

datum

6 juni

2018

## Bemalingsadvies

nieuwbouw Klaasje Zevensterstraat te  
Amstelveen

**status :** definitief

**versie :** 2

### opdrachtgever

Mos Grondwatertechniek  
Rob Loots  
Haarlemmerstraatweg  
149B  
1165 MK Halfweg

### Adviseur

Loots Grondwatertechniek  
ing. Erik Loots  
erik@lootsgwt.com  
+31 (0) 6 533 92 188

kenmerk

11830117B.1



## Inhoudsopgave

Inhoudsopgave.....	1
1    Inleiding.....	2
2    Situatieanalyse project .....	3
2.1    Project: afmetingen en fasering .....	3
2.2    Project: bodemopbouw .....	4
2.3    Project: grondwater.....	4
2.4    Project: omgeving .....	6
3    Maatregelen stabiliteit grondwater.....	8
3.1    Maatregelen: verticaal evenwicht .....	8
3.2    Maatregelen: hydraulische grondbreuk.....	8
3.3    Maatregelen: piping .....	9
4    Grondwaterbeheersing implementatie.....	10
4.1    Grondwaterbeheersing: methode .....	10
4.2    Grondwaterbeheersing: omgevingsbeïnvloeding .....	12
4.3    Grondwaterbeheersing: wetgeving, onttrekking en lozing .....	17
5    Aanbevelingen, actieprogramma .....	19
5.1    Risicocheck .....	19
5.2    Aanbevelingen: onderzoek en/of monitoring .....	19
5.3    Aanbevelingen: uitvoering .....	20
5.4    Aanbevelingen: overige raakvlakken.....	21
5.5    Actieprogramma .....	21
Gebruikte literatuur en bronnen.....	22
Bijlage 1 – Algemene voorwaarden rapport .....	23
Bijlage 2 – Methode van bepalen van benodigde data .....	24
Bijlage 3 – (input) Grondwaterberekeningen/-model .....	25
Bijlage 4 – Tekeningen project en omgeving .....	31
Bijlage 5 – Grondonderzoeken .....	32
Bijlage 6 – Grondwater eigenschappen.....	33
Bijlage 7 – Zettingsberekening .....	34

# 1 Inleiding

Een ontwerp voor het project “nieuwbouw Klaasje Zevensterstraat te Amstelveen” is gemaakt door LEVS architecten. Door het toepassen van een tijdelijke grondwaterstand verlaging wordt het mogelijk een nieuwe kelder met een goede fundering en levensduur aan te leggen. Bij het toepassen van een bemaling wenst de opdrachtgever duidelijkheid op het gebied van geotechniek en grondwater: namelijk hoe de grondwaterstand verlaagd zou worden, welke consequenties dat zou hebben voor de omgeving en welke overheidsnormen van toepassing zijn bij deze werkwijze. Helderheid op deze punten is van belang, de opdrachtgever wenst in juli dit jaar een verantwoorde beslissing over de aanleg van de kelder te kunnen nemen.

Het bemalingsadvies is herzien, in de tweede versie zijn bouwput uitgangspunten gewijzigd (rondom gesloten) EN daarnaast is een beschouwing van het effect van gelijktijdig met spanningsbemaling Bankrashof en Laan van Messina uitgevoerd.

## 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 0,5 m onder ontgravingsniveau te verlagen.



Figuur 1 – locatie kelder (geel), liftputten (groen) en projectgrens (zwart)

Tabel 2.1

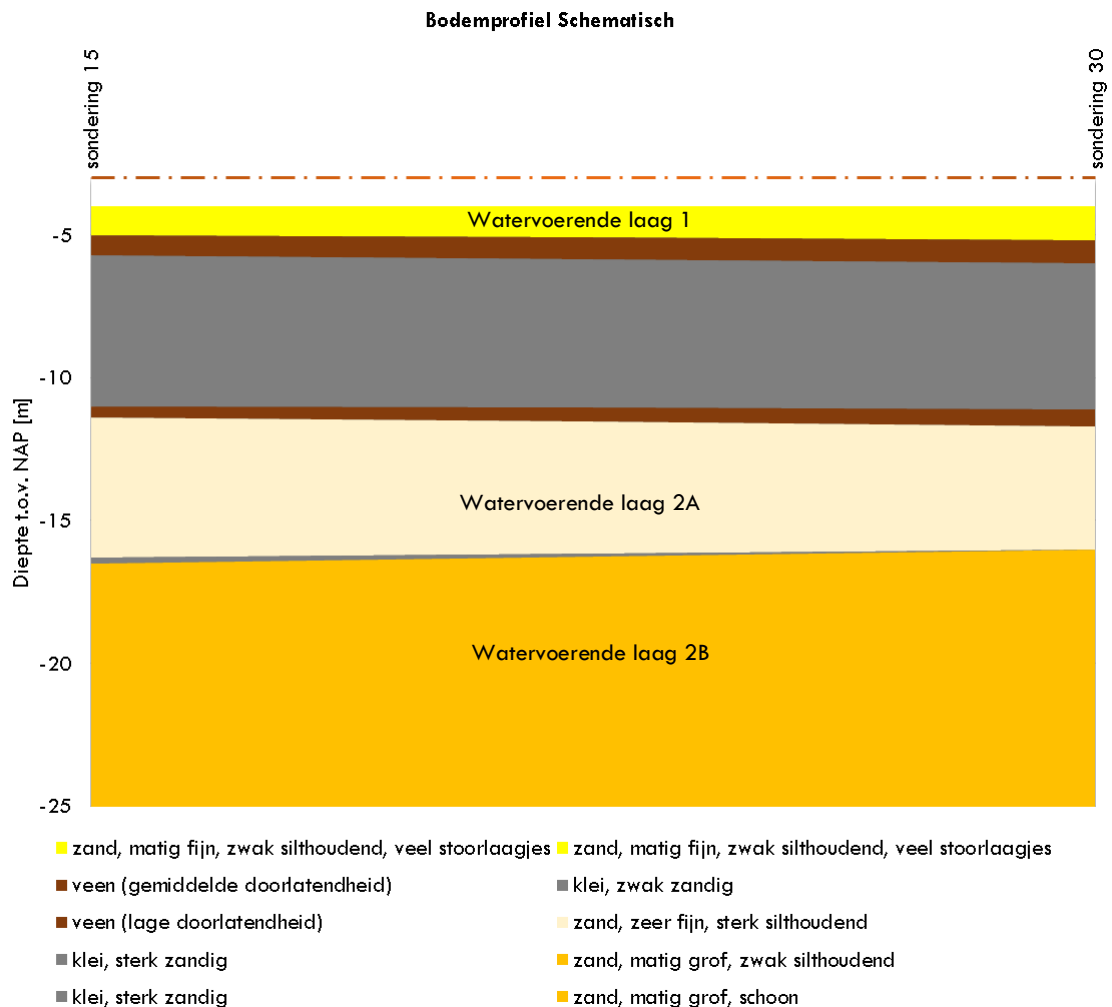
objecten omschrijving	lengte [m]	breedte [m]	ontgravings- diepte [m+NAP]	Kleur in figuur 1	bemalings-duur
onderkant keldervloer	60~90	60~75	-7,3	geel	125 dagen
poeren (indicatief)	60	1	-8,35	geel	15 dagen
liftput (indicatief)	3	2	-8,6	groen	15 dagen

Diepte poeren en liftput is ingeschat, dit moet worden gecontroleerd op basis van berekening constructeur. 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.



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 1100 m afstand;
- Tekening 2 “Grondwatergebruikers”: diverse grondwatergebruikers aanwezig (vanaf circa 400 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 25 m;
- 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.

##### **Conclusie eerste opbarstniveau NAP – 11,4 m**

Per onderdeel is de volgende (kritieke) grondwaterstand bepaald:

- Bij ontgraven tot en met onderkant keldervloer (NAP – 7,3 m) is de kritieke grondwaterstand (in watervoerende laag 2) gelijk aan NAP – 5,87 m. De verwachte grondwaterstand is NAP – 4 m (maximum is NAP – 3,83 m). Er zijn maatregelen benodigd;
- Bij ontgraven tot en met onderkant poeren (NAP – 8,35 m) is de kritieke grondwaterstand (in watervoerende laag 2) gelijk aan NAP – 6,44 m. Dit bij een ontgraving in een sleuf van 1 m breed, talud 1:1 vanaf een niveau NAP – 7,3 m. De verwachte grondwaterstand is NAP – 4 m (maximum is NAP – 3,83 m). Er zijn maatregelen benodigd;
- Bij ontgraven bij de liftputten (NAP – 8,6 m) is de kritieke grondwaterstand (in watervoerende laag 2) gelijk aan NAP – 6,86 m. Dit bij een ontgraving in een sleuf van 2 m breed, talud 1:1 vanaf een niveau NAP – 7,3 m. De verwachte grondwaterstand is NAP – 4 m (maximum is NAP – 3,83 m). Er zijn maatregelen benodigd.

Geconcludeerd wordt dat bij alle drie de onderdelen maatregelen (spanningsbemaling in watervoerende laag 2) noodzakelijk zijn.

#### 3.2 Maatregelen: hydraulische grondbreuk

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

##### **Conclusie**

Verticale damwanden zijn voldoende diep, foliescherm moet worden doorgezet naar NAP - 6 m.

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

### 3.3 Maatregelen: piping

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

#### **Conclusie**

Piping kan mogelijk optreden door de aanwezigheid van oppervlaktewater, zie tekening 5 in bijlage 4. Piping treedt alleen op bij oppervlaktewater welke in verbinding staat met de maatgevende watervoerende laag. Het waterpeil van de sloot is NAP – 5,3 m, de onderzijde van watervoerende laag 1 is ingeschat op NAP – 5,2 m of hoger. Geconcludeerd wordt dat piping (of instabiliteit door oppervlaktewater) niet zal optreden.

## 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.

#### **Uitgangspunt bouwput**

Damwanden aan noord-, west- en oostzijde en een foliescherm+infiltratiedrain aan de zuidzijde (ter voorkoming verlagings freatische grondwaterstand aan zuidzijde en ter reductie van de maaiveldafval).

#### **Methode van bemalen**

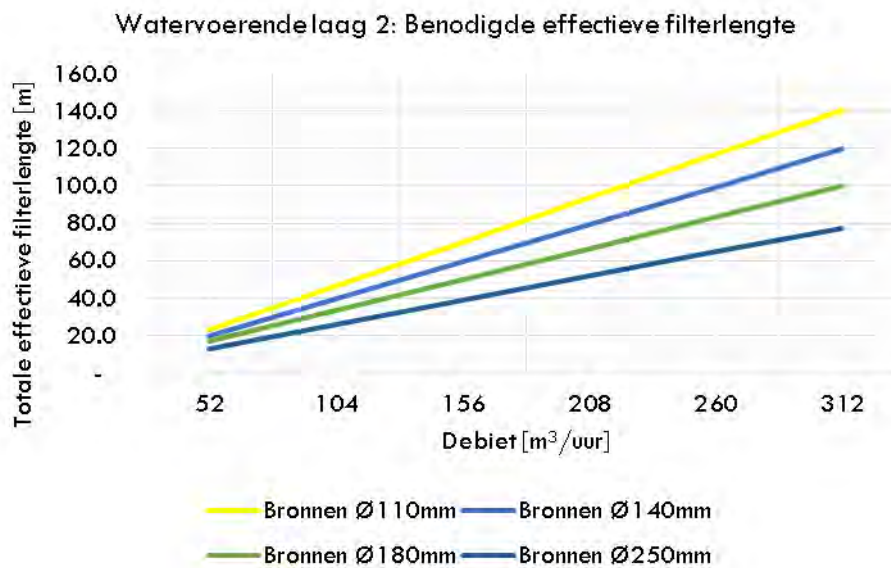
De bemaling bestaat uit een freatische bronbemaling in watervoerende laag 1, waarbij gebruik gemaakt wordt van horizontale drains, verticale bemaling en/of open bemaling. Een maximale afstand van 10 m tussen de bemalingselementen in watervoerende laag 1 wordt aanbevolen. In watervoerende laag 2 is een spanningsbemaling noodzakelijk. De spanningsbemaling bestaat uit tenminste 13 diepwellbronnen, 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 klei-omstorting toegepast (uitgangspunt). Locatie retourbronnen conform zwarte stippen figuur 4.

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.

#### **Werkwijze beëindigen spanningsbemaling**

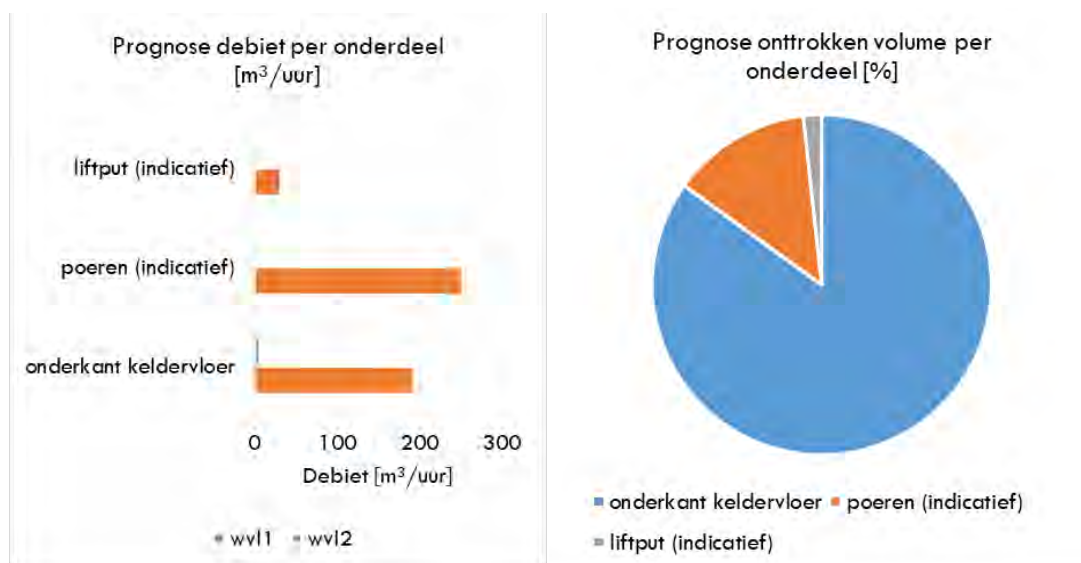
De volgende stappen moeten worden ondernomen ter voorkoming dat de spanningsbemaling een negatief effect veroorzaakt tijdens het beëindigen van de grondwateronttrekking.

1. Voordat de spanningsbemaling uitgeschakeld wordt moet de constructeur bepalen of de nieuwe constructie de opwaartse druk kan weerstaan;
2. Nadat de onderwaterpompen uitgeschakeld worden kan het leidingwerk en de pompen worden verwijderd, echter de diepwell (spanningsbemaling) bronnen moeten achterblijven;
3. De bovenkant van de diepwell spanningsbemaling bronnen moeten gelijk of hoger zijn dan NAP – 3,75 m (wegens stijghoogte). De diepwell bronnen moeten worden volgestort met zwelklei. Opgemerkt wordt dat het zwelklei bij voorkeur verdicht moet worden;
4. Tenminste 1 week nadat de bronnen zijn volgestort met zwelklei mag de bronnen worden afgezaagd op een niveau beneden maaiveld.



### Debiet

Het debiet is ingeschat op circa 175 ~ 266  $\text{m}^3/\text{uur}$  tijdens voor realiseren onderdeel “onderkant keldervloer”, dit is inclusief een effect van de retourbemaling welke goed functioneert (alles wordt geretourneerd). Zonder een retourbemaling reduceert het onttrekkingsdebiet met circa 10%. Bij een liftput is een additioneel (bovenop spanningsbemaling debiet poeren) debiet van circa 35  $\text{m}^3/\text{uur}$  noodzakelijk (extra bron lokaal bij liftput). Tijdens het realiseren van de poeren is het verwacht debiet tussen 250~325  $\text{m}^3/\text{uur}$ . Bij een uitvoeringsperiode van totaal 26 weken resulteert dit in een totaalvolume van circa 900.000  $\text{m}^3$ . Voor de debietsberekening zijn de onttrekking bemalingselementen tot NAP - 20 m geplaatst, dieper plaatsen van bemalingselementen zal het debiet verhogen. Voor de debietsberekening zijn de retour geperforeerde bemalingselementen beneden NAP - 40 m geplaatst, ondieper plaatsen van bemalingselementen zal het debiet (en waterdruk onder deklaag) verhogen. In de onderstaande figuren kan worden afgelezen welke hoeveelheden verwacht worden per onderdeel. Zie bijlage 3 voor berekening details. Er wordt benadrukt dat de berekende debieten (onttrekking en retour) prognoses betreffen op basis van geschatte parameters.





## 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.

Ten tijde van de bouwputbemaling Klaasje Zevensterstraat zijn er (mogelijk) twee bemalingen in de omgeving actief, namelijk:

- Bouwputbemaling Bankrashof (ten zuiden aan overzijde van de weg);
- Bouwputbemaling Laan van Messina (ten noorden).

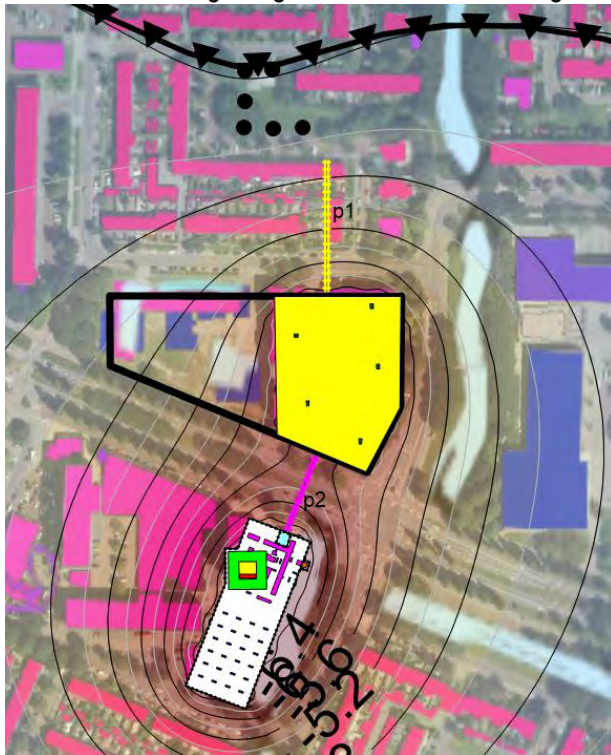
Om de cumulatieve effecten in te schatten is een berekening uitgevoerd van 360 dagen grondwaterstand verlagen.

In figuur 5 zijn de zwart gearceerde lijnen de invloedssfeer van de spanningsbemalingen. De blauwe gearceerde lijnen betreffen de invloedssfeer ten gevolge van de freatische bemaling en damwandlekkage. De verlaging ter plaatse van het freatisch pakket is volgens de berekening verwaarloosbaar ten oosten, westen en noorden van de bouwput, echter ten zuiden van de bouwput is een grondwaterstand verlaging van 0,05 à 0,1 m in het freatisch pakket.

**Omgevingsbeïnvloeding grondwaterstand**

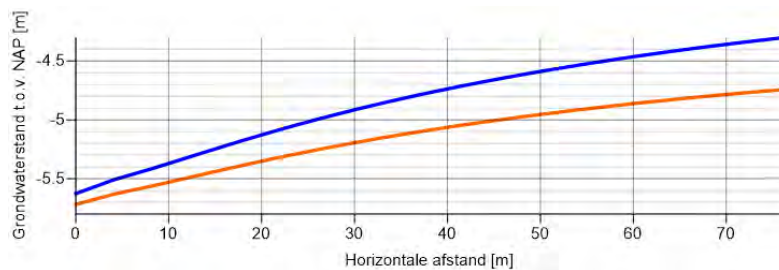
Figuur 4 - stationaire grondwaterstand [m+NAP] in watervoerende laag 2 tijdens bemalen

Ter plaatse van de zwarte stippen zijn de retourbronnen/-velden van de spanningsbemaling. Het retourveld is verplaatst ten opzichte van de vorige versie van het bemalingsadvies, de nieuwe locatie is gunstiger ten aanzien van omgevingsbeïnvloeding.

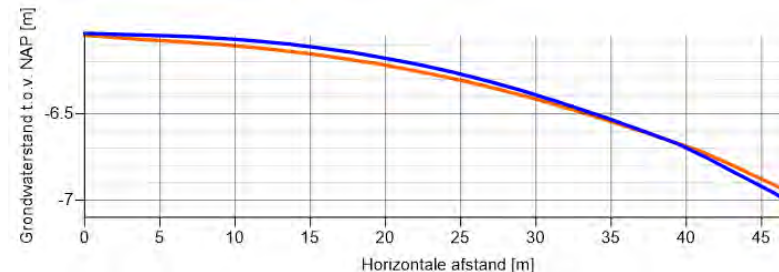


Figuur 5 - locatie profielen grondwaterstand

Profiel 1 - (de belendingen zijn op 30 m afstand in deze profiel)



Profiel 2 - (de weg is gelegen tussen 12 en 36 m in deze profiel)



In de bovenstaande grafieken staat de grondwaterstand van de bemaling van het kelder in figuur 5 weergegeven. De blauwe lijn betreft de verwachte verlaging na 360 dagen bemalen en de oranje lijn betreft de verlaging na 360 dagen bemalen in een extreem droge periode. NAP – 4,46 m is de gemiddeld laagste grondwaterstand (glg), deze waarde is ingeschat met behulp van peilbuis H05010II. Gesteld wordt dat verlagingen kleiner dan 0,05 m in figuur 4 en bijbehorende grafiek boven de glg niet schadelijk zijn bij de korte bemalingsperiode.



## Resultaten prognose maaiveldddaling

In tabel 4.2 zijn de maaiveldddaling berekening resultaten opgenomen. In aanvulling op de vorige maaiveldddaling berekening is rekening gehouden met de voorbelasting van de bodem door eerder uitgevoerde spanningsbemalingen (1965, 1968, 1972, 1988, 1994 en 2016). In bijlage 7 is de zettingsberekening bijgevoegd. Ten opzichte van de vorige versie van het bemalingsadvies is nu gerekend met  $C_p'$  en  $C_s'$  daar waar de grensspanning overschreden wordt.

Tabel 4.2

zakking maaiveld in mm [dagen]	verlaging stijghoogte				
	-6.5	-6	-5.8	-5.4	-5
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
30	6.4	5.1	3.0	2.1	1.6
60	9.0	7.2	4.5	2.5	1.7
90	11.7	9.7	7.0	3.2	2.0
120	11.8	9.9	7.2	3.3	2.2
150	12.3	10.1	7.3	3.4	2.3
180	12.3	10.1	7.4	3.4	2.4
210	12.4	10.1	7.4	3.5	2.4
240	12.4	10.1	7.5	3.5	2.4
270	12.4	10.1	7.5	3.5	2.4
300	12.4	10.1	7.5	3.6	2.4
330	12.5	10.1	7.5	3.6	2.5
360	12.5	10.2	7.5	3.6	2.5

## Effect op belendingen

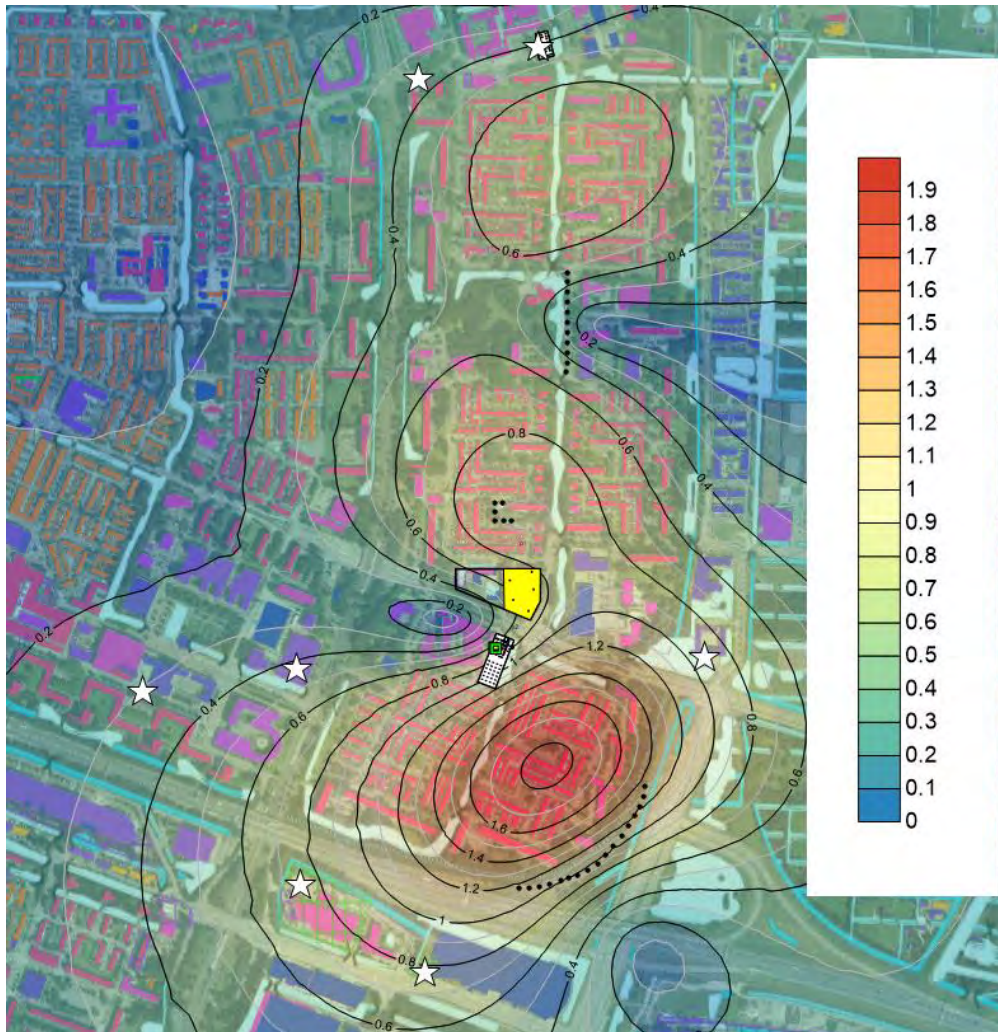
De belendingen binnen het gebied waar maaiveldddaling zal optreden zijn gebouwd na 1960. Verwacht wordt dat de panden minder dan 50% zakking ondergaan van de rekenkundige maaiveldzetting. De panden zijn vanaf 25 m afstand in profiel 1, een stijghoogte tussen NAP – 5 m en NAP – 5,3 m ter plaatse van de belending wordt verwacht. Een maaiveldddaling ter plaatse van de belending van 2,5 à 3,6 mm wordt verwacht, het gebouw zal 1,3 à 1,8 mm zakken. Zonder de retourbemaling in het park ten noorden wordt een stijghoogte van NAP – 5,8 m verwacht bij de belending, ofwel een maaiveldddaling van 8 mm, zonder de retourbemaling zal het gebouw 4 mm zakken.

Volgens de SBR273.98 richtlijn ontstaat architectonische schade (bij gemiddelde bouwstaat) vanaf 6 mm gebouwzakking, 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 gebouwzakking, omdat het een paalfundering betreft is deze waarde gereduceerd met 30%, ofwel 8 mm. Geconcludeerd wordt dat de belendingen, bij het toepassen van het retourveld ten noorden, niet beschadigen door de spanningsbemaling en bij waterremmende damwanden.

## Effect infrastructuur (weg) ten zuiden

Indien de freatische grondwaterstand zakt tot en met NAP – 5,2 m bij de weg dan zal een maaiveldddaling optreden van 15 mm. Een infiltratiedrain welke voorkomt dat de grondwaterstand kan zakken beneden NAP – 4,7 m zal de maaiveldddaling reduceren naar 6 mm. Aanbevolen wordt deformatiemetingen uit te voeren bij de weg een (indien noodzakelijk) een infiltratie van grondwater toepassen.



**WKO**

Figuur 6 – verplaatsing grondwater (op NAP – 80 m, bij  $k=25\text{m/dag}$ ) door bemalingen per kwartaal

De grondwaterstroming zal zorgen voor verlies van rendement bij open WKO installaties. Het verlies van rendement is beschouwd voor de dichtstbijzijnde WKO systeem. De grootste verplaatsing treedt op tussen het retourveld en de spanningsbemalingen. De WKO bronnen zijn gelegen op NAP – 80 m en dieper. Rondom de WKO systemen wordt een verplaatsing van grondwater van 0,4 m à 0,8 m per kwartaal. Bij een thermische retardatiefactor van 2 en een thermische straal van 80 m (of groter) is het energieverlies van het WKO-systeem 2% of kleiner.

#### **Omgevingsbeïnvloeding grondwateronttrekking overige**

Bij de grondwatergebruikers wordt geen grondwaterstandverlaging verwacht beneden de glg. Er treedt een maximaal een verhang op (op 400 m afstand) van 0,04 m /100 m in watervoerende laag 2. Ten aanzien van de bomen en het groen wordt geen beïnvloeding verwacht, wel wordt monitoring aanbevolen bij bomen binnen 30 m straal (oost- en zuidzijde) van de werkzaamheden. Het oppervlaktewater wordt beïnvloed, echter omdat het oppervlaktewater in de deklaag is gelegen wordt niet verwacht dat het waterpeil (merkbaar) zal verlagen.

#### **Omgevingsbeïnvloeding retourbemaling (controle opbarsten bodem)**

Ter plaatse van de retourbemaling wordt een drukverhoging verwacht onder de deklaag. Verwacht wordt een maximale grondwaterdruk van NAP – 2,5 m à NAP – 3,0 m. Naast het retourveld is oppervlaktewater met een waterpeil van NAP – 5,4 m. De bodemopbouw is ter

plaats van de hoogste grondwaterdruk (midden retourveld) bepaald, hieruit volgt het volgende bodemprofiel:

- klei, van maaiveld tot NAP – 6,25 m;
- zandige klei, matig slap tot NAP – 10,25 m;
- veen, matig tot NAP – 10,75 m;

Indien dit oppervlaktewater een diepte heeft van 0,6 m (waterbodem NAP – 5,87 m), dan is de totale neerwaartse druk  $0,38 \times 14 \text{ kN/m}^3 + 4,0 \times 16 \text{ kN/m}^3 + 0,5 \times 12 \text{ kN/m}^3 = 75,32 \text{ kN/m}^2$ . Bij het toepassen van veiligheidsfactor 0.9 is dit  $67,79 \text{ kN/m}^2$ . Totaal met waterdruk is de neerwaartse druk  $67,79 \text{ kN/m}^2 + 6 \text{ kN/m}^2 = 73,79 \text{ kN/m}^2$ . Bij opbarstniveau NAP - 10,75 m is de kritieke grondwaterdruk van de sloot circa NAP – 3,25 m. De slootbodem blijft naar verwachting in evenwicht, verwacht wordt een grondwaterdruk NAP – 3,5 m in het midden van het retourveld. Aanbevolen wordt monitoring ter plaatse van 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 (tot circa NAP – 0,5 m mogelijk).

#### 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 € 53.11

##### 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;
- Maaiveld daling wordt verwacht bij belendingen;
- Er wordt benadrukt dat de berekende debieten en maaiveld daling prognoses betreffen op basis van geschatte parameters;
- Werkwijze heeft invloed op de omgevingsbeïnvloeding van de bemaling. Een langere sleuflengte en/of bemalingsduur zal in de omgeving een groter effect op grondwaterstand verlaging veroorzaken;

### 5.2 Aanbevelingen: onderzoek en/of monitoring

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

#### Onderzoek

Aanbevelingen welke risico's beheersen door middel van onderzoek:

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



### Monitoring bouwput

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

- Aanbevolen wordt het toepassen van een geijkte debietmeter. Met de inwerkingtreding van de Waterwet is het voor alle grondwateronttrekkingen verplicht om de onttrokken hoeveelheid grondwater of 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 11830117B.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 2 peilbuizen te plaatsen op de rand van de weg ten zuiden. Alarmwaarde NAP – 4,9 m en stopwaarde NAP – 5,1 m (glg). Op deze wijze wordt zakking van de weg beperkt tot een minimum;
- 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:

Vergunning

1. Uitvoeren vergunningsaanvraag;
2. Noodzakelijke aanvullende onderzoeken uitvoeren H5.2;
3. Aannemer bemaling een bemalingsplan laten opstellen;
4. Controleren werkwijze aannemer bemaling;
5. Bij definitief uitvoeringsontwerp punten H5.4 eenmaal controleren;
6. Monitoring H5.2 plaatsen;
7. Start bemaling, opschrijven beginstand debietmeter;
8. Een monsternamen van het grondwater genomen vanuit het lozingswater. Dit monster dient te worden geanalyseerd op de parameters welke Waterschap zal vragen (mogelijks moet dit worden herhaald per week).
9. Controle bemaling op locatie en grondwaterstandmetingen verzenden naar [info@lootsgwt.com](mailto:info@lootsgwt.com) met als vermelding "metingen 11830117B.1";

Neem contact op met Erik Loots voor meer informatie.

Opgesteld door:

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

Loots Grondwatertechniek

6 juni 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. **Dijk, van.** *116625 grondonderzoek* . 30-5-2017.
14. **LEVS.** *tekeningen VO*.
15. **Dijk, van.** *116625 memo bouwput*. 20-6-2017.

## Bijlage 1 – Algemene voorwaarden rapport

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

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



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



**Wetgeving Rijksoverheid**  
Waterwet



**SBR190.03** Bemaling van  
bouwputten

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

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

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

© 2014 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]
onderkant keldervloer	60~90	60~75	-7.3
poeren (indicatief)	60	1	-8.35
liftput (indicatief)	3	2	-8.6

## 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	0.5	0.5	17	NEN 9997-1+C1:2012
zand, los (verzadigd)	-4.5	0.6	0.5 ~ 0.7	19	NEN 9997-1+C1:2012
veen, matig slap (matig voorbelast)	-5 ~ -5.2	0.8	0.7 ~ 0.8	11	NEN 9997-1+C1:2012
klei, zwak zandig, slap	-5.7 ~ -6	5.2	5.1 ~ 5.3	15	NEN 9997-1+C1:2012
veen, matig (matig voorbelast)	-11 ~ -11.1	0.5	0.4 ~ 0.6	12	NEN 9997-1+C1:2012
zand, matig (verzadigd)	-11.4 ~ -11.7	4.6	4.3 ~ 4.9	20	NEN 9997-1+C1:2012
klei, sterk zandig	-16 ~ -16.3	0.1	0 ~ 0.2	19	NEN 9997-1+C1:2012
zand, vast (verzadigd)	-16.01 ~ -16.5	13.7	13.5 ~ 14	21	NEN 9997-1+C1:2012
klei, sterk zandig	-30	0.1	0.1	19	NEN 9997-1+C1:2012
zand, vast (verzadigd)	-30.1	39.9	39.9	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	10	5		0.3	Grondwaterzakboekje
zand, matig fijn, zwak silthoudend	WVL1	-4.5	10	5	23.0	0.3	Grondwaterzakboekje
veen (gemiddelde doorlatendheid)	SDL1	-5 ~ -5.2	0.5	0.003	0.3	0.3	SBR 190.03
klei, zwak zandig	SDL1	-5.7 ~ -6	0.01	0.002	0.3	0.1	SBR 190.03
veen (lage doorlatendheid)	SDL1	-11 ~ -11.1	0.1	0.003	0.3	0.3	SBR 190.03
zand, zeer fijn, sterk silthoudend	WVL2	-11.4 ~ -11.7	1	0.5	2388.8	0.25	Grondwaterzakboekje
klei, sterk zandig	WVL2	-16 ~ -16.3	0.1	0.01	2388.8	0.1	SBR 190.03
zand, matig grof, zwak silthoudend	WVL2	-16.01 ~ -16.5	20	10	2388.8	0.3	Grondwaterzakboekje
klei, sterk zandig	WVL2	-30	0.1	0.01	2388.8	0.1	SBR 190.03
zand, matig grof, schoon	WVL2	-30.1	30	15	2388.8	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
onderkant keldervloer	-4.3*	-4.68*	-5.1*	0.2	1987	19.37	H05003 Freatisch
poeren (indicatief)	-4.3*	-4.68*	-5.1*	0.2	1987	19.37	H05003 Freatisch
liftput (indicatief)	-4.3*	-4.68*	-5.1*	0.2	1987	19.37	H05003 Freatisch

Grondwaterstand wvl2	ghg [m+NAP]	act [m+NAP]	glg [m+NAP]	meetperiode [jaren]	laatste [jaar]	factor afstand <sub>pb</sub> /R	peilbuis
onderkant keldervloer	-3.83	-4	-4.46	11.5	2017	0.03	H05010 II
poeren (indicatief)	-3.83	-4	-4.46	11.5	2017	0.03	H05010 II
liftput (indicatief)	-5.9	-5.9	-5.9	11.5	2017	0.03	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
onderkant keldervloer	sondering 15	van -4 tot -7.3	1:1	75	-11.4	-5.87	-3.83	-4	ja
poeren (indicatief)	sondering 15	van -7.3 tot -8.4	1:1	1	-11.4	-6.44	-3.83	-4	ja
liftput (indicatief)	sondering 15	van -7 tot -8.6	1:1	2	-11.4	-6.86	-6.44	-6.44	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> ]
onderkant keldervloer	125	1   2	3D-model	233.2	254.5	175.7	699633	763383	527133
poeren (indicatief)	15	1   2	3D-model	304.4	325.6	246.9	109583	117233	88883
liftput (indicatief)	15	1   2	3D-model	33.2	33.2	33.2	11947	11947	11947

**Project** : Klaasje Zevensterstraat te Amstelveen  
**Projectnummer** : 11830117  
**Bemaling** : onderkant keldervloer  
**Bodemprofiel** : sondering 15  
**Datum** : 8-11-2017  
**Bemalingsduur** : 125 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	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	5E-5~0.003	slecht doorlatend	0.049~0.0032		
<b>watervoerende laag 2</b>	<b>-11.4</b>	<b>0.1~30</b>	<b>0.01~15</b>	<b>spanningswater</b>	<b>0.000692</b>	<b>1758</b>	<b>2133</b>
slecht doorlatende laag 2	-70	0.1	0.01	slecht doorlatend	0.00071		

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>2.04</b>	<b>1.87</b>	<b>1.41</b>

input afmeting	minimaal	maximaal
lengte bouwput [m]	60	90
breedte bouwput [m]	60	75
diepte bouwput [m+NAP]	-7.3	-7.3

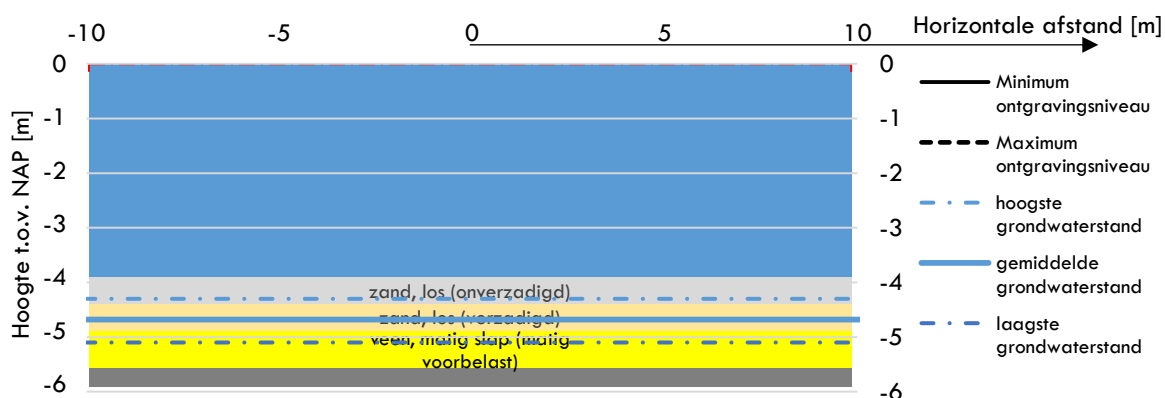
$$(1) \Delta h_w = \frac{Q_0}{2\pi \times k \times D} \times \ln \frac{R}{r}$$

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

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

output prognose debiet [m <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	148	67					
watervoerende laag 2	De Glee	6137	5626	4242	nee	6120	5610	4230

output debiet	Q <sub>watervergunning</sub> [m <sup>3</sup> /uur]	Q <sub>bemalingsinstallatie</sub> [m <sup>3</sup> /dag]	Q <sub>watervergunning</sub> [m <sup>3</sup> /dag]	Q <sub>bemalingsinstallatie</sub> [m <sup>3</sup> /uur]	Totale hoeveelheid onttrokken grondwater bij 125 dagen maximaal [m <sup>3</sup> ]	minimaal [m <sup>3</sup> ]
watervoerende laag 1	3	67	6	148	18500	
watervoerende laag 2	234	5610	255	6120	765000	528750



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



<b>Project</b>	:	Klaasje Zevensterstraat te Amstelveen
<b>Projectnummer</b>	:	11830117
<b>Bemaling</b>	:	poeren (indicatief)
<b>Bodemprofiel</b>	:	sondering 15
<b>Datum</b>	:	8-11-2017
<b>Bemalingsduur</b>	:	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	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	5E-5~0.003	slecht doorlatend	0.049~0.0032		
<b>watervoerende laag 2</b>	<b>-11.4</b>	<b>0.1~30</b>	<b>0.01~15</b>	<b>spanningswater</b>	<b>0.000692</b>	<b>1758</b>	<b>2133</b>
slecht doorlatende laag 2	-70	0.1	0.01	slecht doorlatend	0.00071		

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>2.61</b>	<b>2.44</b>	<b>1.98</b>

input afmeting	minimaal	maximaal
lengte bouwput [m]	60	60
breedte bouwput [m]	1	1
diepte bouwput [m+NAP]	-8.35	-8.35

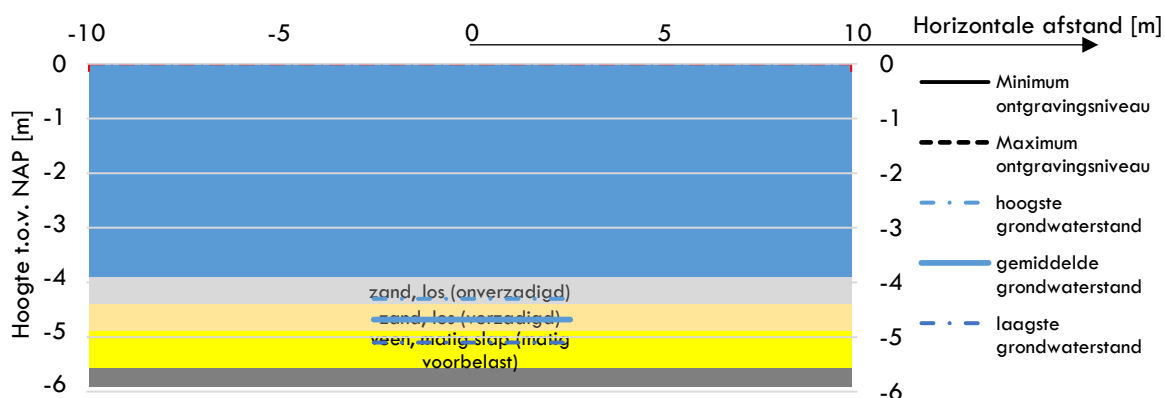
$$(1) \Delta h_w = \frac{Q_0}{2\pi \times k \times D} \times \ln \frac{R}{r}$$

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

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	55	25					
watervoerende laag 2	De Glee	6179	5776	4687	nee	7830	7320	5940

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	1	25	2	55	825	
watervoerende laag 2	305	7320	326	7830	117450	70305



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** : Klaasje Zevensterstraat te Amstelveen  
**Projectnummer** : 11830117  
**Bemaling** : liftput (indicatief)  
**Bodemprofiel** : sondering 15  
**Datum** : 8-11-2017  
**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	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	5E-5~0.003	slecht doorlatend	0.049~0.0032		
<b>watervoerende laag 2</b>	<b>-11.4</b>	<b>0.1~30</b>	<b>0.01~15</b>	<b>spanningswater</b>	<b>0.000692</b>	<b>1758</b>	<b>2133</b>
slecht doorlatende laag 2	-70	0.1	0.01	slecht doorlatend	0.00071		

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>-6.44</b>	<b>-6.44</b>	<b>-6.44</b>	<b>0.42</b>	<b>0.42</b>	<b>0.42</b>

input afmeting	minimaal	maximaal
lengte bouwput [m]	3	3
breedte bouwput [m]	2	2
diepte bouwput [m+NAP]	-8.6	-8.6

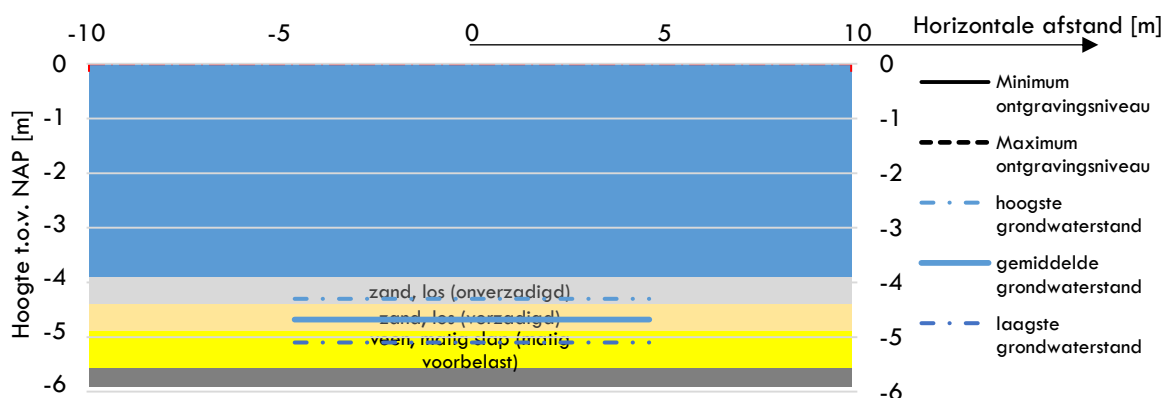
$$(1) \Delta h_w = \frac{Q_0}{2\pi \times k \times D} \times \ln \frac{R}{r}$$

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

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

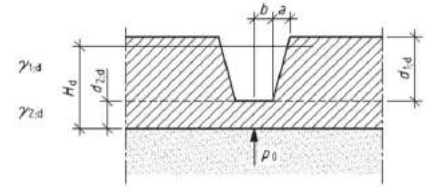
output prognose debiet [m <sup>3</sup> /dag]	formule	analytisch Q <sub>ghg</sub>	analytisch Q <sub>act</sub>	analytisch Q <sub>glg</sub>	remmende objecten in model	model Q <sub>ghg</sub>	model Q <sub>act</sub>	model Q <sub>glg</sub>
watervoerende laag 1	Thiem	8	4					
watervoerende laag 2	De Glee	647	647	647	nee	798	798	798

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	4	0	8	120	
watervoerende laag 2	33	798	33	798	11970	9705



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** : Klaasje Zevensterstraat te Amstelveen  
**Projectnummer** : 11830117  
**Bemaling** : onderkant keldervloer  
**Bodemprofiel** : sondering 15  
**Datum** : 8-11-2017



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	0.5	0		
zand, los (verzadigd)	19	-4.5	0.5	0		
veen, matig slap (matig voorbelast)	11	-5	0.7	0		
klei, zwak zandig, slap	15	-5.7	5.3	55.5		
veen, matig (matig voorbelast)	12	-11	0.4	4.8		
zand, matig (verzadigd)	20	-11.4	4.9			
klei, sterk zandig	19	-16.3	0.2			
zand, vast (verzadigd)	21	-16.5	13.5			
klei, sterk zandig	19	-30	0.1			
zand, vast (verzadigd)	21	-30.1	39.9			
klei, sterk zandig	19	-70				

input berekening	parameter
$z_{d,min}$ [m+NAP]	-7.3
$z_{d,max}$ [m+NAP]	-7.3
$z_{mv}$ [m+NAP]	-4
$b_{bodem}$ [m]	37.5
$\alpha_{lud}$ [ $\alpha = (z_{mv} - z_d) \times \alpha_{lud}$ ]	1:1
$f_{min}$	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]	-11.4
$z_{o2}$ [m+NAP]	nb
$z_{o3}$ [m+NAP]	nb
veiligheidsfactor	1.1

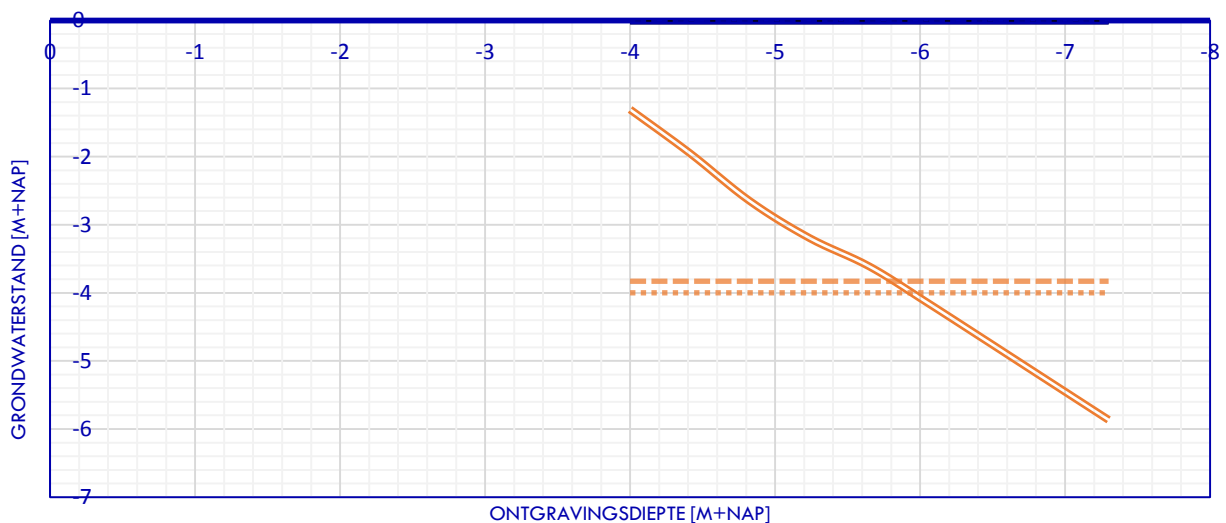
$z_d$  = ontgravingniveau,  
 $z_o$  = opbarstniveau,  $z_{mv}$  = start niveau  
 ontgraving,  $h$  = grondwaterstand

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

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

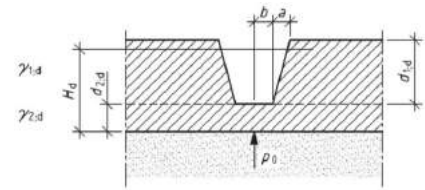
output $z_{d,max}$ (maximaal ontgravingniveau)	[kN/m <sup>2</sup> ]	$u_{z;d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$h_{k,v}$ [m+NAP]	$h_k$ [m+NAP]	$\Delta h_{act}$ [m]	$\Delta h_{max}$ [m]
opbarstniveau 1	54.3	60.3	-5.87	-5.25	1.87	2.04
opbarstniveau 2	4.3	4.8			0.00	0.00
opbarstniveau 3	4.3	4.8				

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



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

**Project** : Klaasje Zevensterstraat te Amstelveen  
**Projectnummer** : 11830117  
**Bemaling** : poeren (indicatief)  
**Bodemprofiel** : sondering 15  
**Datum** : 8-11-2017



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	0.5			
zand, los (verzadigd)	19	-4.5	0.5			
veen, matig slap (matig voorbelas)	11	-5	0.7			
klei, zwak zandig, slap	15	-5.7	5.3	49.3		
veen, matig (matig voorbelast)	12	-11	0.4	4.8		
zand, matig (verzadigd)	20	-11.4	4.9			
klei, sterk zandig	19	-16.3	0.2			
zand, vast (verzadigd)	21	-16.5	13.5			
klei, sterk zandig	19	-30	0.1			
zand, vast (verzadigd)	21	-30.1	39.9			
klei, sterk zandig	19	-70				

input berekening	parameter
$z_{d,min}$ [m+NAP]	-8.35
$z_{d,max}$ [m+NAP]	-8.35
$z_{mv}$ [m+NAP]	-7.3
$b_{bodem}$ [m]	0.5
$\alpha_{lud} [a=(z_{mv}-z_d) \times \alpha_{lud}]$	1:1
$f_{min}$	0.607
$f_{max}$	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]	-11.4
$z_{o2}$ [m+NAP]	nb
$z_{o3}$ [m+NAP]	nb
veiligheidsfactor	1.1

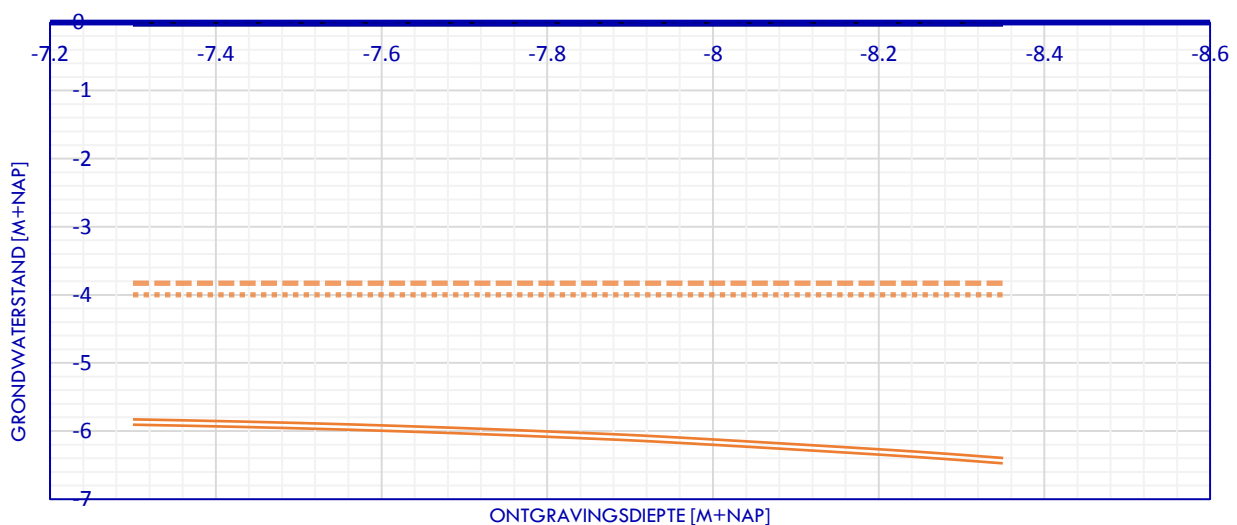
$z_d$  = ontgravingsniveau,  
 $z_o$  = opbarstniveau,  $z_{mv}$  = start niveau  
 ontgraving,  $h$  = grondwaterstand

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

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

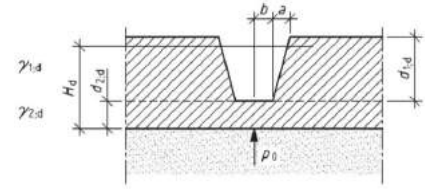
output $z_{d,max}$ (maximaal ontgravingsniveau)	[kN/m <sup>2</sup> ]	$u_{z;d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$h_{k,v}$ [m+NAP]	$h_k$ [m+NAP]	$\Delta h_{act}$ [m]	$\Delta h_{max}$ [m]
opbarstniveau 1	48.7	54.1	-6.44	-5.88	2.44	2.61
opbarstniveau 2	4.3	4.8			0.00	0.00
opbarstniveau 3	4.3	4.8				

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



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

**Project** : Klaasje Zevensterstraat te Amstelveen  
**Projectnummer** : 11830117  
**Bemaling** : liftput (indicatief)  
**Bodemprofiel** : sondering 15  
**Datum** : 8-11-2017



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	0.5			
zand, los (verzadigd)	19	-4.5	0.5			
veen, matig slap (matig voorbelast)	11	-5	0.7			
klei, zwak zandig, slap	15	-5.7	5.3	44.7		
veen, matig (matig voorbelast)	12	-11	0.4	4.8		
zand, matig (verzadigd)	20	-11.4	4.9			
klei, sterk zandig	19	-16.3	0.2			
zand, vast (verzadigd)	21	-16.5	13.5			
klei, sterk zandig	19	-30	0.1			
zand, vast (verzadigd)	21	-30.1	39.9			
klei, sterk zandig	19	-70				

input berekening	parameter
$z_{d,min}$ [m+NAP]	-8.6
$z_{d,max}$ [m+NAP]	-8.6
$z_{mv}$ [m+NAP]	-7
$b_{bodem}$ [m]	1
$talud$ [ $a=(z_{mv}-z_d) \times talud$ ]	1:1
$f_{min}$	0.362
$f_{max}$	0.000
$h_{ghg-o1}$ [m+NAP]	-6.44
$h_{ghg-o2}$ [m+NAP]	nb
$h_{ghg-o3}$ [m+NAP]	nb
$h_{act-o1}$ [m+NAP]	-6.44
$h_{act-o2}$ [m+NAP]	nb
$h_{act-o3}$ [m+NAP]	nb
$z_{o1}$ [m+NAP]	-11.4
$z_{o2}$ [m+NAP]	nb
$z_{o3}$ [m+NAP]	nb
veiligheidsfactor	1.1

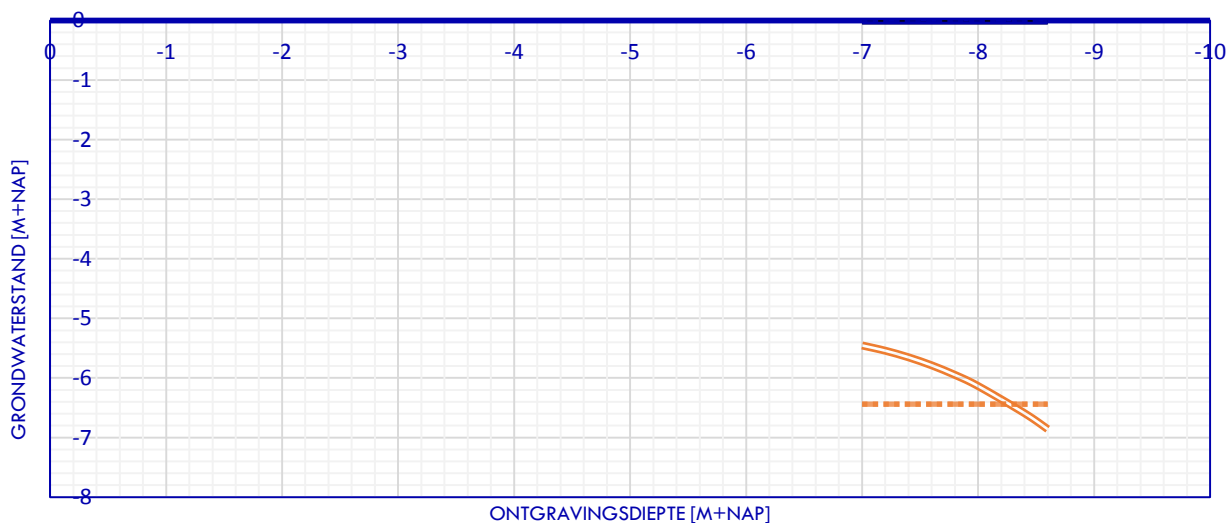
$z_d$  = ontgravingsniveau,  
 $z_o$  = opbarstniveau,  $z_{mv}$  = start niveau  
 ontgraving,  $h$  = grondwaterstand

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

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

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	44.5	49.5	-6.86	-6.35	0.42	0.42
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

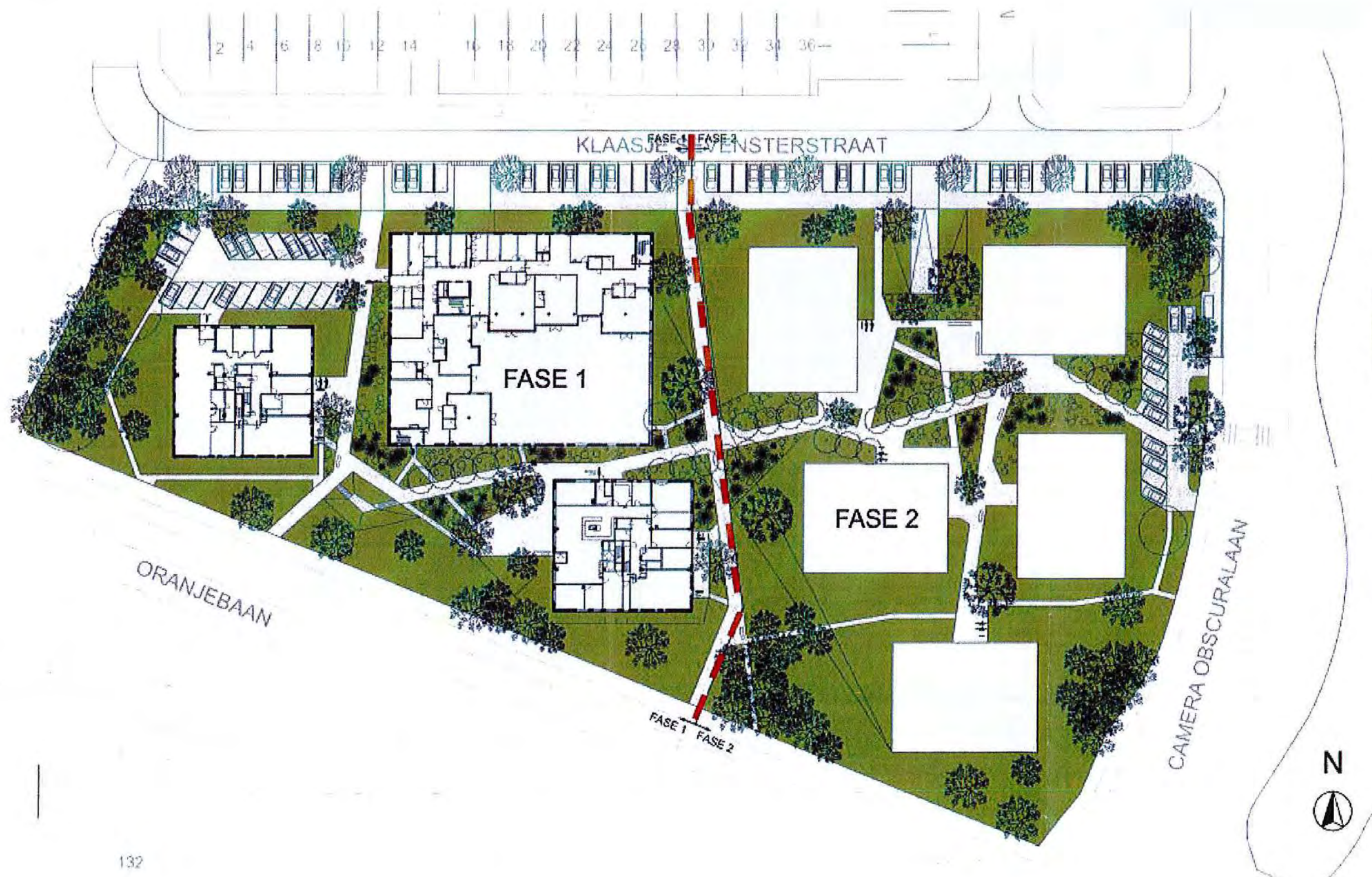


— hkr o1    - - - hghg o1    - - - hact o1    — hkr o2    - - - hghg o2  
- - - hact o2    — hkr o3    - - - hghg o3    - - - hact o3



## Bijlage 4 – Tekeningen project en omgeving

# SITUATIE GEBIED A



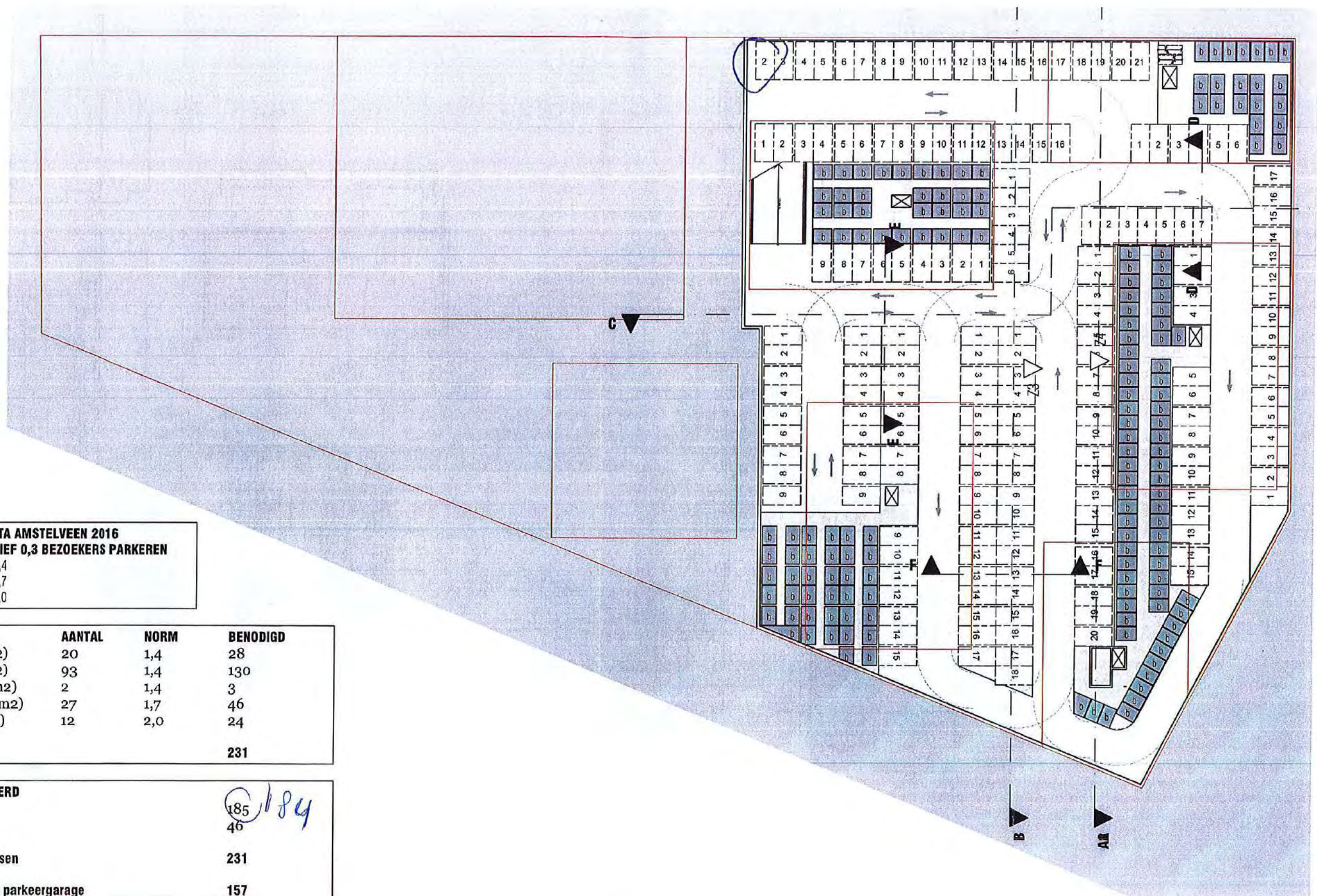
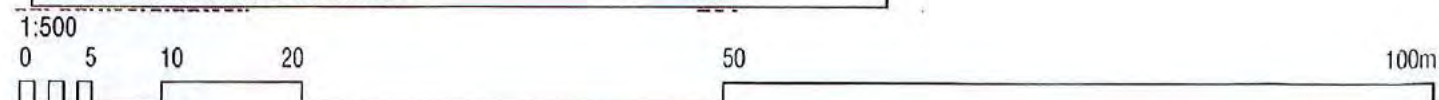


# PARKEREN

**EISEN PARKEERNOTA AMSTELVEEN 2016**  
**EISEN ZIJN INCLUSIEF 0,3 BEZOEKERS PARKEREN**  
 <100 M2 = 1,4  
 100 - 140 M2 = 1,7  
 >140 M2 = 2,0

WONINGENTYPEN	AANTAL	NORM	BENODIGD
type A (65-75 m2)	20	1,4	28
type B (75-85 m2)	93	1,4	130
type C (85-100 m2)	2	1,4	3
type C (100-120 m2)	27	1,7	46
type D (140 m2+)	12	2,0	24
<b>TOTAAL BENODIGD</b>			<b>231</b>

<b>TOTAAL GEREALISEERD</b>	
parkeergarage	185
maaiveld	46
<b>totaal parkeerplaatsen</b>	<b>231</b>
<b>aantal bergingen in parkeergarage</b>	<b>157</b>







#### 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:

**KLAASJE ZEVENSTERSTRAAT**

opdrachtgever:

**MOS**

schaal:  
N.V.T.

order:  
**11830117**

tekeningnummer:  
**1**

formaat:  
**A4**

getekend:  
**EL**

datum:  
**12-07-2017**



**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:  
**KLAASJE ZEVENSTERSTRAAT**  
 opdrachtgever:  
**MOS**

schaal:  
 N.V.T.

order:  
**11830117**

tekeningnummer:  
 2

formaat:  
 A4

getekend:  
 EL

datum:  
**12-07-2017**



**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:

**KLAASJE ZEVENSTERSTRAAT**

opdrachtgever:

**MOS**

schaal:  
N.V.T.

order:  
**11830117**

tekeningnummer:  
**3**

formaat:  
**A4**

getekend:  
**EL**

datum:  
**12-07-2017**



**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:

**KLAASJE ZEVENSTERSTRAAT**

opdrachtgever:

**MOS**

schaal:  
N.V.T.

order:  
**11830117**

tekeningnummer:  
4

formaat:  
A4

getekend:  
EL

datum:  
**12-07-2017**



**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:

**KLAASJE ZEVENSTERSTRAAT**

opdrachtgever:

**MOS**

schaal:  
N.V.T.

order:  
**11830117**

tekeningnummer:  
**5**

formaat:  
**A4**

getekend:  
**EL**

datum:  
**12-07-2017**

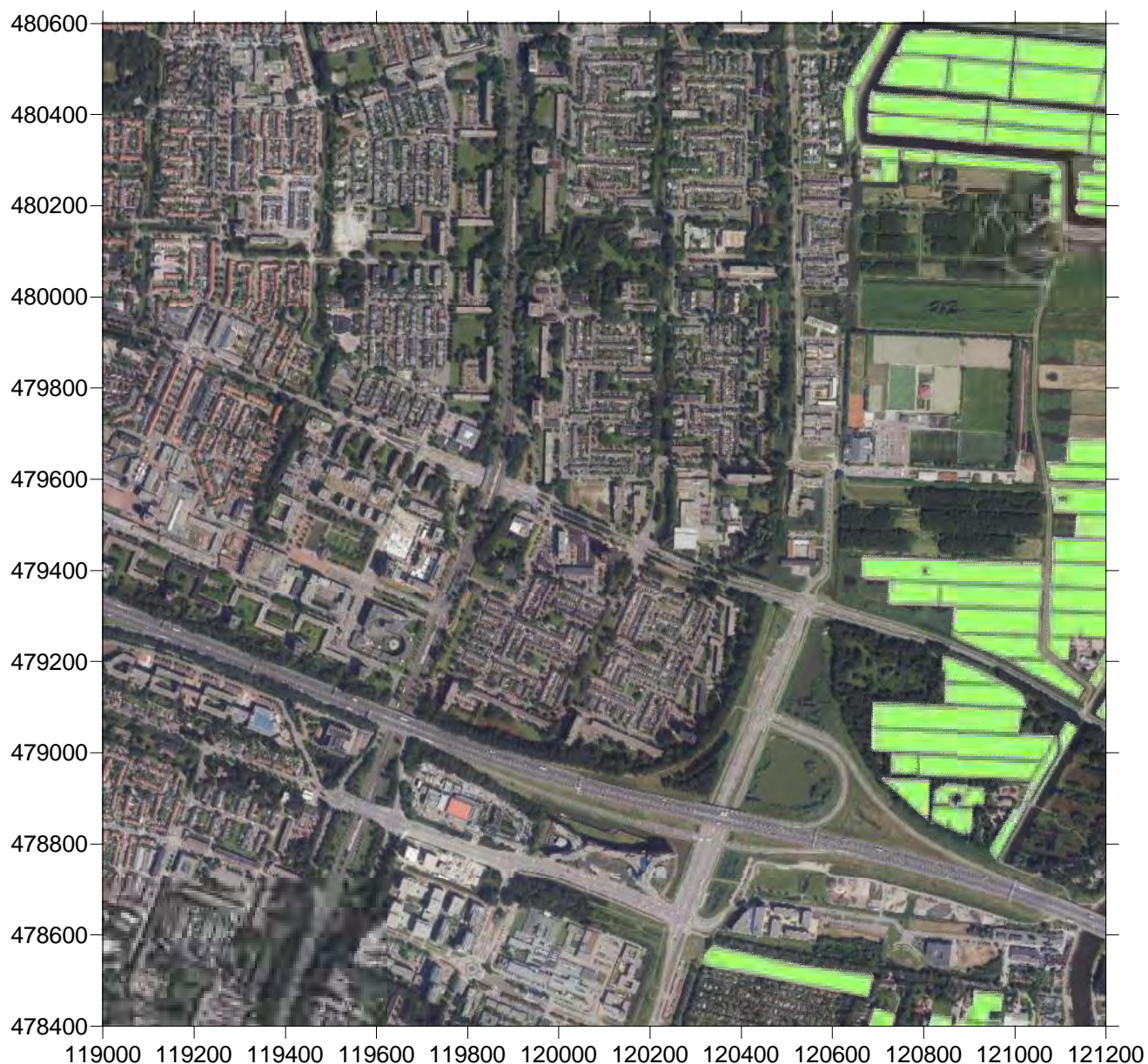


**Loots Grondwatertechniek**  
*independent guide for your dewatering site*

Pedro de Medinalaan 1B  
1086XK Amsterdam

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





Basisregistratie Percelen (Dienst Regelingen) legenda

	Bouwland		Overige
	Grasland		
	Braakland		
	Natuurterrein		

omschrijving:  
**KLAASJE ZEVENSTERSTRAAT**  
 opdrachtgever:  
**MOS**

schaal:  
 N.V.T.

order:  
**11830117**

tekeningnummer:  
 6

formaat:  
 A4

getekend:  
 EL

datum:  
**12-07-2017**



**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:  
**KLAASJE ZEVENSTERSTRAAT**  
 opdrachtgever:  
**MOS**

schaal:  
 N.V.T.

order:  
**11830117**

tekeningnummer:  
**7**

formaat:  
 A4

getekend:  
 EL

datum:  
**12-07-2017**



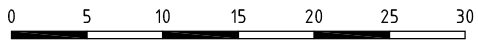
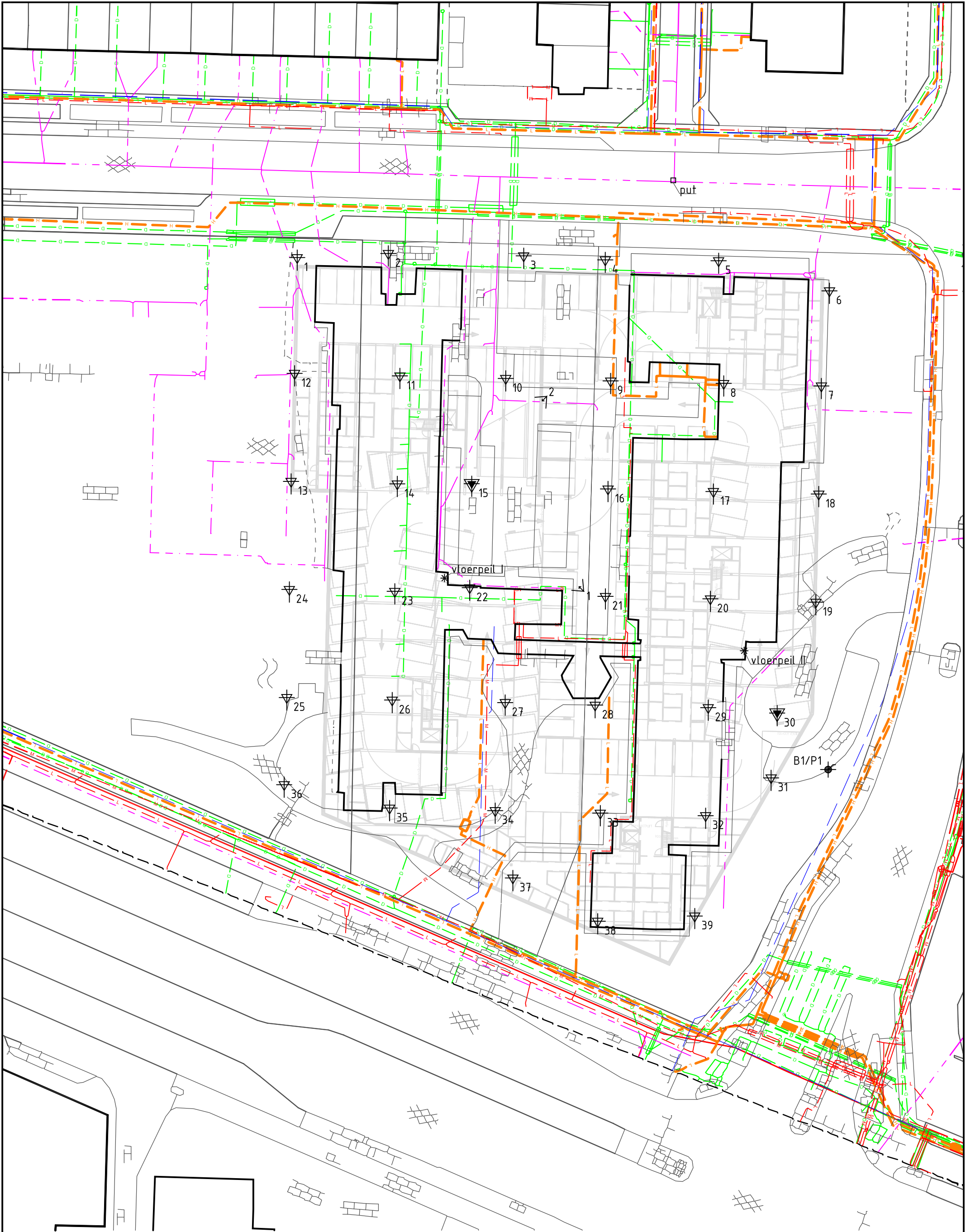
**Loots Grondwatertechniek**  
*independent guide for your dewatering site*

Pedro de Medinalaan 1B  
 1086XK Amsterdam

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

## Bijlage 5 – Grondonderzoeken





<b>Legenda KLIC</b> — datatransport — water — gas lage druk — gas hoge druk — riool/persleiding — laagspanning — stadsverwarming			geo- en milieutechnisch adviesbureau Strijkviertel 30, 3454 PM DE MEERN		Tel. : 030 - 666 17 46 Fax. : 030 - 666 48 54 E-mail: info@vandijktechn.nl	
			Project: nieuwbouw Klaasje Zevenster, Klaasje Zevensterstraat te Amstelveen			
			Opdrachtnr.: 116625		Gewijzigd: 30-05-2017 AD	
			Schaal: 1:500 (A3)		Gewijzigd:	
			Datum: 15-05-2017		Gewijzigd:	
Getek.: R.Kool		Controle:				

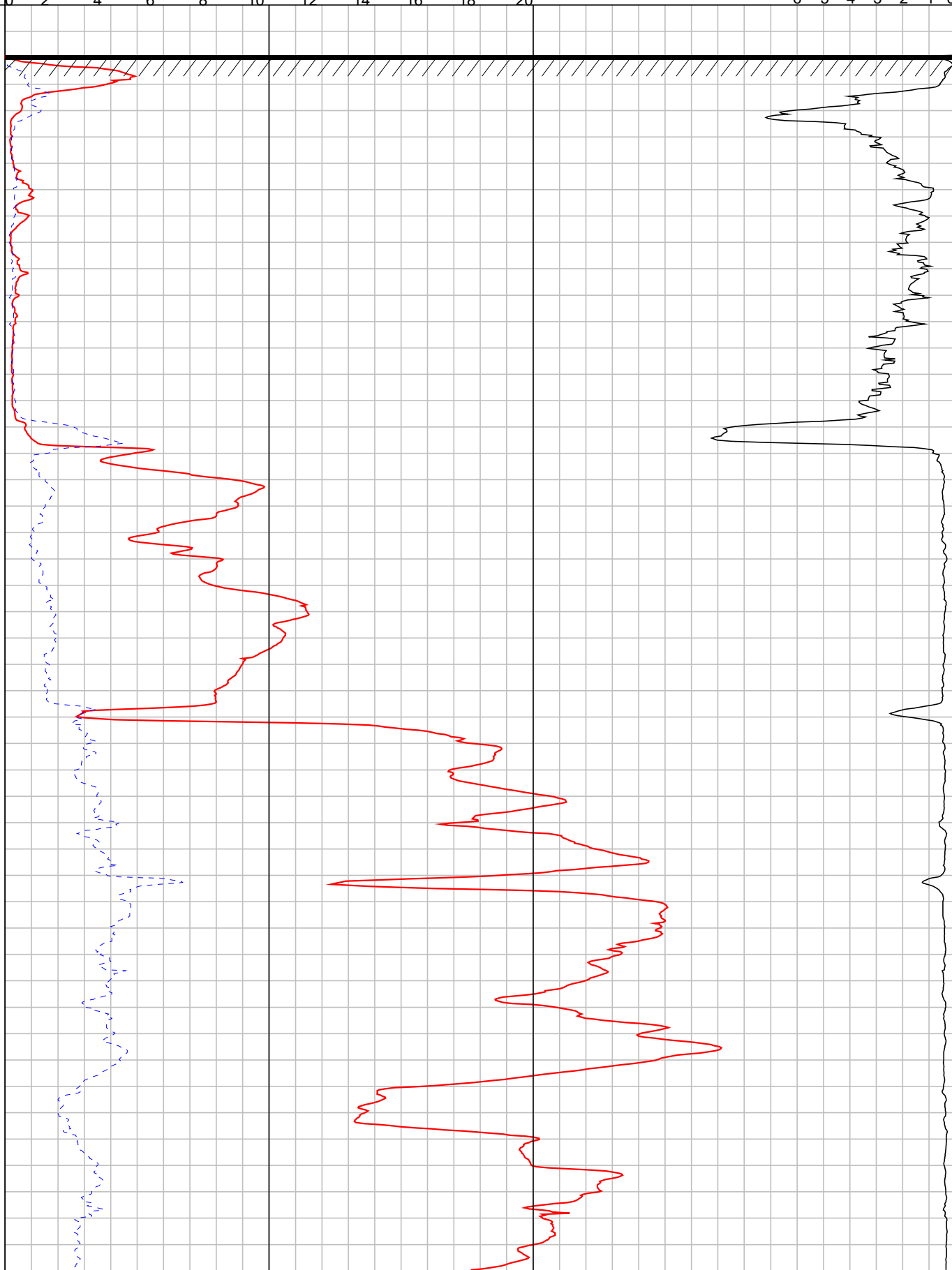
15

Plaatselijke wrijving (MPa) — — — — —  
 0 0.05 0.10 0.15 0.20  
 Conusweerstand (MPa) — — — — —

Wrijvingsgetal (%)  
 6 5 4 3 2 1 0

DIEPTE IN METERS T.O.V. NAP

-3  
-4  
-5  
-6  
-7  
-8  
-9  
-10  
-11  
-12  
-13  
-14  
-15  
-16  
-17  
-18  
-19  
-20  
-21  
-22  
-23  
-24  
-25  
-26  
-27



GEO- EN MILIEUTECHNIEK b.v.

Plaats : Amstelveen

Maaiveld : -3.95 m t.o.v. NAP

Uitgevoerd : 18-5-2017 conus : CF-15 140117

Omschrijving : Nieuwbouw appartementen, Klaasje Zevensterstraat

OPDRACHT NR: 116625

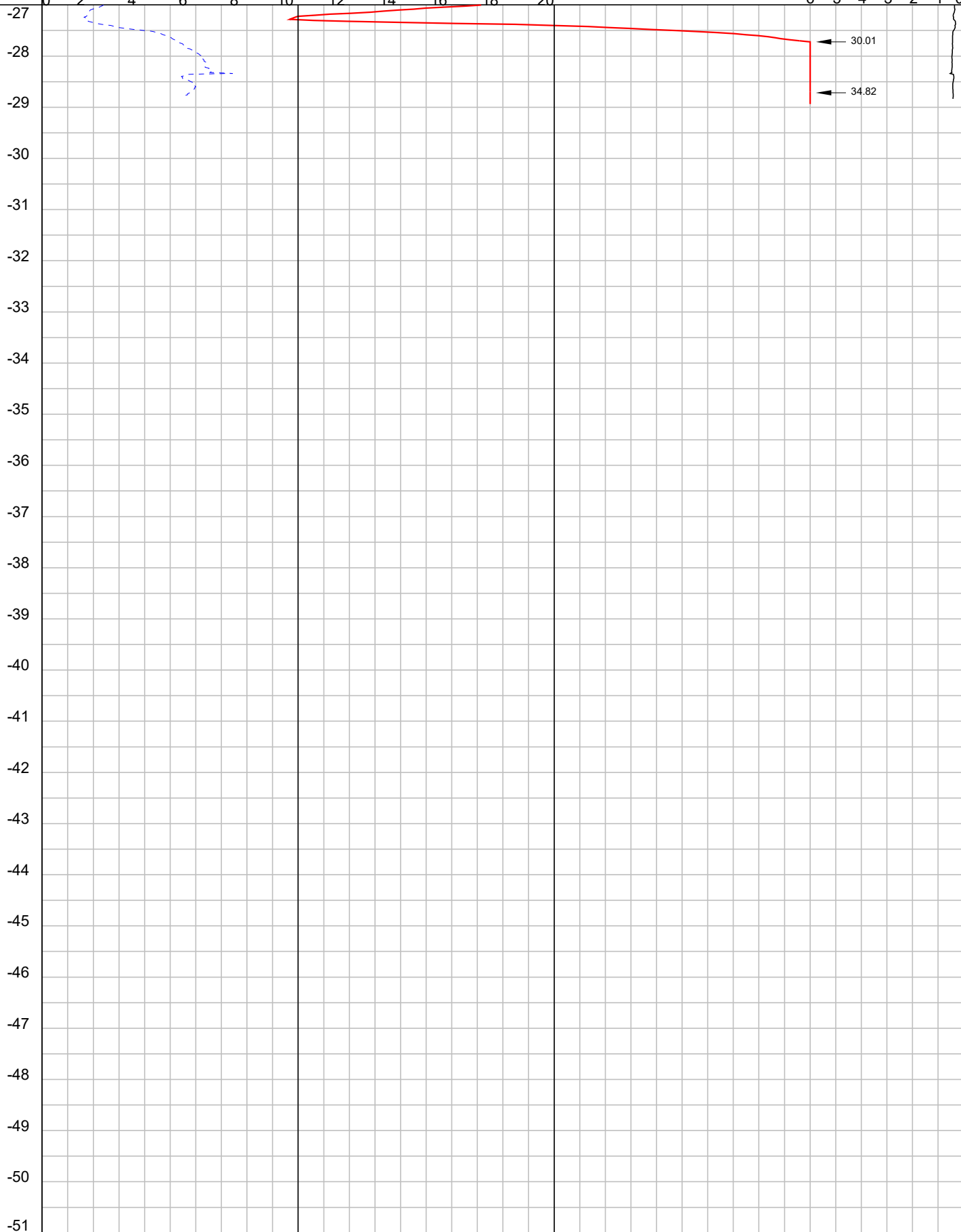
SONDERING : 15

15

Plaatselijke wrijving (MPa) — — — — —

Conusweerstand (MPa) — — — — —

Wrijvingsgetal (%)



GEO- EN MILIEUTECHNIEK b.v.

Plaats : Amstelveen

Maaiveld : -3.95 m t.o.v. NAP

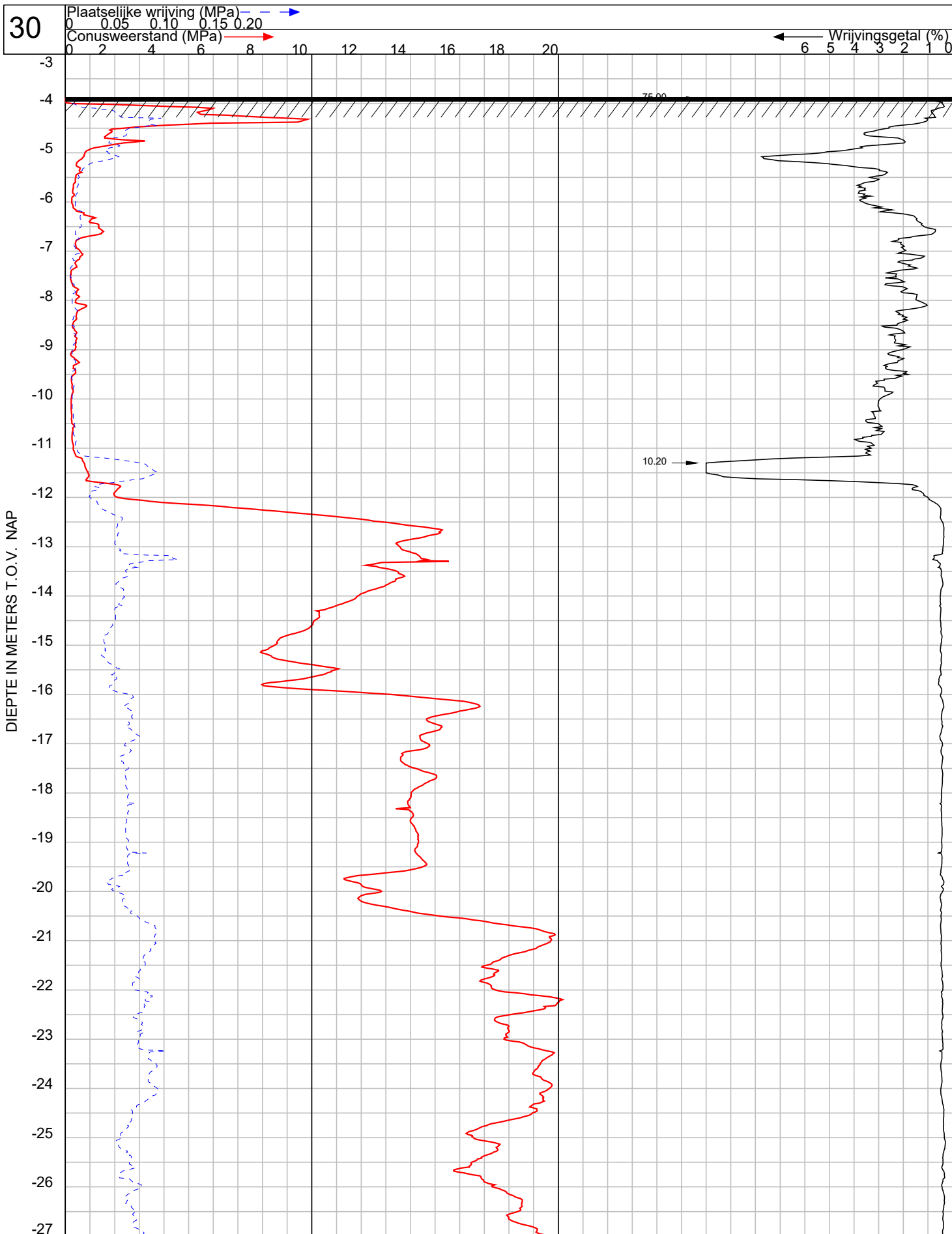
Uitgevoerd : 18-5-2017

conus : CF-15 140117

Omschrijving : Nieuwbouw appartementen, Klaasje Zevensterstraat

OPDRACHT NR: 116625

SONDERING : 15



GEO- EN MILIEUTECHNIEK b.v.

Plaats : Amstelveen

Maaiveld : -3.88 m t.o.v. NAP

Uitgevoerd : 18-5-2017

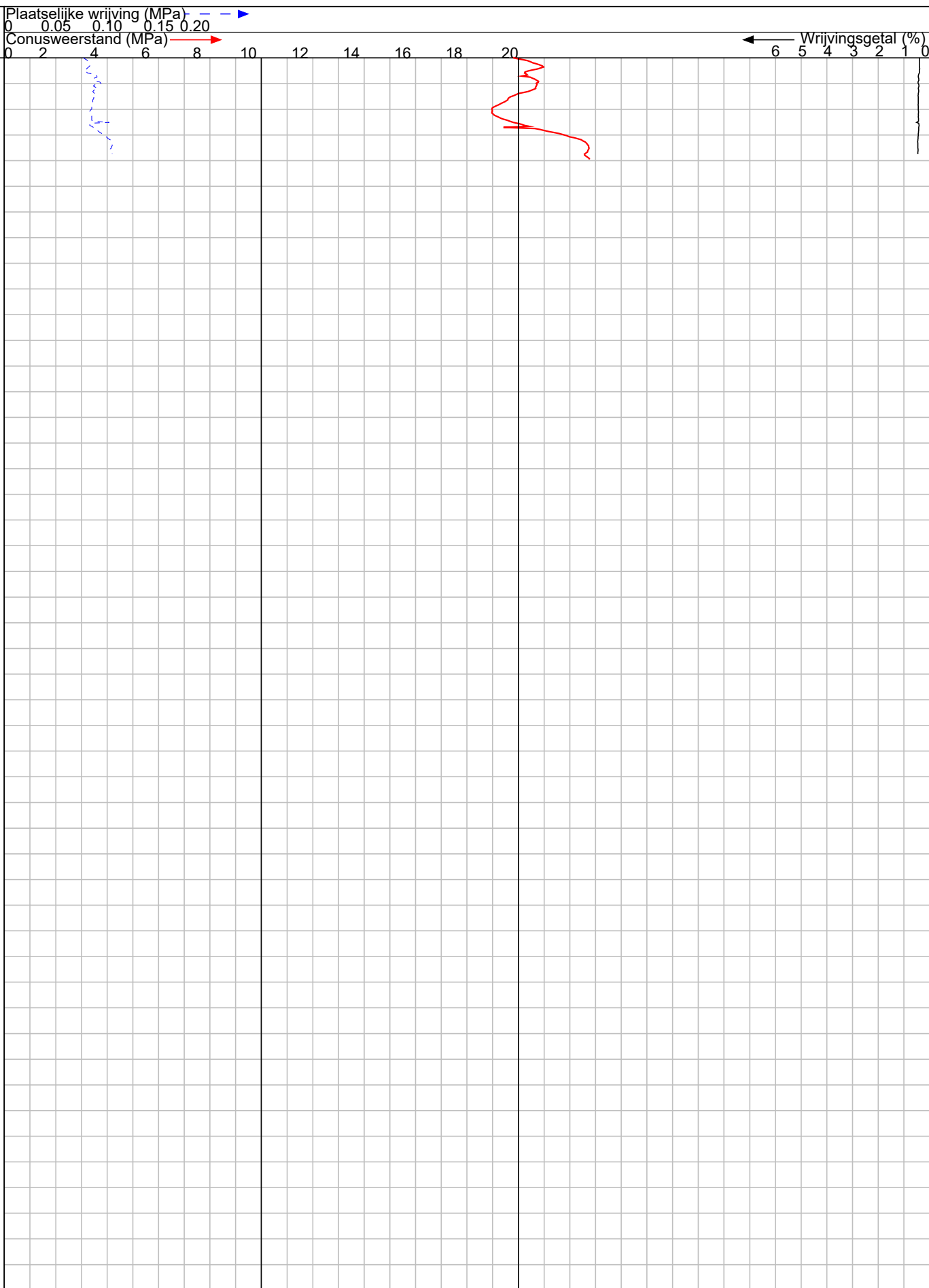
conus : CF-15 140117

Omschrijving : Nieuwbouw appartementen, Klaasje Zevensterstraat

OPDRACHT NR: 116625

SONDERING : 30

DIEPTE IN METERS T.O.V. NAP



**GEO- EN MILIEUTECHNIEK b.v.**

Plaats : **Amstelveen**

Maaiveld : -3.88 m t.o.v. NAP  
 Uitgevoerd : 18-5-2017 conus: CF-15 140117  
 Omschrijving: Nieuwbouw appartementen, Klaasje Zevensterstraat

**OPDRACHT NR: 116625**

SONDERING: 30

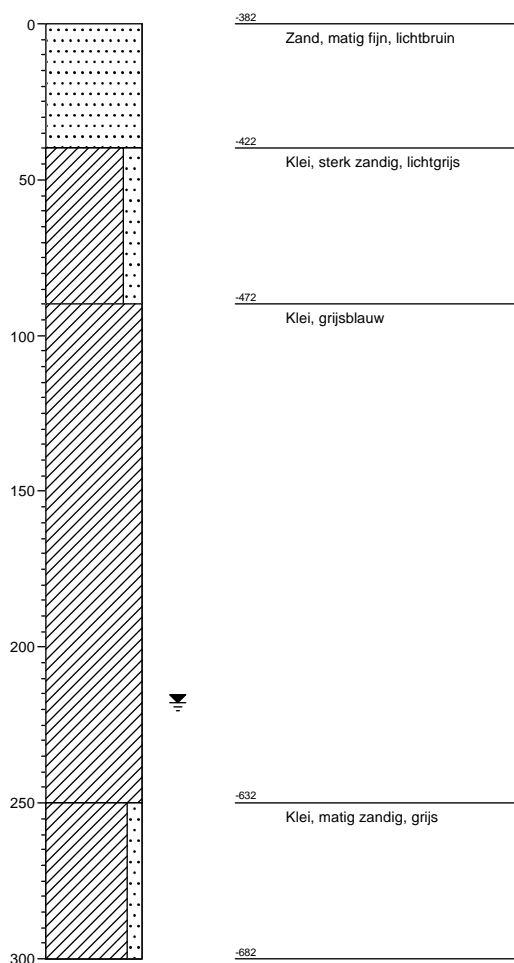


GEO- EN MILIEUTECHNIEK b.v.

## Boring:

Datum: 18-05-2017  
Maaiveldhoogte: -3,82 t.o.v. N.A.P.  
GWS: -6,01 t.o.v. N.A.P.

## B1



Grondwaterstand in het boor- / sondeergat is eenmalig bepaald en dient als indicatief te worden beschouwd.

Project: Nieuwbouw appartementen, Klaasje Zevensterstraat  
Lokatiennaam: AMSTELVEEN

Opdracht nr.: 116625



## Bijlage 6 – Grondwater eigenschappen

Deze bijlage bestaat uit de volgende onderdelen:

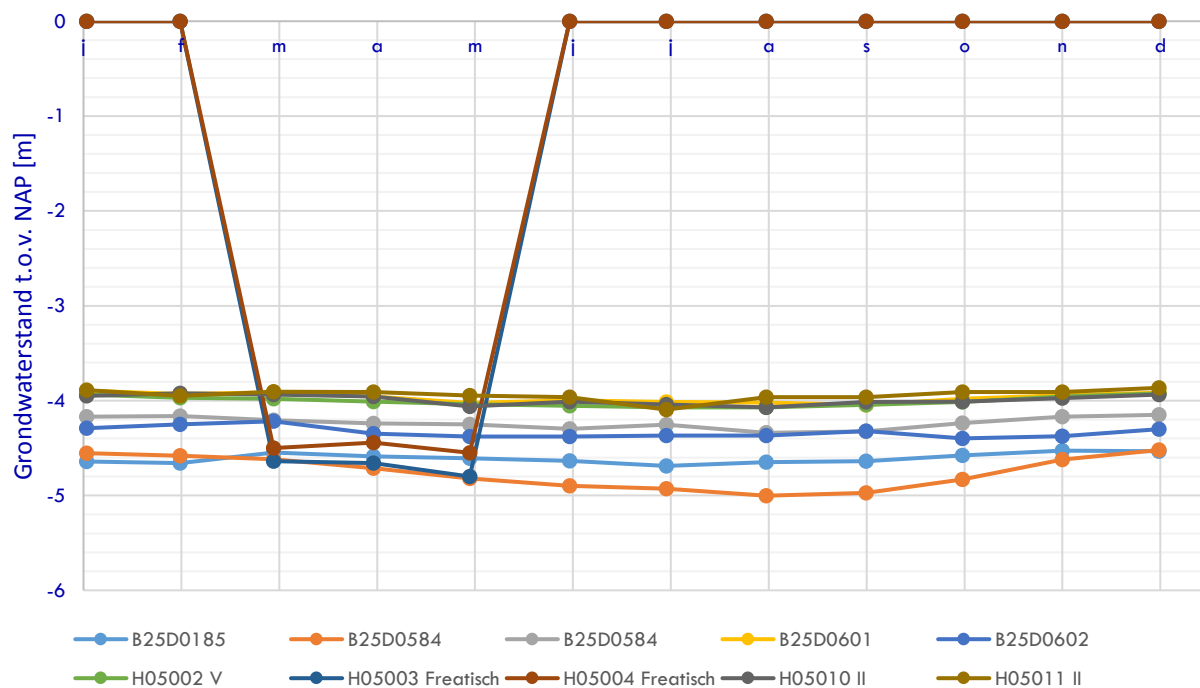
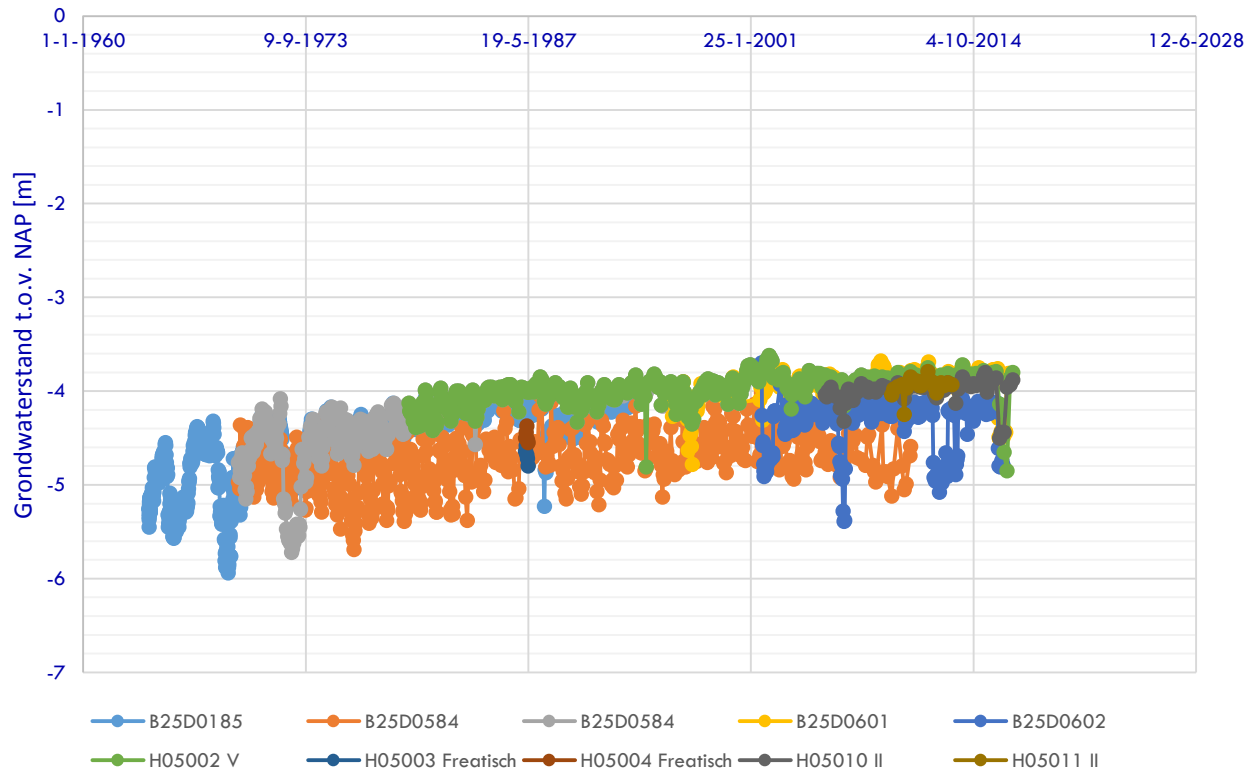
- Overzicht van de gebruikte peilbuismetingen en locaties, berekende maatgevende grondwaterstanden over lange termijn in een tabel;
- Overzicht van de gebruikte peilbuismetingen en locaties, berekende maatgevende grondwaterstanden per seizoen (maand);
- Meetgrafieken grondwaterstanden.

[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

# ZETTINGSBEREKENING GEOHYDROLOGISCH

Met behulp van grondwaterstand meetreeksen is per watervoerende laag bepaald welke beweging van toepassing was in het verleden tot en met heden. Vervolgens is met een grondwatermodel berekend welke grondwaterdruk in de deklaag is opgetreden en welke tijdsduur de grondwaterdruk in de deklaag is opgetreden. Tot slot wordt de actuele grondwaterdruk in de deklaag berekend als startwaarde voor de bemaling.

Met behulp van een grondwatermodel wordt bepaald welke verlaging van de grondwaterstand optreedt in de slappe lagen. De tijdsduur van de verlaging wordt tevens bepaald. Vervolgens kan maaiveld daling worden uitgerekend, daarbij wordt per 10cm grondwaterstandsverlaging uitgerekend hoe lang deze is opgetreden in het verleden en hoe lang deze zal optreden door de bemaling. De voorbelasting in het verleden wordt dus berekend en maaiveld daling kan in sommige gevallen ook optreden bij grondwaterstanden boven de glg (gemiddeld laagste grondwaterstand).

## Geotechnische parameters

laag		top [m+NAP]	Y [kN/m <sup>3</sup> ]	Cp	Cs	Cp'	Cs'	S	kv
1		-4	18						
2	veen	-5	11	25	100	6.3	25	4.90E-02	3.00E-03
3	klei	-5.7	15	500	650	19	130	3.20E-03	2.00E-03
4	basisveen	-11	12	30	120	7.5	30	1.00E-02	5.00E-05
5	zand	-11.5	20						
6									
7									
8									
9									
10									

## Veiligheidsfactor

voorbelasting veiligheid  
grensspanning factor

4 de totale voorbelastingstijd wordt gedeeld door deze factor  
0.5 de grensspanning in relatie met de grondwaterdruk wordt bepaald door de tijdsduur dat deze grondwaterdruk is opgetreden. Bijvoorbeeld bij factor 0.5 is de grensspanning grondwaterdruk daar waar de grondwaterdruk minimaal 50% van de tijd boven heeft gezeten.

overige in relatie tot veiligheid

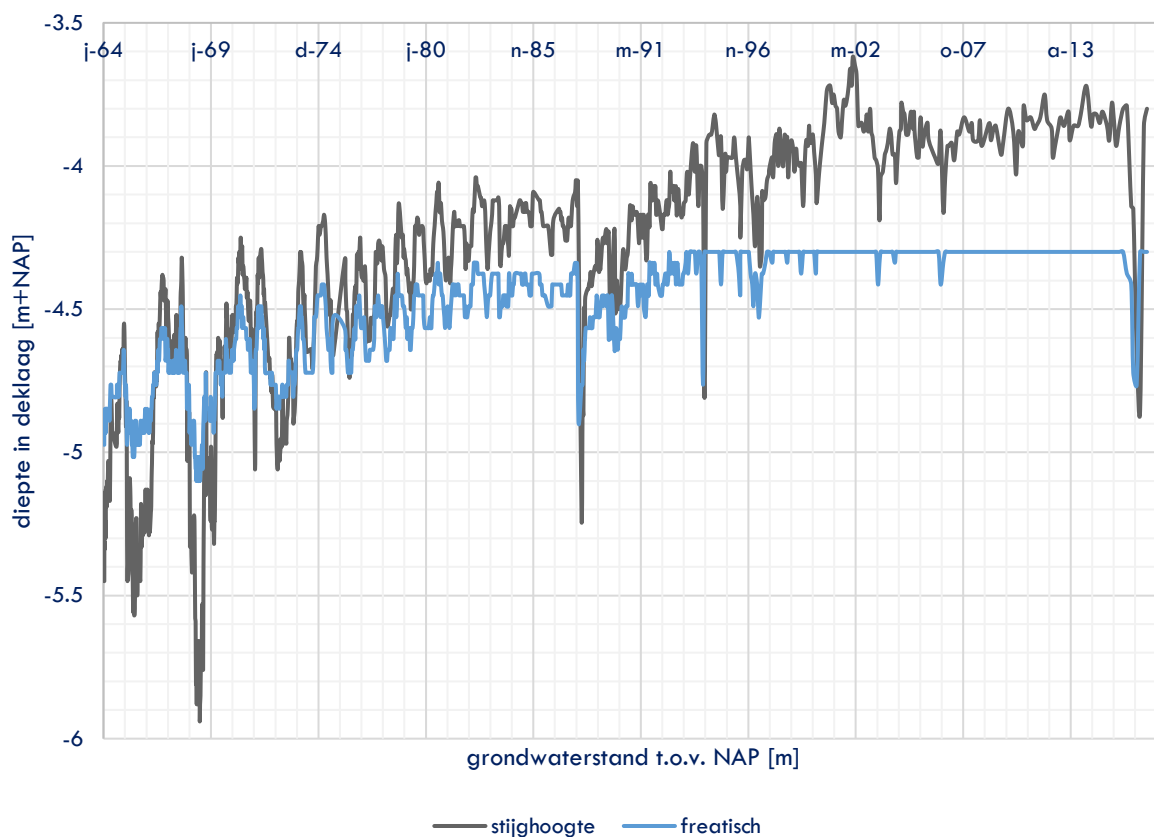
het voorbelasting en bemaling rekenmodel houdt geen rekening met afname verticale doorlatendheid door inklinking. Dit betekent dat de voorbelasting onderschat wordt (conservatief) en het effect van de bemaling overschat wordt (conservatief).

## Grondwaterstanden [m+NAP]

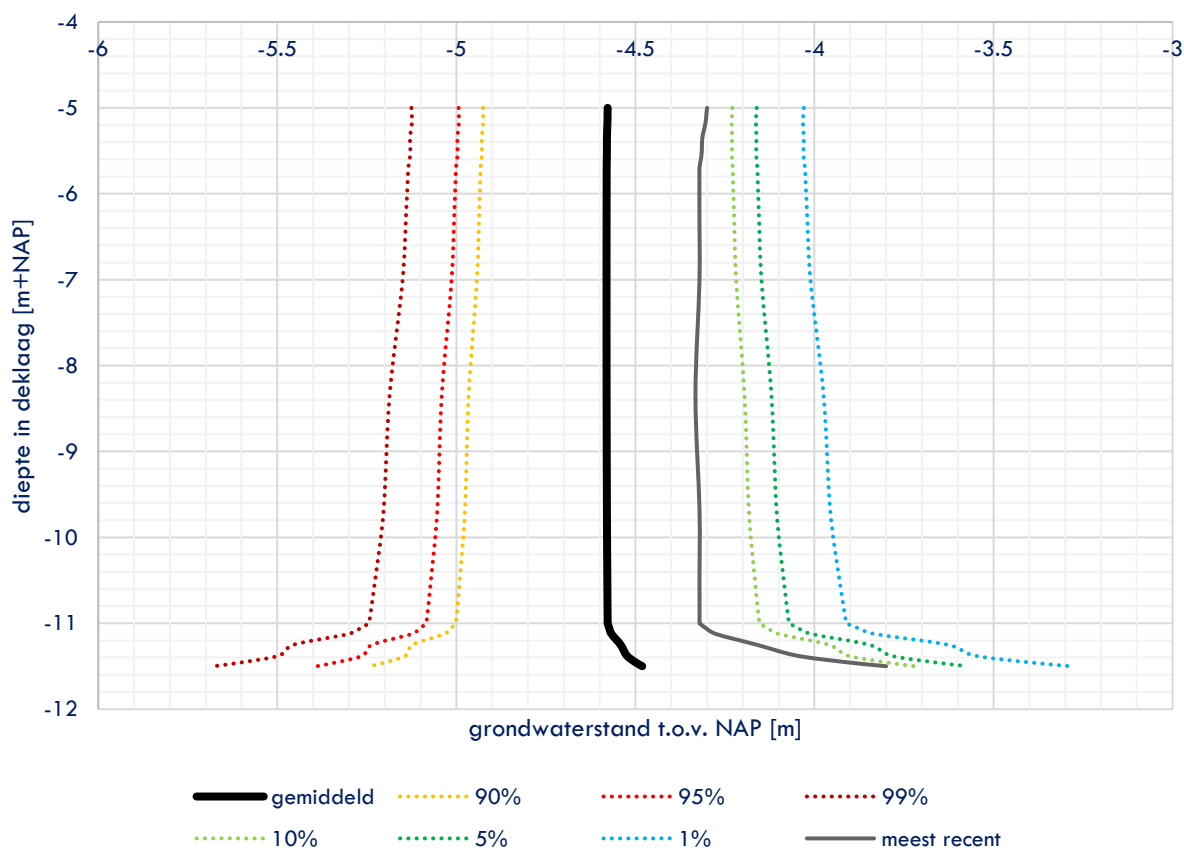
	laag onder	laag boven
glg	-5.95	-5.1
gem	-4.61	-4.68
ghg	-4.03	-4.3



grafiek 1: grondwaterstand watervoerende lagen 1964-2017



grafiek 2: grondwaterstand deklaag 1964-2017



Percentages in grafiek 2 is tijdsduur waarbij de grondwaterstand lager is geweest in het verleden. Dit is bepaald met het grondwatermodel en de meetreeks.

### Bijzonderheden

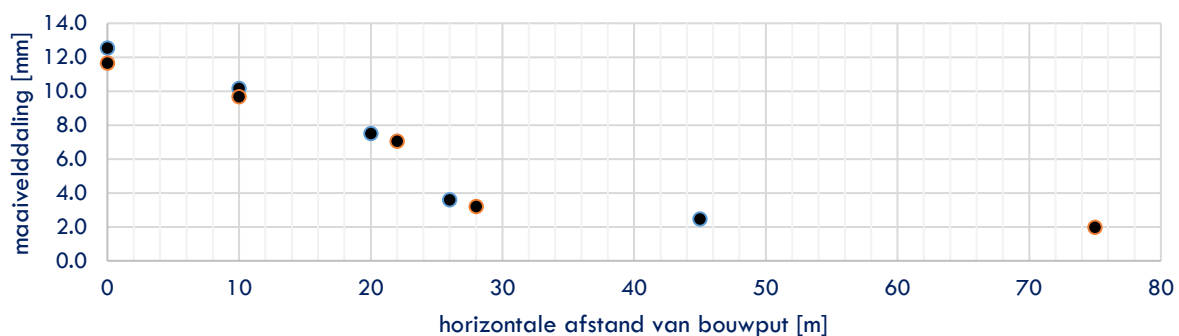
Uit grafiek 1 wordt afgeleid dat de stijghoogte een stijgende trend heeft en dat er sprake is van een aantal spanningsbemalingen (of overige grondwateronttrekkingen) op de volgende tijdstippen:

1965	
1968	
1972	
1988	vermoedelijk bemaling van Bankrashof
1994	
2016	

### Resultaten zettingsprognose [zakking maaiveld in mm]

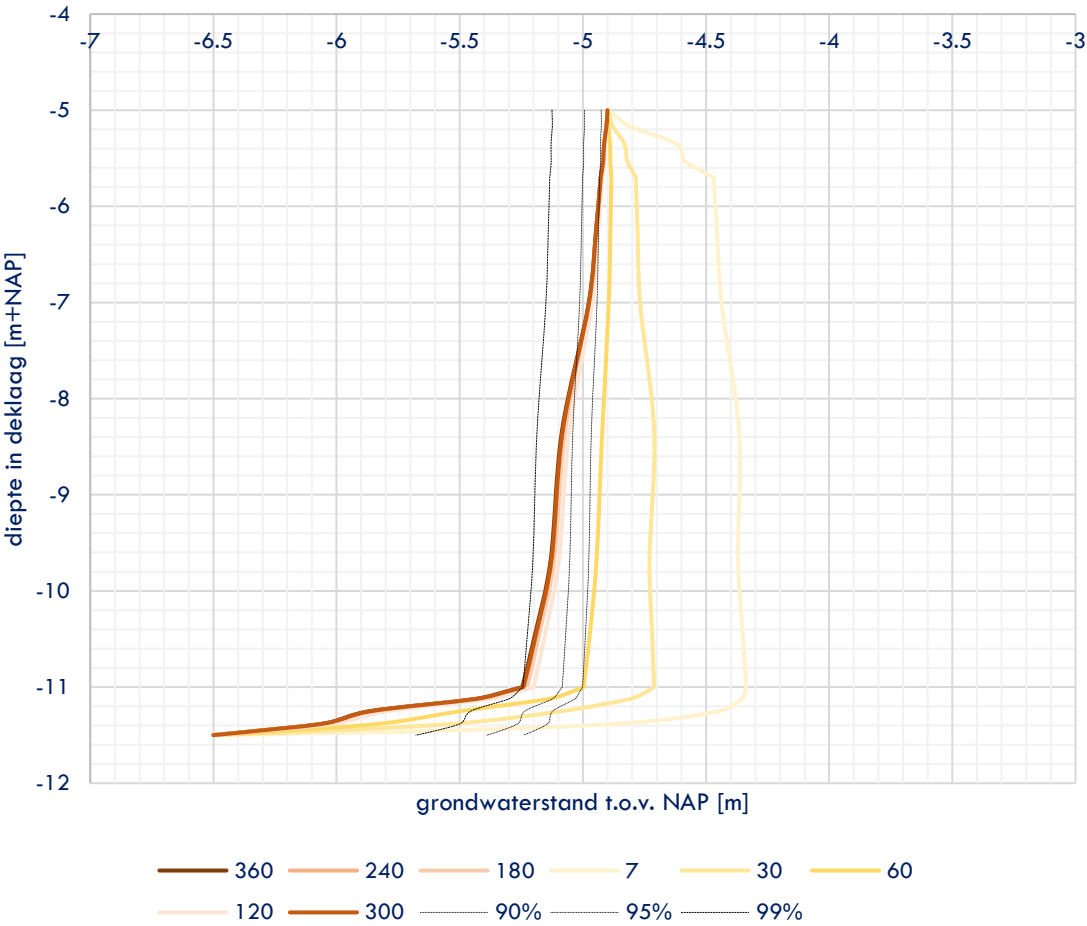
	verlaging stijghoogte				
[dagen]	-6.5	-6	-5.8	-5.4	-5
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
30	6.4	5.1	3.0	2.1	1.6
60	9.0	7.2	4.5	2.5	1.7
90	11.7	9.7	7.0	3.2	2.0
120	11.8	9.9	7.2	3.3	2.2
150	12.3	10.1	7.3	3.4	2.3
180	12.3	10.1	7.4	3.4	2.4
210	12.4	10.1	7.4	3.5	2.4
240	12.4	10.1	7.5	3.5	2.4
270	12.4	10.1	7.5	3.5	2.4
300	12.4	10.1	7.5	3.6	2.4
330	12.5	10.1	7.5	3.6	2.5
360	12.5	10.2	7.5	3.6	2.5
390					
420					
afstand pro	0	10	20	26	45
afstand ext	0	10	22	28	75

### maaiveldddaling versus afstand (indicatief)

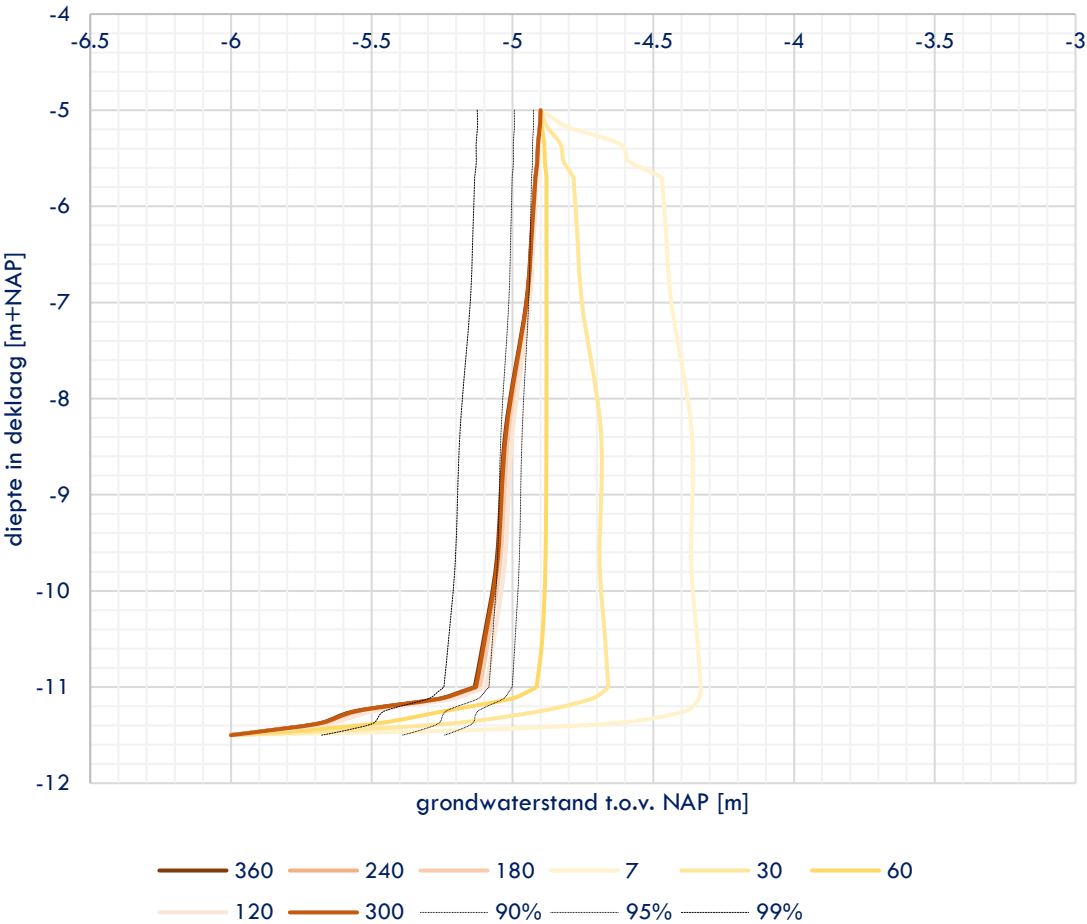


In grafieken 3 is de grondwaterdruk versus diepte (m+NAP) in de deklaag voor een aantal tijdstappen weergegeven.

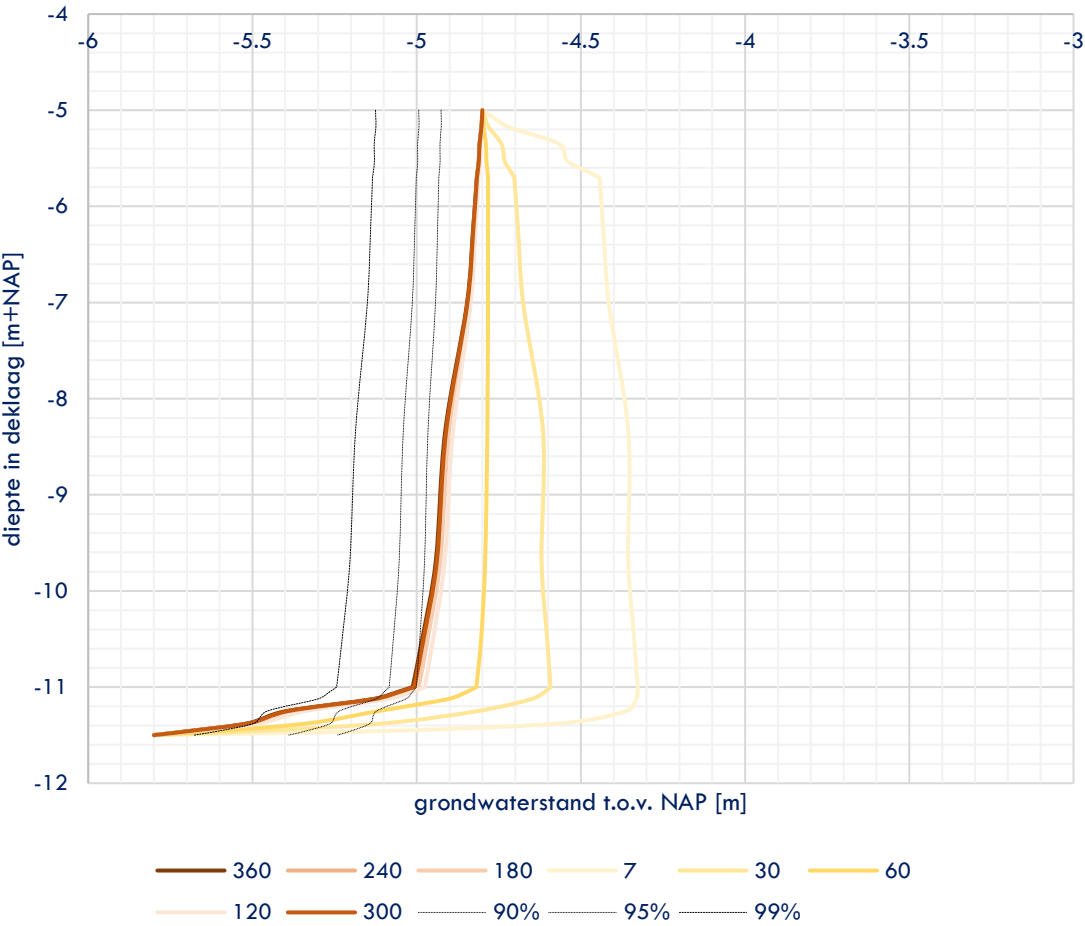
grafiek 3A: grondwaterstand deklaag -6.5



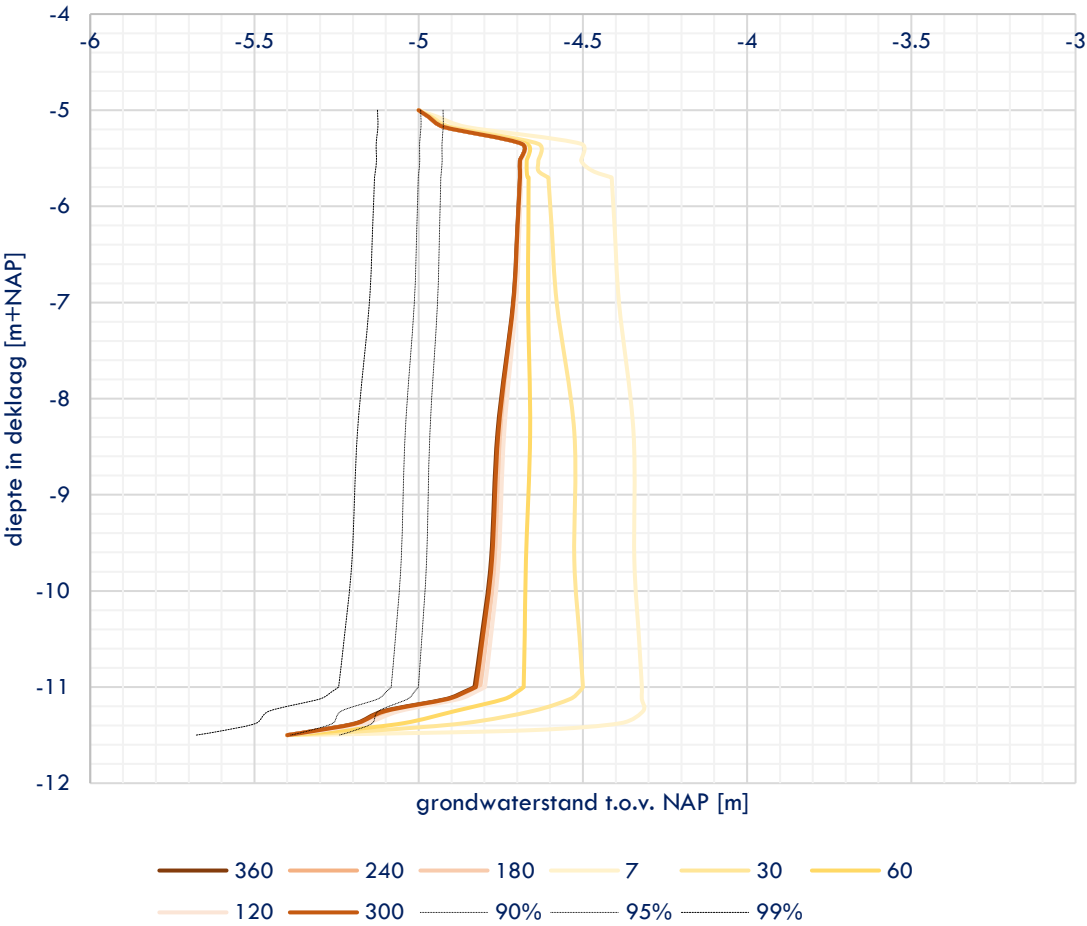
grafiek 3B: grondwaterstand deklaag -6



grafiek 3C: grondwaterstand deklaag -5.8



grafiek 3D: grondwaterstand deklaag -5.4



grafiek 3E: grondwaterstand deklaag -5

