

datum

8 november

2017

Bemalingsadvies

nieuwbouw Klaasje Zevensterstraat te
Amstelveen

status : definitief

versie : 1

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.

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

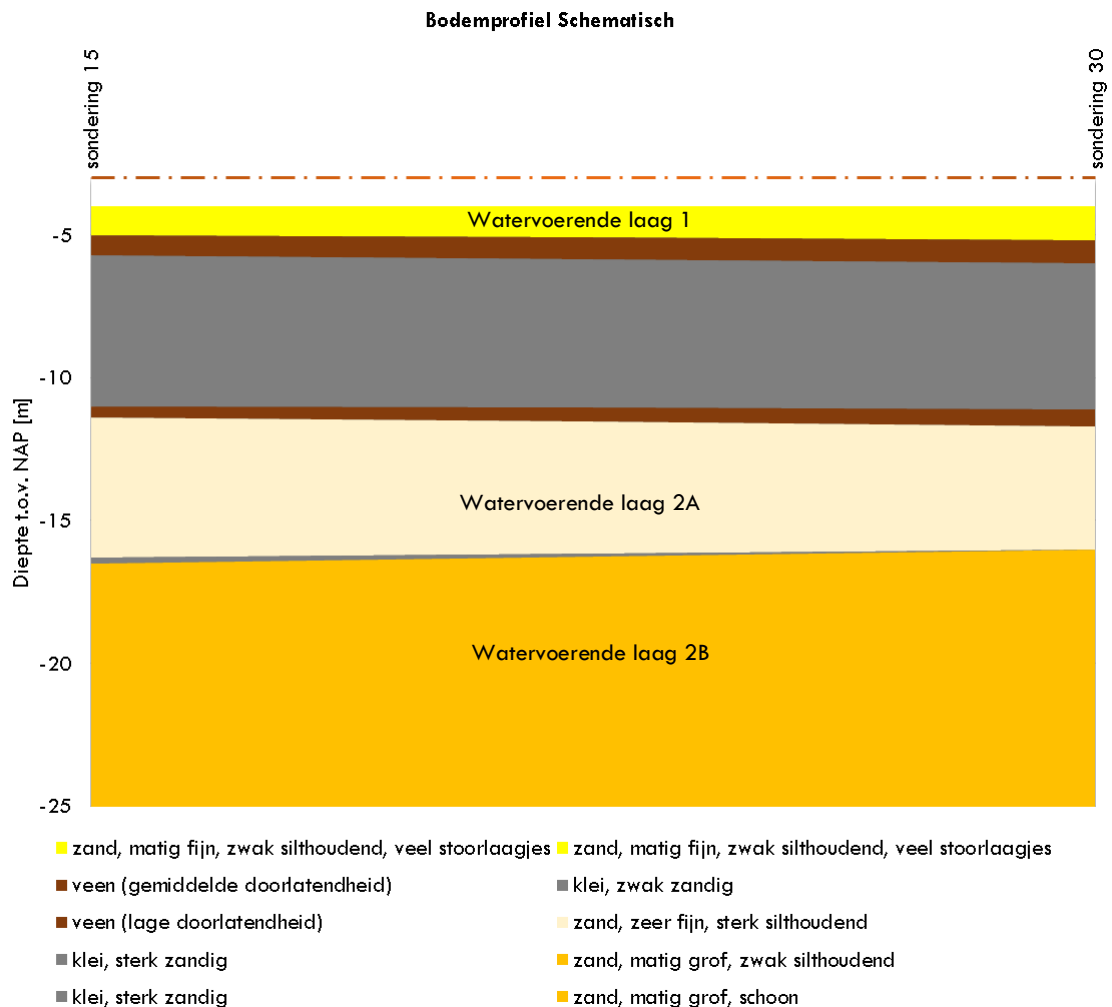
| objecten omschrijving | lengte [m] | breedte [m] | ontgravings- diepte [m+NAP] | Kleur in figuur 1 | bemalings-duur |
|--------------------------|------------|-------------|--------------------------------|-------------------|----------------|
| onderkant keldervloer | 60~90 | 60~75 | -7,3 | geel | 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.

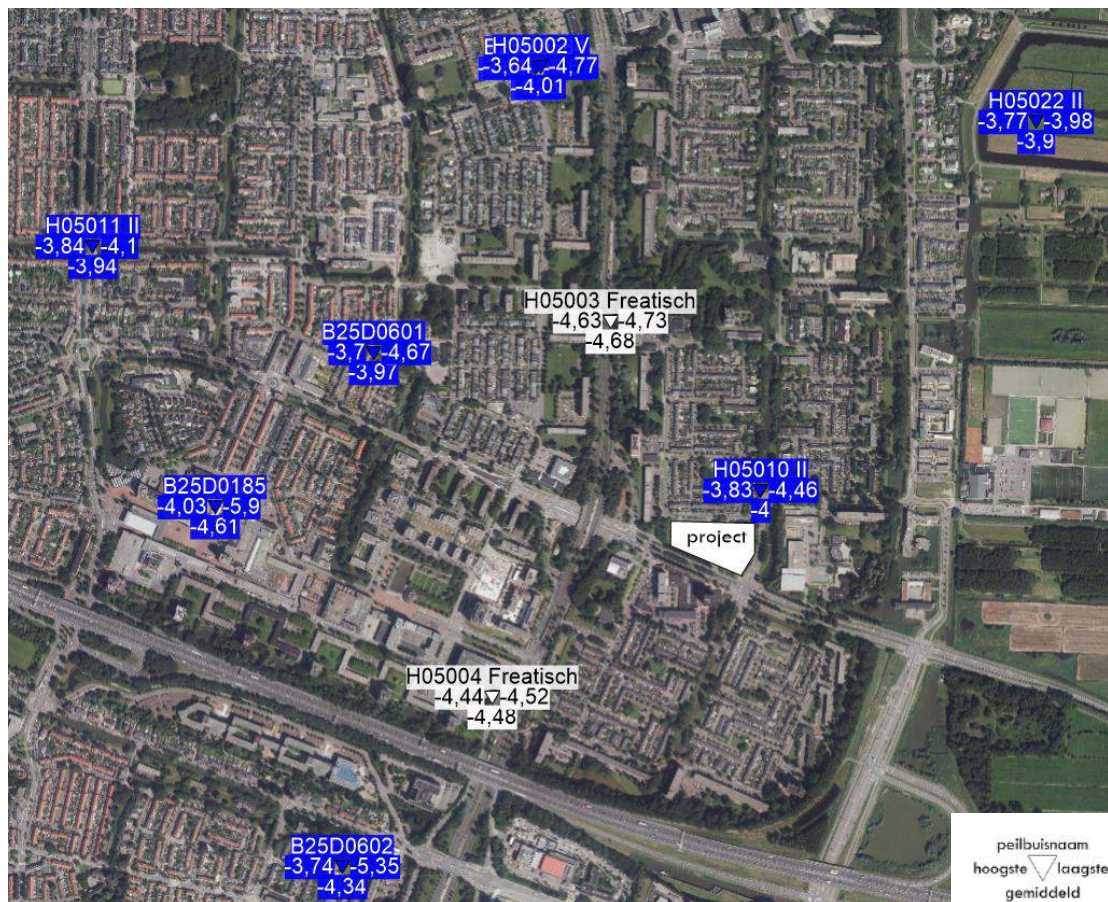


In bijlage 5 zijn (enkele) bodemonderzoeken toegevoegd.

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)

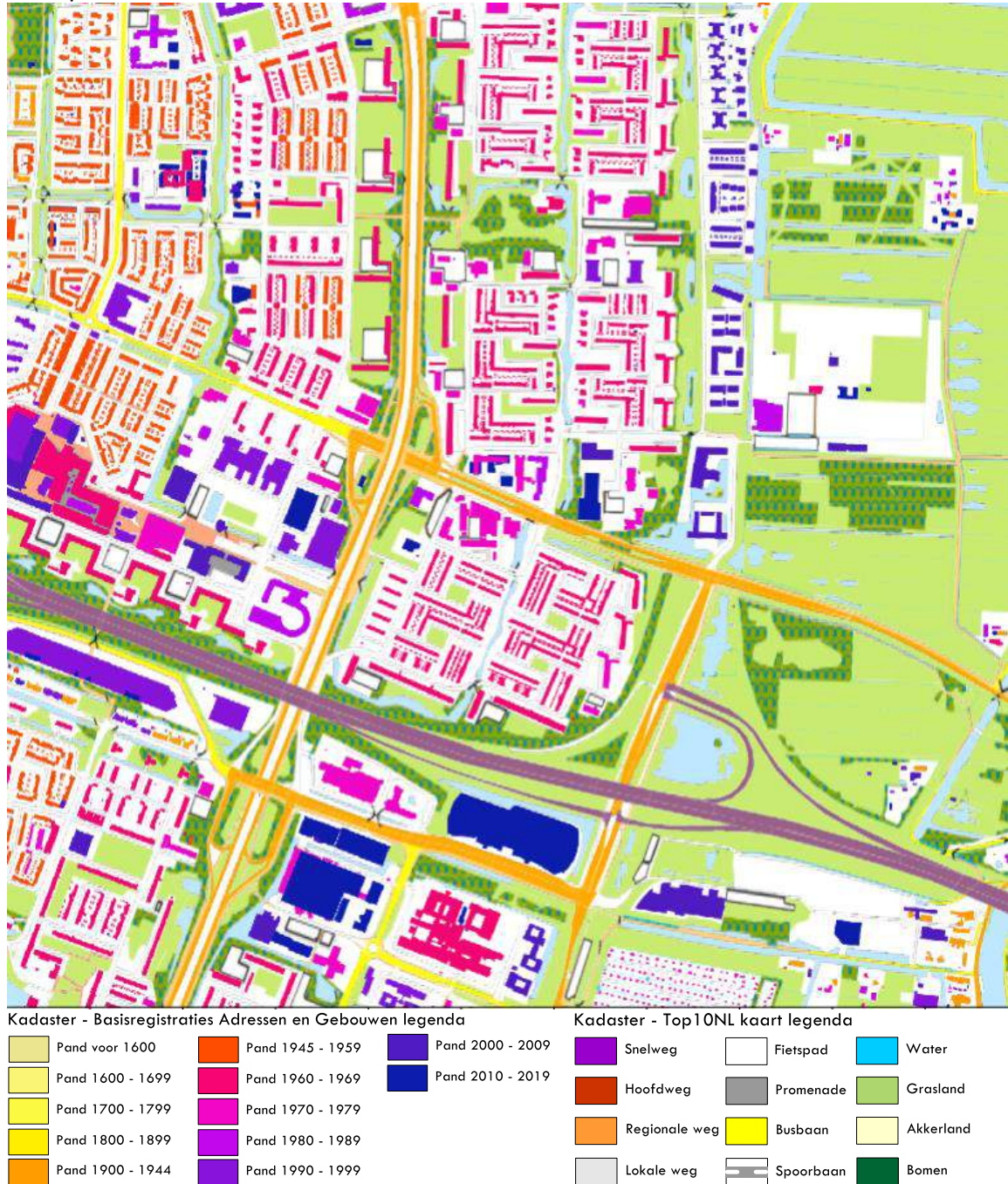
In figuur 2 zijn de gemiddelde grondwaterstanden bijgevoegd. Opgemerkt wordt het volgende:

- 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.



Figuur 3 – Alle objecten in de omgeving

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

- Tekening 1 “Belendingen”: 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 dalen.

Conclusie

Omdat geen verticale (dam)wanden worden toegepast is een controle op hydraulische grondbreuk niet van toepassing.

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 grondwater niveau

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 (maaiveld daling 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.

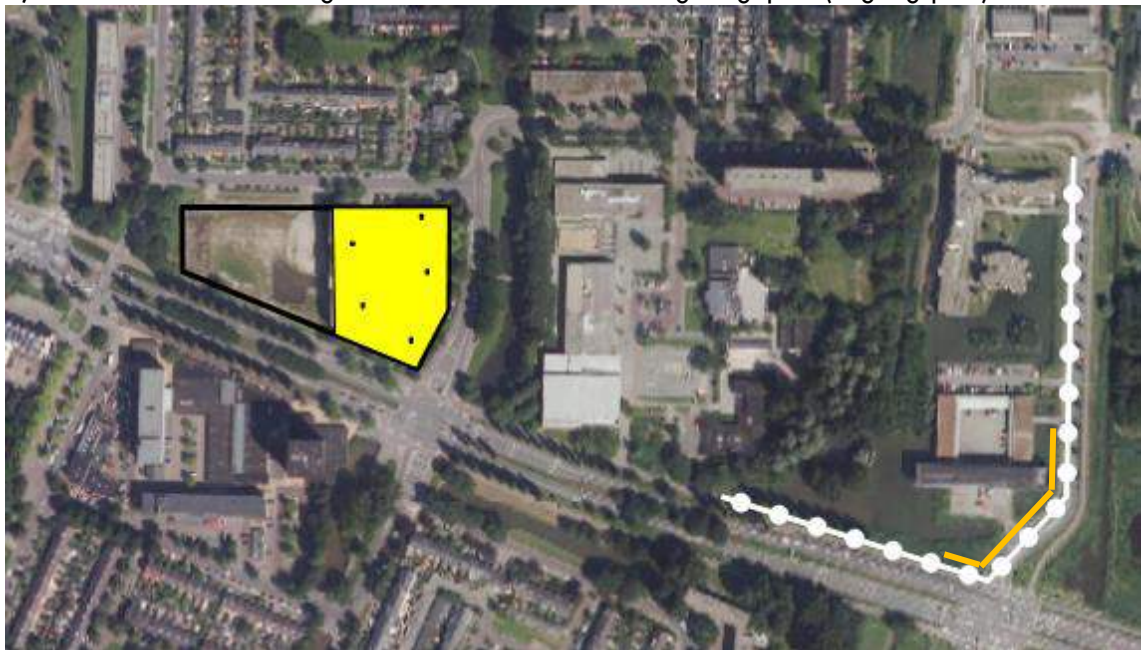
4.1 Grondwaterbeheersing: methode

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.

Methode van bemalen

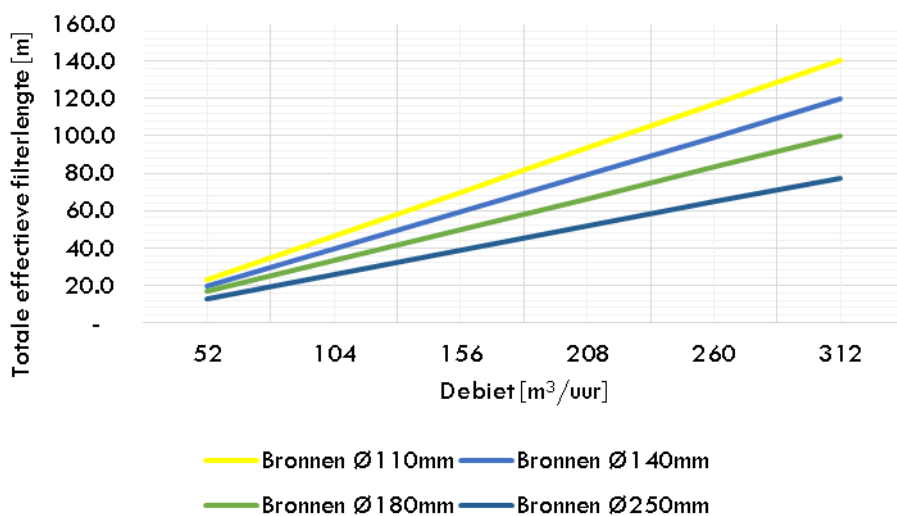
De bemaling bestaat uit een freatische bronbemaling in watervoerende laag 1, waarbij gebruik gemaakt wordt van horizontale drains, verticale bemaling en/of open bemaling. Een maximale afstand van 10 m tussen de bemalingselementen in watervoerende laag 1 wordt aanbevolen. In watervoerende laag 2 is een 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 kleiomstoring toegepast (uitgangspunt).



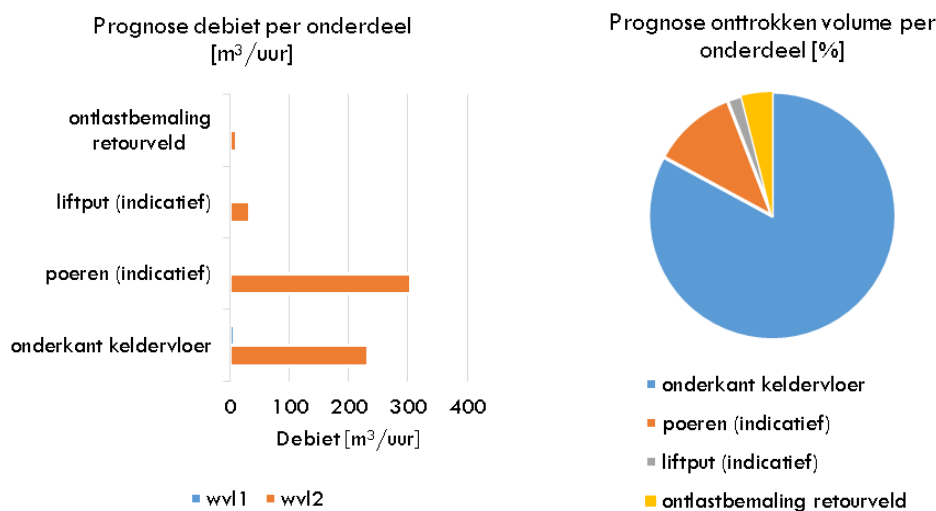
Figuur 4 - locatie retourbemaling (wit) en ontlastbemaling retourveld (oranje)

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.

Watervoerende laag 2: Benodigde effectieve filterlengte

**Debiet**

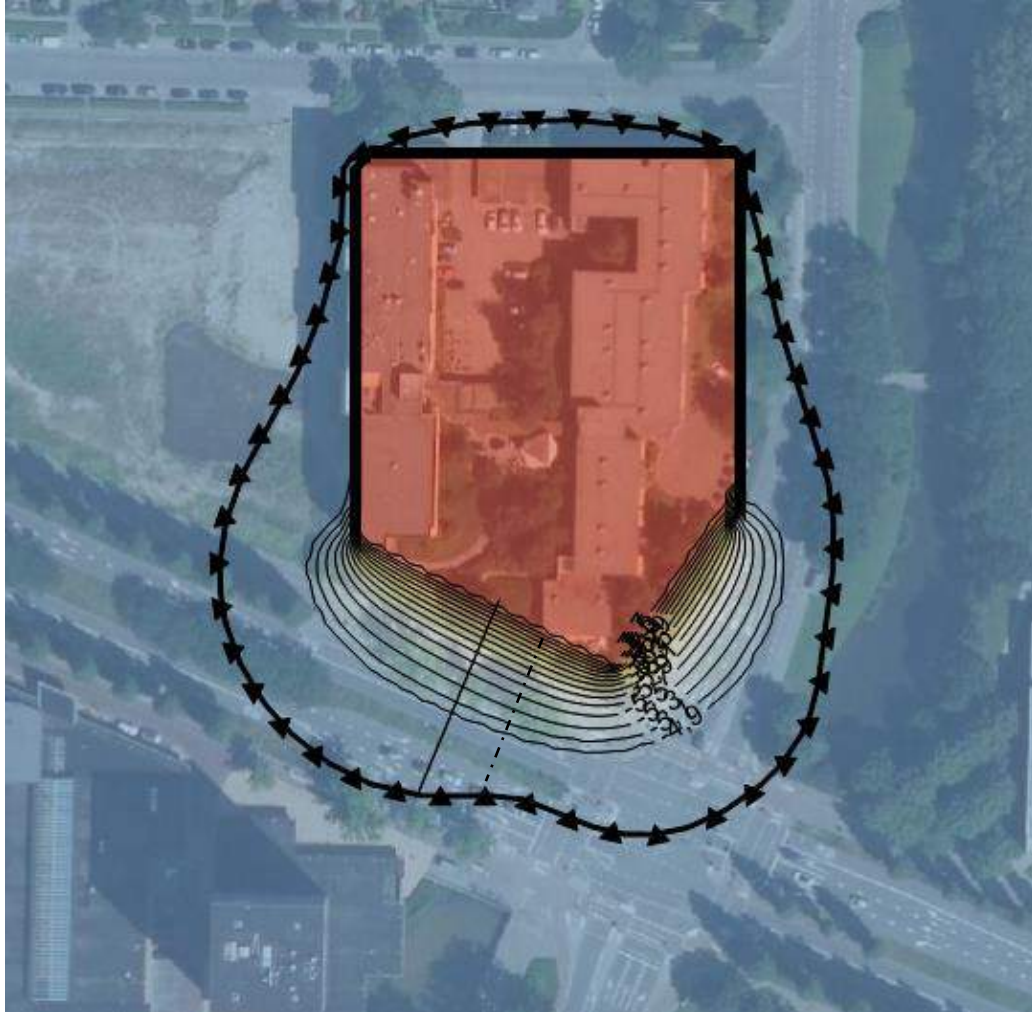
Het debiet is ingeschat op circa 175 ~ 266 m³/uur tijdens voor realiseren onderdeel “onderkant keldervloer”, dit is inclusief een effect van de retourbemaling welke goed functioneert (alles wordt geretourneerd). Zonder een retourbemaling reduceert het onttrekkingsdebiet met circa 10%. Bij een liftput is een additioneel (bovenop spanningsbemaling debiet poeren) debiet van circa 35 m³/uur noodzakelijk (extra bron lokaal bij liftput). Tijdens het realiseren van de poeren is het verwacht debiet tussen 250~325 m³/uur. Bij een uitvoeringsperiode van totaal 26 weken resulteert dit in een totaalvolume van circa 900.000 m³. 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.



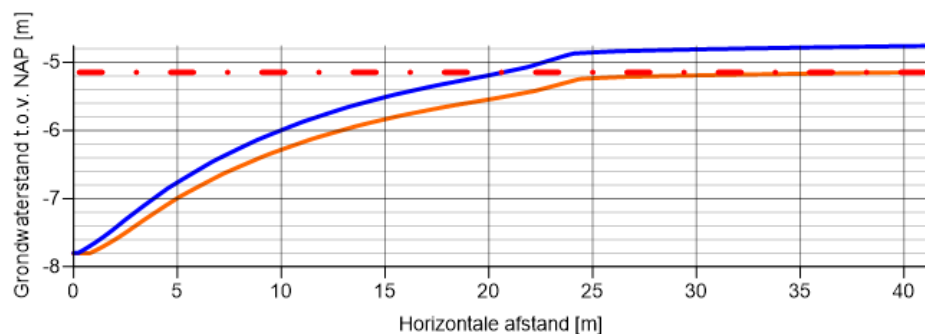
4.2 Grondwaterbeheersing: omgevingsbeïnvloeding

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.

Watervoerende laag 1

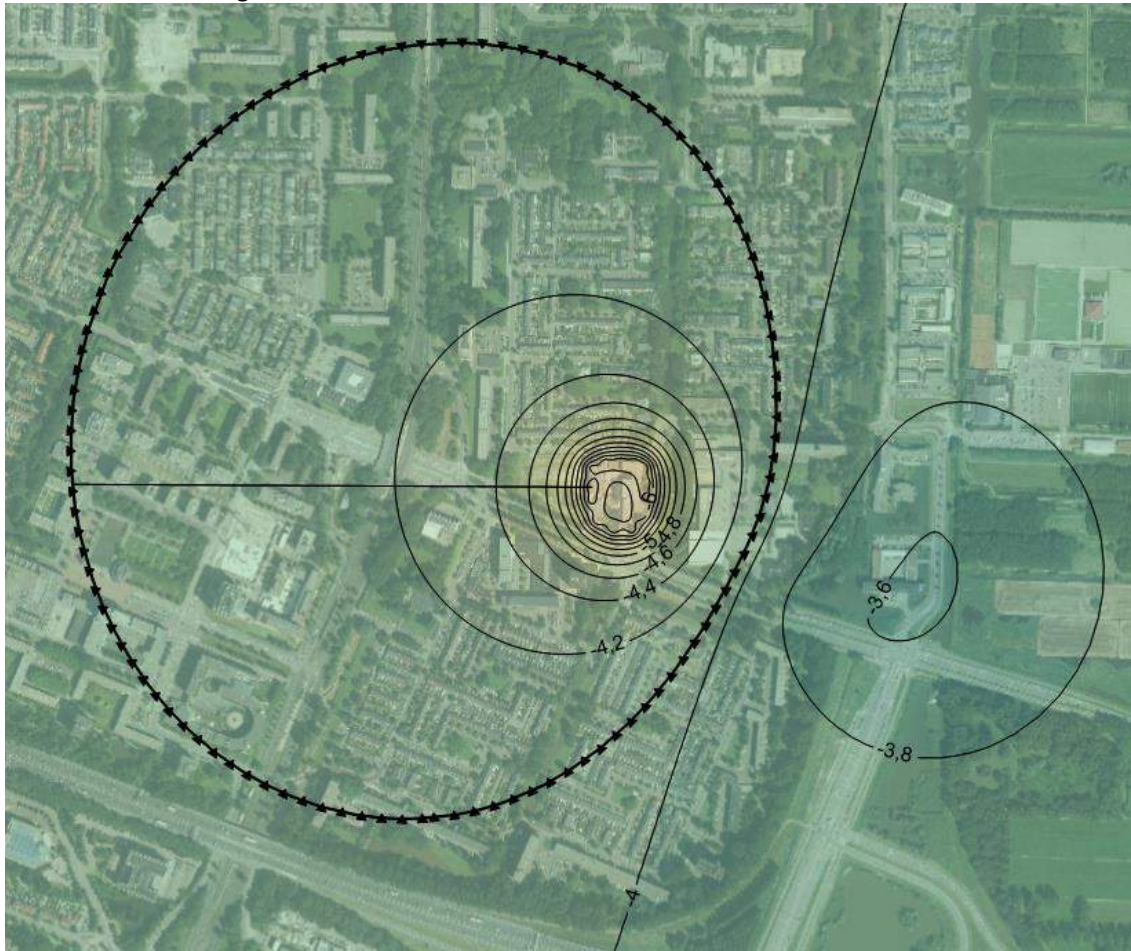


Figuur 5 - stationaire grondwaterstand [m+NAP] in watervoerende laag 1 tijdens bemalen

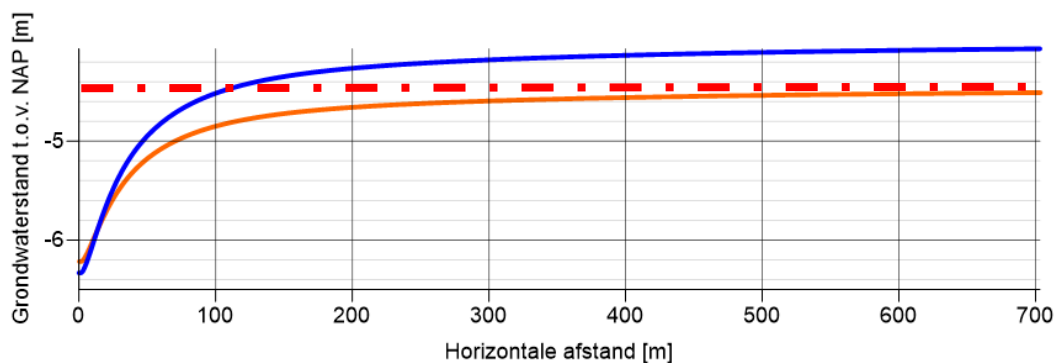


In de bovenstaande grafiek staat de grondwaterstand van de bemaling van het kelder in figuur 5 weergegeven. De blauwe lijn betreft de verwachte verlaging na 150 dagen bemalen en de oranje lijn betreft de verlaging na 150 dagen bemalen in een extreem droge periode. De rode lijn NAP – 5,1 m is de gemiddeld laagste grondwaterstand (glg), deze waarde is ingeschat met behulp van het waterpeil van de sloten en lokale peilbuizen. 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. Verwacht wordt een macièl daling binnen 25 m straal ten zuiden van de projectlocatie.

Watervoerende laag 2



Figuur 6 - stationaire grondwaterstand [m+NAP] in watervoerende laag 2 tijdens bemalen

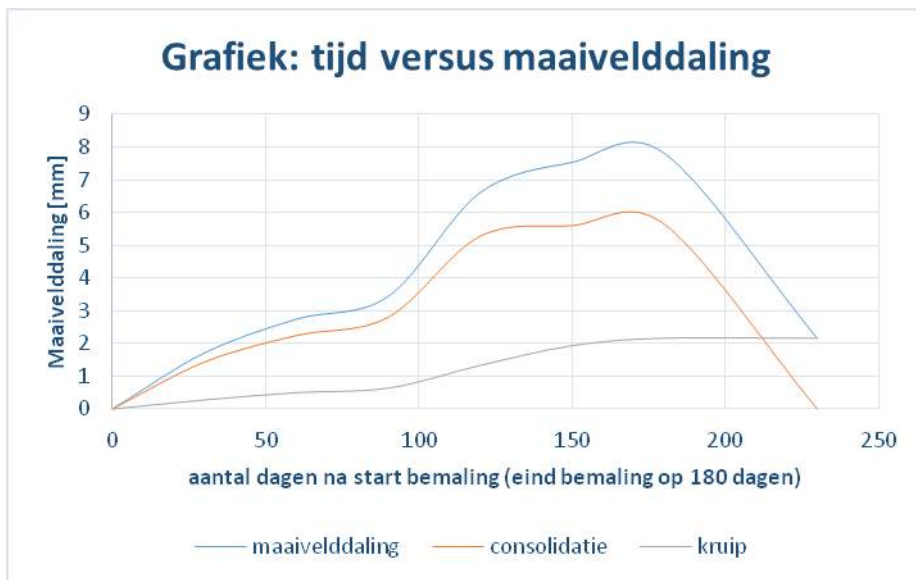


In de bovenstaande grafiek staat de grondwaterstand van de bemaling van het kelder in figuur 6 weergegeven. De blauwe lijn betreft de verwachte verlaging na 150 dagen bemalen en de oranje lijn betreft de verlaging na 150 dagen bemalen in een extreem droge periode.

De rode lijn 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. Verwacht wordt een maaiveldddaling binnen 100 à 350 m straal van de bouwput in overwegend westelijke richting.

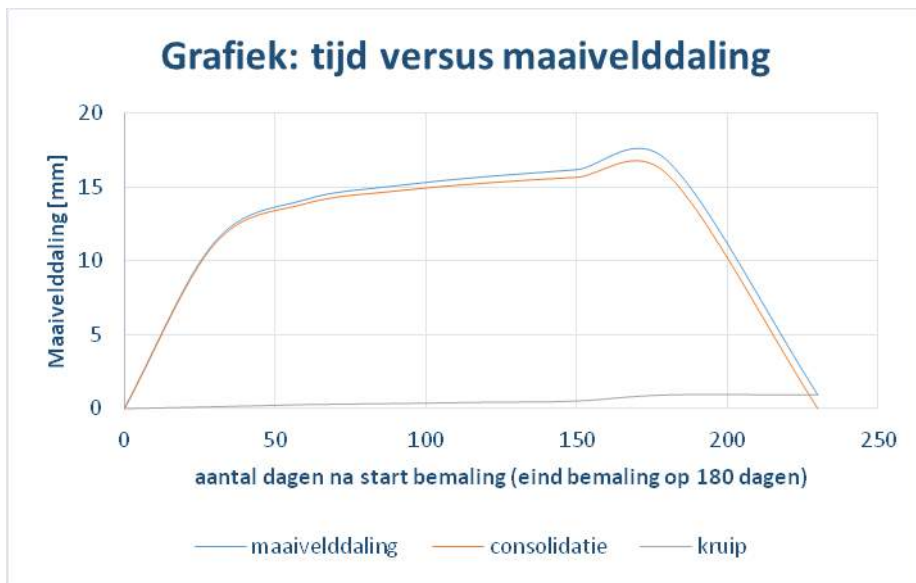
Berekening maaiveldddaling zijde met damwanden

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 zakkings optreedt). Het moment dat de voorbelastinggrens wordt overschreden wordt ingeschat op 60 à 120 dagen na start van de bemaling.



Berekening maaiveldddaling zijde zonder damwanden op rand weg (18 m afstand)

In bijlage 7 is de berekening maaiveldddaling opgenomen (inclusief toelichting). Verwacht wordt totaal 17 mm maaiveldddaling (waarvan primair = 16 mm). Prognose maaiveldddaling (na uitschakelen bemaling en herstel waterdruk) = 1 mm. In de onderstaande grafiek is de verwacht tijd versus maaiveldddaling weergegeven. De maaiveldddaling wordt voor 65% veroorzaakt door inklinking van de bovenste veenlaag, verwacht wordt dat deze veenlaag grotendeels na uitschakelen bemaling zal terugkomen. Het toepassen van een infiltratiedrain (en monitoring) welke voorkomt dat de grondwaterstand bij de weg zakt beneden NAP – 5,0 m zal resulteren in 65% minder maaiveldddaling (ofwel reductie van 11 mm → 6 mm maaiveldddaling)



Effect op belendingen

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 20% zakking ondergaan van de rekenkundige maaiveldzetting. 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.

Een maaiveldddaling van circa 8 mm wordt beschouwd als grens voor de panden op een paalfundering. De dichtstbijzijnde belending (ten noorden) staat op 25 m afstand, hier wordt architectonische schade verwacht. Aanbevolen wordt de belendingen binnen 50 m afstand te monitoren.

Effect infrastructuur (weg) ten zuiden

Indien de 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 – 5,0 m zal de maaiveldddaling reduceren naar 6 mm.

WKO



Figuur 7 - 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 40 m ten noorden en westen van het retourveld, in watervoerende laag 4 (beneden NAP – 70 m) is tijdens de werkzaamheden een verhang van $0,05 \text{ m} / 100 \text{ m} = 1 : 2000$. In watervoerende laag 3 (NAP – 12 m tot NAP – 70 m) is het verhang $0,2 \text{ m} / 100 \text{ m}$. Bij een porositeit van 0,25, een half jaar bemaling, thermische retardatie van 2 en een k-waarde van 25 m/dag is de verplaatsing gelijk aan 4,5 m (bij een bron beneden NAP – 70 m) en 18 m bij een bron boven NAP – 70 m. Bij een thermische straal van 80 m (of groter) is het energieverlies van het WKO-systeem 6% of kleiner wanneer de bron is afgesteld beneden NAP – 70 m. Bij een thermische straal van 80 m (of groter) is het energieverlies van het WKO-systeem 23% of kleiner wanneer de bron is afgesteld boven NAP – 70 m. Het effect is verwaarloosbaar wanneer de WKO installatie beneden NAP – 70 m is afgesteld, wanneer de WKO installatie is geplaatst boven NAP – 70 m dan is het energieverlies matig groot. Aanbevolen wordt contact op te nemen met de eigenaar van de WKO installatie nabij het retourveld, indien de WKO installatie ondiep is dan wordt aanbevolen met monitoring het energieverlies te registreren en afspraken te maken met de eigenaar van de WKO installatie over een eventuele compensatie.

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 $0,04 \text{ m} / 100 \text{ m}$ 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 plaatse van de hoogste grondwaterdruk (midden retourveld) bepaald, hieruit volgt het volgende bodemprofiel:

-zand, matig grof grijs, van maaiveld tot NAP – 7,0 m;

-klei, matig slap tot NAP – 11,0 m;

-veen, matig tot NAP – 12,0 m;

Indien dit oppervlaktewater een diepte heeft van 1 m (waterbodem NAP – 6,4 m), dan is de totale neerwaartse druk $1 \times 10 \text{ kN/m}^3 + 0,6 \times 19 \text{ kN/m}^3 + 4,0 \times 15 \text{ kN/m}^3 + 1,0 \times 12 \text{ kN/m}^3 = 93,4 \text{ kN/m}^2$. Bij het toepassen van veiligheidsfactor 0,9 is dit $84,06 \text{ kN/m}^2$. Bij opbarstniveau NAP – 12,0 m is de kritieke grondwaterdruk van de sloot NAP – 3,43 m. De verwachte grondwaterdruk is NAP – 3,5 m in het midden van het retourveld.

Aanbevolen wordt ontlastbronnen (perforatie tussen NAP – 12 m en NAP – 14 m) te plaatsen tussen de retourbronnen langs de oranje lijn in figuur 4, pagina 10), de ontlastbronnen moeten voorkomen dat de waterdruk te veel kan opbouwen. Het water uit de ontlastbronnen heeft naar verwachting een laag chloridegehalte en kan worden geloosd op riool of oppervlaktewater (debiet circa 10 à 20 m³/uur).

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 m³/maand en bemalingsperiode korter dan 6 maanden. Dit proces kan worden opgestart door het project in te voeren op omgevingsloket.nl, u dient dit bemalingsadvies bij te voegen als bijlage.

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

Lozing

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

Bij lozingen op het riool en/of oppervlaktewater moet rekening gehouden worden met de zuiveringsheffing en/of verontreinigingsheffing, deze wordt verrekend door middel van vervuilingseenheden. De kosten per vervuilingseenheid zijn € 53.11

Vervuilingseenheden parameters

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

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

5 Aanbevelingen, actieprogramma

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

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

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

5.1 Risicocheck

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

- Weinig lokale informatie over de geohydrologische eigenschappen van de bodem, het REGIS model is aangehouden;
- Maaiveld dalend wordt verwacht bij belendingen;
- Architectonische schade wordt verwacht bij Klaasje Zevensterstraat 22-36m Manus Peetstraat 1, 2, 3, 5 en 7;
- Bij het retourveld kan de waterbodem van oppervlaktewater opbarsten. Het gevolg (en schadekosten) zijn groot indien de slootbodem zou opbarsten. De stijghoogte is NAP – 3,8 m maximaal en het slootpeil is NAP – 5,4 m, dit is 1,6 m drukverschil;
- Bij een WKO installatie is circa 23% energieverlies ingeschat tijdens het jaar dat de bemaling uitgevoerd wordt;
- Het maaiveld is beneden de stijghoogte bij het retourveld;
- 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;
- Aanbevolen wordt contact op te nemen met de eigenaar van de WKO installatie nabij het retourveld, indien de WKO installatie ondiep is dan wordt aanbevolen met monitoring het energieverlies te registreren en afspraken te maken met de eigenaar van de WKO installatie over een eventuele compensatie.

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 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 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

8 november 2017

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.

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:

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

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

| geotechnische omschrijving op locatie | top laag [m+NAP] | Dikte gemiddeld [m] | Dikte minimaal en maximaal [m] | γ [kN/m ³] | richtlijn |
|---------------------------------------|------------------|---------------------|--------------------------------|-------------------------------|--------------------|
| zand, los (onverzadigd) | -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 | 5E-5 | 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 maaiveldaling ontstaat.

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

| Grondwaterstand wvl1 | ghg [m+NAP] | act [m+NAP] | glg [m+NAP] | meetperiode [jaren] | laatste [jaar] | factor afstand _{pb} /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 _{pb} /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_{prognose} [m^3/uur] | Q_{hoogst} [m^3/uur] | Q_{laagst} [m^3/uur] | V_{prognose} [m^3] | V_{hoogst} [m^3] | V_{laagst} [m^3] |
|----------------------------|-----------------|-------------|---------------|---|---|---|--|--------------------------------------|--------------------------------------|
| onderkant keldervloer | 125 | 1 2 | 3D-model | 233.2 | 254.5 | 175.7 | 69963 3 | 76338 3 | 52713 3 |
| poeren (indicatief) | 15 | 1 2 | 3D-model | 304.4 | 325.6 | 246.9 | 10958 3 | 11723 3 | 88883 |
| liftput (indicatief) | 15 | 1 2 | 3D-model | 33.2 | 33.2 | 33.2 | 11947 | 11947 | 11947 |
| ontlastbemaling retourveld | 140 | 1 | 2D-analytisch | 10.0 | 20.0 | 5.0 | 33600 | 67200 | 16800 |

| | | |
|----------------------|---|---------------------------------------|
| 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 _h [m/dag] | k _v [m/dag] | type | S of μ | kD [m ² /dag] | R of λ |
|-----------------------------|--------------|------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------|--------------------------|-------------|
| deklaag | -4 | 10 | 5 | onverzadigd | 0.3 | | |
| watervoerende laag 1 | -4.5 | 10 | 5 | freatisch | 0.3 | 5 | 23 |
| slecht doorlatende laag 1 | -5 | 0.01~0.5 | 5E-5~0.003 | slecht doorlatend | 0.049~0.0032 | | |
| watervoerende laag 2 | -11.4 | 0.1~30 | 0.01~15 | spanningswater | 0.000692 | 1758 | 2133 |
| slecht doorlatende laag 2 | -70 | 0.1 | 0.01 | slecht doorlatend | 0.00071 | | |

| input grondwaterstanden | peilbuis | h _{ghg} [m+NAP] | h _{act} [m+NAP] | h _{glg} [m+NAP] | Δh _{ghg} [m] | Δh _{act} [m] | Δh _{glg} [m] |
|-----------------------------|------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| watervoerende laag 1 | H05003 Freatisch | -4.3 | -4.68 | -5.1 | 0.7 | 0.32 | 0 |
| watervoerende laag 2 | H05010 II | -3.83 | -4 | -4.46 | 2.04 | 1.87 | 1.41 |

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

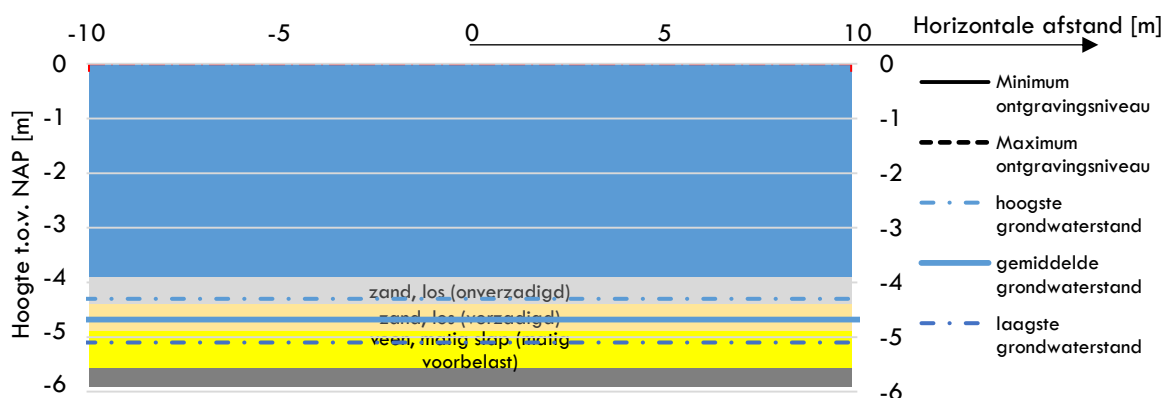
$$(1) \Delta h_w = \frac{Q_0}{2\pi \times k \times D} \times \ln \frac{R}{r}$$

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

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 ³ /dag] | formule | analytisch Q _{ghg} | analytisch Q _{act} | analytisch Q _{glg} | remmende objecten in model | model Q _{ghg} | model Q _{act} | model Q _{glg} |
|--|---------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| watervoerende laag 1 | Thiem | 148 | 67 | | | | | |
| watervoerende laag 2 | De Glee | 6137 | 5626 | 4242 | nee | 6120 | 5610 | 4230 |

| output debiet | Q _{watervergunning} [m ³ /uur] | Q _{bemalingsinstallatie} [m ³ /dag] | Q _{watervergunning} [m ³ /dag] | Q _{bemalingsinstallatie} [m ³ /uur] | Totale hoeveelheid onttrokken grondwater bij 125 dagen maximaal [m ³] | minimaal [m ³] |
|----------------------|--|---|--|---|---|----------------------------|
| watervoerende laag 1 | 3 | 67 | 6 | 148 | 18500 | |
| watervoerende laag 2 | 234 | 5610 | 255 | 6120 | 765000 | 528750 |



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

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

| input bodemopbouw | top [m+NAP] | k _h [m/dag] | k _v [m/dag] | type | S of μ | kD [m ² /dag] | R of λ |
|-----------------------------|--------------|------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------|--------------------------|-------------|
| deklaag | -4 | 10 | 5 | onverzadigd | 0.3 | | |
| watervoerende laag 1 | -4.5 | 10 | 5 | freatisch | 0.3 | 5 | 23 |
| slecht doorlatende laag 1 | -5 | 0.01~0.5 | 5E-5~0.003 | slecht doorlatend | 0.049~0.0032 | | |
| watervoerende laag 2 | -11.4 | 0.1~30 | 0.01~15 | spanningswater | 0.000692 | 1758 | 2133 |
| slecht doorlatende laag 2 | -70 | 0.1 | 0.01 | slecht doorlatend | 0.00071 | | |

| input grondwaterstanden | peilbuis | h _{ghg} [m+NAP] | h _{act} [m+NAP] | h _{glg} [m+NAP] | Δh _{ghg} [m] | Δh _{act} [m] | Δh _{glg} [m] |
|-----------------------------|------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| watervoerende laag 1 | H05003 Freatisch | -4.3 | -4.68 | -5.1 | 0.7 | 0.32 | 0 |
| watervoerende laag 2 | H05010 II | -3.83 | -4 | -4.46 | 2.61 | 2.44 | 1.98 |

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

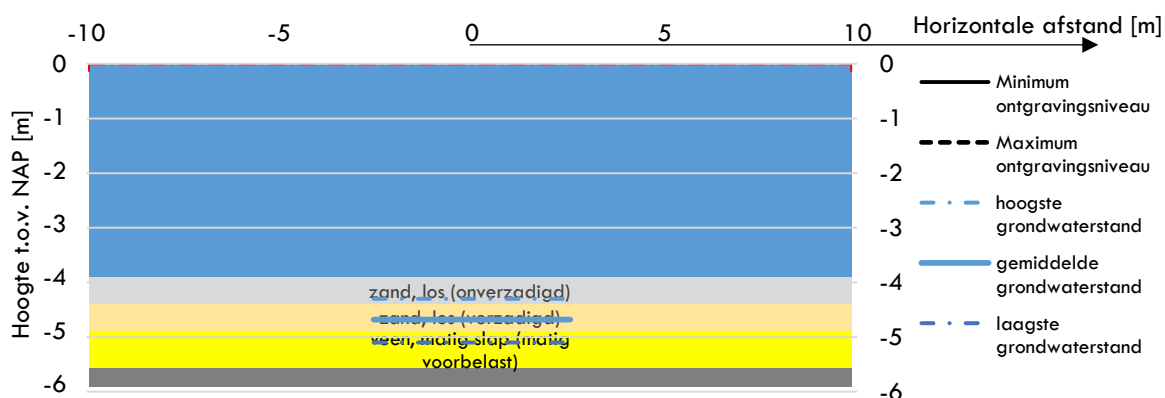
$$(1) \Delta h_w = \frac{Q_0}{2\pi \times k \times D} \times \ln \frac{R}{r}$$

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

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 ³ /dag] | formule | analytisch Q _{ghg} | analytisch Q _{act} | analytisch Q _{glg} | remmende objecten in model | model Q _{ghg} | model Q _{act} | model Q _{glg} |
|--|---------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| watervoerende laag 1 | Thiem | 55 | 25 | | | | | |
| watervoerende laag 2 | De Glee | 6179 | 5776 | 4687 | nee | 7830 | 7320 | 5940 |

| output debiet | Q _{watervergunning} | | Q _{bemalingsinstallatie} | | Totale hoeveelheid onttrokken grondwater bij 15 dagen | |
|----------------------|------------------------------|----------|-----------------------------------|----------|---|---------------|
| | [m³/uur] | [m³/dag] | [m³/uur] | [m³/dag] | maximaal [m³] | minimaal [m³] |
| watervoerende laag 1 | 1 | 25 | 2 | 55 | 825 | |
| watervoerende laag 2 | 305 | 7320 | 326 | 7830 | 117450 | 70305 |



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

Project : 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 _h [m/dag] | k _v [m/dag] | type | S of μ | kD [m ² /dag] | R of λ |
|-----------------------------|--------------|------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------|--------------------------|-------------|
| deklaag | -4 | 10 | 5 | onverzadigd | 0.3 | | |
| watervoerende laag 1 | -4.5 | 10 | 5 | freatisch | 0.3 | 5 | 23 |
| slecht doorlatende laag 1 | -5 | 0.01~0.5 | 5E-5~0.003 | slecht doorlatend | 0.049~0.0032 | | |
| watervoerende laag 2 | -11.4 | 0.1~30 | 0.01~15 | spanningswater | 0.000692 | 1758 | 2133 |
| slecht doorlatende laag 2 | -70 | 0.1 | 0.01 | slecht doorlatend | 0.00071 | | |

| input grondwaterstanden | peilbuis | h _{ghg} [m+NAP] | h _{act} [m+NAP] | h _{glg} [m+NAP] | Δh _{ghg} [m] | Δh _{act} [m] | Δh _{glg} [m] |
|-----------------------------|------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| watervoerende laag 1 | H05003 Freatisch | -4.3 | -4.68 | -5.1 | 0.7 | 0.32 | 0 |
| watervoerende laag 2 | H05010 II | -6.44 | -6.44 | -6.44 | 0.42 | 0.42 | 0.42 |

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

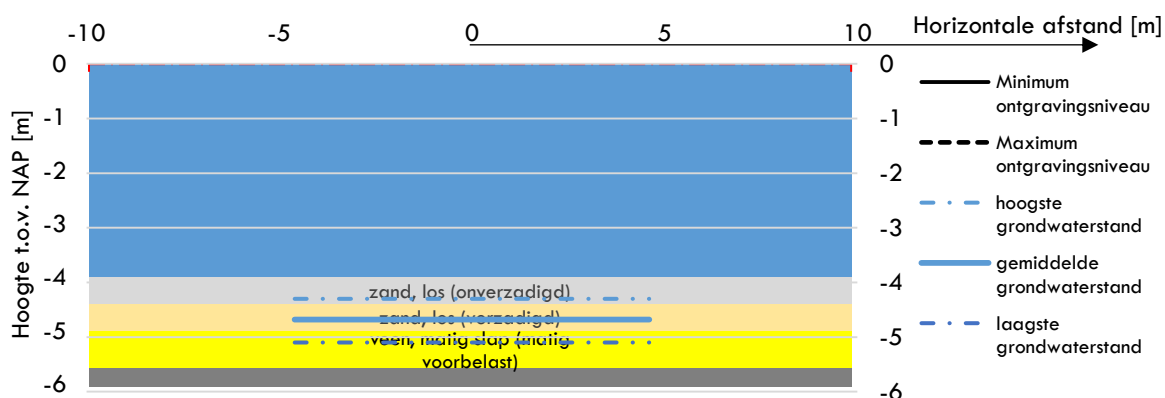
$$(1) \Delta h_w = \frac{Q_0}{2\pi \times k \times D} \times \ln \frac{R}{r}$$

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

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.

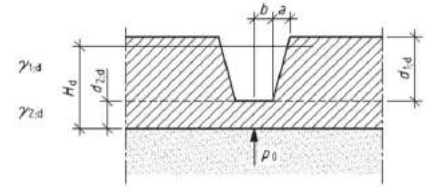
| output prognose debiet [m ³ /dag] | formule | analytisch Q _{ghg} | analytisch Q _{act} | analytisch Q _{glg} | remmende objecten in model | model Q _{ghg} | model Q _{act} | model Q _{glg} |
|--|---------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| watervoerende laag 1 | Thiem | 8 | 4 | | | | | |
| watervoerende laag 2 | De Glee | 647 | 647 | 647 | nee | 798 | 798 | 798 |

| output debiet | Q _{watervergunning} [m³/uur] [m³/dag] | | Q _{bemalingsinstallatie} [m³/uur] [m³/dag] | | Totale hoeveelheid onttrokken grondwater bij 15 dagen | |
|----------------------|--|-----|---|-----|---|---------------|
| | | | | | maximaal [m³] | minimaal [m³] |
| watervoerende laag 1 | 0 | 4 | 0 | 8 | 120 | |
| watervoerende laag 2 | 33 | 798 | 33 | 798 | 11970 | 9705 |



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

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



| input bodemopbouw | γ [kN/m ³] | top [m+NAP] | dikte [m] | opb1 [kN/m ²] | opb2 [kN/m ²] | opb3 [kN/m ²] |
|-------------------------------------|-------------------------------|-------------|-----------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| zand, los (onverzadigd) | 17 | -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 |
| α_{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 |

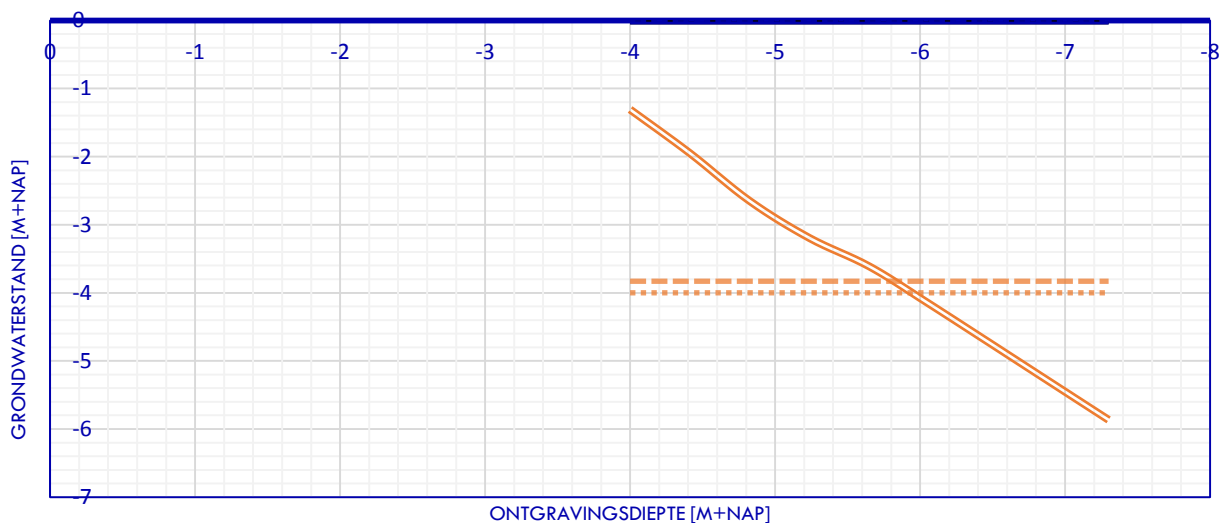
z_d = ontgravingsniveau,
 z_o = opbarstniveau, z_{mv} = start niveau
 ontgraving, h = grondwaterstand

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

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

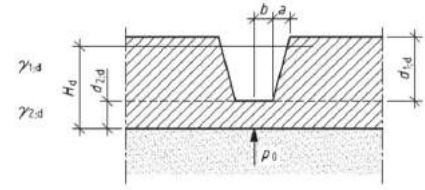
| output $z_{d,max}$ (maximaal ontgravingsniveau) | [kN/m ²] | $u_{z;d}$ [kN/m ²] | $h_{k,v}$ [m+NAP] | h_k [m+NAP] | Δh_{act} [m] | Δh_{max} [m] |
|---|----------------------|--------------------------------|-------------------|---------------|----------------------|----------------------|
| opbarstniveau 1 | 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 | γ [kN/m ³] | top [m+NAP] | dikte [m] | opb1 [kN/m ²] | opb2 [kN/m ²] | opb3 [kN/m ²] |
|-------------------------------------|-------------------------------|-------------|-----------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| zand, los (onverzadigd) | 17 | -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 | 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 |

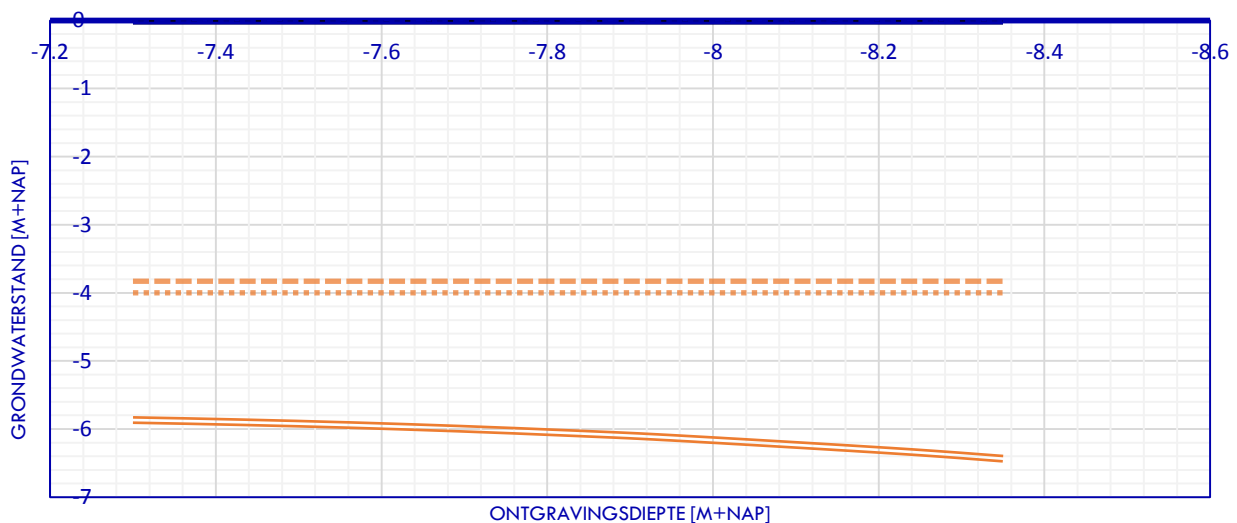
z_d = ontgravingsniveau,
 z_o = opbarstniveau, z_{mv} = start niveau
 ontgraving, h = grondwaterstand

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

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

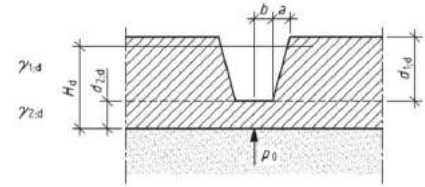
| output $z_{d,max}$ (maximaal ontgravingsniveau) | [kN/m ²] | $u_{z;d}$ [kN/m ²] | $h_{k,v}$ [m+NAP] | h_k [m+NAP] | Δh_{act} [m] | Δh_{max} [m] |
|---|----------------------|--------------------------------|-------------------|---------------|----------------------|----------------------|
| opbarstniveau 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 | γ [kN/m ³] | top [m+NAP] | dikte [m] | opb1 [kN/m ²] | opb2 [kN/m ²] | opb3 [kN/m ²] |
|-------------------------------------|-------------------------------|-------------|-----------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| zand, los (onverzadigd) | 17 | -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 |

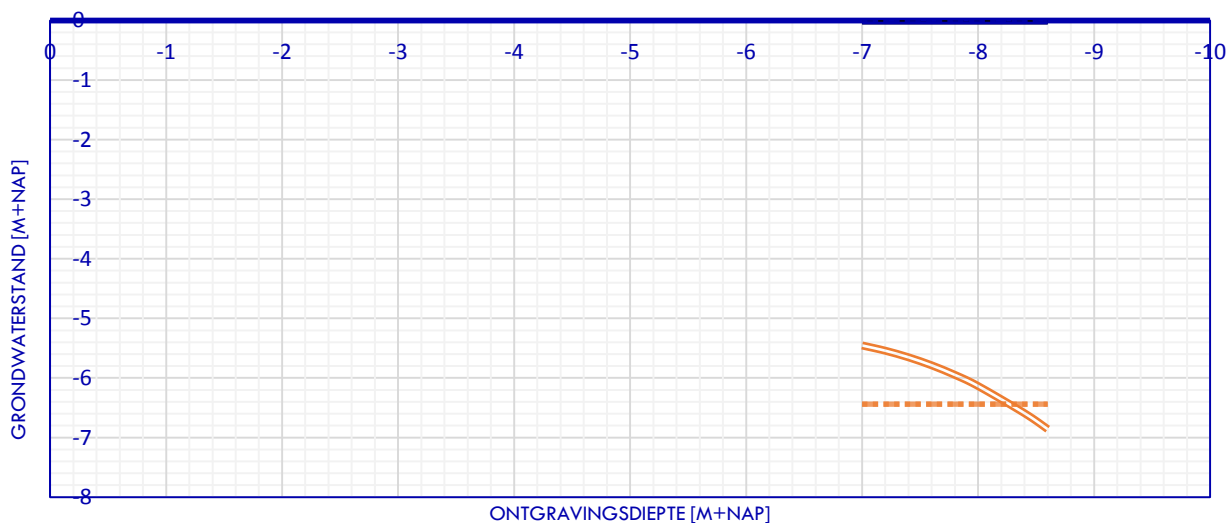
z_d = ontgravingsniveau,
 z_o = opbarstniveau, z_{mv} = start niveau
 ontgraving, h = grondwaterstand

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

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

| output $z_{d,max}$ (maximaal ontgravingsniveau) | [kN/m ²] | $u_{z;d}$ [kN/m ²] | $h_{k,y}$ [m+NAP] | h_k [m+NAP] | Δh_{act} [m] | Δh_{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 | | | | |

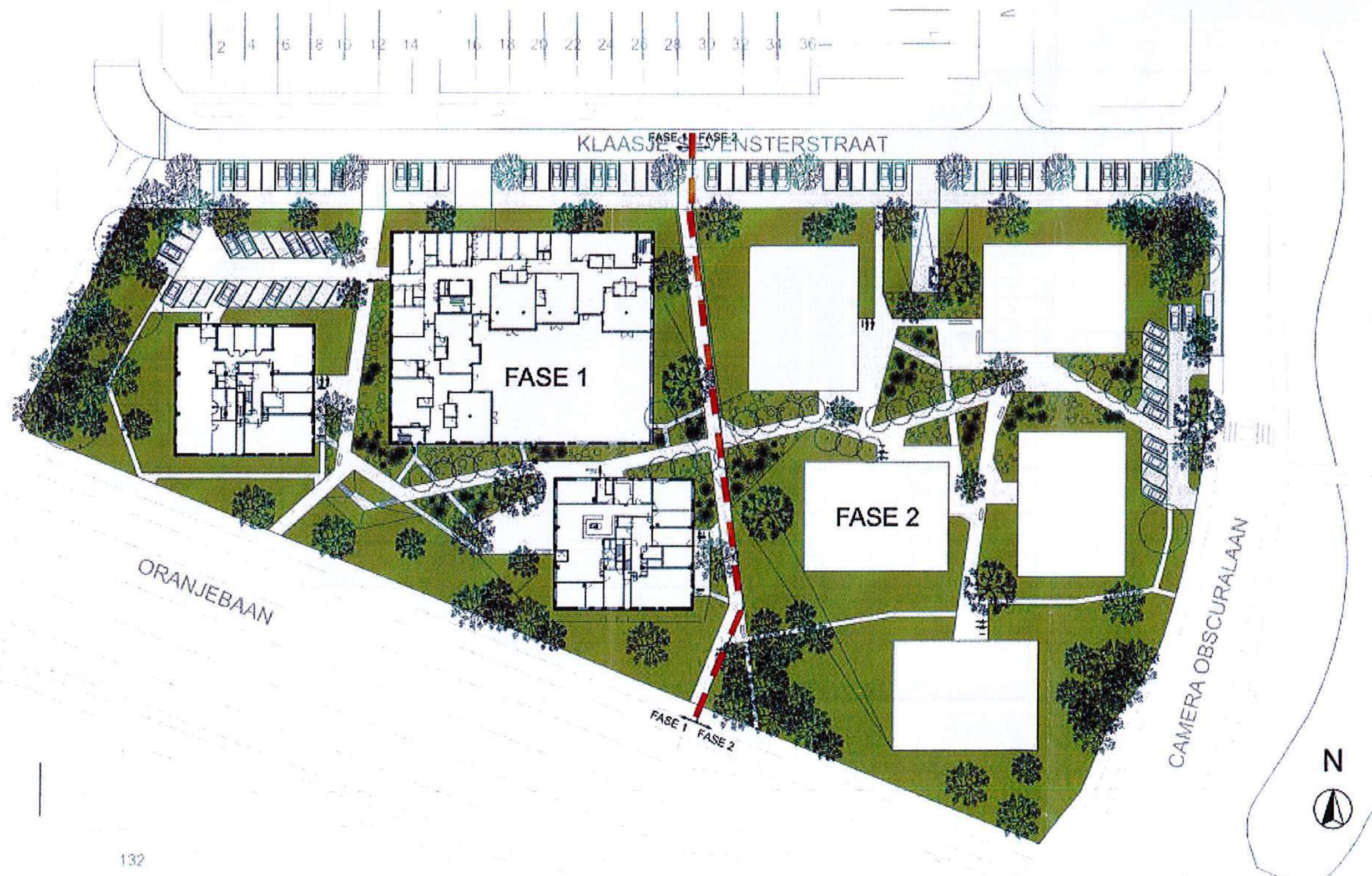
Formule 1 bepaling rekenwaarde
 grondwaterdruk, formule 2 is theorie van
 Boussinesq. Bron: NEN9997-1+C1:2012



— 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

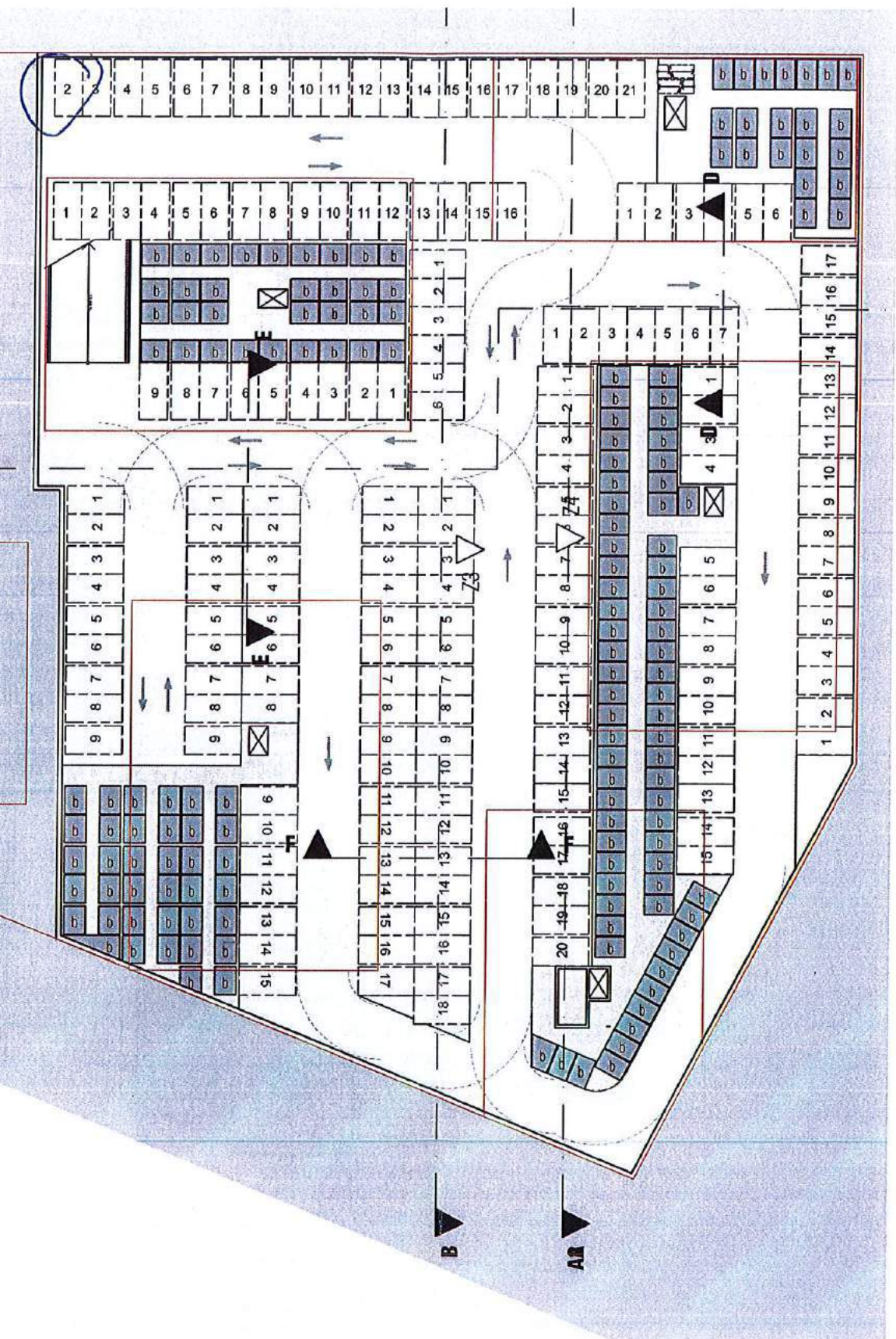
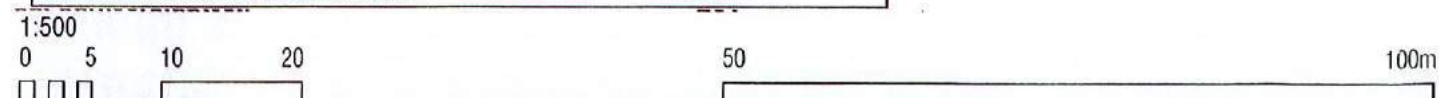


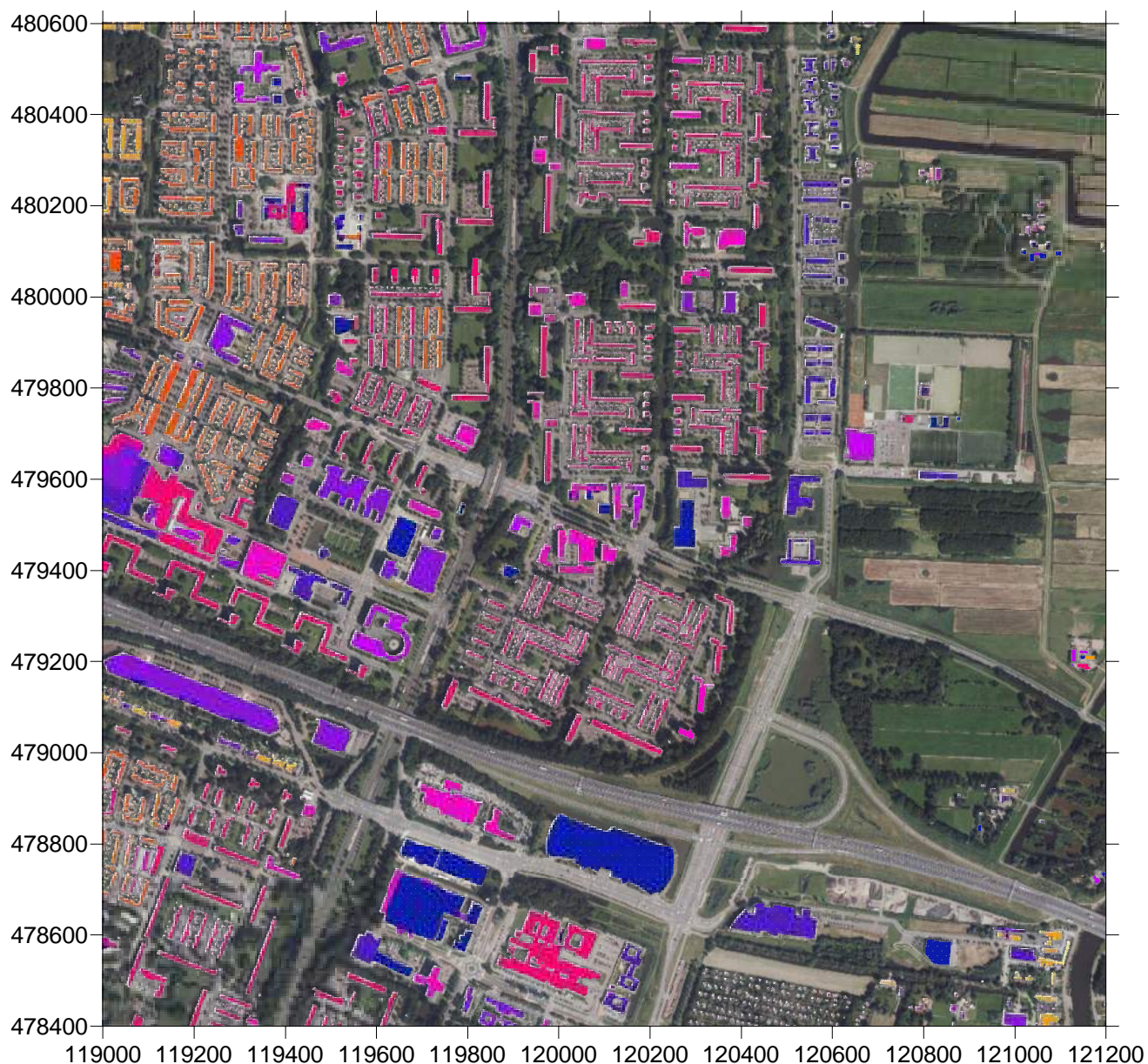
PARKEREN

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 |
| TOTAAL BENODIGD | | | 231 |

| | |
|--|------------|
| TOTAAL GEREALISEERD | |
| parkeergarage | 185 |
| maaiveld | 46 |
| totaal parkeerplaatsen | 231 |
| aantal bergingen in parkeergarage | 157 |





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

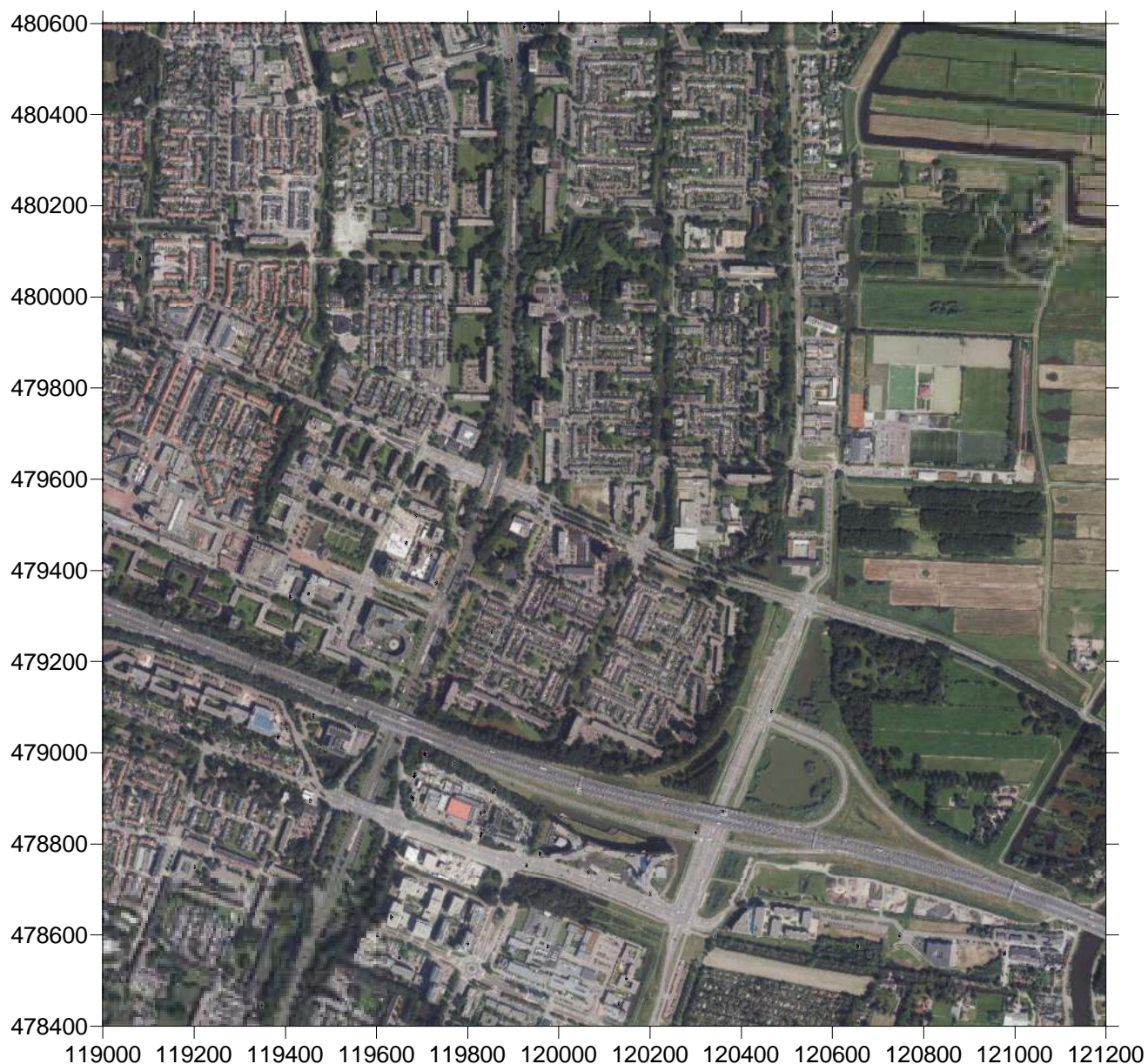
datum:
12-07-2017



Loots Grondwatertechniek
independent guide for your dewatering site

Pedro de Medinalaan 1B
1086XK Amsterdam

info@lootsgwt.com



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

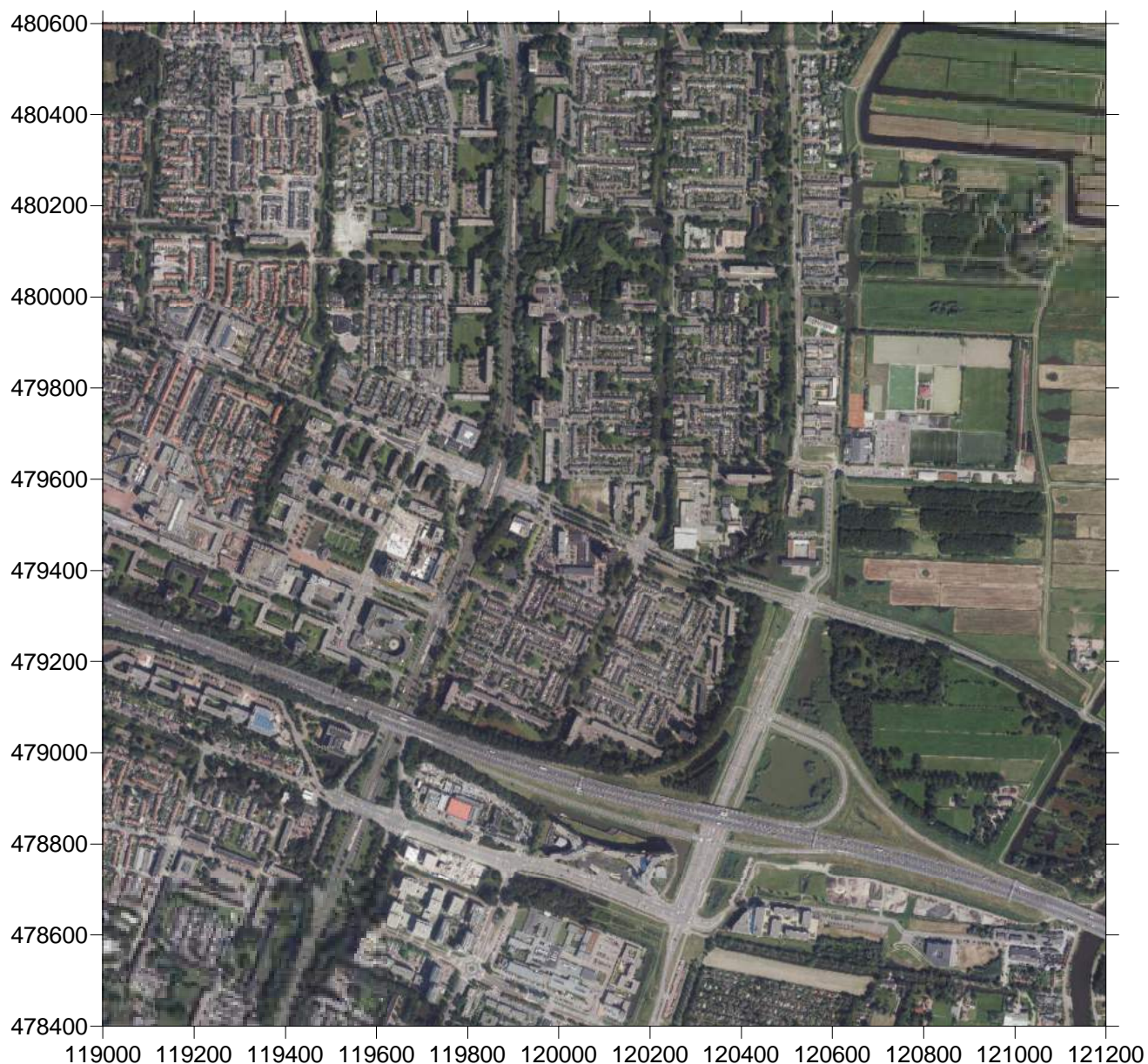
datum:
12-07-2017









Loots Grondwatertechniek
independent guide for your dewatering site

Pedro de Medinalaan 1B
 1086XK Amsterdam

info@lootsgwt.com



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

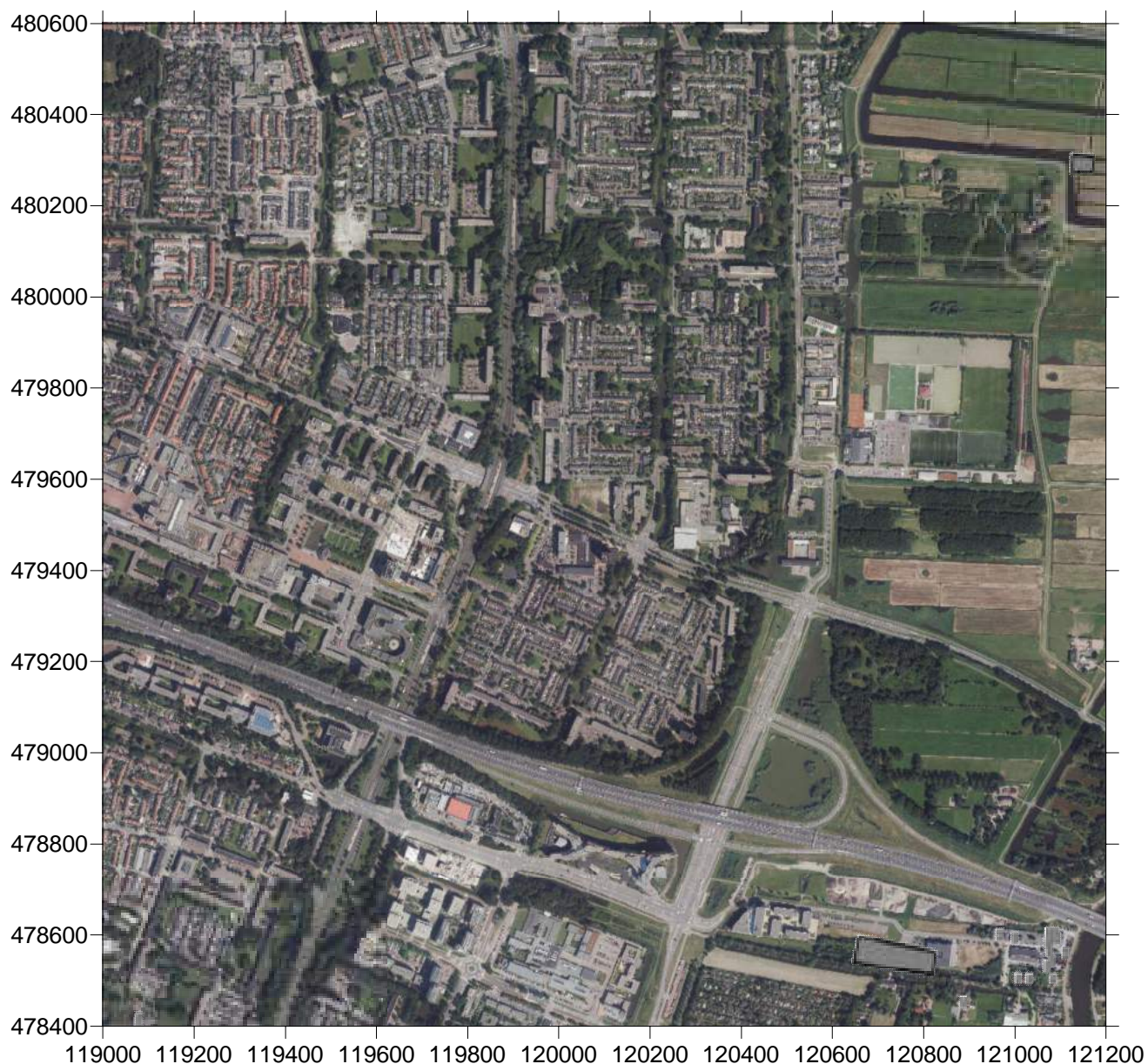
datum:
12-07-2017



Loots Grondwatertechniek
independent guide for your dewatering site

Pedro de Medinalaan 1B
1086XK Amsterdam

info@lootsgwt.com



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



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

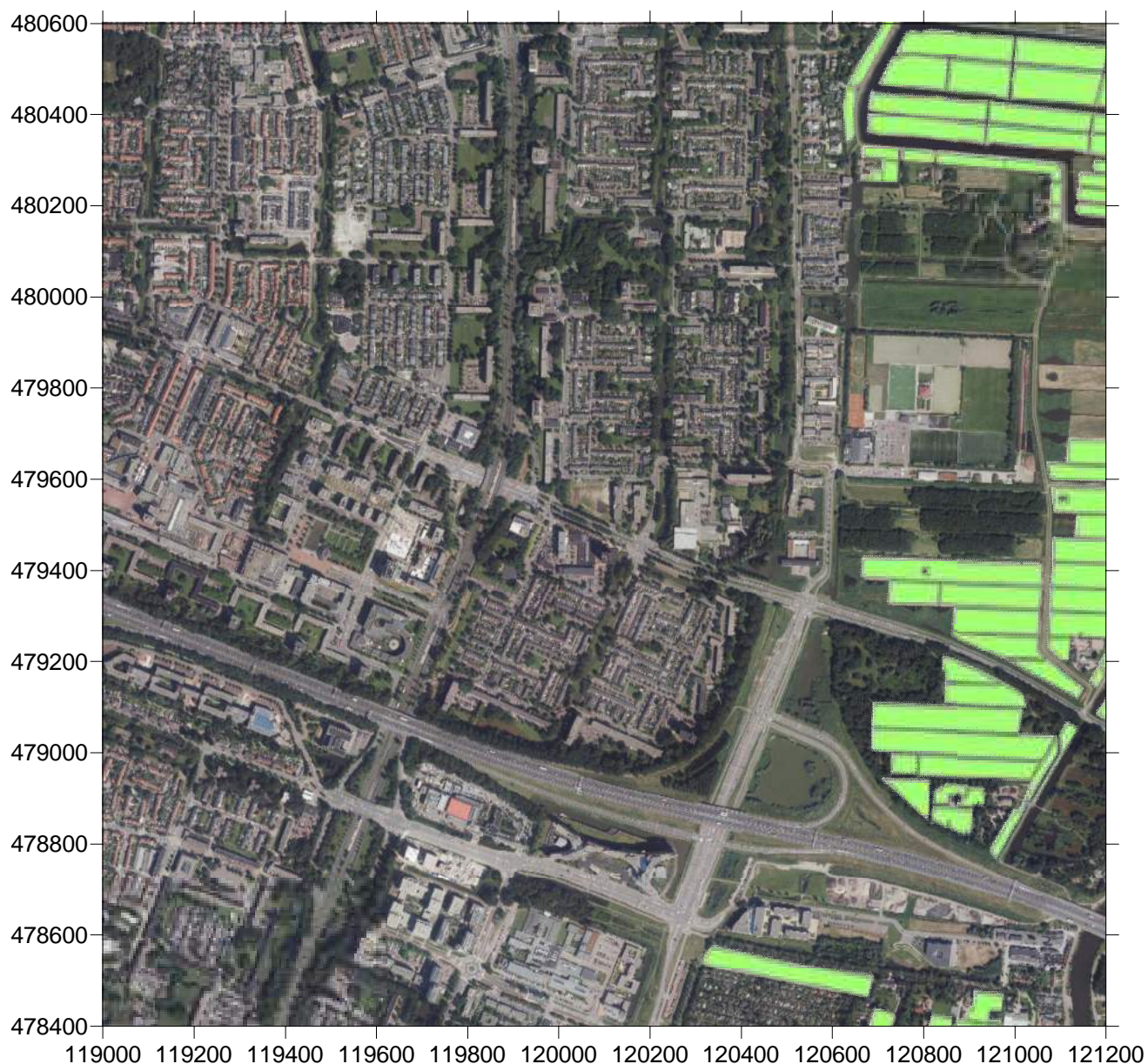
datum:
12-07-2017



Loots Grondwatertechniek
independent guide for your dewatering site

Pedro de Medinalaan 1B
1086XK Amsterdam

info@lootsgwt.com



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

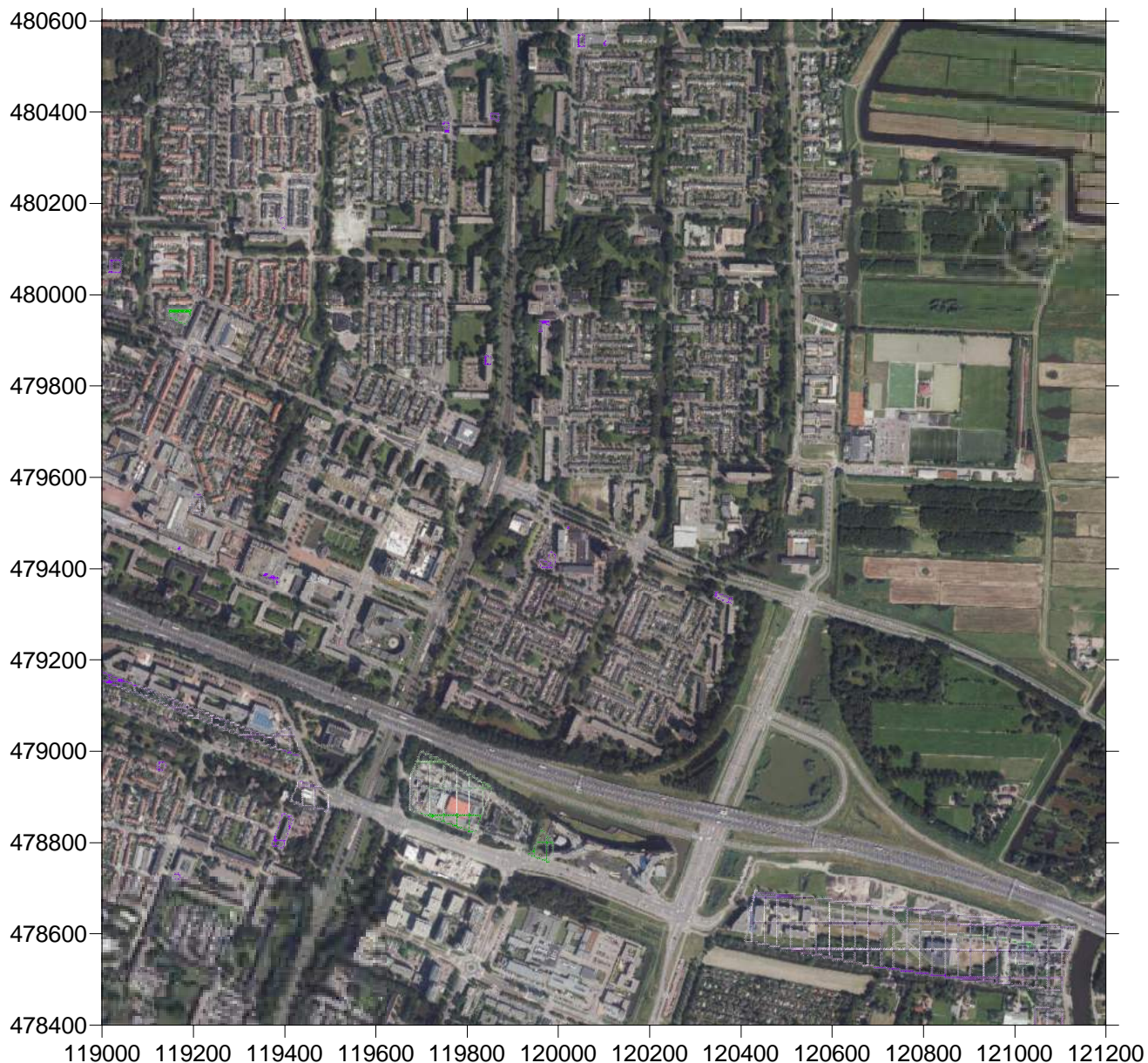
datum:
12-07-2017







Loots Grondwatertechniek
independent guide for your dewatering site

Pedro de Medinalaan 1B
1086XK Amsterdam

info@lootsgwt.com



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

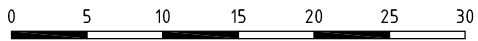
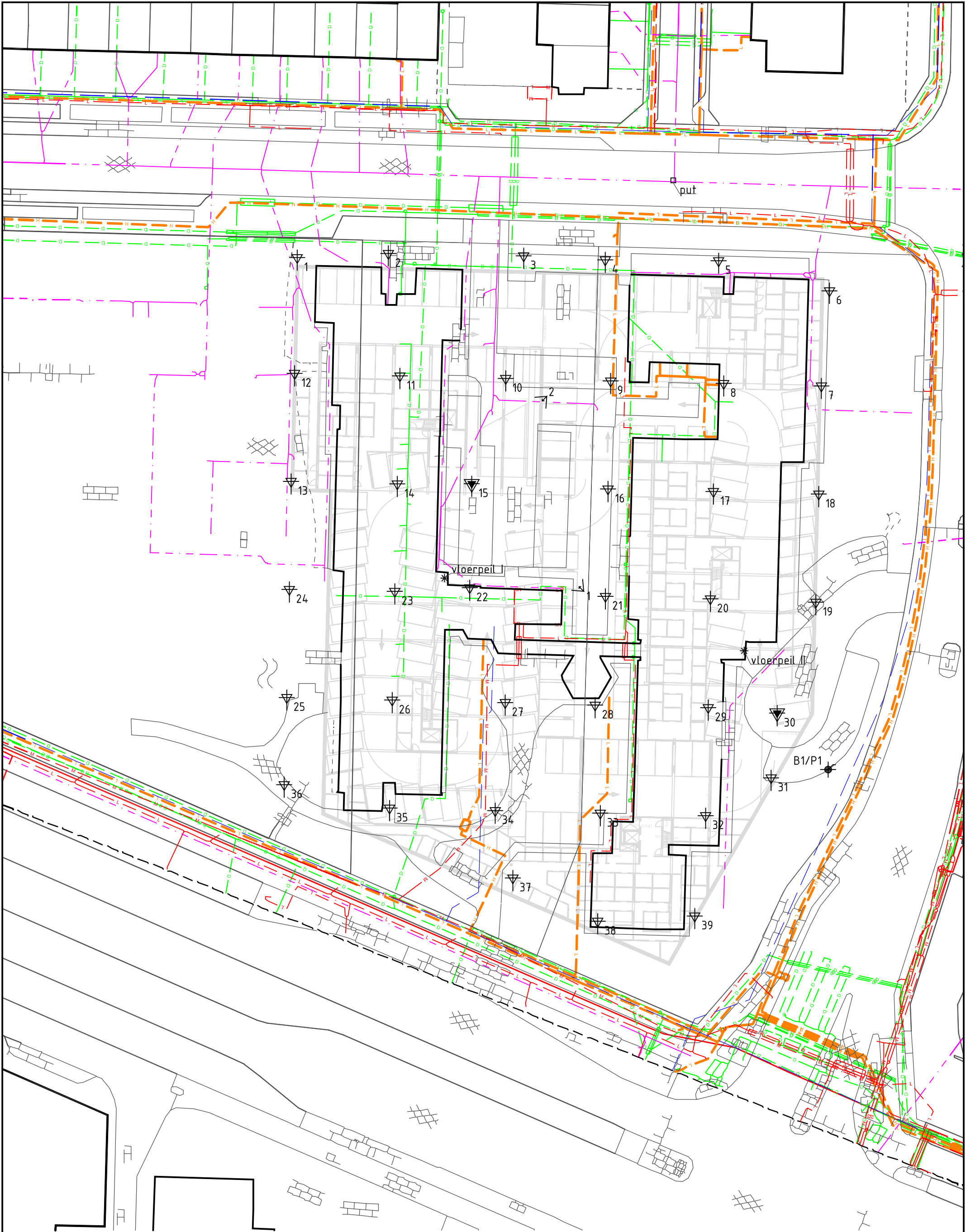


Loots Grondwatertechniek
independent guide for your dewatering site

Pedro de Medinalaan 1B
 1086XK Amsterdam

info@lootsgwt.com

Bijlage 5 – Grondonderzoeken



| | | | | | | | | | | | |
|--|--------------------------|--|--|---------------------|--------------------------|--------------------|------------|-------------------|------------|----------------|-----------|
| Legenda KLIC <ul style="list-style-type: none">— datatransport— water— gas lage druk— gas hoge druk— riool/persleiding— laagspanning— stadsverwarming | | <p>GEO-EN MILIEUTECHNIEK b.v.</p> | <p>geo- en milieutechnisch adviesbureau Strijkviertel 30, 3454 PM DE MEERN</p> <p>Tel. : 030 - 666 17 46 Fax. : 030 - 666 48 54 E-mail: info@vandijktechn.nl</p> <p>Project: nieuwbouw Klaasje Zevenster, Klaasje Zevensterstraat te Amstelveen</p> <table border="1"><tr><td>Opdrachtnr.: 116625</td><td>Gewijzigd: 30-05-2017 AD</td></tr><tr><td>Schaal: 1:500 (A3)</td><td>Gewijzigd:</td></tr><tr><td>Datum: 15-05-2017</td><td>Gewijzigd:</td></tr><tr><td>Getek.: R.Kool</td><td>Controle:</td></tr></table> | Opdrachtnr.: 116625 | Gewijzigd: 30-05-2017 AD | Schaal: 1:500 (A3) | Gewijzigd: | Datum: 15-05-2017 | Gewijzigd: | Getek.: R.Kool | Controle: |
| Opdrachtnr.: 116625 | Gewijzigd: 30-05-2017 AD | | | | | | | | | | |
| Schaal: 1:500 (A3) | Gewijzigd: | | | | | | | | | | |
| Datum: 15-05-2017 | Gewijzigd: | | | | | | | | | | |
| Getek.: R.Kool | Controle: | | | | | | | | | | |

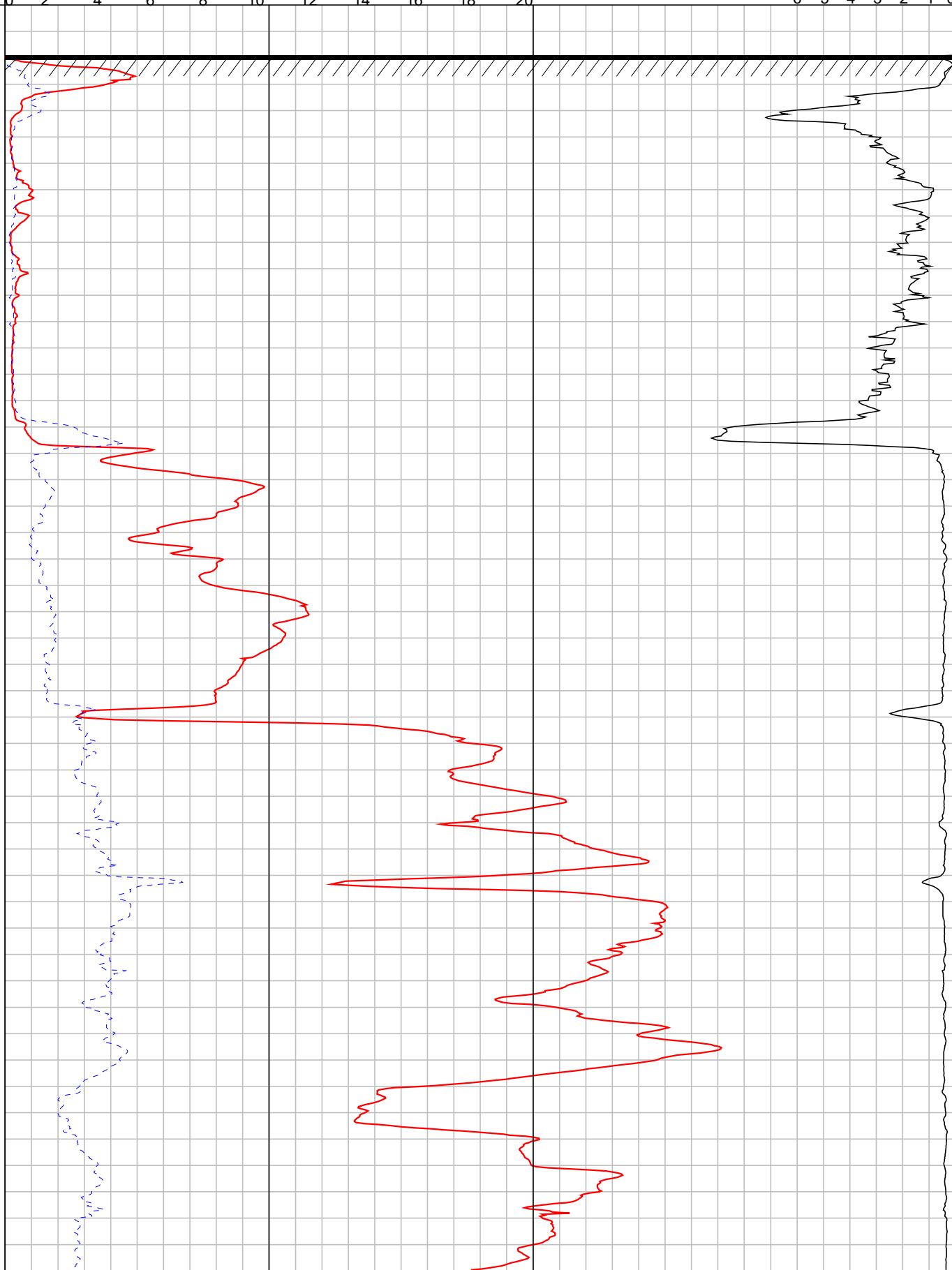
15

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

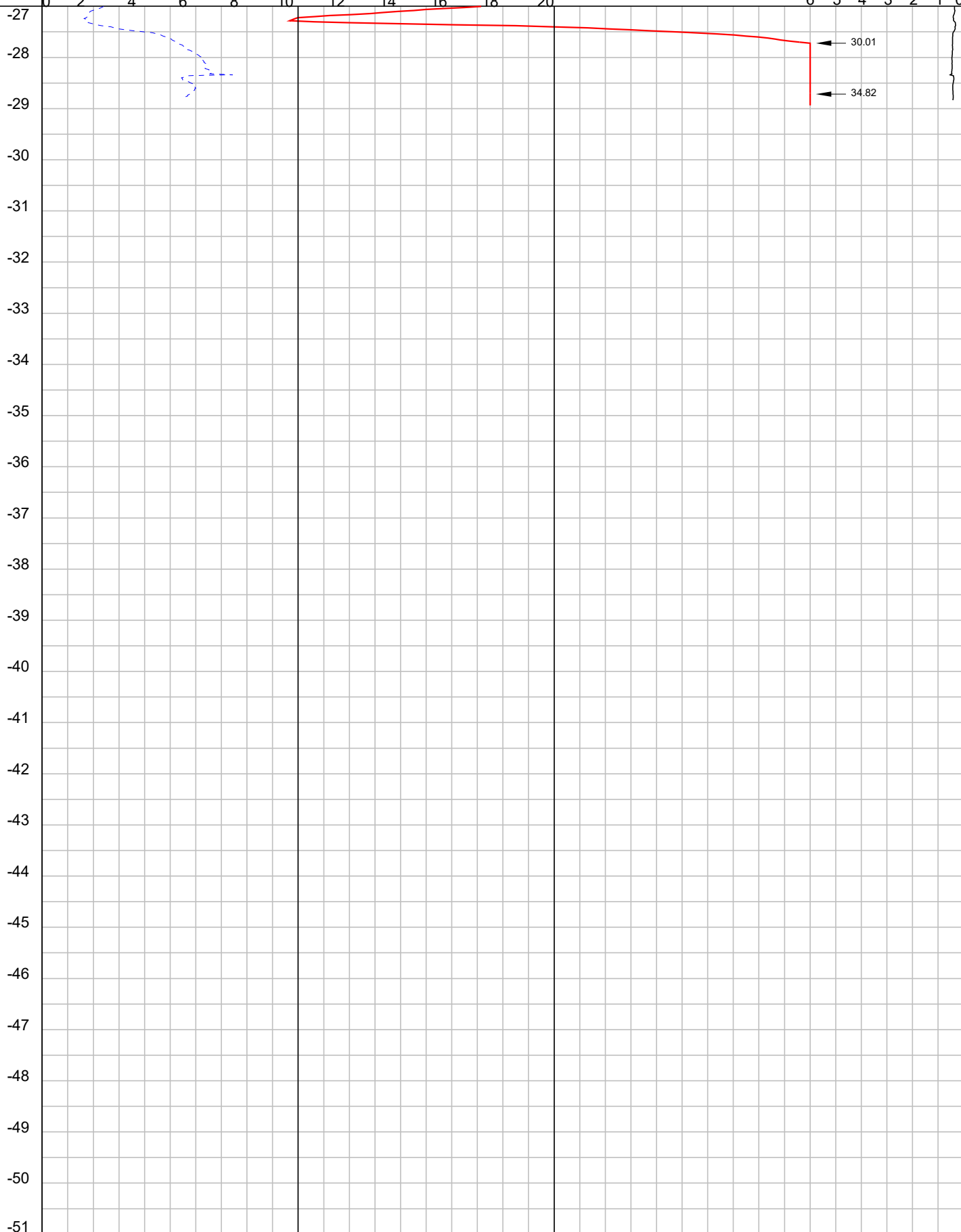
OPDRACHT NR: 116625

SONDERING : 15

15

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

← Wrijvingsgetal (%)
 6 5 4 3 2 1 0



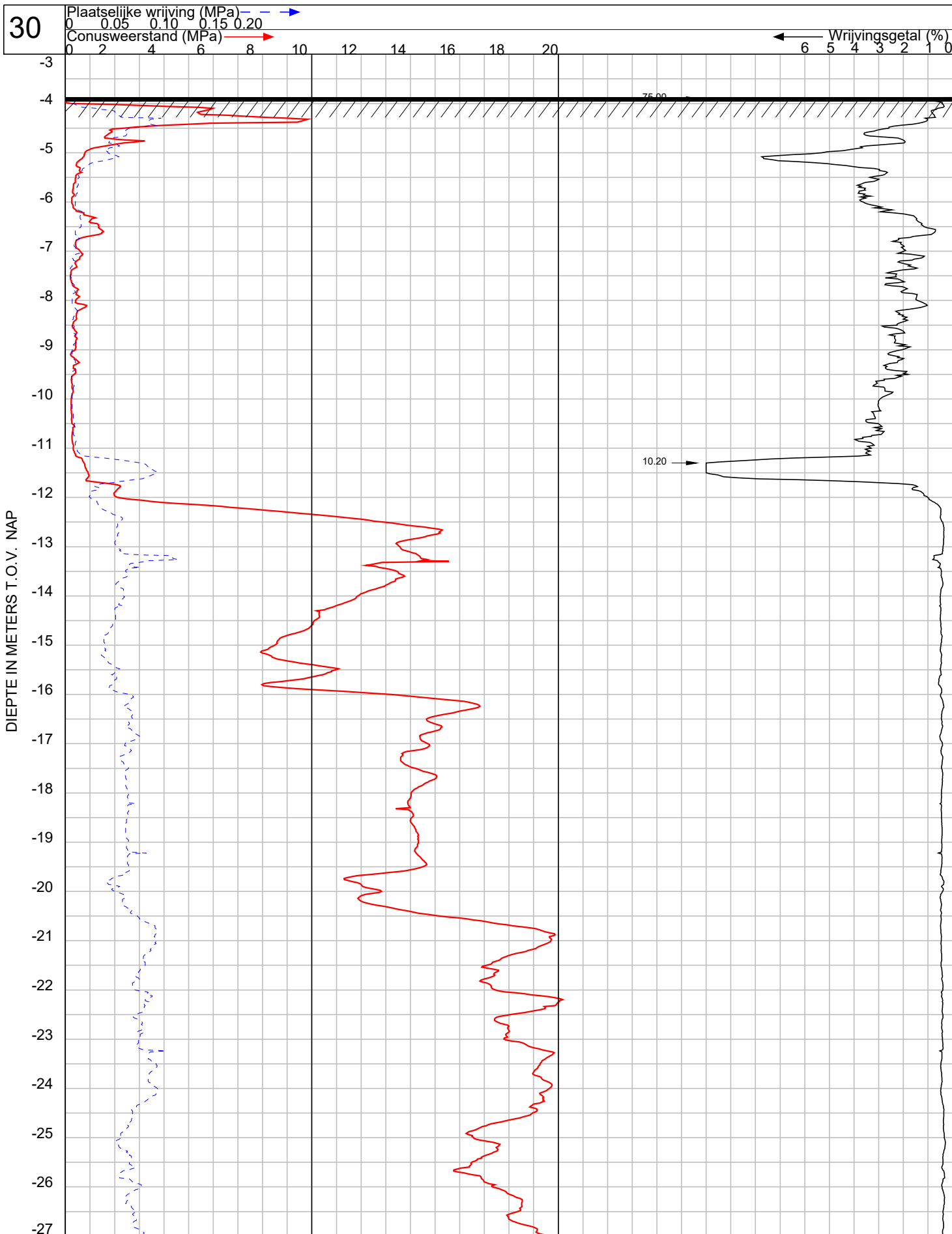
GEO- EN MILIEUTECHNIEK b.v.

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

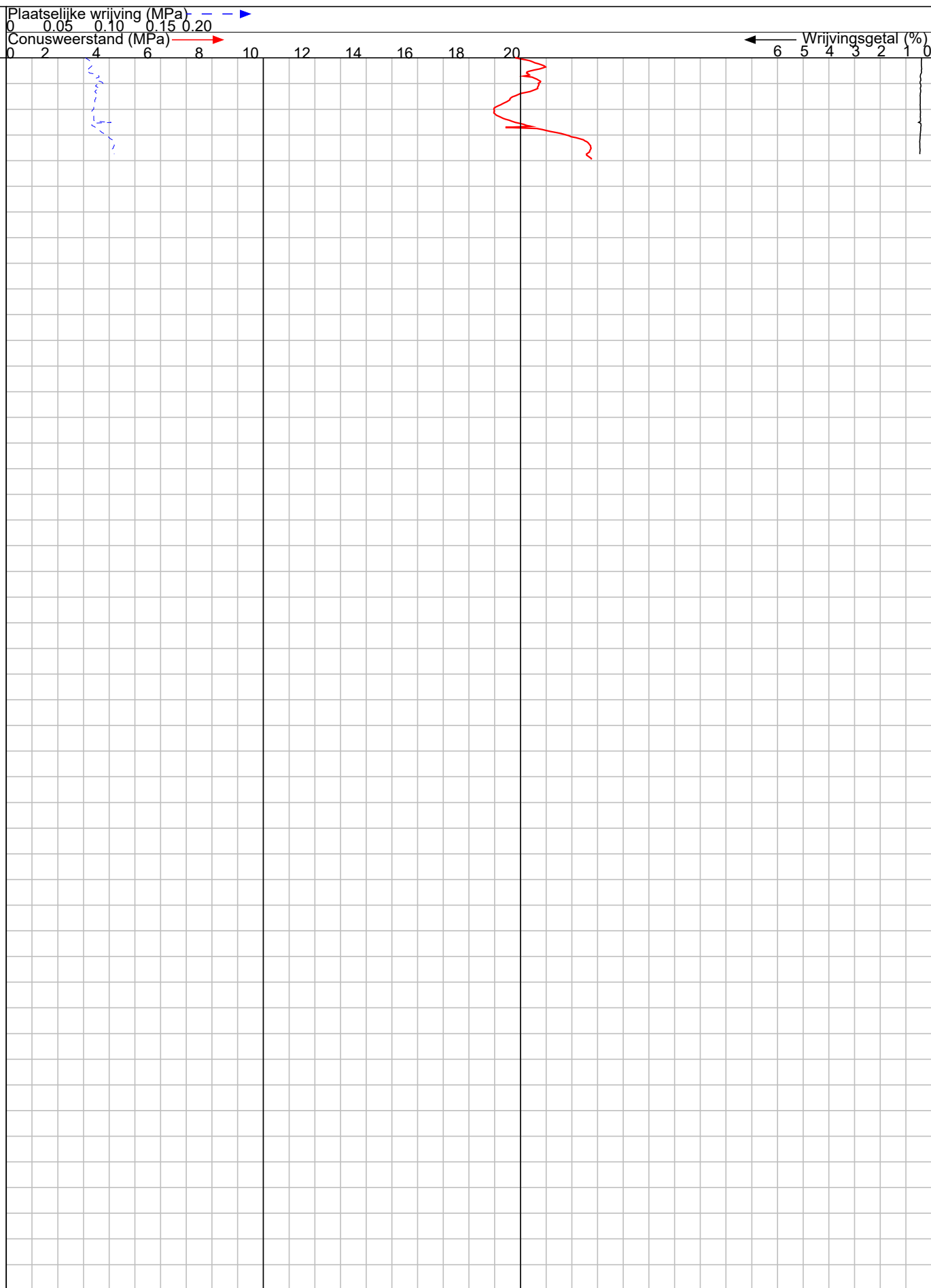
conus : CF-15 140117

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

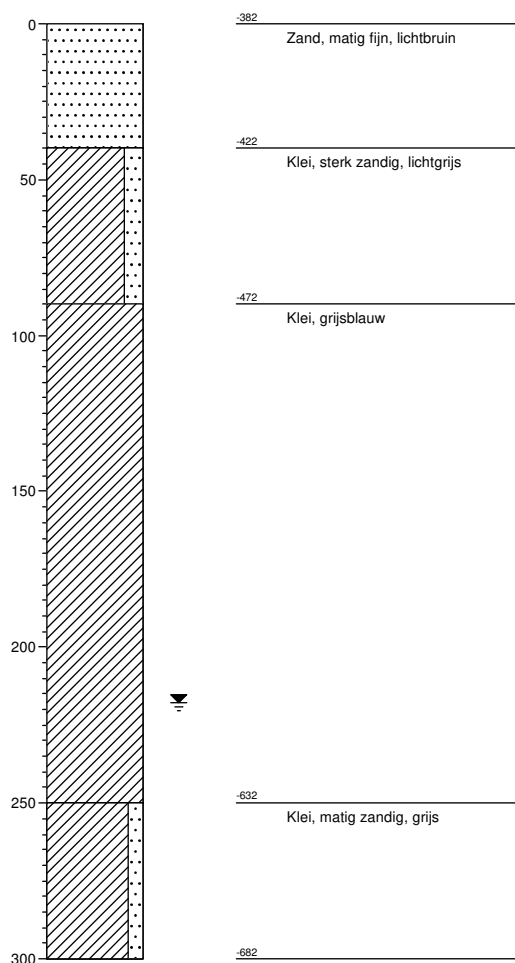


GEO- EN MILIEUTECHNIEK b.v.

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:

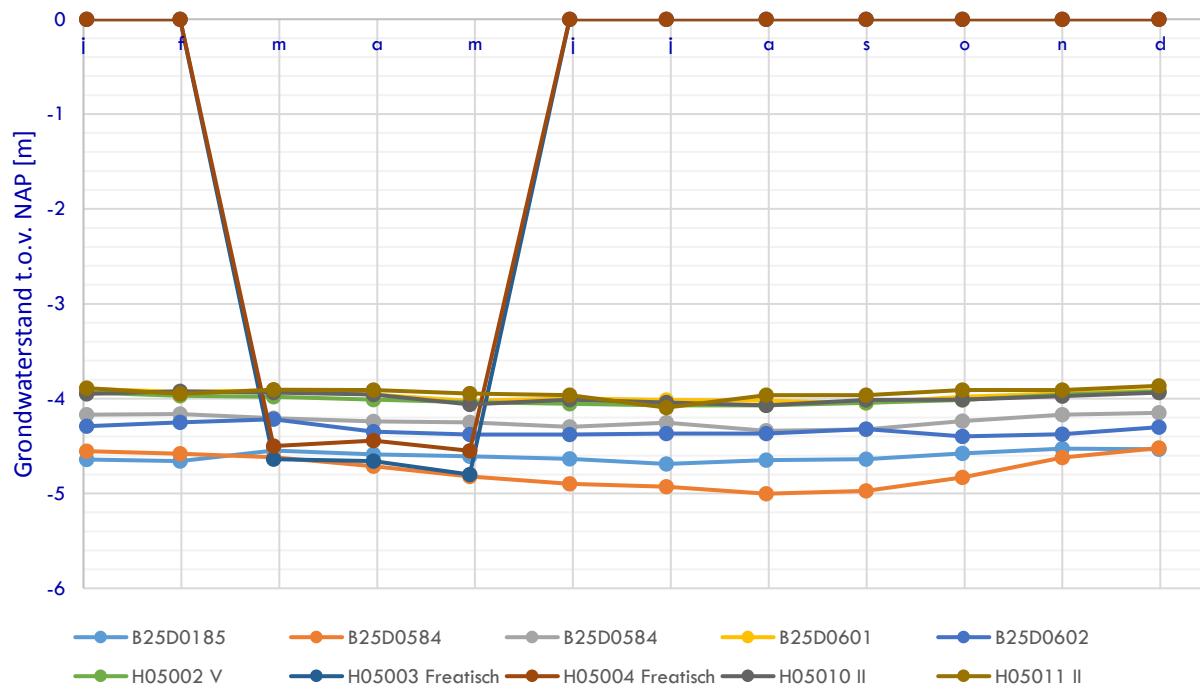
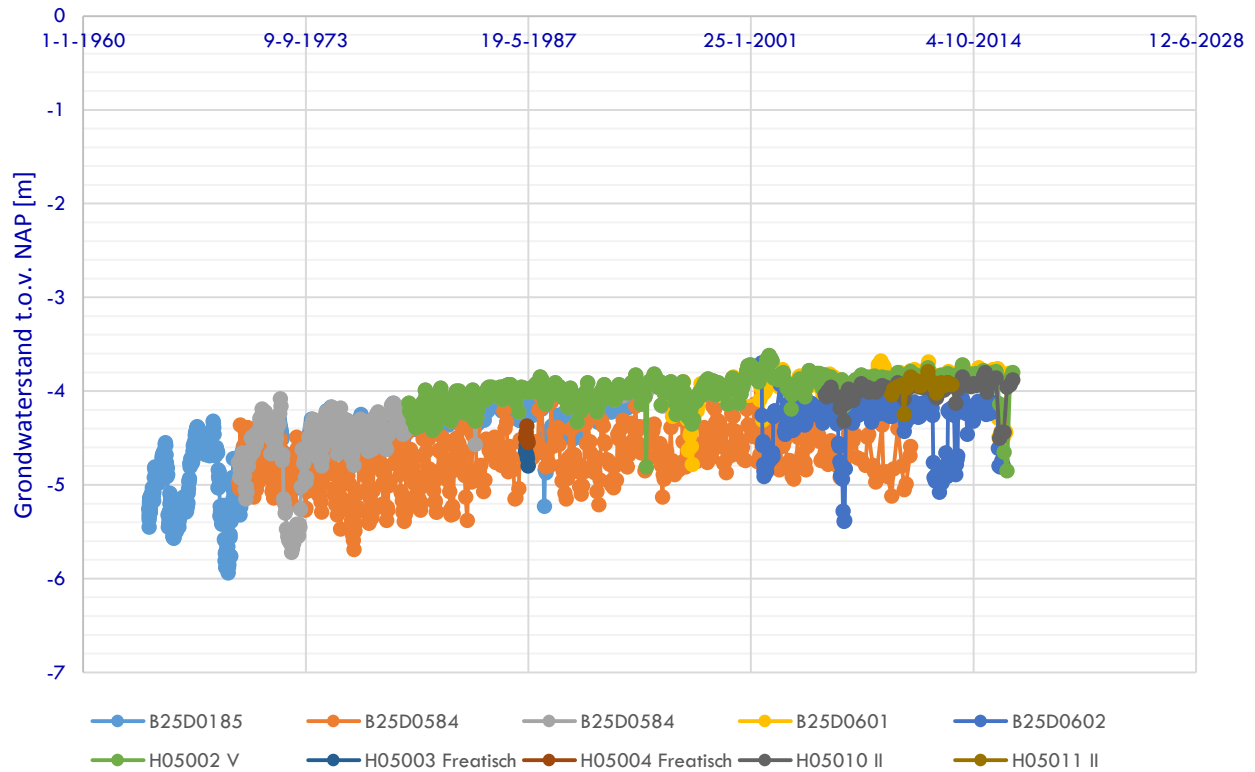
- Overzicht van de gebruikte peilbuismetingen en locaties, berekende maatgevende grondwaterstanden over lange termijn in een tabel;
- Overzicht van de gebruikte peilbuismetingen en locaties, berekende maatgevende grondwaterstanden per seizoen (maand);
- Meetgrafieken grondwaterstanden.

[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



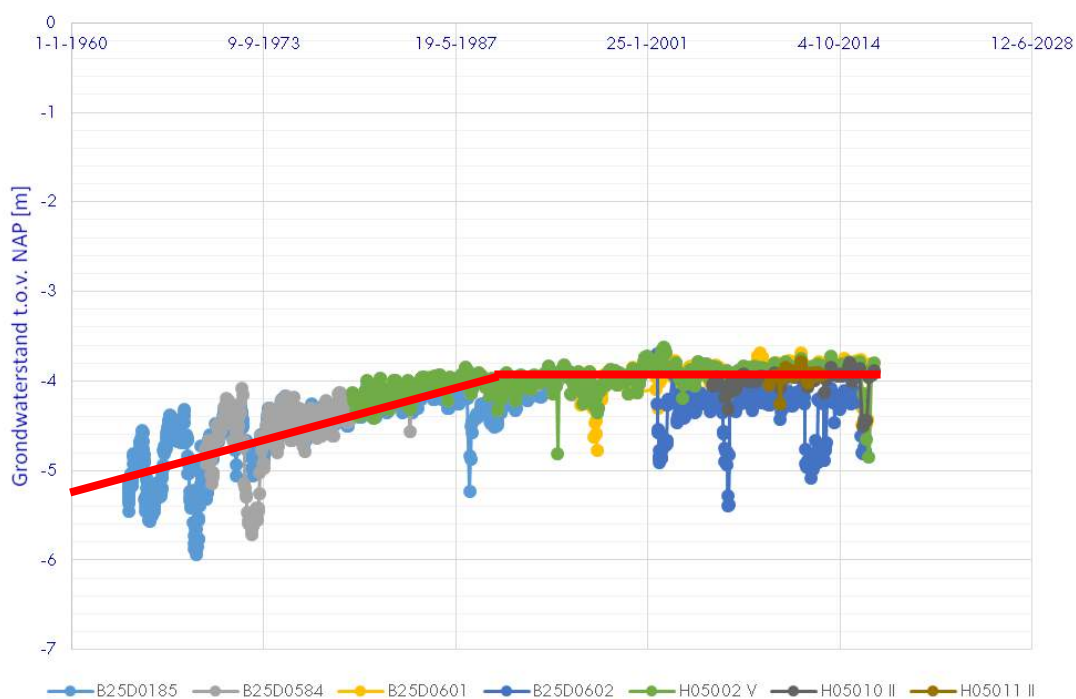
Bijlage 7 – Zettingsberekening

Prognose maaiveld daling Loots

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



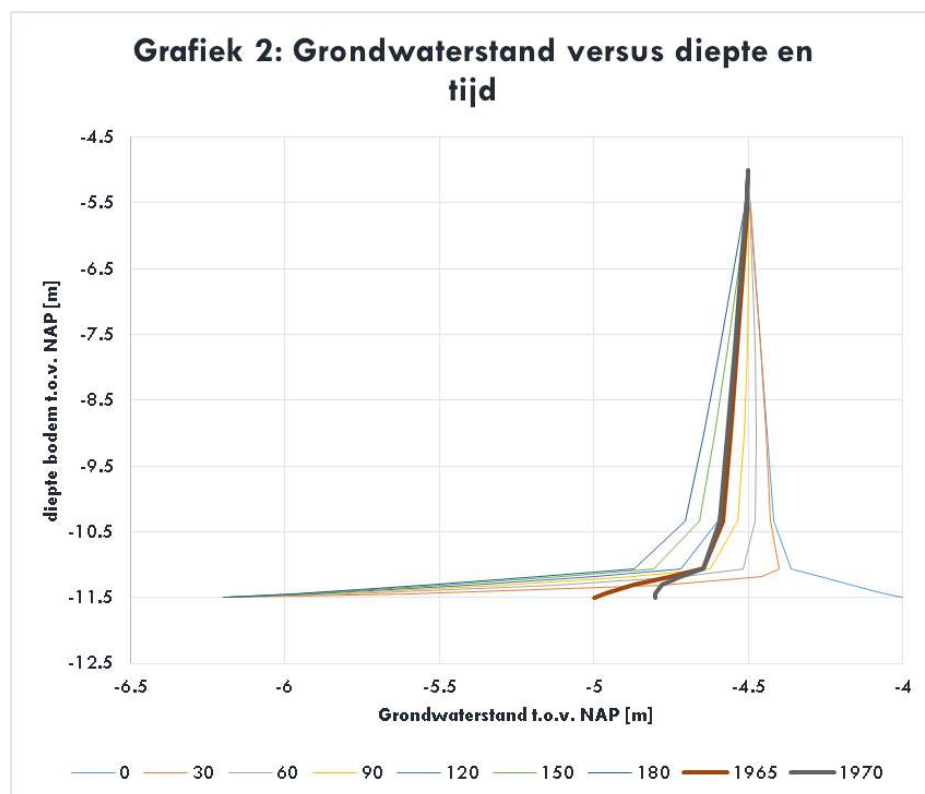
De deklaag wordt in 3 lagen opgedeeld, per laag worden per tijdstap 4 berekeningen uitgevoerd (grondwaterstand op 12,5%, 37,5 %, 62,5% en 87,5 % van de laagdikte) door het grondwatermodel. De resultaten van deze berekening zijn bijgevoegd in tabel 1.

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 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 tijdsperiode 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 maaivelddaling

De maaivelddaling 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/m² toename korrelspanning) is de maaivelddaling 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

ΔP = 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

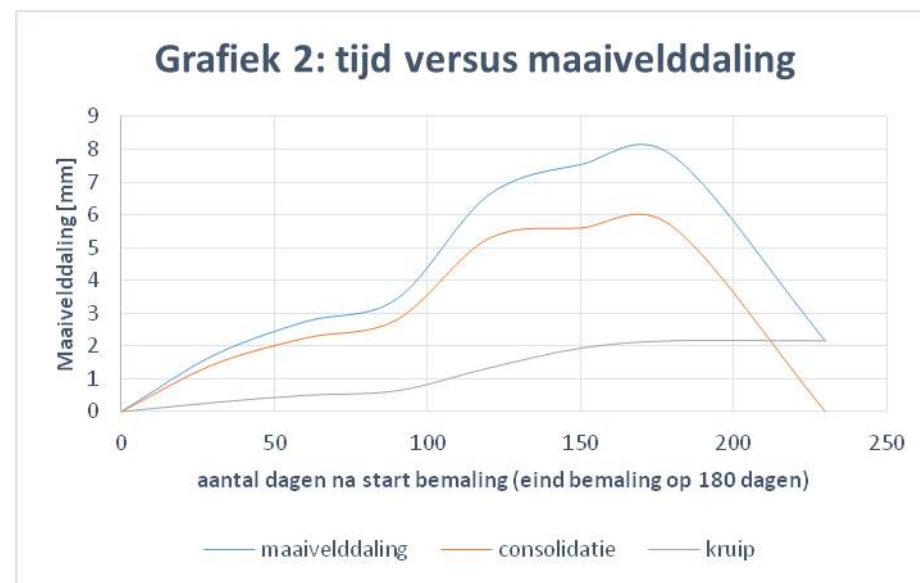
De maaiveldddaling ontstaat door toename korrelspanning in de laag 2 (0.625 en 0.875) en laag 3 (geheel). In stappen van 0,1 m grondwaterdruk (1kN/m² toename korrelspanning) is de maaiveldddaling bepaald per laag.

| 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 |

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.

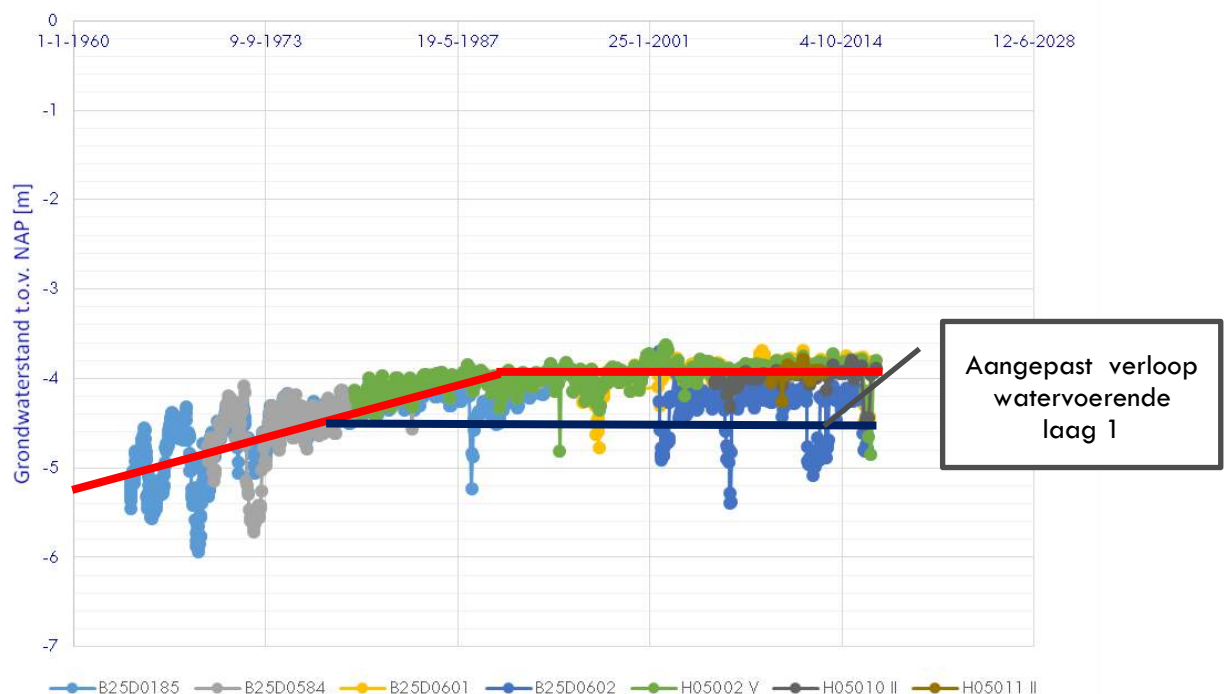


Prognose maaiveldddaling Loots (zonder remmende wand)

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 maaiveldddaling 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.

Grafiek 1



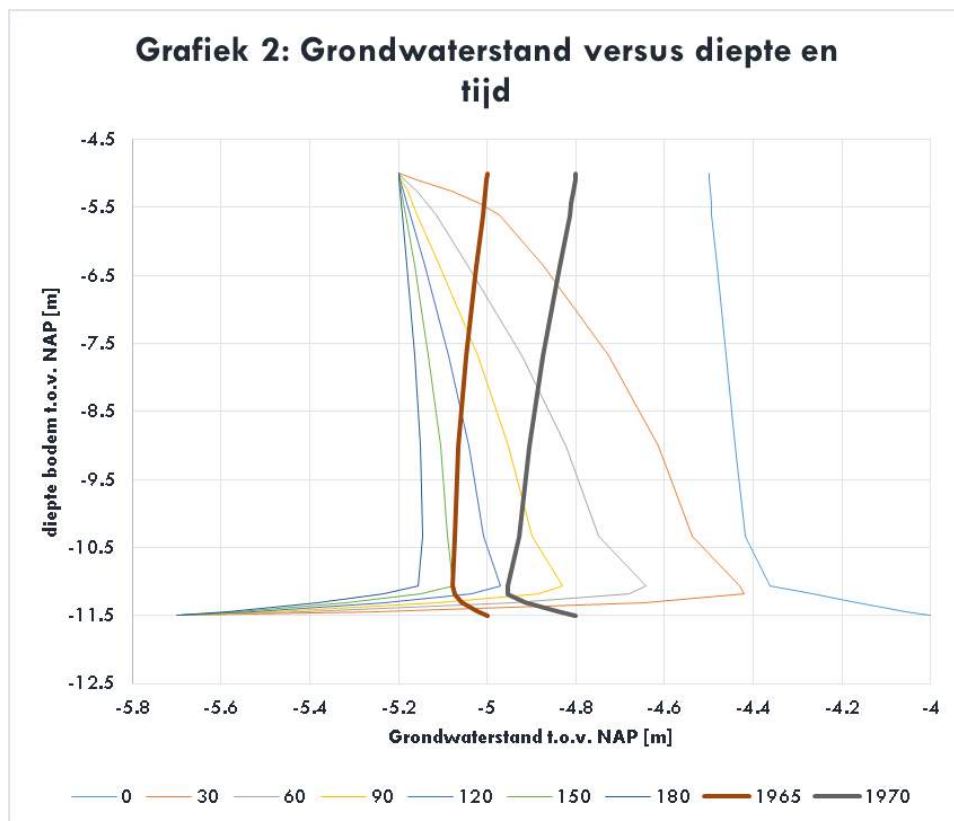
De deklaag wordt in 3 lagen opgedeeld, per laag worden per tijdstap 4 berekeningen uitgevoerd (grondwaterstand op 12,5%, 37,5 %, 62,5% en 87,5 % van de laagdikte) door het grondwatermodel. De resultaten van deze berekening zijn bijgevoegd in tabel 1.

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 | 25 | 49 | 73 | 109 | 133 | 169 | 193 |
| laag 1 | 0.375 | 0 | 48 | 72 | 108 | 132 | 168 | 192 | 337 |
| laag 1 | 0.625 | 0 | 47 | 71 | 108 | 132 | 168 | 192 | 337 |
| laag 1 | 0.875 | 0 | 46 | 71 | 108 | 132 | 168 | 192 | 336 |
| laag 2 | 0.125 | 0 | 46 | 71 | 107 | 132 | 168 | 192 | 336 |
| laag 2 | 0.375 | 0 | 45 | 70 | 107 | 131 | 168 | 192 | 336 |
| laag 2 | 0.625 | 0 | 42 | 70 | 108 | 134 | 170 | 195 | 336 |
| laag 2 | 0.875 | 0 | 14 | 86 | 129 | 159 | 191 | 221 | 330 |
| laag 3 | 0.125 | 0 | 0 | 102 | 129 | 166 | 192 | 229 | 320 |
| laag 3 | 0.375 | 0 | 0 | 102 | 130 | 167 | 192 | 244 | 312 |
| laag 3 | 0.625 | 0 | 0 | 101 | 130 | 167 | 192 | 241 | 288 |
| laag 3 | 0.875 | 0 | 0 | 86 | 129 | 166 | 191 | 228 | 253 |
| laag 3 | 1 | 0 | 24 | 71 | 108 | 132 | 168 | 192 | 228 |

Effect werkzaamheden geohydrologisch

De stijghoogte wordt op NAP – 5,7 m en de freatische grondwaterstand op NAP – 5,2 m 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 |
| laag 1 | 0.375 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| laag 1 | 0.625 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| laag 1 | 0.875 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| laag 2 | 0.125 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| laag 2 | 0.375 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| laag 2 | 0.625 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| laag 2 | 0.875 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| laag 3 | 0.125 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| laag 3 | 0.375 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.53 |
| laag 3 | 0.625 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.33 | 2.4 |
| laag 3 | 0.875 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.83 | 4.27 | 4.93 | 5.27 |
| laag 3 | 1 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |

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 |
|---|-------|-----------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| laag 1 | 0.125 | 0 | 5.93 | 6 | 6.03 | 6.07 | 6.07 | 6.07 |
| laag 1 | 0.375 | 4.93 | 5.47 | 5.73 | 5.87 | 5.97 | 6.03 | 6.07 |
| laag 1 | 0.625 | 4.53 | 5.13 | 5.47 | 5.67 | 5.8 | 5.93 | 6.07 |
| laag 1 | 0.875 | 4.3 | 4.97 | 5.3 | 5.53 | 5.7 | 5.83 | 6.03 |
| laag 2 | 0.125 | 3.23 | 4.43 | 5 | 5.3 | 5.53 | 5.73 | 5.97 |
| laag 2 | 0.375 | 1.8 | 3.37 | 4.23 | 4.8 | 5.17 | 5.47 | 5.77 |
| laag 2 | 0.625 | 1.17 | 2.57 | 3.57 | 4.2 | 4.73 | 5.13 | 5.53 |
| laag 2 | 0.875 | 0.9 | 2.17 | 3.07 | 3.8 | 4.33 | 4.83 | 5.27 |
| laag 3 | 0.125 | 0.83 | 1.83 | 2.6 | 3.27 | 3.8 | 4.27 | 4.73 |
| laag 3 | 0.375 | 1.57 | 2.33 | 3 | 3.53 | 4 | 4.4 | 4.8 |
| laag 3 | 0.625 | 3.2 | 3.83 | 4.3 | 4.67 | 4.97 | 5.2 | 5.4 |
| laag 3 | 0.875 | 5.47 | 5.6 | 5.7 | 5.77 | 5.83 | 5.9 | 5.93 |
| laag 3 | 1 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |

In tabel 3 is weergegeven hoeveel maanden (per laag) de grondwaterstand verlaagd wordt beneden dit niveau.

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/m² 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

ΔP = 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/m² 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 | 0.361 | 0.380 | 0.401 | 0.425 | 0.452 | 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 | 0.341 | 0.358 | 0.376 | 0.397 | 0.420 | 0.447 | 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 | 0.338 | 0.354 | 0.372 | 0.393 | 0.416 | 0.442 | 0.471 |
| laag 1 | 0.175 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.335 | 0.351 | 0.369 | 0.389 | 0.412 | 0.437 | 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 | 0.091 | 0.093 | 0.093 | 0.095 | 0.096 | 0.099 | 0.100 |
| laag 2 | 1.325 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.072 | 0.075 | 0.075 | 0.077 | 0.078 | 0.080 | 0.081 |
| laag 2 | 1.325 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.067 | 0.062 | 0.063 | 0.064 | 0.065 | 0.067 | 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 | 0.405 | 0.053 | 0.054 | 0.055 | 0.056 | 0.057 | 0.058 |
| laag 3 | 0.125 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.118 | 0.090 | 0.092 | 0.094 | 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 | 0.111 | 0.124 | 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 | 0.000 | 0.000 | 0.117 | 0.124 | 0.130 | 0.089 | 0.091 | 0.093 | 0.095 | 0.097 | 0.099 |
| laag 3 | 0.125 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.118 | 0.124 | 0.128 | 0.131 | 0.088 | 0.089 | 0.090 | 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 | 0.358 | 0.377 | 0.399 | 0.423 | 0.450 | 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 | 0.338 | 0.355 | 0.374 | 0.395 | 0.419 | 0.445 | 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 | 0.335 | 0.352 | 0.370 | 0.391 | 0.414 | 0.440 | 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 | 0.332 | 0.349 | 0.367 | 0.387 | 0.410 | 0.436 | 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 | 0.079 | 0.082 | 0.084 | 0.087 | 0.090 | 0.093 | 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 | 0.066 | 0.068 | 0.070 | 0.071 | 0.073 | 0.076 | 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 | 0.057 | 0.058 | 0.059 | 0.061 | 0.062 | 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 | 0.050 | 0.051 | 0.052 | 0.053 | 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 | 0.088 | 0.089 | 0.091 | 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 | 0.085 | 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 | 0.000 | 0.000 | 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 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.080 | 0.081 | 0.083 | 0.084 | 0.086 | 0.088 | 0.090 | 0.092 | 0.094 | 0.096 | 0.098 |

Concludeert wordt som maaivelddaling totaal = 17 mm en maaivelddaling primair = 16 mm. Prognose maaivelddaling (na uitschakelen bemaling en herstel waterdruk) = 1 mm. In de rechter grafiek is de verwacht tijd versus maaivelddaling prognose weergegeven. De maaivelddaling wordt voor 65% veroorzaakt door inklinking van de bovenste veenlaag, verwacht wordt dat deze veenlaag grotendeels na uitschakelen bemaling zal terugkomen.

