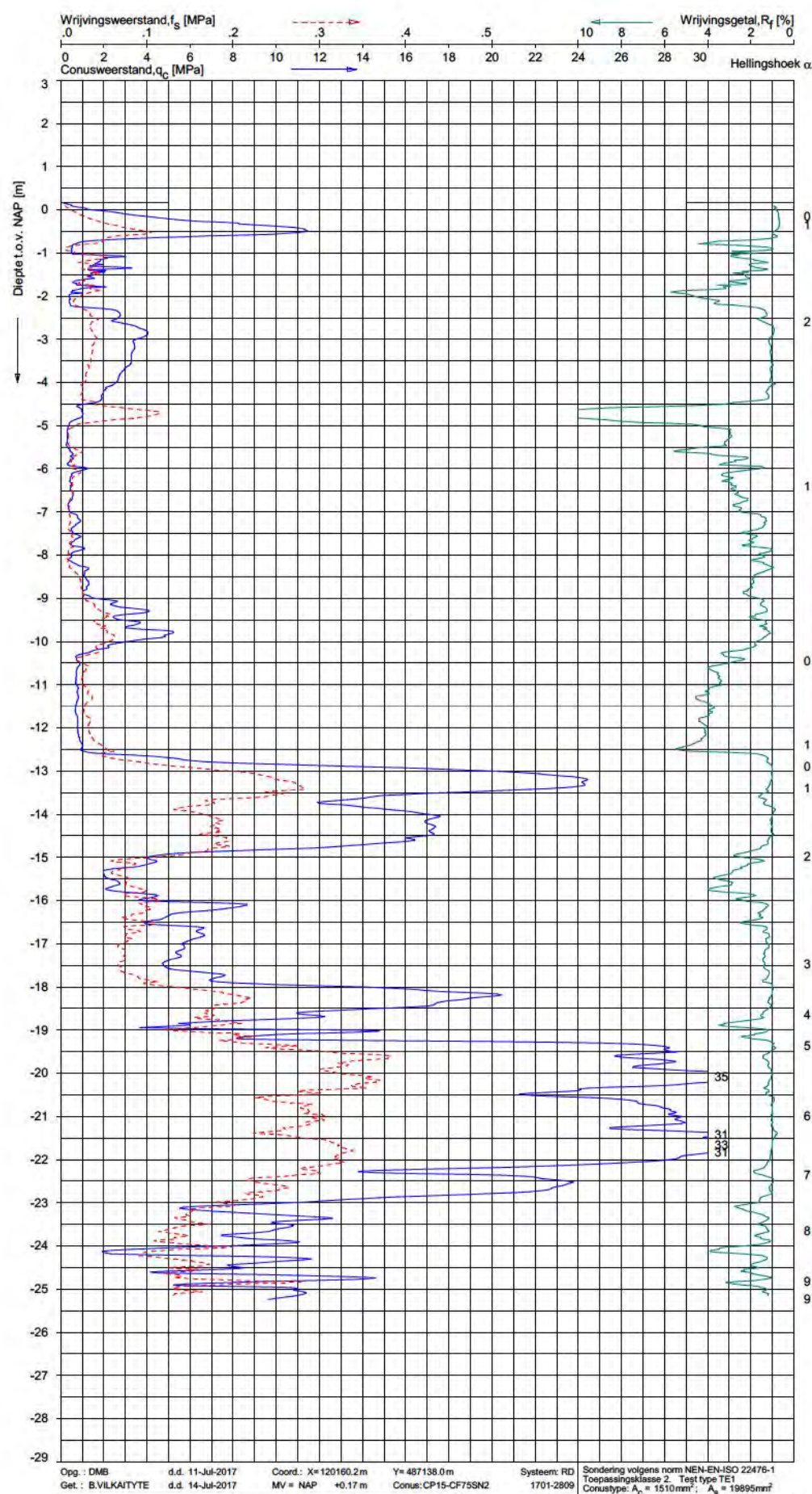
Indicatieve bodembeschrijving
 Automatisch gegenereerd uit data
 van de sondering, geldig onder
 grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)



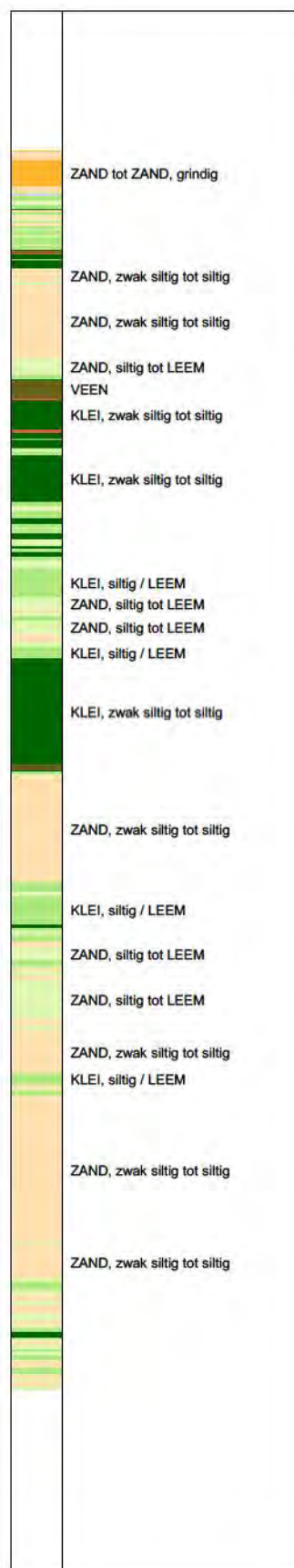
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

GROENMARKT TE AMSTERDAM

Opdr. 1115-0051-100
 Sond. DKM3B



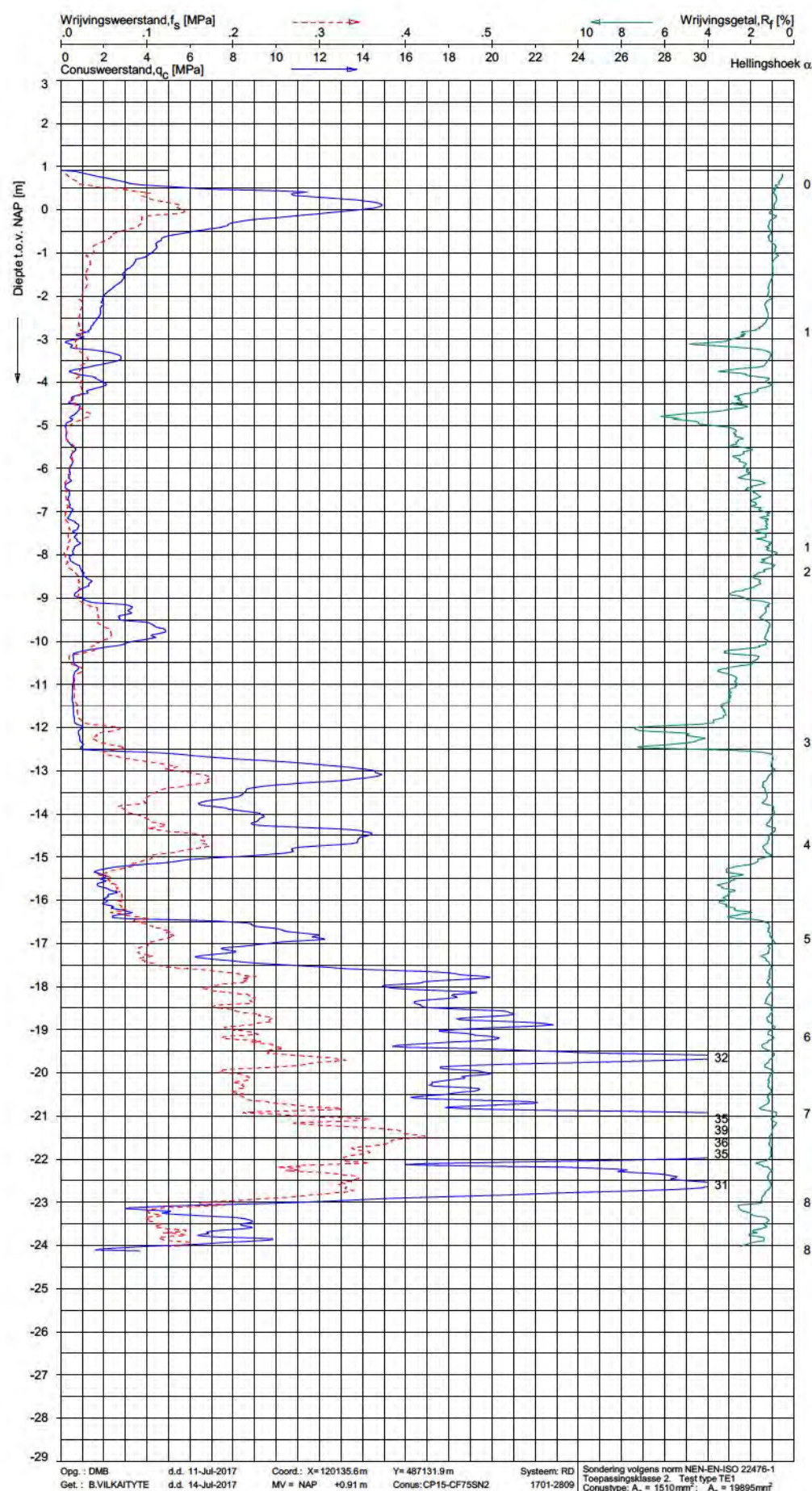
Indicatieve bodembeschrijving
 Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)



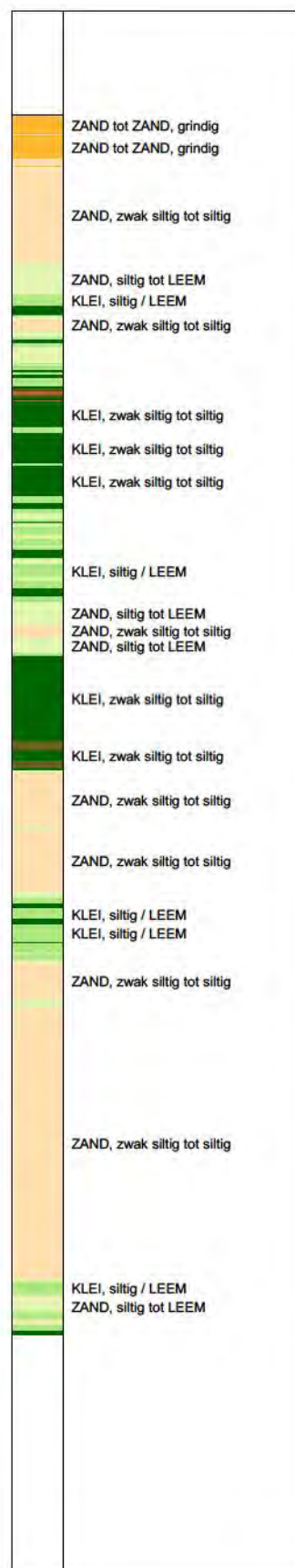
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

GROENMARKT TE AMSTERDAM

Opdr. 1115-0051-100
 Sond. DKM4



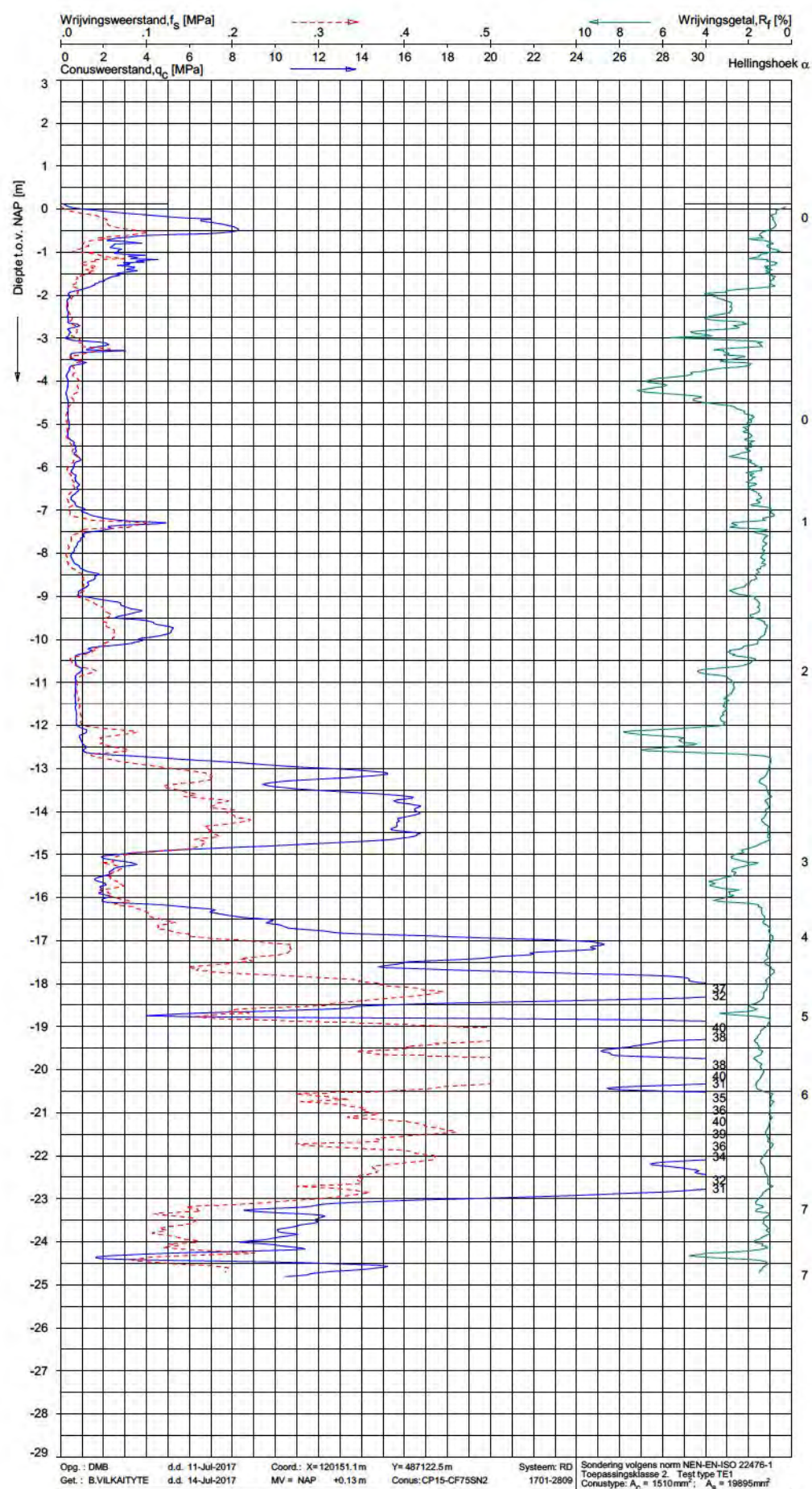
Indicatieve bodembeschrijving
 Automatisch gegenereerd uit data
 van de sondering, geldig onder
 grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)



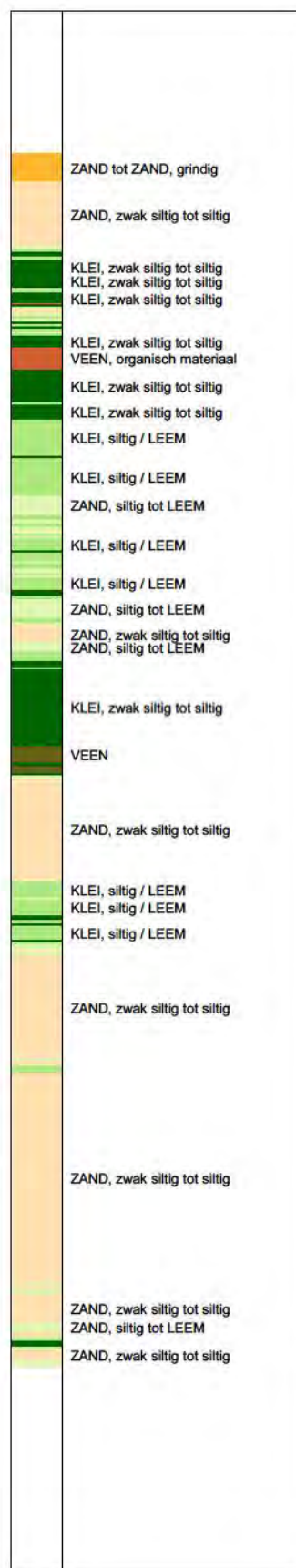
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

GROENMARKT TE AMSTERDAM

Opdr. 1115-0051-100
 Sond. DKM5



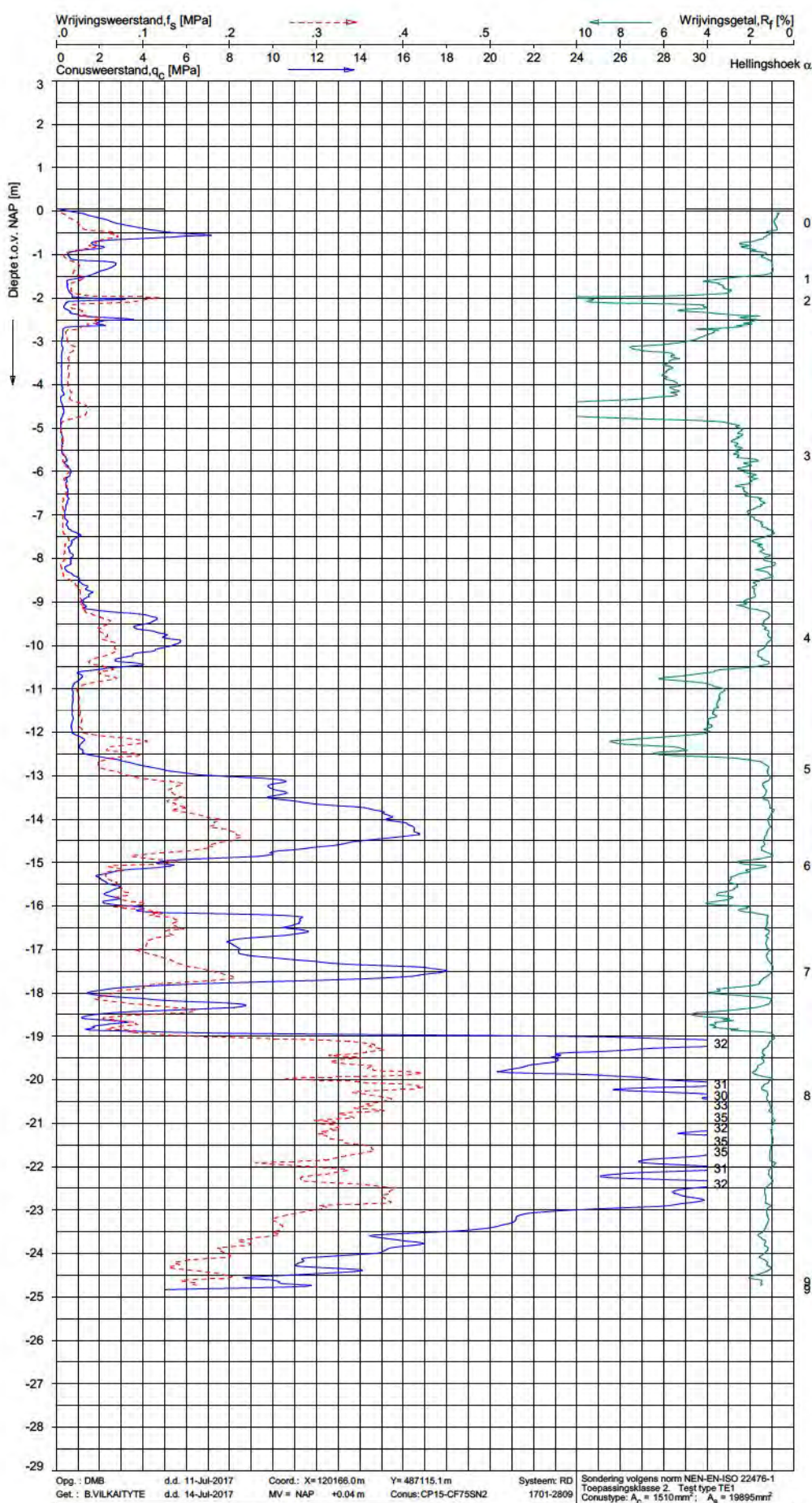
Indicatieve bodembeschrijving
 Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

GROENMARKT TE AMSTERDAM

Opdr. 1115-0051-100
 Sond. DKM6



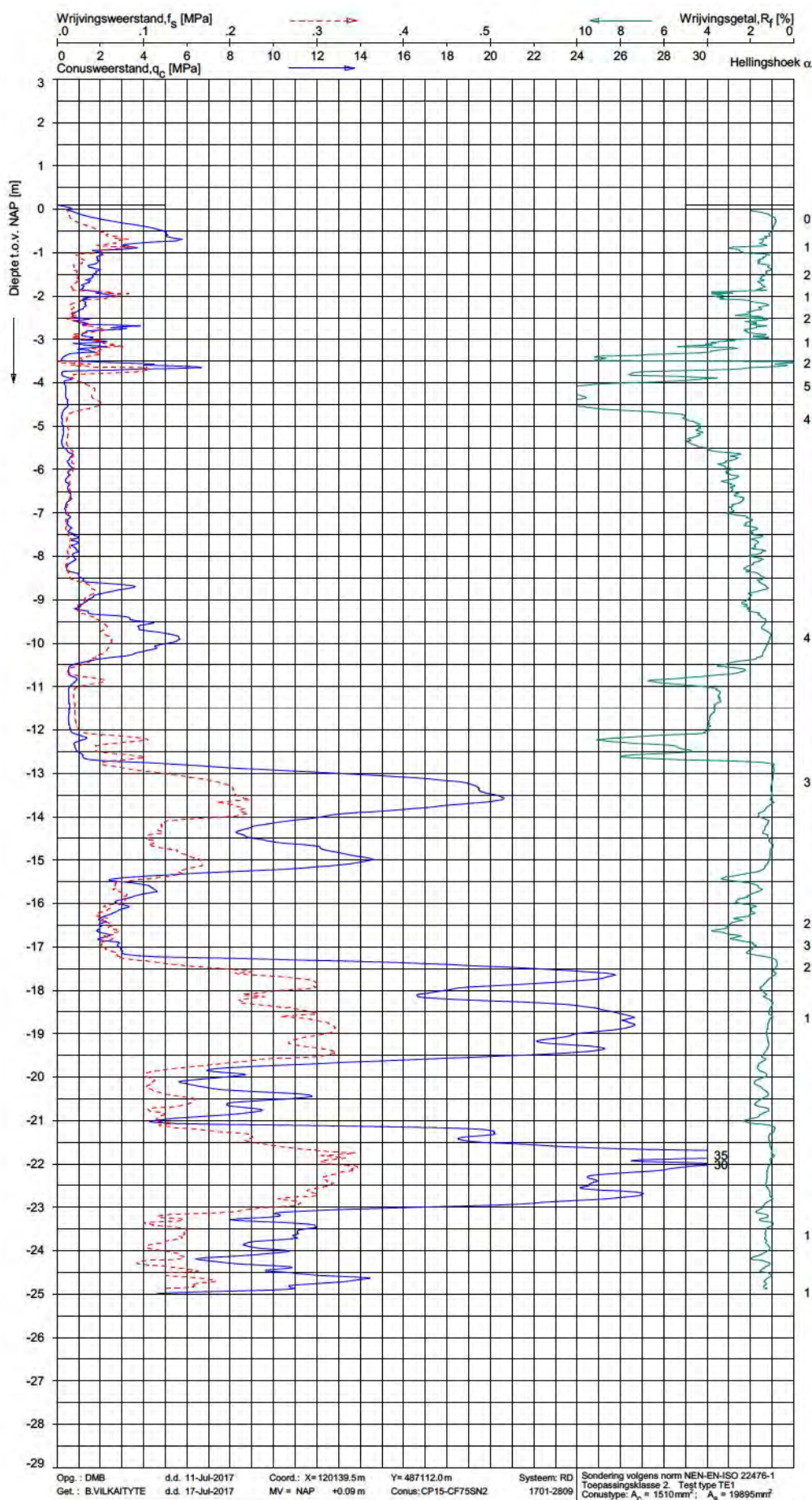
Indicatieve bodembeschrijving
 Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

GROENMARKT TE AMSTERDAM

Opdr. 1115-0051-100
 Sond. DKM7



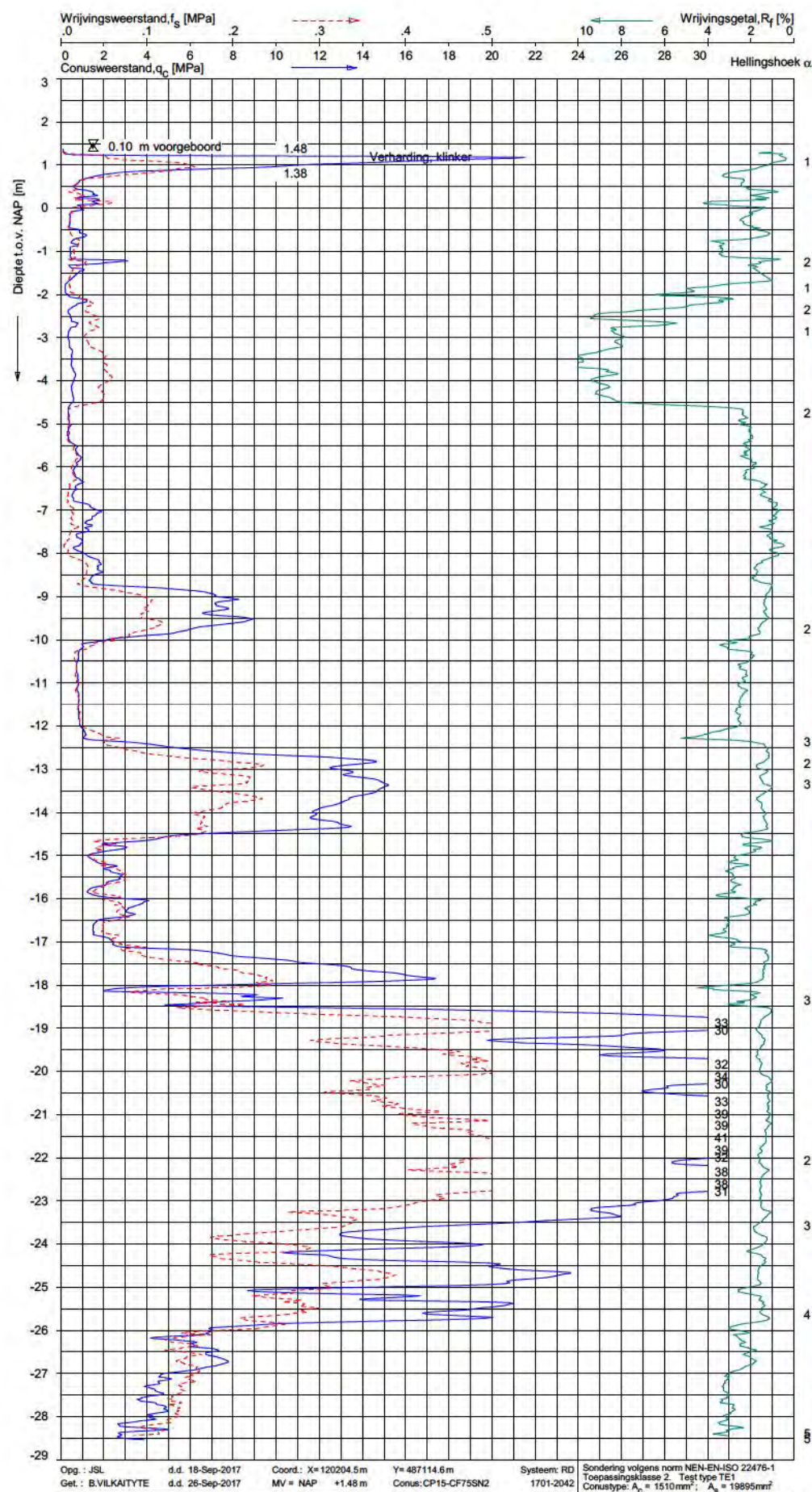
Indicatieve bodembeschrijving
 Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)



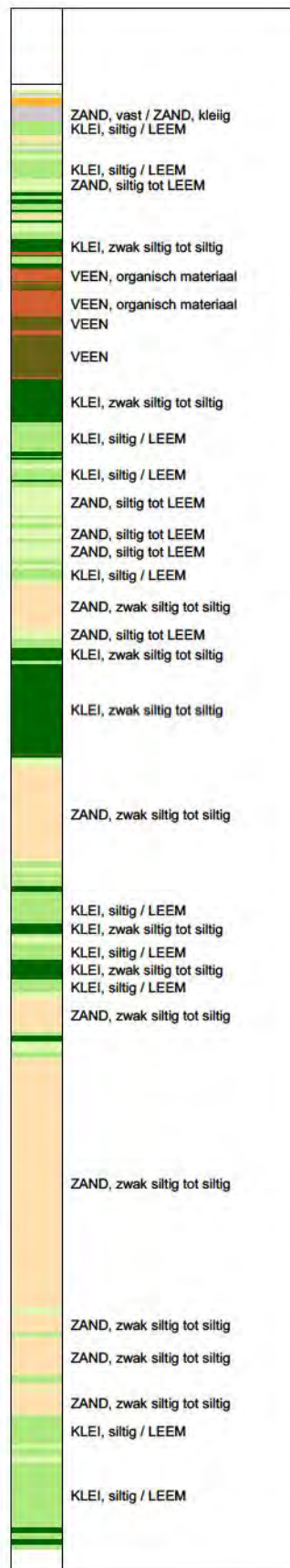
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

GROENMARKT TE AMSTERDAM

Opdr. 1115-0051-100
 Sond. DKM8



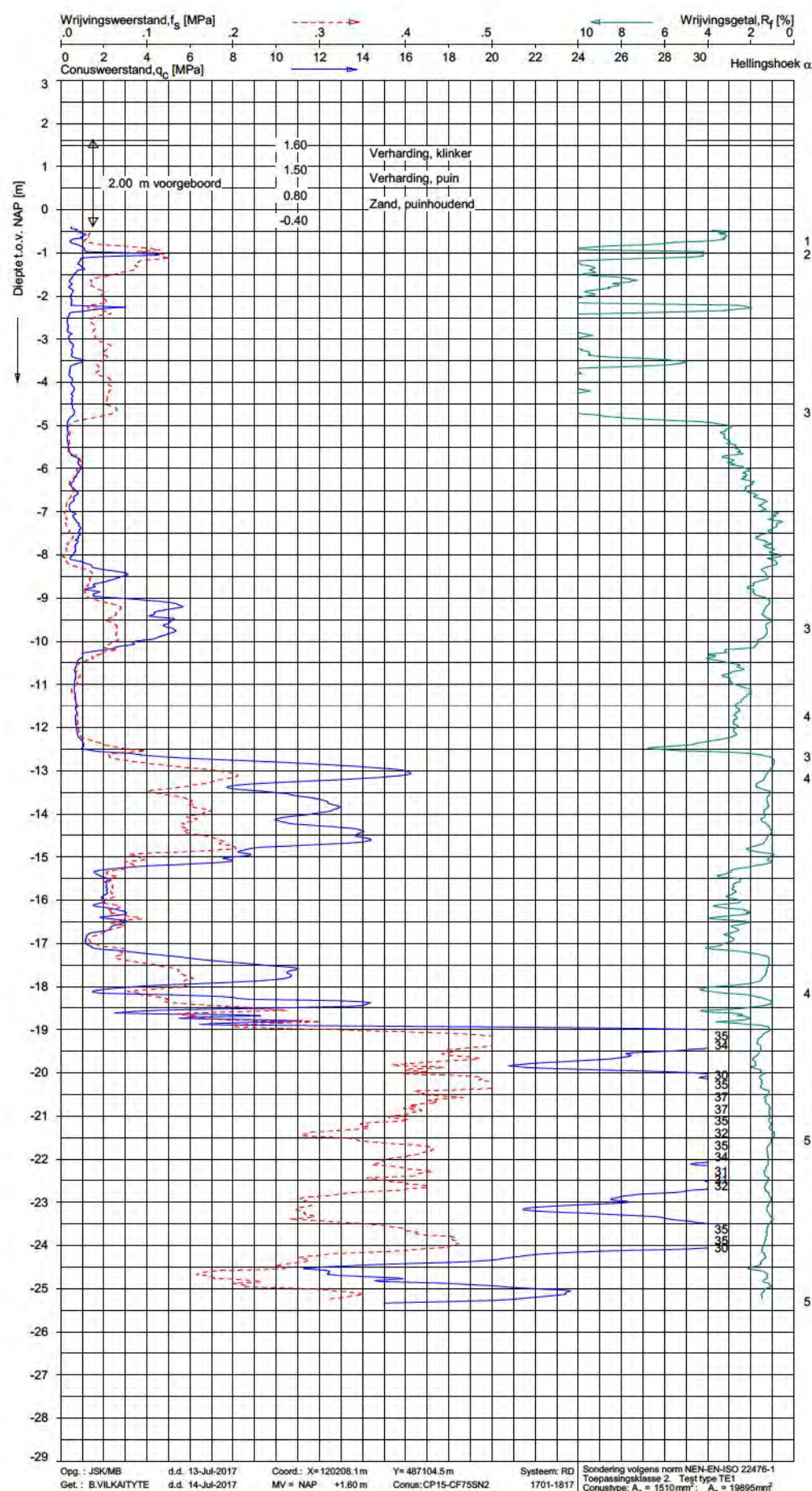
Indicatieve bodembeschrijving
 Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)



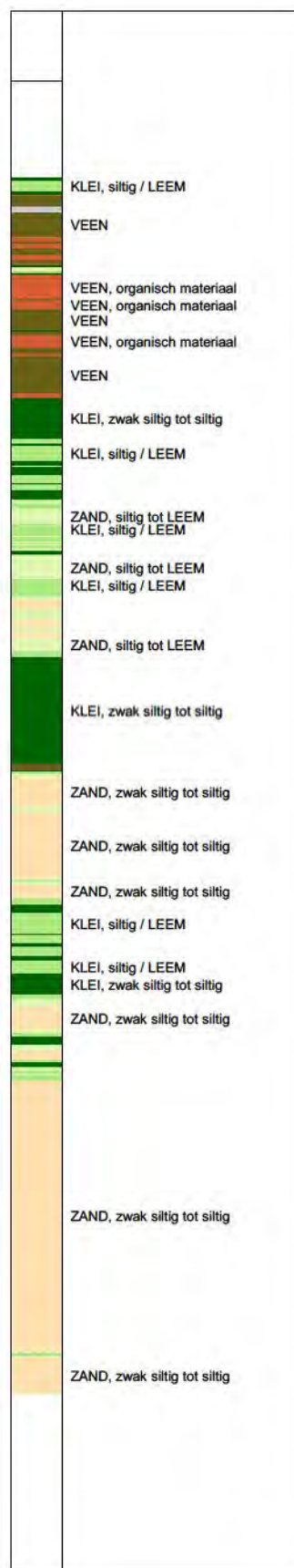
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

GROENMARKT TE AMSTERDAM

Opdr. 1115-0051-100
 Sond. DKM10



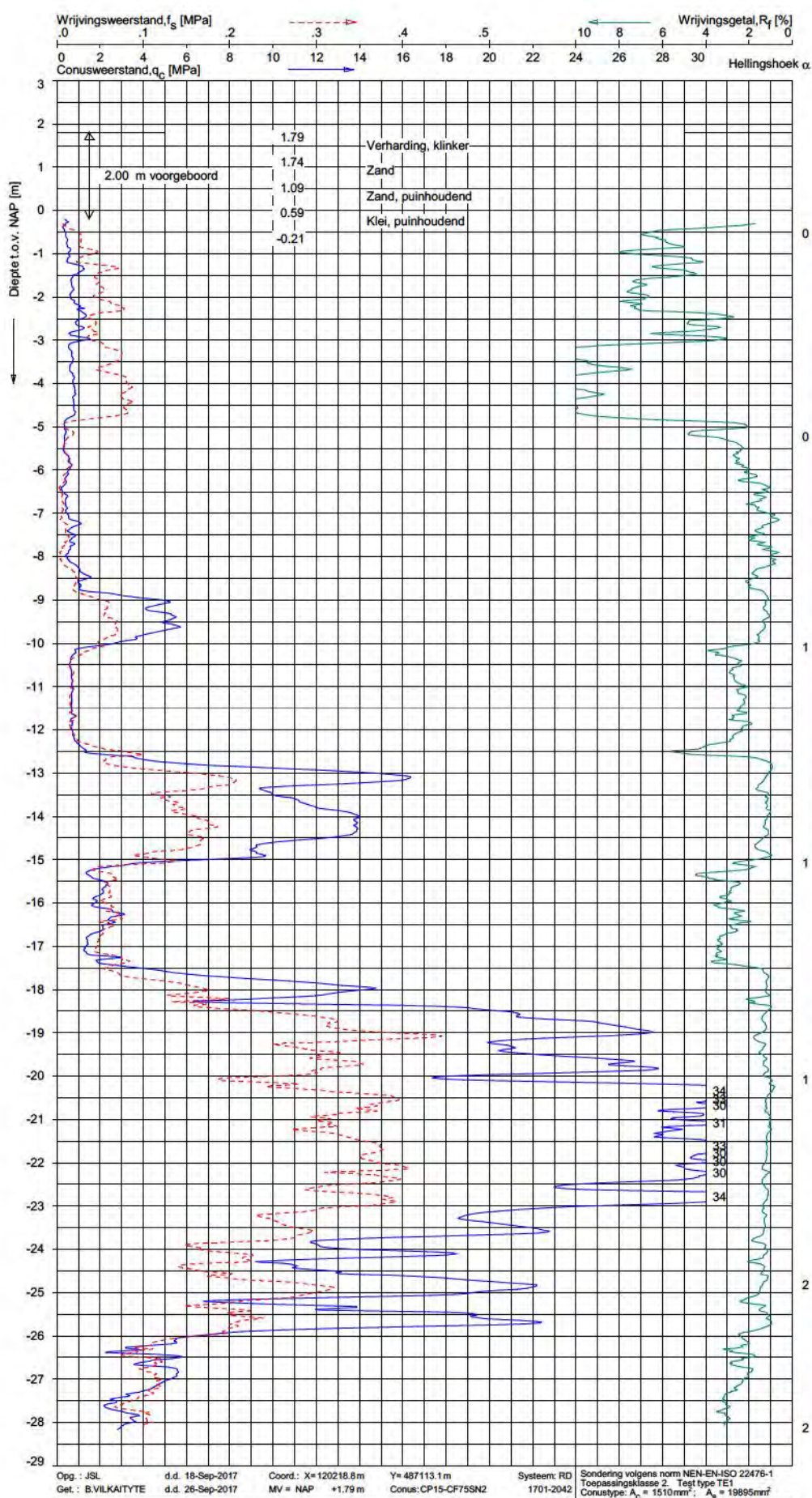
Indicatieve bodembeschrijving
 Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)



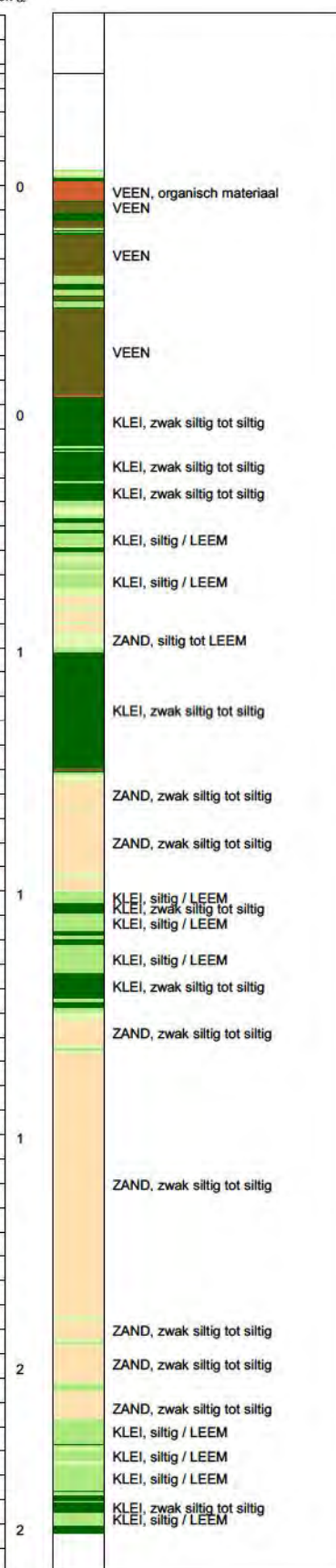
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

GROENMARKT TE AMSTERDAM

Opdr. 1115-0051-100
 Sond. DKM11



Indicatieve bodembeschrijving
 Automatisch gegenereerd uit data
 van de sondering, geldig onder
 grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

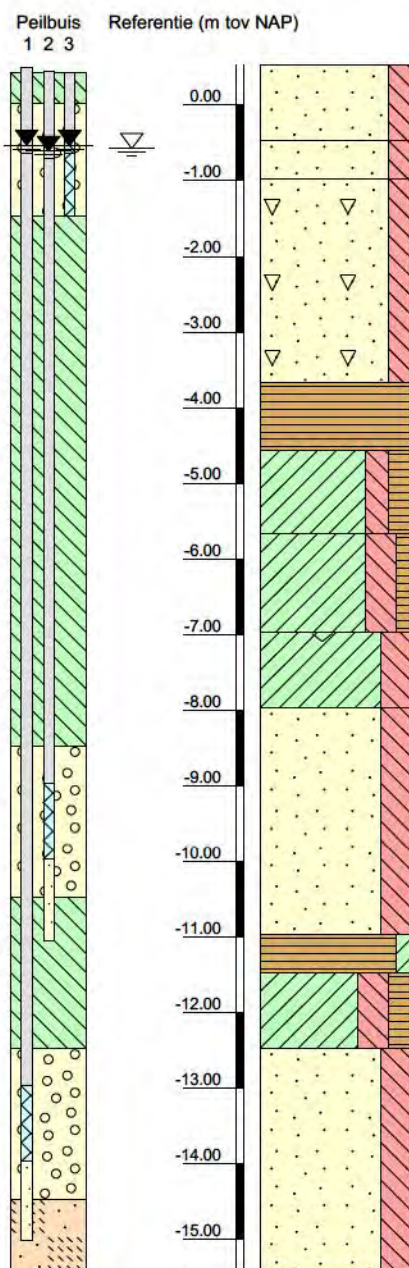
GROENMARKT TE AMSTERDAM

Opdr. 1115-0051-100
Sond. DKM12

Boring: B1

Veldclassificatie

Pagina 1 van 1



Monsternr.

Bodembeschrijving volgens NEN 5104

St1

St2

St3

0.53 tot -0.47 Zand, matig fijn, matig siltig geel

-0.47 tot -0.97 Zand, matig fijn, matig siltig grijs

-0.97 tot -3.67 Zand, matig fijn, matig siltig, sintels, donker grijs

-3.67 tot -4.57 Veen, mineraalarm, matig slap grijs

-4.57 tot -5.67 Klei, matig siltig, matig humeus, slap, resten planten resten grijs

-5.67 tot -6.97 Klei, sterk siltig, zwak humeus, slap grijs

-6.97 tot -7.97 Klei, sterk siltig, slap, sporen schelpen grijs

-7.97 tot -10.97 Zand, zeer fijn, sterk siltig, laagjes klei grijs

-10.97 tot -11.47 Veen, zwak kleilig, matig stevig bruin

-11.47 tot -12.47 Klei, sterk siltig, matig humeus, matig stevig, laagjes zand grijs

-12.47 tot -15.47 Zand, zeer fijn, sterk siltig, laagjes veen grijs

Algemene opmerking:

X: 120143.9

Y: 487102.1

Coördinatenstelsel: RD

GWS (m tov NAP): -0.57

GHG (m tov NAP):

GLG (m tov NAP):

MV (m tov NAP): 0.53

bk PB1 (m tov NAP): 0.49

bk PB2 (m tov NAP): 0.45

bk PB3 (m tov NAP): 0.43

bk PB4 (m tov NAP):

Boorvloestof:

WS PB1 (m tov NAP): -0.53

WS PB2 (m tov NAP): -0.61

WS PB3 (m tov NAP): -0.53

WS PB4 (m tov NAP):

Datum uitvoering: 18-09-2017

Boormeester: ahd

Geclassificeerd door: ahd

BORING VOLGENS NEN-EN-ISO 22475-1

Groenmarkt te Amsterdam

1115-0051-100

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

