

datum

26 februari

2018

Bemalingsadvies

Herstel bodem en bouw kelder Molenwetering
te Abcoude

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

13910117B.1



Inhoudsopgave

Inhoudsopgave.....	1
1 Inleiding.....	2
2 Situatieanalyse project	3
2.1 Project: afmetingen en fasering	3
2.2 Project: bodemopbouw	4
2.3 Project: grondwater.....	4
2.4 Project: omgeving	5
3 Maatregelen stabiliteit grondwater.....	7
3.1 Maatregelen: herstel deklaag	7
3.2 Maatregelen: verticaal evenwicht	7
3.3 Maatregelen: hydraulische grondbreuk	7
3.4 Maatregelen: piping	8
4 Grondwaterbeheersing implementatie.....	9
4.1 Grondwaterbeheersing: methode	9
4.2 Grondwaterbeheersing: omgevingsbeïnvloeding	11
4.3 Grondwaterbeheersing: wetgeving, onttrekking en lozing	14
5 Aanbevelingen, actieprogramma	15
5.1 Risicocheck	15
5.2 Aanbevelingen: onderzoek en/of monitoring	15
5.3 Aanbevelingen: uitvoering	16
5.4 Aanbevelingen: overige raakvlakken.....	17
5.5 Actieprogramma	17
Gebruikte literatuur en bronnen.....	18
Bijlage 1 – Algemene voorwaarden rapport	19
Bijlage 2 – Methode van bepalen van benodigde data	20
Bijlage 3 – (input) Grondwaterberekeningen/-model	21
Bijlage 4 – Tekeningen project en omgeving	27
Bijlage 5 – Grondonderzoeken	28
Bijlage 6 – Grondwater eigenschappen.....	29
Bijlage 7 - berekening maaiveldddaling	30

1 Inleiding

Een ontwerp voor het project “bouw kelder Molenwetering te Abcoude” is gemaakt door de Expertling. Om de kelder te bouwen is in een eerder stadium een bouwput aangelegd en gegraven, echter door het ontbreken van een spanningsbemaling is de bodem opgebarsten van de bouwput. Om de kelder aan te leggen en de deklaag te herstellen is een tijdelijke grondwaterstand verlagend noodzakelijk.

Het concept rapport is bij Waternet aangeleverd, het volgende is aangevuld op verzoek van Waternet:

- Retourbemaling mogelijkheden onderzoeken;
- Zettingsberekening;
- Wijze herstel deklaag conform mail Jacqueline Flink.

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

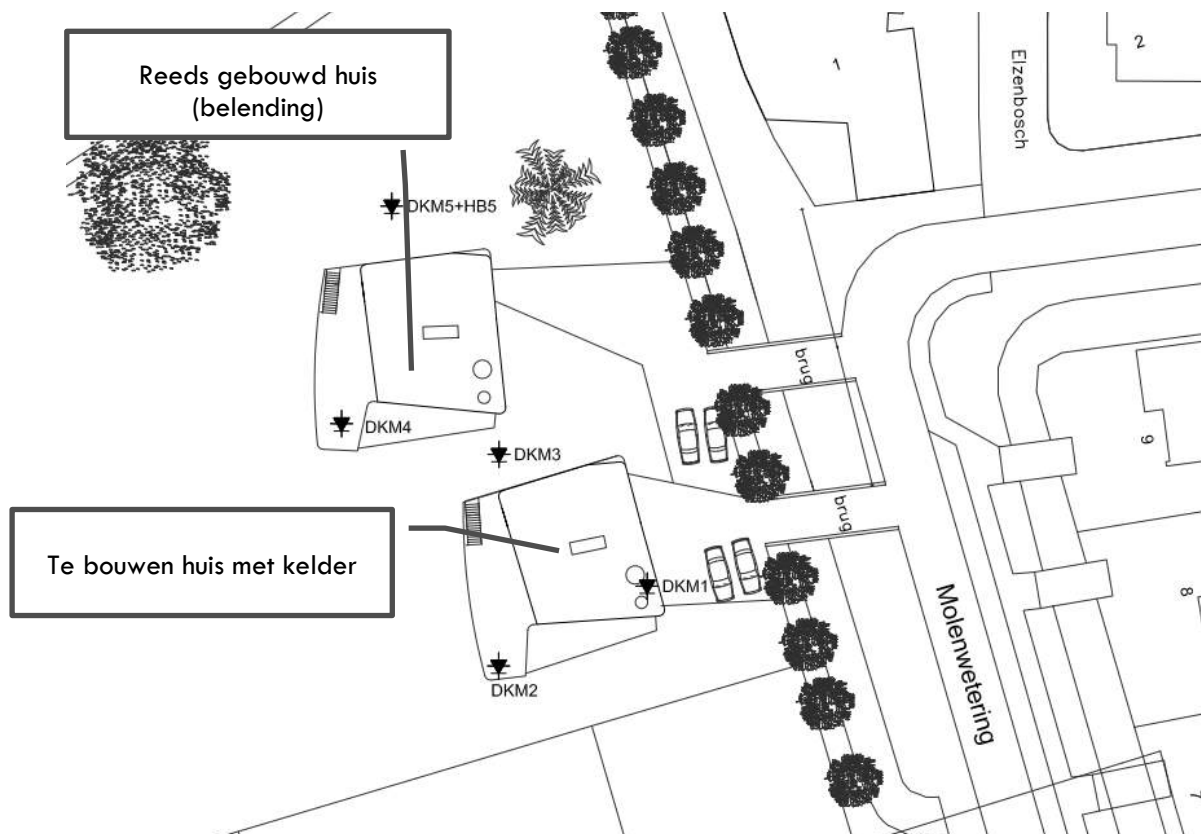
2 Situatieanalyse project

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 – ondergronds object

Tabel 2.1

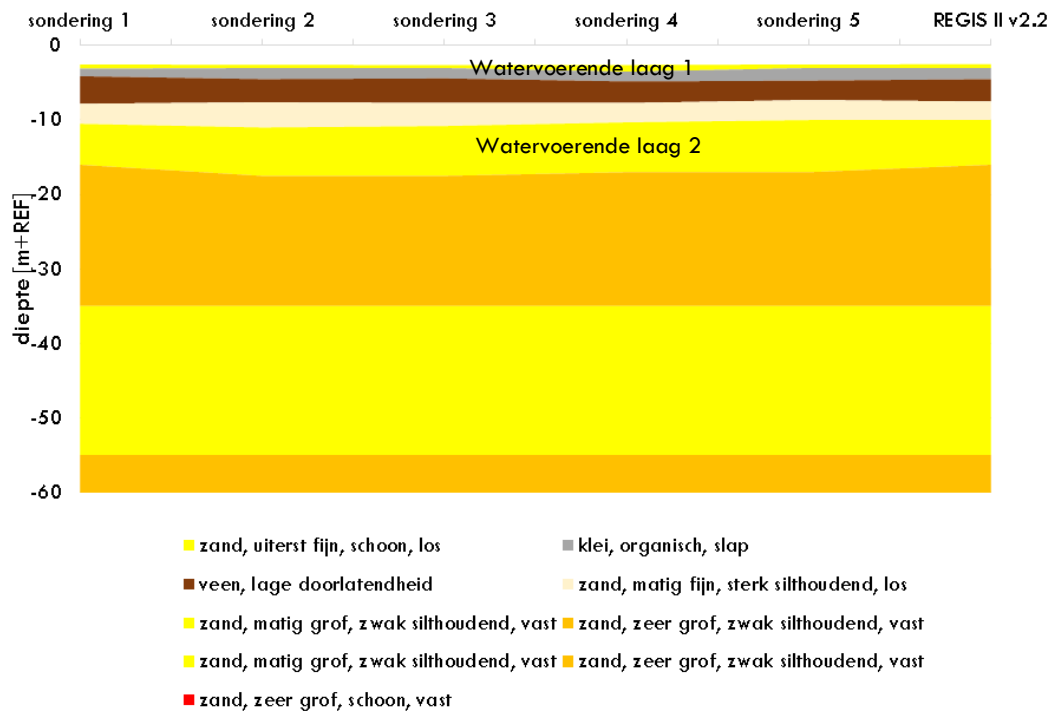
objecten omschrijving	lengte [m]	breedte [m]	ontgravings- diepte [m+NAP]	damwand punt [m+NAP]	bemalings- duur
kelder	16	12~16	-5,85	-11~-15	90 dagen
grondverbetering	16	12~16	-6,35	-11~-15	7 dagen

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.

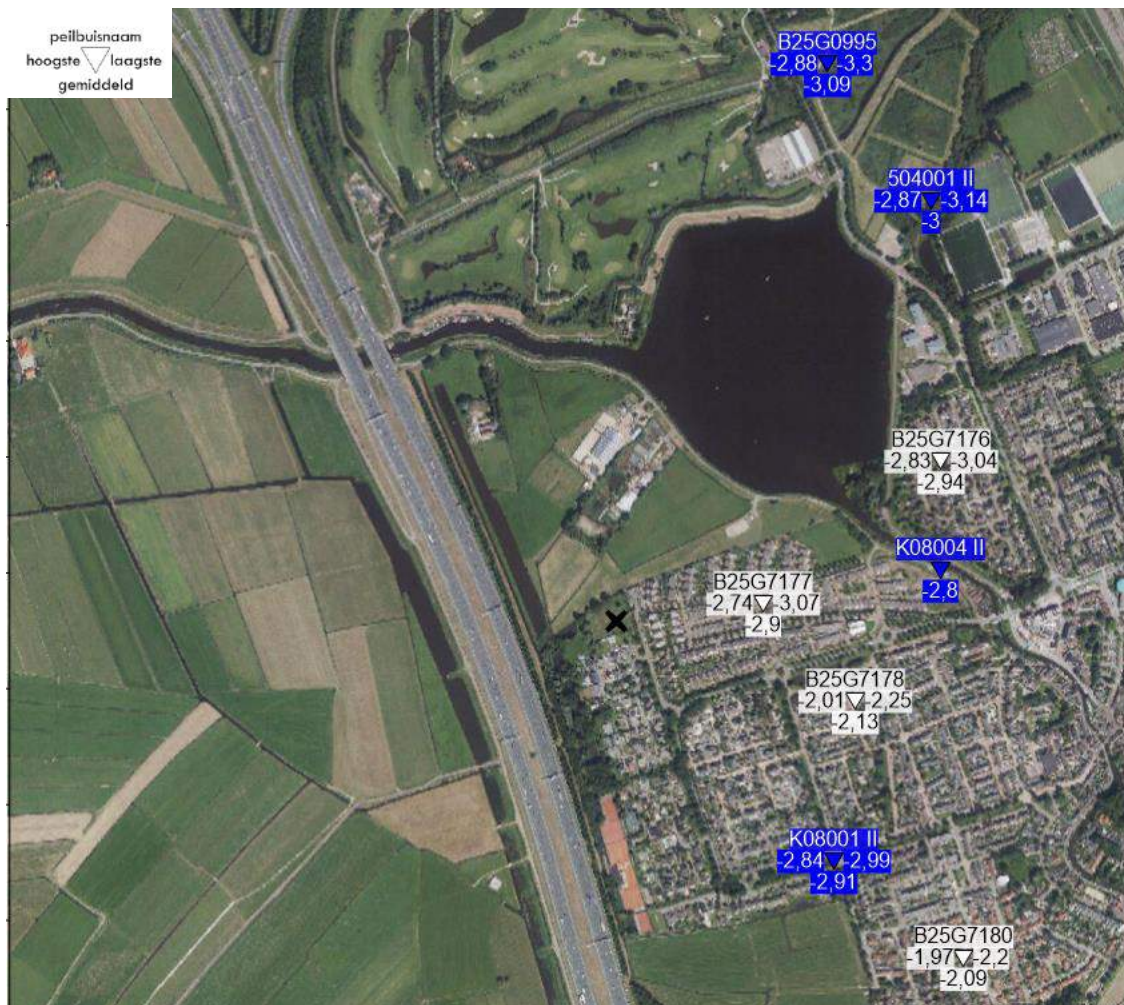


In bijlage 5 zijn (enkele) bodemonderzoeken toegevoegd.

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:

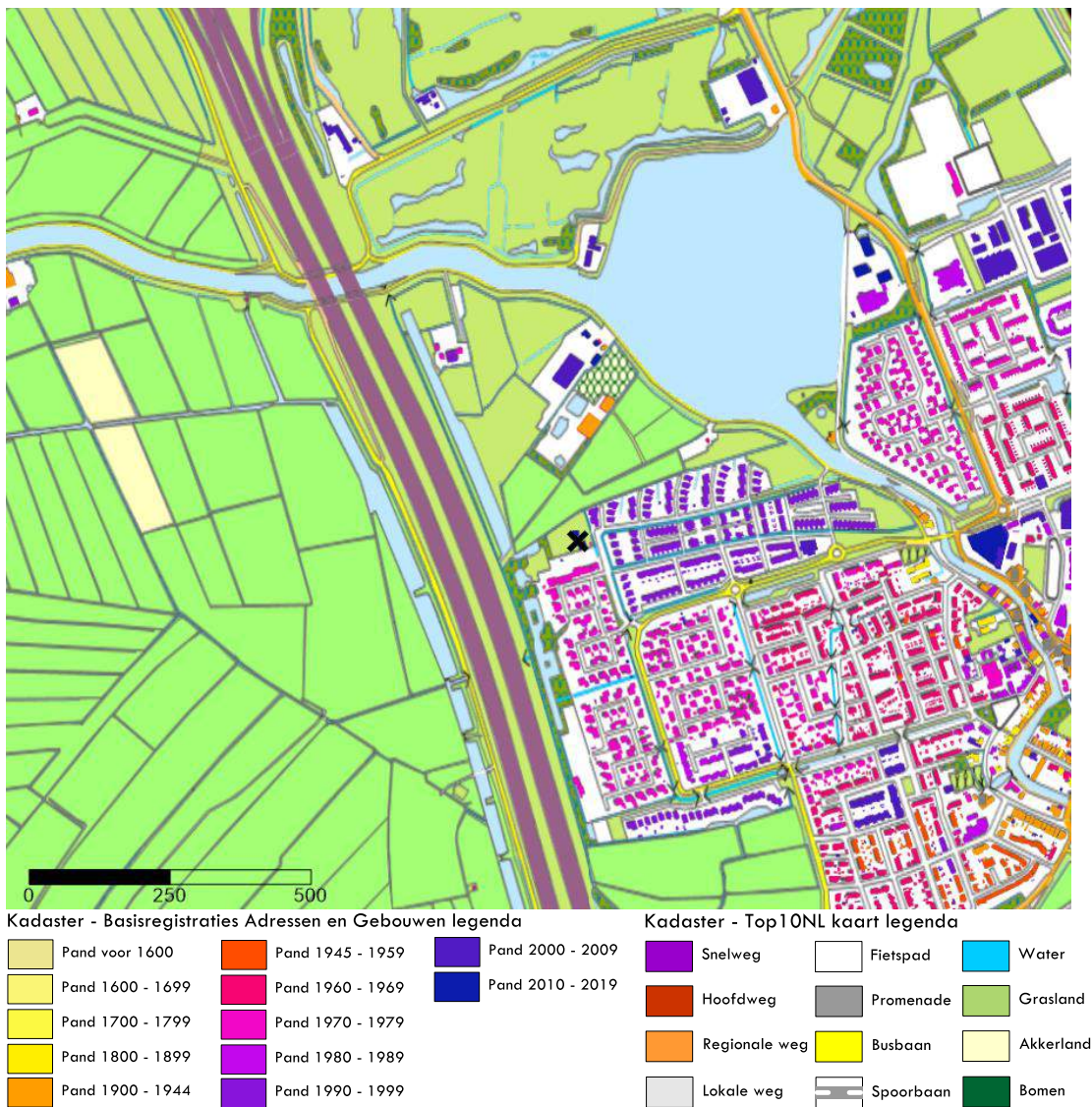
- Rekenwaarde grondwaterstand watervoerende laag 1 is bepaald met B25G7177. De gemiddelde grondwaterstand is NAP – 2,9 m. De grondwaterstand fluctueert tussen NAP – 2,74 m en NAP – 3,07 m;
- Waterpeil gracht is gelijk aan NAP – 3,1 m;
- Rekenwaarde grondwaterstand watervoerende laag 2 is bepaald met B25G0995. De gemiddelde grondwaterstand is NAP – 3,09 m. De grondwaterstand fluctueert tussen NAP – 2,88 m en NAP – 3,3 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 3500 m, gekeken is naar objecten binnen 1000 m straal.



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”: belendingen in directe nabijheid zijn recent gebouwd (verwachting moderne paalfundering). Ten noorden (op 200 m afstand) is een boerderij welke is aangelegd tussen 1900 en 1944, de oude bebouwing van Abcoude is op >600 m afstand, hier zijn enkele panden welke gebouwd zijn voor 1900. De dichtstbijzijnde belending is op 5 m afstand (tuin van belending is op 1 à 2 m afstand);
- Tekening 2 “Grondwatergebruikers”: Een grondwatergebruiker bekend op circa 320 m ten oosten. Geen grondwaterbeschermingsgebied nabij;
- Tekening 3 “Natuur (natura-2000)”: Geen bijzonderheden gevonden nabij de locatie;
- Tekening 4 “(Archeologische) monumenten”: Dichtstbijzijnde Rijksmonument is op 780 m ten oosten, archeologie op 700 m afstand ten oosten;
- Tekening 5 “Algemene kaart (top 10 NL)”: project is gelegen in een nieuwbouwwijk op circa 150 m afstand van het spoor en 10 m afstand van oppervlaktewater. De dichtstbij
- Tekening 6 “Landbouw in omgeving”: Op 750 m ten westen is een perceel waar mogelijk gewassen op worden geteelt;
- Tekening 7 “Bodemloket (verontreinigingen bodem)”: geen bijzonderheden gevonden;
- Een primaire en secundaire waterkering is aanwezig ter plaatse van de Voetangelweg op 280 m afstand ten noordoosten.

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: herstel deklaag

Het herstel van de remmende eigenschappen van de deklaag wordt uitgevoerd door middel van de volgende stappen:

1. Aanbrengen van waterremmende damwanden rondom het gebied waar de bodem is opgebarsten;
2. Grondwaterstand in watervoerende laag 2 verlagen beneden ontgravingsniveau tijdens het graven;
3. Een grondverbetering van 0,5 m zand toepassen onder ontgravingsniveau kelder (indien minder mogelijk dan dit toepassen), de grondverbetering bemalen met een open bemaling;
4. Kelder bouwen en omstorten met klei (waterremmend);
5. Damwanden afbranden op 0,5 m – maaiveld (NAP – 3,0 m), de damwanden dienen in de eindsituatie als remmende eigenschap (dit omdat de stijghoogte gelijk is aan circa NAP – 2,9 m);
6. Alle filters na afloop geheel opvullen met bentoniet en daarna afzagen op 0,5 m – maaiveld.

3.2 Maatregelen: verticaal evenwicht

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

Conclusie eerste opbarstniveau NAP – 7,6 m

- Bij het ontgraven tot onderkant kelder (NAP – 5,85 m) is de kritieke grondwaterstand gelijk aan NAP – 5,56 m. Echter omdat de bouwput eerder is opgebarsten zal de grondwaterstand verlaagd moeten worden tot tenminste 0,3 m onder ontgravingsniveau in watervoerende laag 2, ofwel de grondwaterstand moet verlaagd worden tot NAP – 6,15 m à NAP – 6,35 m;
- Bij het aanbrengen van de grondverbetering van goed doorlatend zand (tot een diepte van NAP – 6,35 m) is de kritieke grondwaterstand gelijk aan NAP – 6,29 m. Echter omdat de bouwput eerder is opgebarsten zal de grondwaterstand verlaagd moeten worden tot tenminste 0,3 m onder ontgravingsniveau in watervoerende laag 2, ofwel de grondwaterstand moet verlaagd worden tot NAP – 6,6 m à NAP – 6,8 m.

3.3 Maatregelen: hydraulische grondbreuk

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

korrels (drijfzand) de bouwput in met als gevolg gevaarlijke situaties en (lokaal) forse maaiveldddaling.

Conclusie

Omdat verticale (dam)wanden worden toegepast is een controle op hydraulische grondbreuk uitgevoerd. Uit dit onderzoek blijkt dat hydraulische grondbreuk alleen kan optreden indien de grondwaterstand onvoldoende wordt verlaagd in watervoerende laag 2 (indien de bouwkuip nogmaals zal opbarsten). Indien hydraulische grondbreuk voorkomen moet worden (ondanks opbarsten), dan moet de punt van de damwand worden geplaatst op NAP – 11 m of dieper. Het is belangrijk de grondwaterstand beneden het ontgravingsniveau te houden. In geval van calamiteiten (wanneer de grondwaterstand hoger is dan het ontgravingsniveau) kan gekozen worden de sleuf stabiel te houden door water in de sleuf te laten lopen tot en met het grondwaterniveau

3.4 Maatregelen: piping

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

Conclusie

Piping kan niet optreden door de afwezigheid van oppervlaktewater welke in verbinding staat met de bouwkuip (damwanden sluiten watervoerende laag 1 af), zie tekening 5 in bijlage 4. Piping treedt alleen op bij oppervlaktewater welke in verbinding staat met de maatgevende watervoerende laag.

4 Grondwaterbeheersing implementatie

In dit hoofdstuk wordt de methode van uitvoering grondwaterbeheersing besproken. De risico's met betrekking tot de omgeving (faalkosten en -kans) zijn beschouwd in de tweede paragraaf. Tot slot wordt geconcludeerd of de grondwaterbeheersing vergunningsplichtig is en in welk termijn een formeel toestemming van de overheid verwacht kan worden.

Voor de gedetailleerde berekeningen en modelinput wordt gewezen naar bijlage 3.

4.1 Grondwaterbeheersing: methode

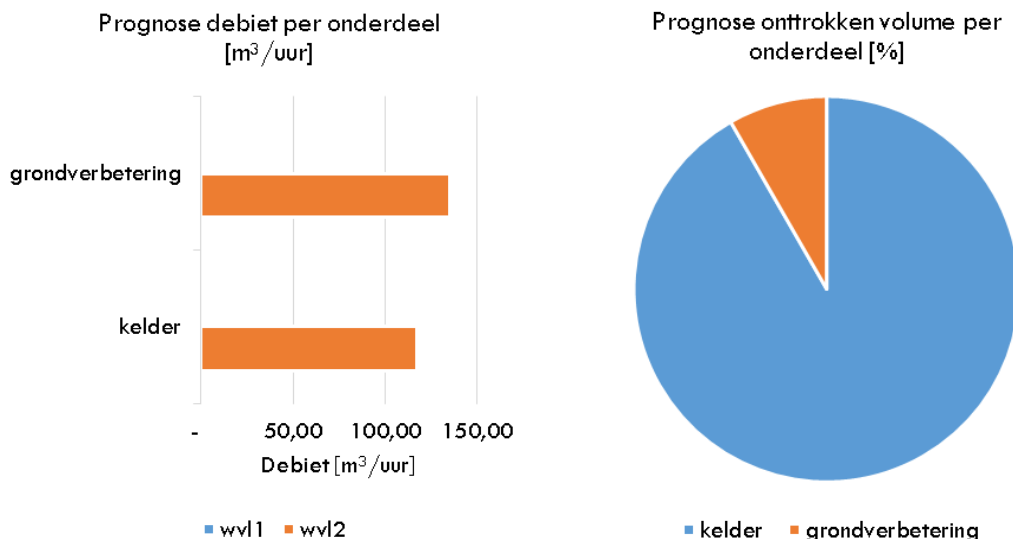
De methode om grondwater te beheersen is in deze paragraaf weergegeven per onderdeel en/of per watervoerende laag.

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

Debiet

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

Het debiet is ingeschat op circa 100 ~ 120 m³/uur tijdens voor een grondwaterstand verlaging tot 0,3 m beneden de kelderbak, tijdens de grondverbetering is het debiet 120-135 m³/uur. Bij een uitvoeringsperiode van totaal 100 dagen resulteert dit in een totaalvolume van circa 240.000 m³ en 280.000 m³. Voor de debietsberekening zijn de bemalingselementen tot NAP - 16 m geplaatst, dieper plaatsen van bemalingselementen zal het debiet verhogen. In de onderstaande figuren kan worden afgelezen welke hoeveelheden verwacht worden per onderdeel. Zie bijlage 3 voor berekening details.



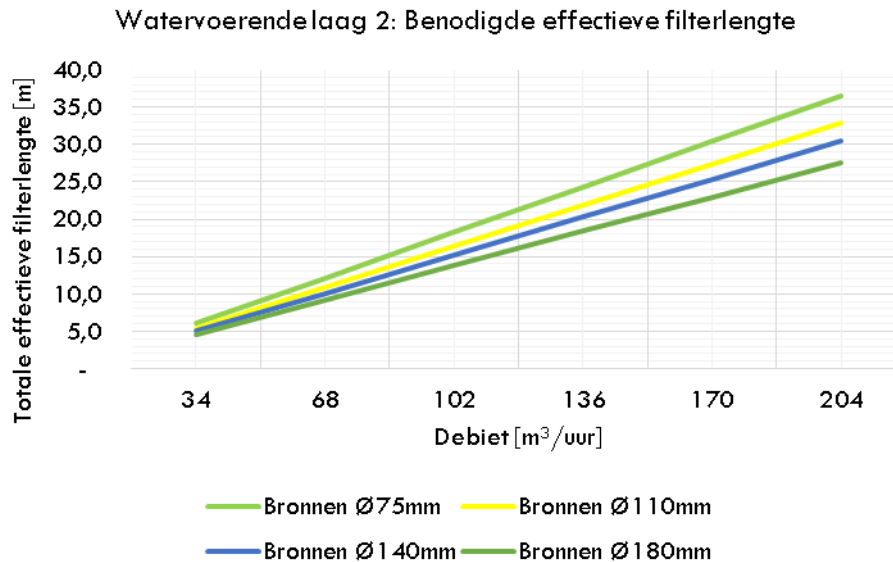
Effecten retourbemaling

Op verzoek van Waternet is een retourbemaling verder uitgewerkt. Een modelberekening met twee 15 m³/uur retourbronnen (locatie conform figuur 4) is uitgevoerd. Het effect is dat het debiet toeneemt met circa 10%. Ofwel bij het realiseren van de kelderbak is het debiet 110~130 m³/uur waarvan 30 m³/uur geretourneerd wordt, effectief wordt circa 20 m³/uur in de bodem geretourneerd. De grondwaterstand ter plaatse van het retourveld wordt niet verhoogd boven de gemiddeld hoogste grondwaterstand (doordat het retourveld nabij de onttrekking is gelegen), er is geen sprake van een gevaar tot opbarsten van het maaiveld rondom het retourveld door de werkzaamheden.

Methode bemaling

De bemaling bestaat uit een spanningsbemaling in watervoerende laag 2 en een open bemaling in de bouwkuip.

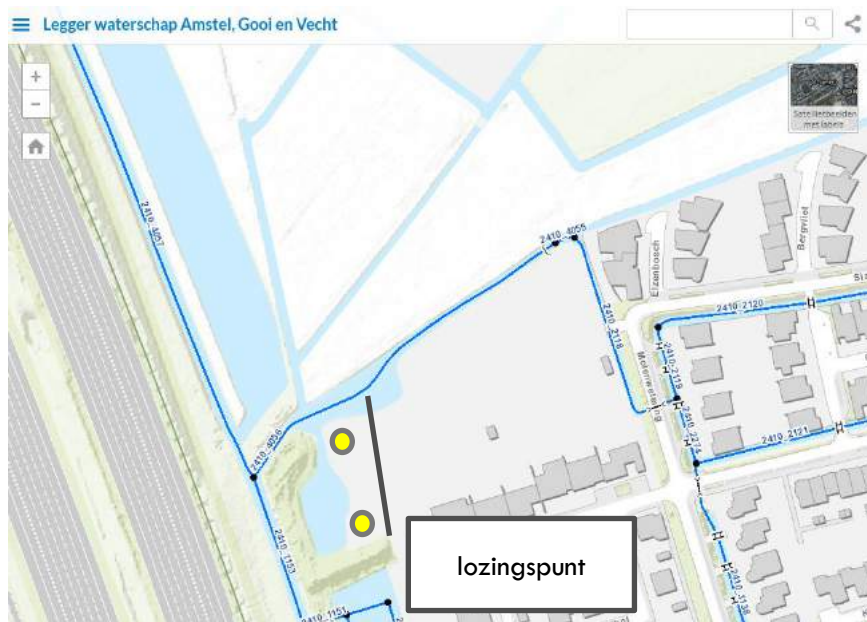
De bemalingsmethode is afhankelijk van de bemaler, deze kan bestaan uit verticale of horizontale filterelementen, waarbij alleen het filteroppervlak (perforatie) geteld wordt beneden de grondwaterstand (effectieve filteroppervlak). In de onderstaande figuur is per watervoerende laag de benodigde totale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



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

Lozing en retourbemaling

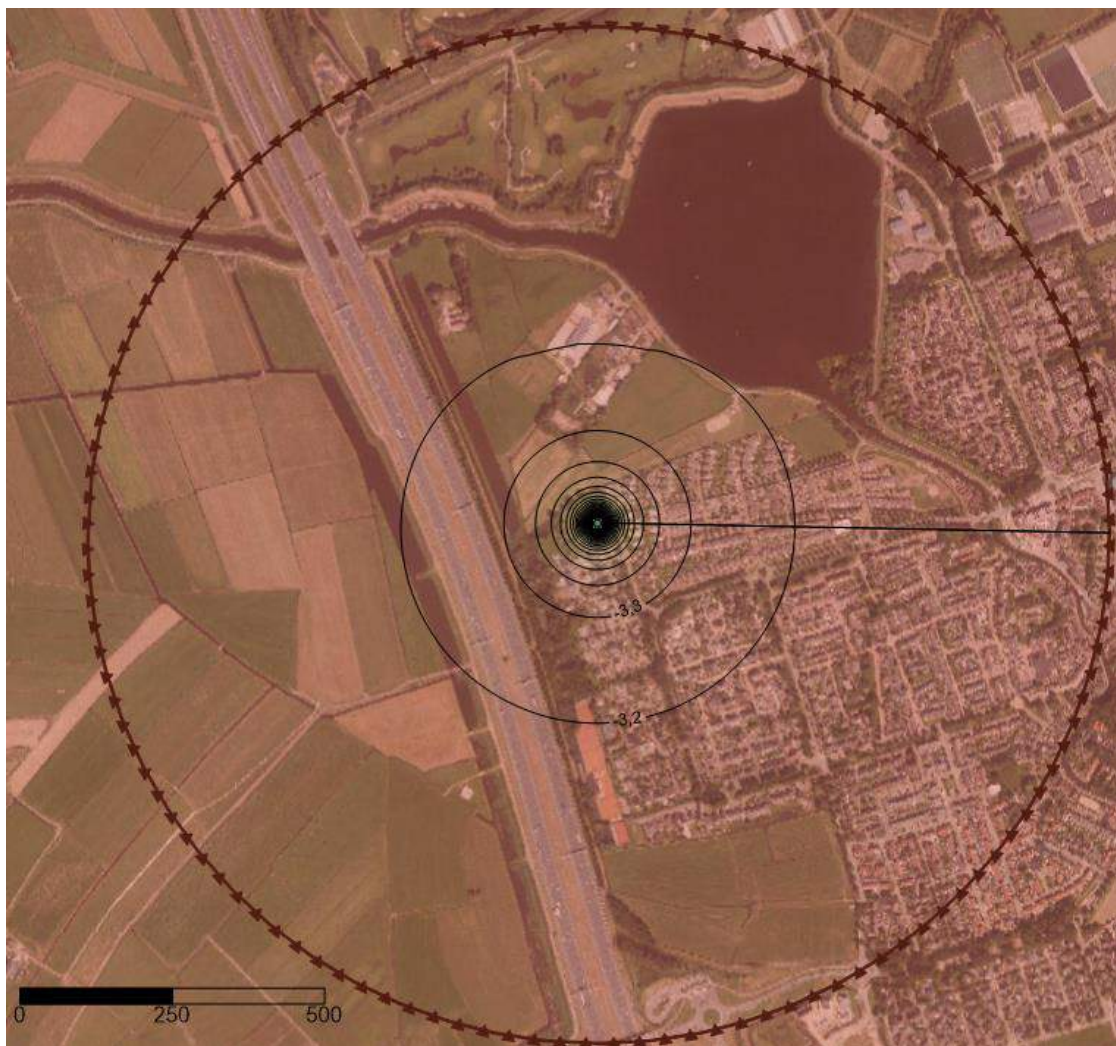
Het zoet-zout vlak is gelegen op circa 50 m minus maaiveld conform kaart Deltares DANK008a (2-4-2015). Verwacht wordt dat de bemaling (met onvolkomen bronnen) het zoet-zout vlak in de bemalingsperiode (<100 dagen) beperkt omhoog zal trekken (dit hersteld na het uitschakelen van de bemaling). Verwacht wordt dat er geen zout water onttrokken en geloosd zal worden. Het heeft de voorkeur het grondwater te lozen op de watergang achter het perceel (mits dit mogelijk is bij het Waterschap).



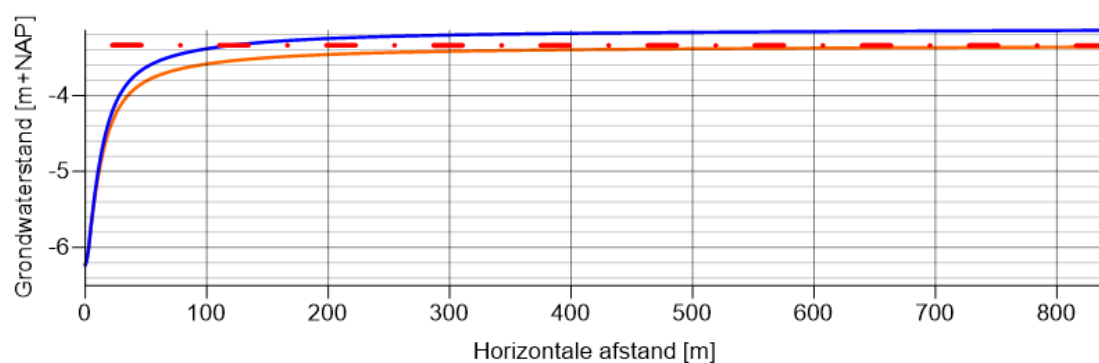
Figuur 4 - lozingspunt en mogelijke locatie 2 retourbronnen (cirkels geel)

4.2 Grondwaterbeheersing: omgevingsbeïnvloeding

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



Figuur 5 – grondwaterstand[m+NAP] in watervoerende laag 2 (stationaire berekening)



In de bovenstaande grafiek staat de grondwaterstand van de bemaling van het tracé in figuur 4 weergegeven. De blauwe lijn betreft de verwachte verlaging na 100 dagen bemalen en de oranje lijn betreft de verlaging na 100 dagen bemalen in een extreem droge periode. De rode lijn NAP – 3,3 m is de gemiddeld laagste grondwaterstand (glg), deze waarde is bepaald met behulp van peilbuis B25G0995. 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.

Maaiveldddaling

De maaiveldddaling is ingeschat met behulp van het grondwatermodel en een zettingsberekening Keverling-Buisman. De voorbelasting grondwaterstand NAP – 3,3 m is opgetreden voor 1 jaar (in 1990).

De maaiveldddaling is bepaald op drie locaties:

- 200 m afstand (belending bouwjaar < 1944, snelweg, waterkering) (stijghoogte NAP – 3,25 m gemiddeld tot NAP – 3,45 m extreem);
- Maaiveldddaling op 50 m afstand (circa 10~20 belendingen op deze afstand) (stijghoogte NAP – 3,6 m gemiddeld tot NAP – 3,8 m extreem).

De maaiveldddaling is uitgerekend door de gemiddelde stijghoogte 90 dagen te hanteren onder de deklaag en de extreme grondwaterstand 30 dagen te hanteren onder de deklaag. De voorbelasting (korrelspanning in deklaag waarbij geen maaiveldddaling optreedt) is NAP – 3,3 m. In bijlage 7 is de zettingsberekening bijgevoegd.

Tabel 4.2 samenvatting resultaten zettingsberekening

Maaiveldddaling	Bij gemiddelde grondwaterstand na 90 dagen	In extreem droge periode van 30 dagen	conclusie
50 m afstand	11 mm	15 mm	11 tot 15 mm maaiveldddaling
200 m afstand	0 mm	2,7 mm	0 tot 3 mm maaiveldddaling

Effect op belendingen en waterkering

Door voorbelasting is de grondwaterstand eerder verlaagd tot NAP – 3,3 m, de voorbelasting is ontstaan door natuurlijke fluctuaties van de grondwaterstand of omdat reeds objecten in de bodem zijn geplaatst met behulp van een tijdelijke grondwaterstand verlaging.

De verwachting met betrekking tot maaiveldddaling ten gevolge van grondwaterstand verlaging is een maaiveldddaling binnen een straal van 100 m afstand, de volgende objecten zijn aanwezig:

- Diverse recente gebouwde belendingen (moderne fundering naar verwachting), effect maaiveldddaling tot 15 mm is beperkt. Verwachting geen schade aan belendingen buiten 50 m afstand. Belendingen binnen 50 m afstand wordt geen schade tot mogelijk architectonische schade verwacht;
- Straat (inclusief kabels en leidingen);
- Watergang (zakking van waterpeil is niet van toepassing bij lozing op oppervlaktewater).
- De waterkering zal naar verwachting niet zakken, in een extreme periode wordt een beperkte zakking verwacht (echter grotendeels primair waardoor de dijk na de bemaling weer terug zal komen);
- De oude belendingen zal naar verwachting niet zakken, in een extreme periode wordt een beperkte zakking verwacht (echter grotendeels primair waardoor de belending na de bemaling weer terug zal komen).

Omgevingsbeïnvloeding overige

Landbouw en gewassen worden niet beïnvloed. Archeologie ligt buiten het gebied waar een grondwaterstand verlaging beneden de glg zal optreden.

4.3 Grondwaterbeheersing: wetgeving, onttrekking en lozing

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

Onttrekking

Onttrekking wetgeving houdt in de wetten welke van toepassing zijn bij het oppompen van grondwater uit de bodem voor een bouwput. Het project is vergunningsplichtig bij het Waterschap, verwacht is een debiet gelijk of kleiner dan 140 m³/uur en bemalingsperiode korter dan 6 maanden. Dit proces kan worden opgestart door het project in te voeren op omgevingsloket.nl, u dient dit bemalingsadvies bij te voegen als bijlage.

Bij bronbemaling in de regio van Waterschap Amstel, Gooi en Vecht / Waternet is het verplicht de bemaling te melden bij een debiet dat hoger is dan 5 m³/uur en een bemalingsperiode langer dan 7 weken. De melding voor bemaling moet tenminste 4 weken voor start bemaling worden ingediend. Ten aanzien van de bronbemaling vergunningsplicht in de regio van Waterschap Amstel, Gooi en Vecht / Waternet is het verplicht een vergunning aan te vragen bij een debiet dat hoger is dan 50 m³/uur, een debiet dat hoger is dan 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:

- De grondwaterstand in watervoerende laag 2 moet worden verlaagd beneden het ontgravingsniveau ter voorkoming van uitspoeling (door eventueel aanwezige gaten) in de deklaag;
- Werkwijze heeft invloed op de omgevingsbeïnvloeding van de bemaling. Een langere sleuflengte en/of bemalingsduur zal in de omgeving een groter effect op grondwaterstand verlaging veroorzaken;
- Bij toepassing van bronbemaling dient rekening gehouden te worden met het behoud van de bomen en struikgewas. Bij (extreem) droge weersomstandigheden kan er schade ontstaan in het groeiseizoen.

5.2 Aanbevelingen: onderzoek en/of monitoring

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

Onderzoek

Aanbevelingen welke risico's beheersen door middel van onderzoek:

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

Monitoring bouwput

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

- Aanbevolen wordt het toepassen van een geijkte debietmeter. Met de inwerkingtreding van de Waterwet is het voor alle grondwateronttrekkingen verplicht om de onttrokken hoeveelheid grondwater of geïnfiltrerd water met een nauwkeurigheid van maximaal 5% afwijking te meten;
- Aanbevolen wordt om dagelijks de grondwaterstand op de projectlocatie controleren, met behulp van een peilbuis op de projectlocatie. Grondwaterstand in de bouwput of ontgraving moet in verband met een goede preparatie van de funderingslaag en een goede begaanbaarheid van de bouwputbodem niet hoger reiken dan 0,3 m beneden het lokale ontgravingsniveau. Ten aanzien van eisen in de Waterwet mag de grondwaterstand ten hoogste 0,5 m onder ontgravingsniveau worden verlaagd;
- Aanbevolen wordt het debiet en grondwaterstand meting dagelijks en in later stadium wekelijks te registreren (verplicht) EN na het verzamelen van één week aan debiet en grondwaterstanden meetdata deze meterstanden te verzenden naar info@lootsgwt.com met als vermelding "metingen 13910117B.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 watervoerende laag 2 op 50 en 100 m afstand. Grenswaarden vaststellen op basis van verwachte verlaging in H4.2. Dagelijks grondwaterstand controleren. Bij verlagingen beneden het kritieke niveau dient actie ondernomen om de grondwaterstand te herstellen;
- Bij alle belendingen binnen 100 m straal dient een vooropname worden uitgevoerd;
- Bij alle belendingen/infrastructuur gevoelig voor maaiveld daling binnen 100 m straal worden deformatiemetingen aanbevolen;
- Bij toepassing van bronbemaling dient rekening gehouden te worden met het behoud van de bomen en struikgewas. Bij (extreem) droge weersomstandigheden dient er binnen een straal van 50 meter van het centrum van de bemaling, lokaal (extra) te beregent te worden in combinatie met een retourbemaling ter aanvulling van de hoeveelheid bodemvocht.

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

5.3 Aanbevelingen: uitvoering

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

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

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

5.4 Aanbevelingen: overige raakvlakken

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

De volgende aanbevelingen zijn toegevoegd :

- De bouwplaats kan erg nat worden bij veel neerslag. Het wordt aanbevolen tenminste 0,3 m doorlatend zand aan het oppervlak tijdens de bouw te hanteren zodat is dat hemelwater kan infiltreren. Als alternatief kan gewerkt worden met verzamelgreppels van hemelwater tijdens de bouw. Het is mogelijk dat de grondverbetering aan het oppervlak dichtslibt (bijvoorbeeld door verkeer dat erop rijdt), het wordt dan aanbevolen tijdens de bouw de grondverbetering te bewerken voor een betere doorlatendheid (ter voorkoming van vertraging door hemelwater overlast tijdens de bouw);
- Hemelwater dat valt op omliggende terreinen dient zo goed mogelijk te worden gescheiden van het projectgebied. Dit kan met name voor problemen zorgen indien het project in een dal is gelegen (bij hevige regenval komt dan een stroom hemelwater + vuil via het oppervlak op de bouwplaats). Aanbevolen maatregelen zijn greppels of een dijk op de projectgrens.

5.5 Actieprogramma

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

Vergunning

1. Uitvoeren vergunningsaanvraag;
2. Noodzakelijke aanvullende onderzoeken uitvoeren H5.2;
3. Selectie aannemer bemaling;
4. Aannemer bemaling een bemalingsplan laten opstellen;
5. Controleren werkwijze aannemer bemaling;
6. Bij definitief uitvoeringsontwerp punten H5.4 eenmaal controleren;
7. Monitoring H5.2 plaatsen;
8. Start bemaling, opschrijven beginstand debietmeter;
9. Een monstername van het grondwater genomen vanuit het lozingswater. Dit monster dient te worden geanalyseerd op de parameters welke Waterschap zal vragen (mogelijks moet dit worden herhaald per week).
10. Controle bemaling op locatie en grondwaterstandmetingen verzenden naar info@lootsgwt.com met als vermelding “metingen 13910117B.1”;

Neem contact op met Erik Loots voor meer informatie.

Opgesteld door:

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

Loots Grondwatertechniek

26 februari 2018

Gebruikte literatuur en bronnen

1. **Nederlands Normalisatie-instituut.** *NEN 9997-1+C1-2012*. Normcommissie 351 006 "Geotechniek". Delft : NEN, 2012. ICS 91.080.01; 93.020.
2. **SBR.** *190.03 Bemaling van bouwputten*. Rotterdam : SBR, 2003.
3. —. *273.98 Leidraad voor het onderzoek naar de invloed van een grondwaterstandsaling op de bebouwing*. Rotterdam : SBR, 1998.
4. **Rijkswaterstaat - Ministerie van Infrastructuur en Milieu.** Bodemloket. [Online] 2013. <http://www.bodemloket.nl>.
5. **Google.** *Google Earth*. 2012. 7010101888.
6. **Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed - Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap.** *IKAW - Archeologische Monumentenkaart*. [Autocad] 2011.
7. **Dinoloket, Data en Informatie van de Nederlandse Ondergrond.** *Ondergrondgegevens*.
8. **Dienst Regelingen.** *Basisregistratie Percelen*.
9. **GBO Provincies.** *Grondwaterbescherming en -onttrekking*.
10. **Publieke Deinstverlening op kaart.** *Natura 2000 gebieden*.
11. **Kadaster.** *Basisregistraties Adressen en Gebouwen*.
12. —. *Top10NL kaart nederland*. 2012.
13. **Lankelma.** *09.15126 grondonderzoek*. 31-8-2010.
14. **LINQ.** *tekeningen*. sl : 30-9-2017, 16191 UO.

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;

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

Bijlage 2 – Methode van bepalen van benodigde data

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

[A] Vastgestelde parameters projectlocatie

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

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

[B] Geraamde parameters op basis van meerdere gegevensbronnen

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

- Geotechnische bodemonderzoeken;
- Geohydrologische parameters, geraamd op basis van Dinoloket, grondwaterkaart, boorbeschrijving;
- De maatgevende (gemiddeld hoogste/laagste) grondwaterstand watervoerende laag 2;
- Aanwezigheid van archeologische objecten, grondwaterverontreinigingen, infrastructuur.

[C] Geraamde parameters op basis van ervaring

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

- Bemalingsperiode;
- Ontgravingsdiepten;
- Grondwateraanvulling is ingeschat op 250mm/jaar;
- De maatgevende (gemiddeld hoogste/laagste) grondwaterstand watervoerende laag 1;
- Oppervlaktewater, diepte en verbinding met watervoerende lagen;
- De volumieke gewichten betreffen een raming op basis van ervaring. Om meer inzicht te verkrijgen in de volumieke gewichten kunnen grondmonsters worden gestoken waarvan in het laboratorium de volumieke gewichten worden bepaald. Belastingen worden beschouwd als blijvend, dit betekent dat de maatgevende grondwaterstand bepaald moet zijn (worst-case) en/of maatregelen ten aanzien van monitoring moet worden toegepast voor en/of tijdens bemalen.

[D] Ontbrekende parameters

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

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

Bijlage 3 – (input) Grondwaterberekeningen/-model

Deze bijlage bestaat uit de volgende onderdelen:

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

Projectdimensies:

objecten omschrijving	lengte [m]	breedte [m]	ontgravings- diepte [m+NAP]	damwand punt [m+NAP]
kelder	16	12~16	-5.85	-11~-15
grondverbetering	16	12~16	-6.35	-11~-15

Geotechnische bodemparameters:

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

geotechnische omschrijving op locatie	top laag [m+NAP]	Dikte gemiddeld [m]	Dikte minimaal en maximaal [m]	Y [kN/m ³]	richtlijn
zand, los (onverzadigd)	-2.56	0.3	0.34	17	NEN 9997-1+C1:2012
zand, los (verzadigd)	-2.9	0.1	0.1	19	NEN 9997-1+C1:2012
klei, organisch, slap	-3	1.5	1.5	13	NEN 9997-1+C1:2012
veen, matig slap (matig voorbelast)	-4.5	3.1	3.1	11	NEN 9997-1+C1:2012
zand, vast (verzadigd)	-7.6	3.4	3.4	21	NEN 9997-1+C1:2012
zand, vast (verzadigd)	-11	6.5	6.5	21	NEN 9997-1+C1:2012
zand, vast (verzadigd)	-17.5	17.5	17.5	21	NEN 9997-1+C1:2012
zand, vast (verzadigd)	-35	20	20	21	NEN 9997-1+C1:2012
zand, vast (verzadigd)	-55	45	45	21	NEN 9997-1+C1:2012
zand, vast (verzadigd)	-100	60	60	21	NEN 9997-1+C1:2012
zand, vast (verzadigd)	-160	10	10	21	NEN 9997-1+C1:2012
zand, vast (verzadigd)	-170	2	2	21	NEN 9997-1+C1:2012

Maatgevende grondwaterstand per onderdeel:

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

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

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

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

Grondwaterstand wvl1	ghg [m+NAP]	act [m+NAP]	glg [m+NAP]	meetperiode [jaren]	laatste [jaar]	factor afstand _{pb} /R	peilbuis
kelder	-2.74*	-2.9*	-3.07*	0.7	2017		B25G7177
grondverbetering	-2.74*	-2.9*	-3.07*	0.7	2017		B25G7177

Grondwaterstand wvl2	ghg [m+NAP]	act [m+NAP]	glg [m+NAP]	meetperiode [jaren]	laatste [jaar]	factor afstand _{pb} /R	peilbuis
kelder	-2.88	-3.09	-3.3	28.9	2002		B25G0995
grondverbetering	-2.88	-3.09	-3.3	28.9	2002		B25G0995

Grondwatertechnische maatregelen per onderdeel

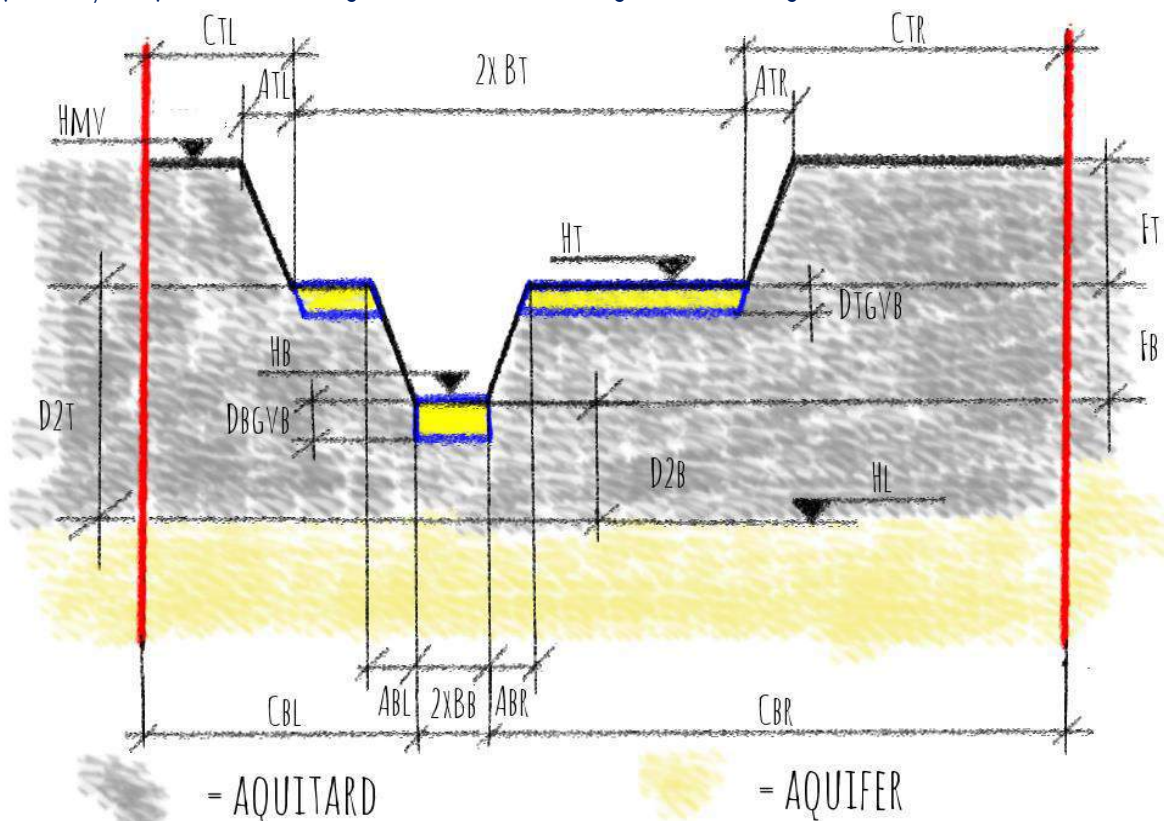
verticaal evenwicht 1	bodemprofiel	diepte [m+NAP]	talud	bodem-breedte	opbarst-niveau [m+NAP]	kritieke gws [m+NAP]	ghg [m+NAP]	verwachte gws [m+NAP]	maatregel conclusie
kelder	sondering 2	-5.85	1:0	16	nb	-5.85	-2.88	-3.09	ja
grondverbetering	sondering 2	-6.35	1:0	16	nb	-6.35	-2.88	-3.09	ja

Bemalingsberekening per onderdeel:

Debiet en volume	periode [dagen]	wvl bemalen	reken-methode	$Q_{\text{prognose}} [\text{m}^3/\text{uur}]$	$Q_{\text{hoogst}} [\text{m}^3/\text{uur}]$	$Q_{\text{laagst}} [\text{m}^3/\text{uur}]$	$V_{\text{prognose}} [\text{m}^3]$	$V_{\text{hoogst}} [\text{m}^3]$	$V_{\text{laagst}} [\text{m}^3]$
kelder	90	1 2	3D-model	110.3	118.5	102.4	238314	256047	221121
Grond-verbetering	7	1 2	3D-model	128.3	136.5	120.3	21551	22930	20214

Toelichting berekening verticaal evenwicht Loots

Bij het ontgraven in een slappe deklaag kan de bodem (door waterdruk) omhoog worden gedrukt. Daarom dient gecontroleerd te worden of de bodem tijdens de ontgraving niet zal opdrijven/-barsten. Het opbarsten is ongewenst voor het milieu, echter het onnodig uitvoeren van een bemaling is eveneens ongewenst voor het milieu. De verticaal evenwicht berekening houdt rekening met het effect van gronddruk naast de ontgraving (berekening Boussinesq), houdt rekening met effect damwanden (indien van toepassing), houdt rekening met het verschil van de vorm (vierkant/sleuf) en houdt rekening met het effect van een grondverbetering.



CTL= afstand tot limiet bovenste trap aan linkerzijde
 CTR= afstand tot limiet bovenste trap aan rechterzijde
 CBL= afstand tot limiet onderste trap aan linkerzijde
 CBR= afstand tot limiet onderste trap aan rechterzijde
 BT= helft breedte ontgraving bovenste trap
 BB= helft breedte ontgraving onderste trap
 HMV= hoogte maaiveld t.o.v. referentie (NAP)
 HB= hoogte ontgraving onderste trap t.o.v. referentie (NAP)
 Dbgvb= dikte grondverbetering beneden de onderste trap
 D2T= d_{2t} = dikte grond tussen ontgravings- en opbarstniveau bij bovenste trap
 D2B= d_{2b} = dikte grond tussen ontgravings- en opbarstniveau bij onderste trap

ATL= breedte talud bovenste trap aan linkerzijde
 ATR= breedte talud bovenste trap aan rechterzijde
 ABL= breedte talud onderste trap aan linkerzijde
 ABR= breedte talud onderste trap aan rechterzijde
 FT= factor Boussinesq bovenste trap
 FB= factor Boussinesq onderste trap
 HT= hoogte ontgraving bovenste trap t.o.v. referentie (NAP)
 HL= hoogte opbarstniveau t.o.v. referentie (NAP)
 Drgvb= dikte grondverbetering beneden de onderste trap

formule van Boussinesq

Voor het berekenen van het effect van grond naast de sleuf wordt gebruik gemaakt van de formules van Boussinesq. Deze berekening wordt voorgeschreven in Eurocode NEN9997-1+c1:2012, daarnaast is gebleken (geotechniek publicatie april 2010) dat deze analytische berekening overeenkomt met de resultaten van een eindig elementen berekening. De formules (1 en 2) van Boussinesq zijn hieronder weergegeven.

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

$$(2) f_{\text{vierkant}} = \frac{d_2^3}{\left(d_2^2 + \frac{(a+2b)^2}{\pi} \right)^{\frac{3}{2}}}$$

De formule van Boussinesq gaat uit van een symetrische ontgraving (gelijke taluds) en één ontgravingstrap. Daarnaast gaat de formule van Boussinesq uit dat de grond naast de sleuf tot grote afstand aanwezig is. Aanvullende berekeningen zijn noodzakelijk voor het effect van verschillende taluds (links en rechts), het effect van damwanden en het effect van twee trappen.

Toelichting (1) berekening verschillend talud links en rechts

Het effect van twee verschillende taluds (links en rechts), bijvoorbeeld talud 1:1 links en talud 1:2 rechts. Om het effect uit te rekenen moet de formule van Boussinesq worden toegepast bij talud 1:1 (uitkomst factor F van bijvoorbeeld 0.8) en bij talud 1:2 (uitkomst factor F van bijvoorbeeld 0.7). Vervolgens moet van elke berekening (formule Boussinesq) de factor F gedeeld worden door twee en de uitkomst van beide formules moet bij elkaar worden opgeteld, in dit voorbeeld: $0.8/2 + 0.7/2 = 0.4 + 0.35 = 0.75$, ofwel de conclusie is de factor F is 0.75 bij een talud van 1:1 links en 1:2 rechts.

Toelichting (2) berekening effect limiet (damwand)

Een limiet, bijvoorbeeld een verticale damwand, zorgt voor een snijvlak waardoor de grond achter de limiet geen neerwaartse druk (naastgelegen grond) kan realiseren. Om dit effect te berekenen wordt het volgende uitgevoerd per zijde (links of rechts van ontgraving). In het voorbeeld wordt de linkerzijde (van de bovenste trap) toegelicht. Eerst wordt de factor F uitgerekend talud 1:1, de factor F in het voorbeeld is 0.8, echter omdat dit een zijde betreft moet factor F worden gedeeld door twee, ofwel $F = 0.4$ voor de linkerzijde. De damwand is op bijvoorbeeld 4 m afstand, vervolgens moet een tweede berekening met behulp van Boussinesq worden uitgevoerd waarbij de bodembreedte 4 m groter is en het talud 1:0.0001, hieruit volgt een factor F van 0.2, ofwel (gedeeld door twee) 0.1 voor de linkerzijde, dit is de bodemdruk van achter de damwand (in het geval dat er geen limiet zou zijn), echter de damwand is een limiet, dus dit betekent dan 0.1 (factor F) niet meegeteld mag worden, ofwel factor F aan de linkerzijde is $0.4 - 0.1 = F = 0.3$. Indien bij de rechterzijde achter de damwand een factor F is van 0.1 (gedeeld door twee) 0.05, dan is factor F aan de rechterzijde $0.35 - 0.05 = 0.3$. De totale factor F (rekenwaarde voor links en rechts) is $0.3 + 0.3 = 0.6$.

Toelichting (3) berekening twee trappen

Bij de bovenste trap moet gerekend worden met de volgende parameters:

a= ATL en ATR

b= BT en (indien limiet) BT + CTL en BT + CTR

d₂= D2T

Bij de onderste trap moet gerekend worden met de volgende parameters:

a= ABL en ABR

b= BB en (indien limiet) BB + CBL en BB + CBR

d₂= D2B

Toelichting (4) grondverbetering

Het toepassen van een grondverbetering gebeurt beneden het ontgravingsniveau. Stel een ontgravingsniveau van NAP - 5 m is noodzakelijk. Een grondverbetering van 0,5 m wordt toegepast. De deklaag heeft een volumiek gewicht van 14 kN/m³ en de grondverbetering heeft een volumiek gewicht van 18 kN/m³. In dit voorbeeld zal 0,5 m x 18 kN/m³ aangebracht worden en 0,5 m x 14 kN/m³ worden verwijderd. Effectief is de toename neerwaartse druk = $0,5 \times 18 - 0,5 \times 14 = 9 - 7 = 2 \text{ kN/m}^2$.

Toelichting (5) veiligheidsfactor

De veiligheidsfactor voor een verticaal evenwichtsberekening wordt voorgeschreven in de Eurocode NEN9997-1+c1:2012. De Eurocode schrijft voor om het volumiek gewicht van de bodem te vermenigvuldigen met 0.9 en de waterdruk te vermenigvuldigen met 1.1. De waterdruk kan ook (indien een meetreeks beschikbaar is) bepaald worden met een "maatgevend hoogste grondwaterstand"-analyse (normaliter gemiddelde grondwaterstand + 2 keer standaarddeviatie).

Bij gebruik making van tabel 2.b - Karakteristieke waarden van grondeigenschappen in de Eurocode NEN9997-1+c1:2012, wordt gesteld dat de representatieve waarden (bijvoorbeeld 20 kN/m³ voor zand, vast, verzadigd) het representatief gemiddelde is. De standaarddeviatie is aangenomen op 2,5% van het representatief gemiddeld, indien er voldoende steekmonsters zijn dan wordt de standaarddeviatie uitgerekend. Bij een standaarddeviatie welke gelijk is aan 2,5% van het representatief gemiddelde is de kans op overschrijding 0.5 % (gemiddelde minus 4x standaarddeviatie) bij veiligheidsfactor 1.1 ($1 + 4 \times 0.025$). Een kans op overschrijding van 0.5% (1/200) wordt beschouwd als statistisch correct bij een veiligheidsfactor van 1.1.

De kritieke grondwaterstand per watervoerende laag bij een hogere faalkans (lagere veiligheidsfactor) is ook weergegeven. Dit is met als doel het duidelijk maken van risico's bij het onjuist toepassen van maatregelen. Tot slot is de veiligheidsfactor bij de maatgevend hoge grondwaterstand weergegeven per watervoerende laag, bij een veiligheidsfactor lager dan 1.1 zijn maatregelen noodzakelijk.

Toelichting (6) berekening totale gronddruk

Als voorbeeld wordt hieronder een berekening toegelicht. In dit voorbeeld geldt: $f_t = 0,7$ (factor Boussinesq - watervoerende laag 2 - bovenste trap), $f_b = 0,65$ (factor Boussinesq - watervoerende laag 2 - onderste trap) en volumiek gewicht grondverbetering = 20 kN/m^3 .

Het ontgravingsniveau is NAP - 5,0 m, dit betekend dat de bovenzijde van watervoerende laag 2 (NAP - 7,0 m) een opbarstniveau is. Daarnaast geldt dat watervoerende laag 1 niet getoetst dient te worden te aanzien van verticaal evenwicht (doordat deze laag boven het ontgravingsniveau is gelegen en de laag is freatisch).

grondbeschrijving	γ (σ) [kN/m ³]	top [m+REF]	type	f_t [m]	f_b [m]	d_{2b} [m]	gvb	gronddruk op watervoerende laag [kN/m ²]				
								WVL1	WVL2	WVL3	WVL4	WVL5
zand, matig fijn, zwak silthoudend, lo	17 (0,43)	-1,00	WVL1	2,5	0,5			0	35,28			
klei, sterk zandig, slap	15 (0,38)	-4,00			0,05			0	0,49			
veen, gemiddelde doorlatendheid	11 (0,28)	-4,05			0,05			0	0,36			
klei, sterk zandig	18 (0,45)	-4,10			0,9	1,5	0,5	0	47,53			
zand, matig fijn, sterk silthoudend	20 (0,5)	-7,00	WVL2									

Eerste regel (zand, matig fijn, zwak ...) is de bovenste trap $2,5 \text{ m}$ dik $\times 17 \text{ kN/m}^3 \times 0,7$ (f_t) = $29,75 \text{ kN/m}^2$. Daarnaast is de onderste trap ook in deze grondlaag, daarbij geldt $0,5 \text{ m}$ dik $\times 17 \text{ kN/m}^3 \times 0,65$ (f_b) = $5,525 \text{ kN/m}^2$. De totale neerwaartse druk is $29,75 + 5,525 = 35,28 \text{ kN/m}^2$. De standaarddeviatie van neerwaartse druk is $35,28 / 17 \times 0,43 = 0,89 \text{ kN/m}^2$.

Tweede regel (Klei, sterk ...) is de onderste trap $0,05 \text{ m}$ dik $\times 15 \text{ kN/m}^3 \times 0,65$ (f_b) = $0,4875 \text{ kN/m}^2$. De standaarddeviatie van neerwaartse druk is $0,49 / 15 \times 0,38 = 0,012 \text{ kN/m}^2$.

Derde regel (Veen, gemiddelde ...) is de onderste trap $0,05 \text{ m}$ dik $\times 11 \text{ kN/m}^3 \times 0,65$ (f_b) = $0,3575 \text{ kN/m}^2$. De standaarddeviatie van neerwaartse druk is $0,36 / 11 \times 0,28 = 0,009 \text{ kN/m}^2$.

Vierde regel (klei, ...) is de onderste trap $0,9 \text{ m}$ dik $\times 18 \text{ kN/m}^3 \times 0,65$ (f_t) = $10,53 \text{ kN/m}^2$. Daarnaast is deze slecht doorlatende grondlaag ook aanwezig onder het ontgravingsniveau (2 m dik), daarbij geldt $0,5 \text{ m}$ grondverbetering $\times 20 \text{ kN/m}^3 = 10 \text{ kN/m}^2$ en $1,5 \text{ m}$ klei sterk zandig $\times 18 \text{ kN/m}^3 = 27 \text{ kN/m}^2$. De totale neerwaartse druk is $10,53 + 10 + 27 = 47,53 \text{ kN/m}^2$. De standaarddeviatie van neerwaartse druk is $(10,53+27) / 18 \times 0,45 = 0,94 \text{ kN/m}^2$.

$U_{z;d} \text{ som } \gamma \times d$	0,00	83,65	0,00	0,00	0,00
$U_{z;d} \text{ som } \gamma \sigma \times d$	0,00	1,85	4,50	0,00	0,00
kritieke grondwaterstand [m+REF] faalkans 50%, veiligheidsfactor 1,0		1,53			
kritieke grondwaterstand [m+REF] faalkans 16%, veiligheidsfactor 1,025		1,34			
kritieke grondwaterstand [m+REF] faalkans 2,5%, veiligheidsfactor 1,05		1,15			
Eurocode kritieke grondwaterstand [m+REF] faalkans 0,5%, veiligheidsfactor 1,1		0,78			
maatgevend hoge grondwaterstand [m+REF]	-1,50	-1,00			
veiligheidsfactor bij maatgevend hoge grondwaterstand	0,00	1,39			

Bij " $U_{z;d} \gamma \times d$ " is de som van de neerwaartse druk van de bodemlagen weergegeven. Dit is in dit geval $35,28 + 0,49 + 0,36 + 47,53 = 83,65 \text{ kN/m}^2$. De totale standaarddeviatie van de neerwaartse druk " $U_{z;d} \gamma \sigma \times d$ " is $0,89 + 0,012 + 0,009 + 0,94 = 1,85 \text{ kN/m}^2$.

De kritieke grondwaterstand met lage faalkans (0,5%) conform Eurocode (1.1 veiligheid) is NAP - 7,0 m + $(83,65 - 4 \times 1,85) / 9,81 = -7 + 7,78 = \text{NAP} + 0,78 \text{ m}$. Veiligheidsfactor conform eurocode is gelijk aan som minus $4 \times$ standaarddeviatie volumiek gewicht: $(83,65 - 10) \times 0,9 + 10 = 83,65 - 4 \times 1,85 = 76,25$.

De kritieke grondwaterstand met hoge faalkans (50%) is NAP - 7,0 m + $(83,65) / 9,81 = -7 + 8,53 = \text{NAP} + 1,53 \text{ m}$.

De veiligheidsfactor wordt uitgerekend door de waterdruk te bepalen bij de maatgevend hoge grondwaterstand (NAP - 1,0 m). Bij opbarstniveau NAP - 7,0 m is er 6 m waterkolom, ofwel $6 \times 10 \text{ kN/m}^3 = 60 \text{ kN/m}^2$ opwaartse druk. De neerwaartse druk is $83,65 \text{ kN/m}^2$, de veiligheidsfactor is $83,65 / 60 = 1,39$. Geconcludeerd wordt (in dit voorbeeld) dat er geen maatregelen noodzakelijk zijn voor het verticaal evenwicht, de veiligheidsfactor is namelijk groter dan 1.1.

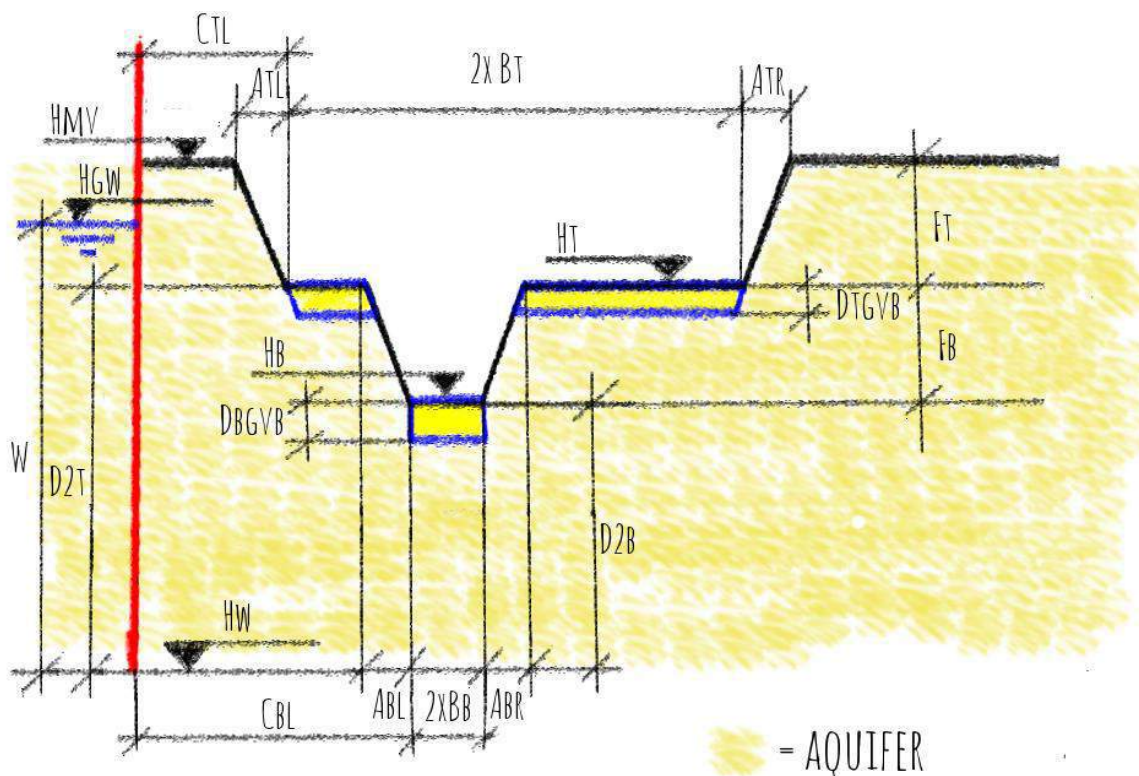
!!! De berekeningen in de toelichting (en op deze pagina) zijn fictief en dienen alleen als toelichting op de rekenmethodiek. De project gerelateerde berekeningen en resultaten zijn verder bijgevoegd !!!

$$f(\text{Boussinesq}) = (f_{\text{rechts}} + f_{\text{links}})/2 - (f_{\text{limiet-rechts}} + f_{\text{limiet-links}})/2$$

$$f \text{ (Boussinesq)} = (f_{\text{rechts}} + f_{\text{links}})/2 - (f_{\text{limiet-rechts}} + f_{\text{limiet-links}})/2$$

Toelichting berekening hydraulische grondbreuk Loots

Bij het ontgraven in een watervoerende laag kan de bodem (door waterdruk) vloeibaar worden, dit wordt ook drijfzand genoemd. Daarom dient gecontroleerd te worden of de bodem tijdens de ontgraving niet vloeibaar zal worden. Hydraulische grondbreuk is gevaarlijk binnen en buiten de wand, buiten de wand zal een grote verzakking optreden en binnen de damwand is een direct risico voor mensen en materieel door het ontstaan van drijfzand. De hydraulische grondbreuk berekening houdt rekening met het effect van gronddruk naast de ontgraving (berekening Boussinesq), houdt rekening met effect damwanden, houdt rekening met het verschil van de vorm (vierkant/sleuf) en houdt rekening met het effect van een grondverbetering.



CTL=	afstand tot limiet bovenste trap aan linkerzijde	ATL=	breedte talud bovenste trap aan linkerzijde
CBL=	afstand tot limiet onderste trap aan linkerzijde	ATR=	breedte talud bovenste trap aan rechterzijde
BT=	helft breedte ontgraving bovenste trap	ABL=	breedte talud onderste trap aan linkerzijde
BB=	helft breedte ontgraving onderste trap	ABR=	breedte talud onderste trap aan rechterzijde
HMV=	hoogte maaiveld t.o.v. referentie (NAP)	HT=	hoogte ontgraving bovenste trap t.o.v. referentie (NAP)
HB=	hoogte ontgraving onderste trap t.o.v. referentie (NAP)	HW=	diepte wand t.o.v. referentie (NAP)
Dbgvb=	dikte grondverbetering beneden de onderste trap	Dtgvb=	dikte grondverbetering beneden de onderste trap
D2T=	d_{2t} = dikte grond tussen ontgravings- en opbarstniveau bij bovenste trap	FT=	factor Boussinesq bovenste trap
D2B=	d_{2b} = dikte grond tussen ontgravings- en opbarstniveau bij onderste trap	FB=	factor Boussinesq onderste trap
W=	waterkolom [m] boven punt wand	HGW=	grondwaterstand t.o.v. referentie (NAP)

definitie volgens Eurocode

De aandrijvende totale grondwaterdruk ($u_{dst;d}$) moet kleiner zijn dan de weerstandbiedende verticale grondspanning $\sigma_{stb;d}$. Of de kwelstroomkracht ($S_{dst;d}$) moet kleiner zijn dan het effectieve gewicht ($G'_{stb;d}$). Daarnaast moet de aandrijvende belastingen een veiligheidsfactor hebben van 1.5 indien deze veranderlijk is, de weerstandbiedende belastingen moeten worden vermenigvuldigd met een factor 0.9. Bij bezwijken door hydraulische grondbreuk wordt beoordeling van zowel totaalspanningen als korrelspanningen toegepast.

Voor ontgravingen de formule van Boussinesq gebruikt om het effect van naastliggende grond te berekenen. De formule van Boussinesq gaat uit van een symetrische ontgraving (gelijke taluds) en één ontgravingstrap. Daarnaast gaat de formule van Boussinesq uit dat de grond naast de sleuf tot grote afstand aanwezig is. Aanvullende berekeningen zijn noodzakelijk voor het effect van verschillende taluds (links en rechts), het effect van damwanden en het effect van twee trappen.

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

$$(2) f_{vierkant} = \frac{d_2^3}{\left(d_2^2 + \frac{(a+2b)^2}{\pi} \right)^{\frac{3}{2}}}$$

Toelichting (1) berekening verschillend talud links en rechts

Het effect van twee verschillende taluds (links en rechts), bijvoorbeeld talud 1:1 links en talud 1:2 rechts. Om het effect uit te rekenen moet de formule van Boussinesq worden toegepast bij talud 1:1 (uitkomst factor F van bijvoorbeeld 0.8) en bij talud 1:2 (uitkomst factor F van bijvoorbeeld 0.7). Vervolgens moet van elke berekening (formule Boussinesq) de factor F gedeeld worden door twee en de uitkomst van beide formules moet bij elkaar worden opgeteld, in dit voorbeeld: $0.8/2 + 0.7/2 = 0.4 + 0.35 = 0.75$, ofwel de conclusie is de factor F is 0.75 bij een talud van 1:1 links en 1:2 rechts.

Toelichting (2) berekening effect limiet (damwand)

Een limiet, bijvoorbeeld een verticale damwand, zorgt voor een snijvlak waardoor de grond achter de limiet geen neerwaartse druk (naastgelegen grond) kan realiseren. Om dit effect te berekenen wordt het volgende uitgevoerd per zijde (links of rechts van ontgraving). In het voorbeeld wordt de linkerzijde (van de bovenste trap) toegelicht. Eerst wordt de factor F uitgerekend talud 1:1, de factor F in het voorbeeld is 0.8, echter omdat dit een zijde betreft moet factor F worden gedeeld door twee, ofwel $F = 0.4$ voor de linkerzijde. De damwand is op bijvoorbeeld 4 m afstand, vervolgens moet een tweede berekening met behulp van Boussinesq worden uitgevoerd waarbij de bodembreedte 4 m groter is en het talud 1:0.0001, hieruit volgt een factor F van 0.2, ofwel (gedeeld door twee) 0.1 voor de linkerzijde, dit is de bodemdruk van achter de damwand (in het geval dat er geen limiet zou zijn), echter de damwand is een limiet, dus dit betekent dan 0.1 (factor F) niet meegeteld mag worden, ofwel factor F aan de linkerzijde is $0.4 - 0.1 = F = 0.3$.

Toelichting (3) berekening twee trappen

Bij de bovenste trap moet gerekend worden met de volgende parameters:

a= ATL en ATR

b= BT en (indien limiet) BT + CTL

d₂= D2T

Bij de onderste trap moet gerekend worden met de volgende parameters:

a= ABL en ABR

b= BB en (indien limiet) BB + CBL

d₂= D2B

Toelichting (4) grondverbetering

Het toepassen van een grondverbetering gebeurt beneden het ontgravingsniveau. Stel een ontgravingsniveau van NAP - 5 m is noodzakelijk. Een grondverbetering van 0,5 m wordt toegepast. De aanwezige bodem heeft een volumiek gewicht van 14 kN/m³ en de grondverbetering heeft een volumiek gewicht van 18 kN/m³. In dit voorbeeld zal 0,5 m x 18 kN/m³ aangebracht worden en 0,5 m x 14 kN/m³ worden verwijderd. Effectief is de toename neerwaartse druk = $0,5 \times 18 - 0,5 \times 14 = 9 - 7 = 2 \text{ kN/m}^2$.

Toelichting (5) veiligheidsfactor

De veiligheidsfactor voor een hydraulische grondbreuk berekening wordt voorgeschreven in de Eurocode NEN9997-1+c1:2012. De Eurocode schrijft voor om het volumiek gewicht van de bodem te vermenigvuldigen met 0.9 en de waterdruk te vermenigvuldigen met 1.0 (blijvende belasting) of 1.5 (veranderlijke belasting). De waterdruk kan (indien een meetreeks beschikbaar is) bepaald worden met een "maatgevend hoogste grondwaterstand"-analyse (normaliter gemiddelde grondwaterstand + 2 keer standaarddeviatie).

Bij gebruik making van tabel 2.b - Karakteristieke waarden van grondeigenschappen in de Eurocode NEN9997-1+c1:2012, wordt gesteld dat de representatieve waarden (bijvoorbeeld 20 kN/m³ voor zand, vast, verzadigd) het representatief gemiddelde is. De standaarddeviatie is aangenomen op 2,5% van het representatief gemiddeld, indien er voldoende steekmonsters zijn dan wordt de standaarddeviatie uitgerekend. Bij een standaarddeviatie welke gelijk is aan 2,5% van het representatief gemiddelde is de kans op overschrijding 0.5 % (gemiddelde minus 4x standaarddeviatie) bij veiligheidsfactor 1.1 ($1 + 4 \times 0.025$). Een kans op overschrijding van 0.5% (1/200) wordt beschouwd als statistisch correct bij een veiligheidsfactor van 1.1.

Tot slot wordt in de eurocode een verschil gemaakt tussen permanente constructies en tijdelijke constructies (zoals bouwput). De aandrijvende belasting moet vermenigvuldigd worden met factor 1.5, 1.6 of 1.7 (bij RC1, RC2 of RC3). Ontgravingsdieptes tot 2 m vallen onder RC1, dieper valt onder RC2 en indien het project gelegen in een trillingrijk gebied (bijvoorbeeld aardbevingen zijn mogelijk) dan wordt gerekend met RC3.

Toelichting (6) berekening hydraulische grondbreuk

Als voorbeeld wordt hieronder een berekening toegelicht. In dit voorbeeld geldt volumiek gewicht grondverbetering = 20 kN/m³.

Het ontgravingsniveau is NAP - 3,0 m (bovenste trap NAP - 2,0 m). De rechter 5 kolommen betreffen 5 verschillende diepten van een waterremmende wand, bijvoorbeeld "HW-5" is een puntdiepte op NAP - 5 m of "HW-11" is een puntdiepte op NAP - 11 m. In de 5 rechter kolommen wordt de grondspanning op damwandpunt niveau uitgerekend.

grondbeschrijving	y (σ) [kN/m ³]	top [m+REF]	type	ft [m]	fb [m]	d _{2b} [m]	gvb [m]	HW -5 [m+REF]	HW -7 [m+REF]	HW -9 [m+REF]	HW -11 [m+REF]	HW -13 [m+REF]
zand, matig fijn, zwak silthoudend, lo	17 (0,43)	0,20	WVL1	2,2	1	0	1	24,39	27,31	29,12	30,29	30,95
klei, sterk zandig, slap	15 (0,38)	-4,00		0	0	0	0,05	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
veen, gemiddelde doorlatendheid	11 (0,28)	-4,05		0	0	0	0,05	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
klei, sterk zandig	18 (0,45)	-4,10		0	0	1,5	1,4	18,00	55,00	55,00	55,00	55,00
zand, matig fijn, sterk silthoudend	20 (0,5)	-7,00	WVL2	0	0	3	0	0,00	0,00	40,00	60,00	60,00
klei, zwak zandig	18 (0,45)	-10,00		0	0	2,4	0	0,00	0,00	0,00	18,00	43,20
U _z ;d som y x d								44,39	84,31	126,12	165,29	199,15
U _z ;d som γ _σ x d								1,11	2,11	3,15	4,13	4,98
H _{gw-crit} [m+REF]								-1,01	0,59	2,35	3,88	4,92
H _{gw-tril-crit} [m+REF]								-2,34	-1,94	-1,43	-1,08	-1,05
d _{2t}								3	5	7	9	11
d _{2b}								2	4	6	8	10
ft								0,01215	0,03812	0,06709	0,09077	0,10688
fb								0,23143	0,34611	0,38878	0,40531	0,40873

Wanddiepte NAP - 5 m (HW-5)

De eerste regel (zand, matig fijn, zwak ...) is $2,2 \times 17(y) \times 0,012(ft) + 1 \times 17(y) \times 0,231(fb) + 0 \times 17(d_{2b}) + 1 \times 20(gvb) = 24,39 \text{ kN/m}^2$.

De tweede en derde regel (klei, sterk ... en veen,...) is $0 \times 17(y) \times 0,012(ft) + 0 \times 17(y) \times 0,231(fb) + 0 \times 17(d_{2b}) + 0,05 \times 20(gvb) = 1 \text{ kN/m}^2$.

De vierde regel (klei, ...) is $0 \times 17(y) \times 0,012(ft) + 0 \times 17(y) \times 0,231(fb) + 0 \times 17(d_{2b}) + 0,9 \times 20(gvb) = 18 \text{ kN/m}^2$. Opgemerkt wordt dat de onderkant van laag 4 gelegen is op NAP - 7 m, echter onderkant damwand is maatgevend (NAP - 5 m). Daarom is grondverbetering (ligt boven d_{2b}) NAP-4,1 m - NAP-5 m = 0,9 m dik (in plaats van 1,4 m dik). De laag d_{2b} is 0 m dik (omdat deze onder de grondverbetering zit).

De som van de grondspanning is 44,39 kN/m² op de diepte van het puntniveau van de damwanden (zonder veiligheidsfactoren). Met behulp van de standaarddeviatie (getal tussen haakjes in tweede kolom) is tevens de totale standaarddeviatie van de deklaag berekend, dit is 1,11 kN/m². De rekenwaarde grondspanning $44,39 - 4 \times 1,11 = 39,95 \text{ kN/m}^2$. De kritieke grondwaterstand is NAP - 5 m + $39,95/10 = \text{NAP} - 1,01 \text{ m}$. Bij trillingen is de kritieke grondwaterstand $\text{NAP} - 5 \text{ m} + 39,95/(10 \times 1,5) = \text{NAP} - 2,34 \text{ m}$.

berekening diepte wand door afsluiting

	top [m+REF]	σ _{top} [m+REF]	bodem [m+REF]	σ _{bodem} [m+REF]	top;d [m+REF]	bodem;d [m+REF]	overlap [m]	Hw [m+REF]	faalmechanisme grondbreuk bij...	
									lek wand	opbarsten
WVL1	-0,3	0,4	-3,1	0,8	0,5	-4,7	0,5	-5,2	ja	nee
WVL2	-8,0	1,0	-10,0	0,0	-6,0	-10,0	0,5		nee	nee
WVL3	-12,8	0,3	-30,0	0,0	-12,3	-30,0	0,5		nee	nee
WVL4										
WVL5										

Indien de bovenkant van een watervoerende laag gelegen is beneden het ontgravingsniveau, dan zal de bodem eerst moeten opbarsten voordat hydraulische grondbreuk kan optreden. Bij meerdere onderzoeken zal de boven- en onderkant van de lagen statistisch bepaald worden daarbij geldt bijvoorbeeld voor de bovenkant top;d

(rekenwaarde) = top + σ_{top}. Er is bepaald tot welke diepte de damwand geplaatst moet worden (8e kolom) om afsluiting te realiseren. Maatgevend is het laagst gedrukte getal.

berekening/toets kwelstroom

De kwelstroom wordt getoetst met behulp van het kritiek verhang (i-crit op rekenblad).

	Hgw [m+REF]	Hgw-Hb [m]	Hw [m+REF]	Hw-tril [m+REF]
WVL1	-0,63	2,37	-5,37	-6,56
WVL2	-0,63	2,37	-5,37	-6,56
WVL3	-0,85	2,15	-5,15	-6,23

Bij watervoerende laag 1 is Hgw-Hb gelijk aan 2,37 m. Bij i-crit = 1:1 moet de wand tot tenminste NAP - 5,37 m (NAP-6,56 m bij trillingen) worden geplaatst.

Project : kelder te Abcoude
Projectnummer : 139101171
Bemaling : kelder
Bodemprofiel : sondering 2
Datum : 15-1-2018
Bemalingsduur : 90 dagen

input bodemopbouw	top [m+NAP]	k _h [m/dag]	k _v [m/dag]	type	S of μ	kD [m ² /dag]	R of λ
deklaag	-2,56	10	1	onverzadigd	0,3		
watervoerende laag 1	-2,9	10	1	freatisch	0,3	1	8
slecht doorlatende laag 1	-3	0,0266667	0,0133333	onverzadigd	0,15		
watervoerende laag 2	-4,5	0,027~45	0,013~9	freatisch	0,15	7537,5	1430
slecht doorlatende laag 2	-172	0,1	0,01	slecht doorlatend	0,000791		

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	B25G7177	-2,74	-2,9	-3,07	0,26	0,1	0
watervoerende laag 2	B25G0995	-2,88	-3,09	-3,3	3,27	3,06	2,85

input afmeting	minimaal	maximaal
lengte bouwput [m]	16	16
breedte bouwput [m]	12	16
diepte bouwput [m+NAP]	-5,85	-5,85

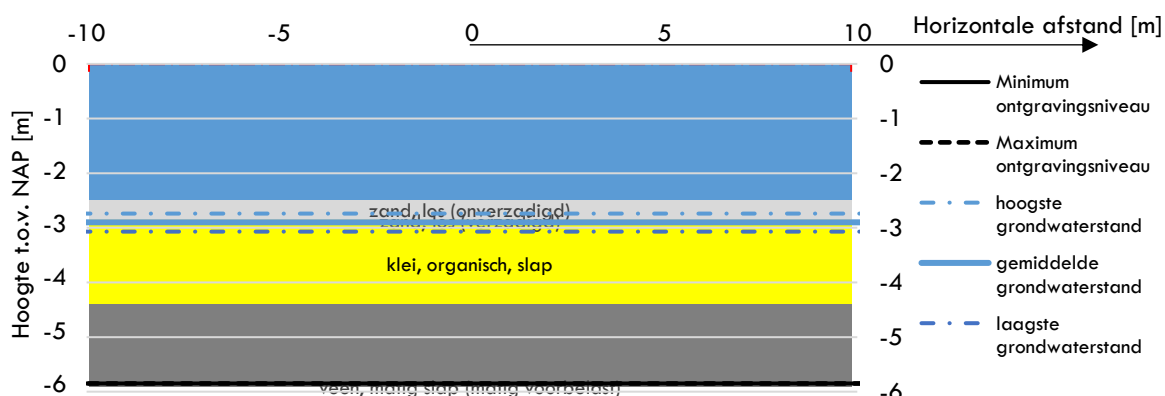
$$(1) \Delta h_w = \frac{Q_0}{2\pi \times k \times D} \times \ln \frac{R}{r}$$

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

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	6	2		ja	26	10	
watervoerende laag 2	Thiem	33538	31384	29230	ja	2819	2638	2457

output debiet	Q _{watervergunning}		Q _{bemalingsinstallatie}		Totale hoeveelheid onttrokken grondwater bij 90 dagen	
	[m³/uur]	[m³/dag]	[m³/uur]	[m³/dag]	maximaal [m³]	minimaal [m³]
watervoerende laag 1	0	10	1	26	2340	
watervoerende laag 2	110	2638	117	2819	253710	221130



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 : kelder te Abcoude
Projectnummer : 139101171
Bemaling : grondverbetering
Bodemprofiel : sondering 2
Datum : 15-1-2018
Bemalingsduur : 7 dagen

input bodemopbouw	top [m+NAP]	k _h [m/dag]	k _v [m/dag]	type	S of μ	kD [m ² /dag]	R of λ
deklaag	-2,56	10	1	onverzadigd	0,3		
watervoerende laag 1	-2,9	10	1	freatisch	0,3	1	8
slecht doorlatende laag 1	-3	0,0266667	0,0133333	onverzadigd	0,15		
watervoerende laag 2	-4,5	0,027~45	0,013~9	freatisch	0,15	7537,5	1430
slecht doorlatende laag 2	-172	0,1	0,01	slecht doorlatend	0,000791		

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	B25G7177	-2,74	-2,9	-3,07	0,26	0,1	0
watervoerende laag 2	B25G0995	-2,88	-3,09	-3,3	3,77	3,56	3,35

input afmeting	minimaal	maximaal
lengte bouwput [m]	16	16
breedte bouwput [m]	12	16
diepte bouwput [m+NAP]	-6,35	-6,35

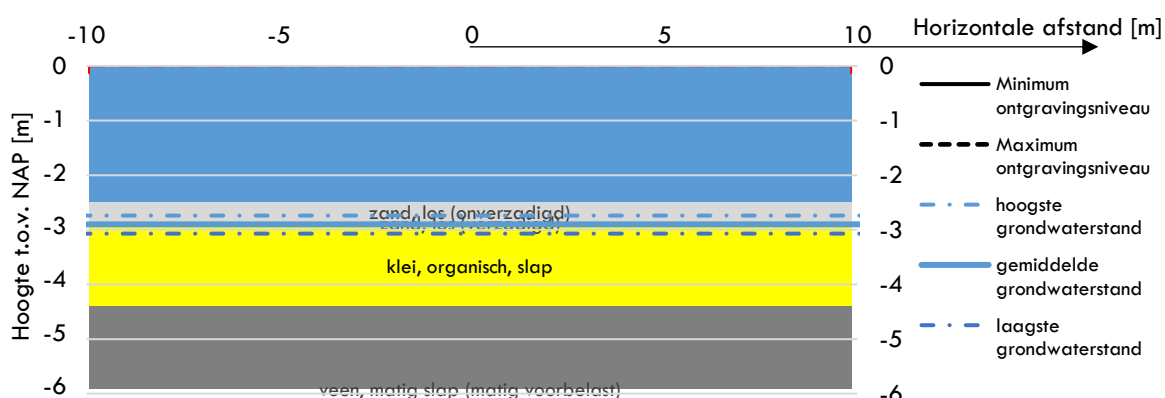
$$(1) \Delta h_w = \frac{Q_0}{2\pi \times k \times D} \times \ln \frac{R}{r}$$

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

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	6	2		ja	26	10	
watervoerende laag 2	Thiem	38666	36512	34358	ja	3250	3069	2888

output debiet	Q _{watervergunning}		Q _{bemalingsinstallatie}		Totale hoeveelheid onttrokken grondwater bij 7 dagen	
	[m³/uur]	[m³/dag]	[m³/uur]	[m³/dag]	maximaal [m³]	minimaal [m³]
watervoerende laag 1	0	10	1	26	182	
watervoerende laag 2	128	3069	135	3250	22750	20216



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

Bijlage 4 – Tekeningen project en omgeving



Let op: wapening leggen in de zone tussen de pijltjes !!

Let op:
Keldervloer langs rechter zijgevel zo ver als in het werk mogelijk naar buiten brengen, doch niet verder dan aangegeven hier op de tekening.
Positie stekken aan deze zijde mee aanpassen aan uiteindelijke positie van de kelderwand !!

Aanvullende detaileringswijzen wapening zie NEN-EN 1992-1-1+C2:2011/NB:2011 hoofdstuk 8 en 9.

Overlappingslijsten voor rechte staren conform NEN-EN 1992-1-4+C2:2010 NB										Beem C2025	
Staf					Staf						
Dekking op staf met goede aanhechting in mm					Dekking op staf met slechte aanhechting in mm						
Ø6	300	300	300	300	Ø6	150	200	250	300	300	300
Ø6	420	420	420	420	Ø6	420	420	420	420	420	420
Ø8	400	440	395	395	Ø8	360	505	565	565	565	565
Ø10	380	440	385	385	Ø10	340	485	545	545	545	545
Ø12	360	420	365	365	Ø12	300	465	525	525	525	525
Ø16	300	300	300	300	Ø16	200	200	200	200	200	200
Ø20	140	155	135	135	Ø20	100	100	100	100	100	100
Ø25	120	130	105	105	Ø25	80	80	80	80	80	80
Ø32	100	110	85	85	Ø32	60	60	60	60	60	60
Ø40	80	90	65	65	Ø40	40	40	40	40	40	40
Ø50	60	70	45	45	Ø50	30	30	30	30	30	30
Ø63	40	50	30	30	Ø63	20	20	20	20	20	20
Ø80	30	40	20	20	Ø80	10	10	10	10	10	10
Ø100	20	30	10	10	Ø100	10	10	10	10	10	10
Ø125	10	20	5	5	Ø125	5	5	5	5	5	5
Ø160	5	10	2	2	Ø160	2	2	2	2	2	2
Ø200	5	10	2	2	Ø200	2	2	2	2	2	2
Ø250	5	10	2	2	Ø250	2	2	2	2	2	2
Ø315	5	10	2	2	Ø315	2	2	2	2	2	2
Ø400	5	10	2	2	Ø400	2	2	2	2	2	2
Ø500	5	10	2	2	Ø500	2	2	2	2	2	2
Ø630	5	10	2	2	Ø630	2	2	2	2	2	2
Ø800	5	10	2	2	Ø800	2	2	2	2	2	2
Ø1000	5	10	2	2	Ø1000	2	2	2	2	2	2
Ø1250	5	10	2	2	Ø1250	2	2	2	2	2	2
Ø1600	5	10	2	2	Ø1600	2	2	2	2	2	2
Ø2000	5	10	2	2	Ø2000	2	2	2	2	2	2
Ø2500	5	10	2	2	Ø2500	2	2	2	2	2	2
Ø3150	5	10	2	2	Ø3150	2	2	2	2	2	2
Ø4000	5	10	2	2	Ø4000	2	2	2	2	2	2
Ø5000	5	10	2	2	Ø5000	2	2	2	2	2	2
Ø6300	5	10	2	2	Ø6300	2	2	2	2	2	2
Ø8000	5	10	2	2	Ø8000	2	2	2	2	2	2
Ø10000	5	10	2	2	Ø10000	2	2	2	2	2	2
Ø12500	5	10	2	2	Ø12500	2	2	2	2	2	2
Ø16000	5	10	2	2	Ø16000	2	2	2	2	2	2
Ø20000	5	10	2	2	Ø20000	2	2	2	2	2	2
Ø25000	5	10	2	2	Ø25000	2	2	2	2	2	2
Ø31500	5	10	2	2	Ø31500	2	2	2	2	2	2
Ø40000	5	10	2	2	Ø40000	2	2	2	2	2	2
Ø50000	5	10	2	2	Ø50000	2	2	2	2	2	2
Ø63000	5	10	2	2	Ø63000	2	2	2	2	2	2
Ø80000	5	10	2	2	Ø80000	2	2	2	2	2	2
Ø100000	5	10	2	2	Ø100000	2	2	2	2	2	2
Ø125000	5	10	2	2	Ø125000	2	2	2	2	2	2
Ø160000	5	10	2	2	Ø160000	2	2	2	2	2	2
Ø200000	5	10	2	2	Ø200000	2	2	2	2	2	2
Ø250000	5	10	2	2	Ø250000	2	2	2	2	2	2
Ø315000	5	10	2	2	Ø315000	2	2	2	2	2	2
Ø400000	5	10	2	2	Ø400000	2	2	2	2	2	2
Ø500000	5	10	2	2	Ø500000	2	2	2	2	2	2
Ø630000	5	10	2	2	Ø630000	2	2	2	2	2	2
Ø800000	5	10	2	2	Ø800000	2	2	2	2	2	2
Ø1000000	5	10	2	2	Ø1000000	2	2	2	2	2	2
Ø1250000	5	10	2	2	Ø1250000	2	2	2	2	2	2
Ø1600000	5	10	2	2	Ø1600000	2	2	2	2	2	2
Ø2000000	5	10	2	2	Ø2000000	2	2	2	2	2	2
Ø2500000	5	10	2	2	Ø2500000	2	2	2	2	2	2
Ø3150000	5	10	2	2	Ø3150000	2	2	2	2	2	2
Ø4000000	5	10	2	2	Ø4000000	2	2	2	2	2	2
Ø5000000	5	10	2	2	Ø5000000	2	2	2	2	2	2
Ø6300000	5	10	2	2	Ø6300000	2	2	2	2	2	2
Ø8000000	5	10	2	2	Ø8000000	2	2	2	2	2	2
Ø10000000	5	10	2	2	Ø10000000	2	2	2	2	2	2
Ø12500000	5	10	2	2	Ø12500000	2	2	2	2	2	2
Ø16000000	5	10	2	2	Ø16000000	2	2	2	2	2	2
Ø20000000	5	10	2	2	Ø20000000	2	2	2	2	2	2
Ø25000000	5	10	2	2	Ø25000000	2	2	2	2	2	2
Ø31500000	5	10	2	2	Ø31500000	2	2	2	2	2	2
Ø40000000	5	10	2	2	Ø40000000	2	2	2	2	2	2
Ø50000000	5	10	2	2	Ø50000000	2	2	2	2	2	2
Ø63000000	5	10	2	2	Ø63000000	2	2	2	2	2	2
Ø80000000	5	10	2	2	Ø80000000	2	2	2	2	2	2
Ø100000000	5	10	2	2	Ø100000000	2	2	2	2	2	2
Ø125000000	5	10	2	2	Ø125000000	2	2	2	2	2	2
Ø160000000	5	10	2	2	Ø160000000	2	2	2	2	2	2
Ø200000000	5	10	2	2	Ø200000000	2	2	2	2	2	2
Ø250000000	5	10	2	2	Ø250000000	2	2	2	2	2	2
Ø315000000	5	10	2	2	Ø315000000	2	2	2	2	2	2
Ø400000000	5	10	2	2	Ø400000000	2	2	2	2	2	2
Ø500000000	5	10	2	2	Ø500000000	2	2	2	2	2	2
Ø630000000	5	10	2	2	Ø630000000	2	2	2	2	2	2
Ø800000000	5	10	2	2	Ø800000000	2	2	2	2	2	2
Ø1000000000	5	10	2	2	Ø1000000000	2	2	2	2	2	2
Ø1250000000	5	10	2	2	Ø1250000000	2	2	2	2	2	2
Ø1600000000	5	10	2	2	Ø1600000000	2	2	2	2	2	2
Ø2000000000	5	10	2	2	Ø2000000000	2	2	2	2	2	2
Ø2500000000	5	10	2	2	Ø2500000000	2	2	2	2	2	2
Ø3150000000	5	10	2	2	Ø3150000000	2	2	2	2	2	2
Ø4000000000	5	10	2	2	Ø4000000000	2	2	2	2	2	2
Ø5000000000	5	10	2	2	Ø5000000000	2	2	2	2	2	2
Ø6300000000	5	10	2	2	Ø6300000000	2	2	2	2	2	2
Ø8000000000	5	10	2	2	Ø8000000000	2	2	2	2	2	2
Ø10000000000	5	10	2	2	Ø10000000000	2	2	2	2	2	2
Ø12500000000	5	10	2	2	Ø12500000000	2	2	2	2	2	2
Ø16000000000	5	10	2	2	Ø16000000000	2	2	2	2	2	2
Ø20000000000	5	10	2	2	Ø20000000000	2	2	2	2	2	2
Ø25000000000	5	10	2	2	Ø25000000000	2	2	2	2	2	2
Ø31500000000	5	10	2	2	Ø31500000000	2	2	2	2	2	2
Ø40000000000	5	10	2	2	Ø40000000000	2	2	2	2	2	2
Ø50000000000	5	10	2	2	Ø50000000000	2	2	2	2	2	2
Ø63000000000	5	10	2	2	Ø63000000000	2	2	2	2	2	2
Ø80000000000	5	10	2	2	Ø80000000000	2	2	2	2	2	2
Ø100000000000	5	10	2	2	Ø100000000000	2	2	2	2	2	2
Ø125000000000	5	10	2	2	Ø125000000000	2	2	2	2	2	2
Ø160000000000	5	10	2	2	Ø160000000000	2	2	2	2	2	2
Ø200000000000	5	10	2	2	Ø200000000000	2	2	2	2	2	2
Ø250000000000	5	10	2	2	Ø250000000000	2	2	2	2	2	2
Ø315000000000	5	10	2	2	Ø315000000000	2	2	2	2	2	2
Ø400000000000	5	10	2	2	Ø400000000000	2	2	2	2	2	2
Ø500000000000	5	10	2	2	Ø500000000000	2	2	2	2	2	2
Ø630000000000	5	10	2	2	Ø630000000000	2	2	2	2	2	2
Ø800000000000	5	10	2	2	Ø800000000000	2	2	2	2	2	2
Ø1000000000000	5	10	2	2	Ø1000000000000	2	2	2	2	2	2
Ø1250000000000	5	10	2	2	Ø1250000000000	2	2	2	2	2	2
Ø1600000000000	5	10	2	2	Ø1600000000000	2	2	2	2	2	2
Ø2000000000000	5	10	2	2	Ø2000000000000	2	2	2	2	2	2
Ø2500000000000	5	10	2	2	Ø2500000000000	2	2	2	2	2	2
Ø3150000000000	5	10	2	2	Ø3150000000000	2	2	2	2	2	2
Ø4000000000000	5	10	2	2	Ø4000000000000	2	2	2	2	2	2
Ø5000000000000	5	10	2	2	Ø5000000000000	2	2	2	2	2	2
Ø6300000000000	5	10	2	2	Ø6300000000000	2	2	2	2	2	2
Ø8000000000000	5	10	2	2	Ø8000000000000	2	2	2	2	2	2
Ø10000000000000	5	10	2	2	Ø10000000000000	2	2	2	2	2	2
Ø12500000000000	5	10	2	2	Ø12500000000000	2	2	2	2		

Keldervloer / balken	Betonkwaliteit C20/25 C20/25	Milieuklasse XC2 XC2	Staal Kwaliteit: B500B	
----------------------	------------------------------------	----------------------------	------------------------	--

Betonsamenstelling dient te voldoen aan de eisen volgens NEN-EN 206-1 / 197-1, E.e.a. gebaseerd op bijbehorende milieuklasse. Betonsamenstelling te bepalen door leverancier beton.

CONSTRUCTIEVE UITGAANGSPUNTEN	
Ontwerplevensduur (NEN-EN, tabel NB1 - 2.1)	
Gebouwtype	: niet in woongebouw gelegen woning
Gevelsclass	: I
Referentieperiode	: 50 jaar (ontwerplevensduur)
Windbelasting (NEN-EN 1991-1-4)	
- windricht.	: II
- terreincategorie	: 2 (onbebouwd gebied)

BEREKENINGEN DERDEN
Detail en/of onderdeelberekeningen dienen te zijn gebaseerd op de uitgangspunten / krachtsverdeling van de hoofdberekeningen van Expertling. Deze berekeningen en tekeningen dienen ter controle verstrekt te worden aan Expertling, de maker blijft ten alle tijden zelf verantwoordelijk voor de door hem gemaakte berekeningen en tekeningen.

Tekening 160408 OV-01 t/m OV-03	van AL Architectuur
met de d.d. 16-02-2017 is als onderlegger gebruikt voor de constructieve tekeningen.	



EXPERT
LIVING
IN NIEUW
AMSTERDAM

Experting
Marcellanilla 2
3025 GZ, Delhi.
info@expertnl.com | tel. 085-8554444 email: experting@verve.nl

Project : Nieuwbouw Woonhuis familie Feenstra te Abcoude

Onderdeel : **Wapening keldervloer + wanden**

Opdrachtnemer : fam. Feenstra
te Abcoude

Architect : AL Architectuur
te Zwolle

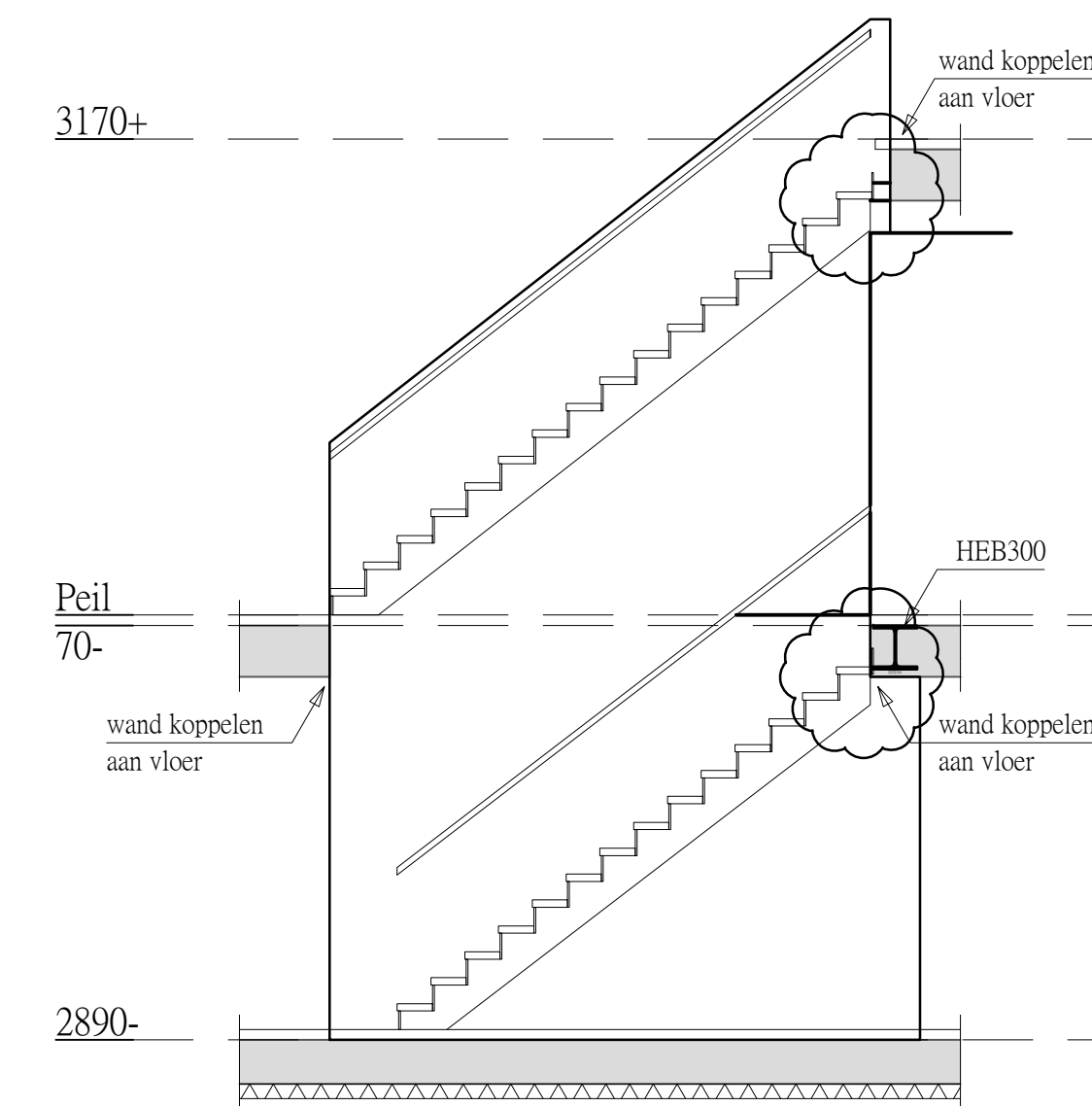
Datum : 06-04-2017 **Constructeur**: DR
Format : A0/ Tekenaar : PV

Tase : **UO-UO** **Tekeningnr.**

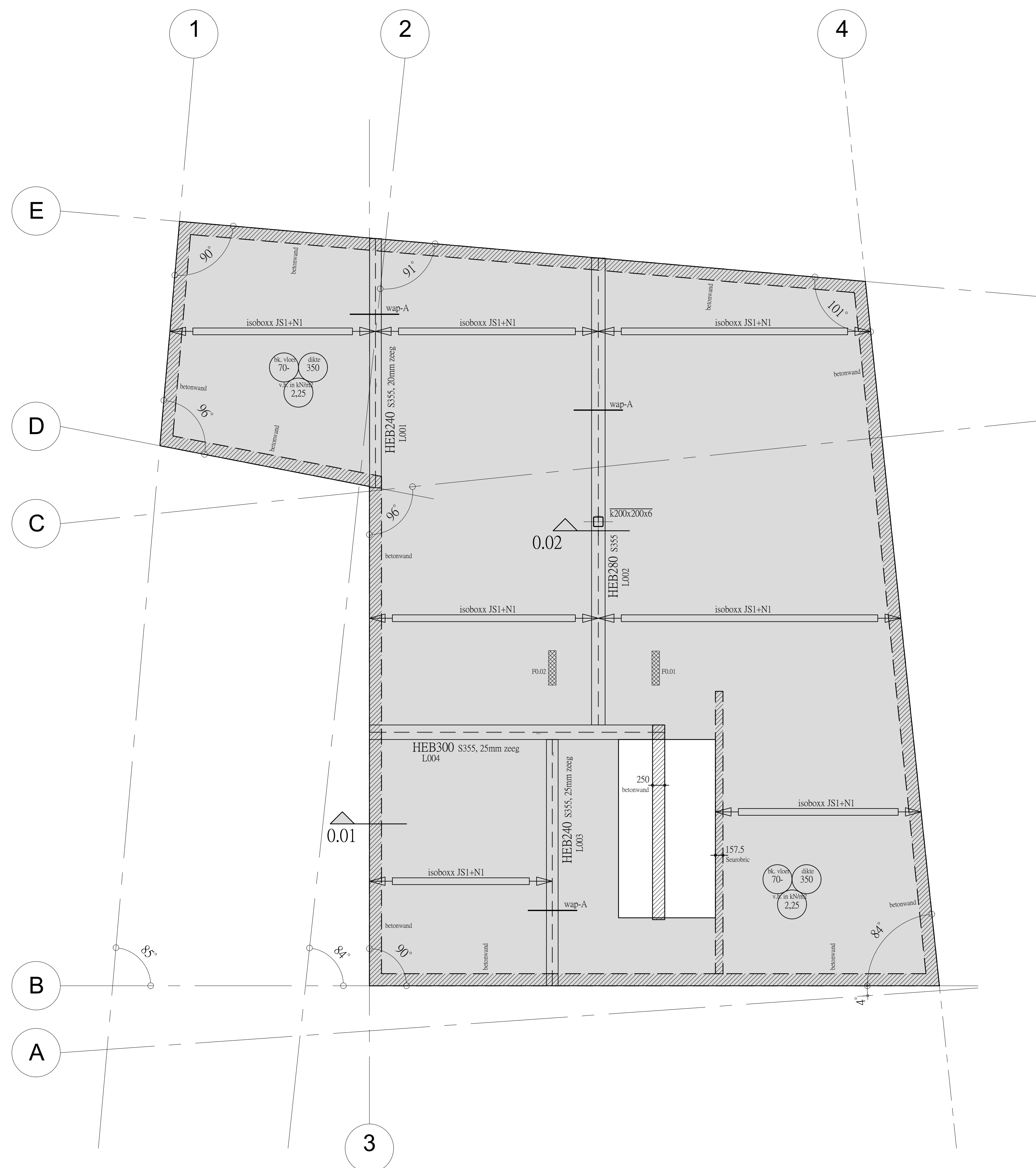
Wijziging: B
Wiz.datum: 30-09-2017
Tekenaar: MD
check: L 15/01/2018

Projectnr.
16191

Ter Controle



Aanzicht betonwand trap



Keldervloer

Kelderdek

LEGENDA	
F0.01	= Puntlast 84,4 kN (pb), 11,1 kN (vb)
F0.02	= Puntlast 52,6 kN (pb), 11,1 kN (vb)

LET OP: maximale korrelgrootte 16mm !!
t.p.v. Isoboxx vloeren en Smartbriq wanden


Betonsamenstelling dient te voldoen aan de eisen volgens NEN-EN 206-1 / 197-1. E.e.a. gebaseerd op bijbehorende milieuklasse. Betonsamenstelling te bepalen door leverancier beton.

Let op: in de wand (Smartbig) en vloerelementen (Isobox) beton met een maximale koraalfm. van Ø16mm toepassen, overige betonconstructie een maximale koraalfm. van Ø32mm toepassen.

OPMERKINGEN BETREFFENDE DRAGEND METSELWERK			
METSELWERK DRUKSTERKTE (uitgangspunt)	Genormaliseerde druksterkte stenen	Gemiddelde druksterkte mortel	Karakteristieke druksterkte
KALKZANDSTEEN CS12 lijmwerk	$f_b \geq 12,0 \text{ N/mm}^2$	$f_m \geq 12,5 \text{ N/mm}^2$	$f_k = 6,6 \text{ N/mm}^2$
- In dragende metselwerk wanden geen horizontale sleuven frezen.			

CONSTRUCTIEVE UITGANGSPUNTEN	
Ontwerplevensduur (NEN-EN, tabel NB1 - 2.1)	
Gebruiktype	: niet in woongebouw gelegen woning
Gevolgklasse	: 1
Referentieperiode	: 50 jaar (ontwerplevensduur)
Windbelasting (NEN-EN 1991-1-4)	
: windgebied	: II
: terreincategorie	: 2 (onbebouwd gebied)

Tekening 17.0104 OV-01 t/m OV-04	van AL Architectuur
met de d.d. 16-03-2017 is als onderlegger gebruikt voor de constructieve tekeningen.	

EXPERT
 LIVING
 IN
 QUALITY


Experting
 Marschallaan 2
 2625 GZ, Delft
 afdeling constructie : tel. 085-4854444 email: experting@vervest.nl

Project : Nieuwbouw Woonhuis familie Feenstra te Abcoude

Onderdeld : **Constructieschema - details onderbouw**

Opdrachtgever : fam. Feenstra te Abcoude	Datum : 06-04-2017	Constructiecurseur: DR
Architect : AL Architectuur te Zwolle	Format : A0	Tekeningnr.: PV
	Fase : UO-01	Tekeningr.: Status: 16191
		Ter Concreet



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:

TROUBLESHOOT ABCOUDE

opdrachtgever:

MOS

schaal:
N.V.T.

order:
13910117

tekeningnummer:
1

formaat:
A4

getekend:
EL

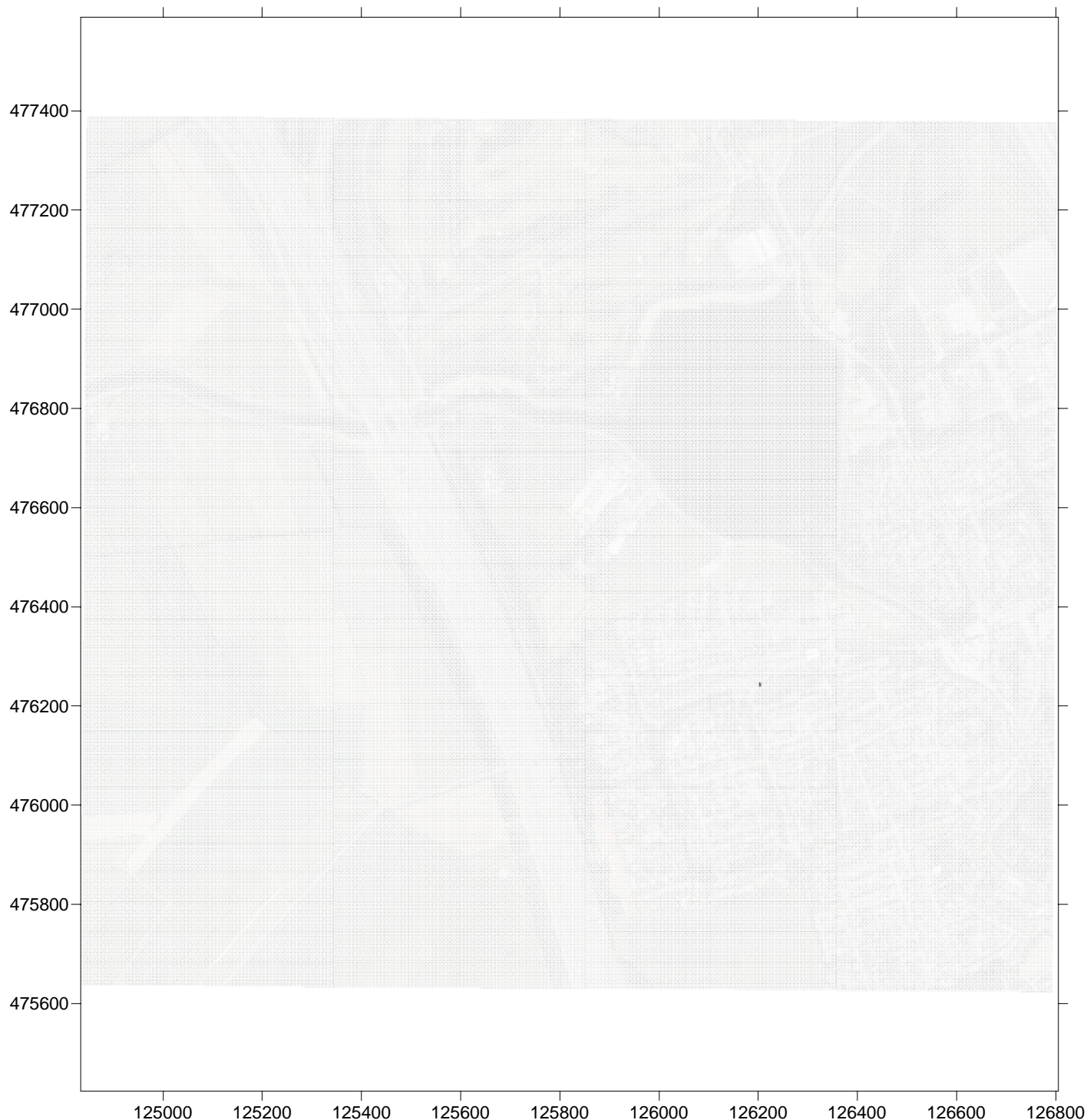
datum:
24-02-2018






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:
TROUBLESHOOT ABCOUDE
 opdrachtgever:
MOS

schaal:
 N.V.T.

order:
13910117

tekeningnummer:
2

formaat:
A4

getekend:
EL

datum:
24-02-2018









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

- | | |
|---|--|
|  Habitatrictlijn |  Vogelrichtlijn en Habitatrictlijn |
|  Vogelrichtlijn |  Vogelrichtlijn, Habitatrictlijn en Natuurbeschermingswet |
|  Habitatrictlijn en Natuurbeschermingswet | |
|  Vogelrichtlijn en Natuurbeschermingswet | |

omschrijving:
TROUBLESHOOT ABCOUDE
 opdrachtgever:
MOS

schaal:
 N.V.T.

order:
13910117

tekeningnummer:
3

formaat:
A4

getekend:
EL

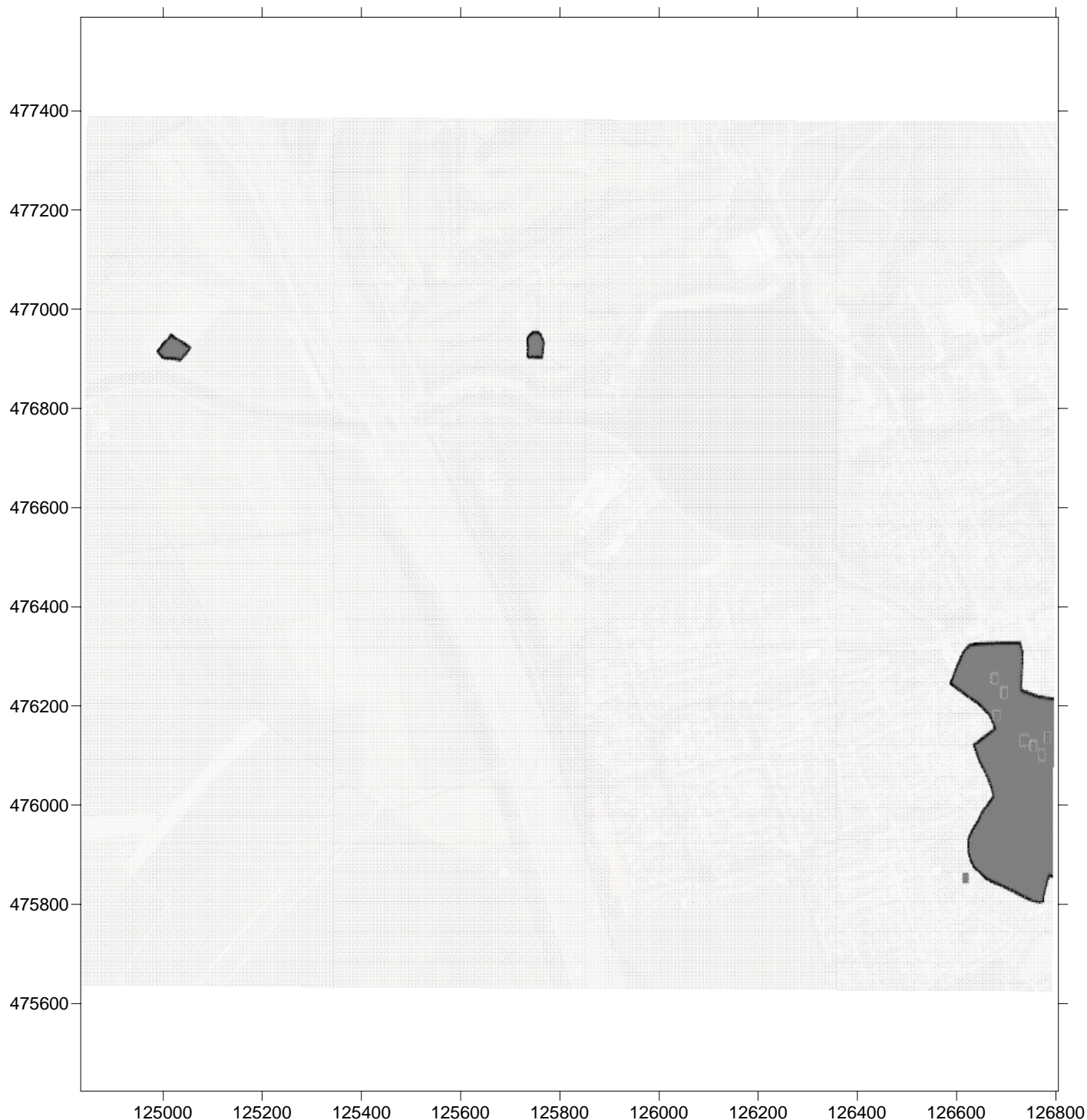
datum:
24-02-2018



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)

schaal:
N.V.T.

order:
13910117

tekeningnummer:
4

omschrijving:
TROUBLESHOOT ABCOUDE
opdrachtgever:
MOS

formaat:
A4

getekend:
EL

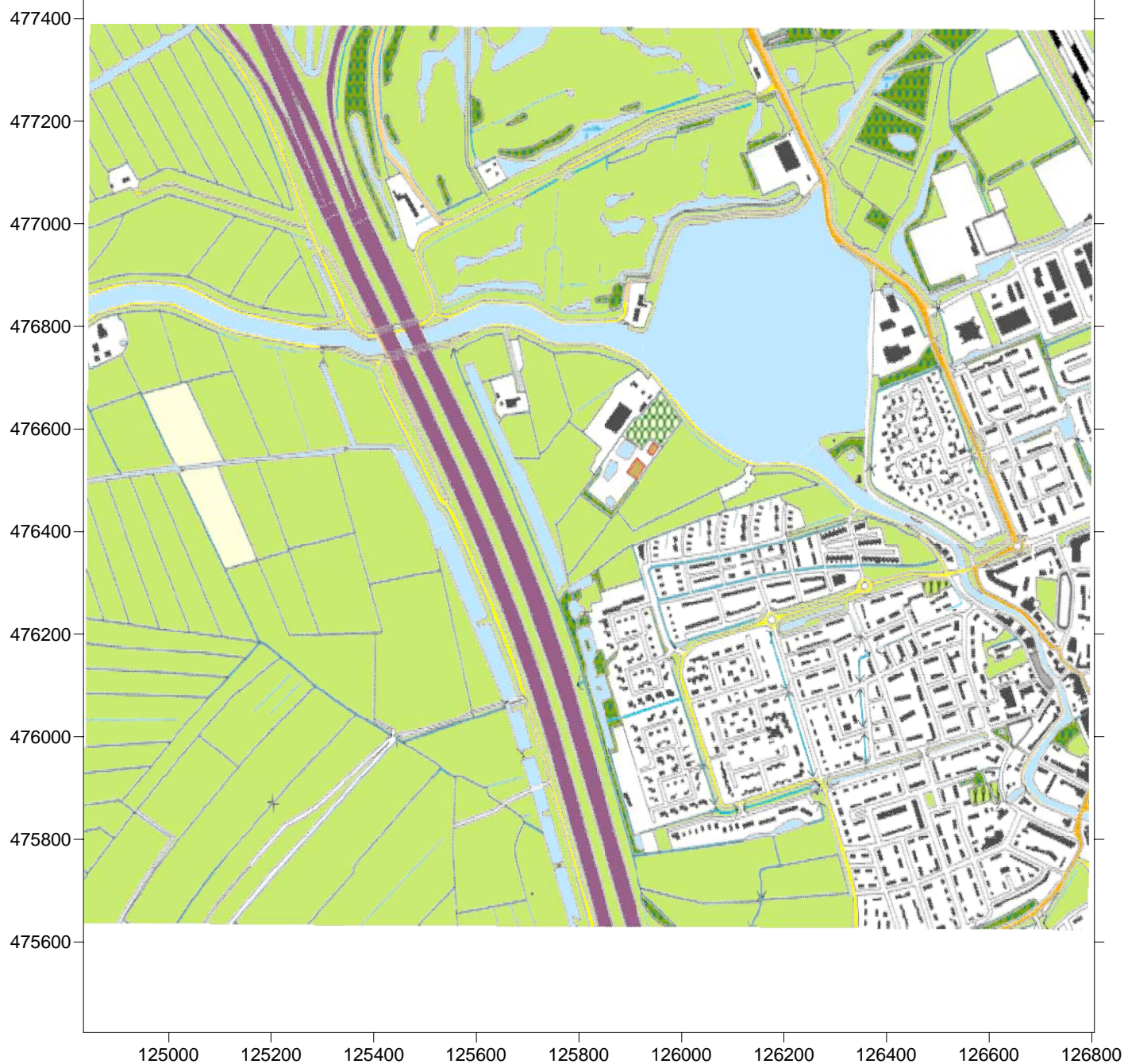
datum:
24-02-2018















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:

TROUBLESHOOT ABCOUDE

opdrachtgever:

MOS

schaal:
N.V.T.

order:
13910117

tekeningnummer:
5

formaat:
A4

getekend:
EL

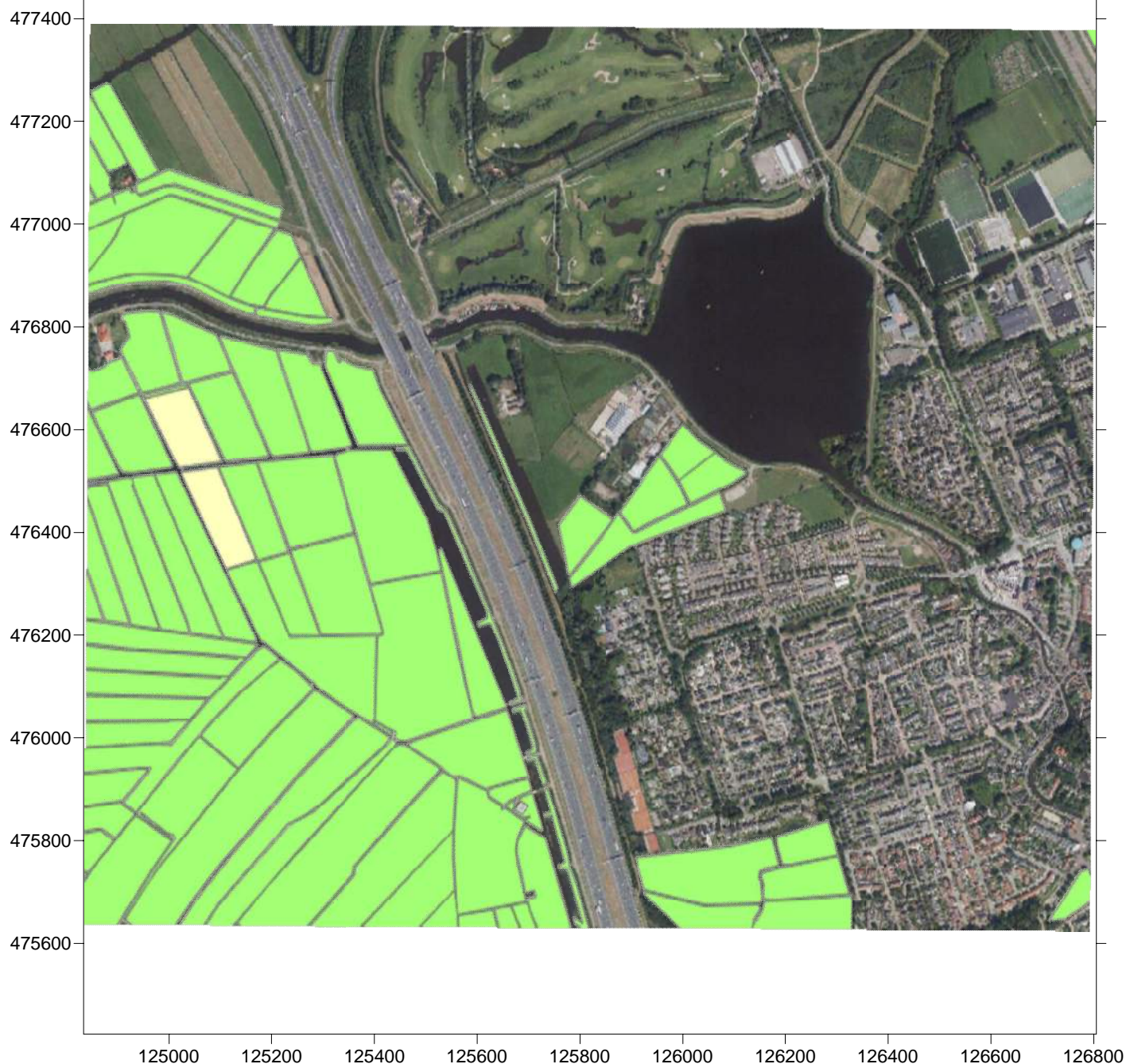
datum:
24-02-2018



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:
TROUBLESHOOT ABCOUDE
 opdrachtgever:
MOS

schaal:
 N.V.T.

order:
13910117

tekeningnummer:
6

formaat:
A4

getekend:
EL

datum:
24-02-2018



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:
TROUBLESHOOT ABCOUDE
 opdrachtgever:
MOS

schaal:
 N.V.T.

order:
13910117

tekeningnummer:
7

formaat:
A4

getekend:
EL

datum:
24-02-2018

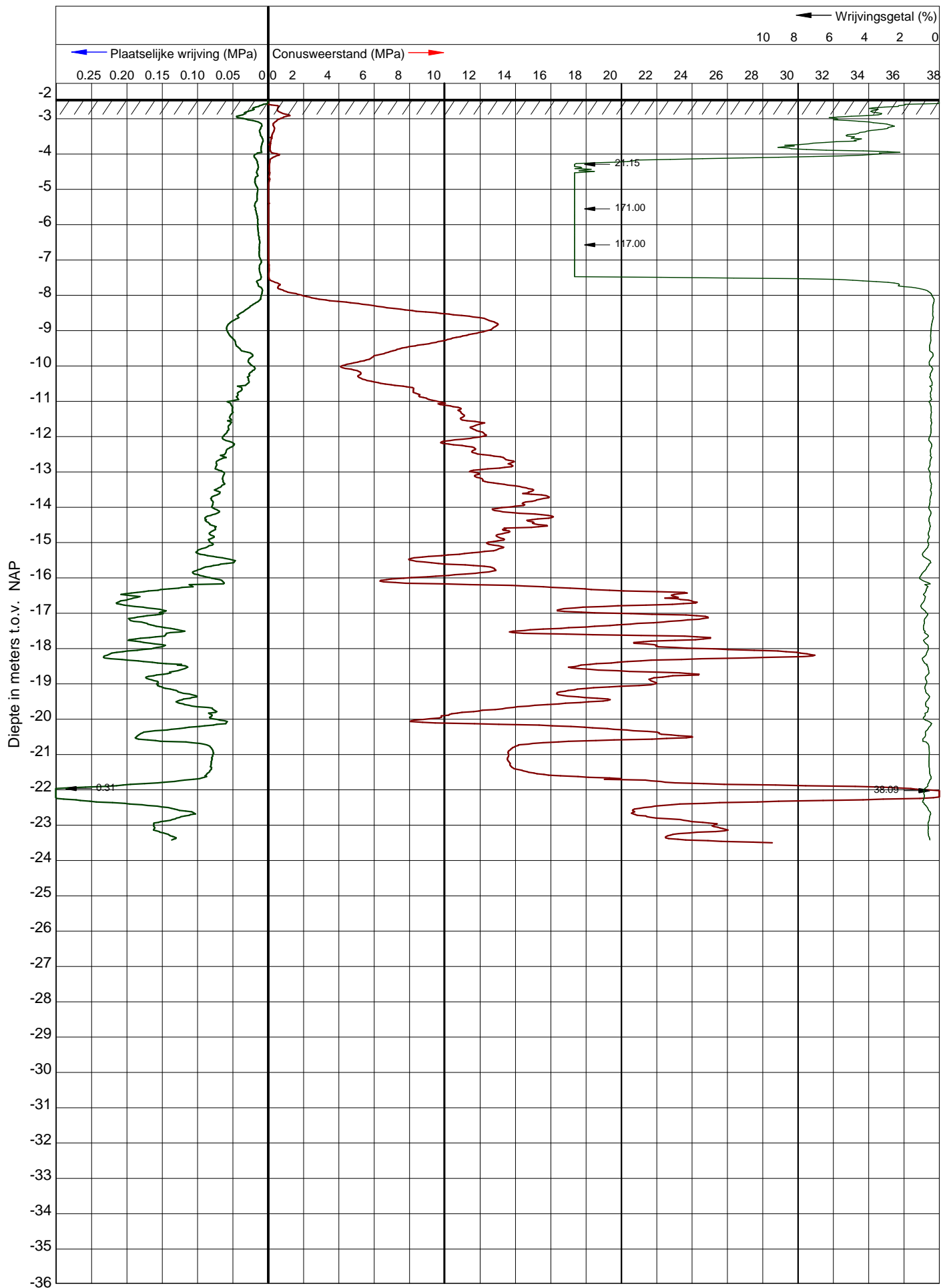


Loots Grondwatertechniek
independent guide for your dewatering site

Pedro de Medinalaan 1B
 1086XK Amsterdam

info@lootsgwt.com

Bijlage 5 – Grondonderzoeken



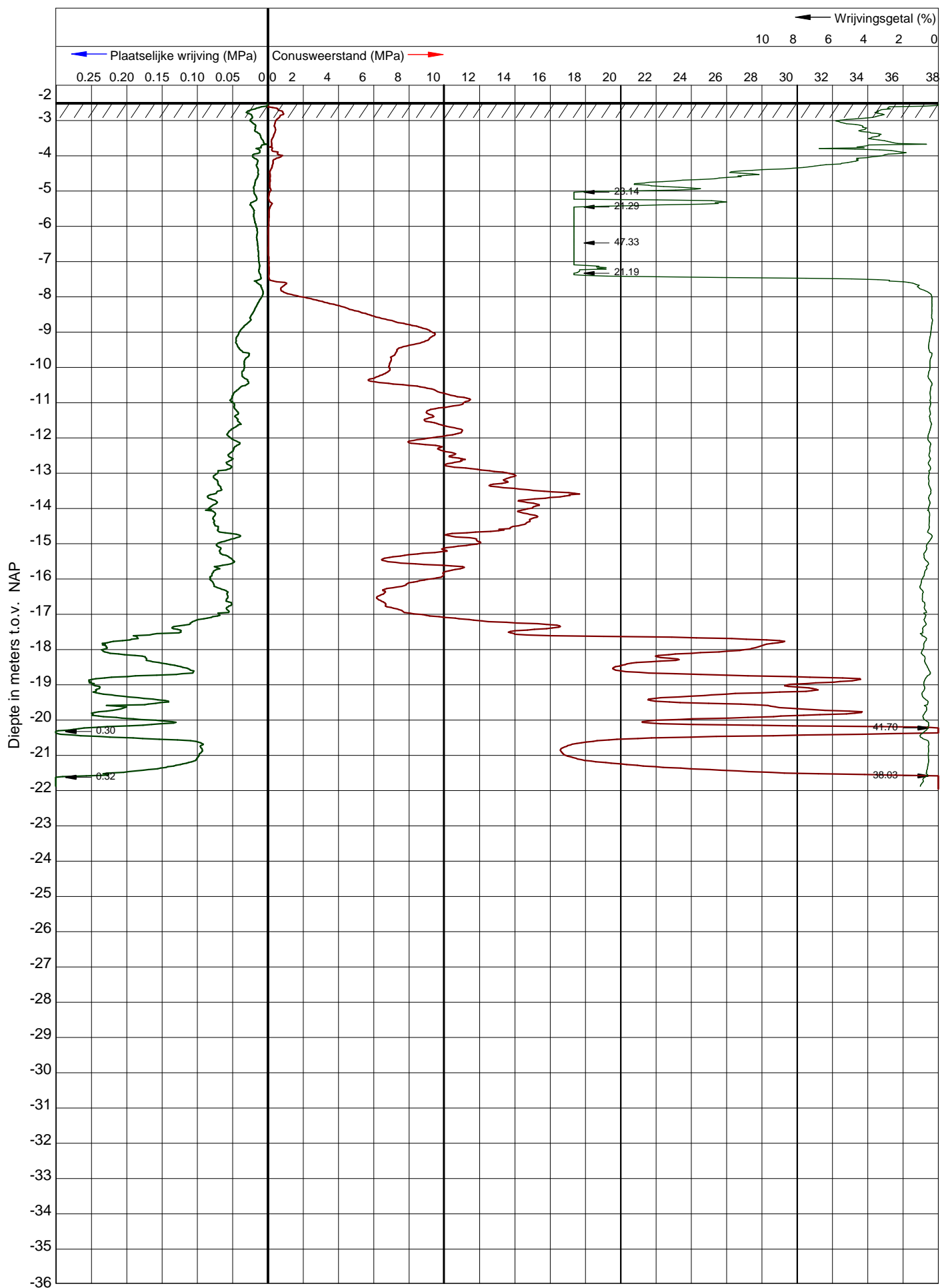
LANKELMA

INGENIEURSBUREAU

Nekkerweg 71, 1461 LG Zuidoostbeemster
Tel: 0299-433 316 Fax: 0299-439 826

Werknummer : 15126
Sonderingnr. : 2
Plaats : Abcoude
Straat : Molenwetering
Sondering volgens NEN 5140 klasse 2

Conus : 020702
Conustype : SUB-15
Datum : 18-8-2010
Maaiveld : -2.56 m. t.o.v. NAP
Opdrachtgever : Brouwer & Kok Constructeurs



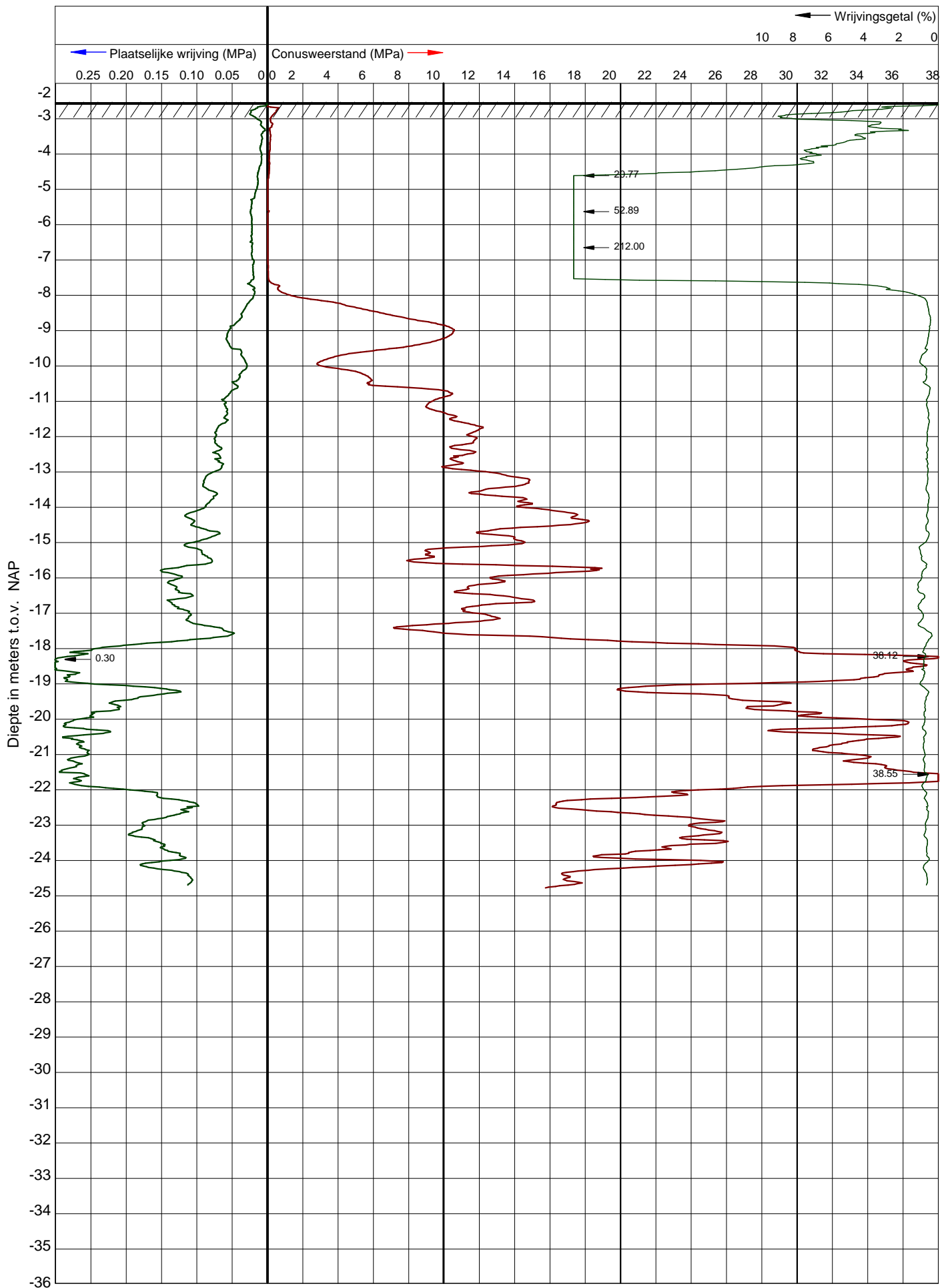
LANKELMA

INGENIEURSBUREAU

Nekkerweg 71, 1461 LG Zuidoostbeemster
Tel: 0299-433 316 Fax: 0299-439 826

Werknummer : 15126
Sonderingnr. : 3
Plaats : Abcoude
Straat : Molenwetering
Sondering volgens NEN 5140 klasse 2

Conus : 020702
Conustype : SUB-15
Datum : 18-8-2010
Maaiveld : -2.6 m. t.o.v. NAP
Opdrachtgever : Brouwer & Kok Constructeurs



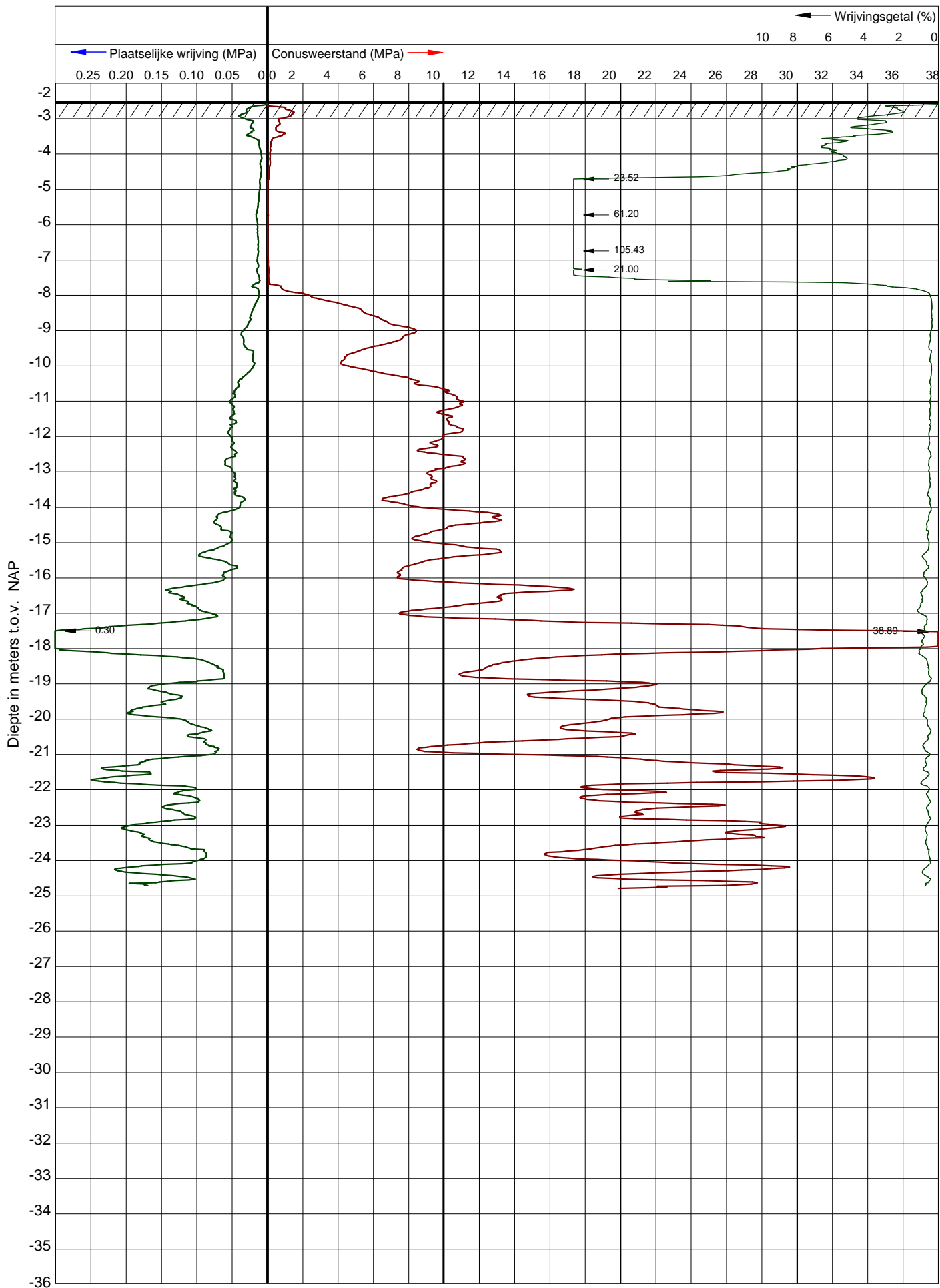
LANKELMA

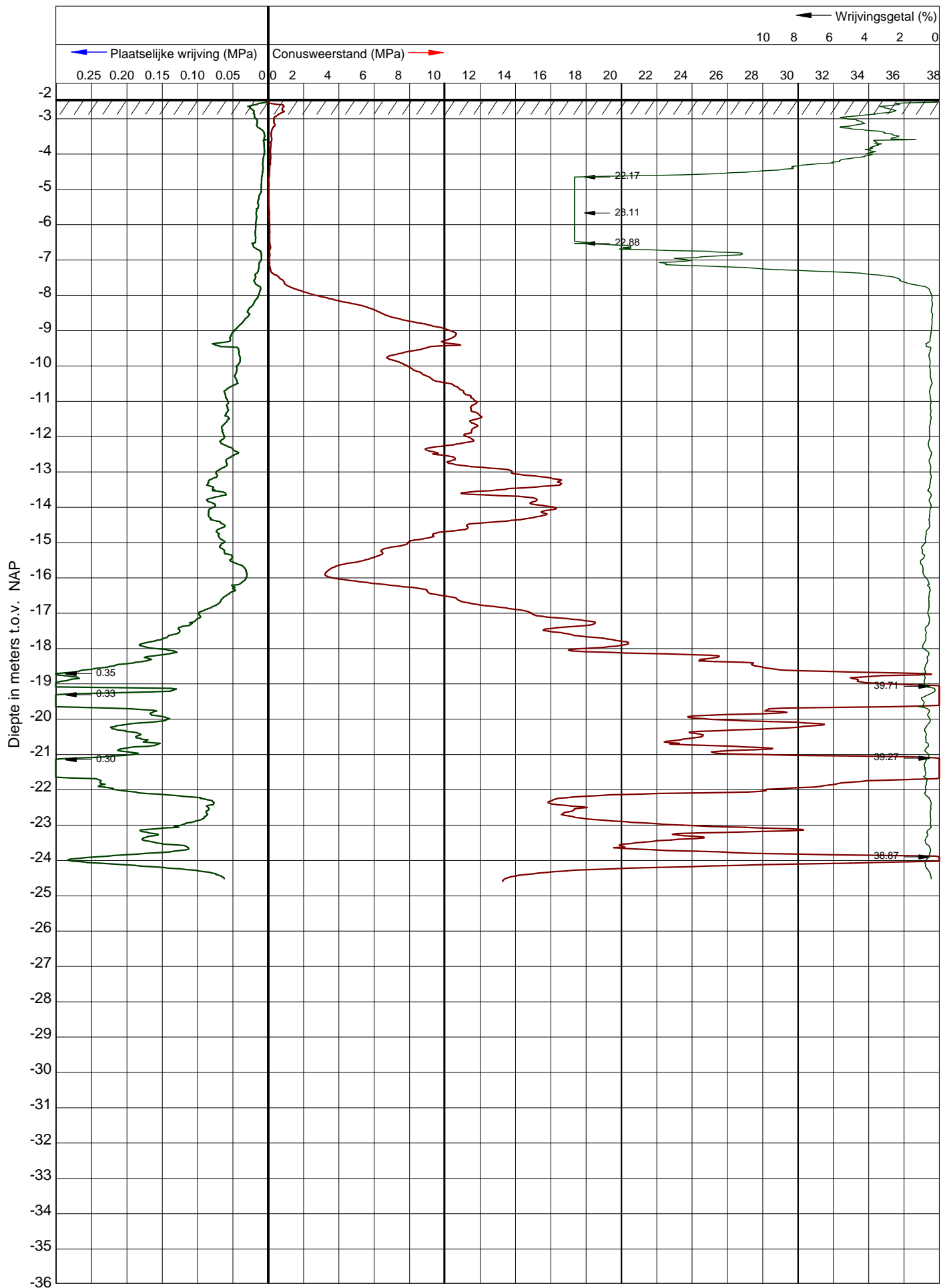
INGENIEURSBUREAU

Nekkerweg 71, 1461 LG Zuidoostbeemster
Tel: 0299-433 316 Fax: 0299-439 826

Werknummer : 15126
Sonderingnr. : 4
Plaats : Abcoude
Straat : Molenwetering
Sondering volgens NEN 5140 klasse 2

Conus : 020702
Conustype : SUB-15
Datum : 18-8-2010
Maaiveld : -2.59 m. t.o.v. NAP
Opdrachtgever : Brouwer & Kok Constructeurs

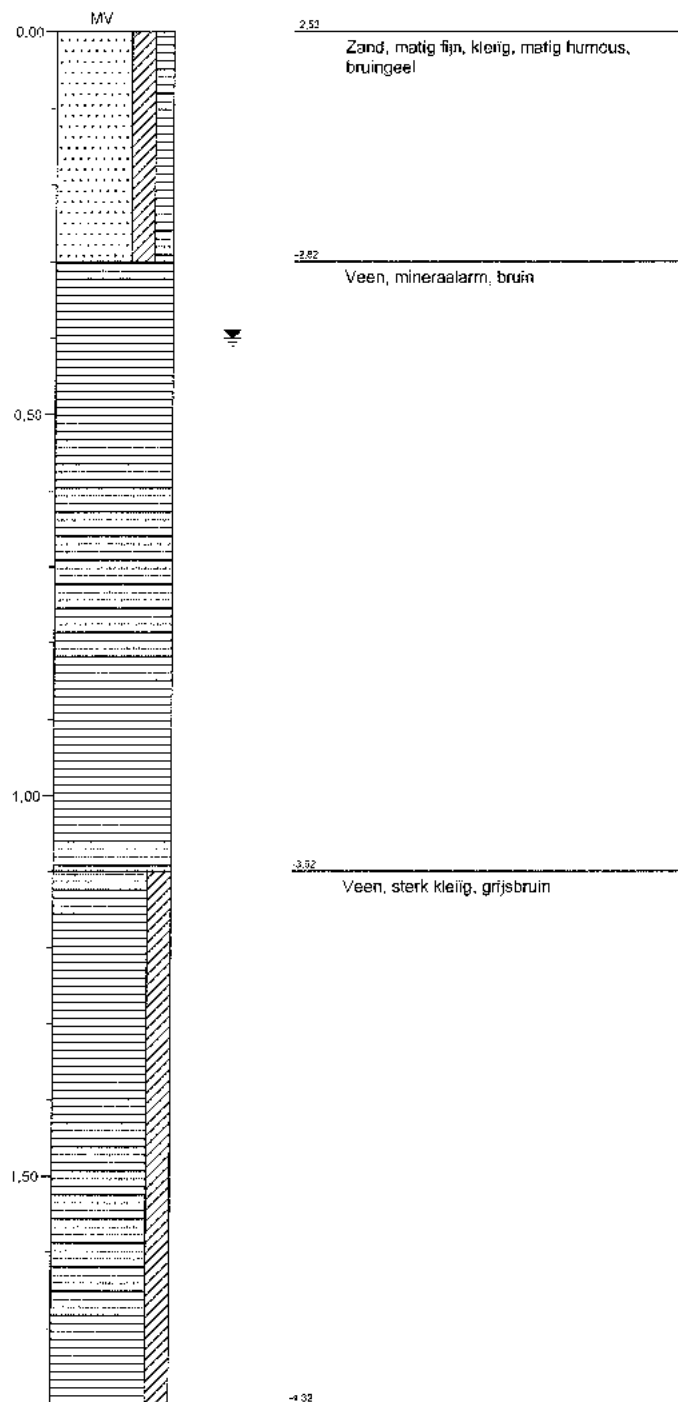




Voorboring bij sondering: 5

Uitvoeringsdatum: 18-08-2010

GWS: 40 cm-mv Maaiveldhoogte: -2,52 m t.o.v. N.A.P.



Schaal 1: 10

Locatie: Molenwetering - Abcoude

Werknummer: 09.15126 Opdrachtgever: Brouwer & Kok Constructeurs

getekend volgens NEN 5104

Legenda (conform NEN 5104)

grind

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

zand

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

veen

	Veen, mineraalarm
	Veen, zwak kleiig
	Veen, sterk kleiig
	Veen, zwak zandig
	Veen, sterk zandig

klei

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

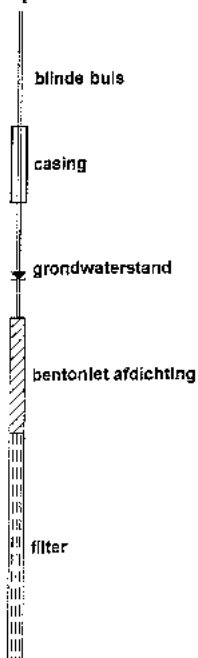
leem

	Leem, zwak zandig
	Leem, sterk zandig

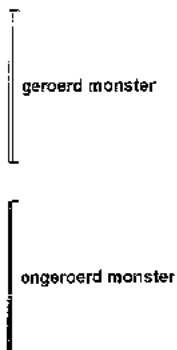
overige toevoegingen

	zwak humeus
	matig humeus
	sterk humeus
	zwak grindig
	matig grindig
	sterk grindig

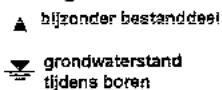
peilbuis



monsters



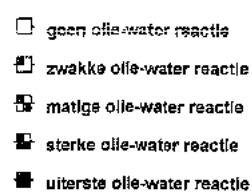
overig

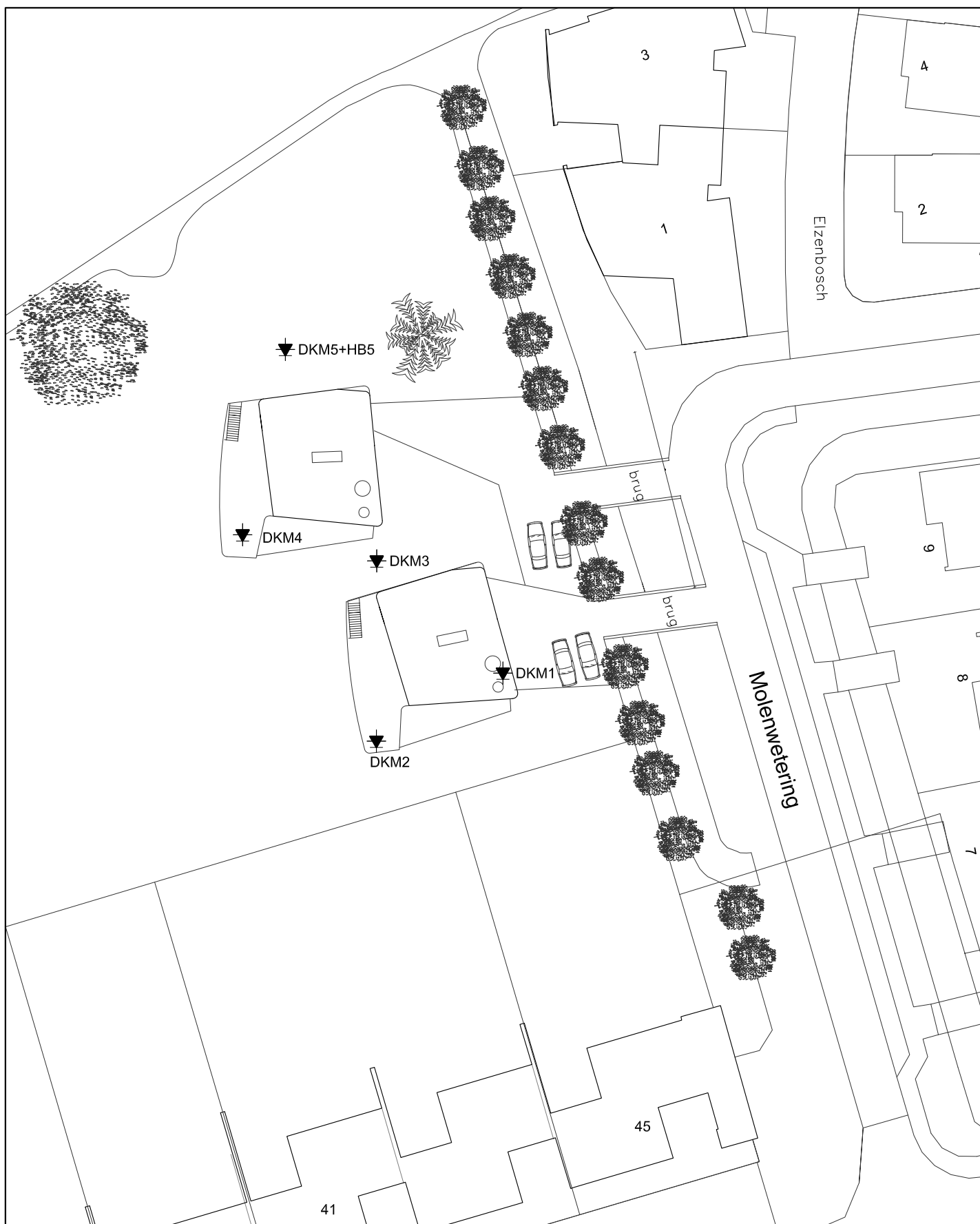


geur



olie





LEGENDA

▼ Diepsondering

▼ Diepsondering met plaatselijke wrijving

▼ Sondering eerder uitgevoerd

▼ Sondering niet uitgevoerd

⊕ Boring (HB)

⌘ Peilbuis (PB)



project :

Molenwetering
 Abcoude

locatie sonderingen en boring

Getekend: kmm

Schaal: 1:500

Datum: 31-08-2010

Gewijzigd:

Werknr.: 09.15126

Bijlage 6 – Grondwater eigenschappen

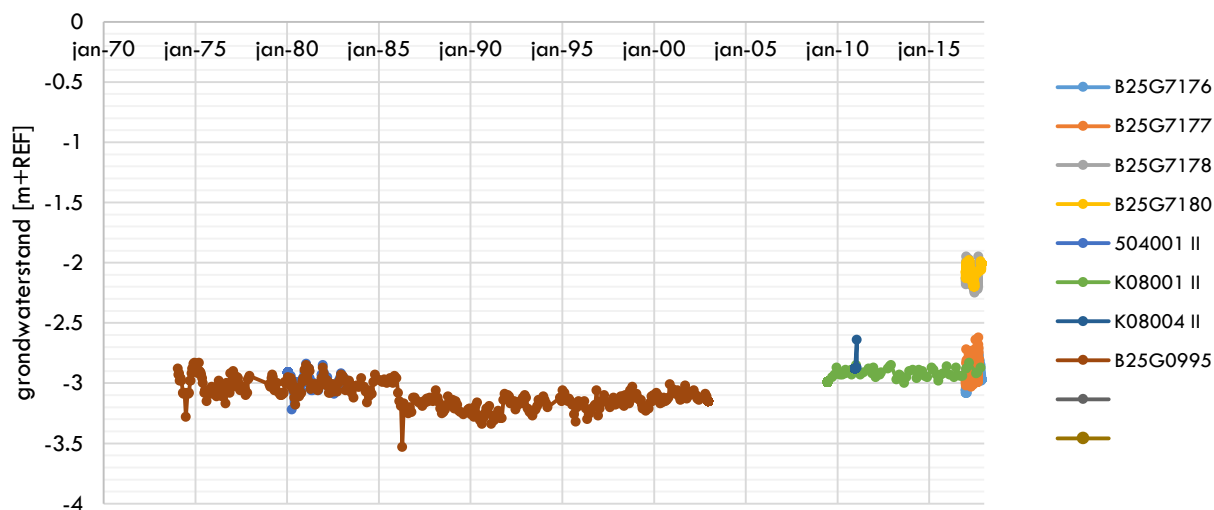
Deze bijlage bestaat uit de volgende onderdelen:

- 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.

groene cirkel=hoge grondwaterstand, gele driekhoek=gemiddelde grondwaterstand en rode ruit=lage grondwaterstand

REF=NAP

naam	B25G7176	B25G7177	B25G7178	B25G7180	504001 II	K08001 II	K08004 II	B25G0995
X-coördinaat	126454	126147	126306	126493	126437	126269	126453	126258
Y-coördinaat	476592	476346	476178	475735	477042	475902	476405	477278
maaveld [m+REF]	-2.01	-2.1	-1.21	-1.55	-2.12	-1.58	0.16	-2.58
bovenkant filter [m+REF]	-3.33	-3.03	-2.99	-3.63	-7.8	-8.09	-8.05	-20.43
onderkant filter [m+REF]	-4.33	-4.03	-3.99	-4.63	-8.8	-9.09	-9.05	-21.43
laatste meetjaar	2017	2017	2017	2017	1983	2017	2011	2002
laatste meting	-2.97	-2.83	-2.01	-2.01	-2.91	-2.99	-2.88	-3.15
totale meetperiode	0	0	0	0	3	8	1	28
aantal metingen	271	203	210	155	65	51	3	395
hoogste [hele reeks]	-2.72	-2.62	-1.95	-1.98	-2.84	-2.83	-2.64	-2.83
ghg [laatste 8 jaren]	-2.75	-2.65	-1.96	-1.98	-2.86	-2.84	-2.80	-3.02
hoog σ [hele reeks]	-2.83	-2.74	-2.01	-1.97	-2.87	-2.84		-2.88
gemiddelde [hele reeks]	-2.94	-2.90	-2.13	-2.09	-3.00	-2.91	-2.80	-3.09
gemiddelde [laatste 8 jaren]	-2.94	-2.90	-2.13	-2.09	-3.00	-2.91	-2.80	-3.14
laag σ [hele reeks]	-3.04	-3.07	-2.25	-2.20	-3.14	-2.99		-3.30
glg [laatste 8 jaren]	-3.08	-3.02	-2.24	-2.20	-3.15	-2.98	-2.80	-3.30
laagste [hele reeks]	-3.08	-3.03	-2.25	-2.20	-3.22	-3.00	-2.88	-3.53
σ [hele reeks]	0.05	0.08	0.06	0.06	0.07	0.04		0.10
januari	◆-3.03	◆-2.93	▲-2.09	●-2.06	●-2.92	●-2.87	●-2.76	●-3.04
februari					▲-2.96	▲-2.91		●-3.06
maart	▲-2.97	●-2.87	●-2.04	●-2.02	▲-2.97	▲-2.90		●-3.06
april	▲-2.96	◆-2.97	◆-2.16	▲-2.10	◆-3.07	◆-2.93		▲-3.09
mei	▲-2.94	▲-2.88	◆-2.15	◆-2.13	◆-3.06	◆-2.93		◆-3.12
juni	▲-2.94	◆-2.95	◆-2.19	◆-2.16	◆-3.04	▲-2.92		◆-3.15
juli	●-2.89	●-2.84	▲-2.12		◆-3.03	◆-2.95		◆-3.13
augustus	●-2.92	◆-2.93	◆-2.15	▲-2.09	◆-3.05	◆-2.94		◆-3.13
september	●-2.89	●-2.83	▲-2.11		◆-3.06	◆-2.92		▲-3.10
oktober	●-2.90			●-2.03	◆-3.01	▲-2.92		▲-3.09
november	▲-2.96			●-2.03	●-2.95	▲-2.92		●-3.05
december					●-2.90	●-2.87	◆-2.88	●-3.07
2015						-2.91		
2016						-2.93		



Bijlage 7 - berekening maaiveldddaling

Rekenparameters

	laag 0	laag 1	laag 2	laag 3	laag 4	laag 5	laag 6	laag 7	laag 8
	zand	klei organisch	klei organisch	klei organisch	veen	veen	veen	veen	veen
Y	17	13	13	13	11	11	11	11	11
D	0.5	0.5	0.5	0.5	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62
Y laag	8.5	6.5	6.5	6.5	6.82	6.82	6.82	6.82	6.82
Y totaal	8.5	15	21.5	28	34.82	41.64	48.46	55.28	62.1
top	-2.5	-3	-3.5	-4	-4.5	-5.12	-5.74	-6.36	-6.98
bodem	-3	-3.5	-4	-4.5	-5.12	-5.74	-6.36	-6.98	-7.6
CP		500	500	500	25	25	25	25	25
Cs		100	100	100	100	100	100	100	100

Korrelspanning bij verschillende grondwaterstanden per laag

Korrelspanning [kN/m²]	laag 1	laag 2	laag 3	laag 4	laag 5	laag 6	laag 7	laag 8
gws NAP -3.8 m	20.5	22	23.5	24.72	25.34	25.96	26.58	27.2
gws NAP -3.7 m	19.5	21	22.5	23.72	24.34	24.96	25.58	26.2
gws NAP -3.6 m	18.5	20	21.5	22.72	23.34	23.96	24.58	25.2
gws NAP -3.5 m	17.5	19	20.5	21.72	22.34	22.96	23.58	24.2
gws NAP -3.4 m	16.5	18	19.5	20.72	21.34	21.96	22.58	23.2
gws NAP -3.3 m	15.5	17	18.5	19.72	20.34	20.96	21.58	22.2
gws NAP -3.2 m	14.5	16	17.5	18.72	19.34	19.96	20.58	21.2
gws NAP -3.1 m	13.5	15	16.5	17.72	18.34	18.96	19.58	20.2

Berekening op 50 m afstand:

Output grondwatermodel:

Tijdsduur normaal [dagen] grondwaterstand lager dan ...	laag 1	laag 2	laag 3	laag 4	laag 5	laag 6	laag 7	laag 8
lager dan NAP -3.8 m	0	0	0	0	0	0	0	0
lager dan NAP -3.7 m	0	0	0	0	0	0	0	0
lager dan NAP -3.6 m	0	0	0	0	0	0	0	0
lager dan NAP -3.5 m	0	0	0	0	0	0	67	87
lager dan NAP -3.4 m	0	0	0	40	65	77	85	89
lager dan NAP -3.3 m	90	90	90	90	90	90	90	90
lager dan NAP -3.2 m	90	90	90	90	90	90	90	90
lager dan NAP -3.1 m	90	90	90	90	90	90	90	90

Tijdsduur extreme situatie[dagen] grondwaterstand lager dan ...	laag 1	laag 2	laag 3	laag 4	laag 5	laag 6	laag 7	laag 8
lager dan NAP -3.8 m	0	0	0	0	0	0	0	0
lager dan NAP -3.7 m	0	0	0	0	0	0	0	22
lager dan NAP -3.6 m	0	0	0	0	0	0	14	27
lager dan NAP -3.5 m	0	0	0	0	0	13	24	29
lager dan NAP -3.4 m	0	0	0	6	16	23	27	30
lager dan NAP -3.3 m	30	30	30	30	30	30	30	30
lager dan NAP -3.2 m	30	30	30	30	30	30	30	30
lager dan NAP -3.1 m	30	30	30	30	30	30	30	30

output maaiveld daling	zetting normaal [m]	zetting extreem [m]
laag 1	0.0000	0.0000
laag 2	0.0000	0.0000
laag 3	0.0000	0.0000
laag 4	0.0016	0.0014
laag 5	0.0017	0.0015
laag 6	0.0016	0.0028
laag 7	0.0031	0.0041
laag 8	0.0030	0.0054
Totaal [m]	0.0111	0.0152
Totaal [mm]	11	15

Berekening op 200 m afstand:

Output grondwatermodel:

Tijdsduur normaal [dagen] grondwaterstand lager dan ...	laag 1	laag 2	laag 3	laag 4	laag 5	laag 6	laag 7	laag 8
lager dan NAP -3.8 m	0	0	0	0	0	0	0	0
lager dan NAP -3.7 m	0	0	0	0	0	0	0	0
lager dan NAP -3.6 m	0	0	0	0	0	0	0	0
lager dan NAP -3.5 m	0	0	0	0	0	0	0	0
lager dan NAP -3.4 m	0	0	0	0	0	0	0	0
lager dan NAP -3.3 m	90	90	90	90	90	90	90	90
lager dan NAP -3.2 m	90	90	90	90	90	90	90	90
lager dan NAP -3.1 m	90	90	90	90	90	90	90	90

Tijdsduur extreme situatie[dagen] grondwaterstand lager dan ...	laag 1	laag 2	laag 3	laag 4	laag 5	laag 6	laag 7	laag 8
lager dan NAP -3.8 m	0	0	0	0	0	0	0	0
lager dan NAP -3.7 m	0	0	0	0	0	0	0	0
lager dan NAP -3.6 m	0	0	0	0	0	0	0	0
lager dan NAP -3.5 m	0	0	0	0	0	0	0	0
lager dan NAP -3.4 m	0	0	0	0	0	0	7	27
lager dan NAP -3.3 m	30	30	30	30	30	30	30	30
lager dan NAP -3.2 m	30	30	30	30	30	30	30	30
lager dan NAP -3.1 m	30	30	30	30	30	30	30	30

output maaiveld daling	zetting normaal [m]	zetting extreem [m]
laag 1	0.0000	0.0000
laag 2	0.0000	0.0000
laag 3	0.0000	0.0000
laag 4	0.0000	0.0000
laag 5	0.0000	0.0000
laag 6	0.0000	0.0000
laag 7	0.0000	0.0013
laag 8	0.0000	0.0014
totaal	0.0000	0.0027