

datum

3 april

2018

## Bemalingsadvies

Sloop en nieuwbouw Bankrashof te Amstelveen

**status :** definitief

**versie :** 2

### opdrachtgever

Mos Grondwatertechniek

Bram Bakker

Haarlemmerstraatweg  
149B

1165 MK Halfweg

### Adviseur

Loots Grondwatertechniek

ing. Erik Loots

[erik@lootsgwt.com](mailto:erik@lootsgwt.com)

+31 (0) 6 533 92 188

kenmerk

11830118B.1



## Inhoudsopgave

Inhoudsopgave.....	2
1    Inleiding.....	3
2    Situatieanalyse project .....	4
2.1    Project: afmetingen en fasering .....	4
2.2    Project: bodemopbouw .....	5
2.3    Project: grondwater.....	5
2.4    Project: omgeving .....	6
3    Maatregelen stabiliteit grondwater.....	9
3.1    Maatregelen: verticaal evenwicht .....	9
3.2    Maatregelen: hydraulische grondbreuk.....	11
3.3    Maatregelen: piping .....	11
4    Grondwaterbeheersing implementatie.....	12
4.1    Grondwaterbeheersing: methode .....	12
4.2    Grondwaterbeheersing: omgevingsbeïnvloeding .....	16
4.3    Grondwaterbeheersing: wetgeving, onttrekking en lozing .....	23
5    Aanbevelingen, actieprogramma .....	25
5.1    Risicocheck .....	25
5.2    Aanbevelingen: onderzoek en/of monitoring .....	25
5.3    Aanbevelingen: uitvoering .....	26
5.4    Aanbevelingen: overige raakvlakken.....	27
5.5    Actieprogramma .....	27
Gebruikte literatuur en bronnen.....	28
Bijlage 1 – Algemene voorwaarden rapport .....	29
Bijlage 2 – Methode van bepalen van benodigde data .....	30
Bijlage 3 – (input) Grondwaterberekeningen/-model .....	31
Bijlage 4 – Tekeningen project en omgeving .....	37
Bijlage 5 – Grondonderzoeken .....	38
Bijlage 6 – Grondwater eigenschappen.....	39
Bijlage 7 – zettingsberekening.....	40

# 1 Inleiding

Een ontwerp voor het project “Sloop en nieuwbouw Bankrashof te Amstelveen” is gemaakt door Bartels en UBA bouw. Door het toepassen van een tijdelijke grondwaterstand verlaging wordt het mogelijk een bestaande kelder te slopen en een nieuwe kelder met een goede fundering en levensduur aan te leggen.

Bij het toepassen van een bemaling wenst de opdrachtgever duidelijkheid op het gebied van geotechniek en grondwater: namelijk hoe de grondwaterstand verlaagd zou worden en welke consequenties dat zou hebben voor de omgeving en welke overheidsnormen van toepassing zijn bij deze werkwijze. Helderheid op deze punten is van belang, de opdrachtgever wenst in februari dit jaar een verantwoorde beslissing over de bouw- en sloopwerkzaamheden 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.

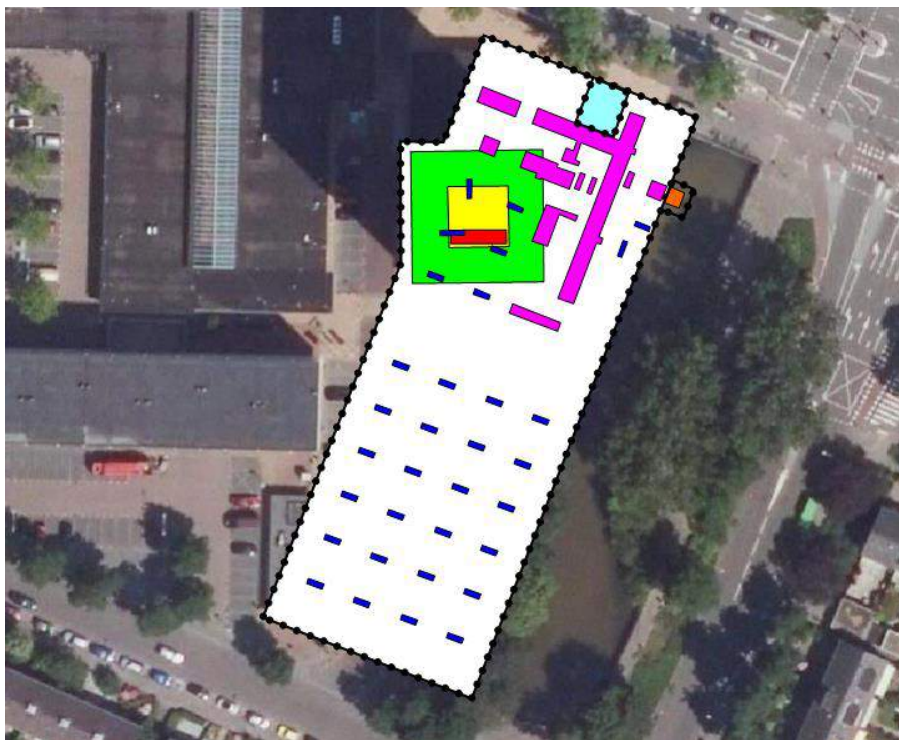
## 2 Situatieanalyse project

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 bouwputbodem is gekozen om de grondwaterstand tot 0,3 m onder ontgravingsniveau te verlagen.



Figuur 1 – bovenaanzicht sloop- en bouwwerkzaamheden

Tabel 2.1

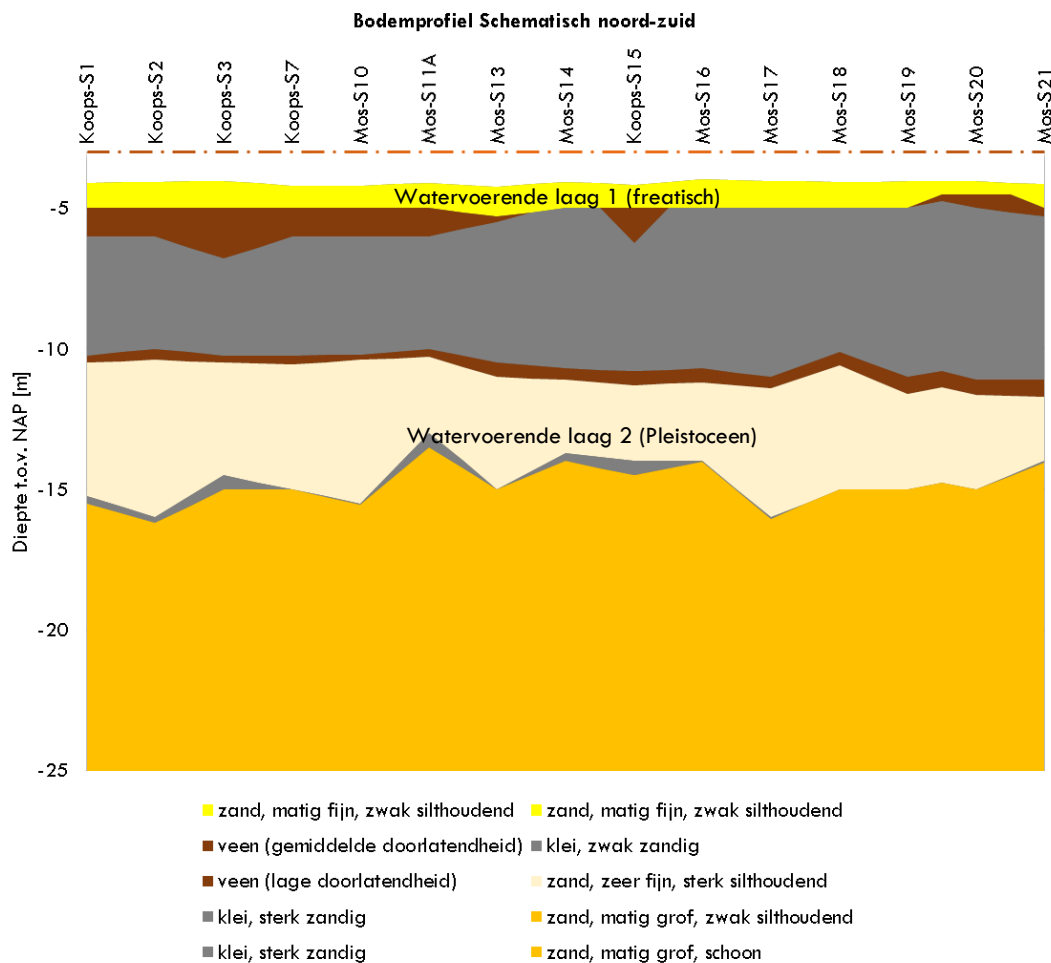
objecten omschrijving	lengte [m]	breedte [m]	ontgravings- diepte [m+NAP]	damwand punt [m+NAP]	bemalings- duur	Kleur in figuur 1
sloop kelder	22.5	22.5	-6.7	-19	30 dagen	groen
sloop kern hoogbouw	10.5	10.5	-7.13	-19	15 dagen	geel
sloop liftputten	8	3	-8.13	-19	15 dagen	rood
bouw onderkant kelder	105	38~45	-7.95	-19	180 dagen	wit
bouw poer smal	3	1	-8.73	-19	30 dagen	donkerblauw
bouw poer breed	3~35	3	-8.73	-19	30 dagen	paars
bouw liftput	8	7	-9.6	-19	30 dagen	lichtblauw
bouw poer extern	5	4	-8.73	-19	30 dagen	oranje

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.



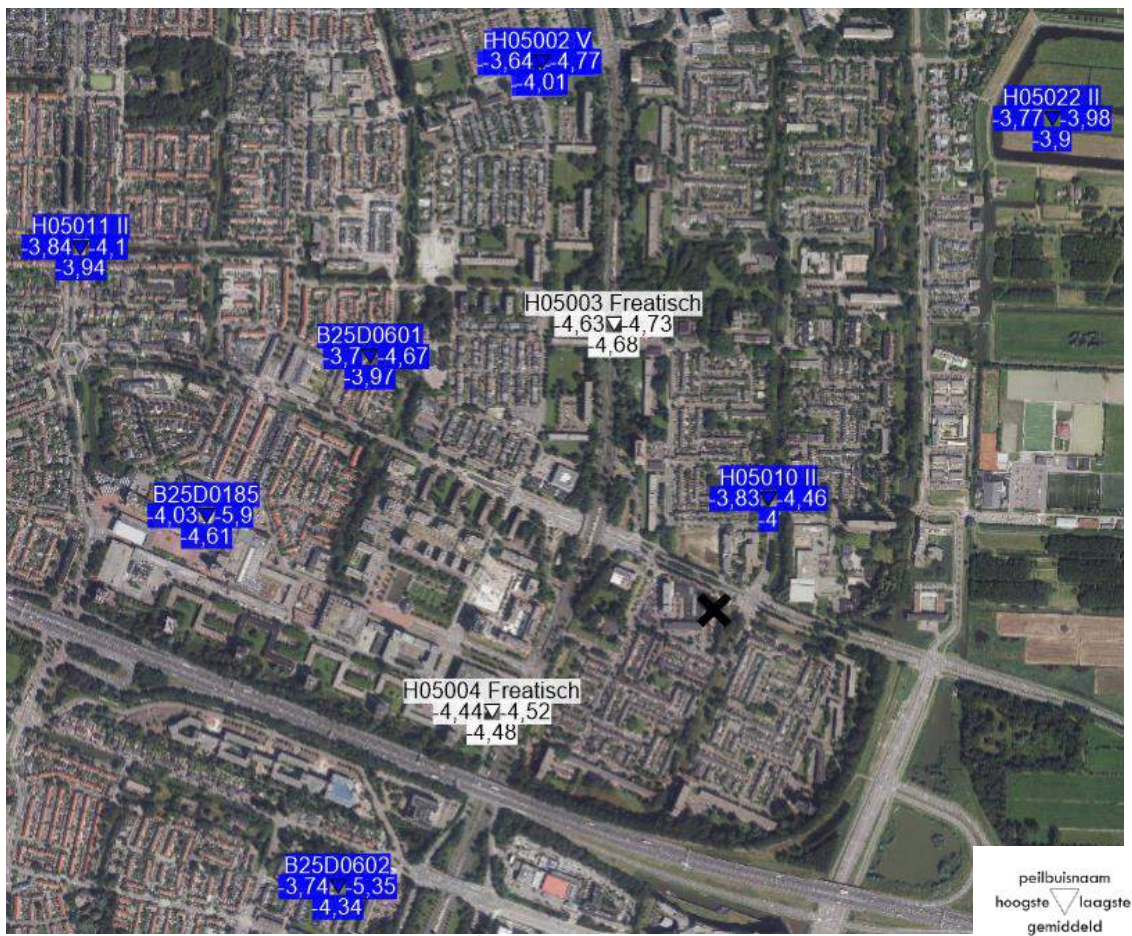
In bijlage 5 zijn (enkele) bodemonderzoeken toegevoegd.

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





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

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

- Rekenwaarde grondwaterstand watervoerende laag 1 is bepaald met H05003. De gemiddelde grondwaterstand is NAP – 4,68 m. De grondwaterstand fluctueert tussen NAP – 4,3 m en NAP – 5,1 m (fluctuatie ingeschat wegens korte meetreeks);
- Waterpeil sloot is gelijk aan circa NAP – 5,3 m (grondwaterstand watervoerende laag 1 is hoger naar verwachting);
- Rekenwaarde grondwaterstand watervoerende laag 3 is bepaald met H05010II. De gemiddelde grondwaterstand is NAP – 4 m. De grondwaterstand fluctueert tussen NAP – 3,83 m en NAP – 4,46 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 1000 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”: rondom zijn de belendingen aangelegd na 1960. De dichtstbijzijnde vooroorlogse belending is op 1200 m afstand;
- Tekening 2 “Grondwatergebruikers”: diverse grondwatergebruikers aanwezig (vanaf circa 250 m afstand)
- Tekening 3 “Natuur (natura-2000)”: geen natuurgebied nabij, wel enkele parken en/of boomrijke gebieden vanaf 50 m (sloot tussen project en bomen);
- Tekening 4 “(Archeologische) monumenten”: dichtstbijzijnde rijksmonument op 1100 m afstand;
- Tekening 5 “Algemene kaart (top 10 NL)”: gelegen in de bebouwde kom van Amstelveen, afstand tot oppervlaktewater is gelijk aan 0 m (of 14 m bij sloopwerkzaamheden);
- Tekening 6 “Landbouw in omgeving”: geen landbouwgrond met gewassen binnen 1000 m straal;
- Tekening 7 “Bodemloket (verontreinigingen bodem)”: geen bijzonderheden op bodemloket.



### 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.

##### **Beschouwing verticaal evenwicht eerste opbarstniveau NAP – 10,3 m à NAP – 11,7 m**

Het opbarstniveau zakt richting het zuiden, dit betekent dat de bodemopbouw ten aanzien van verticaal evenwicht gunstiger is ten zuiden. Per onderdeel is bepaald welke kritieke grondwaterstand geldt.

##### Sloopwerkzaamheden

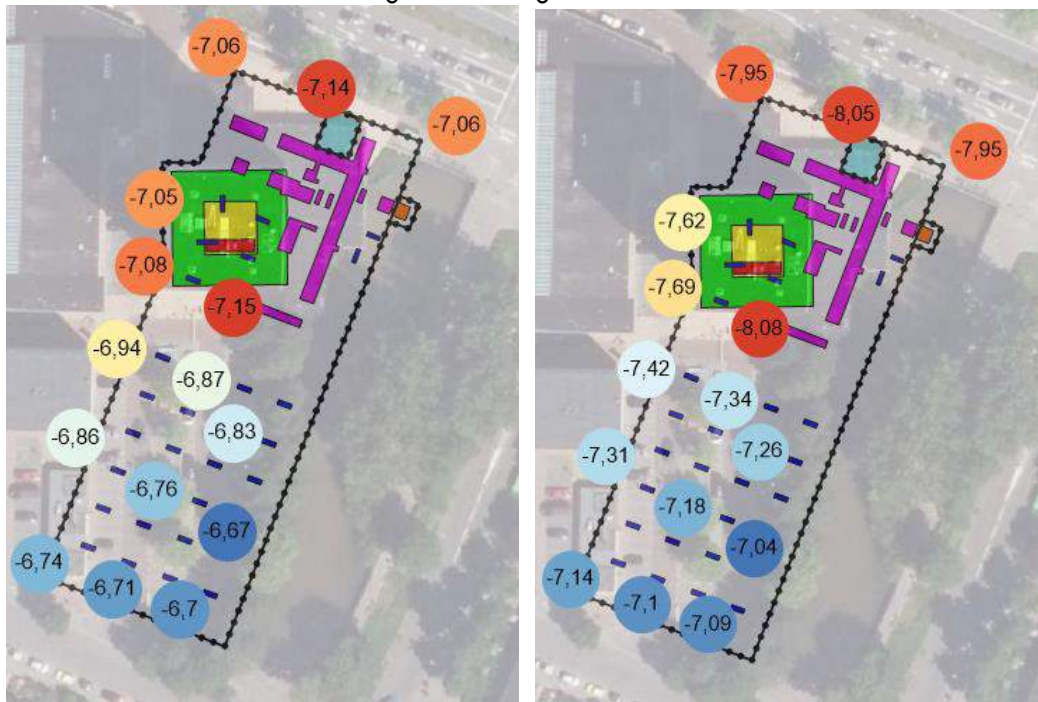
- Bij de sloop van de kelder tot de onderkant vloer NAP – 6,7 m is de kritieke grondwaterstand gelijk aan NAP – 5,3 m. De verwachte grondwaterstand is NAP – 4 m (maximum is NAP – 3,83 m). Er zijn maatregelen benodigd. De kelder kan worden gesloopt (zonder maatregelen) tot en met bovenkant vloer mits onderkant van de vloer 15 kN/m<sup>2</sup> opwaartse druk kunnen weerstaan;
- Bij de sloop van de kern hoogbouw tot NAP – 7,13 m is de kritieke grondwaterstand gelijk aan NAP – 5,88 m. De verwachte grondwaterstand is NAP – 4 m (maximum is NAP – 3,83 m). Er zijn maatregelen benodigd. De kelder kan worden gesloopt (zonder maatregelen) tot en met bovenkant kern mits de onderkant van de kern 20,5 kN/m<sup>2</sup> opwaartse druk kan weerstaan;
- Bij de sloop van de liftput tot NAP – 8,13 m is de kritieke grondwaterstand gelijk aan NAP – 6,95 m. De verwachte grondwaterstand is NAP – 4 m (maximum is NAP – 3,83 m). Er zijn maatregelen benodigd. De liftput kan worden gesloopt (zonder maatregelen) tot en met bovenkant liftput mits de onderkant van de liftput 31,2 kN/m<sup>2</sup> opwaartse druk kan weerstaan.

##### Nieuwbouw werkzaamheden

- Ontgraven tot onderkant nieuwe kelder, ontgravingsniveau NAP – 7,95 m: de kritieke grondwaterstand is gelijk aan NAP – 7,15 m. De verwachte grondwaterstand is NAP – 4 m (maximum is NAP – 3,83 m). Er zijn maatregelen benodigd.
- Ontgraven tot onderkant smalle poeren (sleufbodem 1 m breed en talud 1:1), ontgravingsniveau NAP – 8,73 m: de kritieke grondwaterstand is gelijk aan NAP – 7,34 m. De verwachte grondwaterstand is NAP – 4 m (maximum is NAP – 3,83 m). Er zijn maatregelen benodigd.
- Ontgraven tot onderkant brede poeren (sleufbodem 3 m breed en talud 1:1), ontgravingsniveau NAP – 8,73 m: de kritieke grondwaterstand is gelijk aan NAP – 7,94 m. De verwachte grondwaterstand is NAP – 4 m (maximum is NAP – 3,83 m). Er zijn maatregelen benodigd.
- Ontgraven tot onderkant liftput (sleufbodem 7 m breed, binnen damwand en talud 1:0), ontgravingsniveau NAP – 9,6 m: de kritieke grondwaterstand is gelijk aan NAP – 9,4 m. De verwachte grondwaterstand is NAP – 4 m (maximum is NAP – 3,83 m). Er zijn maatregelen benodigd.
- Ontgraven tot onderkant poer extern (sleufbodem 3 m breed en talud 1:1), ontgravingsniveau NAP – 8,73 m: de kritieke grondwaterstand is gelijk aan NAP – 8,13 m. De verwachte grondwaterstand is NAP – 4 m (maximum is NAP – 3,83 m). Er zijn maatregelen benodigd.

### Effect variabel opbarstniveau

Richting het zuiden is het opbarstniveau dieper gelegen. Dit betekent dat ter voorkoming van opbarsten minder verlaging noodzakelijk is om opbarsten te voorkomen. In de onderstaande figuren zijn twee situaties weergegeven. In de cirkels staat de kritieke grondwaterstand volgens de betreffende sondering, de blauwe cirkels betreffen een gunstige kritieke grondwaterstand en de rode cirkels betreffen de laagste kritieke grondwaterstanden.



Figuur 4 – links = kritieke grondwaterstand bij ontgraven tot onderkant keldervloer, rechts= kritieke grondwaterstand bij aanleg poeren (breed en smal)

### Conclusie

Bij de bovenste helft (noordzijde) van de projectlocatie is de kritieke grondwaterstand tijdens de werkzaamheden het meest kritiek.

In tabel 3.1 zijn de eigenschappen per onderdeel samengevat. Weergegeven is het ontgravingsniveau, de kritieke grondwaterstand, de gemiddeld hoogste grondwaterstand (ghg) en de gekozen maatregel.

verticaal evenwicht 1	ontgravingsdiepte [m+NAP]	kritieke gws [m+NAP]	ghg [m+NAP]	maatregel
sloop kelder	-6.7	-5.3	-3.83	Spanningsbemaling, start voordat bestaande constructie omhoog geduwd kan worden (berekening constructeur)
sloop kern hoogbouw	-7.13	-5.88	-3.83	Spanningsbemaling, start voordat bestaande constructie omhoog geduwd kan worden (berekening constructeur)
sloop liftputten	-8.13	-6.95	-3.83	Spanningsbemaling, start voordat bestaande constructie omhoog geduwd kan worden (berekening constructeur)
bouw onderkant kelder	-7.95	-6.67 ~ -7.15	-3.83	Spanningsbemaling, noodzakelijk indien maaiveld in de bouwput lager is dan NAP - 5,5 m
bouw poer smal	-8.73	-7.04 ~ -7.34	-3.83	Spanningsbemaling
bouw poer breed	-8.73	-7.95 ~ -8.08	-3.83	Spanningsbemaling
bouw liftput	-9.6	-9.41	-3.83	Onderwaterbeton
bouw poer extern	-8.73	-8.13	-3.83	Spanningsbemaling

### 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 maaiveld­daling.

#### Conclusie

Omdat verticale (dam)wanden worden toegepast is een controle op hydraulische grondbreuk uitgevoerd. Uit dit onderzoek blijkt dat damwanden tot en met NAP – 11 m noodzakelijk zijn (uitgangspunt voorkomen opbarsten).

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 (maaiveld­daling mogelijk in de omgeving).

#### Conclusie

Piping kan mogelijk optreden door de aanwezigheid van oppervlaktewater, zie tekening 5 in bijlage 4. Kans op piping is echter laag, dit doordat watervoerende laag 1 waarschijnlijk niet aanwezig is tussen bouwput en oppervlaktewater. 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.

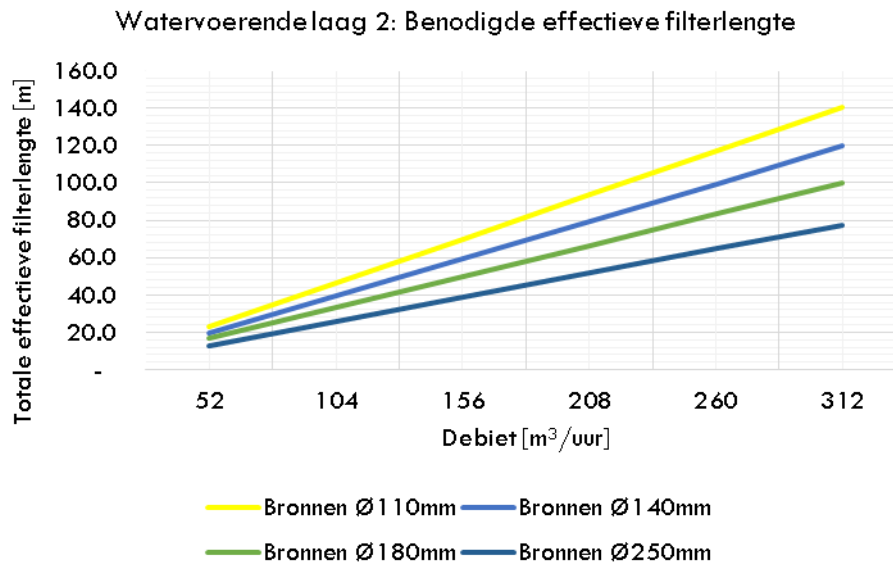
#### **Methode van bemalen**

De bemaling bestaat uit een freatische bronbemaling in watervoerende laag 1, waarbij gebruik gemaakt wordt van horizontale drains, verticale bemaling en/of open bemaling. Een maximale afstand van 10 m tussen de bemalingselementen in watervoerende laag 1 wordt aanbevolen. In watervoerende laag 2 is een spanningsbemaling noodzakelijk. De spanningsbemaling bestaat uit tenminste 14 deepwellbronnen (waarvan 2 in het midden van het noordelijke deel van de put), waarbij gerekend wordt met een omstorting van 0,1 m rondom de bronnen. Daarnaast wordt een retourbemaling aangebracht in watervoerende laag 2, direct boven het filtratiegebied wordt een kleiomstoring toegepast (uitgangspunt).



Figuur 5 - locatie retourbemaling (wit),

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



### Modelberekening

Er wordt benadrukt dat de berekende debieten (onttrekking en retour) prognoses betreffen op basis van geschatte parameters, afgeleid van het REGIS II model ([www.dinoloket.nl](http://www.dinoloket.nl)). Gerekend is met een transmissiviteit van  $1800 \text{ m}^2/\text{dag}$  in watervoerende laag 2 (boven NAP – 70 m) en  $5000 \text{ m}^2/\text{dag}$  voor de watervoerende lagen (boven NAP – 185 m). Voor de debietsberekening zijn de bemalingselementen tot NAP – 20 m geplaatst (transmissiviteit  $100 \text{ m}^2/\text{dag}$  ter hoogte van de bronnen), dieper plaatsen van bemalingselementen zal het debiet verhogen. De damwanden zijn geplaatst tot NAP – 19 m in het model. De retourbronnen zijn geplaatst met een filtratie beneden NAP – 20 m, de transmissiviteit van de bodem bij de retourbronfilters in het model is  $180 \text{ m}^2/\text{dag}$ .

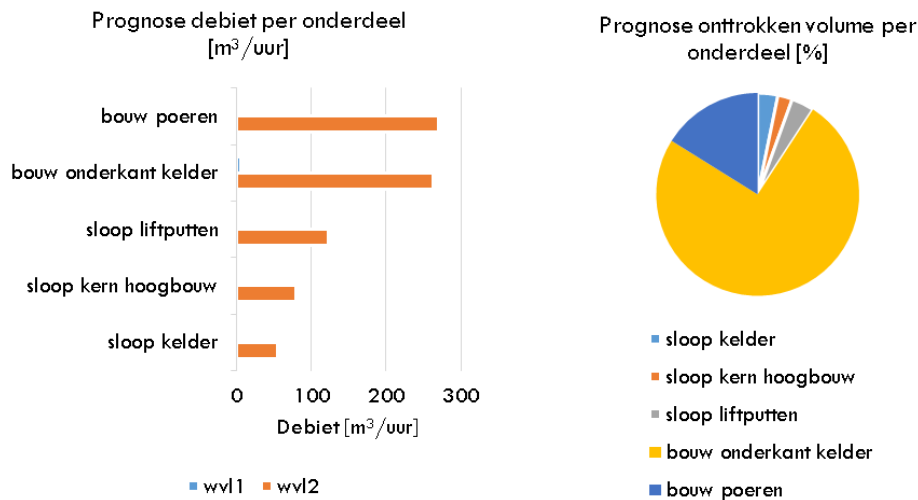
### Debiet

Het debiet is ingeschat op circa  $50 \sim 130 \text{ m}^3/\text{uur}$  tijdens de sloopwerkzaamheden, tijdens de sloop wordt er  $110.000$  tot  $120.000 \text{ m}^3$  onttrokken (bemalingsperiode 60 dagen). Na de sloop wordt ter plaatse van de kelder aangevuld met grond (ter voorkoming van opbarsten), vervolgens zal de spanningsbemaling tijdelijk niet noodzakelijk zijn, in deze periode is een freatische (open bemaling) van toepassing (debiet  $< 1 \text{ m}^3/\text{uur}$ ).

Het debiet is ingeschat op circa  $220 \sim 270 \text{ m}^3/\text{uur}$  tijdens de ontgraving tot onderkant keldervloer (bij optimalisatie bronlocaties. Het debiet is ingeschat op circa  $275 \sim 325 \text{ m}^3/\text{uur}$  tijdens de ontgraving tot onderkant poeren (bij optimalisatie bronlocaties). Bij een uitvoeringsperiode van 26 weken voor de bouw van de kelder is het totaalvolume  $1.350.000 \text{ m}^3$ . Het totaalvolume van de sloop en bouw wordt ingeschat op circa  $1.470.000 \text{ m}^3$ . In de onderstaande figuren kan worden afgelezen welke hoeveelheden verwacht worden per onderdeel. Zie bijlage 3 voor berekening details.

Het debiet is zoveel mogelijk gereduceerd door optimalisatie locatie (X, Y en diepte) van de bronnen en retourbemaling.





### Lozing en retourbemaling

Het doel is zoveel mogelijk grondwater retourneren in de bodem in het retourveld. Tijdens de sloopwerkzaamheden kan naar verwachting 100% van het onttrokken grondwater worden geretourneerd. Tijdens de bouw van de poeren en onderkant kelder kan circa 65% ~ 70% van het onttrokken grondwater worden geretourneerd. Het deel welke niet geretourneerd kan worden (gemiddeld circa 90 m³/uur) zal worden geloosd (of er wordt gebruik gemaakt van een tweede retourveld van de reeds vergunde bemaling "Klaasje Zevensterstraat").

#### chloride

Uit kaart DANK008a, Deltares (2-4-2015) is het zoet-brak grensvlak afgeleid. Op de projectlocatie is deze op 50~100 m minus maaiveld. Gerekend wordt met een zoet-brak grensvlak op NAP – 60 m. Uit de waterbalans wordt afgeleid dat 10% brak grondwater (1000mg/L) toestroomt bij de bemaling onder de bouwput. Dit is 10 m³/uur van de 100 m³/uur verticale toestroom onder de bouwput. Bij een oppervlakte van 4000 m² is het 0,06 m/dag (bij porositeit 0.25 is de effectieve opwaartse snelheid 0,24 m/dag. De bronnen zijn tot NAP – 20 m, ofwel de afstand tussen onderkant bronnen en het zoet-brak vlak is 40 m. Naar verwachting bereikt het brakke grondwater de bronnen na  $40/0,24 = 167$  dagen. Daarna neemt het chloridegehalte toe. Bij een gemiddeld chloridegehalte van 150 mg/L initieel zal het chloride gehalte stijgen naar uiteindelijk 235 mg/L. Naar verwachting is het chloridegehalte acceptabel.



Figuur 6 - locatie lozing (kruis) en retourbemaling (wit gearceerde lijn)

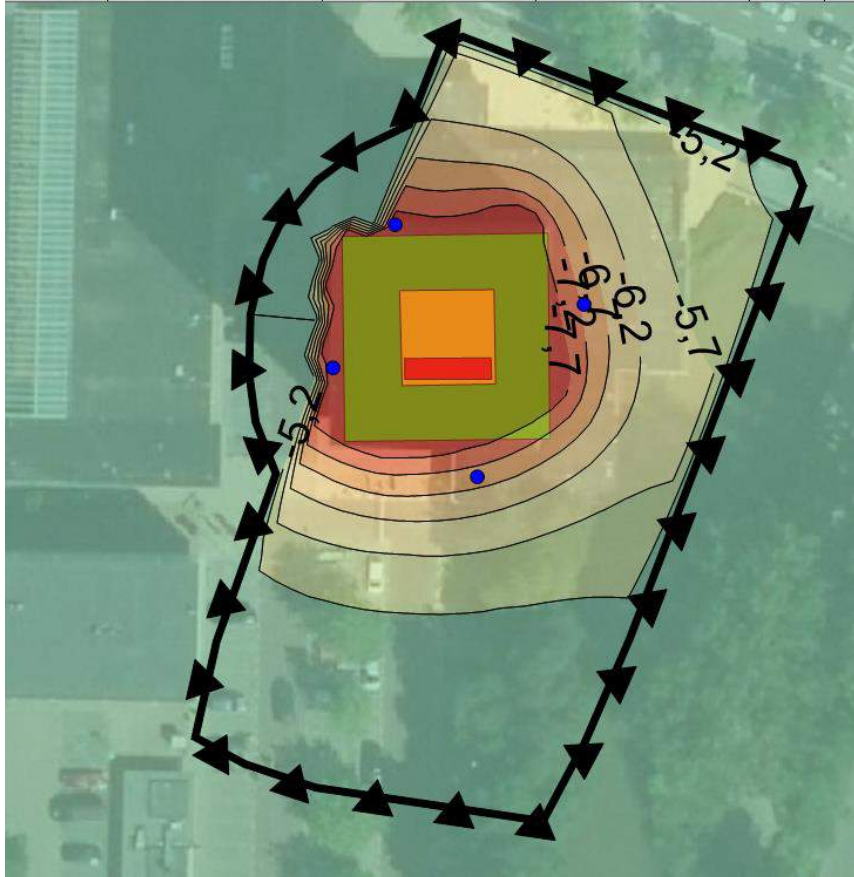
#### ijzer

De concentratie opgelost ijzer is onbekend. Opdrachtgever dient rekening te houden met mogelijk ontijzering maatregelen. Een grondwaterkwaliteit onderzoek zal meer duidelijkheid geven.

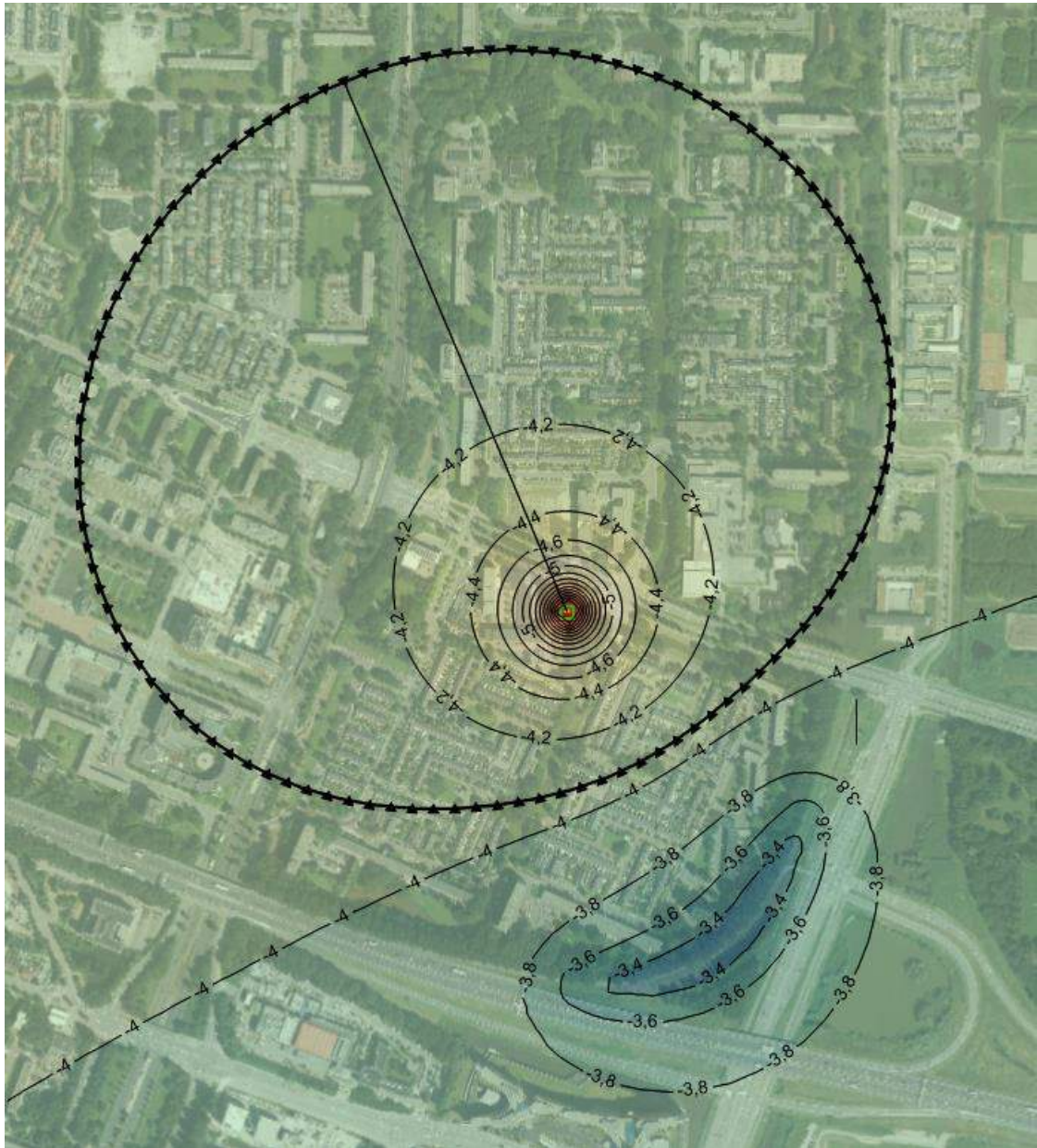
## 4.2 Grondwaterbeheersing: omgevingsbeïnvloeding

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.

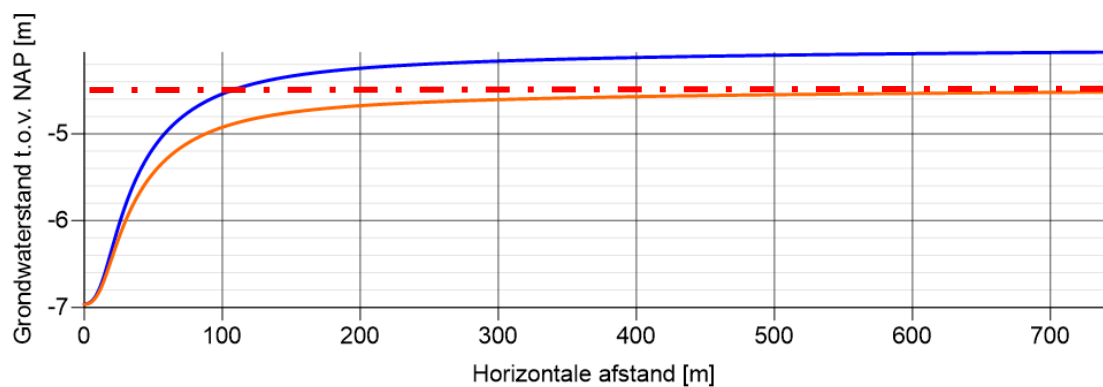
### Sloopwerkzaamheden



Figuur 7 – grondwaterstand [m+NAP] freatisch (watervoerende laag 1) na 60 dagen bemalen (blauwe punten zijn bronnen spanningsbemaling in model)



Figuur 8 - grondwaterstand [m+NAP] (watervoerende laag 2) na 60 dagen bemalen

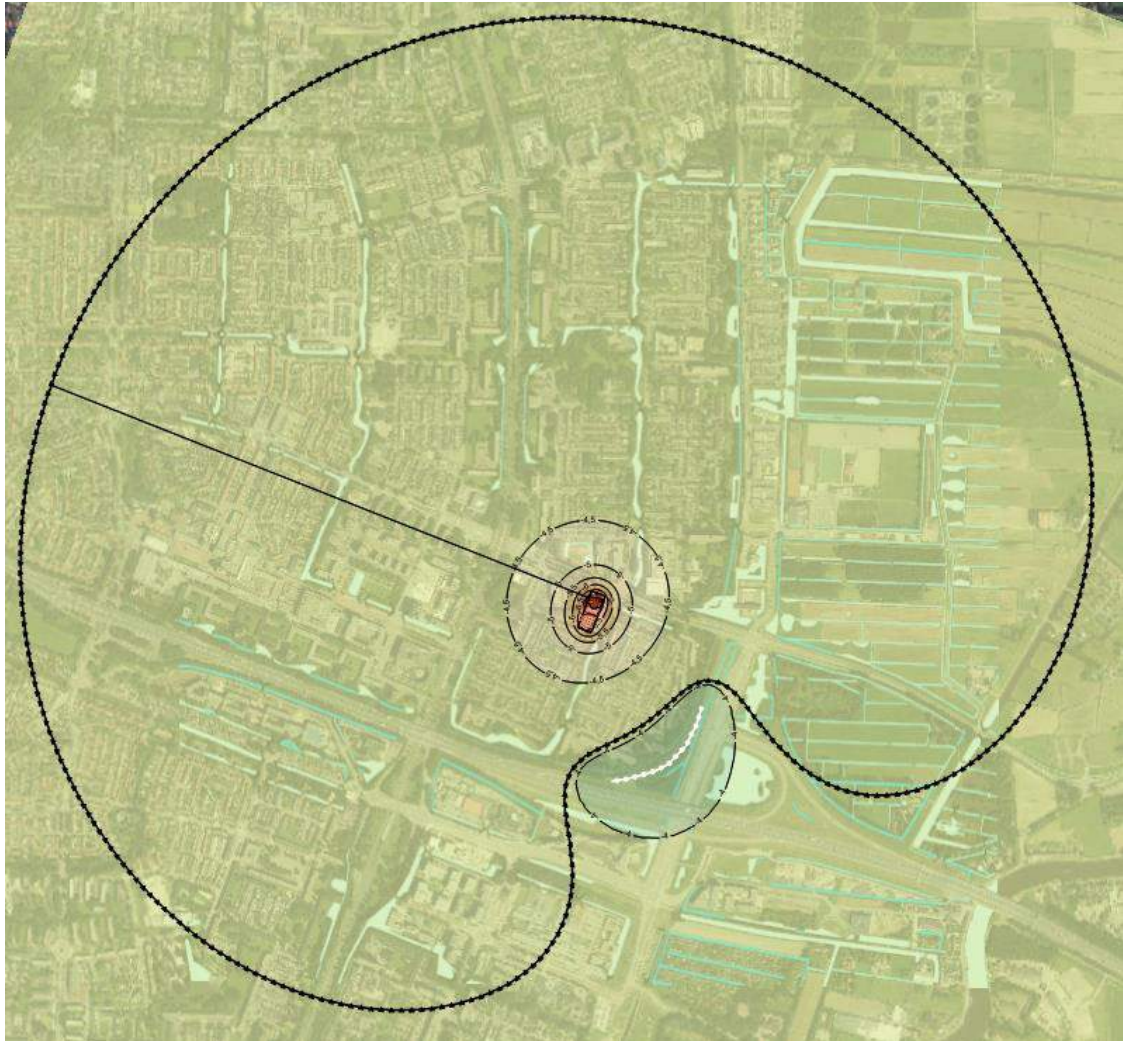


In de bovenstaande grafiek staat de grondwaterstand van de bemaling van het tracé in figuur 7 weergegeven. De blauwe lijn betreft de verwachte verlaging na 60 dagen bemalen en de oranje lijn betreft de verlaging na 60 dagen bemalen in een extreem droge periode.

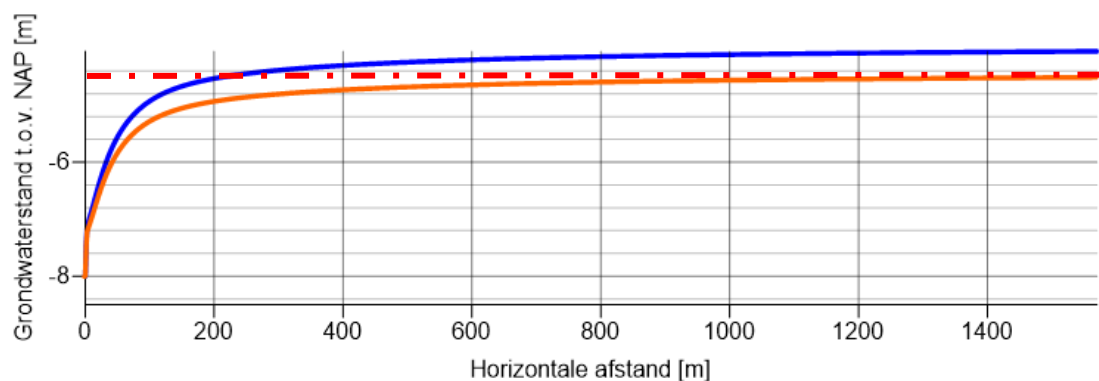


De rode lijn NAP – 4,46 m is de gemiddeld laagste grondwaterstand (glg), deze waarde is bepaald met behulp van peilbuis H05010II. Gesteld wordt dat verlagingen kleiner dan 0,05 m in figuur 4 en boven de glg niet schadelijk zijn bij de korte bemalingsperiode. Verwacht wordt een maaiveldddaling ten gevolge van de spanningsbemaling binnen 100 m straal. Verwacht wordt een maaiveldddaling ten gevolge van de freatische bemaling aan westzijde binnen 5 m afstand van de damwand.

### Spanningsbemaling bouw poeren (watervoerende laag 2)

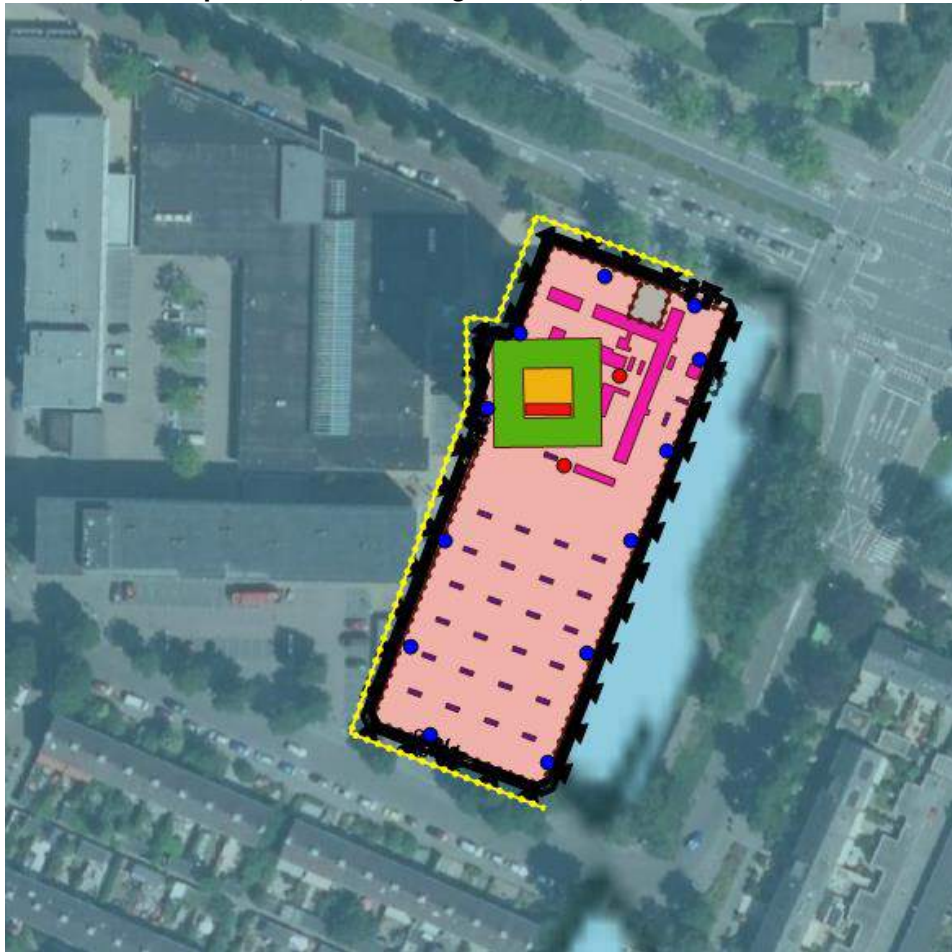


Figuur 9 - grondwaterstand [m+NAP] (watervoerende laag 2) na 30 dagen bemalen



In de bovenstaande grafiek staat de grondwaterstand van de bemaling van het tracé in figuur 9 weergegeven. De blauwe lijn betreft de verwachte verlaging na 30 dagen bemalen en de oranje lijn betreft de verlaging na 30 dagen bemalen in een extreem droge periode. De rode lijn NAP – 4,46 m is de gemiddeld laagste grondwaterstand (glg), deze waarde is bepaald met behulp van peilbuis H05010II. Gesteld wordt dat verlagingen kleiner dan 0,05 m in figuur 4 en boven de glg niet schadelijk zijn bij de korte bemalingsperiode. Verwacht wordt een maaiveldddaling ten gevolge van de spanningsbemaling binnen 220 m straal.

#### Bouw kelder en poeren (beschouwing freatisch)

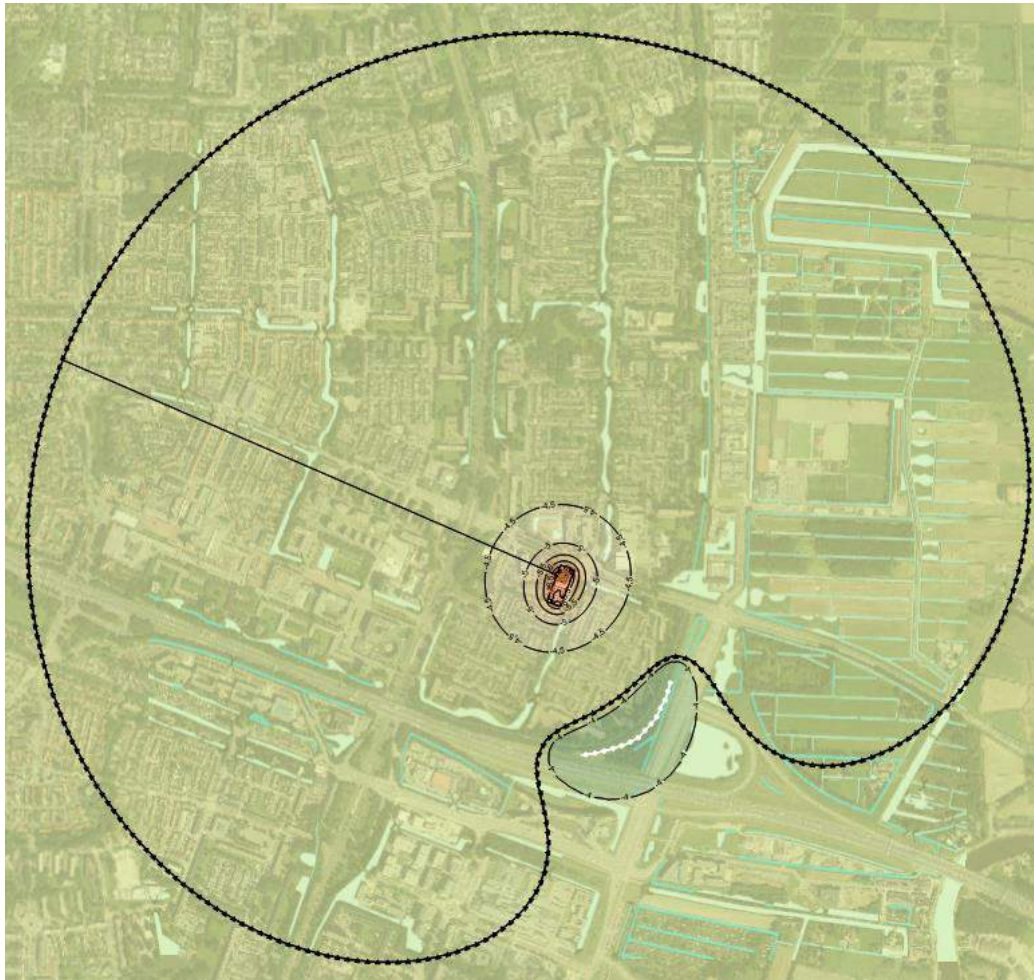


Figuur 10 – grondwaterstand [m+NAP] freatisch (watervoerende laag 1) na 210 dagen bemalen (blauwe punten zijn bronnen spanningsbemaling in model, rode punten zijn spanningsbemaling bronnen welke alleen bij sloop en poeren worden ingezet). De gele lijn betreft een infiltratiedrain welke bij lage grondwaterstanden buiten de bouwkuip gevoed wordt met grondwater

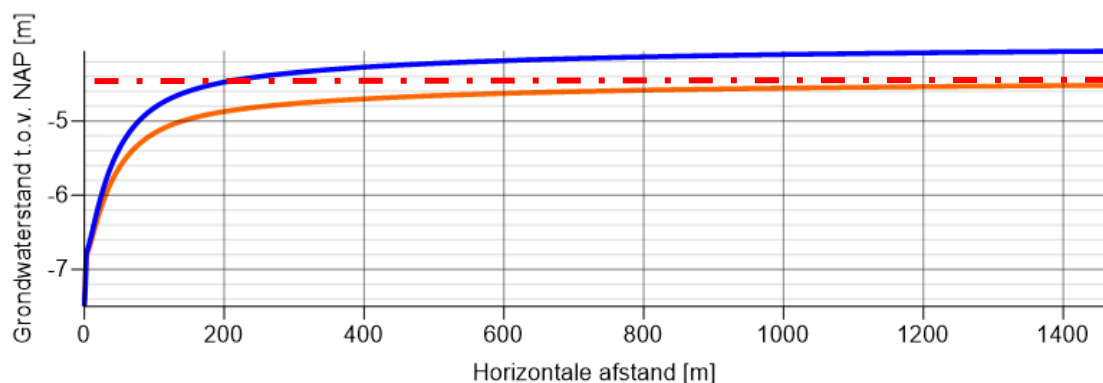
Verwacht wordt een grondwaterstand van NAP – 5,1 m of hoger buiten de bouwput. NAP – 5,1 m is de gemiddeld laagste grondwaterstand (glg), deze waarde is bepaald met behulp van peilbuis H05003. Gesteld wordt dat verlagingen kleiner dan 0,05 m in figuur 10 en boven de glg niet schadelijk zijn. Verwacht wordt geen maaiveldddaling ten gevolge van de freatische bemaling, echter in een droge periode (extreem lage natuurlijke grondwaterstand) is een zakking beneden de glg mogelijk. In figuur 10 is een infiltratiedrain opgenomen (gele lijn), deze drain moet worden gevoed bij een zakking van de grondwaterstand beneden NAP – 5,1 m. Monitoring is gewenst, daarbij zal een grondwater infiltratie toegepast worden indien de grondwaterstand zakt beneden NAP – 5,1 m buiten de bouwput.



### Spanningsbemaling bouw kelder (watervoerende laag 2)



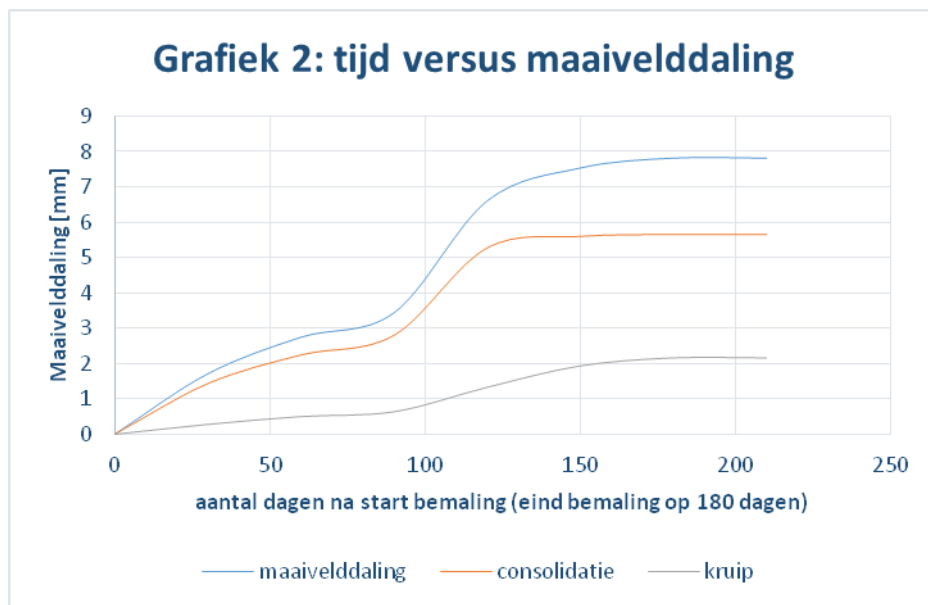
Figuur 11 - grondwaterstand [m+NAP] (watervoerende laag 2) na 210 dagen bemalen



In de bovenstaande grafiek staat de grondwaterstand van de bemaling van het tracé in figuur 10 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 - 4,46 m is de gemiddeld laagste grondwaterstand (glg), deze waarde is bepaald met behulp van peilbuis H05010II. Gesteld wordt dat verlagingen kleiner dan 0,05 m in figuur 4 en boven de glg niet schadelijk zijn bij de korte bemalingsperiode. Verwacht wordt een maaiveldddaling ten gevolge van de spanningsbemaling binnen 200 m straal.

### Berekening maaiveldddaling direct buiten de bouwput

Bij een stijghoogte van NAP – 6,2 m is de maaiveldddaling bepaald, deze stijghoogte wordt verwacht op circa 25 m afstand van de damwand. In bijlage 7 is de berekening maaiveldddaling opgenomen (inclusief toelichting). Verwacht wordt totaal 7.8 mm maaiveldddaling (waarvan primair = 5.6 mm). Prognose maaiveldddaling (na uitschakelen bemaling en herstel waterdruk) = 2.2 mm. In de onderstaande grafiek is de verwacht tijd versus maaiveldddaling weergegeven. Door het niet overschrijden van voorbelasting grenzen is de maaiveldddaling gedurende de eerste 90 dagen beperkt, na deze periode neemt de snelheid van maaiveldddaling toe voor circa 1 maand (waarna stabilisatie van zakking optreedt). Het moment dat de voorbelastinggrens wordt overschreden wordt ingeschat op 60 à 120 dagen na start van de bemaling.



### Effect op belendingen

De maaiveldddaling voor dit project is bepaald er wordt een maaiveldddaling verwacht van circa 8 mm (op 25 m afstand) na 210 dagen bemalen. Vanaf 200 m afstand wordt er geen maaiveldddaling verwacht.

De belendingen binnen het gebied waar maaiveldddaling zal optreden zijn gebouwd na 1960. Deze belendingen zijn gefundeerd op een moderne paalfundering naar verwachting (controle gewenst). Verwacht wordt dat de panden op betonpalen gefundeerd 0% tot 20% zakking ondergaan van de rekenkundige maaiveldzetting, dit omdat beton palen (in verhouding tot houten palen) minder gevoelig zijn voor negatieve kleef. Volgens de SBR273.98 richtlijn ontstaat architectonische schade (bij gemiddelde bouwstaat) vanaf 6 mm gebouwszakking, omdat het een paalfundering betreft is deze waarde gereduceerd met 30%, ofwel 4 mm. Volgens de SBR273.98 richtlijn ontstaat constructieve schade (bij gemiddelde bouwstaat) vanaf 12 mm gebouwszakking, omdat het een paalfundering betreft is deze waarde gereduceerd met 30%, ofwel 8 mm.

Een zakking van circa 8mm van een gebouw wordt beschouwd als grens voor de panden op een paalfundering. De dichtstbijzijnde belending staan op 5 tot 75 m afstand, hier wordt gemiddeld circa 8 mm maaiveldddaling verwacht, hetgeen naar verwachting een zakking van 0 tot 2 mm van het gebouw zal veroorzaken. Geconcludeerd wordt dat er geen schade aan de gebouwen zal ontstaan. Indien de belending in slechte bouwstaat is, dan wordt architectonische schade verwacht.



### Cumulatieve effecten

Indien de spanningsbemaling Klaasje Zevensterstraat gelijktijdig wordt uitgevoerd met dit project, dan zijn er cumulatieve effecten te verwachten. Dit zal moeten worden beschouwd, verwacht wordt:

- Effect debiet beide projecten (vermindering);
- Wijziging grondwaterstand bij retourvelden (mogelijk minder opstuwing);
- Reductie debiet per retourveld.

### WKO



Figuur 12 - locaties WKO installaties (volgens WKO tool en provinciaal overzicht)

De grondwaterstroming zal zorgen voor verlies van rendement bij open WKO installaties. Het verlies van rendement is beschouwd voor de dichtstbijzijnde WKO systeem. De afstand tot dit WKO systeem is 350 m ten oosten van de spanningsbemaling, deze is echter geplaatst in watervoerende laag 3 (van NAP – 80 m tot NAP – 200 m) en zal niet worden beïnvloed. De WKO installatie bij de brandweerkazerne is geplaatst op 400 m afstand. De bronnen zijn afgesteld met een filtratie tussen NAP – 52 m tot NAP – 58 m en NAP – 36 m tot NAP – 41 m. In watervoerende laag 3 is (diepte NAP – 40 m tot NAP – 50 m) is het verhang 1:5000. Bij een porositeit van 0,25, een half jaar bemaling, thermische retardatie van 2 en een k-waarde van 20 m/dag is de verplaatsing gelijk aan 1,5 m. Bij een thermische straal van 80 m (of groter) is het energieverlies van het WKO-systeem 1,9%. Het effect is klein/verwaarloosbaar.

### Omgevingsbeïnvloeding retourbemaling (controle opbarsten bodem)

Ter plaatse van de retourbemaling wordt een drukverhoging verwacht onder de deklaag. Naast het retourveld is maaiveld met een hoogte van NAP – 4,0 m à NAP – 5,0 m. De bodemopbouw is ter plaatse van dit lage maaiveld is bepaald met boring B25G0309 (dinoloket), hieruit volgt het volgende bodemprofiel:

- veen [11 kN/m<sup>3</sup>] van maaiveld tot NAP – 5,0 m;
- klei [14 kN/m<sup>3</sup>] tot NAP – 5,85 m;
- klei, sterk siltig [15 kN/m<sup>3</sup>] tot NAP – 9,55 m;
- klei [14 kN/m<sup>3</sup>] tot NAP – 10,95 m;

Neerwaartse druk bij een maaiveld van NAP – 5,0 m =  $0.85 \times 14 + 3.7 \times 15 + 1.4 \times 14 + 0.1 \times 12 = 88.2 \text{ kN/m}^2$ . Bij het toepassen van veiligheidsfactor 0.9 is dit  $79.4 \text{ kN/m}^2$ . Bij opbarstniveau NAP – 11,05 m is de kritieke grondwaterdruk van de sloot NAP – 3,11 m. De verwachte grondwaterdruk is NAP – 3,5 m tijdens de sloop (niet kritiek), NAP – 3,5 m tijdens aanleg poeren (niet kritiek) en NAP – 3,5 m bij aanleg onderkant keldervloer (niet kritiek).

Aanbevolen wordt peilbuizen (5 stuks) te plaatsen tussen de retourbronnen, de bodemopbouw tijdens het plaatsen van de peilbuizen en retourbronnen moet worden geregistreerd en voor de start van de werkzaamheden moet per bodemopbouw een verticaal evenwichtsberekening uitgevoerd worden ten aanzien van opbarstgevaar (herziening kritiek grondwaterdruk bij het retourveld).

Wanneer perforatie van retourbronnen boven NAP – 40 m worden afgesteld, of wanneer de retourbronnen geheel onder de deklaag worden omstort met grind dan zal de drukverhoging hoger zijn dan berekend.

### 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 groter dan  $15000 \text{ m}^3/\text{maand}$  en bemalingsperiode korter dan 6 maanden. Dit proces kan worden opgestart door het project in te voeren op [omgevingsloket.nl](http://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  $5 \text{ m}^3/\text{uur}$  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  $50 \text{ m}^3/\text{uur}$ , een debiet dat hoger is dan  $15000 \text{ m}^3/\text{maand}$  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  $\text{m}^3$ . Onttrekkingen tot  $12000 \text{ m}^3$  zijn heffingsvrij, per  $\text{m}^3$  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](http://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/ $\text{m}^3$ . 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:

- Weinig lokale informatie over de geohydrologische eigenschappen van de bodem, het REGIS model is aangehouden;
- Bouwputbemaling en retourbemaling Klaasje Zevensterstraat (ten noorden) heeft effect op dit project indien het gelijktijdig uitgevoerd wordt. Bij gelijktijdig uitvoeren is een analyse van cumulatieve effecten noodzakelijk;
- Maaiveld dalende wordt verwacht bij belendingen;
- Architectonische schade is mogelijk bij belendingen in slechte bouwstaat (of op houten palen gefundeerd) binnen 50 m straal;
- Bij het retourveld kan de (water)bodem van oppervlaktewater opbarsten bij 100% retourneren tijdens de nieuwbouw → gekozen is deels het water te lozen in oppervlaktewater;
- Bij een WKO installatie is circa 1,9% energieverlies ingeschat tijdens het jaar dat de bemaling uitgevoerd wordt;
- Werkwijze heeft invloed op de omgevingsbeïnvloeding van de bemaling. Een langere sleuflengte en/of bemalingsduur zal in de omgeving een groter effect op grondwaterstand verlagings veroorzaken;
- Grondwaterkwaliteit watervoerende laag 2 (ijzer en chloride) is belangrijk voor een lozing op oppervlaktewater.

### 5.2 Aanbevelingen: onderzoek en/of monitoring

In deze paragraaf worden de aanbevelingen uiteengezet welke worden geadviseerd op basis van de risicocheck in de vorige paragraaf. De aanbevelingen zijn bedoeld om de risico's te beheersen welke zijn toegewezen aan dit project.

#### Onderzoek

Aanbevelingen welke risico's beheersen door middel van onderzoek:

- Dit onderzoek is met de hoogste nauwkeurigheid uitgevoerd op basis van de huidige wetenschap, in het bouwproces is er vaak sprake van wijzigingen en nieuwe inzichten tijdens de uitvoeringsfase. Aanbevolen wordt tijdens de start van de (aanleg van) bemaling de adviseur van dit plan op werkbezoek uit te nodigen en te laten controleren of hierbij de gestelde conclusie nog van toepassing is;
- Grondwaterkwaliteit (ijzer en chloride) watervoerende laag 2 bepalen.



### Monitoring bouwput

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

- Aanbevolen wordt het toepassen van een geijkte debietmeter. Met de inwerkingtreding van de Waterwet is het voor alle grondwateronttrekkingen verplicht om de onttrokken hoeveelheid grondwater of geïnfiltrerd water met een nauwkeurigheid van maximaal 5% afwijking te meten;
- Aanbevolen wordt om dagelijks de grondwaterstand op de projectlocatie controleren, met behulp van een peilbuis op de projectlocatie. Grondwaterstand in de bouwput of ontgraving moet in verband met een goede preparatie van de funderingslaag en een goede begaanbaarheid van de bouwputbodem niet hoger reiken dan 0,3 m beneden het lokale ontgravingsniveau. Ten aanzien van eisen in de Waterwet mag de grondwaterstand ten hoogste 0,5 m onder ontgravingsniveau worden verlaagd;
- Aanbevolen wordt het debiet en grondwaterstand meting dagelijks en in later stadium wekelijks te registreren (verplicht) EN na het verzamelen van één week aan debiet en grondwaterstanden meetdata deze meterstanden te verzenden naar [info@lootsgwt.com](mailto:info@lootsgwt.com) met als vermelding "metingen 11830118B.1". Het controleren van deze bouwputmetingen wordt als service uitgevoerd.

### Monitoring omgeving

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

- Aanbevolen wordt om peilbuizen te plaatsen in twee raaen tussen de bouwput en de risicovolle objecten in watervoerende lagen 1 en 2 op 5m, 10m en 30m afstand haaks op de bemaling. Daarnaast peilbuizen in watervoerende laag 2 op 100 m en 250 m afstand in watervoerende laag 2. Grenswaarden vaststellen op basis van verwachte verlaging in H4.2. Dagelijks grondwaterstand controleren;
- Aanbevolen wordt om 5 peilbuizen in watervoerende laag 2 te plaatsen bij het retourveld, de peilbuizen moeten worden geplaatst in het midden van twee retourbronnen;
- Bij alle belendingen/infrastructuur waar maaiveldzakkingen worden verwacht binnen 50 m dient een exterieur vooropname worden uitgevoerd en bij bebouwing binnen 30 m dient een exterieur en interieur vooropname worden uitgevoerd. Bij belendingen welke mogelijk zal zakken met schade als gevolg worden deformatiemetingen aanbevolen (dit kan verder worden uitgewerkt en/of geoptimaliseerd in een monitoringsplan of schadeprognose).

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. Vooroverleg bevoegd gezag door adviseur, in dit overleg komt optimalisatie bemalingsaanvraag en tijdsduur vergunningsprocedure aan bod;
2. Bemalingsadvies gereed maken voor vergunningsaanvraag;
3. Uitvoeren vergunningsaanvraag;
4. Noodzakelijke aanvullende onderzoeken uitvoeren H5.2;
5. Selectie aannemer bemaling;
6. Aannemer bemaling een bemalingsplan laten opstellen;
7. Controleren werkwijze aannemer bemaling;
8. Bij definitief uitvoeringsontwerp punten H5.4 eenmaal controleren;
9. Monitoring H5.2 plaatsen;
10. Start bemaling, opschrijven beginstand debietmeter;
11. Een monstername 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).
12. Controle bemaling op locatie en grondwaterstandmetingen verzenden naar [info@lootsgwt.com](mailto:info@lootsgwt.com) met als vermelding “metingen 11830118B.1”;

Neem contact op met Erik Loots voor meer informatie.

Opgesteld door:

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

Loots Grondwatertechniek

3 april 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. **Mosgeo.** *R1601280 grondonderzoek*. 20-7-2016.
14. —. *M1601280-RH\_2 memo*. 9-10-2017.
15. **Bartels.** *ET04436 tekening bouwput*. 20-10-2017.
16. **architecten, ZZDP.** *tekeningen*. 25-6-2012.
17. **Koops.** *17-3446 grondonderzoek*. 29-1-2018.

## 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 2;
- 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 1;
- 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]
sloop kelder	22.5	22.5	-6.7
sloop kern hoogbouw	10.5	10.5	-7.13
sloop liftputten	8	3	-8.13
bouw onderkant kelder	105	38~45	-7.95
bouw poer smal	3	1	-8.73
bouw poer breed	3~35	3	-8.73
bouw liftput	8	7	-9.6
bouw poer extern	5	4	-8.73

Geotechnische bodemparameters:

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

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

geotechnische omschrijving op locatie	top laag [m+NAP]	Dikte gemiddeld [m]	Dikte minimaal en maximaal [m]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	richtlijn
zand, los (onverzadigd)	-4.07 ~ -4.1	0.4	0.4 ~ 0.4	17	NEN 9997-1+C1:2012
zand, los (verzadigd)	-4.5	0.5	0.5	19	NEN 9997-1+C1:2012
veen, matig slap (matig voorbelast)	-5	1	1	11	NEN 9997-1+C1:2012
klei, zwak zandig, slap	-6	4.1	4 ~ 4.3	15	NEN 9997-1+C1:2012
veen, matig (matig voorbelast)	-10 ~ -10.25	0.3	0.3 ~ 0.4	12	NEN 9997-1+C1:2012
zand, matig (verzadigd)	-10.4 ~ -10.5	5.2	4.8 ~ 5.6	20	NEN 9997-1+C1:2012
klei, sterk zandig	-15.25 ~ -16	0.2	0.2 ~ 0.3	19	NEN 9997-1+C1:2012
zand, vast (verzadigd)	-15.5 ~ -16.2	19.2	18.8 ~ 19.5	21	NEN 9997-1+C1:2012
klei, sterk zandig	-35	1	1	19	NEN 9997-1+C1:2012
zand, vast (verzadigd)	-36	34	34	21	NEN 9997-1+C1:2012

geohydrologische laag omschrijving	type	top [m+NAP]	$k_h$ [m/d]	$k_v$ [m/d]	Reikwijdte [m]	gemiddelde porositeit	bron of richtlijn
zand, matig fijn, zwak silthoudend	DKL	-4.07 ~ -4.1	10	5		0.3	Grondwaterzakboekje
zand, matig fijn, zwak silthoudend	WVL1	-4.5	10	5	32.0	0.3	Grondwaterzakboekje
veen (gemiddelde doorlatendheid)	SDL1	-5	0.5	0.003	0.5	0.3	SBR 190.03
klei, zwak zandig	SDL1	-6	0.01	0.002	0.5	0.1	SBR 190.03
veen (lage doorlatendheid)	SDL1	-10 ~ -10.25	0.1	5E-05	0.5	0.3	SBR 190.03
zand, zeer fijn, sterk silthoudend	WVL2	-10.4 ~ -10.5	1	0.5	2677.3	0.25	Grondwaterzakboekje
klei, sterk zandig	WVL2	-15.25 ~ -16	0.1	0.01	2677.3	0.1	SBR 190.03
zand, matig grof, zwak silthoudend	WVL2	-15.5 ~ -16.2	20	10	2677.3	0.3	Grondwaterzakboekje
klei, sterk zandig	WVL2	-35	0.1	0.01	2677.3	0.1	SBR 190.03
zand, matig grof, schoon	WVL2	-36	30	15	2677.3	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 maaiveld daling ontstaat.

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

Grondwaterstand wvl1	ghg [m+NAP]	act [m+NAP]	glg [m+NAP]	meetperiode [jaren]	laatste [jaar]	factor afstand <sub>pb</sub> /R	peilbuis
sloop kelder	-4.3*	-4.68*	-5.1*	0.2	1987	15329.37	H05003 Freatisch

Grondwaterstand wvl2	ghg [m+NAP]	act [m+NAP]	glg [m+NAP]	meetperiode [jaren]	laatste [jaar]	factor afstand <sub>pb</sub> /R	peilbuis
sloop kelder	-3.83	-4	-4.46	11.5	2017	184.7	H05010 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
sloop kelder	Koops-S7	van -4 tot -6.7	1:1	22.5	-10.55	-5.3	-3.83	-4	ja
sloop kern hoogbouw	Koops-S7	van -6.7 tot -7.1	1:1	10.5	-10.55	-5.88	-3.83	-4	ja
sloop liftputten	Koops-S7	van -7.1 tot -8.1	1:1	3	-10.55	-6.95	-3.83	-4	ja
bouw onderkant kelder	Mos-S11A	van -4 tot -8	1:0	105	-10.3	-7.15	-3.83	-4	ja
bouw poer smal	Mos-S14	van -8 tot -8.7	1:1	1	-11.1	-7.34	-3.83	-4	ja
bouw poer breed	Mos-S11A	van -8 tot -8.7	1:1	3	-10.3	-8.08	-3.83	-4	ja
bouw liftput	Koops-S2	van -9.5 tot -9.6	1:0	7	-10.4	-9.41	-3.83	-4	ja
bouw poer extern	Koops-S3	van -8.7 tot -8.7	1:0	4	-10.5	-8.13	-3.83	-4	ja

## Bemalingsberekening per onderdeel:

Debiet en volume	periode [dagen]	wvl bemalen	reken-methode	$Q_{\text{prognose}}$ [m <sup>3</sup> /uur]	$Q_{\text{hoogst}}$ [m <sup>3</sup> /uur]	$Q_{\text{laagst}}$ [m <sup>3</sup> /uur]	$V_{\text{prognose}}$ [m <sup>3</sup> ]	$V_{\text{hoogst}}$ [m <sup>3</sup> ]	$V_{\text{laagst}}$ [m <sup>3</sup> ]
sloop kelder	30	1   2	3D-model	54.1	61.1	34.9	38925	44025	25125
sloop kern hoogbouw	15	1   2	3D-model	78.5	85.6	59.4	28272	30822	21372
sloop liftputten	15	1   2	3D-model	123.0	130.1	103.9	44291	46841	37391
bouw onderkant kelder	180	1   2	3D-model	259.1	273.1	221.2	1119266	1179701	955736
bouw poeren	30	1   2	3D-model	310.2	323.1	275.2	223355	232663	198170

**Project** : Bankrashof te Amstelveen  
**Projectnummer** : 11830118  
**Bemaling** : sloop kelder  
**Bodemprofiel** : Koops-S7  
**Datum** : 2-3-2018  
**Bemalingsduur** : 30 dagen

input bodemopbouw	top [m+NAP]	k <sub>h</sub> [m/dag]	k <sub>v</sub> [m/dag]	type	S of μ	kD [m <sup>2</sup> /dag]	R of λ
deklaag	-4.19	10	5	onverzadigd	0.3		
<b>watervoerende laag 1</b>	<b>-4.5</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>freatisch</b>	<b>0.3</b>	<b>5</b>	<b>23</b>
slecht doorlatende laag 1	-5	0.01~0.5	0.002~0.003	slecht doorlatend	0.000485		
<b>watervoerende laag 2</b>	<b>-10.55</b>	<b>0.1~30</b>	<b>0.01~15</b>	<b>spanningswater</b>	<b>0.00069</b>	<b>1783.5</b>	<b>2390</b>
slecht doorlatende laag 2	-70	0.1	0.01	slecht doorlatend	0.000723		

input grondwaterstanden	peilbuis	h <sub>ghg</sub> [m+NAP]	h <sub>act</sub> [m+NAP]	h <sub>glg</sub> [m+NAP]	Δh <sub>ghg</sub> [m]	Δh <sub>act</sub> [m]	Δh <sub>glg</sub> [m]
watervoerende laag 1	H05003 Freatisch	-4.3	-4.68	-5.1	0.7	0.32	0
<b>watervoerende laag 2</b>	<b>H05010 II</b>	<b>-3.83</b>	<b>-4</b>	<b>-4.46</b>	<b>1.47</b>	<b>1.3</b>	<b>0.84</b>

input afmeting	minimaal	maximaal
lengte bouwput [m]	22.5	22.5
breedte bouwput [m]	22.5	22.5
diepte bouwput [m+NAP]	-6.7	-6.7

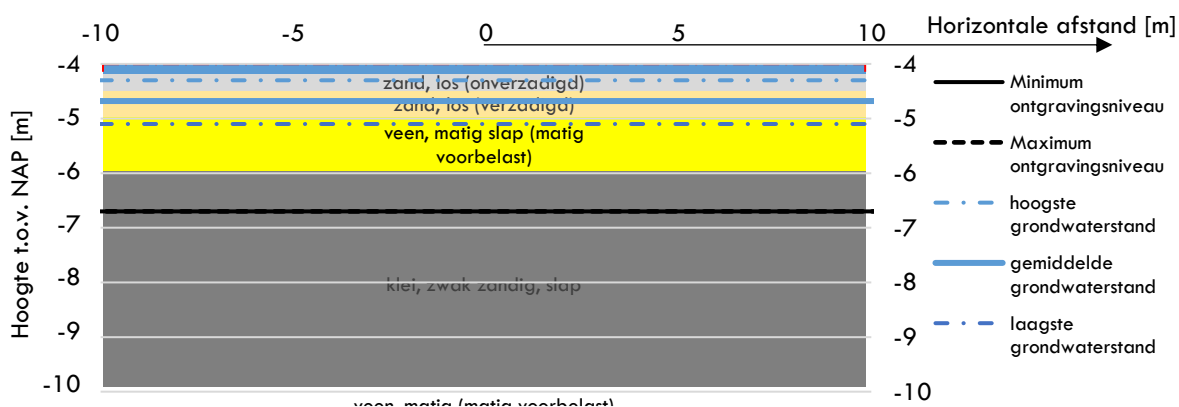
$$(1) \Delta h_w = \frac{Q_0}{2\pi \times k \times D} \times \ln \frac{R}{r}$$

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

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 <sup>3</sup> /dag]	formule	analytisch Q <sub>ghg</sub>	analytisch Q <sub>act</sub>	analytisch Q <sub>glg</sub>	remmende objecten in model	model Q <sub>ghg</sub>	model Q <sub>act</sub>	model Q <sub>glg</sub>
watervoerende laag 1	Thiem	40	18					
watervoerende laag 2	De Glee	3358	2969	1919	nee	1470	1300	840

output debiet	Q <sub>watervergunning</sub>		Q <sub>bemalingsinstallatie</sub>		Totale hoeveelheid onttrokken grondwater bij 30 dagen	
	[m³/uur]	[m³/dag]	[m³/uur]	[m³/dag]	maximaal [m³]	minimaal [m³]
watervoerende laag 1	1	18	2	40	1200	
watervoerende laag 2	54	1300	61	1470	44100	25200



k<sub>h</sub>=horizontale doorlatendheid, k<sub>v</sub>=verticale doorlatendheid, S=elastische bergingscoëfficiënt, μ=freatische bergingscoëfficiënt, h<sub>act</sub>=actuele of verwachte grondwaterstand, h<sub>glg</sub>=gemiddeld laagste grondwaterstand, h<sub>ghg</sub>=gemiddeld hoogste grondwaterstand, R=reikwijdte, λ=spreidingslengte, Δh<sub>act</sub>=verlaging bij actuele grondwaterstand, Δh<sub>glg</sub>=verlaging bij gemiddeld laagste grondwaterstand, Δh<sub>ghg</sub>=verlaging bij gemiddeld hoogste grondwaterstand, Q<sub>ghg</sub>=debiet bij gemiddeld hoogste grondwaterstand, Q<sub>act</sub>=debiet bij actuele grondwaterstand, Q<sub>glg</sub>=debiet bij gemiddeld laagste grondwaterstand, Q<sub>watervergunning</sub>=debiet opgave bij vergunning, Q<sub>bemalingsinstallatie</sub>=debiet ontwerpwaarde bemaling



**Project** : Bankrashof te Amstelveen  
**Projectnummer** : 11830118  
**Bemaling** : sloop kern hoogbouw  
**Bodemprofiel** : Koops-S7  
**Datum** : 2-3-2018  
**Bemalingsduur** : 15 dagen

input bodemopbouw	top [m+NAP]	k <sub>h</sub> [m/dag]	k <sub>v</sub> [m/dag]	type	S of μ	kD [m <sup>2</sup> /dag]	R of λ
deklaag	-4.19	10	5	onverzadigd	0.3		
<b>watervoerende laag 1</b>	<b>-4.5</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>freatisch</b>	<b>0.3</b>	<b>5</b>	<b>23</b>
slecht doorlatende laag 1	-5	0.01~0.5	0.002~0.003	slecht doorlatend	0.000485		
<b>watervoerende laag 2</b>	<b>-10.55</b>	<b>0.1~30</b>	<b>0.01~15</b>	<b>spanningswater</b>	<b>0.00069</b>	<b>1783.5</b>	<b>2390</b>
slecht doorlatende laag 2	-70	0.1	0.01	slecht doorlatend	0.000723		

input grondwaterstanden	peilbuis	h <sub>ghg</sub> [m+NAP]	h <sub>act</sub> [m+NAP]	h <sub>glg</sub> [m+NAP]	Δh <sub>ghg</sub> [m]	Δh <sub>act</sub> [m]	Δh <sub>glg</sub> [m]
watervoerende laag 1	H05003 Freatisch	-4.3	-4.68	-5.1	0.7	0.32	0
<b>watervoerende laag 2</b>	<b>H05010 II</b>	<b>-3.83</b>	<b>-4</b>	<b>-4.46</b>	<b>2.05</b>	<b>1.88</b>	<b>1.42</b>

input afmeting	minimaal	maximaal
lengte bouwput [m]	10.5	10.5
breedte bouwput [m]	10.5	10.5
diepte bouwput [m+NAP]	-7.13	-7.13

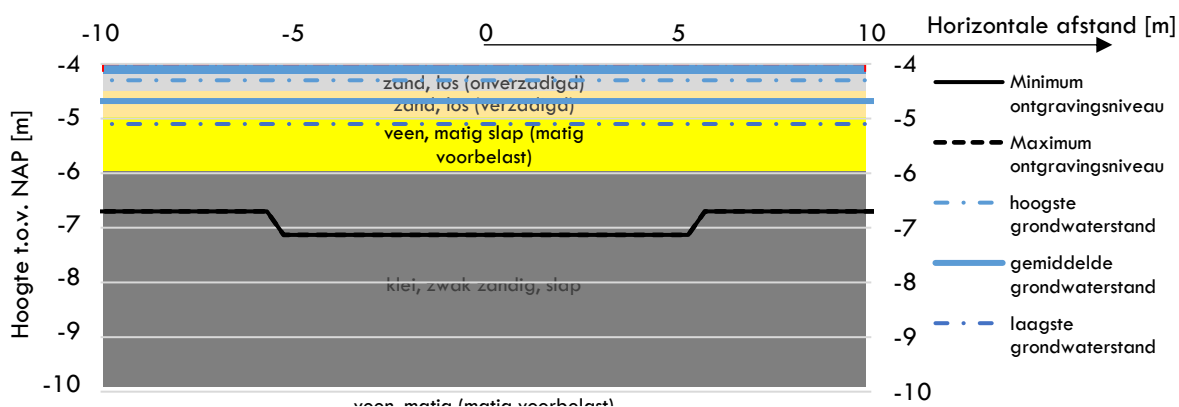
$$(1) \Delta h_w = \frac{Q_0}{2\pi \times k \times D} \times \ln \frac{R}{r}$$

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

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 <sup>3</sup> /dag]	formule	analytisch Q <sub>ghg</sub>	analytisch Q <sub>act</sub>	analytisch Q <sub>glg</sub>	remmende objecten in model	model Q <sub>ghg</sub>	model Q <sub>act</sub>	model Q <sub>glg</sub>
watervoerende laag 1	Thiem	18	8					
watervoerende laag 2	De Glee	4053	3717	2807	nee	2050	1880	1420

output debiet	Q <sub>watervergunning</sub>		Q <sub>bemalingsinstallatie</sub>		Totale hoeveelheid onttrokken grondwater bij 15 dagen	
	[m³/uur]	[m³/dag]	[m³/uur]	[m³/dag]	maximaal [m³]	minimaal [m³]
watervoerende laag 1	0	8	1	18	270	
watervoerende laag 2	78	1880	85	2050	30750	21300



k<sub>h</sub>=horizontale doorlatendheid, k<sub>v</sub>=verticale doorlatendheid, S=elastische bergingscoëfficiënt, μ=freatische bergingscoëfficiënt, h<sub>act</sub>=actuele of verwachte grondwaterstand, h<sub>glg</sub>=gemiddeld laagste grondwaterstand, h<sub>ghg</sub>=gemiddeld hoogste grondwaterstand, R=reikwijdte, λ=spreidingslengte, Δh<sub>act</sub>=verlaging bij actuele grondwaterstand, Δh<sub>glg</sub>=verlaging bij gemiddeld laagste grondwaterstand, Δh<sub>ghg</sub>=verlaging bij gemiddeld hoogste grondwaterstand, Q<sub>ghg</sub>=debiet bij gemiddeld hoogste grondwaterstand, Q<sub>act</sub>=debiet bij actuele grondwaterstand, Q<sub>glg</sub>=debiet bij gemiddeld laagste grondwaterstand, Q<sub>watervergunning</sub>=debiet opgave bij vergunning, Q<sub>bemalingsinstallatie</sub>=debiet ontwerpwaarde bemaling

**Project** : Bankrashof te Amstelveen  
**Projectnummer** : 11830118  
**Bemaling** : sloop liftputten  
**Bodemprofiel** : Koops-S7  
**Datum** : 2-3-2018  
**Bemalingsduur** : 15 dagen

input bodemopbouw	top [m+NAP]	k <sub>h</sub> [m/dag]	k <sub>v</sub> [m/dag]	type	S of μ	kD [m <sup>2</sup> /dag]	R of λ
deklaag	-4.19	10	5	onverzadigd	0.3		
<b>watervoerende laag 1</b>	<b>-4.5</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>freatisch</b>	<b>0.3</b>	<b>5</b>	<b>23</b>
slecht doorlatende laag 1	-5	0.01~0.5	0.002~0.003	slecht doorlatend	0.000485		
<b>watervoerende laag 2</b>	<b>-10.55</b>	<b>0.1~30</b>	<b>0.01~15</b>	<b>spanningswater</b>	<b>0.00069</b>	<b>1783.5</b>	<b>2390</b>
slecht doorlatende laag 2	-70	0.1	0.01	slecht doorlatend	0.000723		

input grondwaterstanden	peilbuis	h <sub>ghg</sub> [m+NAP]	h <sub>act</sub> [m+NAP]	h <sub>glg</sub> [m+NAP]	Δh <sub>ghg</sub> [m]	Δh <sub>act</sub> [m]	Δh <sub>glg</sub> [m]
watervoerende laag 1	H05003 Freatisch	-4.3	-4.68	-5.1	0.7	0.32	0
<b>watervoerende laag 2</b>	<b>H05010 II</b>	<b>-3.83</b>	<b>-4</b>	<b>-4.46</b>	<b>3.12</b>	<b>2.95</b>	<b>2.49</b>

input afmeting	minimaal	maximaal
lengte bouwput [m]	8	8
breedte bouwput [m]	3	3
diepte bouwput [m+NAP]	-8.13	-8.13

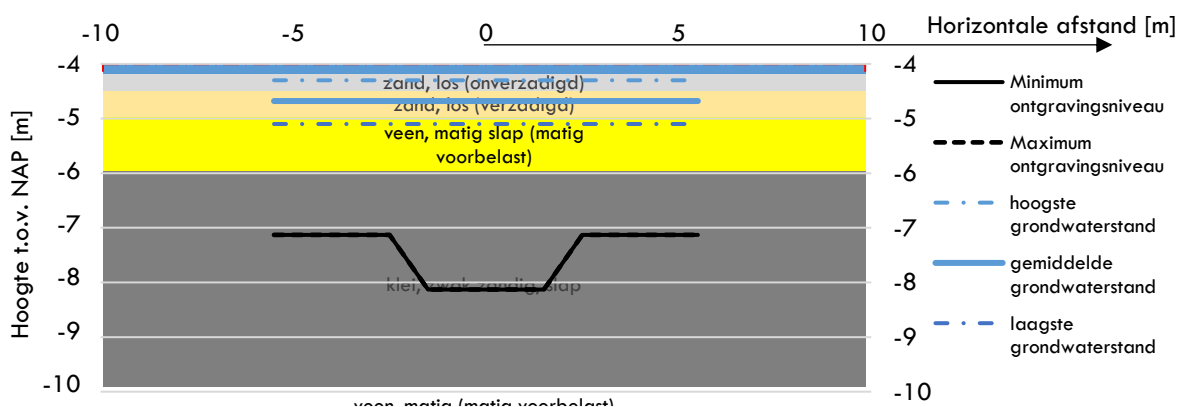
$$(1) \Delta h_w = \frac{Q_0}{2\pi \times k \times D} \times \ln \frac{R}{r}$$

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

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 <sup>3</sup> /dag]	formule	analytisch Q <sub>ghg</sub>	analytisch Q <sub>act</sub>	analytisch Q <sub>glg</sub>	remmende objecten in model	model Q <sub>ghg</sub>	model Q <sub>act</sub>	model Q <sub>glg</sub>
watervoerende laag 1	Thiem	12	5					
watervoerende laag 2	De Glee	5537	5235	4419	nee	3120	2950	2490

output debiet	$Q_{\text{watervergunning}}$		$Q_{\text{bemalingsinstallatie}}$		Totale hoeveelheid onttrokken grondwater bij 15 dagen	
	[m³/uur]	[m³/dag]	[m³/uur]	[m³/dag]	maximaal [m³]	minimaal [m³]
watervoerende laag 1	0	5	1	12	180	
watervoerende laag 2	123	2950	130	3120	46800	37350



k<sub>h</sub>=horizontale doorlatendheid, k<sub>v</sub>=verticale doorlatendheid, S=elastische bergingscoëfficiënt, μ=freatische bergingscoëfficiënt, h<sub>act</sub>=actuele of verwachte grondwaterstand, h<sub>glg</sub>=gemiddeld laagste grondwaterstand, h<sub>ghg</sub>=gemiddeld hoogste grondwaterstand, R=reikwijdte, λ=spreadsingslengte, Δh<sub>act</sub>=verlaging bij actuele grondwaterstand, Δh<sub>glg</sub>=verlaging bij gemiddeld laagste grondwaterstand, Δh<sub>ghg</sub>=verlaging bij gemiddeld hoogste grondwaterstand, Q<sub>ghg</sub>=debiet bij gemiddeld hoogste grondwaterstand, Q<sub>act</sub>=debiet bij actuele grondwaterstand, Q<sub>glg</sub>=debiet bij gemiddeld laagste grondwaterstand, Q<sub>watervergunning</sub>=debiet opgave bij vergunning, Q<sub>bemalingsinstallatie</sub>=debiet ontwerpwaarde bemaling

**Project** : Bankrashof te Amstelveen  
**Projectnummer** : 11830118  
**Bemaling** : bouw onderkant kelder  
**Bodemprofiel** : Mos-S11A  
**Datum** : 2-3-2018  
**Bemalingsduur** : 180 dagen

input bodemopbouw	top [m+NAP]	k <sub>h</sub> [m/dag]	k <sub>v</sub> [m/dag]	type	S of μ	kD [m <sup>2</sup> /dag]	R of λ
deklaag	-4.09	10	5	onverzadigd	0.3		
<b>watervoerende laag 1</b>	<b>-4.5</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>freatisch</b>	<b>0.3</b>	<b>5</b>	<b>23</b>
slecht doorlatende laag 1	-5	0.01~0.5	0.002~0.003	slecht doorlatend	0.000485		
<b>watervoerende laag 2</b>	<b>-10.3</b>	<b>0.1~30</b>	<b>0.01~1.5</b>	<b>spanningswater</b>	<b>0.00069</b>	<b>1791</b>	<b>2390</b>
slecht doorlatende laag 2	-70	0.1	0.01	slecht doorlatend	0.000723		

input grondwaterstanden	peilbuis	h <sub>ghg</sub> [m+NAP]	h <sub>act</sub> [m+NAP]	h <sub>glg</sub> [m+NAP]	Δh <sub>ghg</sub> [m]	Δh <sub>act</sub> [m]	Δh <sub>glg</sub> [m]
watervoerende laag 1	H05003 Freatisch	-4.3	-4.68	-5.1	0.7	0.32	0
<b>watervoerende laag 2</b>	<b>H05010 II</b>	<b>-3.83</b>	<b>-4</b>	<b>-4.46</b>	<b>3.32</b>	<b>3.15</b>	<b>2.69</b>

input afmeting	minimaal	maximaal
lengte bouwput [m]	105	105
breedte bouwput [m]	38	45
diepte bouwput [m+NAP]	-7.95	-7.95

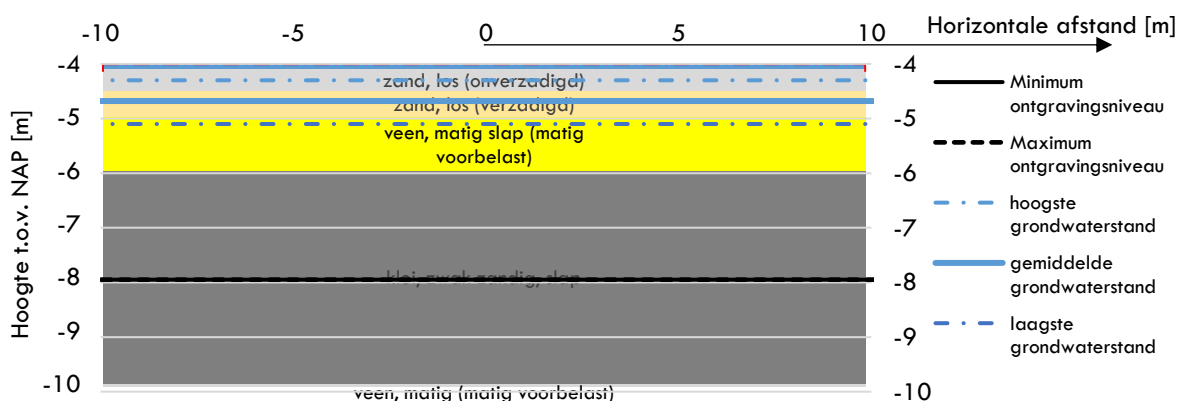
$$(1) \Delta h_w = \frac{Q_0}{2\pi \times k \times D} \times \ln \frac{R}{r}$$

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

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 <sup>3</sup> /dag]	formule	analytisch Q <sub>ghg</sub>	analytisch Q <sub>act</sub>	analytisch Q <sub>glg</sub>	remmende objecten in model	model Q <sub>ghg</sub>	model Q <sub>act</sub>	model Q <sub>glg</sub>
watervoerende laag 1	Thiem	134	61					
watervoerende laag 2	De Glee	10147	9627	8221	ja	6557	6221	5313

output debiet	Q <sub>watervergunning</sub>		Q <sub>bemalingsinstallatie</sub>		Totale hoeveelheid onttrokken grondwater bij 180 dagen	
	[m <sup>3</sup> /uur]	[m <sup>3</sup> /dag]	[m <sup>3</sup> /uur]	[m <sup>3</sup> /dag]	maximaal [m <sup>3</sup> ]	minimaal [m <sup>3</sup> ]
watervoerende laag 1	3	61	6	134	24120	
watervoerende laag 2	259	6221	273	6557	1180260	956340



k<sub>h</sub>=horizontale doorlatendheid, k<sub>v</sub>=verticale doorlatendheid, S=elastische bergingscoëfficiënt, μ=freatische bergingscoëfficiënt, h<sub>act</sub>=actuele of verwachte grondwaterstand, h<sub>glg</sub>=gemiddeld laagste grondwaterstand, h<sub>ghg</sub>=gemiddeld hoogste grondwaterstand, R=reikwijdte, λ=spreidingslengte, Δh<sub>act</sub>=verlaging bij actuele grondwaterstand, Δh<sub>glg</sub>=verlaging bij gemiddeld laagste grondwaterstand, Δh<sub>ghg</sub>=verlaging bij gemiddeld hoogste grondwaterstand, Q<sub>ghg</sub>=debiet bij gemiddeld hoogste grondwaterstand, Q<sub>act</sub>=debiet bij actuele grondwaterstand, Q<sub>glg</sub>=debiet bij gemiddeld laagste grondwaterstand, Q<sub>watervergunning</sub>=debiet opgave bij vergunning, Q<sub>bemalingsinstallatie</sub>=debiet ontwerpwaarde bemaling

**Project** : Bankrashof te Amstelveen  
**Projectnummer** : 11830118  
**Bemaling** : bouw poer breed  
**Bodemprofiel** : Mos-S11A  
**Datum** : 2-3-2018  
**Bemalingsduur** : 30 dagen

input bodemopbouw	top [m+NAP]	k <sub>h</sub> [m/dag]	k <sub>v</sub> [m/dag]	type	S of μ	kD [m <sup>2</sup> /dag]	R of λ
deklaag	-4.09	10	5	onverzadigd	0.3		
<b>watervoerende laag 1</b>	<b>-4.5</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>freatisch</b>	<b>0.3</b>	<b>5</b>	<b>23</b>
slecht doorlatende laag 1	-5	0.01~0.5	0.002~0.003	slecht doorlatend	0.000485		
<b>watervoerende laag 2</b>	<b>-10.3</b>	<b>0.1~30</b>	<b>0.01~1.5</b>	<b>spanningswater</b>	<b>0.00069</b>	<b>1791</b>	<b>2390</b>
slecht doorlatende laag 2	-70	0.1	0.01	slecht doorlatend	0.000723		

input grondwaterstanden	peilbuis	h <sub>ghg</sub> [m+NAP]	h <sub>act</sub> [m+NAP]	h <sub>glg</sub> [m+NAP]	Δh <sub>ghg</sub> [m]	Δh <sub>act</sub> [m]	Δh <sub>glg</sub> [m]
watervoerende laag 1	H05003 Freatisch	-4.3	-4.68	-5.1	0.7	0.32	0
<b>watervoerende laag 2</b>	<b>H05010 II</b>	<b>-3.83</b>	<b>-4</b>	<b>-4.46</b>	<b>4.25</b>	<b>4.08</b>	<b>3.62</b>

input afmeting	minimaal	maximaal
lengte bouwput [m]	3	35
breedte bouwput [m]	3	3
diepte bouwput [m+NAP]	-8.73	-8.73

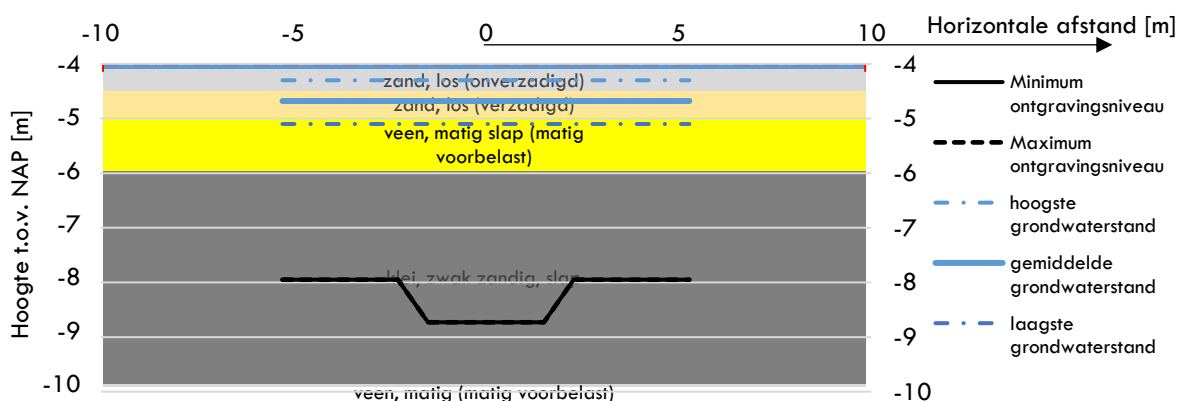
$$(1) \Delta h_w = \frac{Q_0}{2\pi \times k \times D} \times \ln \frac{R}{r}$$

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

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 <sup>3</sup> /dag]	formule	analytisch Q <sub>ghg</sub>	analytisch Q <sub>act</sub>	analytisch Q <sub>glg</sub>	remmende objecten in model	model Q <sub>ghg</sub>	model Q <sub>act</sub>	model Q <sub>glg</sub>
watervoerende laag 1	Thiem	34	16					
watervoerende laag 2	De Glee	9463	9084	8060	ja	7756	7446	6607

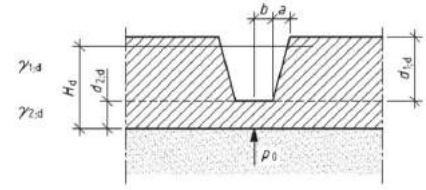
output debiet	Q <sub>watervergunning</sub>		Q <sub>bemalingsinstallatie</sub>		Totale hoeveelheid onttrokken grondwater bij 30 dagen	
	[m³/uur]	[m³/dag]	[m³/uur]	[m³/dag]	maximaal [m³]	minimaal [m³]
watervoerende laag 1	1	16	1	34	1020	
watervoerende laag 2	310	7446	323	7756	232680	198210



k<sub>h</sub>=horizontale doorlatendheid, k<sub>v</sub>=verticale doorlatendheid, S=elastische bergingscoëfficiënt, μ=freatische bergingscoëfficiënt, h<sub>act</sub>=actuele of verwachte grondwaterstand, h<sub>glg</sub>=gemiddeld laagste grondwaterstand, h<sub>ghg</sub>=gemiddeld hoogste grondwaterstand, R=reikwijdte, λ=spreidingslengte, Δh<sub>act</sub>=verlaging bij actuele grondwaterstand, Δh<sub>glg</sub>=verlaging bij gemiddeld laagste grondwaterstand, Δh<sub>ghg</sub>=verlaging bij gemiddeld hoogste grondwaterstand, Q<sub>ghg</sub>=debiet bij gemiddeld hoogste grondwaterstand, Q<sub>act</sub>=debiet bij actuele grondwaterstand, Q<sub>glg</sub>=debiet bij gemiddeld laagste grondwaterstand, Q<sub>watervergunning</sub>=debiet opgave bij vergunning, Q<sub>bemalingsinstallatie</sub>=debiet ontwerpwaarde bemaling



**Project** : Bankrashof te Amstelveen  
**Projectnummer** : 11830118  
**Bemaling** : sloop kelder  
**Bodemprofiel** : Koops-S7  
**Datum** : 2-3-2018



input bodemopbouw	γ [kN/m³]	top [m+NAP]	dikte [m]	opb1 [kN/m²]	opb2 [kN/m²]	opb3 [kN/m²]
zand, los (onverzadigd)	17	-4.19	0.31	0.1		
zand, los (verzadigd)	19	-4.5	0.5	0.1		
veen, matig slap (matig voorbelast)	11	-5	1	0.1		
klei, zwak zandig, slap	15	-6	4.25	53.4		
veen, matig (matig voorbelast)	12	-10.25	0.3	3.6		
zand, matig (verzadigd)	20	-10.55	4.45			
klei, sterk zandig	19	-15	0.01			
zand, vast (verzadigd)	21	-15.01	18			
klei, sterk zandig	19	-33	2			
zand, vast (verzadigd)	21	-35	35			
klei, sterk zandig	19	-70				

input berekening	parameter
z <sub>d,min</sub> [m+NAP]	-6.7
z <sub>d,max</sub> [m+NAP]	-6.7
z <sub>mv</sub> [m+NAP]	-4
b <sub>bodem</sub> [m]	11.25
talud [a=(z <sub>mv</sub> -z <sub>d</sub> ) x talud]	1:1
f <sub>min</sub>	0.011
f <sub>max</sub>	0.000
h <sub>ghg-o1</sub> [m+NAP]	-3.83
h <sub>ghg-o2</sub> [m+NAP]	nb
h <sub>ghg-o3</sub> [m+NAP]	nb
h <sub>act-o1</sub> [m+NAP]	-4
h <sub>act-o2</sub> [m+NAP]	nb
h <sub>act-o3</sub> [m+NAP]	nb
z <sub>o1</sub> [m+NAP]	-10.55
z <sub>o2</sub> [m+NAP]	nb
z <sub>o3</sub> [m+NAP]	nb
veiligheidsfactor	1.1

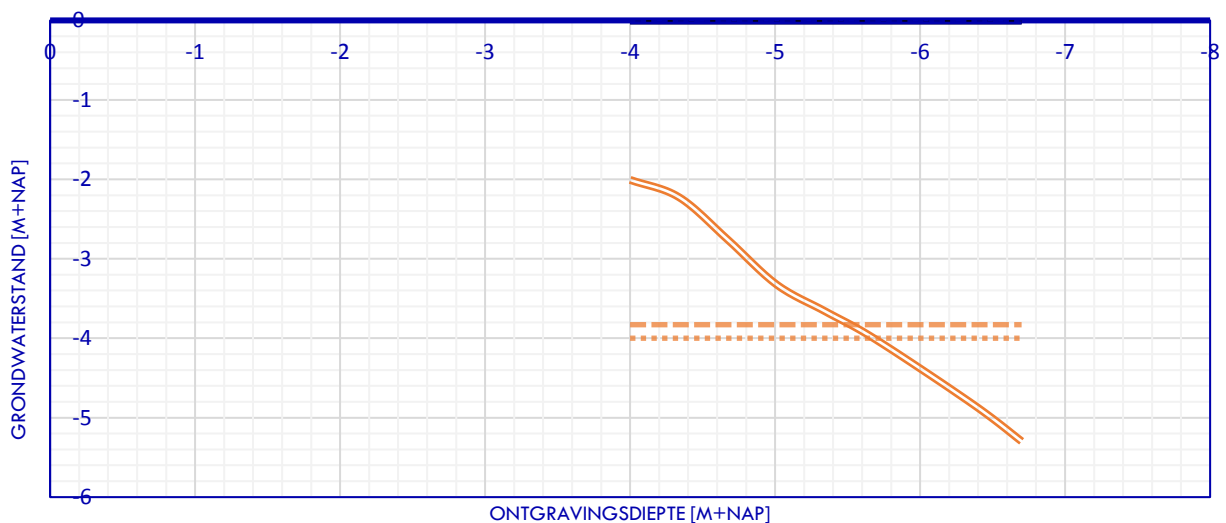
z<sub>d</sub> = ontgravingniveau,  
z<sub>o</sub> = opbarstniveau, z<sub>mv</sub> = start niveau  
ontgraving, h = grondwaterstand

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

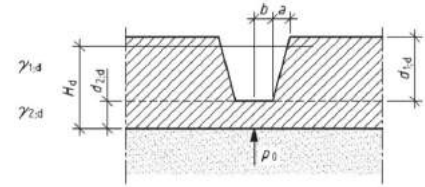
$$(2) f = \frac{2}{\pi} \left( \left( 1 + \frac{b}{a} \right) \times \arctan \left( \frac{d_2}{a+b} \right) - \frac{b}{a} \times \arctan \left( \frac{d_2}{b} \right) \right)$$

output z <sub>d,max</sub> (maximaal ontgravingniveau)	[kN/m²]	u <sub>z;d</sub> [kN/m²]	h <sub>k,v</sub> [m+NAP]	h <sub>k</sub> [m+NAP]	Δh <sub>act</sub> [m]	Δh <sub>max</sub> [m]
opbarstniveau 1	51.5	57.3	-5.30	-4.71	1.30	1.47
opbarstniveau 2	3.2	3.6			0.00	0.00
opbarstniveau 3	3.2	3.6				

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



**Project** : Bankrashof te Amstelveen  
**Projectnummer** : 11830118  
**Bemaling** : sloop kern hoogbouw  
**Bodemprofiel** : Koops-S7  
**Datum** : 2-3-2018



input bodemopbouw	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	top [m+NAP]	dikte [m]	opb1 [kN/m <sup>2</sup> ]	opb2 [kN/m <sup>2</sup> ]	opb3 [kN/m <sup>2</sup> ]
zand, los (onverzadigd)	17	-4.19	0.31			
zand, los (verzadigd)	19	-4.5	0.5			
veen, matig slap (matig voorbelast)	11	-5	1			
klei, zwak zandig, slap	15	-6	4.25	47.3		
veen, matig (matig voorbelast)	12	-10.25	0.3	3.6		
zand, matig (verzadigd)	20	-10.55	4.45			
klei, sterk zandig	19	-15	0.01			
zand, vast (verzadigd)	21	-15.01	18			
klei, sterk zandig	19	-33	2			
zand, vast (verzadigd)	21	-35	35			
klei, sterk zandig	19	-70				

input berekening	parameter
$z_{d,min}$ [m+NAP]	-7.13
$z_{d,max}$ [m+NAP]	-7.13
$z_{mv}$ [m+NAP]	-6.7
$b_{bodem}$ [m]	5.25
$\alpha_{talud} [\alpha=(z_{mv}-z_d) \times \text{talud}]$	1:1
$f_{min}$	0.070
$f_{max}$	0.000
$h_{ghg-o1}$ [m+NAP]	-3.83
$h_{ghg-o2}$ [m+NAP]	nb
$h_{ghg-o3}$ [m+NAP]	nb
$h_{act-o1}$ [m+NAP]	-4
$h_{act-o2}$ [m+NAP]	nb
$h_{act-o3}$ [m+NAP]	nb
$z_{o1}$ [m+NAP]	-10.55
$z_{o2}$ [m+NAP]	nb
$z_{o3}$ [m+NAP]	nb
veiligheidsfactor	1.1

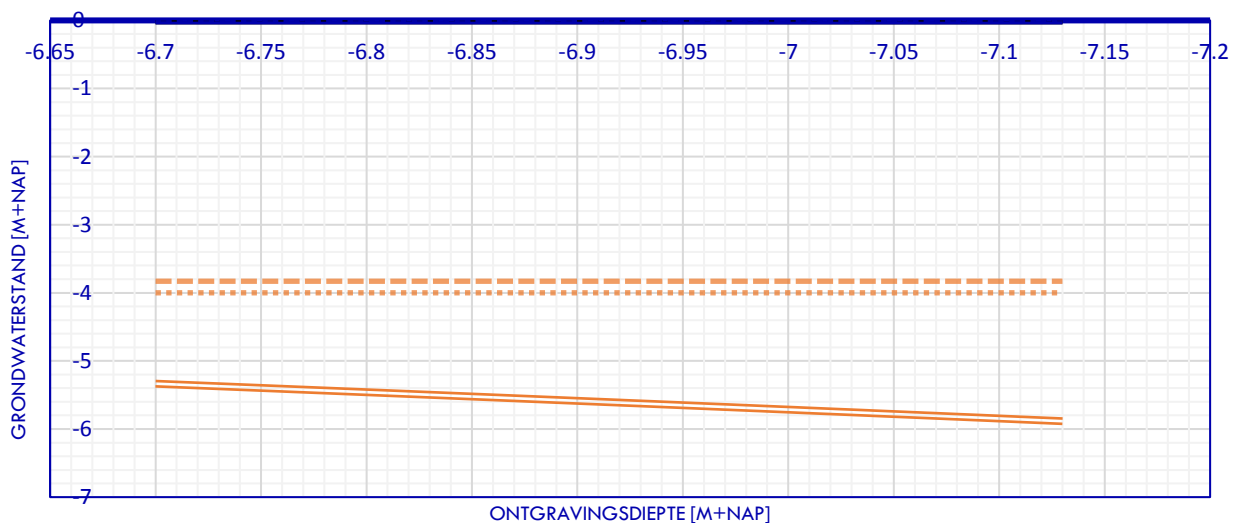
$z_d$  = ontgravingsniveau,  
 $z_o$  = opbarstniveau,  $z_{mv}$  = start niveau  
 ontgraving,  $h$  = grondwaterstand

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

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

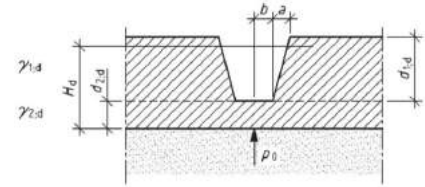
output $z_{d,max}$ (maximaal ontgravingsniveau)	[kN/m <sup>2</sup> ]	$u_{z;d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$h_{k,v}$ [m+NAP]	$h_k$ [m+NAP]	$\Delta h_{act}$ [m]	$\Delta h_{max}$ [m]
opbarstniveau 1	45.8	50.9	-5.88	-5.37	1.88	2.05
opbarstniveau 2	3.2	3.6			0.00	0.00
opbarstniveau 3	3.2	3.6				

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



— hkr o1    - - - hghg o1    ... hact o1    — hkr o2    - - - hghg o2  
... hact o2    — hkr o3    - - - hghg o3    ... hact o3

**Project** : Bankrashof te Amstelveen  
**Projectnummer** : 11830118  
**Bemaling** : sloop liftputten  
**Bodemprofiel** : Koops-S7  
**Datum** : 2-3-2018



input bodemopbouw	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	top [m+NAP]	dikte [m]	opb1 [kN/m <sup>2</sup> ]	opb2 [kN/m <sup>2</sup> ]	opb3 [kN/m <sup>2</sup> ]
zand, los (onverzadigd)	17	-4.19	0.31			
zand, los (verzadigd)	19	-4.5	0.5			
veen, matig slap (matig voorbelast)	11	-5	1			
klei, zwak zandig, slap	15	-6	4.25	35.6		
veen, matig (matig voorbelast)	12	-10.25	0.3	3.6		
zand, matig (verzadigd)	20	-10.55	4.45			
klei, sterk zandig	19	-15	0.01			
zand, vast (verzadigd)	21	-15.01	18			
klei, sterk zandig	19	-33	2			
zand, vast (verzadigd)	21	-35	35			
klei, sterk zandig	19	-70				

input berekening	parameter
$z_{d,min}$ [m+NAP]	-8.13
$z_{d,max}$ [m+NAP]	-8.13
$z_{mv}$ [m+NAP]	-7.13
$b_{bodem}$ [m]	1.5
$\alpha_{talud} [a=(z_{mv}-z_d) \times talud]$	1:1
$f_{min}$	0.254
$f_{max}$	0.000
$h_{ghg-o1}$ [m+NAP]	-3.83
$h_{ghg-o2}$ [m+NAP]	nb
$h_{ghg-o3}$ [m+NAP]	nb
$h_{act-o1}$ [m+NAP]	-4
$h_{act-o2}$ [m+NAP]	nb
$h_{act-o3}$ [m+NAP]	nb
$z_{o1}$ [m+NAP]	-10.55
$z_{o2}$ [m+NAP]	nb
$z_{o3}$ [m+NAP]	nb
veiligheidsfactor	1.1

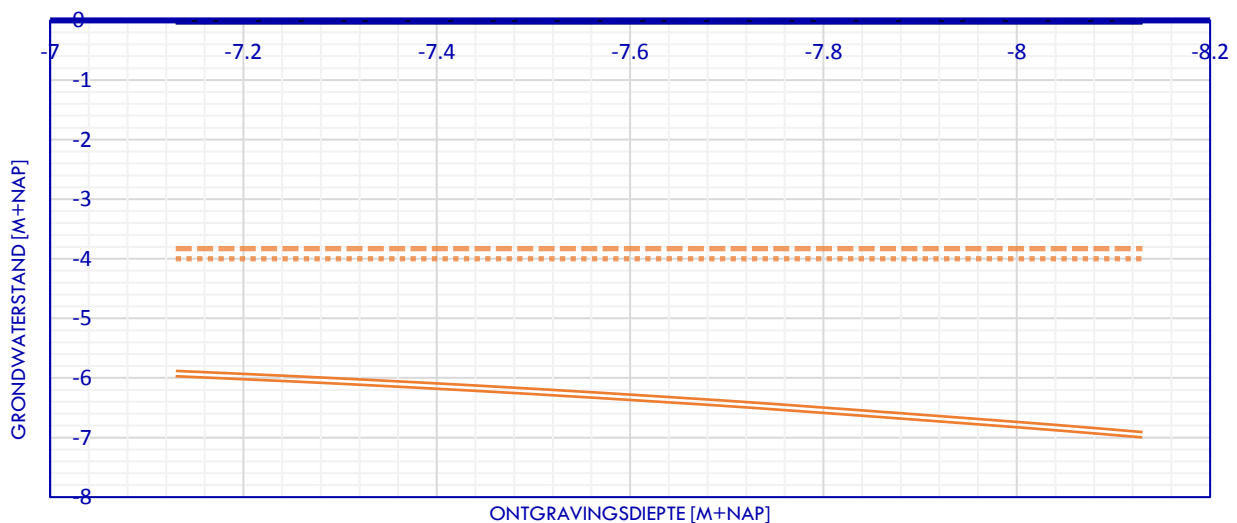
$z_d$  = ontgravingsniveau,  
 $z_o$  = opbarstniveau,  $z_{mv}$  = start niveau  
 ontgraving,  $h$  = grondwaterstand

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

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

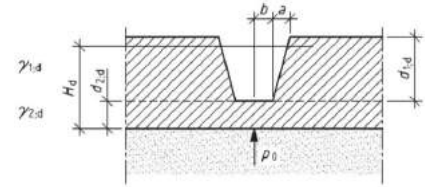
output $z_{d,max}$ (maximaal ontgravingsniveau)	[kN/m <sup>2</sup> ]	$u_{z;d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$h_{k,y}$ [m+NAP]	$h_k$ [m+NAP]	$\Delta h_{act}$ [m]	$\Delta h_{max}$ [m]
opbarstniveau 1	35.3	39.2	-6.95	-6.55	2.95	3.12
opbarstniveau 2	3.2	3.6			0.00	0.00
opbarstniveau 3	3.2	3.6				

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



— hkr o1    - - - hghg o1    ..... hact o1    — hkr o2    - - - hghg o2  
..... hact o2    — hkr o3    - - - hghg o3    ..... hact o3

**Project** : Bankrashof te Amstelveen  
**Projectnummer** : 11830118  
**Bemaling** : bouw onderkant kelder  
**Bodemprofiel** : Mos-S11A  
**Datum** : 2-3-2018



input bodemopbouw	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	top [m+NAP]	dikte [m]	opb1 [kN/m <sup>2</sup> ]	opb2 [kN/m <sup>2</sup> ]	opb3 [kN/m <sup>2</sup> ]
zand, los (onverzadigd)	17	-4.09	0.41	0		
zand, los (verzadigd)	19	-4.5	0.5	0		
veen, matig slap (matig voorbelast)	11	-5	1	0		
klei, zwak zandig, slap	15	-6	4	30.8		
veen, matig (matig voorbelast)	12	-10	0.3	3.6		
zand, matig (verzadigd)	20	-10.3	2.7			
klei, sterk zandig	19	-13	0.5			
zand, vast (verzadigd)	21	-13.5	21.5			
klei, sterk zandig	19	-35	0.5			
zand, vast (verzadigd)	21	-35.5	34.5			
klei, sterk zandig	19	-70				

input berekening	parameter
$z_{d,min}$ [m+NAP]	-7.95
$z_{d,max}$ [m+NAP]	-7.95
$z_{mv}$ [m+NAP]	-4
$b_{bodem}$ [m]	52.5
$\alpha_{talud} [\alpha=(z_{mv}-z_d) \times \alpha_{talud}]$	1:0.001
$f_{min}$	0.000
$f_{max}$	0.000
$h_{ghg-o1}$ [m+NAP]	-3.83
$h_{ghg-o2}$ [m+NAP]	nb
$h_{ghg-o3}$ [m+NAP]	nb
$h_{act-o1}$ [m+NAP]	-4
$h_{act-o2}$ [m+NAP]	nb
$h_{act-o3}$ [m+NAP]	nb
$z_{o1}$ [m+NAP]	-10.3
$z_{o2}$ [m+NAP]	nb
$z_{o3}$ [m+NAP]	nb
veiligheidsfactor	1.1

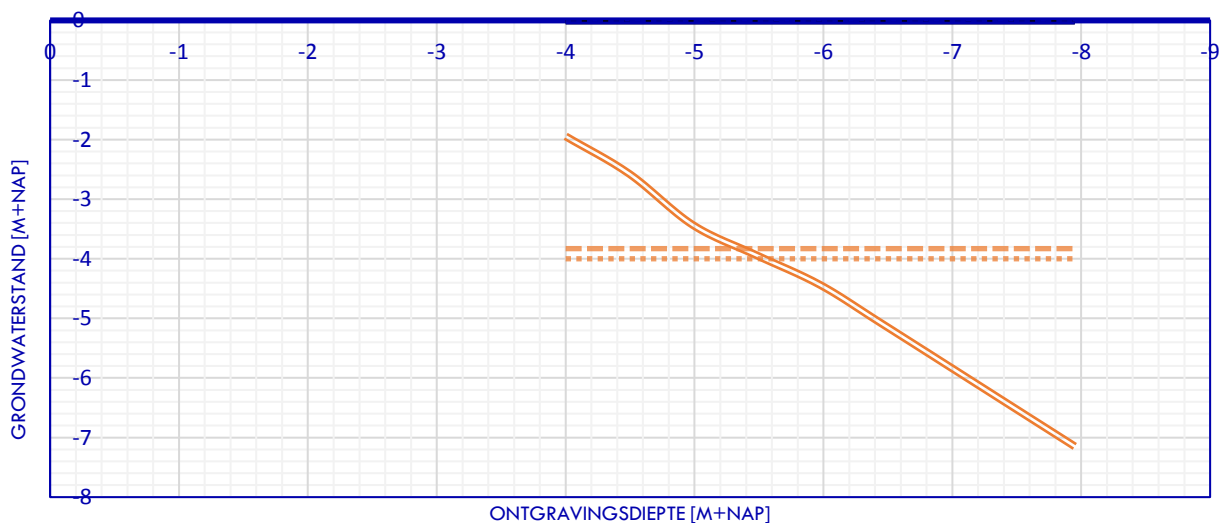
$z_d$  = ontgravingsniveau,  
 $z_o$  = opbarstniveau,  $z_{mv}$  = start niveau  
 ontgraving,  $h$  = grondwaterstand

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

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

output $z_{d,max}$ (maximaal ontgravingsniveau)	[kN/m <sup>2</sup> ]	$u_{z;d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$h_{k,v}$ [m+NAP]	$h_k$ [m+NAP]	$\Delta h_{act}$ [m]	$\Delta h_{max}$ [m]
opbarstniveau 1	30.9	34.4	-7.15	-6.80	3.15	3.32
opbarstniveau 2	3.2	3.6			0.00	0.00
opbarstniveau 3	3.2	3.6				

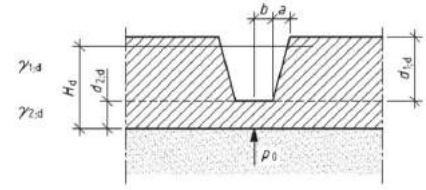
Formule 1 bepaling rekenwaarde  
 grondwaterdruk, formule 2 is theorie van  
 Boussinesq. Bron: NEN9997-1+C1:2012



— hkr o1      - - - hghg o1      ... hact o1      — hkr o2      - - - hghg o2  
... hact o3      — hkr o3      - - - hghg o3      ... hact o3



**Project** : Bankrashof te Amstelveen  
**Projectnummer** : 11830118  
**Bemaling** : bouw poer smal  
**Bodemprofiel** : Mos-S14  
**Datum** : 2-3-2018

[illegible]

input berekening	parameter
$z_{d,min}$ [m+NAP]	-8.73
$z_{d,max}$ [m+NAP]	<b>-8.73</b>
$z_{mv}$ [m+NAP]	-7.95
$b_{bodem}$ [m]	<b>0.5</b>
$talud$ [ $a=(z_{mv}-z_d) \times talud$ ]	1:1
$f_{min}$	<b>0.568</b>
$f_{max}$	0.000
$h_{ghg-o1}$ [m+NAP]	<b>-3.83</b>
$h_{ghg-o2}$ [m+NAP]	nb
$h_{ghg-o3}$ [m+NAP]	<b>nb</b>
$h_{act-o1}$ [m+NAP]	-4
$h_{act-o2}$ [m+NAP]	<b>nb</b>
$h_{act-o3}$ [m+NAP]	nb
$z_{o1}$ [m+NAP]	<b>-11.1</b>
$z_{o2}$ [m+NAP]	nb
$z_{o3}$ [m+NAP]	<b>nb</b>
velligheidsfactor	1.1

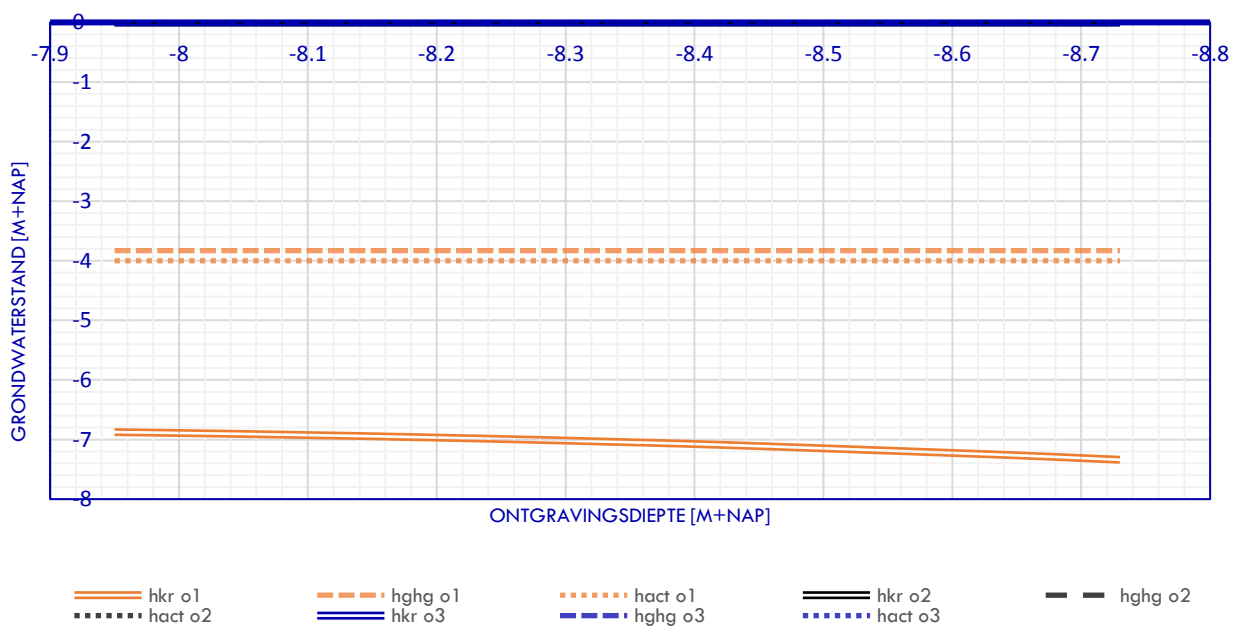
$z_d$  = ontgravingsniveau,  
 $z_o$  = opbarstniveau,  $z_{mv}$  = start niveau  
 ontgraving,  $h$  = grondwaterstand

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

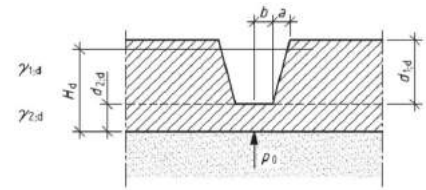
$$(2) f = \frac{2}{\pi} \left( \left( 1 + \frac{b}{a} \right) \times \arctan \left( \frac{d_2}{a+b} \right) - \frac{b}{a} \times \arctan \left( \frac{d_2}{b} \right) \right)$$

output $z_{d,max}$ (maximaal ontgravingsniveau)	$[kN/m^2]$	$u_{zjd}$ $[kN/m^2]$	$h_{k,jv}$ $[m+NAP]$	$h_k$ $[m+NAP]$	$\Delta h_{act}$ $[m]$	$\Delta h_{max}$ $[m]$
opbarstniveau 1	36.9	41.0	-7.34	-6.92	3.34	3.51
opbarstniveau 2	4.3	4.8			0.00	0.00
opbarstniveau 3	4.3	4.8				

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



**Project** : Bankrashof te Amstelveen  
**Projectnummer** : 11830118  
**Bemaling** : bouw poer breed  
**Bodemprofiel** : Mos-S11A  
**Datum** : 2-3-2018

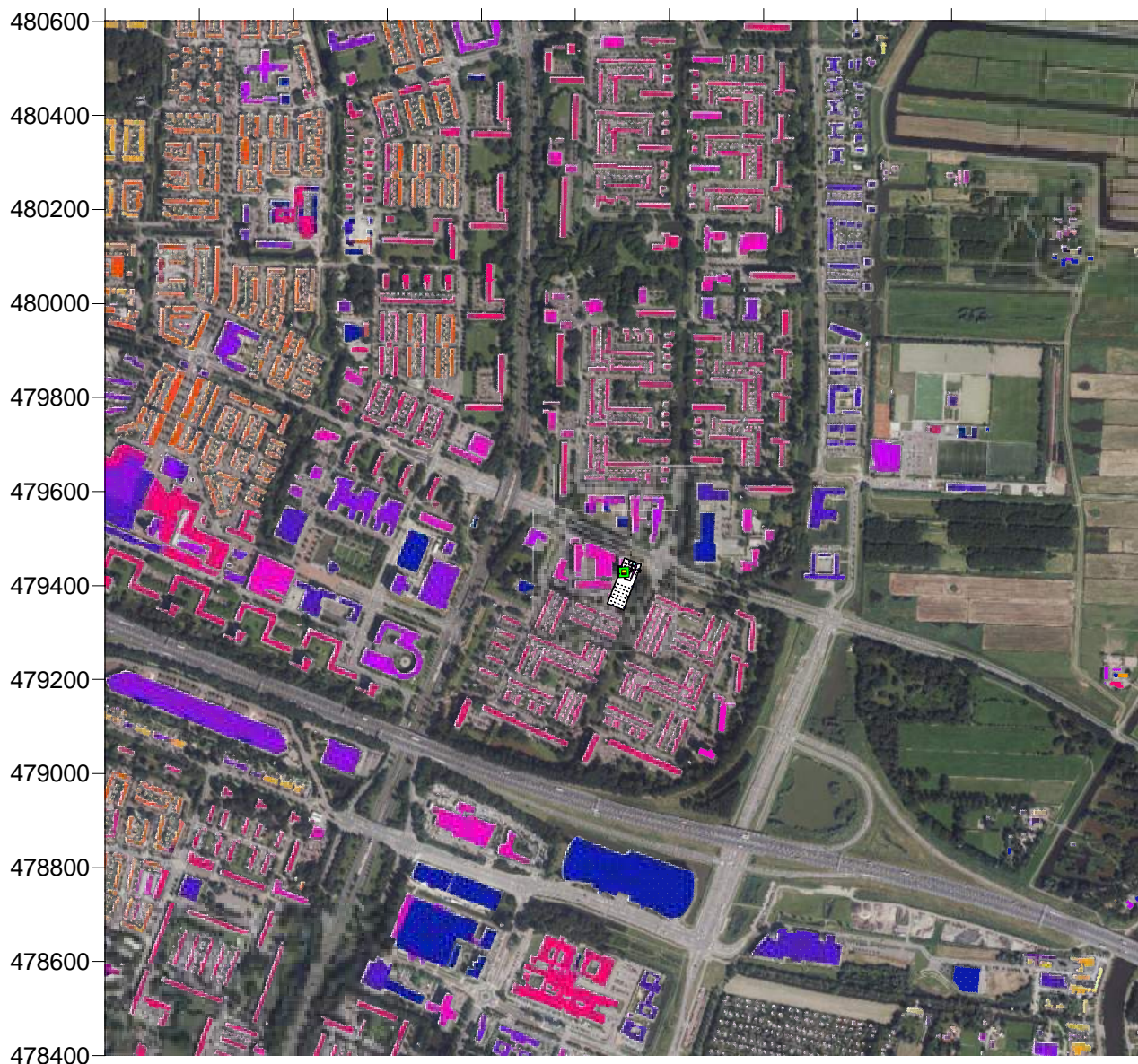
[illegible]

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









#### Kadaster - Basisregistraties Adressen en Gebouwen legenda

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

omschrijving:  
**BANKRASHOF**  
 opdrachtgever:  
**MOS**

schaal:  
 N.V.T.

order:  
**11830117**

tekeningnummer:  
 1

formaat:  
 A4

getekend:  
 EL

datum:  
**01-03-2018**

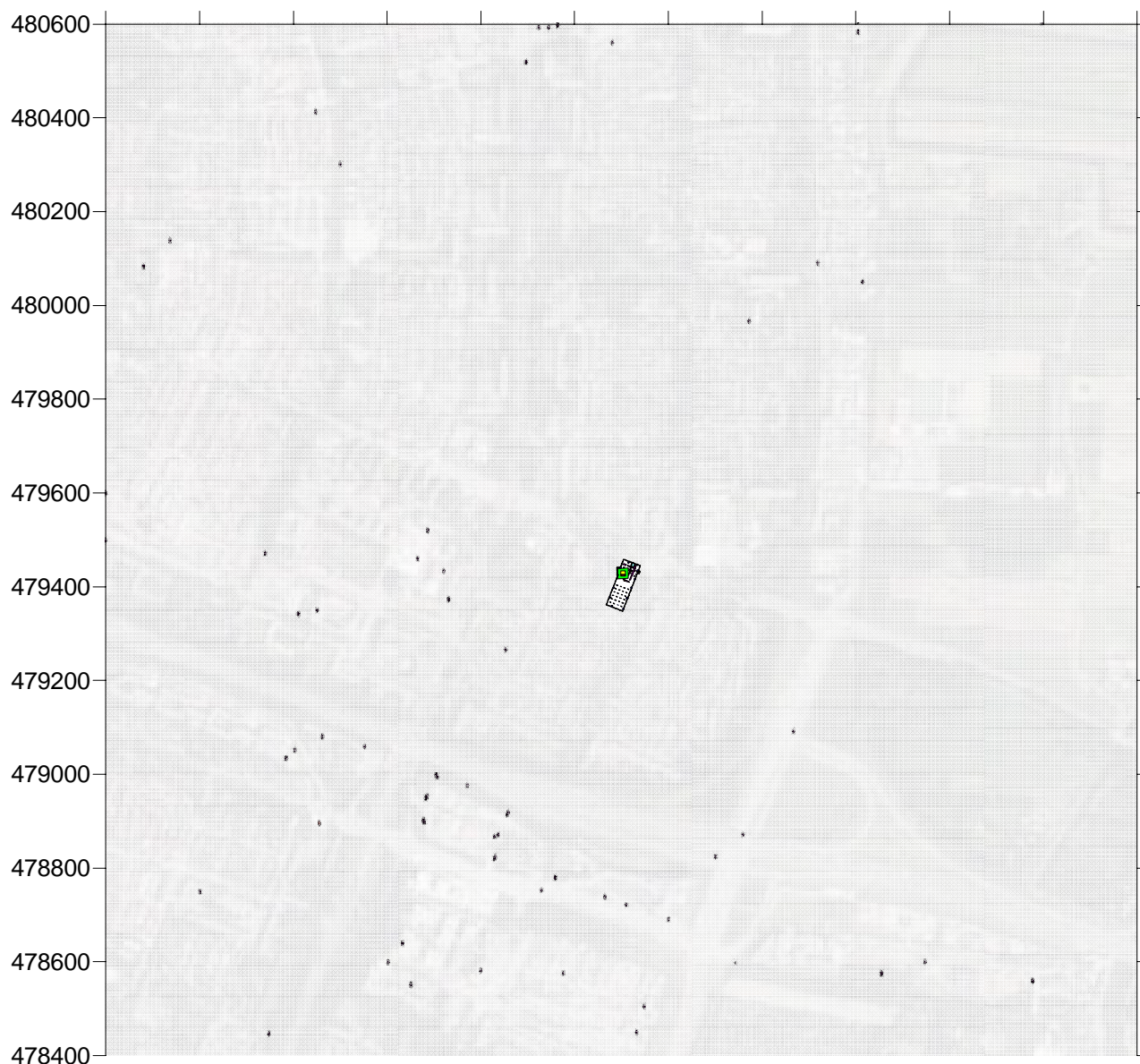


**Loots Grondwatertechniek**  
*independent guide for your dewatering site*

Pedro de Medinalaan 1B  
 1086XK Amsterdam

[info@lootsgwt.com](mailto:info@lootsgwt.com)





#### Grondwaterbescherming en -onttrekking (GBO Provincies) legenda

- Grondwateronttrekking
- Grondwaterbescherming gebied
- Boringvrije zone

omschrijving:  
**BANKRASHOF**  
opdrachtgever:  
**MOS**

schaal:  
**N.V.T.**

order:  
**11830117**

tekeningnummer:  
**2**

formaat:  
**A4**

getekend:  
**EL**

datum:  
**01-03-2018**

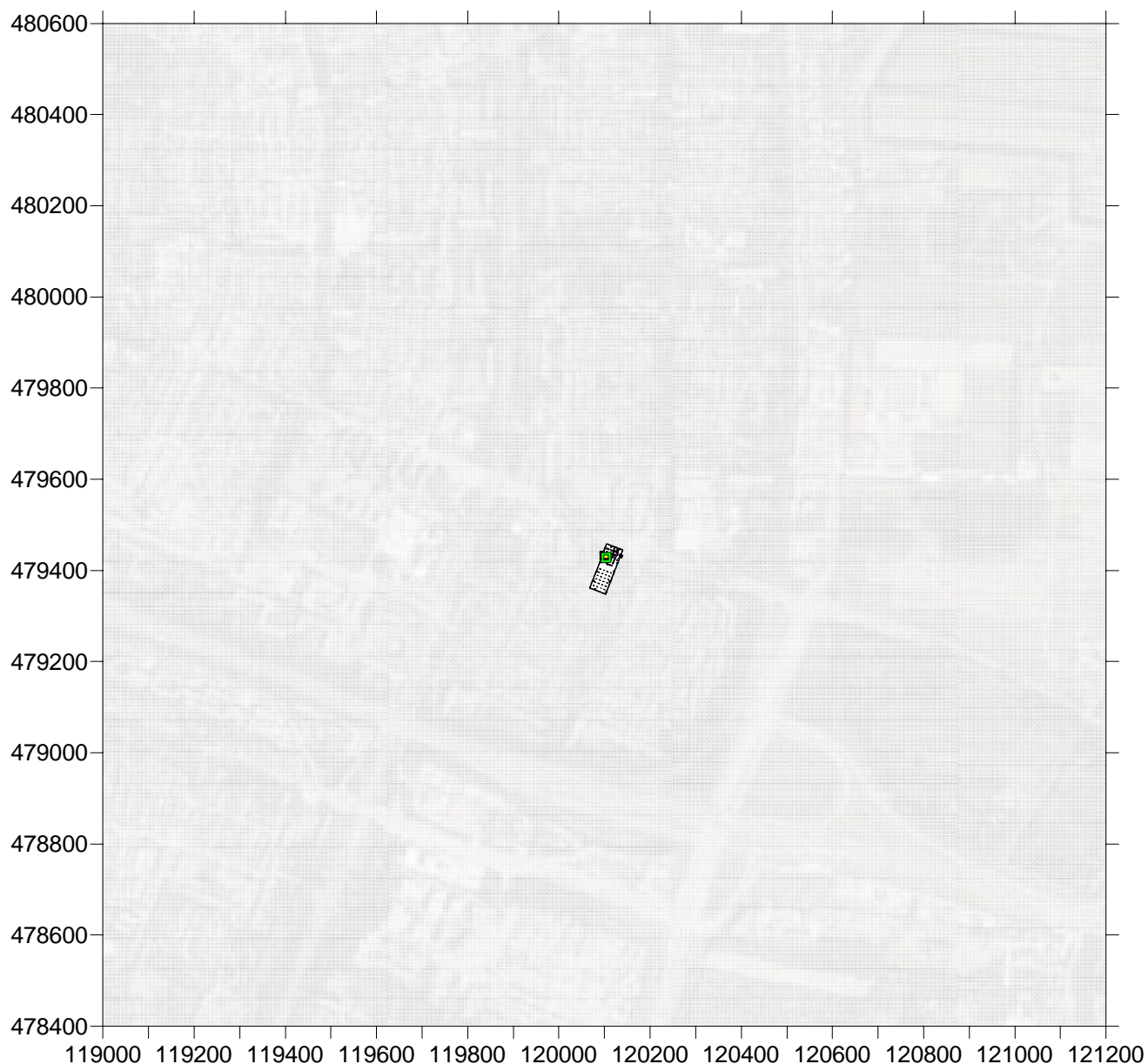


**Loots Grondwatertechniek**  
*independent guide for your dewatering site*







Pedro de Medinalaan 1B  
1086XK Amsterdam

[info@lootsgwt.com](mailto: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:  
**BANKRASHOF**  
 opdrachtgever:  
**MOS**

schaal:  
 N.V.T.

order:  
**11830117**

tekeningnummer:  
**3**

formaat:  
**A4**

getekend:  
**EL**

datum:  
**01-03-2018**

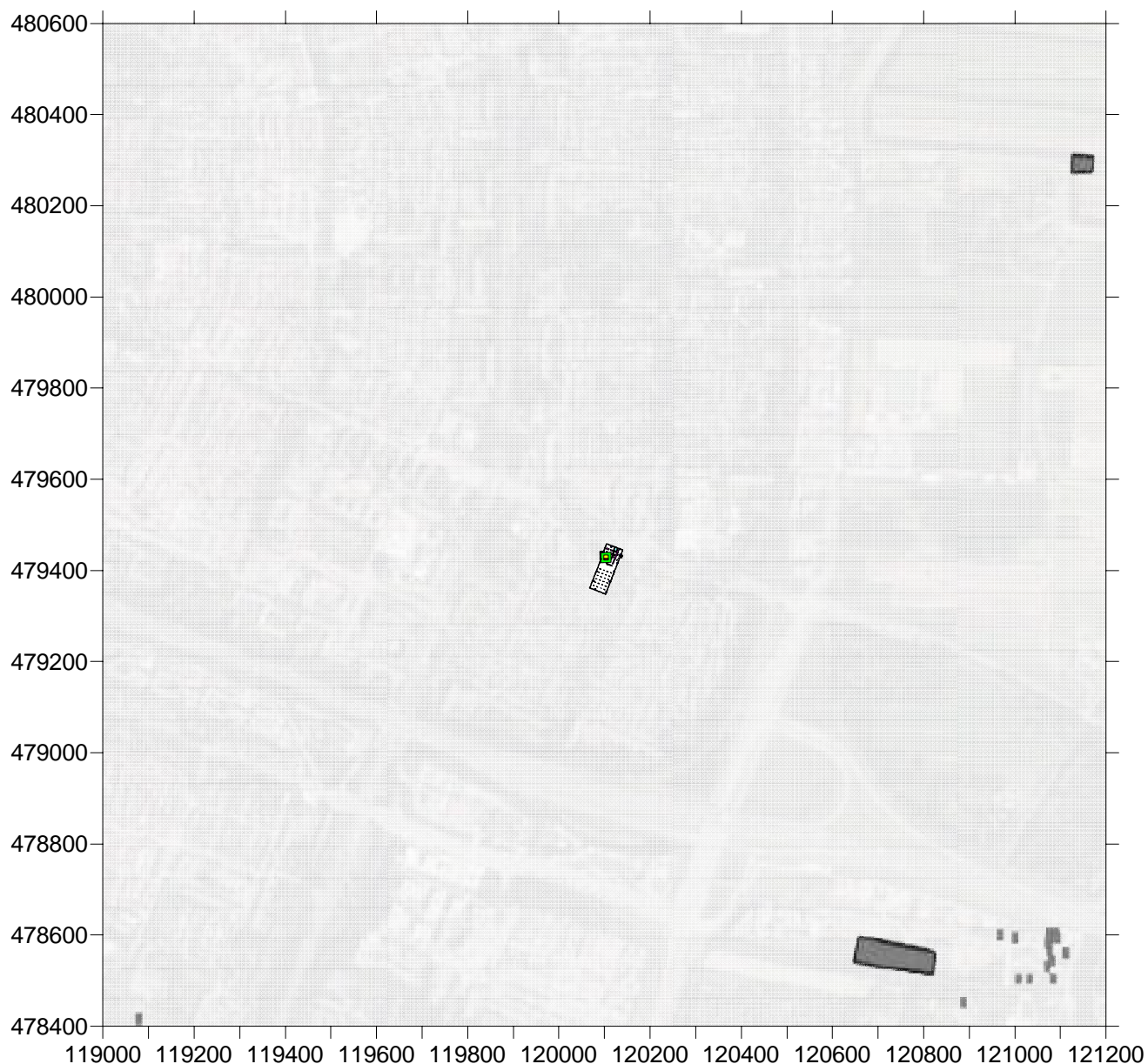


**Loots Grondwatertechniek**  
*independent guide for your dewatering site*

Pedro de Medinalaan 1B  
 1086XK Amsterdam

[info@lootsgwt.com](mailto:info@lootsgwt.com)





**IKAW Monumentenkaart, Rijksdienst Cultureel Erfgoed legenda**

■ Locatie Rijksmonument

□ Omtrek locatie archeologie (IKAW)

omschrijving:  
**BANKRASHOF**  
opdrachtgever:  
**MOS**

schaal:  
**N.V.T.**

order:  
**11830117**

tekeningnummer:  
**4**

formaat:  
**A4**

getekend:  
**EL**

datum:  
**01-03-2018**



**Loots Grondwatertechniek**  
*independent guide for your dewatering site*






Pedro de Medinalaan 1B  
1086XK Amsterdam

[info@lootsgwt.com](mailto:info@lootsgwt.com)





#### Kadaster - Top10NL kaart legenda

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

omschrijving:

**BANKRASHOF**

opdrachtgever:

**MOS**

schaal:  
N.V.T.

order:  
**11830117**

tekeningnummer:  
**5**

formaat:  
**A4**

getekend:  
**EL**

datum:  
**01-03-2018**

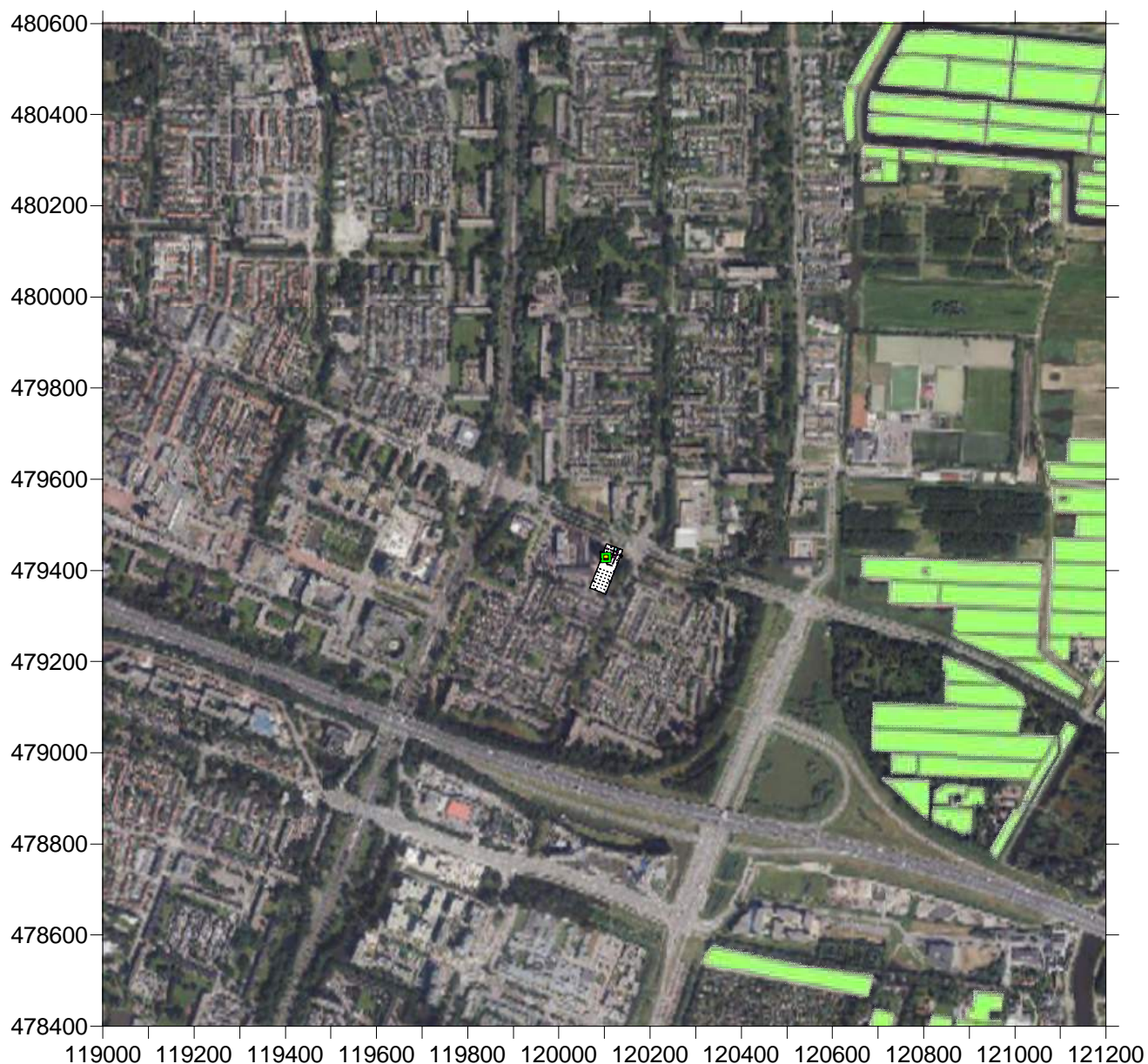


**Loots Grondwatertechniek**  
*independent guide for your dewatering site*

Pedro de Medinalaan 1B  
1086XK Amsterdam

[info@lootsgwt.com](mailto:info@lootsgwt.com)





Basisregistratie Percelen (Dienst Regelingen) legenda

	Bouwland		Overige
	Grasland		
	Braakland		
	Natuurterrein		

omschrijving:  
**BANKRASHOF**  
opdrachtgever:  
**MOS**

schaal:  
N.V.T.

order:  
**11830117**

tekeningnummer:  
**6**

formaat:  
**A4**

getekend:  
**EL**

datum:  
**01-03-2018**

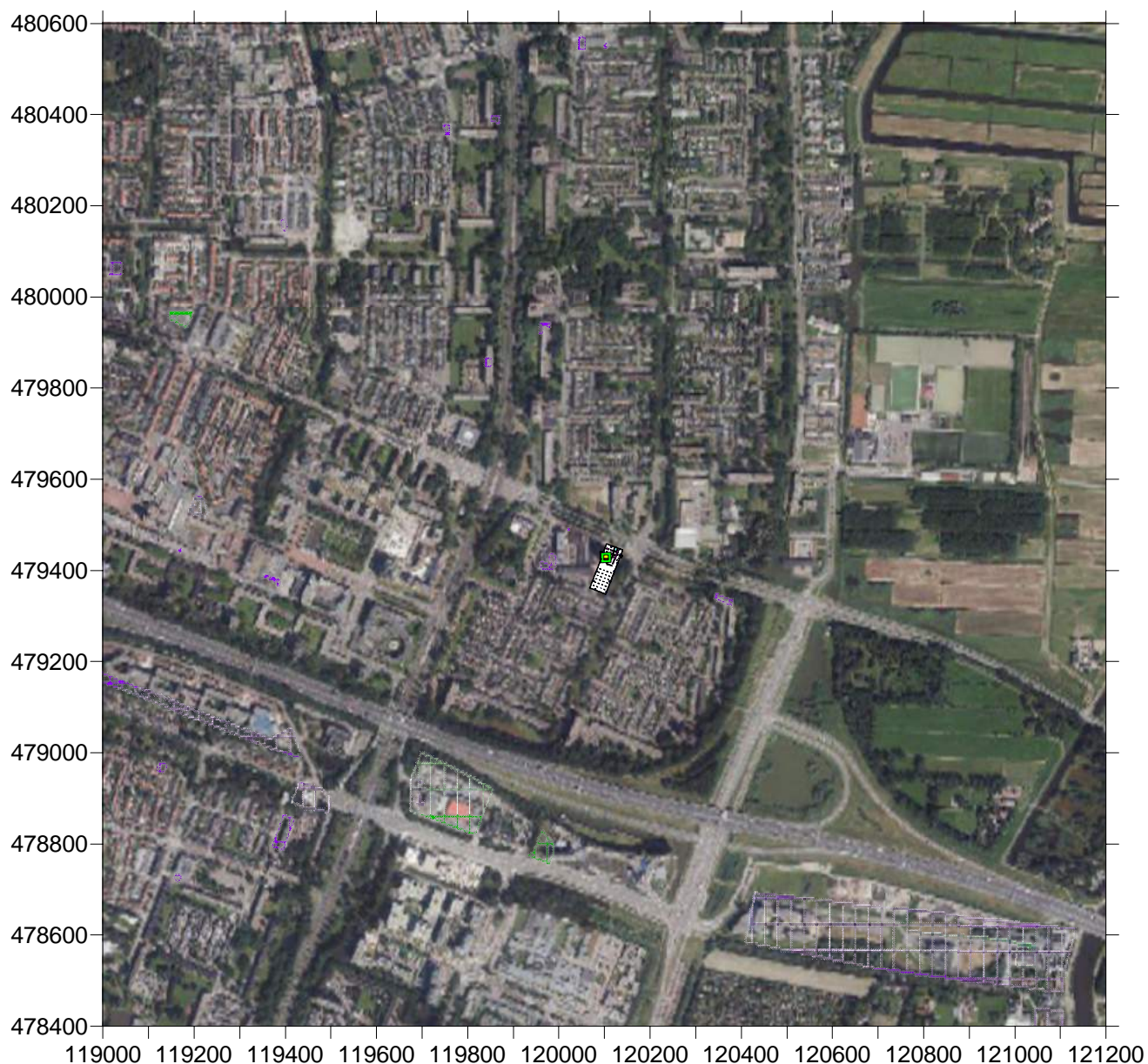


**Loots Grondwatertechniek**  
*independent guide for your dewatering site*





Pedro de Medinalaan 1B  
1086XK Amsterdam

[info@lootsgwt.com](mailto: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:  
**BANKRASHOF**  
opdrachtgever:  
**MOS**

schaal:  
N.V.T.

order:  
**11830117**

tekeningnummer:  
**7**

formaat:  
**A4**

getekend:  
**EL**

datum:  
**01-03-2018**



**Loots Grondwatertechniek**  
*independent guide for your dewatering site*

Pedro de Medinalaan 1B  
1086XK Amsterdam

[info@lootsgwt.com](mailto:info@lootsgwt.com)

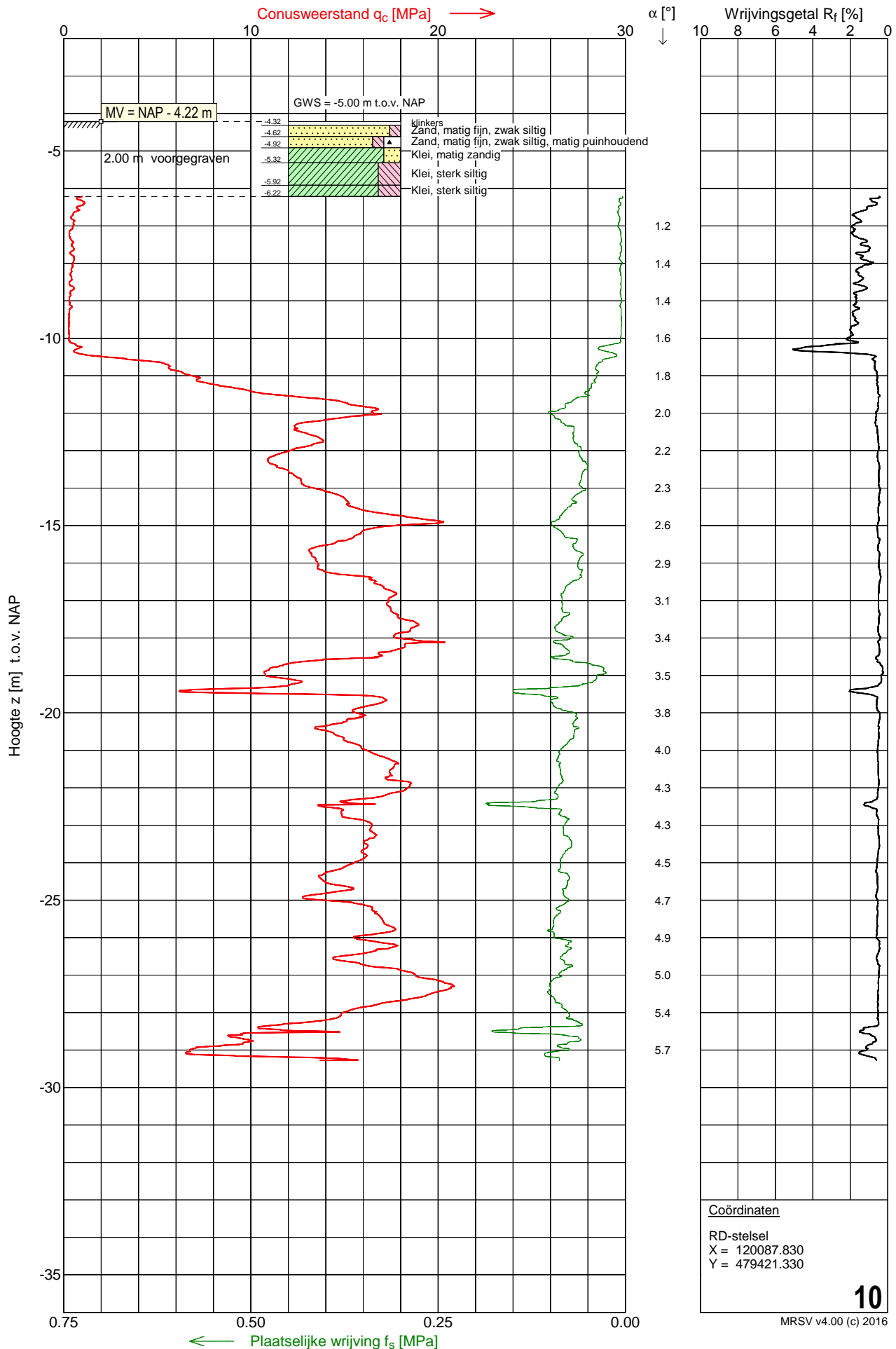
## Bijlage 5 – Grondonderzoeken

# Sondering 10

Opdracht : 1601280  
Plaats : Amstelveen  
Datum : 15-07-2016  
Project : Woontoren Bankrashof

Conus nummer : S15CFIIS152  
Soort conus : Elektrisch  
Opp. conuspunt : 1500 mm<sup>2</sup>

NEN-EN-ISO-22476-1  
Klasse 3, type TE1  
Sondeerunit : 66  
Blad : 1 van 1

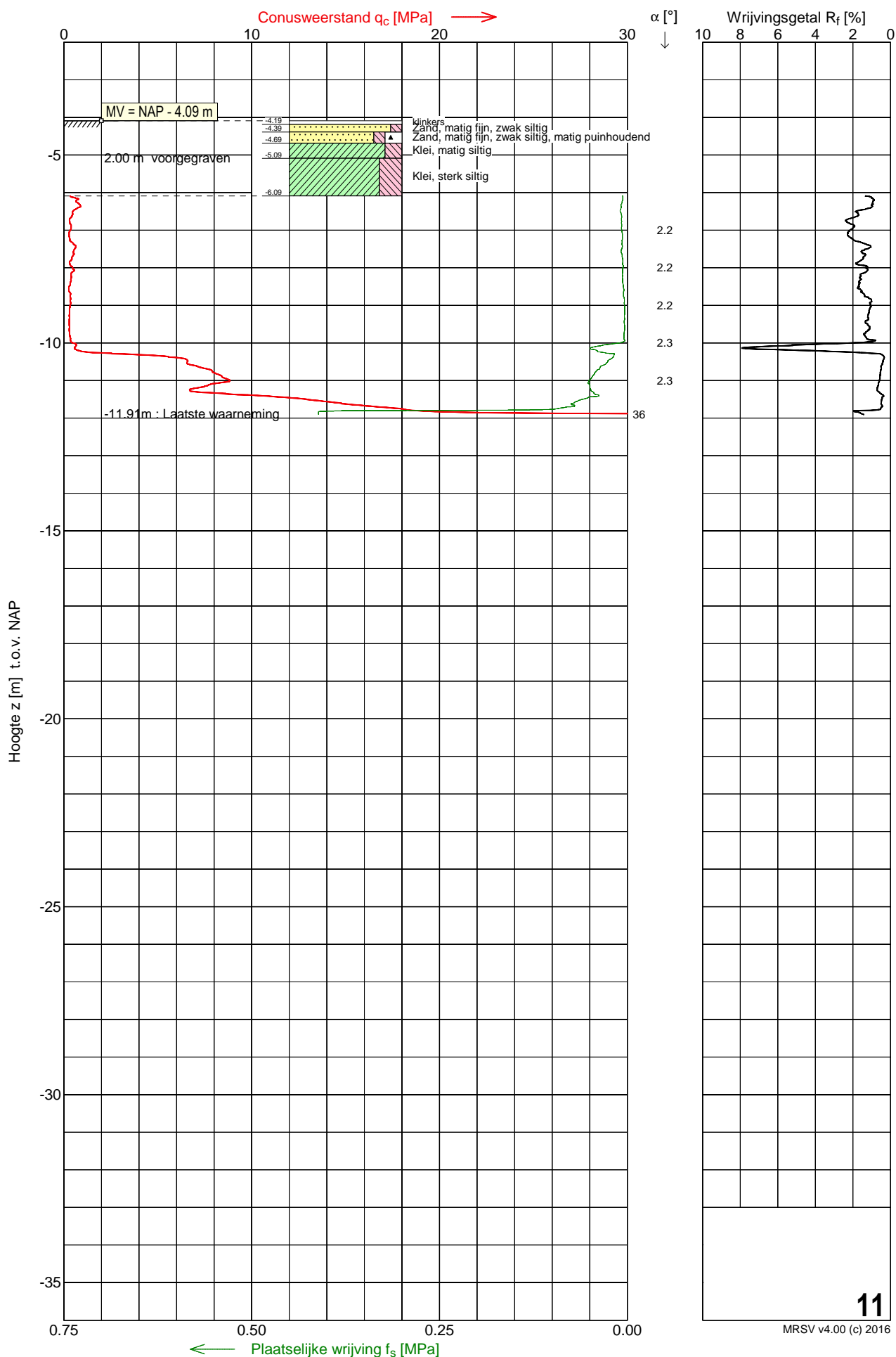


# Sondering 11

Opdracht : 1601280  
Plaats : Amstelveen  
Datum : 15-07-2016  
Project : Woontoren Bankrashof

Conus nummer : S15CFIIS152  
Soort conus : Elektrisch  
Opp. conuspunt : 1500 mm<sup>2</sup>

NEN-EN-ISO-22476-1  
Klasse 3, type TE1  
Sondeerunit : 66  
Blad : 1 van 1



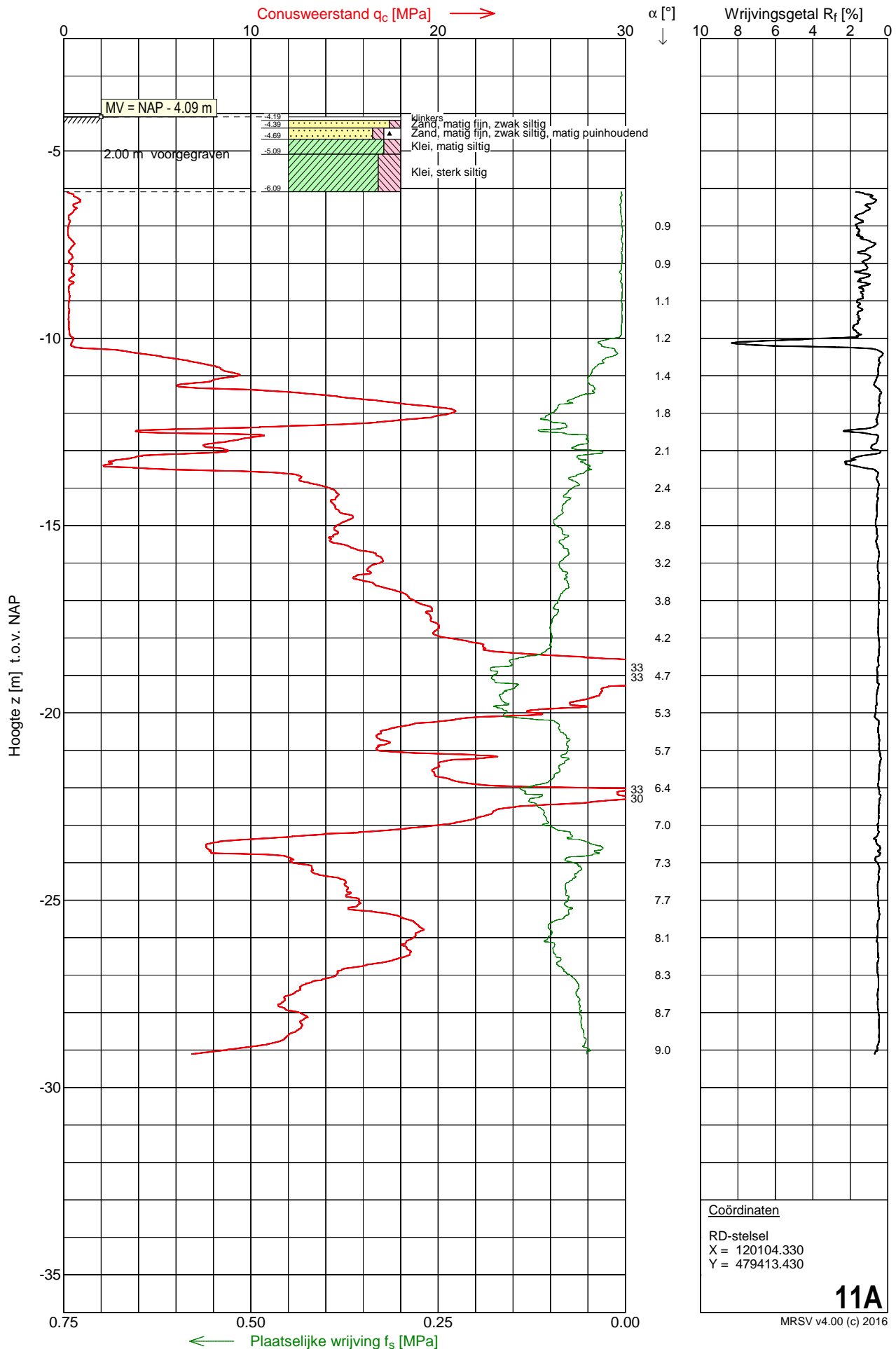


# Sondering 11A

Opdracht : 1601280  
Plaats : Amstelveen  
Datum : 15-07-2016  
Project : Woontoren Bankrashof

Conus nummer : S15CFIIS152  
Soort conus : Elektrisch  
Opp. conuspunt : 1500 mm<sup>2</sup>

NEN-EN-ISO-22476-1  
Klasse 3, type TE1  
Sondeerunit : 66  
Blad : 1 van 1

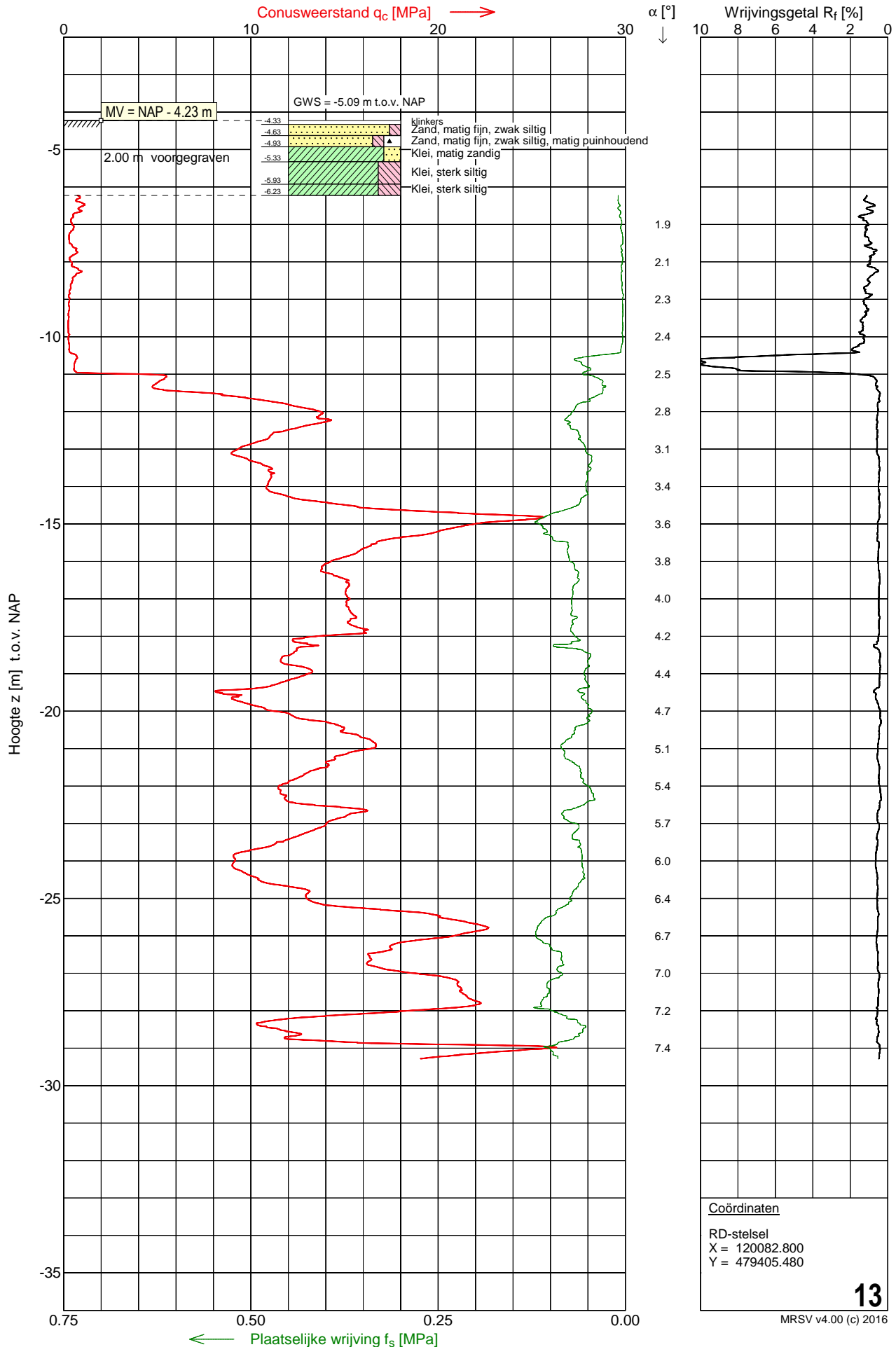


# Sondering 13

Opdracht : 1601280  
Plaats : Amstelveen  
Datum : 15-07-2016  
Project : Woontoren Bankrashof

Conus nummer : S15CFIIS152  
Soort conus : Elektrisch  
Opp. conuspunt : 1500 mm<sup>2</sup>

NEN-EN-ISO-22476-1  
Klasse 3, type TE1  
Sondeerunit : 66  
Blad : 1 van 1

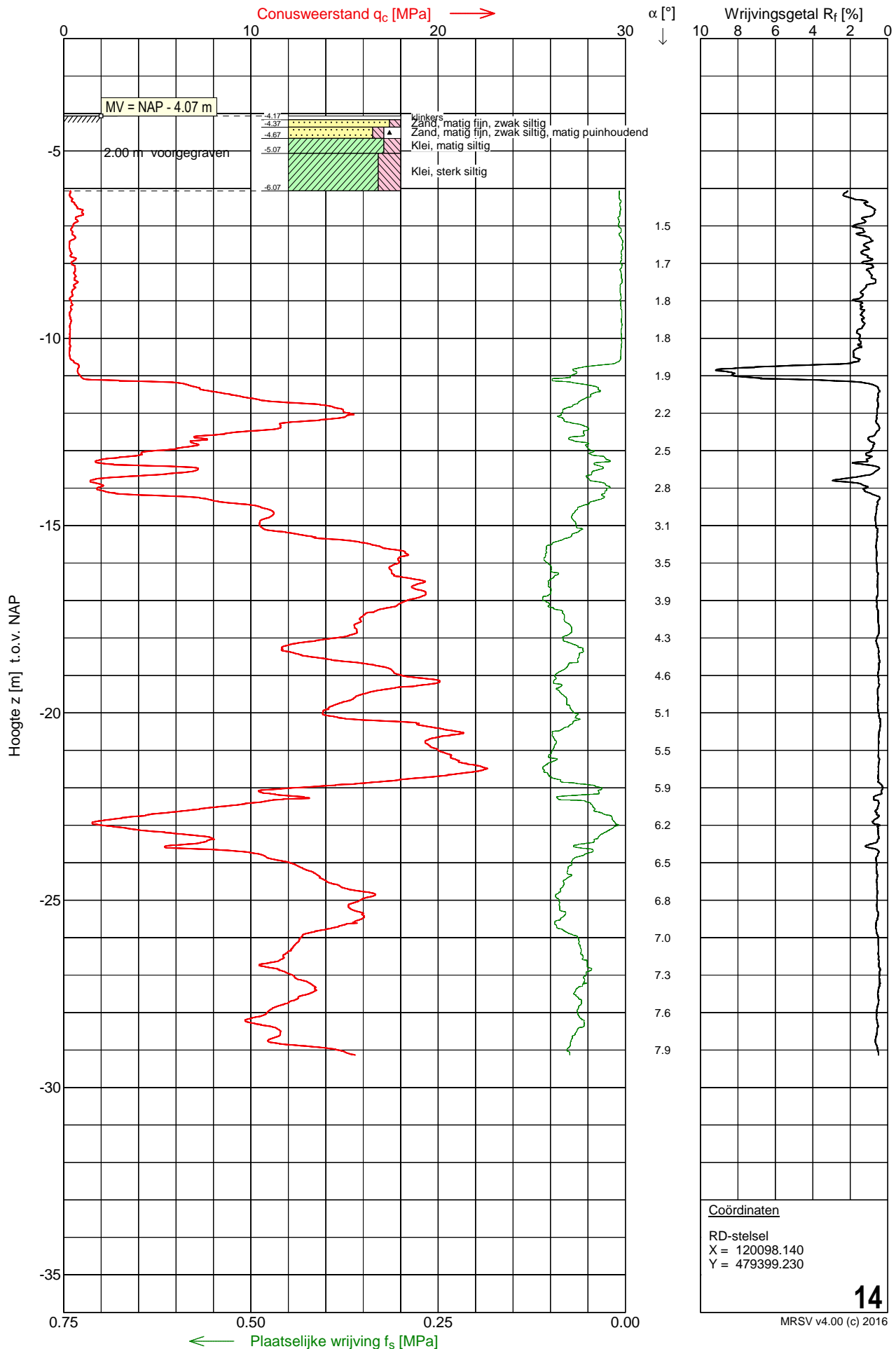


# Sondering 14

Opdracht : 1601280  
Plaats : Amstelveen  
Datum : 15-07-2016  
Project : Woontoren Bankrashof

Conus nummer : S15CFIIS152  
Soort conus : Elektrisch  
Opp. conuspunt : 1500 mm<sup>2</sup>

NEN-EN-ISO-22476-1  
Klasse 3, type TE1  
Sondeerunit : 66  
Blad : 1 van 1

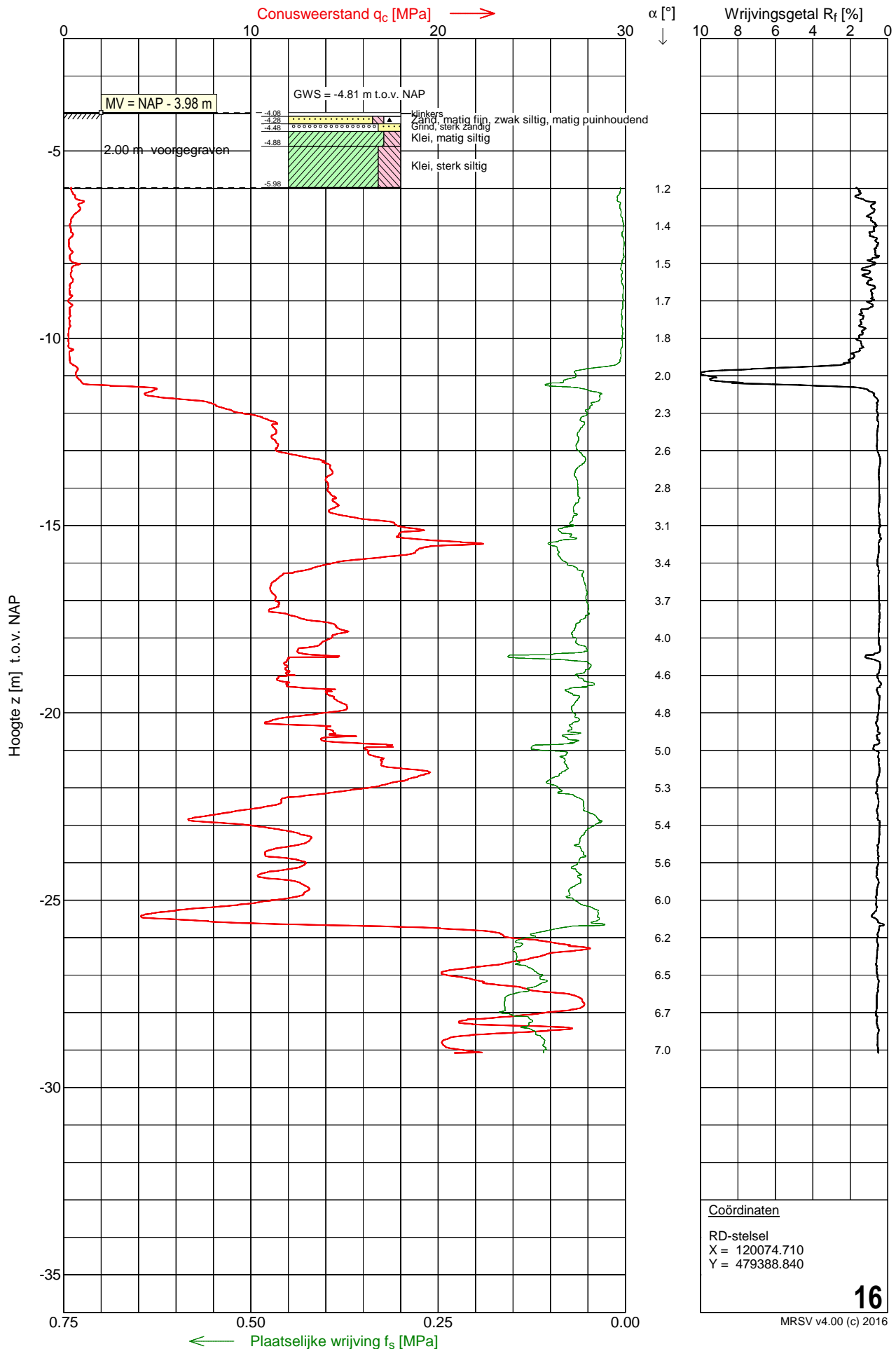


# Sondering 16

Opdracht : 1601280  
Plaats : Amstelveen  
Datum : 15-07-2016  
Project : Woontoren Bankrashof

Conus nummer : S15CFIIS152  
Soort conus : Elektrisch  
Opp. conuspunt : 1500 mm<sup>2</sup>

NEN-EN-ISO-22476-1  
Klasse 3, type TE1  
Sondeerunit : 66  
Blad : 1 van 1

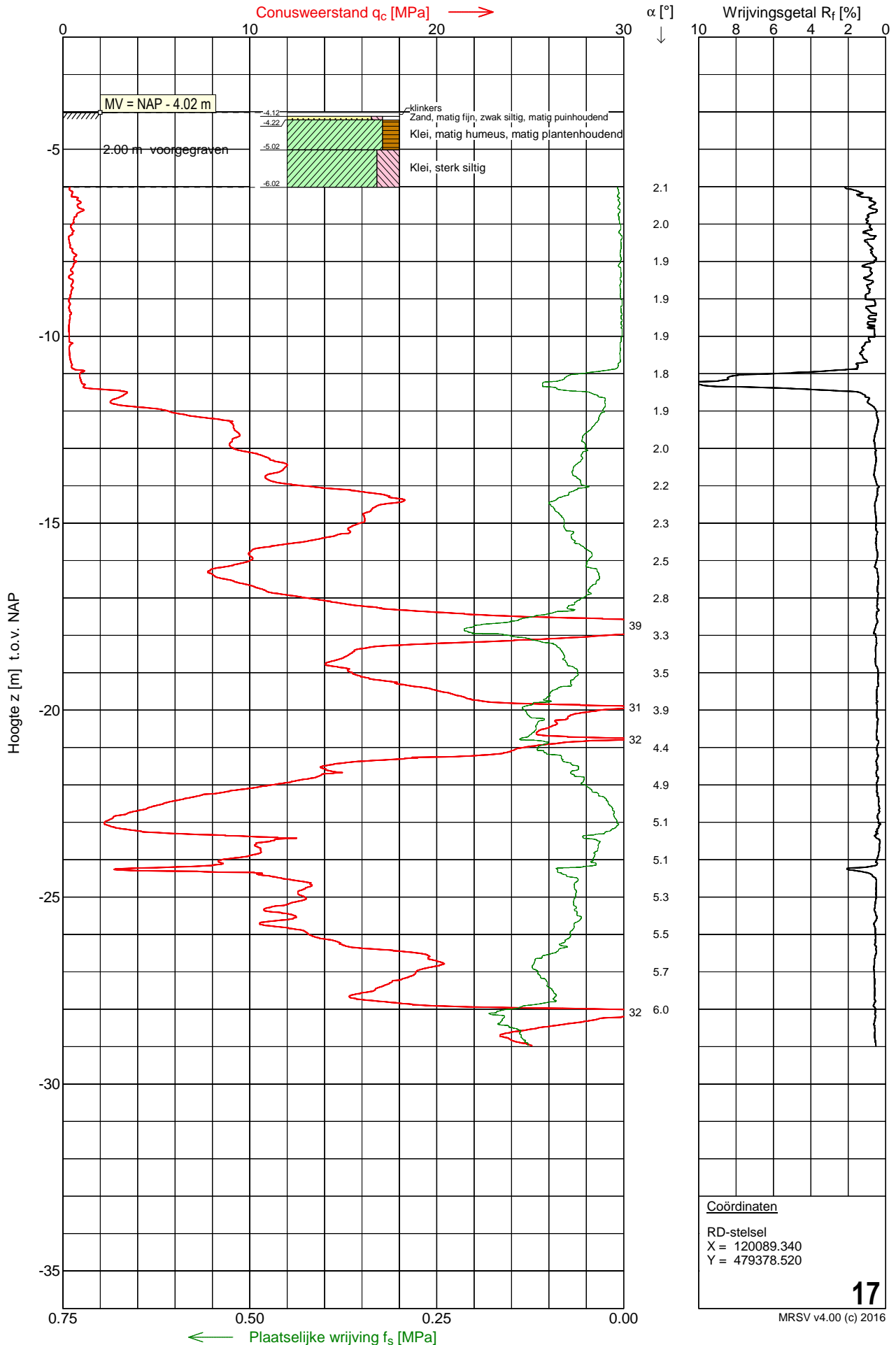


# Sondering 17

Opdracht : 1601280  
Plaats : Amstelveen  
Datum : 14-07-2016  
Project : Woontoren Bankrashof

Conus nummer : S15CFIIS152  
Soort conus : Elektrisch  
Opp. conuspunt : 1500 mm<sup>2</sup>

NEN-EN-ISO-22476-1  
Klasse 3, type TE1  
Sondeerunit : 66  
Blad : 1 van 1



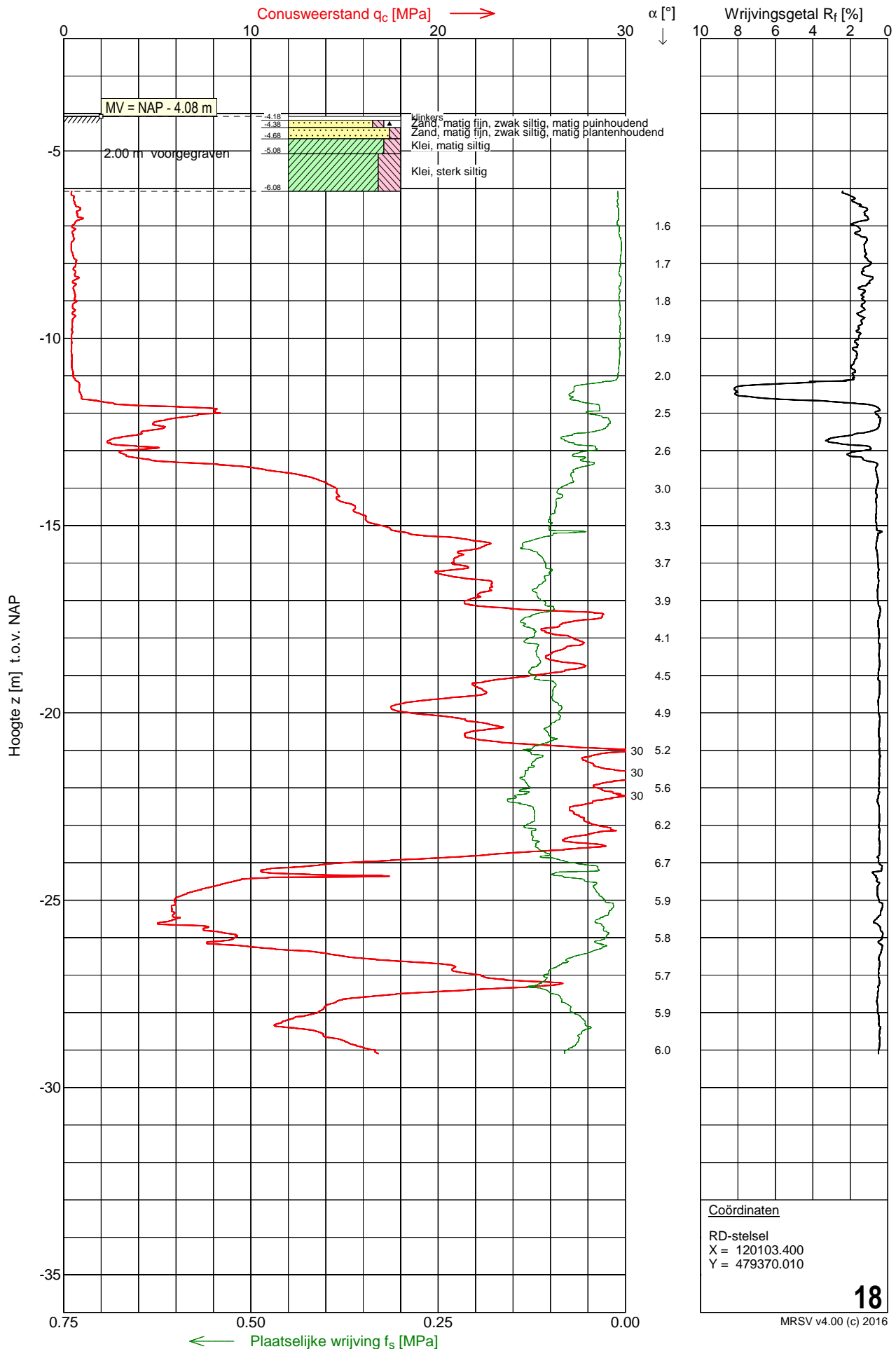


# Sondering 18

Opdracht : 1601280  
Plaats : Amstelveen  
Datum : 15-07-2016  
Project : Woontoren Bankrashof

Conus nummer : S15CFIIS152  
Soort conus : Elektrisch  
Opp. conuspunt : 1500 mm<sup>2</sup>

NEN-EN-ISO-22476-1  
Klasse 3, type TE1  
Sondeerunit : 66  
Blad : 1 van 1

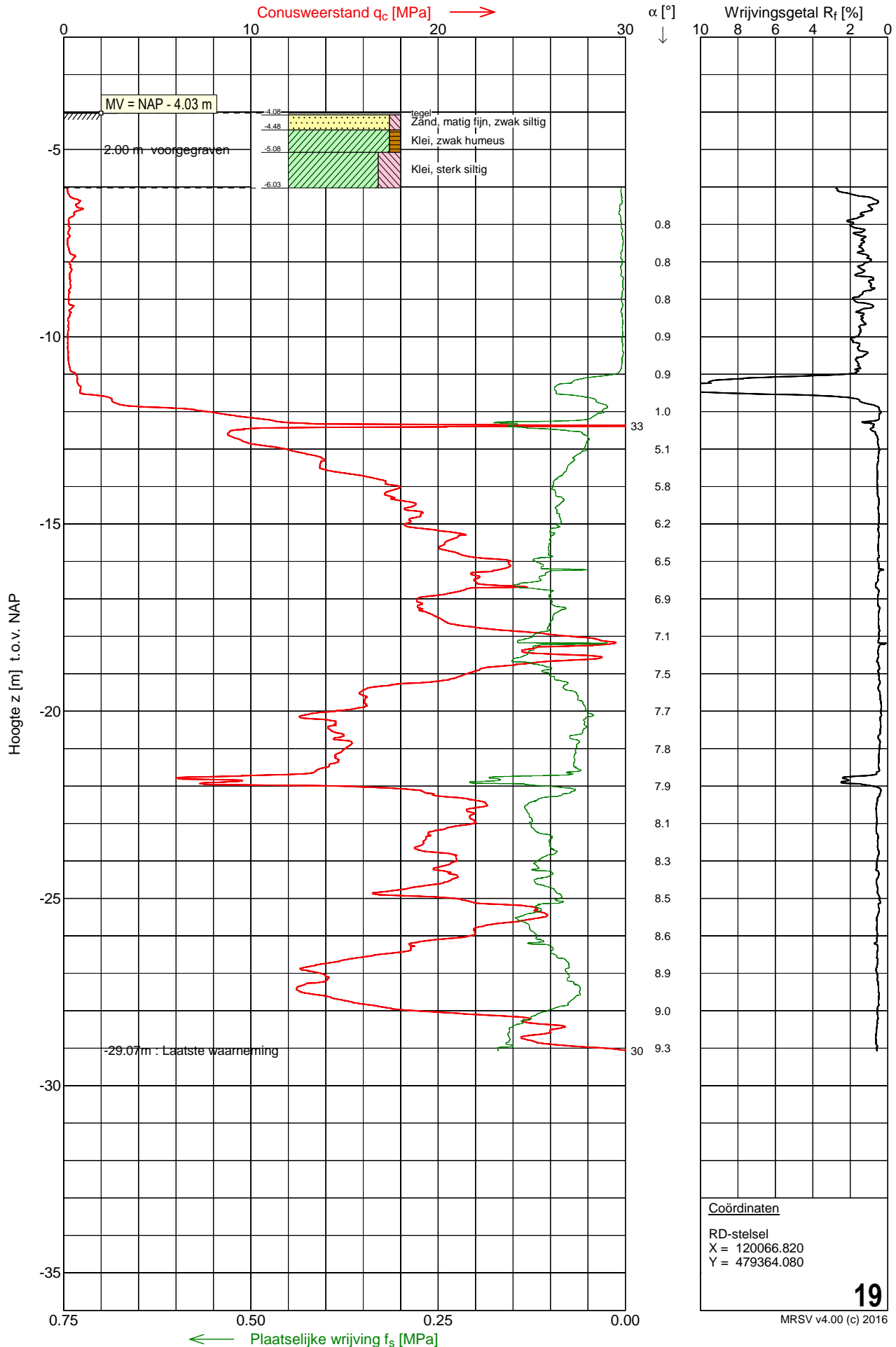


# Sondering 19

Opdracht : 1601280  
Plaats : Amstelveen  
Datum : 14-07-2016  
Project : Woontoren Bankrashof

Conus nummer : S15CFIIS152  
Soort conus : Elektrisch  
Opp. conuspunt : 1500 mm<sup>2</sup>

NEN-EN-ISO-22476-1  
Klasse 3, type TE1  
Sondeerunit : 66  
Blad : 1 van 1

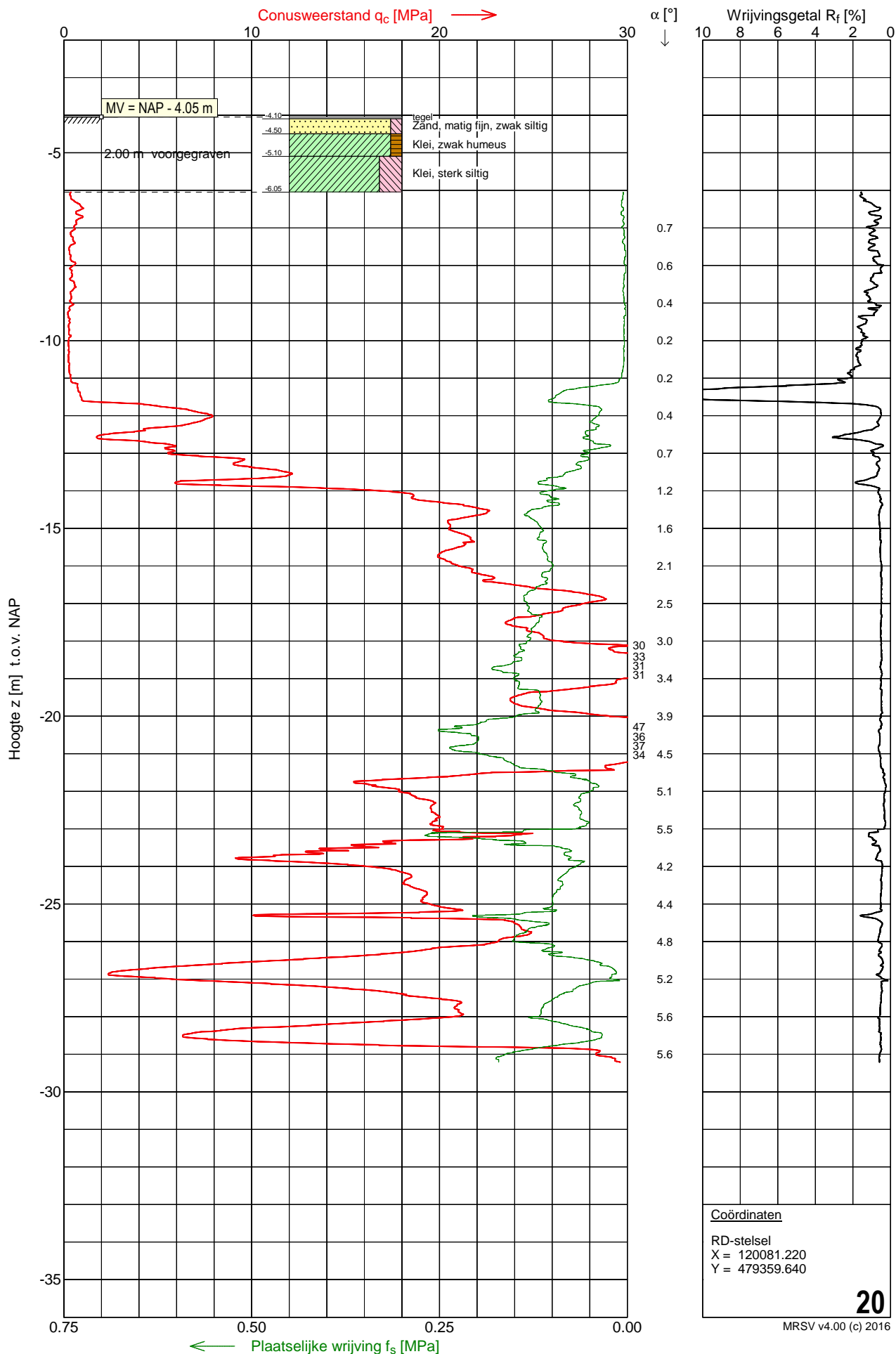


# Sondering 20

Opdracht : 1601280  
Plaats : Amstelveen  
Datum : 14-07-2016  
Project : Woontoren Bankrashof

Conus nummer : S15CFIIS152  
Soort conus : Elektrisch  
Opp. conuspunt : 1500 mm<sup>2</sup>

NEN-EN-ISO-22476-1  
Klasse 3, type TE1  
Sondeerunit : 66  
Blad : 1 van 1

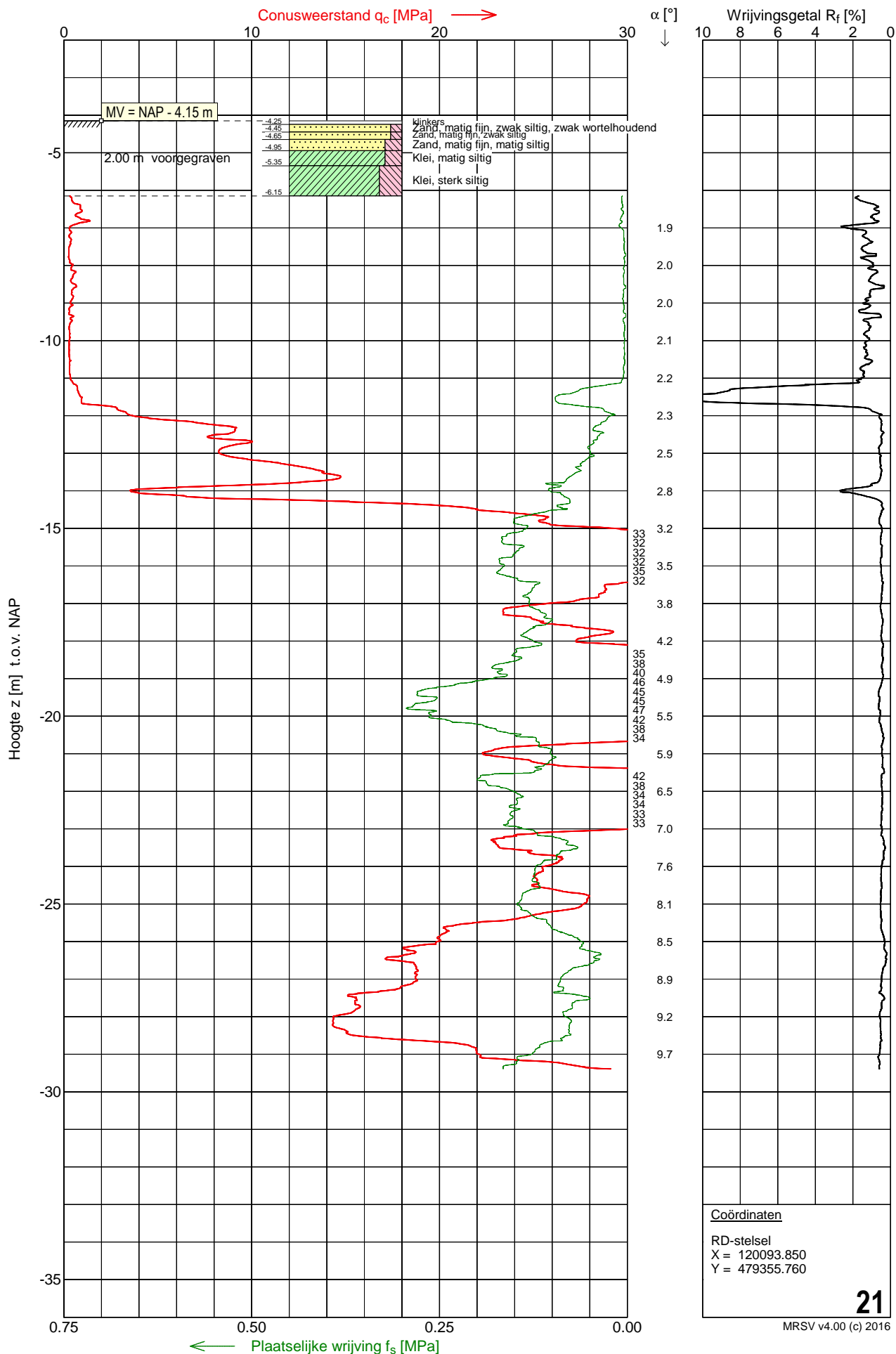


# Sondering 21

Opdracht : 1601280  
Plaats : Amstelveen  
Datum : 15-07-2016  
Project : Woontoren Bankrashof

Conus nummer : S15CFIIS152  
Soort conus : Elektrisch  
Opp. conuspunt : 1500 mm<sup>2</sup>

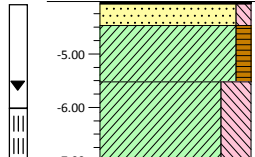
NEN-EN-ISO-22476-1  
Klasse 3, type TE1  
Sondeerunit : 66  
Blad : 1 van 1



Opdracht : 1601280  
 Plaats : Amstelveen  
 Project : Woontoren Bankrashof

**BORING : PB1**

Datum : 15-07-2016 X : 120068.300 Boormeester : GM  
 GWS : NAP -5.62 m Y : 479363.830 Beschrijver : GM  
 Maaiveld : NAP -4.02 m Norm : NEN5104  
 Opmerking : -

Boorprofiel	Laag nr.	Diepte [m t.o.v. NAP] van tot	Omschrijving grondlaag	Kleur
	2	1	-4.02 -4.07	Tegel
	3	2	-4.07 -4.47	Zand, matig fijn, zwak siltig bruin licht
	3	3	-4.47 -5.52	Klei, zwak humeus donkerbruin
	4	4	-5.52 -7.02	Klei, sterk siltig grijs licht
			-4.02 -6.02	Kleistop 1



# Legenda (conform NEN 5104)

## Grind

	Grind, siltig
	Grind, zwak zandig
	Grind, matig zandig
	Grind, sterk zandig
	Grind, uiterst zandig

## Zand

	Zand, kleiig
	Zand, zwak siltig
	Zand, matig siltig
	Zand, sterk siltig
	Zand, uiterst siltig

## Klei

	Klei, zwak siltig
	Klei, matig siltig
	Klei, sterk siltig
	Klei, uiterst siltig
	Klei, zwak zandig
	Klei, matig zandig
	Klei, sterk zandig

## Veen

	Veen, mineraalarm
	Veen, mineraalarm, zwak kleiig
	Veen, mineraalarm, matig kleiig
	Veen, mineraalarm, sterk kleiig
	Veen, mineraalarm, uiterst kleiig

## Leem

	Leem, zwak zandig
	Leem, sterk zandig

## Overige toevoegingen

	Zwak humeus
	Matig humeus
	Sterk humeus
	Zwak grindig
	Matig grindig
	Sterk grindig

## Overig

	Hout
	Puin
	Slib
	Water
	lege monsterbus
	bus met ongeroerd monster
	grondwaterstand tijdens boren
	stijghoogte in peilbuis
	peilbuisfilter

Opdracht : 1601280  
Plaats : Amstelveen  
Project : Woontoren Bankrashof

## PEILBUISGEGEVENS

Peilbuisnummer	PB1 - 1	PB2 - 1
Datum plaatsing	15-07-2016	15-07-2016
Diameter [mm]	32	32
Materiaal	HDPE	HDPE
Filterkous	nee	ja
Grind	ja	nee
Lengte stijgbuis [m]	1.94	8.97
Lengte filter [m]	1.00	1.00
Totale lengte [m]	2.94	9.97
MV [m t.o.v. NAP]	-4.02	-4.07
bk stijgbuis [m t.o.v. NAP]	-4.08	-4.10
bk filter [m t.o.v. NAP]	-6.02	-13.07
ok filter [m t.o.v. NAP]	-7.02	-14.07
bk kleistop [m t.o.v. NAP]	-4.02	
ok kleistop [m t.o.v. NAP]	-6.02	
GWS [m t.o.v. NAP]	-5.68	-5.70
Straatpot	ja	ja
Beschermkap	nee	nee
Schoongemaakt	nee	nee
Geplaatst door / met	Hand	Sondeerunit
Plaatsing (methode)	boren	drukken
Opmerking		

Opdr.nr. 1601280  
Plaats Amstelveen  
Datum 14-07-2016  
Project Woontoren Bankrashof

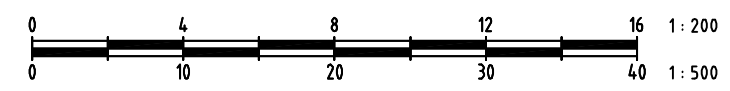
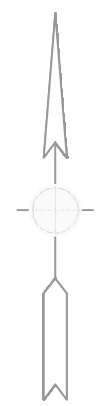
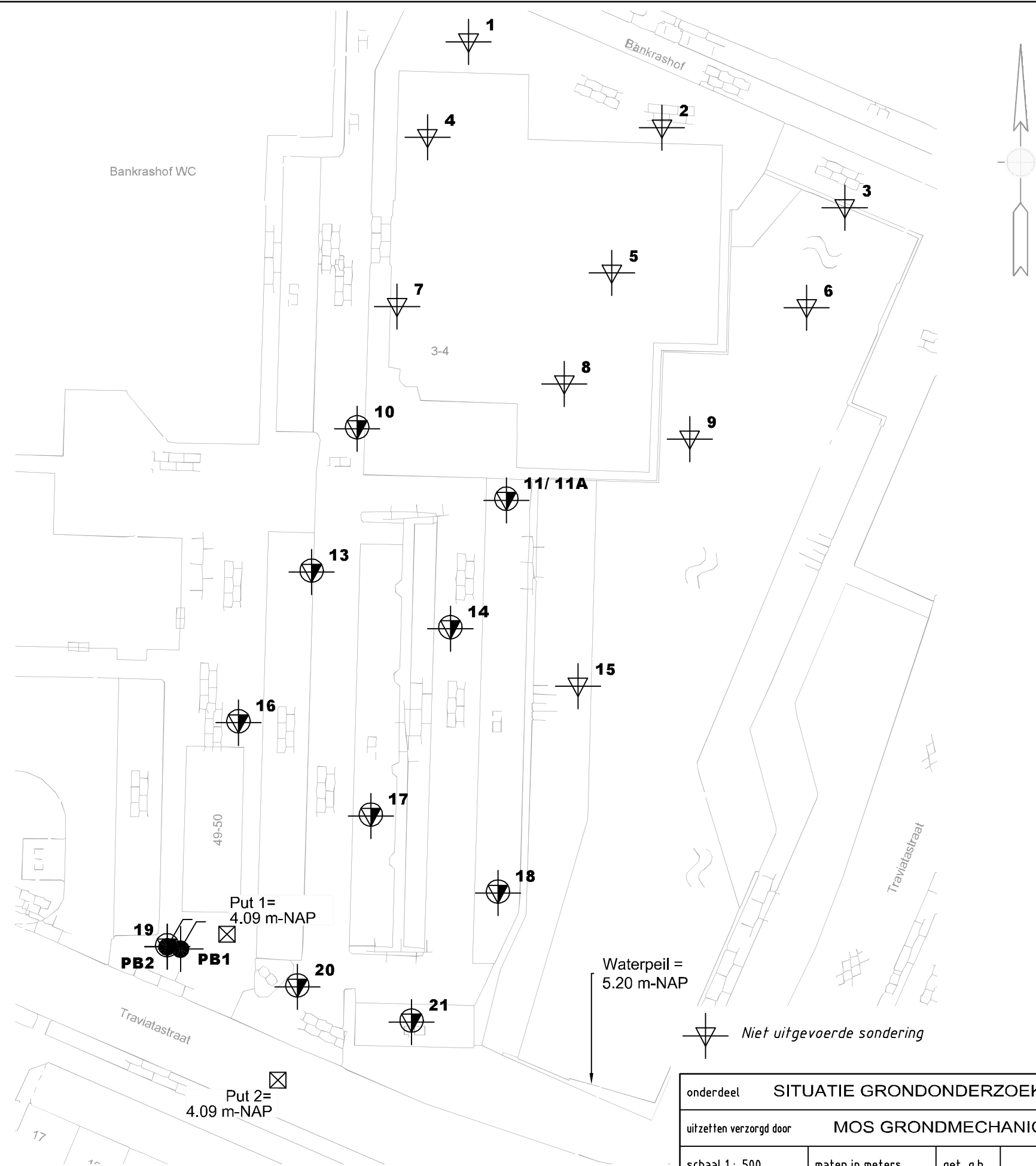
Meting uitgevoerd in RD stelsel

Sondeer nummer	X [m] Opgegeven	Y [m] Opgegeven	Z [m] TOV NAP
10	120087.83	479421.33	-4.22
11A	120104.33	479413.43	-4.09
13	120082.80	479405.48	-4.23
14	120098.14	479399.23	-4.07
16	120074.71	479388.84	-3.98
17	120089.34	479378.52	-4.02
18	120103.40	479370.01	-4.08
19	120066.82	479364.08	-4.03
20	120081.22	479359.64	-4.05
21	120093.85	479355.76	-4.15

Peilbuis nummer	X [m] Opgegeven	Y [m] Opgegeven	Z [m] TOV NAP	Z [m] Bk. Pb. TOV NAP
PB1	120068.30	479363.83	-4.02	-4.08
PB2	120066.82	479364.08	-4.07	-4.10

Vastpunt nummer	X [m] Opgegeven	Y [m] Opgegeven	Z [m] TOV NAP
Put1	120073.44	479365.47	-4.09
Put2	120079.07	479349.33	-4.09

Datum waterpassing 14-07-2016  
Omschrijving vast punt Meting uitgevoerd met Leica RTK GPS systeem



 Niet uitgevoerde sondering

onderdeel		SITUATIE GRONDONDERZOEK	
uitzetten verzorgd door		MOS GRONDMECHANICA	
schaal 1 : 500	maten in meters	gef. g.h.	
datum : 25-07-16	opdr.nr. : 1601280		
wijz.	Formaat : A3		

project : Woontoren Bankrashof  
te Amstelveen



**MOS GRONDMECHANICA**

Postbus 801, 3160 AA Rhooon - Telefoon (088) 5130200

-  Sondering
-  Sondering met pl.wrijving
-  Boring
-  Peilbuis

## 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.

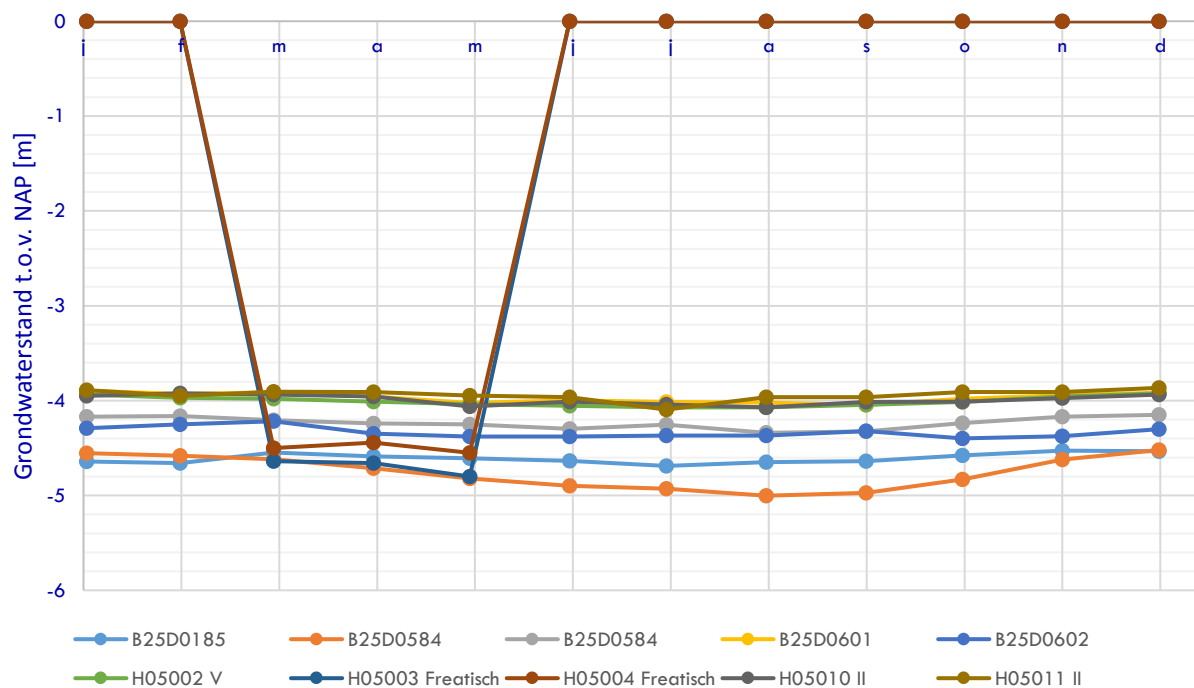
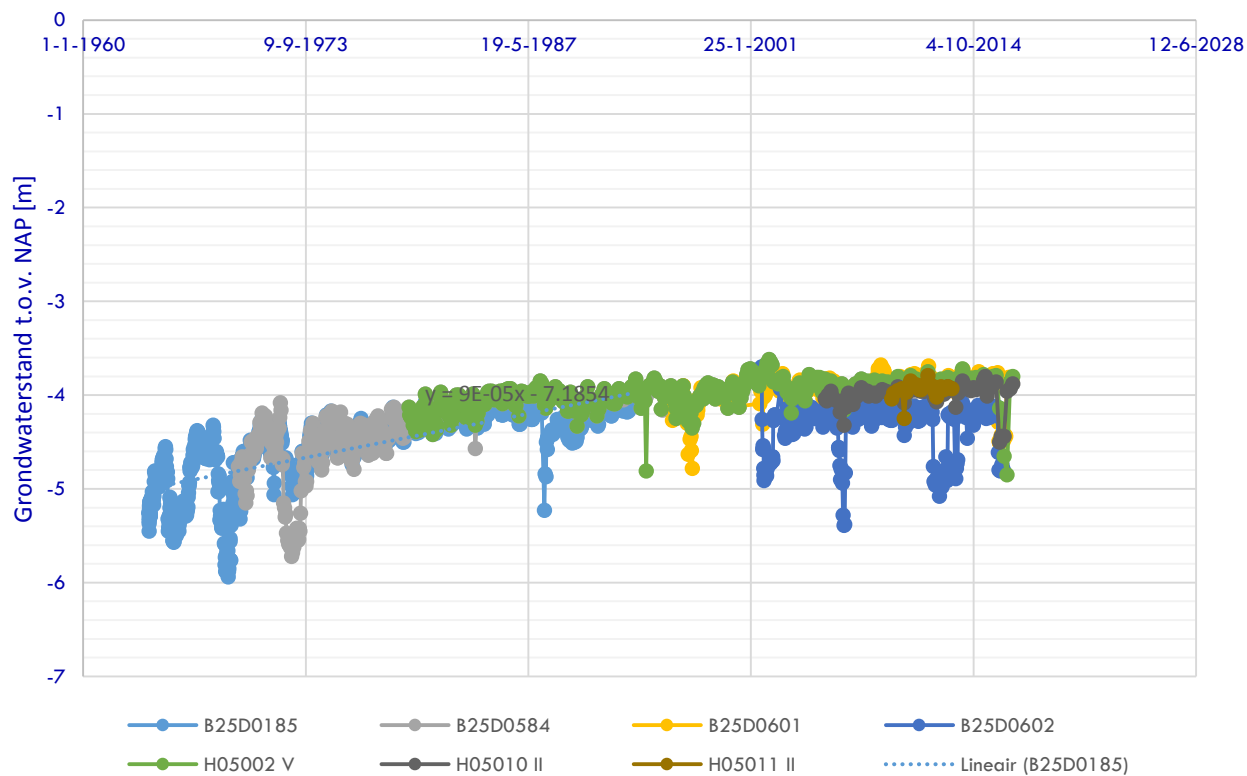


[illegible]

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



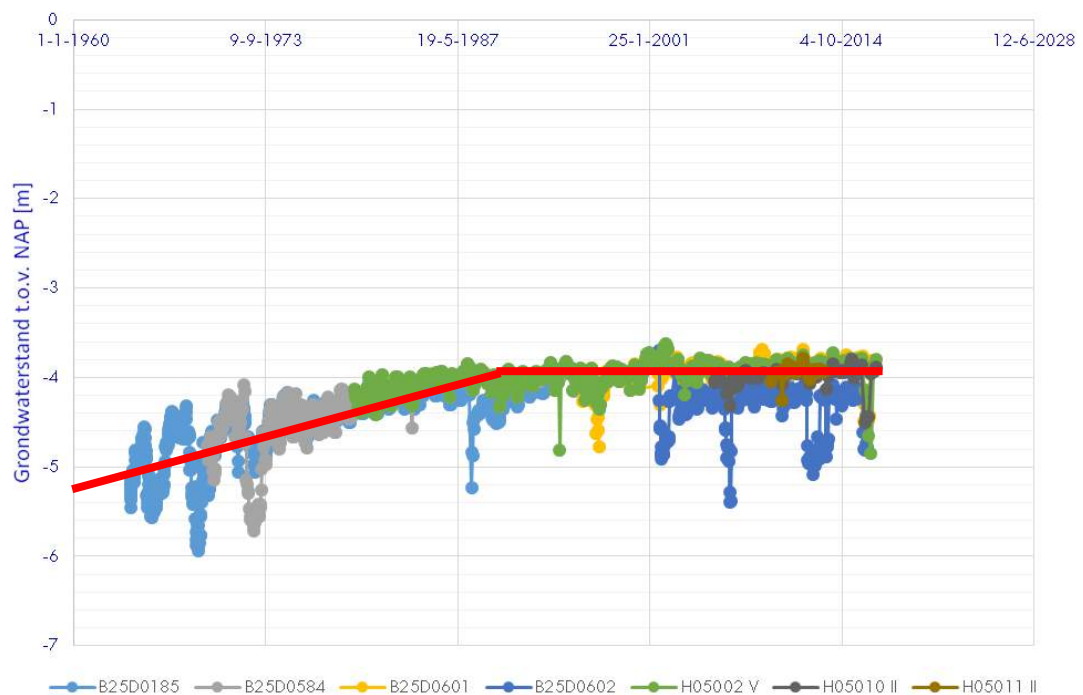
## Bijlage 7 – zettingsberekening



### Beschouwing geohydrologische voorbelasting

Projectgebied is gelegen in Middelpolder, deze polder is gerealiseerd medio 1600. Ten behoeve van bepaling geohydrologische voorbelasting wordt gerekend met een stijghoogte vanaf realisatie belendingen (1960). In de grafiek 1 is de stijghoogte (grondwaterstand watervoerende laag 2) gepresenteerd, de rekenwaarde van geohydrologische voorbelasting is de rode lijn, deze rode lijn is bepaald met behulp van peilbuismetingen in de nabije omgeving. Opgemerkt wordt dat maaiveld daling reeds opgetreden is vanaf medio 1600, door de voorbelasting te bepalen vanaf 1960 wordt er gerekend met een conservatief uitgangspunt. Het geohydrologisch voorbelasting model start op NAP – 4,5 m in watervoerende lagen 1 en 2, watervoerende laag 1 wordt gevoed en gedraineerd (door sloten en neerslag) het waterpeil is NAP – 4,5 m in de sloten (vanaf start rekenmodel in 1960).

Grafiek 1



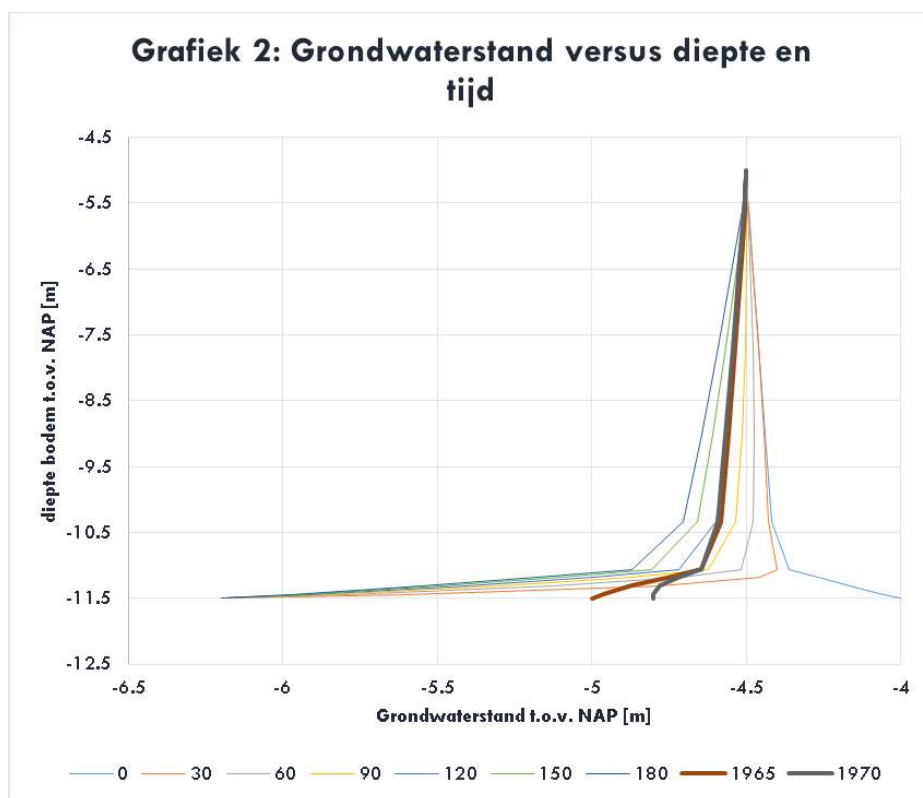
De deklaag wordt in 3 lagen opgedeeld, per laag worden per tijdstap 4 berekeningen uitgevoerd (grondwaterstand op 12,5%, 37,5 %, 62,5% en 87,5 % van de laagdikte) door het grondwatermodel. De resultaten van deze berekening zijn bijgevoegd in tabel 1.

Tabel 1

Aantal maanden met grondwaterstand ...		lager dan NAP -5.2 m	lager dan NAP -5.1 m	lager dan NAP -5 m	lager dan NAP -4.9 m	lager dan NAP -4.8 m	lager dan NAP -4.7 m	lager dan NAP -4.6 m	lager dan NAP -4.5 m
laag 1	0.125	0	0	0	0	0	0	0	328
laag 1	0.375	0	0	0	0	0	0	0	327
laag 1	0.625	0	0	0	0	0	0	0	326
laag 1	0.875	0	0	0	0	0	0	0	325
laag 2	0.125	0	0	0	0	0	0	0	321
laag 2	0.375	0	0	0	0	0	0	0	315
laag 2	0.625	0	0	0	0	0	0	0	313
laag 2	0.875	0	0	0	0	0	0	0	312
laag 3	0.125	0	0	0	0	0	0	168	295
laag 3	0.375	0	0	0	0	0	125	213	278
laag 3	0.625	0	0	0	0	106	167	203	252
laag 3	0.875	0	0	47	72	124	168	192	228
laag 3	1	0	25	49	73	109	133	169	193

### Effect werkzaamheden geohydrologisch

De stijghoogte wordt op NAP – 6,2 m (optredend op 25 m afstand) gehanteerd voor 180 dagen, dit is representatief voor de maaiveldddaling op 5 m naast de damwand (maaiveldddaling ten gevolge van bemaling). In grafiek 2 is de verwachte grondwaterstand t.o.v. NAP na 0, 30, 60, 90, 120, 150 en 180 dagen weergegeven. Als referentie is ook de grondwaterstand in de deklaag in het jaar 1965 en 1970 opgenomen in de grafiek, opgemerkt wordt dat tot circa 90 dagen niet verlaagd wordt beneden de voorbelasting (grondwaterstanden welke eerder zijn opgetreden in deklaag).



Tabel 2 – grondwaterstand beneden NAP – 5,1 m (beneden laagste niveau historisch in deklaag)

Aantal maanden tijdens bemaling met grondwaterstand ...		lager dan NAP - 6.1 m	lager dan NAP - 6 m	lager dan NAP - 5.9 m	lager dan NAP - 5.8 m	lager dan NAP - 5.7 m	lager dan NAP - 5.6 m	lager dan NAP - 5.5 m	lager dan NAP - 5.4 m	lager dan NAP - 5.3 m	lager dan NAP - 5.2 m
laag 1	0.125	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
laag 1	0.375	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
laag 1	0.625	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
laag 1	0.875	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
laag 2	0.125	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
laag 2	0.375	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
laag 2	0.625	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
laag 2	0.875	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
laag 3	0.125	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
laag 3	0.375	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
laag 3	0.625	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	2.2	3.1	3.7
laag 3	0.875	0.0	0.0	2.6	4.1	4.8	5.1	5.3	5.5	5.6	5.7
laag 3	1	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0

Uit tabel 2 wordt geconcludeerd dat tot circa 50% van de basisveenlaag (tussen 37,5% en 62,5 %) de grondwaterstand verlaagd wordt beneden NAP – 5,1 m.

Tabel 3 – tijdsduur grondwaterstand boven NAP – 5,1 m

Aantal maanden tijdens bemaling met grondwaterstand ...		lager dan NAP -5.1 m	lager dan NAP -5 m	lager dan NAP -4.9 m	lager dan NAP -4.8 m	lager dan NAP -4.7 m	lager dan NAP -4.6 m	lager dan NAP -4.5 m
		-5.1	-5	-4.9	-4.8	-4.7	-4.6	-4.5
laag 1	0.125	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2
laag 1	0.375	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3
laag 1	0.625	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4
laag 1	0.875	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5
laag 2	0.125	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0
laag 2	0.375	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.2
laag 2	0.625	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	3.4
laag 2	0.875	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	2.0	3.7
laag 3	0.125	0.0	0.0	0.0	1.1	2.2	3.3	4.2
laag 3	0.375	1.2	2.1	2.9	3.6	4.1	4.6	4.9
laag 3	0.625	4.2	4.6	4.8	5.1	5.2	5.4	5.5
laag 3	0.875	5.7	5.8	5.8	5.9	5.9	5.9	6.0
laag 3	1	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0

In tabel 3 is weergegeven hoeveel maanden (per laag) de grondwaterstand verlaagd wordt beneden dit niveau. Met behulp van tabel 3 en tabel 4 is procentueel weergegeven hoe de tijdsduur van de grondwaterstand tijdens bemaling in verhouding staat ten opzichte van de voorbelasting. Bijvoorbeeld laag 3 op 0,625 (62,5%) is in het verleden een grondwaterstand van beneden NAP – 4,8 m geweest voor een tijdperiode van 106 maanden, tijdens de bemaling is de grondwaterstand voor 5,1 maand,  $5,1/106 = 5\%$ .

Tabel 4 – verhouding tijdsduur bemaling versus voorbelasting

Tb/Tv [%]		lager dan NAP - 5.1 m	lager dan NAP -5 m	lager dan NAP - 4.9 m	lager dan NAP - 4.8 m	lager dan NAP - 4.7 m	lager dan NAP - 4.6 m	lager dan NAP -4.5 m
		-5.1	-5	-4.9	-4.8	-4.7	-4.6	-4.5
laag 1	0.125	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%
laag 1	0.375	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%
laag 1	0.625	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%
laag 1	0.875	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%
laag 2	0.125	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%
laag 2	0.375	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%
laag 2	0.625	0%	0%	0%	0%	0%	>100%	1%
laag 2	0.875	0%	0%	0%	0%	>100%	>100%	1%
laag 3	0.125	0%	0%	0%	>100%	>100%	2%	1%
laag 3	0.375	>100%	>100%	>100%	>100%	3%	2%	2%
laag 3	0.625	>100%	>100%	>100%	5%	3%	3%	2%
laag 3	0.875	>100%	12%	8%	5%	4%	3%	3%
laag 3	1	24%	12%	8%	6%	5%	4%	3%

### Rekenwijze en parameters maaiveldddaling

De maaiveldddaling ontstaat door toename korrelspanning in de laag 2 (0.625 en 0.875) en laag 3 (geheel). In stappen van 0,1 m grondwaterdruk (1kN/m<sup>2</sup> toename korrelspanning) is de maaiveldddaling bepaald per laag.

Rekenwijze conform zettingsformule Keverling-Huisman

$$\frac{\Delta d}{d} = \left( \frac{1}{C_p} + \frac{1}{C_s} \log \frac{t}{t_0} \right) \times \ln \left( \frac{P + \Delta P}{P} \right)$$

Waarbij geldt:

$\Delta d/d$  = relatieve dikteverandering

$C_p$  = primaire samendrukkingsconstante

$C_s$  = secundaire samendrukkingsconstante

$t_0$  = 1 dag

$t$  = tijdsduur

$P$  = korrelspanning

$\Delta P$  = toename van korrelspanning



De volgende parameters zijn gehanteerd:

Tabel 5 parameters grond

		top	bodem	d	Y (avg)	laag Y	totaal Y	Cp	Cs
laag 0	zand	-4	-5	1	18	18	18		
laag 1	veen	-5	-5.175	0.175	11	1.925	19.925	2.50E+01	1.00E+02
laag 1	veen	-5.175	-5.35	0.175	11	1.925	21.85	2.50E+01	1.00E+02
laag 1	veen	-5.35	-5.525	0.175	11	1.925	23.775	2.50E+01	1.00E+02
laag 1	veen	-5.525	-5.7	0.175	11	1.925	25.7	2.50E+01	1.00E+02
laag 2	klei	-5.7	-7.025	1.325	15	19.875	45.575	5.00E+02	1.00E+02
laag 2	klei	-7.025	-8.35	1.325	15	19.875	65.45	5.00E+02	1.00E+02
laag 2	klei	-8.35	-9.675	1.325	15	19.875	85.325	5.00E+02	1.00E+02
laag 2	klei	-9.675	-11	1.325	15	19.875	105.2	5.00E+02	1.00E+02
laag 3	basisveen	-11	-11.125	0.125	12	1.5	106.7	3.00E+01	1.20E+02
laag 3	basisveen	-11.125	-11.25	0.125	12	1.5	108.2	3.00E+01	1.20E+02
laag 3	basisveen	-11.25	-11.375	0.125	12	1.5	109.7	3.00E+01	1.20E+02
laag 3	basisveen	-11.375	-11.5	0.125	12	1.5	111.2	3.00E+01	1.20E+02

## Prognose maaiveldddaling

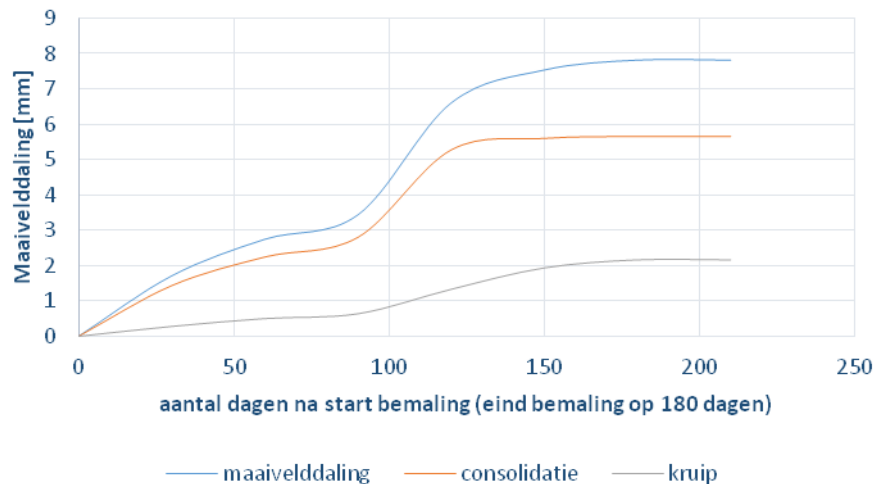
De maaiveldddaling ontstaat door toename korrelspanning in de laag 2 (0.625 en 0.875) en laag 3 (geheel). In stappen van 0,1 m grondwaterdruk (1kN/m<sup>2</sup> toename korrelspanning) is de maaiveldddaling bepaald per laag.

Korrel-spanning		-6.1	-6	-5.9	-5.8	-5.7	-5.6	-5.5	-5.4	-5.3	-5.2	-5.1	-5	-4.9	-4.8	-4.7	-4.6	-4.5
laag 1	0.125												19.05	18.05	17.05	16.05	15.05	14.05
laag 1	0.375										21.23	20.23	19.23	18.23	17.23	16.23	15.23	14.23
laag 1	0.625								23.40	22.40	21.40	20.40	19.40	18.40	17.40	16.40	15.40	14.40
laag 1	0.875						25.58	24.58	23.58	22.58	21.58	20.58	19.58	18.58	17.58	16.58	15.58	14.58
laag 2	0.125	42.95	41.95	40.95	39.95	38.95	37.95	36.95	35.95	34.95	33.95	32.95	31.95	30.95	29.95	28.95	27.95	26.95
laag 2	0.375	49.58	48.58	47.58	46.58	45.58	44.58	43.58	42.58	41.58	40.58	39.58	38.58	37.58	36.58	35.58	34.58	33.58
laag 2	0.625	56.20	55.20	54.20	53.20	52.20	51.20	50.20	49.20	48.20	47.20	46.20	45.20	44.20	43.20	42.20	41.20	40.20
laag 2	0.875	62.83	61.83	60.83	59.83	58.83	57.83	56.83	55.83	54.83	53.83	52.83	51.83	50.83	49.83	48.83	47.83	46.83
laag 3	0.125	57.08	56.08	55.08	54.08	53.08	52.08	51.08	50.08	49.08	48.08	47.08	46.08	45.08	44.08	43.08	42.08	41.08
laag 3	0.375	57.33	56.33	55.33	54.33	53.33	52.33	51.33	50.33	49.33	48.33	47.33	46.33	45.33	44.33	43.33	42.33	41.33
laag 3	0.625	57.58	56.58	55.58	54.58	53.58	52.58	51.58	50.58	49.58	48.58	47.58	46.58	45.58	44.58	43.58	42.58	41.58
laag 3	0.875	57.83	56.83	55.83	54.83	53.83	52.83	51.83	50.83	49.83	48.83	47.83	46.83	45.83	44.83	43.83	42.83	41.83

maaiveldddaling totaal [mm]		-6.1	-6	-5.9	-5.8	-5.7	-5.6	-5.5	-5.4	-5.3	-5.2	-5.1	-5	-4.9	-4.8	-4.7	-4.6	-4.5
laag 1	0.175	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.482
laag 1	0.175	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.476
laag 1	0.175	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.470
laag 1	0.175	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.465
laag 2	1.325	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.098
laag 2	1.325	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.079
laag 2	1.325	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.569	0.067
laag 2	1.325	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.281	0.544	0.057
laag 3	0.125	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.129	0.139	0.098	0.100
laag 3	0.125	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.121	0.129	0.135	0.140	0.095	0.098	0.100
laag 3	0.125	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.110	0.119	0.124	0.128	0.132	0.136	0.139	0.093	0.095	0.097	0.099
laag 3	0.125	0.000	0.000	0.109	0.115	0.118	0.121	0.123	0.126	0.129	0.132	0.134	0.089	0.091	0.092	0.094	0.096	0.099

maaivelddaling primair [mm]		-6.1	-6	-5.9	-5.8	-5.7	-5.6	-5.5	-5.4	-5.3	-5.2	-5.1	-5	-4.9	-4.8	-4.7	-4.6	-4.5
laag 1	0.175	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.481
laag 1	0.175	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.476
laag 1	0.175	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.470
laag 1	0.175	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.465
laag 2	1.325	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.097
laag 2	1.325	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.078
laag 2	1.325	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.064	0.065
laag 2	1.325	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.054	0.055	0.056
laag 3	0.125	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.093	0.096	0.098	0.100
laag 3	0.125	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.087	0.089	0.091	0.093	0.095	0.097	0.100
laag 3	0.125	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.080	0.082	0.083	0.085	0.087	0.089	0.090	0.092	0.095	0.097	0.099
laag 3	0.125	0.000	0.000	0.074	0.075	0.077	0.078	0.080	0.081	0.083	0.084	0.086	0.088	0.090	0.092	0.094	0.096	0.098

Grafiek 2: tijd versus maaivelddaling



Concludeert wordt som maaivelddaling totaal = 7.82 mm en maaivelddaling primair = 5.65 mm. Prognose maaivelddaling (na uitschakelen bemaling en herstel waterdruk) = 2.16 mm. In grafiek 2 is de verwacht tijd versus maaivelddaling prognose weergegeven. Zoals verwacht is de maaivelddaling gedurende de eerste 90 dagen beperkt (door voorbelasting), na deze periode neemt de snelheid van maaivelddaling toe voor circa 1 maand (waarna stabilisatie van zakking optreedt). Het moment dat de voorbelastinggrens wordt overschreden wordt ingeschat op 60 à 120 dagen na start.