

datum

6 maart

2018

Bemalingsadvies

AvL Apotheek te Amsterdam

status : definitief

versie : 1

opdrachtgever

Mos Grondwatertechniek

Bram Bakker

Haarlemmerstraatweg
149B

1165 MK Halfweg

Adviseur

Loots Grondwatertechniek

ing. Erik Loots

erik@lootsgwt.com

+31 (0) 6 533 92 188

kenmerk

10660118B.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.....	5
2.4 Project: omgeving	5
3 Maatregelen stabiliteit grondwater.....	8
3.1 Maatregelen: verticaal evenwicht	8
3.2 Maatregelen: hydraulische grondbreuk.....	9
3.3 Maatregelen: piping	9
4 Grondwaterbeheersing implementatie.....	11
4.1 Grondwaterbeheersing: methode	11
4.2 Grondwaterbeheersing: omgevingsbeïnvloeding	13
4.3 Grondwaterbeheersing: wetgeving, onttrekking en lozing	15
5 Aanbevelingen, actieprogramma	17
5.1 Risicocheck	17
5.2 Aanbevelingen: onderzoek en/of monitoring	17
5.3 Aanbevelingen: uitvoering	18
5.4 Aanbevelingen: overige raakvlakken.....	19
5.5 Actieprogramma	19
Gebruikte literatuur en bronnen.....	20
Bijlage 1 – Algemene voorwaarden rapport	21
Bijlage 2 – Methode van bepalen van benodigde data	22
Bijlage 3 – (input) Grondwaterberekeningen/-model	23
Bijlage 4 – Tekeningen project en omgeving	29
Bijlage 5 – Grondonderzoeken	30
Bijlage 6 – Grondwater eigenschappen.....	31

1 Inleiding

Een ontwerp voor het project “AvL Apotheek te Amsterdam” is gemaakt door SWINN. Door het toepassen van een tijdelijke grondwaterstand verlaging wordt het mogelijk een bestaande kelder uit te breiden inclusief uitbreiden van de fundering (poeren).

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

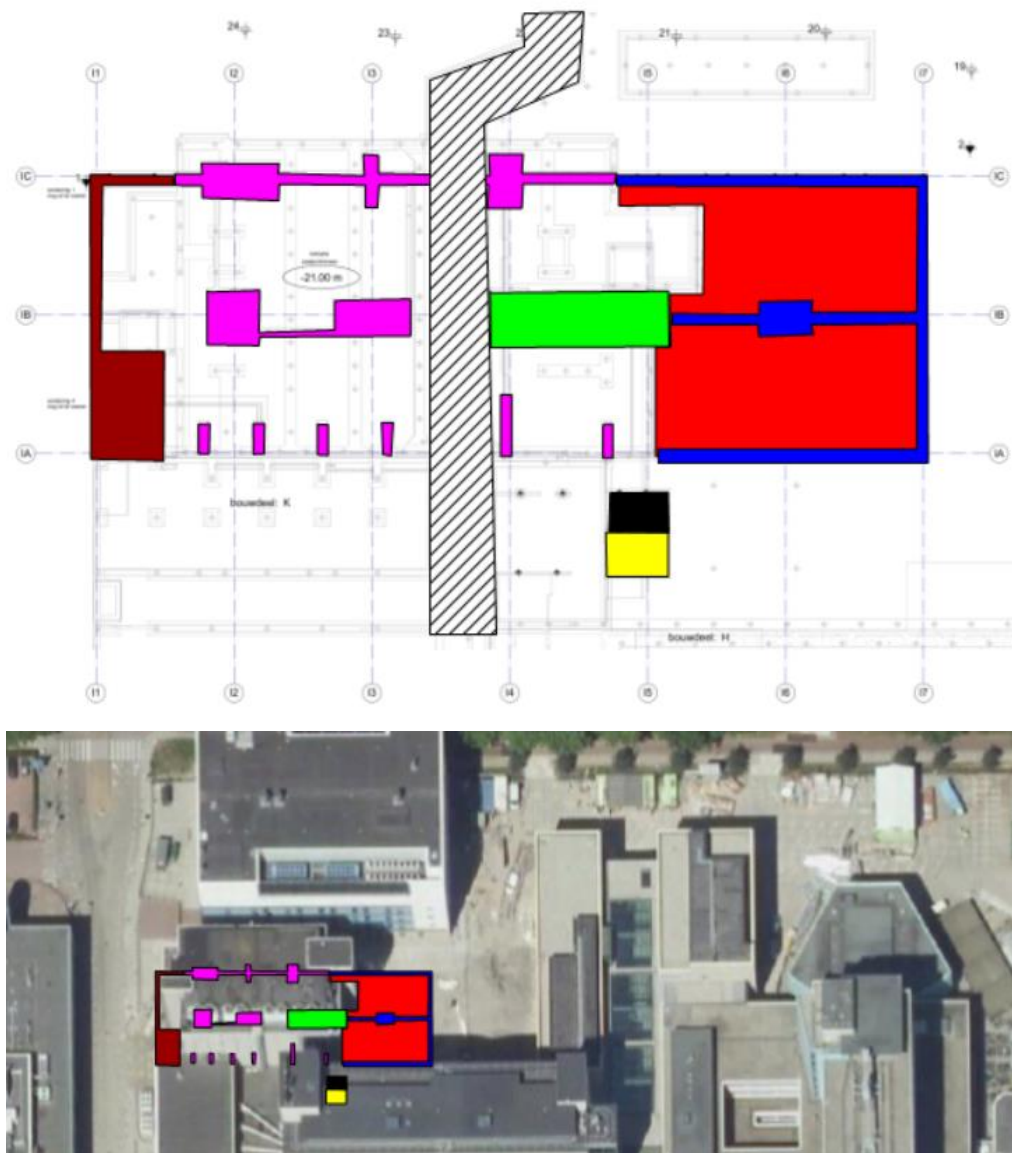
De algemene voorwaarden van dit rapport zijn bijgevoegd in bijlage 1.

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 0,3 m onder ontgravingsniveau te verlagen.



Figuur 1 – bovenaanzicht onderdelen op tekening (boven), bovenaanzicht onderdelen op luchtfoto (onder). Gearceerde deel in figuur 1 is een leidingkelder onder de bestaande kelder.

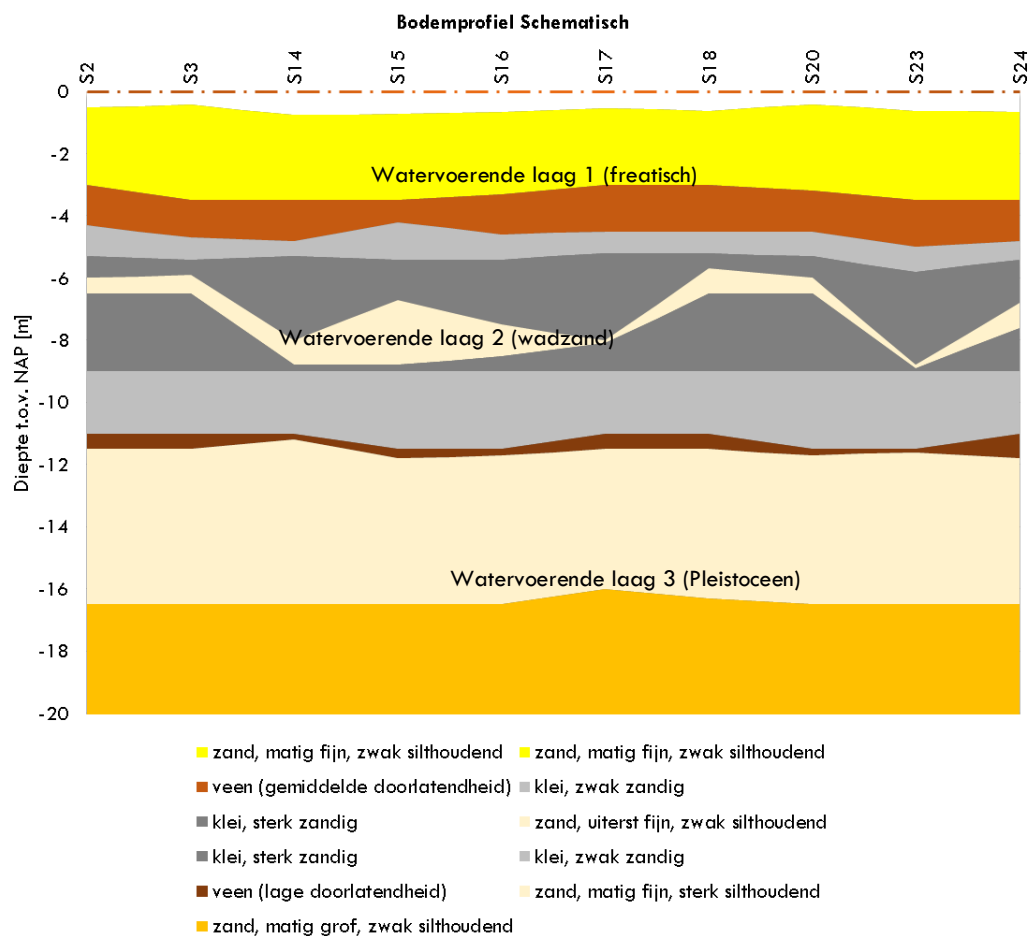
Tabel 2.1

objecten omschrijving	lengte [m]	breedte [m]	ontgravings- diepte [m+NAP]	Kleur in figuur 1
poeren as I5 tot I7	20	0,6~2,5	-2,1	blauw
vloer as I5 tot I7	20	20	-0,95	rood
liftputten I8 en poeren B4+B5	12	3,5	-3,6	lichtgroen
liftput IA	4	3	-4,7	geel
poeren in bestaande kelder	3~13	0,6~3,6	-3,1	paars
poeren as I1	18	0,6~5	-2,4	bruin
poer as I5	4	2,5	-1,5	zwart

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.

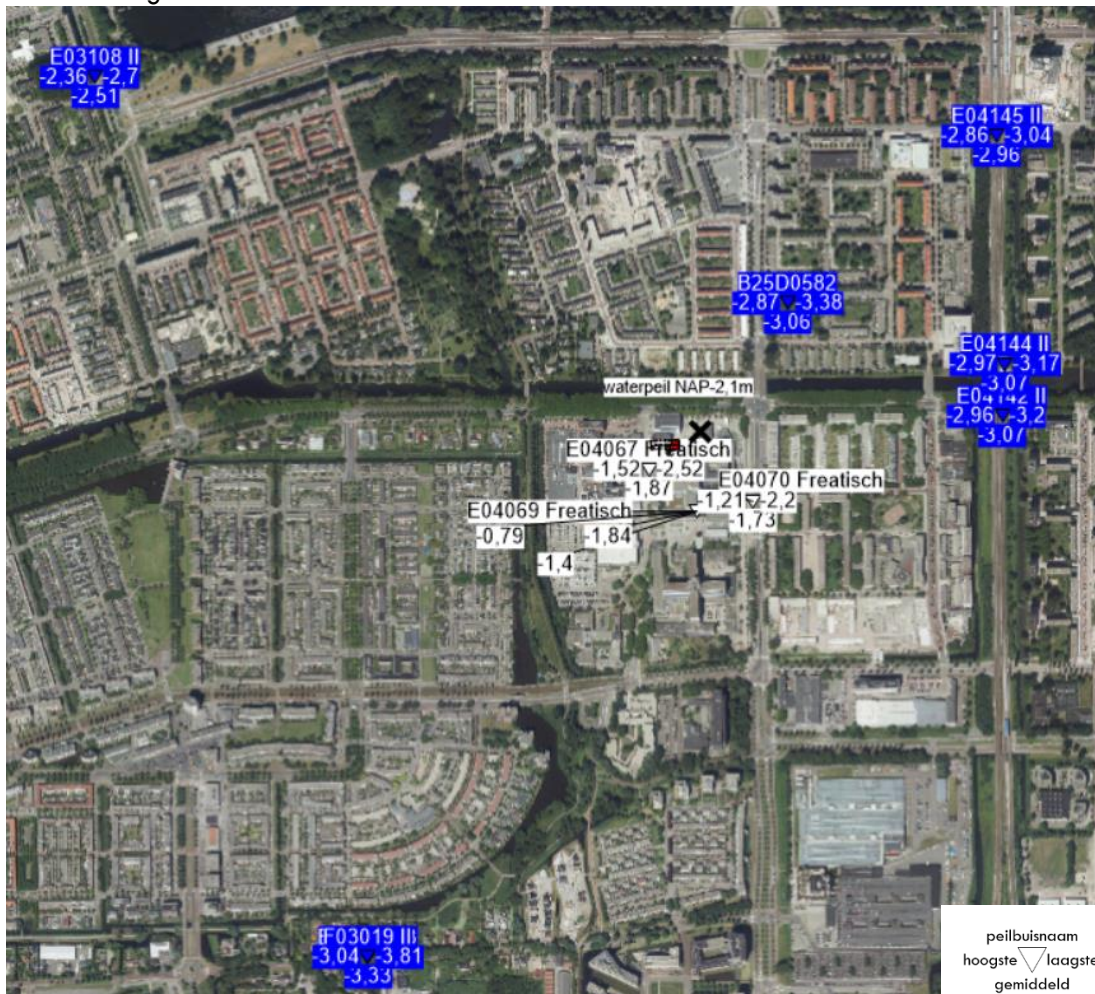


In bijlage 5 zijn (enkele) bodemonderzoeken toegevoegd.

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 3)

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

- Rekenwaarde grondwaterstand watervoerende laag 1 is bepaald met E04067 A. De gemiddelde grondwaterstand is NAP – 1,87 m. De grondwaterstand fluctueert tussen NAP – 1,52 m en NAP – 2,52 m;
- Waterpeil gracht is gelijk aan NAP – 2,1 m;
- Grondwaterstand watervoerende laag 2 is onbekend, gerekend wordt een grondwaterstand bepaald met behulp van de rekenwaarde in watervoerende lagen 1 en 3. De gemiddelde grondwaterstand is NAP – 2,3 m. De grondwaterstand fluctueert tussen NAP – 2,0 m en NAP – 3,0 m;
- Rekenwaarde grondwaterstand watervoerende laag 3 is bepaald met B25D0581. De gemiddelde grondwaterstand is NAP – 3,06 m. De grondwaterstand fluctueert tussen NAP – 2,87 m en NAP – 3,38 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 90 m.



Kadaster - Basisregistraties Adressen en Gebouwen legenda

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

Kadaster - Top10NL kaart legenda

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

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”: de belendingen ten (zuid)oosten zijn gebouwd na 1970, verwacht wordt een moderne paalfundering. De belendingen ten westen (op circa 20 m afstand) zijn gebouwd tussen 1945 en 1959, mogelijk heeft deze bebouwing (kleine kans) een houten

paalfundering. Tot slot de bebouwing ten noorden is aangelegd na 1970 of is gelegen aan de overzijde van een watergang (geohydrologische barrière);

- Tekening 2 “Grondwatergebruikers”: Grondwatergebruikers in watervoerende laag 3 of dieper aanwezig op 40 m ten noorden;
- Tekening 3 “Natuur (natura-2000)”: geen bijzonderheden;
- Tekening 4 “(Archeologische) monumenten”: geen rijksmonumenten of archeologie binnen de reikwijdte van de bemaling aanwezig;
- Tekening 5 “Algemene kaart (top 10 NL)”: gelegen in de bebouwde kom, oppervlaktewater is op 90 m afstand;
- Tekening 6 “Landbouw in omgeving”: geen landbouw binnen de reikwijdte van de bemaling aanwezig;
- Tekening 7 “Bodemloket (verontreinigingen bodem)”: geen bijzonderheden op bodemloket. Gesaneerde locatie (olieverontreiniging) op 35 m afstand, mogelijk restverontreiniging aanwezig in het grondwater. Echter verwacht wordt geen overschrijding van interventiewaarden.

Waterschap:

Waterkeringen waterschap zijn niet aanwezig binnen de reikwijdte van de bemaling.

3 Maatregelen stabiliteit grondwater

Bij werkzaamheden beneden de grondwaterstand kunnen verschillende soorten faalmechanismen optreden. Er zijn drie faalmechanismen uitgewerkt in dit hoofdstuk, geconcludeerd wordt welke maatregelen in aanmerking komen. Op basis daarvan vindt een keuze van grondwaterbeheersing methode plaats in hoofdstuk 4.

Voor de gedetailleerde berekeningen wordt gewezen naar bijlage 3.

3.1 Maatregelen: verticaal evenwicht

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

Beschouwing eerste opbarstniveau NAP – 5,9 m à NAP – 6,8 m (watervoerende laag 2)

De diepte van het eerste opbarstniveau is niet gelijk bij alle onderdelen, gerekend wordt met een opbarstniveau welke in kleine mate lager is (NAP – 6,8 m) bij de bestaande kelder en as I1 (op basis van sonderingen). Per onderdeel is het volgende geconcludeerd:

- Poeren as I5-I7 uitgangspunt: een ontgravingsdiepte van NAP – 2,1 m, bodembreedte ontgraving 2,5 m, talud 1:1 (of steiler) en het maaiveld naast de ontgraving op NAP – 1,0 m of hoger. De kritieke grondwaterstand in watervoerende laag 2 is NAP + 0,5 m. De gemiddeld hoogste grondwaterstand is NAP – 2,0 m. Geconcludeerd wordt dat het verticaal evenwicht niet verstoord wordt;
- Vloer as I5-I7 uitgangspunt: een ontgravingsdiepte van NAP – 0,95 m, bodembreedte ontgraving 20 m, talud 1:1 (of steiler) en het maaiveld naast de ontgraving op NAP – 0,0 m of hoger. De kritieke grondwaterstand in watervoerende laag 2 is NAP + 1,51 m. De gemiddeld hoogste grondwaterstand is NAP – 2,0 m. Geconcludeerd wordt dat het verticaal evenwicht niet verstoord wordt;
- Liftputten IB en poeren B4+B5 uitgangspunt: een ontgravingsdiepte van NAP – 3,6 m, bodembreedte ontgraving 3,5 m, talud 1:0 (steil door middel van verticale wand) en het maaiveld naast de ontgraving op NAP – 3,1 m of hoger. De kritieke grondwaterstand in watervoerende laag 2 is NAP – 2,73 m. De gemiddeld hoogste grondwaterstand is NAP – 2,0 m. Geconcludeerd wordt dat het verticaal evenwicht wordt verstoord, maatregelen noodzakelijk;
- Liftput IA uitgangspunt: een ontgravingsdiepte van NAP – 4,7 m, bodembreedte ontgraving 3,0 m, talud 1:0 (steil door middel van verticale wand) en het maaiveld naast de ontgraving op NAP – 1,0 m of hoger. De kritieke grondwaterstand in watervoerende laag 2 is NAP – 3,42 m. De gemiddeld hoogste grondwaterstand is NAP – 2,0 m. Geconcludeerd wordt dat het verticaal evenwicht wordt verstoord, maatregelen noodzakelijk;
- Poeren in bestaande kelder: een ontgravingsdiepte van NAP – 3,1 m. De kritieke grondwaterstand in watervoerende laag 2 is NAP – 1,52 m. De gemiddeld hoogste grondwaterstand is NAP – 2,0 m. Geconcludeerd wordt dat het verticaal evenwicht niet verstoord wordt;
- Poeren as I1 uitgangspunt: een ontgravingsdiepte van NAP – 2,4 m, bodembreedte ontgraving 5 m (of smaller), talud 1:1 (of steiler) en het maaiveld naast de ontgraving op NAP – 0,0 m of hoger. De kritieke grondwaterstand in watervoerende laag 2 is NAP + 0,41 m. De gemiddeld hoogste grondwaterstand is NAP – 2,0 m. Geconcludeerd wordt dat het verticaal evenwicht niet verstoord wordt;
- Poeren as I5 uitgangspunt: een ontgravingsdiepte van NAP – 1,5 m, bodembreedte ontgraving 2,5 m (of smaller), talud 1:1 (of steiler) en het maaiveld naast de ontgraving op NAP – 3,1 m of hoger. De kritieke grondwaterstand in watervoerende laag 2 is NAP + 1,36 m. De gemiddeld

hoogste grondwaterstand is NAP – 2,0 m. Geconcludeerd wordt dat het verticaal evenwicht niet verstoord wordt;

Beschouwing tweede opbarstniveau

Bij alle onderdelen wordt het verticaal evenwicht niet verstoord. De kritieke grondwaterstand is tussen NAP + 0,79 m en NAP + 4,69 m bij de diverse onderdelen. De gemiddeld hoogste grondwaterstand (ghg) is NAP – 2,87 m, geconcludeerd wordt dat er minimaal 3,5 m verschil is tussen de ghg en kritieke grondwaterstand, geen gevaar tot opbarsten geconcludeerd.

Conclusie

Op basis van de verticaal evenwichtsberekeningen (zie bijlage 3) is geconcludeerd dat bij twee onderdelen (liftputten) een ontlastbemaling in watervoerende laag 2 toegepast moet worden. Bij de overige onderdelen zijn er geen maatregelen noodzakelijk ten aanzien van het verticaal evenwicht.

3.2 Maatregelen: hydraulische grondbreuk

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

Conclusie

Omdat verticale (dam)wanden worden toegepast is een controle op hydraulische grondbreuk uitgevoerd. Uit dit onderzoek blijkt dat damwanden moeten worden geplaatst tot NAP – 4,0 m of dieper ter voorkoming van hydraulische grondbreuk. Daarnaast moeten de damwanden waterremmend zijn (bij gaten in damwand zal hydraulische grondbreuk optreden door de gaten).

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

3.3 Maatregelen: piping

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

Conclusie

Piping kan niet optreden door voldoende afstand tussen de werkzaamheden en het oppervlaktewater, zie tekening 5 in bijlage 4. Piping treedt alleen op bij oppervlaktewater welke in verbinding staat met de maatgevende watervoerende laag.

3.4 Maatregelen: leidingkelder

Het schuin gearceerde deel in figuur 1 is een leidingkelder onder de bestaande kelder. De leidingen in deze kelder moeten ten alle tijden in bedrijf blijven tijdens de werkzaamheden. Omdat deze leidingkelder gelegen is beneden de bestaande kelder (beneden NAP – 3,1 m) moet worden voorkomen dat (grond)water in de leidingkelder terecht kan komen. De volgende maatregelen zijn opgenomen:

- Het waterdicht maken van sparingen tussen bestaande kelder en leidingkelder;

- Het plaatsen van een melder (incl. aansluiting naar GSM) en dubbele klokpomp met automatische aan- en afslag. Mocht er in geval van calamiteit toch water in de leidingkelder komen dan wordt dit direct opgemerkt en zal het water worden afgevoerd EN krijgt de aannemer een alarm. De klokpompen dienen wel in een verdiept deel te worden geplaatst.

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.

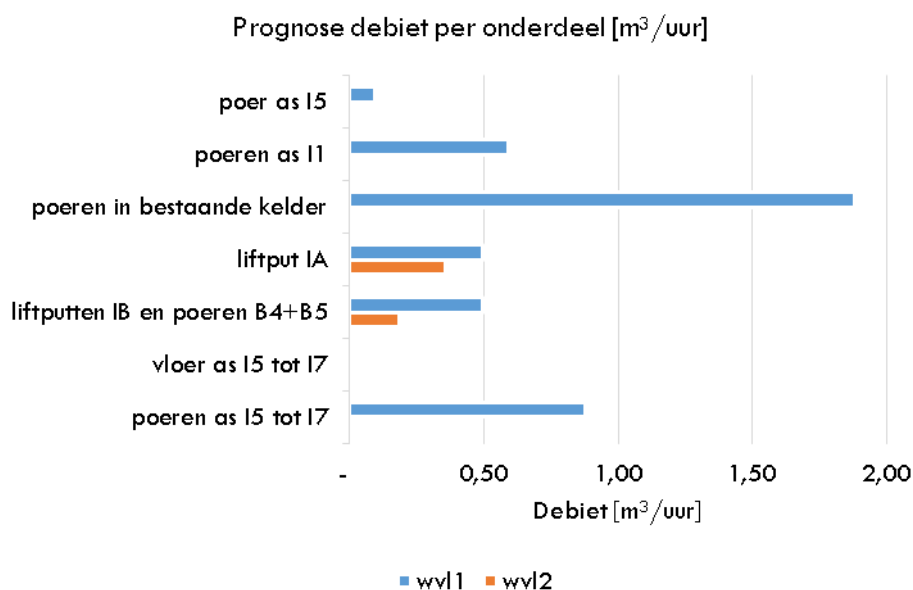
Randvoorwaarden bemaling

Rondom de liftputten worden waterremmende damwanden geplaatst tot en met onderkant watervoerende laag 2 minus 0,5 m (diepte onderkant damwanden circa NAP – 9 m).

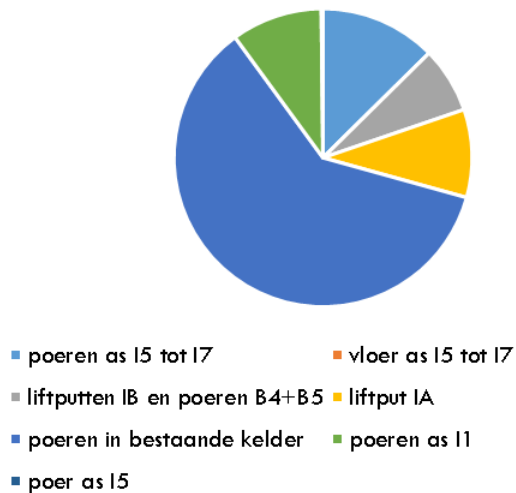
Debiet

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

Het stationaire debiet is ingeschat op circa 1,6 ~ 5 m³/uur bij alle onderdelen gelijktijdig bemalen. Bij het opstarten is het debiet significant hoger (10~15 m³/uur tot mogelijk 30 m³/uur indien er een holle ruimte is onder de bestaande keldervloer). Bij een uitvoeringsperiode van totaal 23 weken resulteert dit in een totaalvolume van circa 8.000 m³. Voor de debietsberekening zijn de bemalingselementen tot NAP - 8 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.



Prognose onttrokken volume per onderdeel [%]



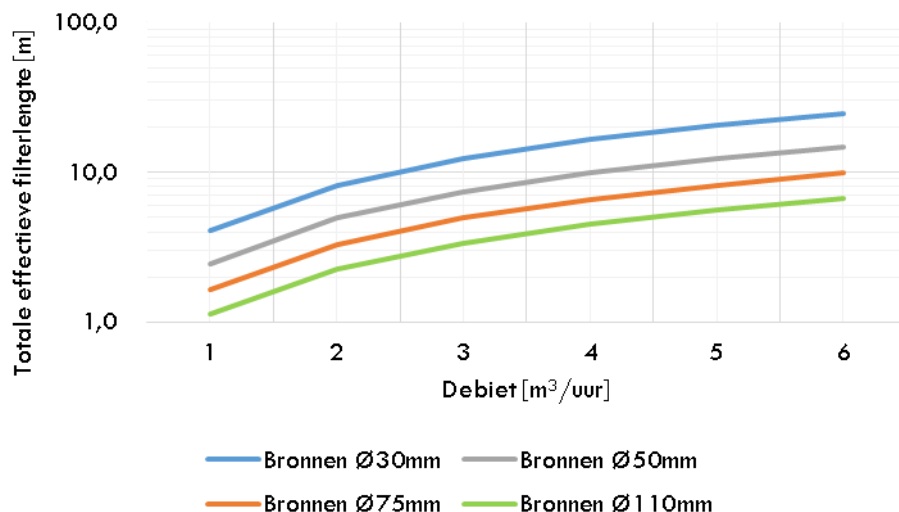
Methode

Het aanbrengen van verticale filterbemaling in watervoerende laag 1 rond de bestaande kelder en door de bestaande kelder. Het plaatsen van een ontlastbemaling in watervoerende laag 2 bij de liftputten.

Op vier plaatsen een stalen mantelbuis op de keldervloer maken (waterdicht vastboren), hier doorheen een betonboring door de keldervloer maken. Zodra de kern eruit is een klokpomp in het gat hangen en eventueel toetredend water afpompen. Eventueel in de buis een gat maken om te voorkomen dat de waterdruk onder de keldervloer te hoog wordt.

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

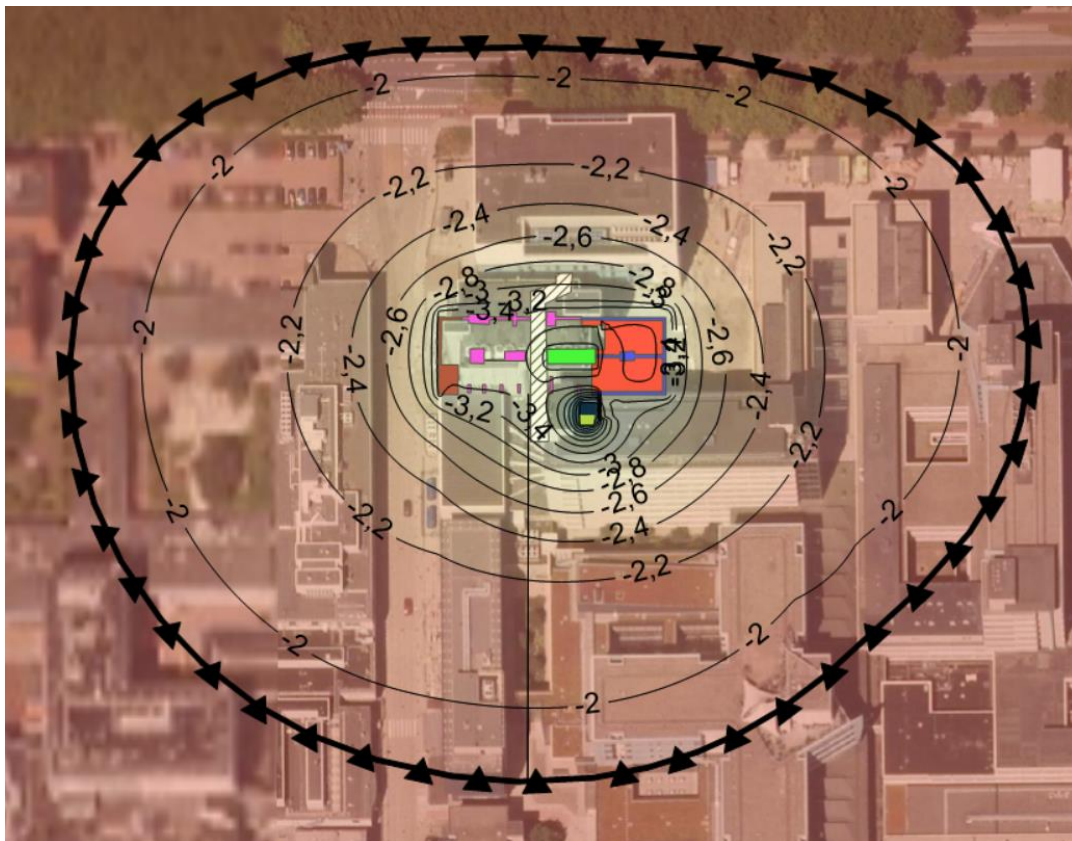
Watervoerende laag 1: Benodigde effectieve filterlengte



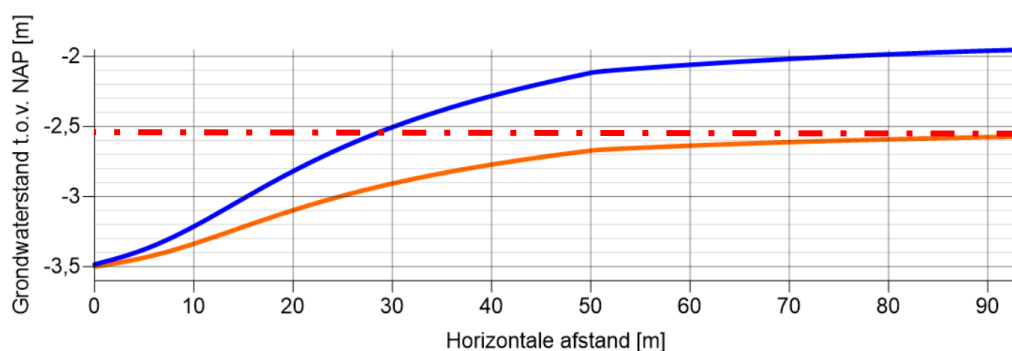
Opgemerkt wordt dat de verliezen/winsten ten aanzien van bemalingsmethoden niet zijn meegewogen in dit hoofdstuk. Een systeem met zeer vlakke verhanglijn (bijvoorbeeld horizontale drains) zal resulteren in een lager debiet terwijl enkele grote verticale bronnen (diepwells) resulteren in een hoger debiet.

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.

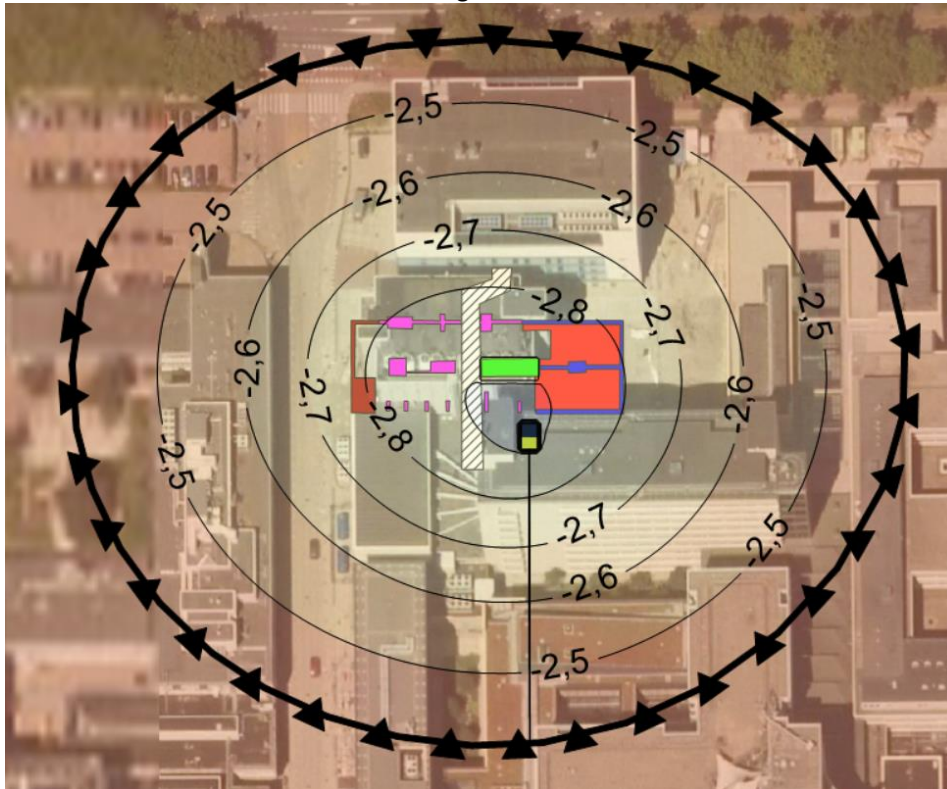


Figuur 4 - grondwaterstand na 23 weken bemalen in watervoerende laag 1

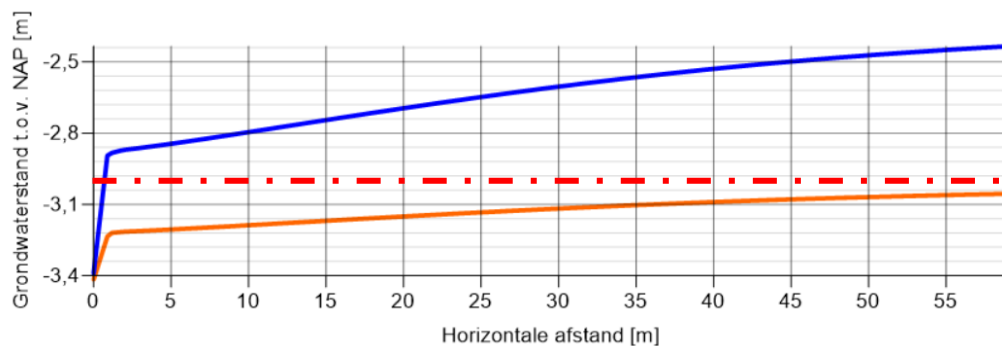


In de bovenstaande grafiek staat de grondwaterstand van de bemaling van het tracé in figuur 4 weergegeven. De blauwe lijn betreft de verwachte verlaging na 23 weken bemalen en de oranje lijn betreft de verlaging na 23 weken bemalen in een extreem droge periode. De rode lijn NAP – 2,52 m is de gemiddeld laagste grondwaterstand (glg), deze waarde is bepaald met behulp van peilbuis E04067 A. 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.

Grondwaterstand watervoerende laag 2



Figuur 5 - grondwaterstand na 23 weken bemalen in watervoerende laag 2



In de bovenstaande grafiek staat de grondwaterstand van de bemaling van het tracé in figuur 5 weergegeven. De blauwe lijn betreft de verwachte verlaging na 23 weken bemalen en de oranje lijn betreft de verlaging na 23 weken bemalen in een extreem droge periode. De rode lijn NAP – 3,0 m is de gemiddeld laagste grondwaterstand (glg), deze waarde is ingeschat op basis van ervaring. Gesteld wordt dat verlagingen kleiner dan 0,05 m in figuur 5 en bijbehorende grafiek boven de glg niet schadelijk zijn bij de korte bemalingsperiode.

Maaiveld dalen en effect op belendingen

Door voorbelasting is de grondwaterstand eerder verlaagd tot NAP – 2,52 m, de voorbelasting is ontstaan door natuurlijke fluctuaties van de grondwaterstand of omdat reeds objecten in de bodem zijn geplaatst met behulp van een tijdelijke grondwaterstand verlaging. De verwachting met betrekking tot maaiveld daling ten gevolge van grondwaterstand verlaging is een maaiveld daling binnen 30 m straal van de werkzaamheden, dit wordt met name veroorzaakt door de freatische bemaling in watervoerende laag 1. In een extreem droge periode kan maaiveld daling optreden op een grotere afstand (tot circa 50~70 m afstand).

Maaiveldaling heeft met name effect op belendingen welke gefundeerd zijn op staal of op houten palen (waarbij de houten palen bij toename negatieve kleeftakken). Er bestaat een kleine kans dat de belending ten westen (op 20 m afstand) een houten paalfundering heeft, aanbevolen wordt dit te onderzoeken. Daarnaast wordt aanbevolen te onderzoeken of er sprake is van objecten welke op staal zijn gefundeerd binnen 30 m afstand van de werkzaamheden, bijvoorbeeld kabels en leidingen.

De omvang en snelheid van maaiveldaling is gereduceerd wegens het feit dat de bestaande kelder eerder is aangelegd met behulp van een bemaling (bouwjaar 1970-1979), hierdoor is sprake van een "voorbelaasting".

Effect op (kritieke) leidingkelder onder project

Het effect op de leidingkelder is sterk afhankelijk van de funderingswijze van de leidingkelder. Indien deze is gefundeerd op beton palen zal het effect van maaiveldaling gering zijn, echter indien de leidingkelder op staal is gefundeerd, dan zal deze zakken bij maaiveldaling.

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 meldingsplichtig bij het Waterschap, verwacht is een debiet gelijk of kleiner dan 10 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.

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:

- Bij de liftputten kan de bouwputbodem opbarsten vanuit de wadzandlaag, ter voorkoming van opbarsten is een ontlastbemaling noodzakelijk;
- Rondom de liftputten is het gewenst met damwanden de wadzandlaag af te sluiten (punt damwand tot NAP – 9 m), zonder deze damwanden neemt de omgevingsbeïnvloeding toe;
- Een grondwaterverontreiniging (olie) is gesaneerd op 35 m afstand, een kleine kans is aanwezig dat een restverontreiniging de kwaliteit van het water van de bemaling beïnvloed;
- Het effect op de leidingkelder is sterk afhankelijk van de funderingswijze van de leidingkelder. Indien deze is gefundeerd op beton palen zal het effect van maaiveld daling gering zijn, echter indien de leidingkelder op staal is gefundeerd, dan zal de kelder zakken.
- 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;
- Indien onder de bestaande keldervloer een holle ruimte aanwezig is, dan zal het niet-stationair debiet hoog zijn (omdat water snel kan toestromen);
- 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;
- Maaiveld daling wordt verwacht in de omgeving. Met behulp van de verkregen informatie en het bouwjaar van belendingen rondom zijn geen maaiveld daling gevoelige objecten gevonden. Indien sprake is van een maaiveld daling gevoelig object binnen 30 m afstand, dan wordt aanbevolen een maaiveld daling berekening uit te laten voeren (inclusief een schadeprognose). Indien de belending en maaiveld daling voldoet conform de SBR 273.98 richtlijn dan kan worden gewerkt.

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 geïnfilterd 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 10660118B.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 twee raaien peilbuizen te plaatsen in watervoerende laag 1 met een peilbuis op 5m, 15m, 30m en 50 m afstand. Grenswaarden vaststellen NAP – 2,52 m. Dagelijks grondwaterstand controleren. Bij verlagingen beneden het kritieke niveau dient actie ondernomen om de grondwaterstand te herstellen;
- Aanbevolen wordt 2 peilbuizen in watervoerende laag 2 te plaatsen op 10 en 40 m afstand van de werkzaamheden;
- Bij alle belendingen/infrastructuur binnen 70 m straal waar maaiveldzakkingen worden verwacht (ook in extreem droge periode) dient een vooropname worden uitgevoerd;
- 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:

Melding

1. Noodzakelijke aanvullende onderzoeken uitvoeren H5.2;
2. Uitvoeren melding bemaling;
3. Aannemer bemaling een bemalingsplan laten opstellen;
4. Controleren werkwijze aannemer bemaling;
5. Bij definitief uitvoeringsontwerp punten H5.4 eenmaal controleren;
6. Monitoring H5.2 plaatsen;
7. Start bemaling, opschrijven beginstand debietmeter;
8. Een 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).
9. Controle bemaling op locatie en grondwaterstandmetingen verzenden naar info@lootsgwt.com met als vermelding "metingen 10660118B.1";

Neem contact op met Erik Loots voor meer informatie.

Opgesteld door:

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

Loots Grondwatertechniek

6 maart 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. **Verburg, De Vries en.** *concept Plan van Aanpak*. 20-2-2018.
14. **SWINN.** *15-191 tekeningen*. 6-11-2017.
15. **Grondslag.** *993-evaluatierapport bodemsanering*. 2-10-2012.
16. **SWINN.** *15-191-030 technische omschrijving tijdelijke voorzieningen kelder*. 1-10-2017.
17. **Dijk, van.** *112791 sonderingen*. 29-7-2010.
18. —. *116158 sonderingen*. 25-11-2016.

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 1 en 3;
- Aanwezigheid van archeologische objecten, grondwaterverontreinigingen, infrastructuur.

[C] Geraamde parameters op basis van ervaring

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

- Bemalingsperiode;
- Ontgravingsdiepten;
- Grondwateraanvulling is ingeschat op 250mm/jaar;
- De maatgevende (gemiddeld hoogste/laagste) grondwaterstand watervoerende laag 2;
- Oppervlaktewater, diepte en verbinding met watervoerende lagen;
- De volumieke gewichten betreffen een raming op basis van ervaring. Om meer inzicht te verkrijgen in de volumieke gewichten kunnen grondmonsters worden gestoken waarvan in het laboratorium de volumieke gewichten worden bepaald. Belastingen worden beschouwd als blijvend, dit betekent dat de maatgevende grondwaterstand bepaald moet zijn (worst-case) en/of maatregelen ten aanzien van monitoring moet worden toegepast voor en/of tijdens bemalen.

[D] Ontbrekende parameters

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

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

Bijlage 3 – (input) Grondwaterberekeningen/-model

Deze bijlage bestaat uit de volgende onderdelen:

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

Projectdimensies:

objecten omschrijving	lengte [m]	breedte [m]	ontgravings- diepte [m+NAP]	damwand punt [m+NAP]
poeren as I5 tot I7	20	0.6~2.5	-2.1	geen
vloer as I5 tot I7	20	20	-0.95	geen
liftputten IB en poeren B4+B5	12	3.5	-3.6	-9
liftput IA	4	3	-4.7	-9
poeren in bestaande kelder	3~13	0.6~3.6	-3.1	geen
poeren as I1	18	0.6~5	-2.4	geen
poer as I5	4	2.5	-1.5	geen

Geotechnische bodemparameters:

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

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

geotechnische omschrijving op locatie	top laag [m+NAP]	Dikte gemiddeld [m]	Dikte minimaal en maximaal [m]	γ [kN/m ³]	richtlijn
zand, los (onverzadigd)	-0.41 ~ -0.76	1.2	0.4 ~ 1.5	17	NEN 9997-1+C1:2012
zand, los (verzadigd)	-0.9 ~ -1.9	1.5	1.1 ~ 2.1	19	NEN 9997-1+C1:2012
veen, matig slap (matig voorbelast)	-3 ~ -3.5	1.3	0.7 ~ 1.5	11	NEN 9997-1+C1:2012
klei, zwak zandig, slap	-4.2 ~ -5	0.8	0.5 ~ 1.2	15	NEN 9997-1+C1:2012
klei, sterk zandig	-5.2 ~ -5.8	1.6	0.5 ~ 3	19	NEN 9997-1+C1:2012
zand, sterk siltig/kleilig (verzadigd)	-5.7 ~ -8.8	0.7	0.1 ~ 2.1	20	NEN 9997-1+C1:2012
klei, sterk zandig	-6.5 ~ -8.9	1.3	0.1 ~ 2.5	19	NEN 9997-1+C1:2012
klei, zwak zandig, slap	-9	2.2	2 ~ 2.5	15	NEN 9997-1+C1:2012
veen, matig (matig voorbelast)	-11 ~ -11.5	0.4	0.1 ~ 0.8	12	NEN 9997-1+C1:2012
zand, vast (verzadigd)	-11.2 ~ -11.8	4.9	4.5 ~ 5.3	21	NEN 9997-1+C1:2012

geohydrologische laag omschrijving	type	top [m+NAP]	k_h [m/d]	k_v [m/d]	Reikwijdte [m]	gemiddelde porositeit	bron of richtlijn
zand, matig fijn, zwak silthoudend	DKL	-0.41 ~ -0.76	10	5		0.3	Grondwaterzakboekje
zand, matig fijn, zwak silthoudend	WVL1	-0.9 ~ -1.9	10	5	64.0	0.3	Grondwaterzakboekje
veen (gemiddelde doorlatendheid)	SDL1	-3 ~ -3.5	0.5	0.003	0.7	0.3	SBR 190.03
klei, zwak zandig	SDL1	-4.2 ~ -5	0.01	0.002	0.7	0.1	SBR 190.03
klei, sterk zandig	SDL1	-5.2 ~ -5.8	0.1	0.01	0.7	0.1	SBR 190.03
zand, uiterst fijn, zwak silthoudend	WVL2	-5.7 ~ -8.8	2	1	84.3	0.25	Grondwaterzakboekje
klei, sterk zandig	SDL2	-6.5 ~ -8.9	0.1	0.01	1.0	0.1	SBR 190.03
klei, zwak zandig	SDL2	-9	0.01	0.002	1.0	0.1	SBR 190.03
veen (lage doorlatendheid)	SDL2	-11 ~ -11.5	0.1	0.003	1.0	0.3	SBR 190.03
zand, matig fijn, sterk silthoudend	WVL3	-11.2 ~ -11.8	3	1.5	2565.7	0.25	Grondwaterzakboekje
zand, matig grof, zwak silthoudend	WVL3	-16 ~ -16.5	20	10	2565.7	0.3	Grondwaterzakboekje

Maatgevende grondwaterstand per onderdeel:

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

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

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

Afstand_{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
poeren as I5 tot I7	-1.52	-1.87	-2.52	32.4	2012	0.93	E04067 Freatisch
Grondwaterstand wvl2	ghg [m+NAP]	act [m+NAP]	glg [m+NAP]	meetperiode [jaren]	laatste [jaar]	factor afstand _{pb} /R	peilbuis
poeren as I5 tot I7	-2	-2.3	-3				inschatting
Grondwaterstand wvl3	ghg [m+NAP]	act [m+NAP]	glg [m+NAP]	meetperiode [jaren]	laatste [jaar]	factor afstand _{pb} /R	peilbuis
poeren as I5 tot I7	-2.87	-3.06	-3.38	22.5	2003	0.14	B25D0582

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
poeren as I5 tot I7	S3	van -1 tot -2.1	1:1	2.5	-5.9	0.42	-2	-2.3	nee
vloer as I5 tot I7	S2	van 0 tot -1	1:1	20	-6	1.51	-2	-2.3	nee
liftputten IB en poeren B4+B5	S3	van -3.1 tot -3.6	1:0	3.5	-5.9	-2.73	-2	-2.3	ja
liftput IA	S3	van -1 tot -4.7	1:0	3	-5.9	-3.42	-2	-2.3	ja
poeren in bestaande kelder	S24	van -3.1 tot -3.1	1:0	3.6	-6.8	-1.52	-2	-2.3	nee
poeren as I1	S24	van 0 tot -2.4	1:1	5	-6.8	0.41	-2	-2.3	nee
poer as I5	S2	van 0 tot -1.5	1:1	2.5	-6	1.36	-2	-2.3	nee

verticaal evenwicht 2	bodemprofiel	diepte [m+NAP]	talud	bodem-breedte	opbarst-niveau [m+NAP]	kritieke gws [m+NAP]	ghg [m+NAP]	verwachte gws [m+NAP]	maatregel conclusie
poeren as I5 tot I7	S3	van -1 tot -2.1	1:1	2.5	-11.5	4.08	-2.87	-3.06	nee
vloer as I5 tot I7	S2	van 0 tot -1	1:1	20	-11.5	4.69	-2.87	-3.06	nee
liftputten IB en poeren B4+B5	S3	van -3.1 tot -3.6	1:0	3.5	-11.5	0.79	-2.87	-3.06	nee
liftput IA	S3	van -1 tot -4.7	1:0	3	-11.5	3.03	-2.87	-3.06	nee
poeren in bestaande kelder	S24	van -3.1 tot -3.1	1:0	3.6	-11.8	1.03	-2.87	-3.06	nee
poeren as I1	S24	van 0 tot -2.4	1:1	5	-11.8	3.78	-2.87	-3.06	nee
poer as I5	S2	van 0 tot -1.5	1:1	2.5	-11.5	4.86	-2.87	-3.06	nee

Bemalingsberekening per onderdeel:

Debiet en volume	periode [dagen]	wvl bemalen	reken-methode	Q_{prognose} [m^3/uur]	Q_{hoogst} [m^3/uur]	Q_{laagst} [m^3/uur]	V_{prognose} [m^3]	V_{hoogst} [m^3]	V_{laagst} [m^3]
poeren as I5 tot I7	60	1	3D-model	0.5	0.9	0.0	763	1267	0
vloer as I5 tot I7	60		3D-model	0.0	0.0	0.0	0	0	0
liftputten IB en poeren B4+B5	35	1 2	3D-model	0.5	0.7	0.2	433	570	206
liftput IA	35	1 2	3D-model	0.7	0.9	0.4	578	715	295
poeren in bestaande kelder	100	1	3D-model	1.5	1.9	0.9	3672	4512	2112
poeren as I1	60	1	3D-model	0.4	0.6	0.1	598	850	130
poer as I5	60	1	3D-model	0.0	0.1	0.0	0	101	0

Project : NKI te Amsterdam
Projectnummer : 10660118
Bemaling : poeren as I5 tot I7
Bodemprofiel : S3
Datum : 6-3-2018
Bemalingsduur : 60 dagen

input bodemopbouw	top [m+NAP]	k _h [m/dag]	k _v [m/dag]	type	S of μ	kD [m ² /dag]	R of λ
deklaag	-0.43	10	5	onverzadigd	0.3		
watervoerende laag 1	-1.9	10	5	freatisch	0.3	16	28
slecht doorlatende laag 1	-3.5	0.01~0.5	0.002~0.01	slecht doorlatend	0.000547		
watervoerende laag 2	-5.9	2	1	spanningswater	0.000414	1.2	75
slecht doorlatende laag 2	-6.5	0.01~0.1	0.002~0.01	slecht doorlatend	8.93E-05		
watervoerende laag 3	-11.5	3~20	1.5~10	spanningswater	0.000352	2770	2291
slecht doorlatende laag 3	-150	#N/B	#N/B	slecht doorlatend			

input grondwaterstanden	peilbuis	h _{ghg} [m+NAP]	h _{act} [m+NAP]	h _{glg} [m+NAP]	Δh _{ghg} [m]	Δh _{act} [m]	Δh _{glg} [m]
watervoerende laag 1	E04067 Freatisch	-1.52	-1.87	-2.52	0.88	0.53	0
watervoerende laag 2	E04067 Freatisch	-2	-2.3	-3	0	0	0
watervoerende laag 3	B25D0582	-2.87	-3.06	-3.38	0	0	0

input afmeting	minimaal	maximaal
lengte bouwput [m]	20	20
breedte bouwput [m]	0.6	2.5
diepte bouwput [m+NAP]	-2.1	-2.1

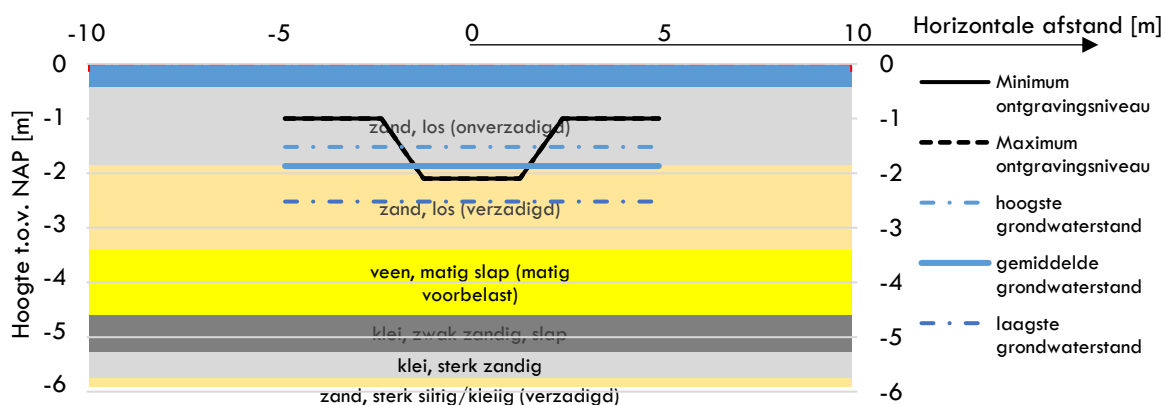
$$(1) \Delta h_w = \frac{Q_0}{2\pi \times k \times D} \times \ln \frac{R}{r}$$

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

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	64	39		nee	21	13	
watervoerende laag 2								
watervoerende laag 3								

output debiet	Q _{watervergunning}		Q _{bemalingsinstallatie}		Totale hoeveelheid onttrokken grondwater bij 60 dagen	
	[m ³ /uur]	[m ³ /dag]	[m ³ /uur]	[m ³ /dag]	maximaal [m ³]	minimaal [m ³]
watervoerende laag 1	1	13	1	21	1260	
watervoerende laag 2						
watervoerende laag 3						



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

Project : NKI te Amsterdam
Projectnummer : 10660118
Bemaling : vloer as I5 tot I7
Bodemprofiel : S2
Datum : 6-3-2018
Bemalingsduur : 60 dagen

input bodemopbouw	top [m+NAP]	k _h [m/dag]	k _v [m/dag]	type	S of μ	kD [m ² /dag]	R of λ
deklaag	-0.5	10	5	onverzadigd	0.3		
watervoerende laag 1	-0.9	10	5	freatisch	0.3	21	0
slecht doorlatende laag 1	-3	0.01~0.5	0.002~0.01	slecht doorlatend	0.000547		
watervoerende laag 2	-6	2	1	spanningswater	0.000414	1	75
slecht doorlatende laag 2	-6.5	0.01~0.1	0.002~0.01	slecht doorlatend	8.93E-05		
watervoerende laag 3	-11.5	3~20	1.5~10	spanningswater	0.000352	2770	2291
slecht doorlatende laag 3	-150	#N/B	#N/B	slecht doorlatend			

input grondwaterstanden	peilbuis	h _{ghg} [m+NAP]	h _{act} [m+NAP]	h _{glg} [m+NAP]	Δh _{ghg} [m]	Δh _{act} [m]	Δh _{glg} [m]
watervoerende laag 1	E04067 Freatisch	-1.52	-1.87	-2.52	0	0	0
watervoerende laag 2	E04067 Freatisch	-2	-2.3	-3	0	0	0
watervoerende laag 3	B25D0582	-2.87	-3.06	-3.38	0	0	0

input afmeting	minimaal	maximaal
lengte bouwput [m]	20	20
breedte bouwput [m]	20	20
diepte bouwput [m+NAP]	-0.95	-0.95

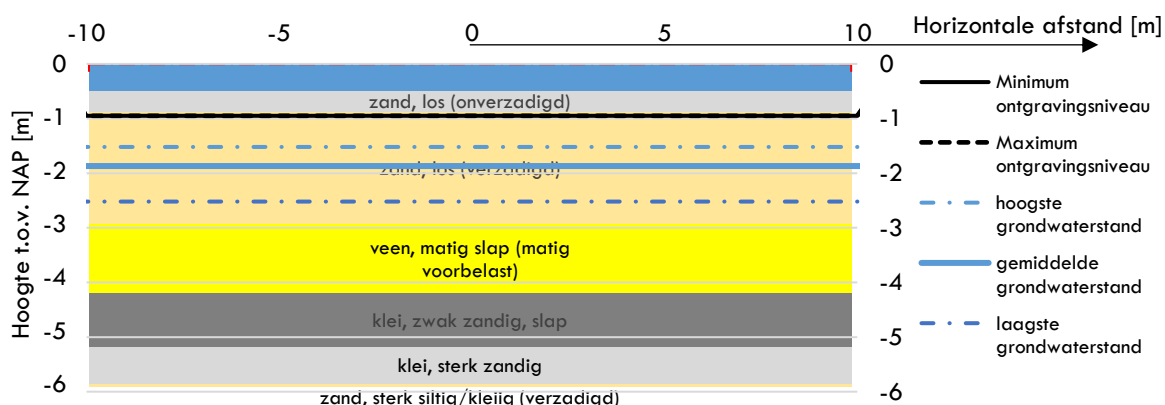
$$(1) \Delta h_w = \frac{Q_0}{2\pi \times k \times D} \times \ln \frac{R}{r}$$

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

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

output prognose debiet [m 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	#DEEL/0!	#DEEL/0!	#DEEL/0!	#DEEL/0!				
watervoerende laag 2								
watervoerende laag 3								

output debiet	Q _{watervergunning} [m ³ /uur]	Q _{bemalingsinstallatie} [m ³ /uur]	Totale hoeveelheid onttrokken grondwater bij 60 dagen
	[m ³ /dag]	[m ³ /dag]	maximaal [m ³] minimaal [m ³]
watervoerende laag 1	#DEEL/0!	#DEEL/0!	
watervoerende laag 2			
watervoerende laag 3			



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

Project : NKL te Amsterdam
Projectnummer : 10660118
Bemaling : liftputten IB en poeren B4+B5
Bodemprofiel : S3
Datum : 6-3-2018
Bemalingsduur : 35 dagen

input bodemopbouw	top [m+NAP]	k _h [m/dag]	k _v [m/dag]	type	S of μ	kD [m ² /dag]	R of λ
deklaag	-0.43	10	5	onverzadigd	0.3		
watervoerende laag 1	-1.9	10	5	freatisch	0.3	16	64
slecht doorlatende laag 1	-3.5	0.01~0.5	0.002~0.01	slecht doorlatend	0.000547		
watervoerende laag 2	-5.9	2	1	spanningswater	0.000414	1.2	75
slecht doorlatende laag 2	-6.5	0.01~0.1	0.002~0.01	slecht doorlatend	8.93E-05		
watervoerende laag 3	-11.5	3~20	1.5~10	spanningswater	0.000352	2770	2291
slecht doorlatende laag 3	-150	#N/B	#N/B	slecht doorlatend			

input grondwaterstanden	peilbuis	h _{ghg} [m+NAP]	h _{act} [m+NAP]	h _{glg} [m+NAP]	Δh _{ghg} [m]	Δh _{act} [m]	Δh _{glg} [m]
watervoerende laag 1	E04067 Freatisch	-1.52	-1.87	-2.52	1.98	1.63	0.98
watervoerende laag 2	E04067 Freatisch	-2	-2.3	-3	0.73	0.43	0
watervoerende laag 3	B25D0582	-2.87	-3.06	-3.38	0	0	0

input afmeting	minimaal	maximaal
lengte bouwput [m]	12	12
breedte bouwput [m]	3.5	3.5
diepte bouwput [m+NAP]	-3.6	-3.6

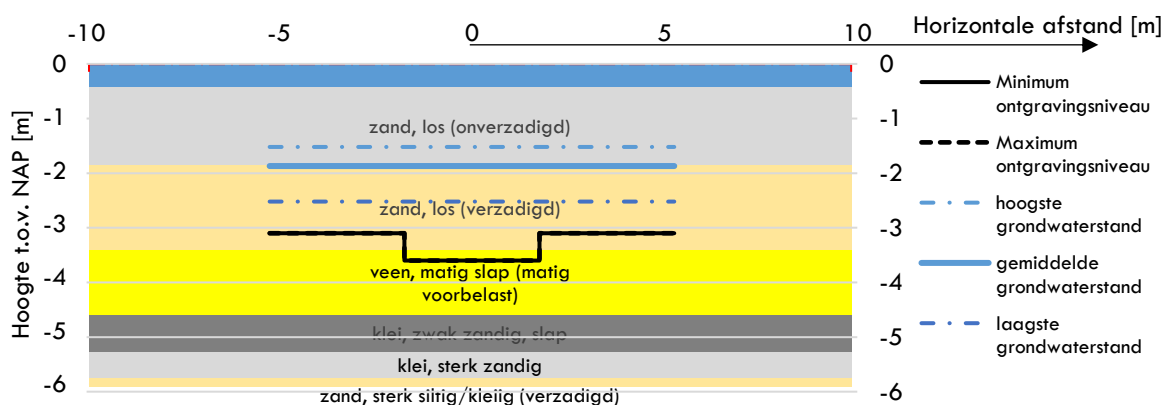
$$(1) \Delta h_w = \frac{Q_0}{2\pi \times k \times D} \times \ln \frac{R}{r}$$

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

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

output prognose debiet [m ³ /dag]	formule	analytisch Q _{ghg}	analytisch Q _{act}	analytisch Q _{glg}	remmende objecten in model	model Q _{ghg}	model Q _{act}	model Q _{glg}
watervoerende laag 1	Thiem	78	64	38	ja	12	10	6
watervoerende laag 2	De Glee	4	2		ja	4	3	
watervoerende laag 3								

output debiet	Q _{watervergunning}		Q _{bemalingsinstallatie}		Totale hoeveelheid onttrokken grondwater bij 35 dagen	
	[m³/uur]	[m³/dag]	[m³/uur]	[m³/dag]	maximaal [m³]	minimaal [m³]
watervoerende laag 1	0	10	1	12	420	210
watervoerende laag 2	0	3	0	4	140	
watervoerende laag 3						



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

Project : NKI te Amsterdam
Projectnummer : 10660118
Bemaling : liftput IA
Bodemprofiel : S3
Datum : 6-3-2018
Bemalingsduur : 35 dagen

input bodemopbouw	top [m+NAP]	k _h [m/dag]	k _v [m/dag]	type	S of μ	kD [m ² /dag]	R of λ
deklaag	-0.43	10	5	onverzadigd	0.3		
watervoerende laag 1	-1.9	10	5	freatisch	0.3	16	64
slecht doorlatende laag 1	-3.5	0.01~0.5	0.002~0.01	slecht doorlatend	0.000547		
watervoerende laag 2	-5.9	2	1	spanningswater	0.000414	1.2	75
slecht doorlatende laag 2	-6.5	0.01~0.1	0.002~0.01	slecht doorlatend	8.93E-05		
watervoerende laag 3	-11.5	3~20	1.5~10	spanningswater	0.000352	2770	2291
slecht doorlatende laag 3	-150	#N/B	#N/B	slecht doorlatend			

input grondwaterstanden	peilbuis	h _{ghg} [m+NAP]	h _{act} [m+NAP]	h _{glg} [m+NAP]	Δh _{ghg} [m]	Δh _{act} [m]	Δh _{glg} [m]
watervoerende laag 1	E04067 Freatisch	-1.52	-1.87	-2.52	1.98	1.63	0.98
watervoerende laag 2	E04067 Freatisch	-2	-2.3	-3	1.42	1.12	0.42
watervoerende laag 3	B25D0582	-2.87	-3.06	-3.38	0	0	0

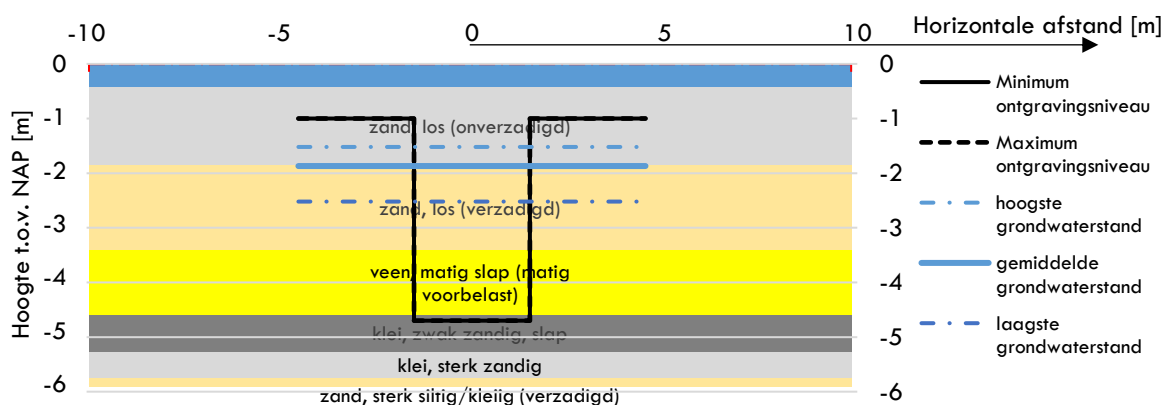
input afmeting	minimaal	maximaal
lengte bouwput [m]	4	4
breedte bouwput [m]	3	3
diepte bouwput [m+NAP]	-4.7	-4.7

$$(1) \Delta h_w = \frac{Q_0}{2\pi \times k \times D} \times \ln \frac{R}{r} \quad (2) \Delta h_w = \frac{Q_0}{2\pi \times k \times D} \times K_0 \left(\frac{r}{\lambda} \right)$$

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	59	49	29	ja	12	10	6
watervoerende laag 2	De Glee	5	4	1	ja	9	7	3
watervoerende laag 3								

output debiet	Q _{watervergunning}		Q _{bemalingsinstallatie}		Totale hoeveelheid onttrokken grondwater bij 35 dagen	
	[m ³ /uur]	[m ³ /dag]	[m ³ /uur]	[m ³ /dag]	maximaal [m ³]	minimaal [m ³]
watervoerende laag 1	0	10	1	12	420	210
watervoerende laag 2	0	7	0	9	315	105
watervoerende laag 3						



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

Project : NKI te Amsterdam
Projectnummer : 10660118
Bemaling : poeren in bestaande kelder
Bodemprofiel : S24
Datum : 6-3-2018
Bemalingsduur : 100 dagen

input bodemopbouw	top [m+NAP]	k _h [m/dag]	k _v [m/dag]	type	S of μ	kD [m ² /dag]	R of λ
deklaag	-0.65	10	5	onverzadigd	0.3		
watervoerende laag 1	-1.9	10	5	freatisch	0.3	16	61
slecht doorlatende laag 1	-3.5	0.01~0.5	0.002~0.01	slecht doorlatend	0.000547		
watervoerende laag 2	-6.8	2	1	spanningswater	0.000414	1.6	75
slecht doorlatende laag 2	-7.6	0.01~0.1	0.002~0.01	slecht doorlatend	8.93E-05		
watervoerende laag 3	-11.8	3~20	1.5~10	spanningswater	0.000352	2764	2291
slecht doorlatende laag 3	-150	#N/B	#N/B	slecht doorlatend			

input grondwaterstanden	peilbuis	h _{ghg} [m+NAP]	h _{act} [m+NAP]	h _{glg} [m+NAP]	Δh _{ghg} [m]	Δh _{act} [m]	Δh _{glg} [m]
watervoerende laag 1	E04067 Freatisch	-1.52	-1.87	-2.52	1.88	1.53	0.88
watervoerende laag 2	E04067 Freatisch	-2	-2.3	-3	0	0	0
watervoerende laag 3	B25D0582	-2.87	-3.06	-3.38	0	0	0

input afmeting	minimaal	maximaal
lengte bouwput [m]	3	13
breedte bouwput [m]	0.6	3.6
diepte bouwput [m+NAP]	-3.1	-3.1

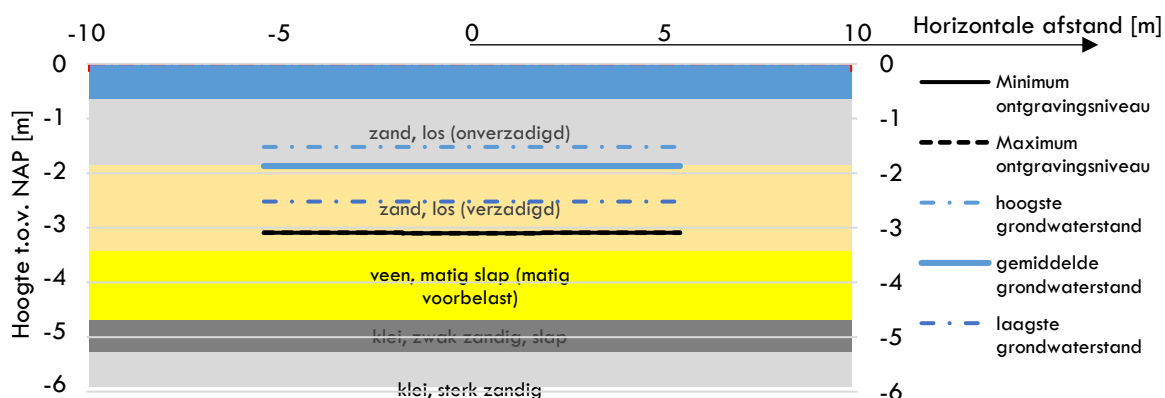
$$(1) \Delta h_w = \frac{Q_0}{2\pi \times k \times D} \times \ln \frac{R}{r}$$

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

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	77	63	36	nee	45	37	21
watervoerende laag 2								
watervoerende laag 3								

output debiet	Q _{watervergunning}		Q _{bemalingsinstallatie}		Totale hoeveelheid onttrokken grondwater bij 100 dagen	
	[m ³ /uur]	[m ³ /dag]	[m ³ /uur]	[m ³ /dag]	maximaal [m ³]	minimaal [m ³]
watervoerende laag 1	2	37	2	45	4500	2100
watervoerende laag 2						
watervoerende laag 3						



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

Project : NKI te Amsterdam
Projectnummer : 10660118
Bemaling : poeren as I1
Bodemprofiel : S24
Datum : 6-3-2018
Bemalingsduur : 60 dagen

input bodemopbouw	top [m+NAP]	k _h [m/dag]	k _v [m/dag]	type	S of μ	kD [m ² /dag]	R of λ
deklaag	-0.65	10	5	onverzadigd	0.3		
watervoerende laag 1	-1.9	10	5	freatisch	0.3	16	38
slecht doorlatende laag 1	-3.5	0.01~0.5	0.002~0.01	slecht doorlatend	0.000547		
watervoerende laag 2	-6.8	2	1	spanningswater	0.000414	1.6	75
slecht doorlatende laag 2	-7.6	0.01~0.1	0.002~0.01	slecht doorlatend	8.93E-05		
watervoerende laag 3	-11.8	3~20	1.5~10	spanningswater	0.000352	2764	2291
slecht doorlatende laag 3	-150	#N/B	#N/B	slecht doorlatend			

input grondwaterstanden	peilbuis	h _{ghg} [m+NAP]	h _{act} [m+NAP]	h _{glg} [m+NAP]	Δh _{ghg} [m]	Δh _{act} [m]	Δh _{glg} [m]
watervoerende laag 1	E04067 Freatisch	-1.52	-1.87	-2.52	1.18	0.83	0.18
watervoerende laag 2	E04067 Freatisch	-2	-2.3	-3	0	0	0
watervoerende laag 3	B25D0582	-2.87	-3.06	-3.38	0	0	0

input afmeting	minimaal	maximaal
lengte bouwput [m]	18	18
breedte bouwput [m]	0.6	5
diepte bouwput [m+NAP]	-2.4	-2.4

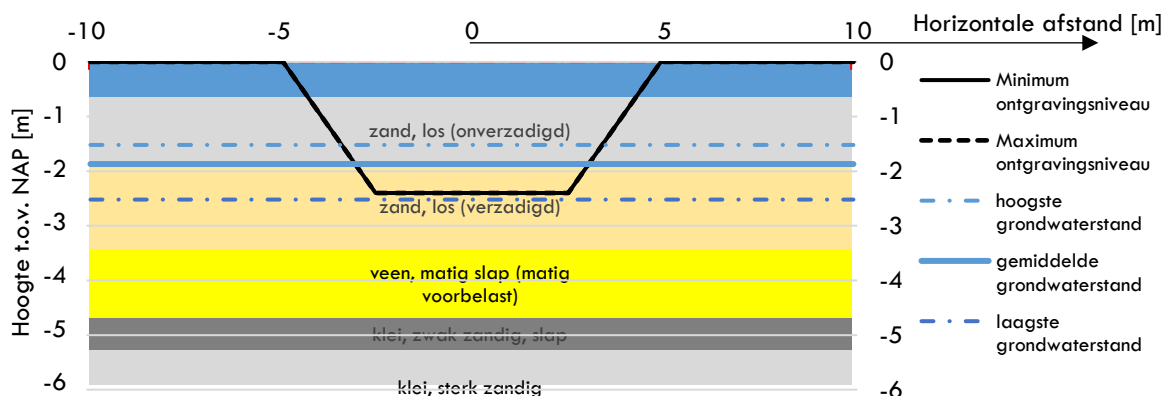
$$(1) \Delta h_w = \frac{Q_0}{2\pi \times k \times D} \times \ln \frac{R}{r}$$

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

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	72	51	11	nee	14	10	2
watervoerende laag 2								
watervoerende laag 3								

output debiet	Q _{watervergunning}		Q _{bemalingsinstallatie}		Totale hoeveelheid onttrokken grondwater bij 60 dagen	
	[m ³ /uur]	[m ³ /dag]	[m ³ /uur]	[m ³ /dag]	maximaal [m ³]	minimaal [m ³]
watervoerende laag 1	0	10	1	14	840	120
watervoerende laag 2						
watervoerende laag 3						



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

Project : NKI te Amsterdam
Projectnummer : 10660118
Bemaling : poer as I5
Bodemprofiel : S2
Datum : 6-3-2018
Bemalingsduur : 60 dagen

input bodemopbouw	top [m+NAP]	k _h [m/dag]	k _v [m/dag]	type	S of μ	kD [m ² /dag]	R of λ
deklaag	-0.5	10	5	onverzadigd	0.3		
watervoerende laag 1	-0.9	10	5	freatisch	0.3	21	9
slecht doorlatende laag 1	-3	0.01~0.5	0.002~0.01	slecht doorlatend	0.000547		
watervoerende laag 2	-6	2	1	spanningswater	0.000414	1	75
slecht doorlatende laag 2	-6.5	0.01~0.1	0.002~0.01	slecht doorlatend	8.93E-05		
watervoerende laag 3	-11.5	3~20	1.5~10	spanningswater	0.000352	2770	2291
slecht doorlatende laag 3	-150	#N/B	#N/B	slecht doorlatend			

input grondwaterstanden	peilbuis	h _{ghg} [m+NAP]	h _{act} [m+NAP]	h _{glg} [m+NAP]	Δh _{ghg} [m]	Δh _{act} [m]	Δh _{glg} [m]
watervoerende laag 1	E04067 Freatisch	-1.52	-1.87	-2.52	0.28	0	0
watervoerende laag 2	E04067 Freatisch	-2	-2.3	-3	0	0	0
watervoerende laag 3	B25D0582	-2.87	-3.06	-3.38	0	0	0

input afmeting	minimaal	maximaal
lengte bouwput [m]	4	4
breedte bouwput [m]	2.5	2.5
diepte bouwput [m+NAP]	-1.5	-1.5

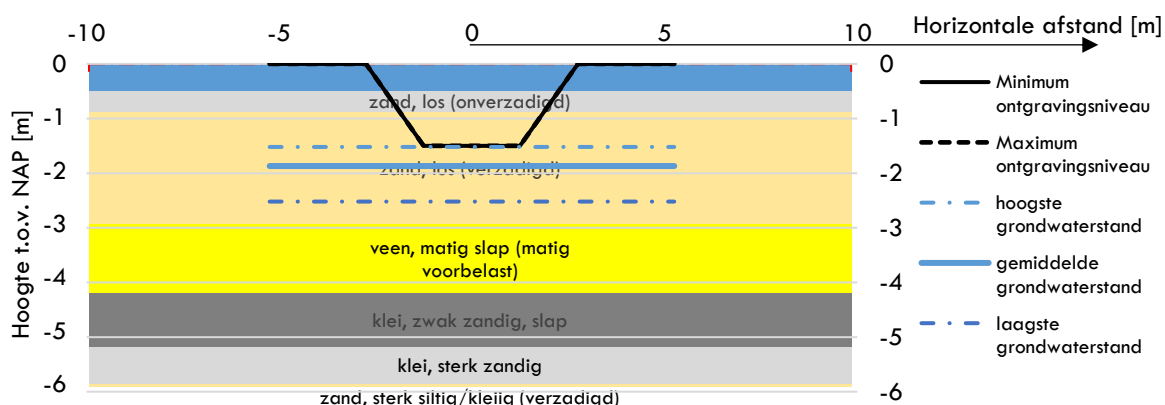
$$(1) \Delta h_w = \frac{Q_0}{2\pi \times k \times D} \times \ln \frac{R}{r}$$

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

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.

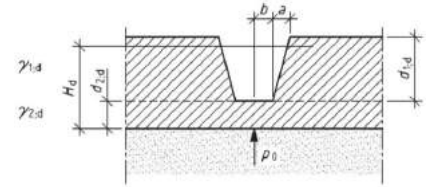
output prognose debiet [m ³ /dag]	formule	analytisch Q _{ghg}	analytisch Q _{act}	analytisch Q _{glg}	remmende objecten in model	model Q _{ghg}	model Q _{act}	model Q _{glg}
watervoerende laag 1	Thiem	25			nee	2		
watervoerende laag 2								
watervoerende laag 3								

output debiet	Q _{watervergunning}		Q _{bemalingsinstallatie}		Totale hoeveelheid onttrokken grondwater bij 60 dagen	
	[m ³ /uur]	[m ³ /dag]	[m ³ /uur]	[m ³ /dag]	maximaal [m ³]	minimaal [m ³]
watervoerende laag 1			0	2	120	
watervoerende laag 2						
watervoerende laag 3						



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

Project : NKL te Amsterdam
Projectnummer : 10660118
Bemaling : poeren as I5 tot I7
Bodemprofiel : S3
Datum : 6-3-2018



input bodemopbouw	γ [kN/m ³]	top [m+NAP]	dikte [m]	opb1 [kN/m ²]	opb2 [kN/m ²]	opb3 [kN/m ²]
zand, los (onverzadigd)	17	-0.43	1.47	7.3	11.7	
zand, los (verzadigd)	19	-1.9	1.6	28.4	29.5	
veen, matig slap (matig voorbelast)	11	-3.5	1.2	13.2	13.2	
klei, zwak zandig, slap	15	-4.7	0.7	10.5	10.5	
klei, sterk zandig	19	-5.4	0.5	9.5	9.5	
zand, sterk siltig/kleiig (verzadigd)	20	-5.9	0.6		12	
klei, sterk zandig	19	-6.5	2.5		47.5	
klei, zwak zandig, slap	15	-9	2		30	
veen, matig (matig voorbelast)	12	-11	0.5		6	
zand, vast (verzadigd)	21	-11.5	5			
zand, vast (verzadigd)	21	-16.5	134			
		-150				

input berekening	parameter
$z_{d,min}$ [m+NAP]	-2.1
$z_{d,max}$ [m+NAP]	-2.1
z_{mv} [m+NAP]	-1
b_{bodem} [m]	1.25
$\alpha_{talud} = (z_{mv} - z_d) \times \text{talud}$	1:1
f_{min}	0.477
f_{max}	0.762
h_{ghg-o1} [m+NAP]	-2
h_{ghg-o2} [m+NAP]	-2.87
h_{ghg-o3} [m+NAP]	nb
h_{act-o1} [m+NAP]	-2.3
h_{act-o2} [m+NAP]	-3.06
h_{act-o3} [m+NAP]	nb
z_{o1} [m+NAP]	-5.9
z_{o2} [m+NAP]	-11.5
z_{o3} [m+NAP]	nb
veiligheidsfactor	1.1

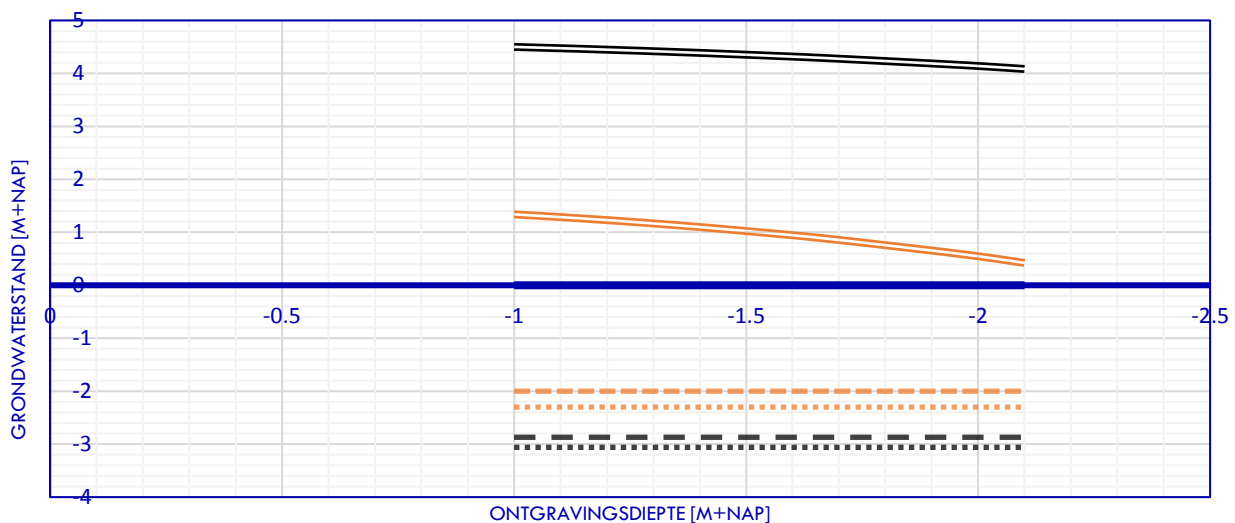
z_d = ontgravingniveau,
 z_o = opbarstniveau, z_{mv} = start niveau
 ontgraving, h = grondwaterstand

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

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

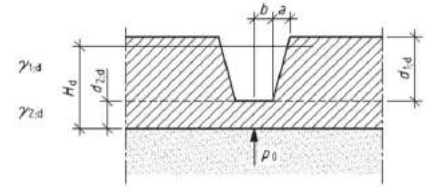
output $z_{d,max}$ (maximaal ontgravingniveau)	[kN/m ²]	$u_{z;d}$ [kN/m ²]	$h_{k,v}$ [m+NAP]	h_k [m+NAP]	Δh_{act} [m]	Δh_{max} [m]
opbarstniveau 1	62.0	68.9	0.42	1.12	0.00	0.00
opbarstniveau 2	152.9	169.9	4.08	5.82	0.00	0.00
opbarstniveau 3	115.8	128.7				

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



hkr o1 hghg o1 hact o1 hkr o2 hghg o2
 hact o2 hkr o3 hghg o3 hact o3

Project : NKL te Amsterdam
Projectnummer : 10660118
Bemaling : vloer as I5 tot I7
Bodemprofiel : S2
Datum : 6-3-2018



input bodemopbouw	γ [kN/m ³]	top [m+NAP]	dikte [m]	opb1 [kN/m ²]	opb2 [kN/m ²]	opb3 [kN/m ²]
zand, los (onverzadigd)	17	-0.5	0.4	0.3	1.3	
zand, los (verzadigd)	19	-0.9	2.1	39	39.1	
veen, matig slap (matig voorbelast)	11	-3	1.3	14.3	14.3	
klei, zwak zandig, slap	15	-4.3	1	15	15	
klei, sterk zandig	19	-5.3	0.7	13.3	13.3	
zand, sterk siltig/kleilig (verzadigd)	20	-6	0.5		10	
klei, sterk zandig	19	-6.5	2.5		47.5	
klei, zwak zandig, slap	15	-9	2		30	
veen, matig (matig voorbelast)	12	-11	0.5		6	
zand, vast (verzadigd)	21	-11.5	5			
zand, vast (verzadigd)	21	-16.5	134			
		-150				

input berekening	parameter
$z_{d,min}$ [m+NAP]	-0.95
$z_{d,max}$ [m+NAP]	-0.95
z_{mv} [m+NAP]	0
b_{bodem} [m]	10
α_{lud} [$\alpha = (z_{mv} - z_d) \times \alpha_{lud}$]	1:1
f_{min}	0.037
f_{max}	0.184
h_{ghg-o1} [m+NAP]	-2
h_{ghg-o2} [m+NAP]	-2.87
h_{ghg-o3} [m+NAP]	nb
h_{act-o1} [m+NAP]	-2.3
h_{act-o2} [m+NAP]	-3.06
h_{act-o3} [m+NAP]	nb
z_{o1} [m+NAP]	-6
z_{o2} [m+NAP]	-11.5
z_{o3} [m+NAP]	nb
veiligheidsfactor	1.1

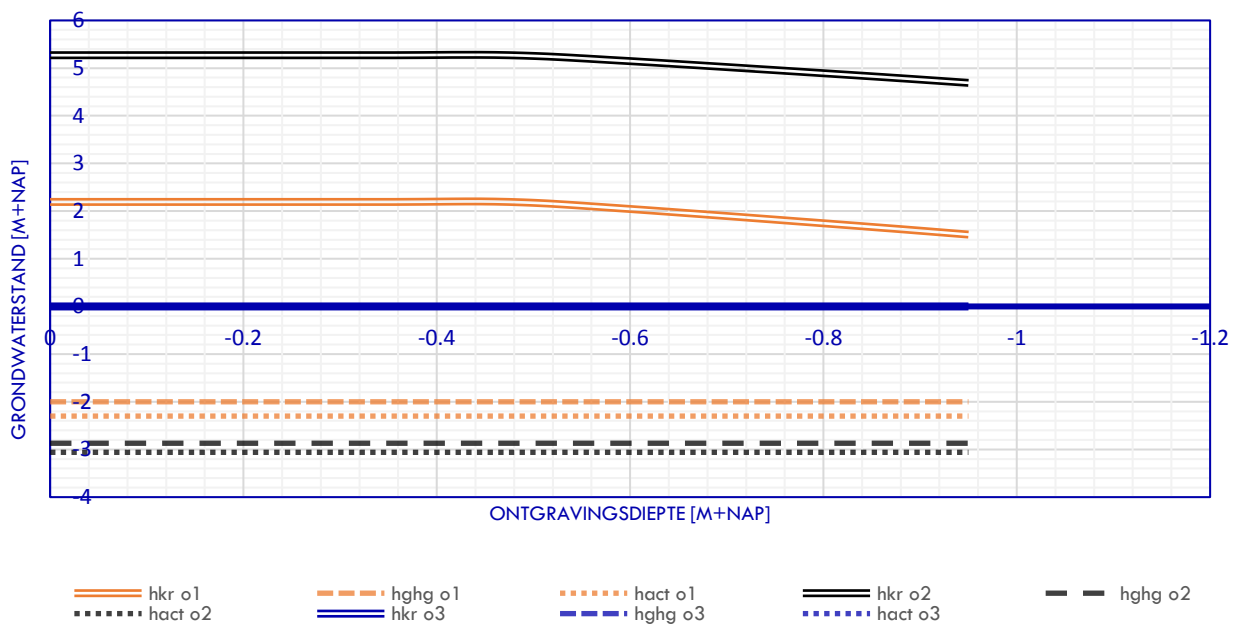
z_d = ontgravingniveau,
 z_o = opbarstniveau, z_{mv} = start niveau
 ontgraving, h = grondwaterstand

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

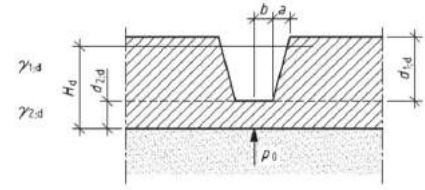
$$(2) f = \frac{2}{\pi} \left(\left(1 + \frac{b}{a} \right) \times \arctan \left(\frac{d_2}{a+b} \right) - \frac{b}{a} \times \arctan \left(\frac{d_2}{b} \right) \right)$$

output $z_{d,max}$ (maximaal ontgravingniveau)	[kN/m ²]	$u_{z;d}$ [kN/m ²]	$h_{k,v}$ [m+NAP]	h_k [m+NAP]	Δh_{act} [m]	Δh_{max} [m]
opbarstniveau 1	73.7	81.8	1.51	2.34	0.00	0.00
opbarstniveau 2	158.8	176.5	4.69	6.49	0.00	0.00
opbarstniveau 3	122.5	136.1				

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



Project : NKL te Amsterdam
Projectnummer : 10660118
Bemaling : liftputten IB en poeren B4+B5
Bodemprofiel : S3
Datum : 6-3-2018



input bodemopbouw	γ [kN/m³]	top [m+NAP]	dikte [m]	opb1 [kN/m²]	opb2 [kN/m²]	opb3 [kN/m²]
zand, los (onverzadigd)	17	-0.43	1.47			
zand, los (verzadigd)	19	-1.9	1.6	2.1	5.5	
veen, matig slap (matig voorbelast)	11	-3.5	1.2	12.4	12.9	
klei, zwak zandig, slap	15	-4.7	0.7	10.5	10.5	
klei, sterk zandig	19	-5.4	0.5	9.5	9.5	
zand, sterk siltig/kleilig (verzadigd)	20	-5.9	0.6		12	
klei, sterk zandig	19	-6.5	2.5		47.5	
klei, zwak zandig, slap	15	-9	2		30	
veen, matig (matig voorbelast)	12	-11	0.5		6	
zand, vast (verzadigd)	21	-11.5	5			
zand, vast (verzadigd)	21	-16.5	134			
		-150				

input berekening	parameter
z _{d,min} [m+NAP]	-3.6
z _{d,max} [m+NAP]	-3.6
z _{mv} [m+NAP]	-3.1
b _{bodem} [m]	1.75
talud [a=(z _{mv} -z _d) x talud]	1:0.001
f _{min}	0.279
f _{max}	0.727
h _{ghg-o1} [m+NAP]	-2
h _{ghg-o2} [m+NAP]	-2.87
h _{ghg-o3} [m+NAP]	nb
h _{act-o1} [m+NAP]	-2.3
h _{act-o2} [m+NAP]	-3.06
h _{act-o3} [m+NAP]	nb
z _{o1} [m+NAP]	-5.9
z _{o2} [m+NAP]	-11.5
z _{o3} [m+NAP]	nb
veiligheidsfactor	1.1

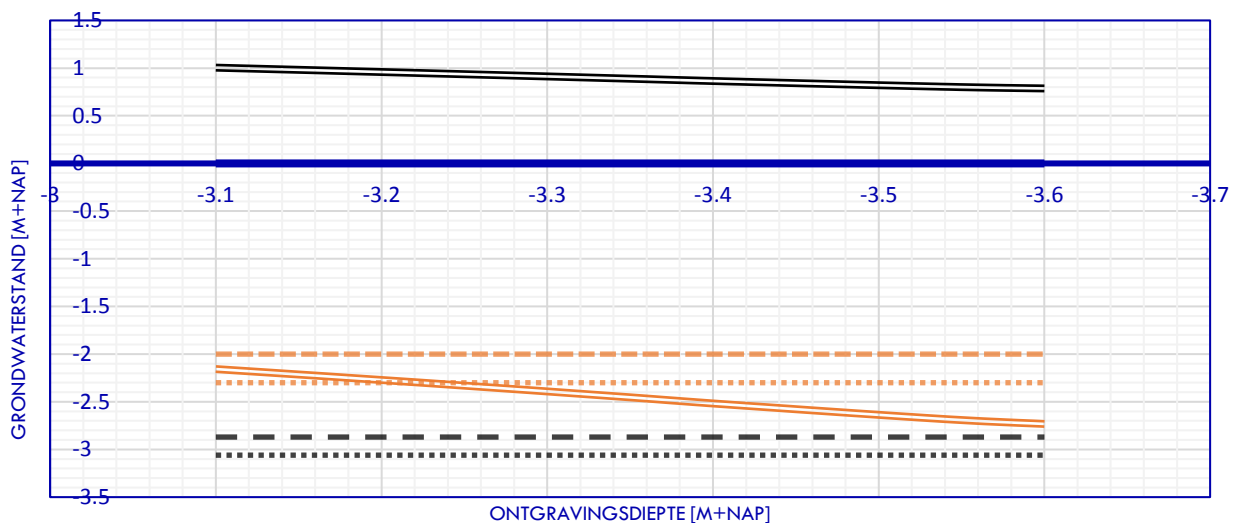
z_d = ontgravingniveau,
z_o = opbarstniveau, z_{mv} = start niveau
ontgraving, h = grondwaterstand

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

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

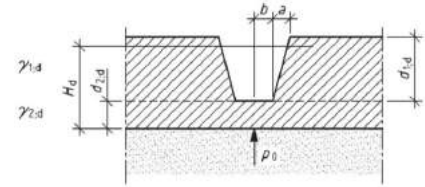
output z _{d,max} (maximaal ontgravingniveau)	[kN/m²]	u _{z;d} [kN/m²]	h _{k,v} [m+NAP]	h _k [m+NAP]	Δh _{act} [m]	Δh _{max} [m]
opbarstniveau 1	31.1	34.5	-2.73	-2.38	0.43	0.73
opbarstniveau 2	120.5	133.9	0.79	2.15	0.00	0.00
opbarstniveau 3	104.0	115.5				

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



hkr o1 hghg o1 hact o1 hkr o2 hghg o2
hact o2 hkr o3 hghg o3 hact o3

Project : NKL te Amsterdam
Projectnummer : 10660118
Bemaling : liftput IA
Bodemprofiel : S3
Datum : 6-3-2018



input bodemopbouw	γ [kN/m³]	top [m+NAP]	dikte [m]	opb1 [kN/m²]	opb2 [kN/m²]	opb3 [kN/m²]
zand, los (onverzadigd)	17	-0.43	1.47	1.8	11.1	
zand, los (verzadigd)	19	-1.9	1.6	3.6	22.1	
veen, matig slap (matig voorbelast)	11	-3.5	1.2	1.6	9.6	
klei, zwak zandig, slap	15	-4.7	0.7	10.5	10.5	
klei, sterk zandig	19	-5.4	0.5	9.5	9.5	
zand, sterk siltig/kleilig (verzadigd)	20	-5.9	0.6		12	
klei, sterk zandig	19	-6.5	2.5		47.5	
klei, zwak zandig, slap	15	-9	2		30	
veen, matig (matig voorbelast)	12	-11	0.5		6	
zand, vast (verzadigd)	21	-11.5	5			
zand, vast (verzadigd)	21	-16.5	134			
		-150				

input berekening	parameter
z _{d,min} [m+NAP]	-4.7
z _{d,max} [m+NAP]	-4.7
z _{mv} [m+NAP]	-1
b _{bodem} [m]	1.5
talud [a=(z _{mv} -z _d) x talud]	1:0.001
f _{min}	0.119
f _{max}	0.728
h _{ghg-o1} [m+NAP]	-2
h _{ghg-o2} [m+NAP]	-2.87
h _{ghg-o3} [m+NAP]	nb
h _{act-o1} [m+NAP]	-2.3
h _{act-o2} [m+NAP]	-3.06
h _{act-o3} [m+NAP]	nb
z _{o1} [m+NAP]	-5.9
z _{o2} [m+NAP]	-11.5
z _{o3} [m+NAP]	nb
veiligheidsfactor	1.1

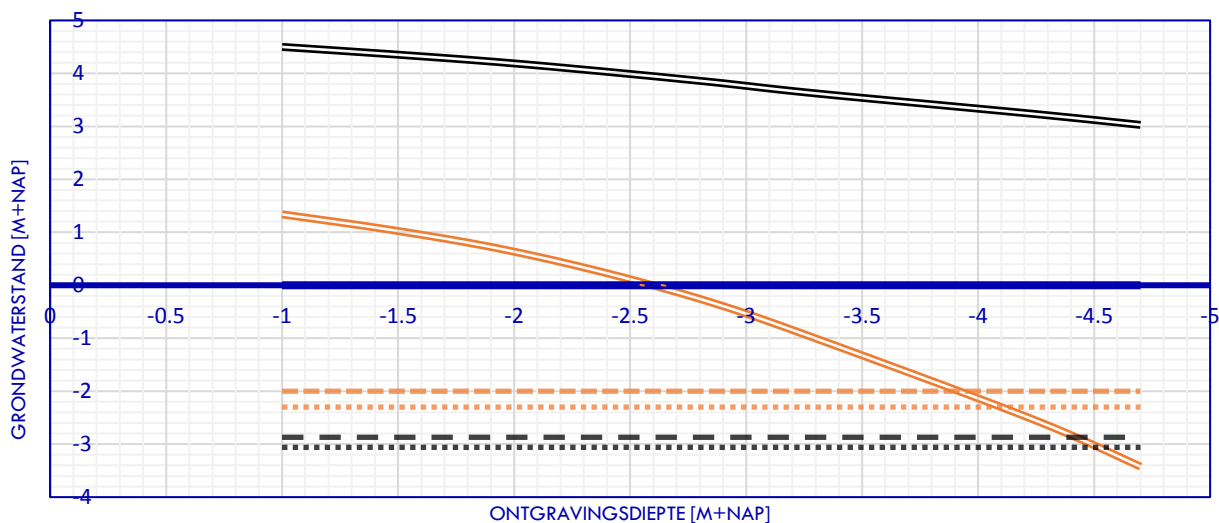
z_d = ontgravingsniveau,
z_o = opbarstniveau, z_{mv} = start niveau
ontgraving, h = grondwaterstand

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

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

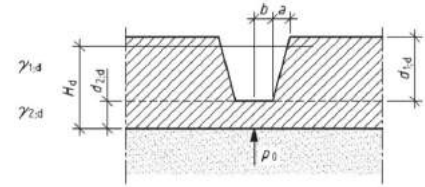
output z _{d,max} (maximaal ontgravingsniveau)	[kN/m²]	u _{z;d} [kN/m²]	h _{k,v} [m+NAP]	h _k [m+NAP]	Δh _{act} [m]	Δh _{max} [m]
opbarstniveau 1	24.3	27.0	-3.42	-3.15	1.12	1.42
opbarstniveau 2	142.5	158.4	3.03	4.64	0.00	0.00
opbarstniveau 3	94.5	105.0				

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



hkr o1 hghg o1 hact o1 hkr o2 hghg o2
hact o2 hkr o3 hghg o3 hact o3

Project : NKL te Amsterdam
Projectnummer : 10660118
Bemaling : poeren in bestaande kelder
Bodemprofiel : S24
Datum : 6-3-2018



input bodemopbouw	γ [kN/m ³]	top [m+NAP]	dikte [m]	opb1 [kN/m ²]	opb2 [kN/m ²]	opb3 [kN/m ²]
zand, los (onverzadigd)	17	-0.65	1.25			
zand, los (verzadigd)	19	-1.9	1.6	7.7	7.7	
veen, matig slap (matig voorbelast)	11	-3.5	1.3	14.3	14.3	
klei, zwak zandig, slap	15	-4.8	0.6	9	9	
klei, sterk zandig	19	-5.4	1.4	26.6	26.6	
zand, sterk siltig/kleilig (verzadigd)	20	-6.8	0.8		16	
klei, sterk zandig	19	-7.6	1.4		26.6	
klei, zwak zandig, slap	15	-9	2		30	
veen, matig (matig voorbelast)	12	-11	0.8		9.6	
zand, vast (verzadigd)	21	-11.8	4.7			
zand, vast (verzadigd)	21	-16.5	134			
		-150				

input berekening	parameter
$z_{d,min}$ [m+NAP]	-3.1
$z_{d,max}$ [m+NAP]	-3.1
z_{mv} [m+NAP]	-3.09
b_{bodem} [m]	1.8
$\alpha_{talud} = (z_{mv} - z_d) \times \alpha_{talud}$	1:0.001
f_{min}	0.461
f_{max}	0.744
h_{ghg-o1} [m+NAP]	-2
h_{ghg-o2} [m+NAP]	-2.87
h_{ghg-o3} [m+NAP]	nb
h_{act-o1} [m+NAP]	-2.3
h_{act-o2} [m+NAP]	-3.06
h_{act-o3} [m+NAP]	nb
z_{o1} [m+NAP]	-6.8
z_{o2} [m+NAP]	-11.8
z_{o3} [m+NAP]	nb
veiligheidsfactor	1.1

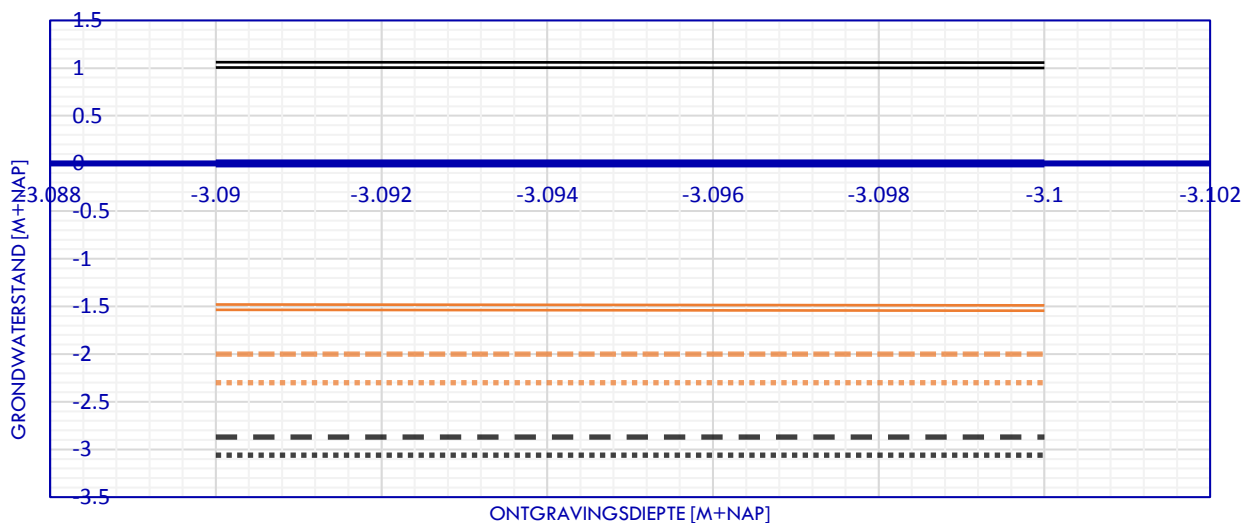
z_d = ontgravingniveau,
 z_o = opbarstniveau, z_{mv} = start niveau
 ontgraving, h = grondwaterstand

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

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

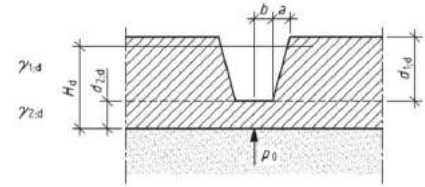
output $z_{d,max}$ (maximaal ontgravingniveau)	[kN/m ²]	$u_{z;d}$ [kN/m ²]	$h_{k,v}$ [m+NAP]	h_k [m+NAP]	Δh_{act} [m]	Δh_{max} [m]
opbarstniveau 1	51.8	57.6	-1.52	-0.93	0.00	0.00
opbarstniveau 2	125.9	139.8	1.03	2.45	0.00	0.00
opbarstniveau 3	118.9	132.1				

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



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

Project : NKL te Amsterdam
Projectnummer : 10660118
Bemaling : poeren as I1
Bodemprofiel : S24
Datum : 6-3-2018



input bodemopbouw	γ [kN/m ³]	top [m+NAP]	dikte [m]	opb1 [kN/m ²]	opb2 [kN/m ²]	opb3 [kN/m ²]
zand, los (onverzadigd)	17	-0.65	1.25	5.4	11.6	
zand, los (verzadigd)	19	-1.9	1.6	23.3	26.1	
veen, matig slap (matig voorbelast)	11	-3.5	1.3	14.3	14.3	
klei, zwak zandig, slap	15	-4.8	0.6	9	9	
klei, sterk zandig	19	-5.4	1.4	26.6	26.6	
zand, sterk siltig/kleilig (verzadigd)	20	-6.8	0.8		16	
klei, sterk zandig	19	-7.6	1.4		26.6	
klei, zwak zandig, slap	15	-9	2		30	
veen, matig (matig voorbelast)	12	-11	0.8		9.6	
zand, vast (verzadigd)	21	-11.8	4.7			
zand, vast (verzadigd)	21	-16.5	134			
		-150				

input berekening	parameter
$z_{d,min}$ [m+NAP]	-2.4
$z_{d,max}$ [m+NAP]	-2.4
z_{mv} [m+NAP]	0
b_{bodem} [m]	2.5
$\alpha_{talud} [a=(z_{mv}-z_d) \times talud]$	1:1
f_{min}	0.252
f_{max}	0.548
h_{ghg-o1} [m+NAP]	-2
h_{ghg-o2} [m+NAP]	-2.87
h_{ghg-o3} [m+NAP]	nb
h_{act-o1} [m+NAP]	-2.3
h_{act-o2} [m+NAP]	-3.06
h_{act-o3} [m+NAP]	nb
z_{o1} [m+NAP]	-6.8
z_{o2} [m+NAP]	-11.8
z_{o3} [m+NAP]	nb
veiligheidsfactor	1.1

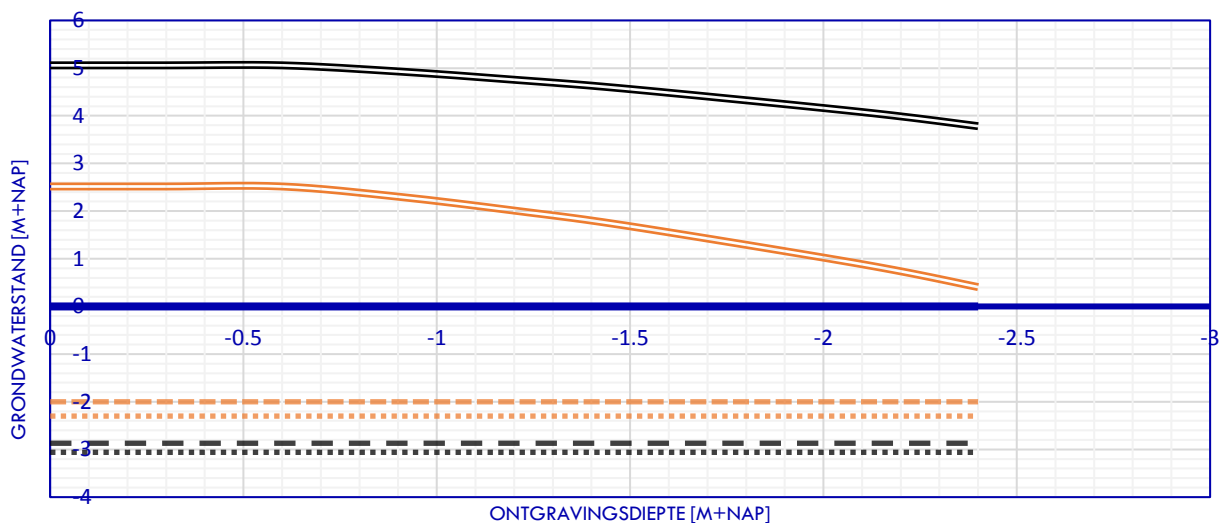
z_d = ontgravingsniveau,
 z_o = opbarstniveau, z_{mv} = start niveau
 ontgraving, h = grondwaterstand

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

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

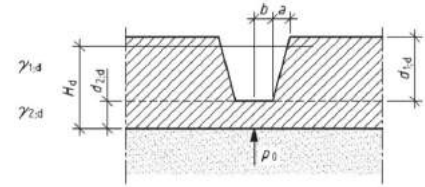
output $z_{d,max}$ (maximaal ontgravingsniveau)	[kN/m ²]	$u_{z;d}$ [kN/m ²]	$h_{k,y}$ [m+NAP]	h_k [m+NAP]	Δh_{act} [m]	Δh_{max} [m]
opbarstniveau 1	70.7	78.5	0.41	1.21	0.00	0.00
opbarstniveau 2	152.9	169.8	3.78	5.51	0.00	0.00
opbarstniveau 3	118.9	132.1				

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



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

Project : NKI te Amsterdam
Projectnummer : 10660118
Bemaling : poer as I5
Bodemprofiel : S2
Datum : 6-3-2018



input bodemopbouw	γ [kN/m ³]	top [m+NAP]	dikte [m]	opb1 [kN/m ²]	opb2 [kN/m ²]	opb3 [kN/m ²]
zand, los (onverzadigd)	17	-0.5	0.4	3.4	5.1	
zand, los (verzadigd)	19	-0.9	2.1	34.2	37.1	
veen, matig slap (matig voorbelast)	11	-3	1.3	14.3	14.3	
klei, zwak zandig, slap	15	-4.3	1	15	15	
klei, sterk zandig	19	-5.3	0.7	13.3	13.3	
zand, sterk siltig/kleilig (verzadigd)	20	-6	0.5		10	
klei, sterk zandig	19	-6.5	2.5		47.5	
klei, zwak zandig, slap	15	-9	2		30	
veen, matig (matig voorbelast)	12	-11	0.5		6	
zand, vast (verzadigd)	21	-11.5	5			
zand, vast (verzadigd)	21	-16.5	134			
		-150				

input berekening	parameter
$z_{d,min}$ [m+NAP]	-1.5
$z_{d,max}$ [m+NAP]	-1.5
z_{mv} [m+NAP]	0
b_{bodem} [m]	1.25
$\alpha_{talud} [a=(z_{mv}-z_d) \times talud]$	1:1
f_{min}	0.504
f_{max}	0.753
h_{ghg-o1} [m+NAP]	-2
h_{ghg-o2} [m+NAP]	-2.87
h_{ghg-o3} [m+NAP]	nb
h_{act-o1} [m+NAP]	-2.3
h_{act-o2} [m+NAP]	-3.06
h_{act-o3} [m+NAP]	nb
z_{o1} [m+NAP]	-6
z_{o2} [m+NAP]	-11.5
z_{o3} [m+NAP]	nb
veiligheidsfactor	1.1

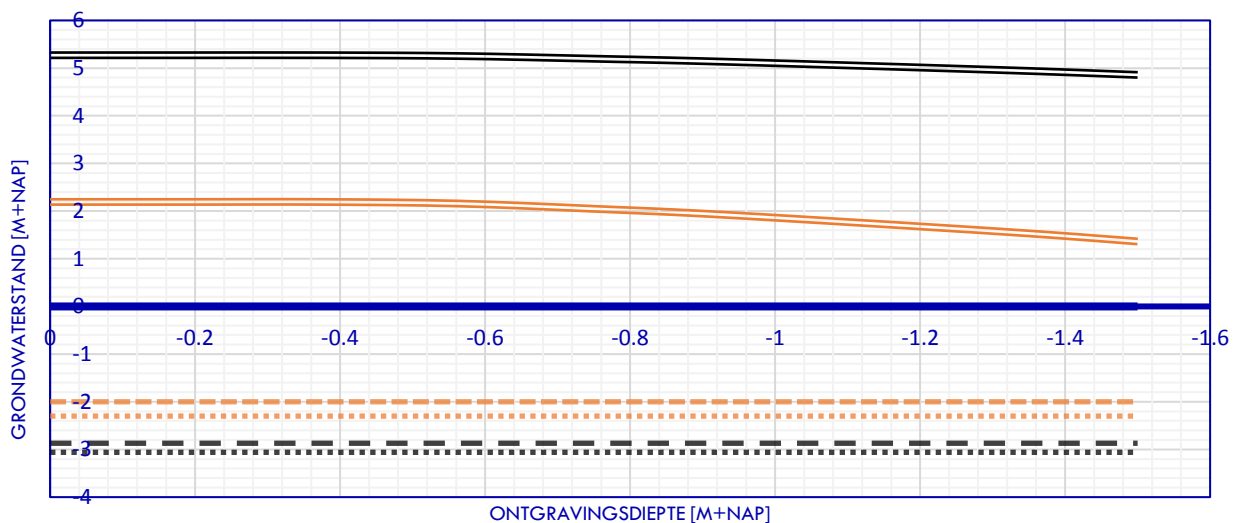
z_d = ontgravingniveau,
 z_o = opbarstniveau, z_{mv} = start niveau
 ontgraving, h = grondwaterstand

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

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

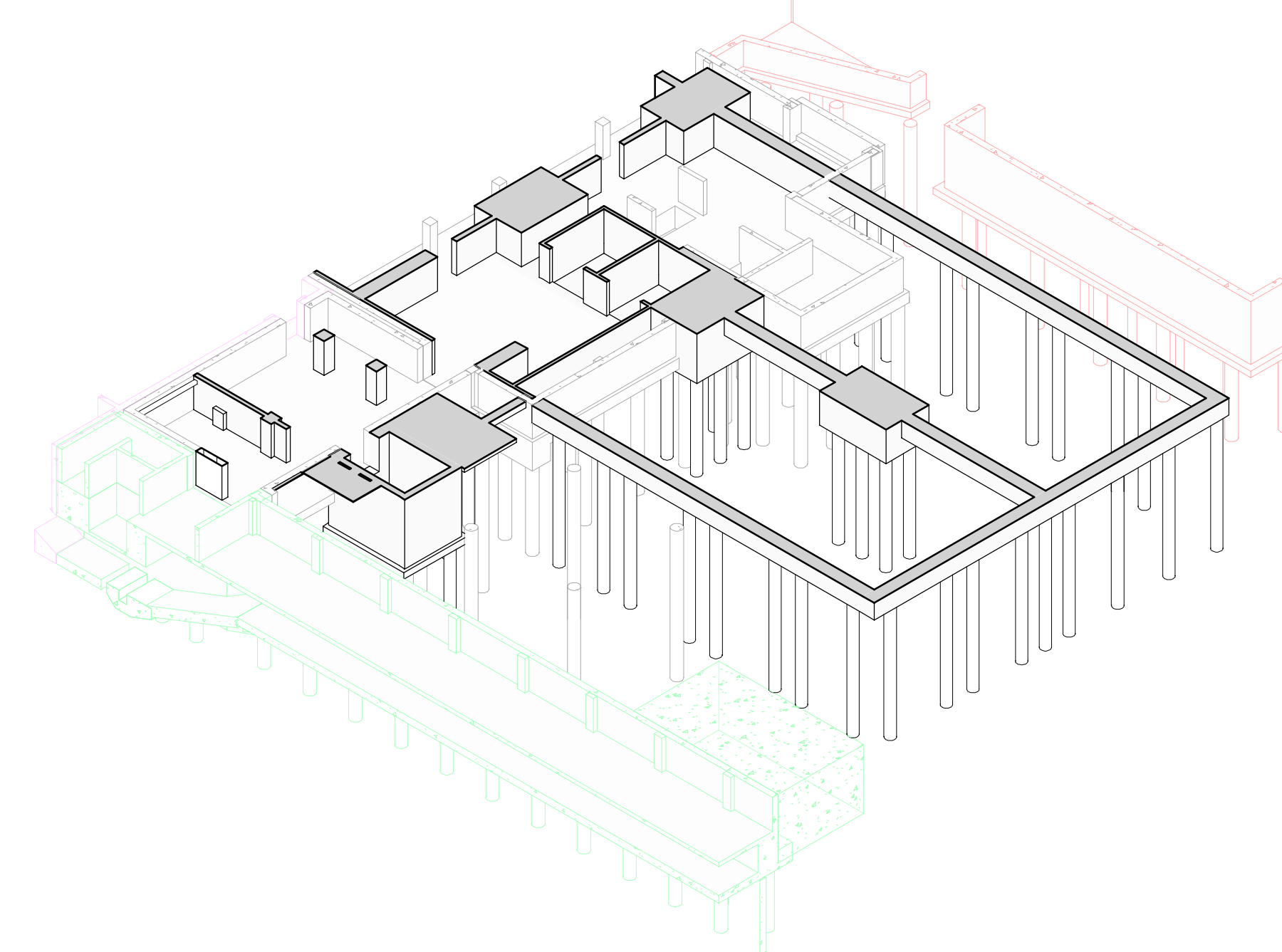
output $z_{d,max}$ (maximaal ontgravingniveau)	[kN/m ²]	$u_{z;d}$ [kN/m ²]	$h_{k,y}$ [m+NAP]	h_k [m+NAP]	Δh_{act} [m]	Δh_{max} [m]
opbarstniveau 1	72.2	80.3	1.36	2.18	0.00	0.00
opbarstniveau 2	160.5	178.3	4.86	6.68	0.00	0.00
opbarstniveau 3	122.5	136.1				

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

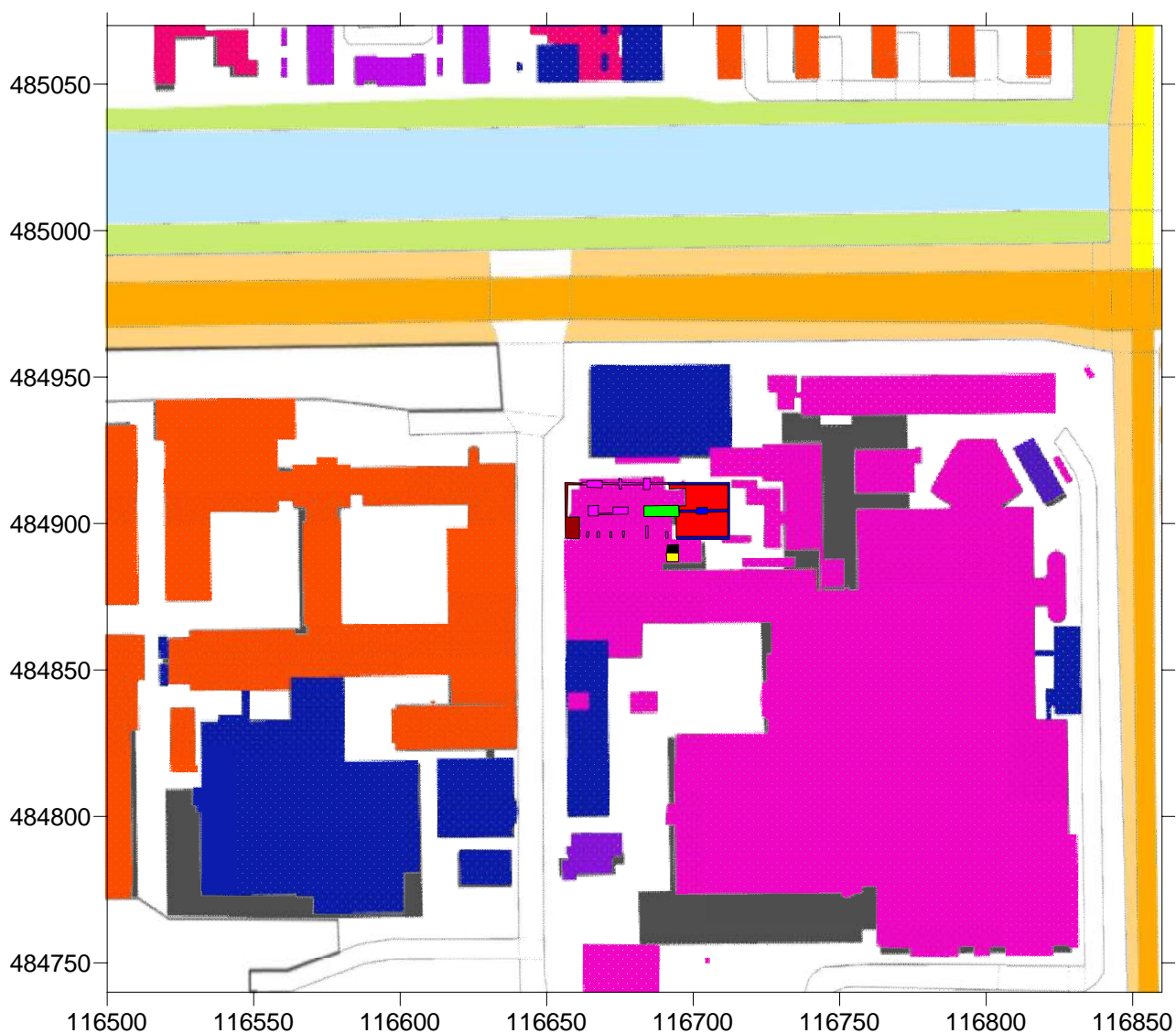


— hkr o1 --- hghg o1 ... hact o1 — hkr o2 --- hghg o2
... hact o2 — hkr o3 --- hghg o3 ... hact o3

Bijlage 4 – Tekeningen project en omgeving



verwijzing details, doorsnedes en poeren	
B.80.0 V	details kelder + begane grondvloer
B.80.1 V	doorsnedes kelder + begane grondvloer
B.80.2.2 V/m B.80.2.10 V	poeren
B.00.3 V en B.00.5 V	plattengrond kelder hoofdgebouw en tussenlid (1:20)
B.78.1 V t/m B.78.5 V	doorsnedes kelder + begane grondvloer hoofdgebouw en tussenlid



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:

AVL APOTHEEK

opdrachtgever:

MOS

schaal:
N.V.T.

order:
10660118

tekeningnummer:
1

formaat:
A4

getekend:
EL

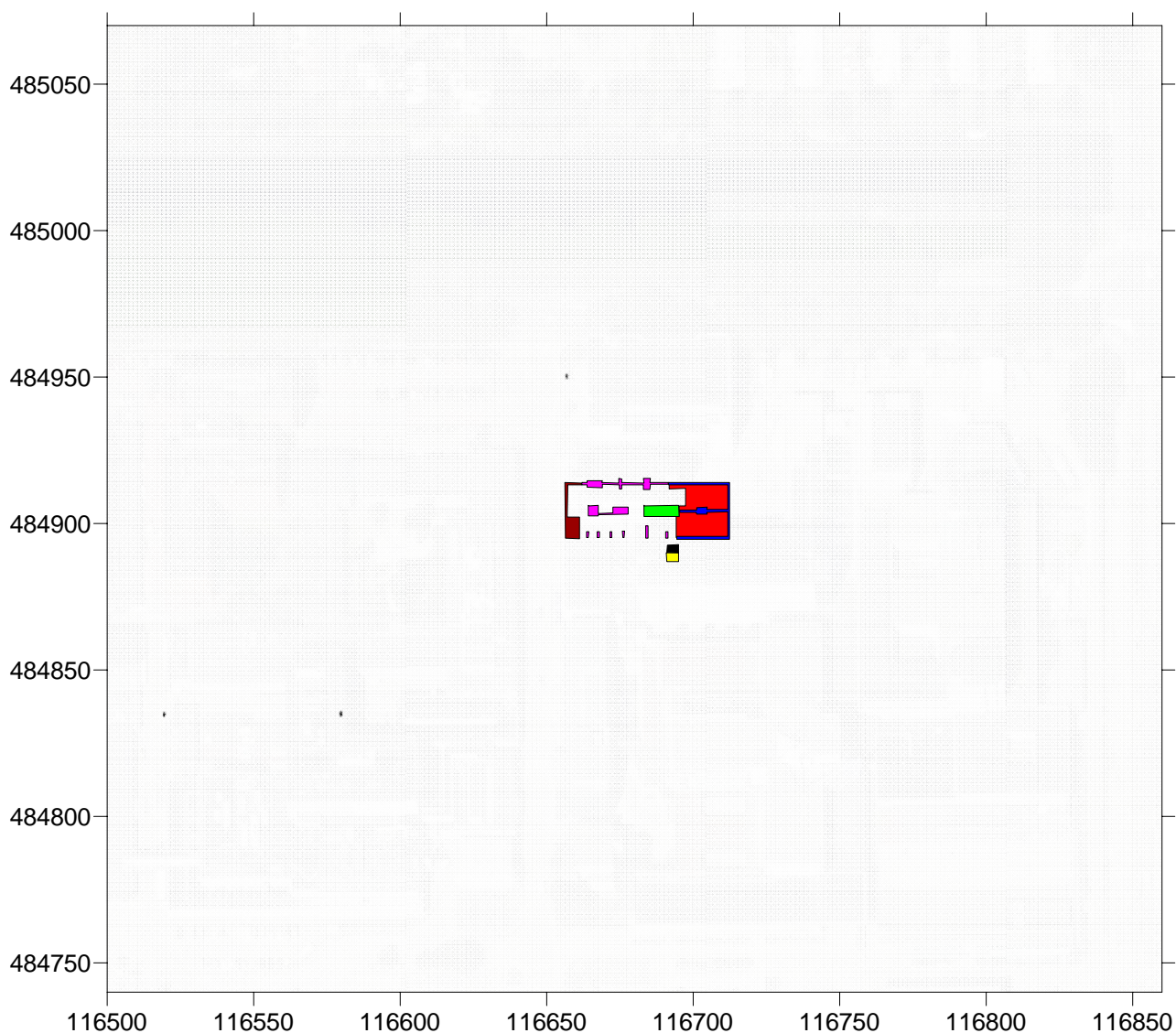
datum:
05-03-2018






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:
AVL APOTHEEK
 opdrachtgever:
MOS

schaal:
 N.V.T.

order:
10660118

tekeningnummer:
1

formaat:
A4

getekend:
EL

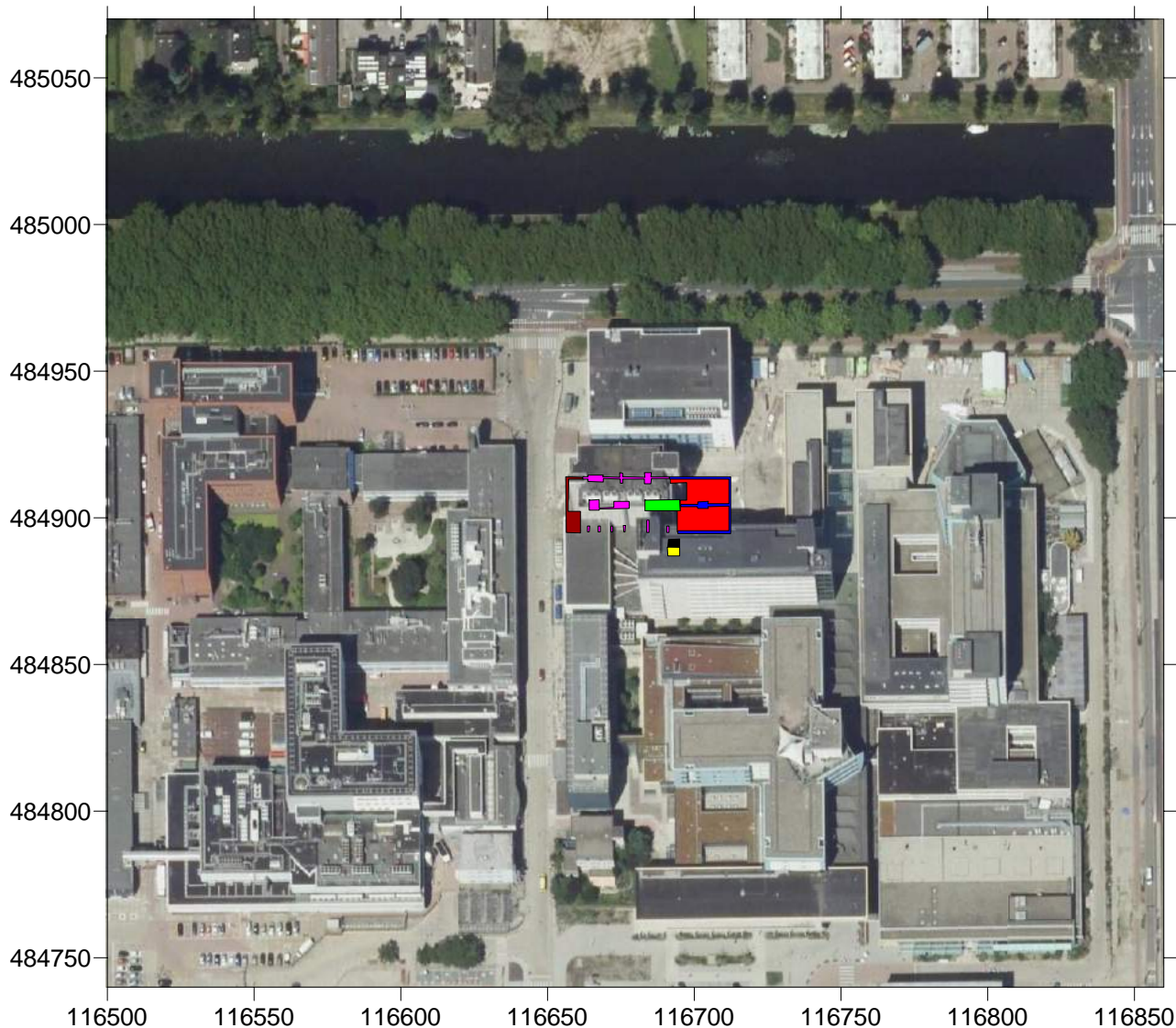
datum:
05-03-2018









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

- | | | | |
|--|---|---|---|
|  | Habitatrichtlijn |  | Vogelrichtlijn en Habitatrichtlijn |
|  | Vogelrichtlijn |  | Vogelrichtlijn, Habitatrichtlijn en Natuurbeschermingswet |
|  | Habitatrichtlijn en Natuurbeschermingswet | | |
|  | Vogelrichtlijn en Natuurbeschermingswet | | |

omschrijving:
AVL APOTHEEK
 opdrachtgever:
MOS

schaal:
 N.V.T.

order:
10660118

tekeningnummer:
 3

formaat:
 A4

getekend:
 EL

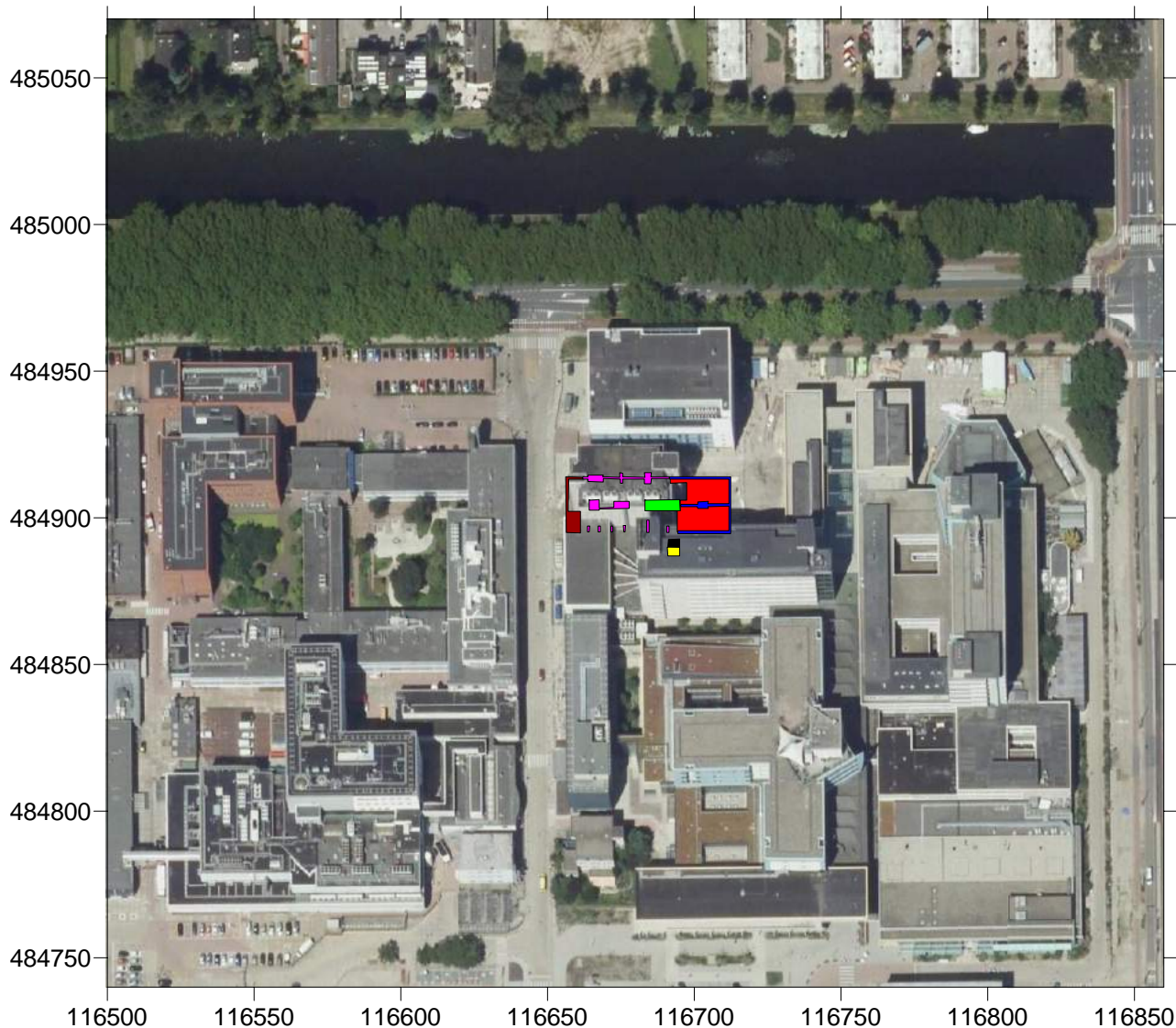
datum:
05-03-2018



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)

omschrijving:
AVL APOTHEEK
opdrachtgever:
MOS

schaal:
N.V.T.

order:
10660118

tekeningnummer:
4

formaat:
A4

getekend:
EL

datum:
05-03-2018



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:
AVL APOTHEEK
 opdrachtgever:
MOS

schaal:
 N.V.T.

order:
10660118

tekeningnummer:
5

formaat:
A4

getekend:
EL

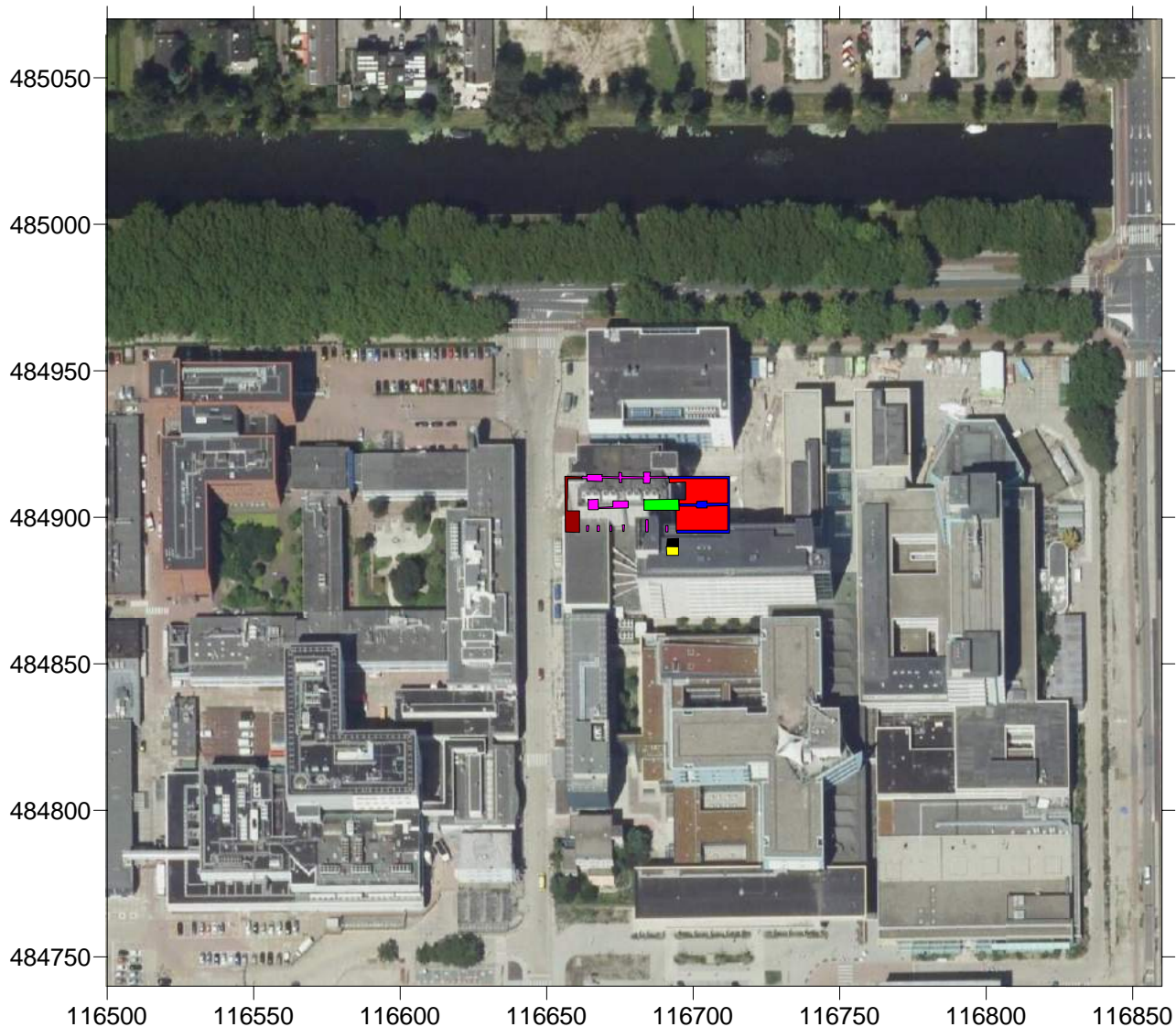
datum:
05-03-2018



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:
AVL APOTHEEK
opdrachtgever:
MOS

schaal:
N.V.T.

order:
10660118

tekeningnummer:
6

formaat:
A4

getekend:
EL

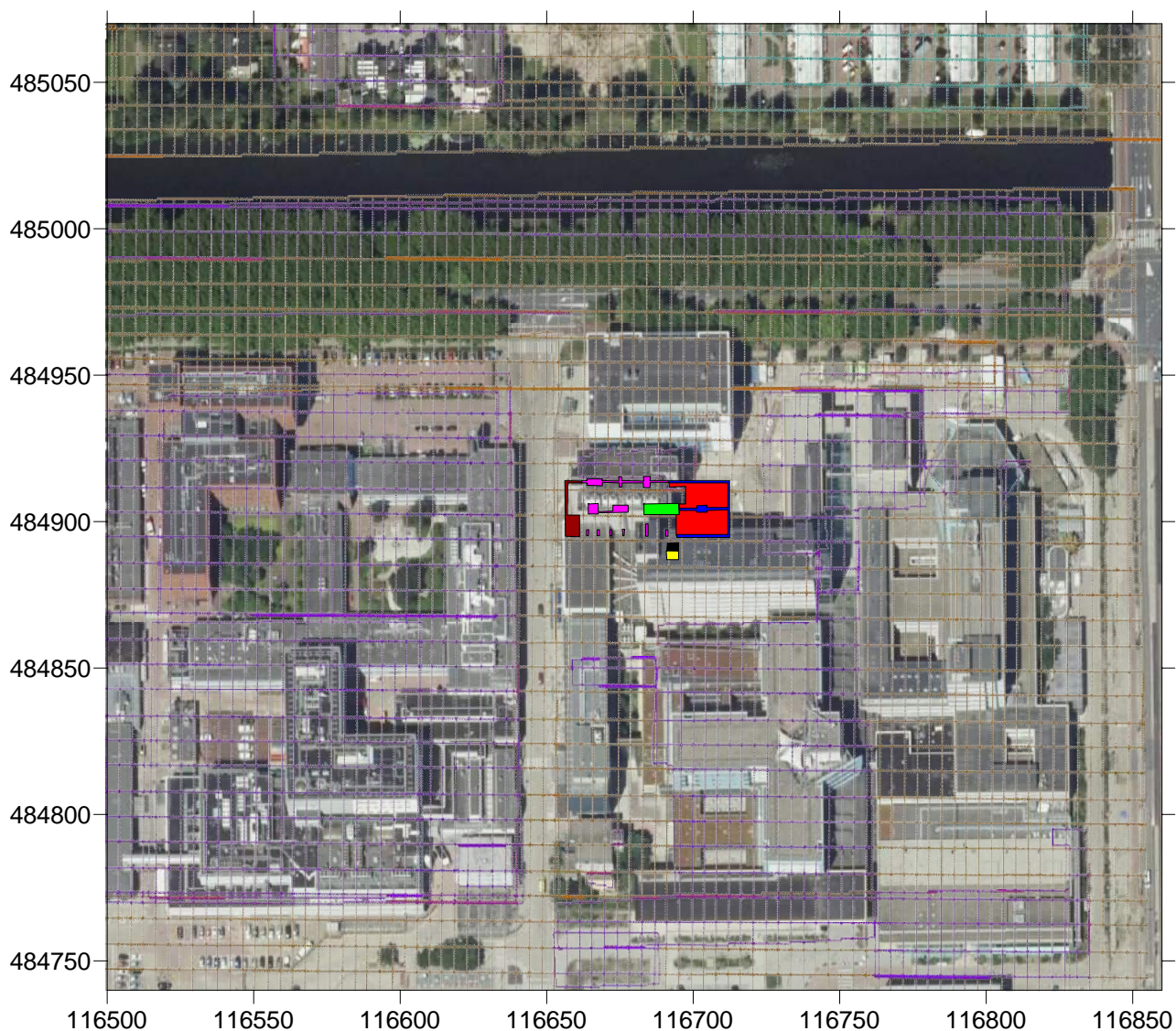
datum:
05-03-2018







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:
AVL APOTHEEK
 opdrachtgever:
MOS

schaal:
 N.V.T.

order:
10660118

tekeningnummer:
7

formaat:
A4

getekend:
EL

datum:
05-03-2018

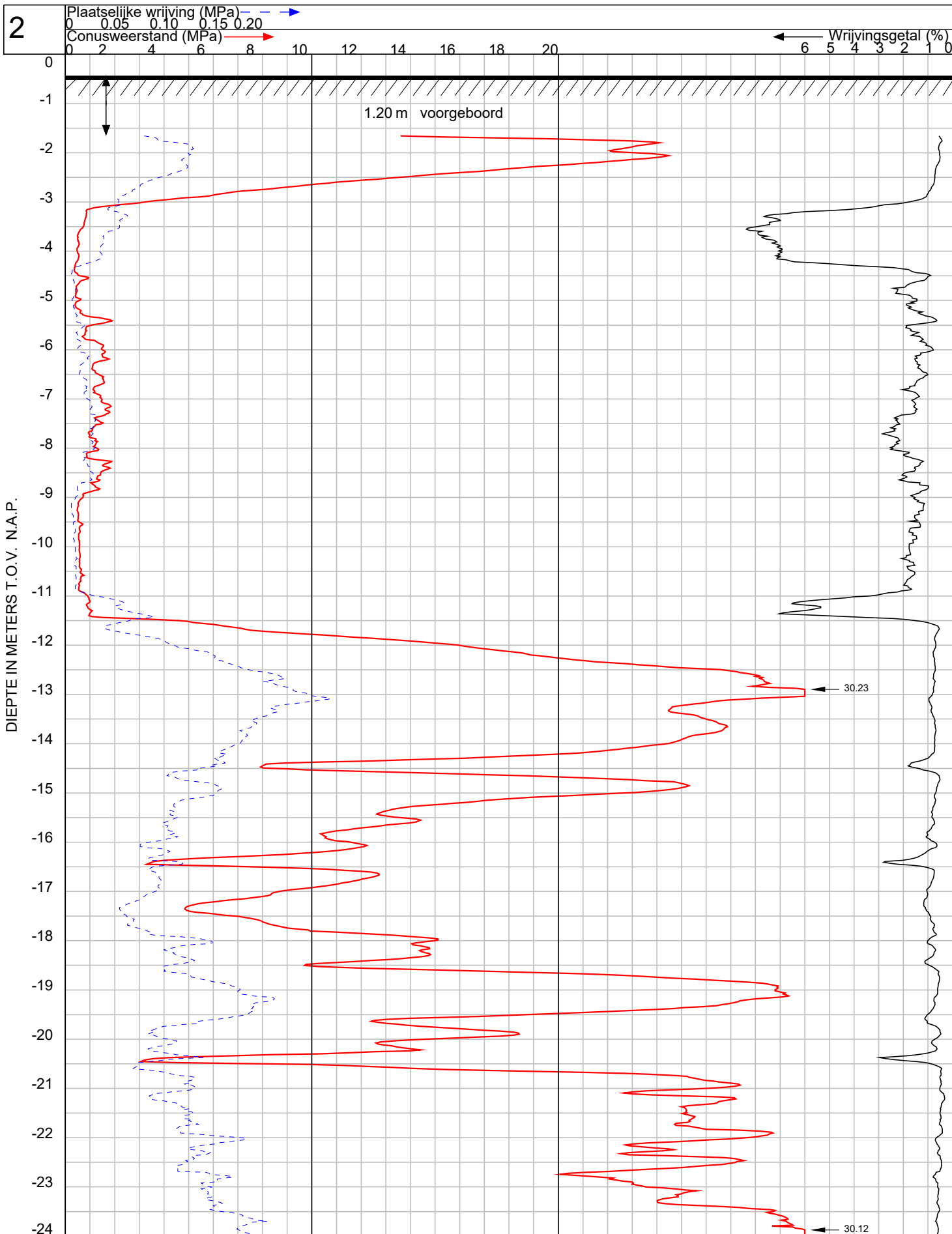


Loots Grondwatertechniek
independent guide for your dewatering site

Pedro de Medinalaan 1B
 1086XK Amsterdam

info@lootsgwt.com

Bijlage 5 – Grondonderzoeken



GEO- EN MILIEUTECHNIEK b.v.

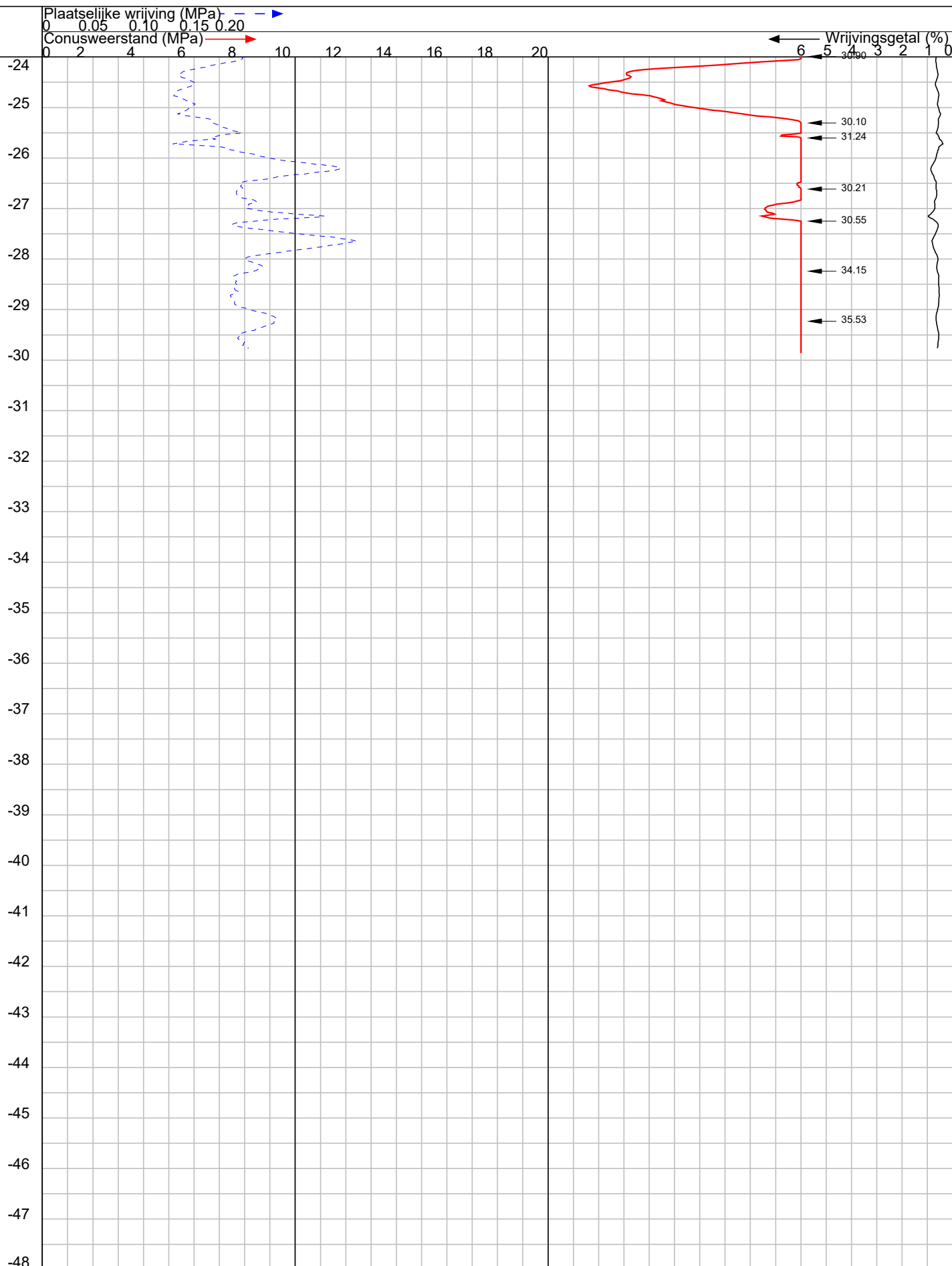
Plaats : **Amsterdam**

Maaiveld : -0.44 m t.o.v. N.A.P.
 Uitgevoerd : 17-11-2016 conus: CF-15 160105
 Omschrijving : nieuwbouw Apotheek, Plesmanlaan 121

OPDRACHT NR: 116158

SONDERING : 2

DIEPTE IN METERS T.O.V. N.A.P.



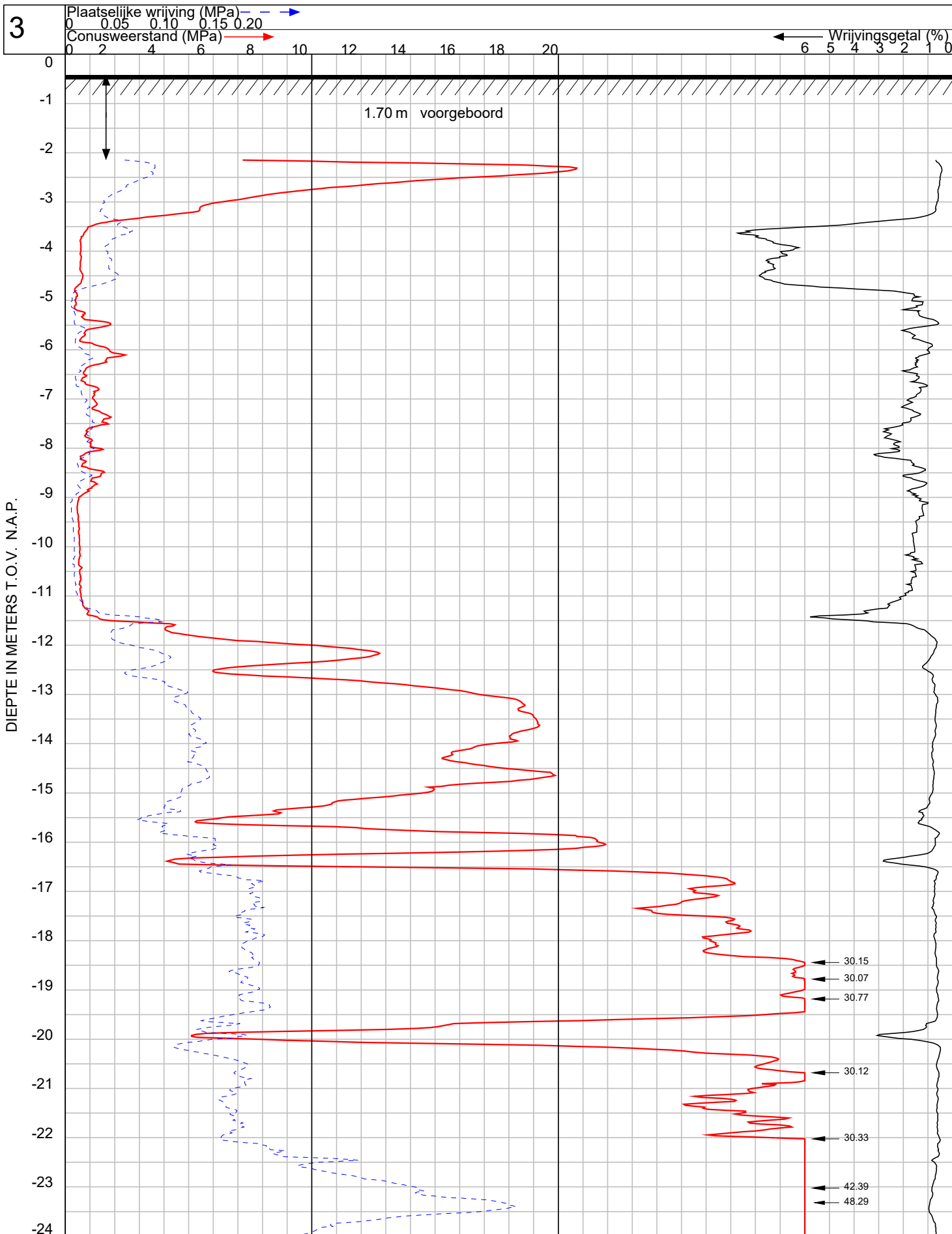
GEO- EN MILIEUTECHNIEK b.v.

Plaats : **Amsterdam**

Maaiveld : -0.44 m t.o.v. N.A.P.
 Uitgevoerd : 17-11-2016 conus: CF-15 160105
 Omschrijving : nieuwbouw Apotheek, Plesmanlaan 121

OPDRACHT NR: 116158

SONDERING : 2



GEO- EN MILIEUTECHNIEK b.v.

Plaats : **Amsterdam**

Maaiveld : -0.43 m t.o.v. N.A.P.
 Uitgevoerd : 17-11-2016 conus: CF-15 160105
 Omschrijving : nieuwbouw Apotheek, Plesmanlaan 121

OPDRACHT NR: 116158

SONDERING : 3

3

Plaatselijke wrijving (MPa) — — — — —

Conusweerstand (MPa) — — — — —

Wrijvingsgetal (%)

Diepte in meters t.o.v. N.A.P.

0 0.05 0.10 0.15 0.20

0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20

0 1 2 3 4 5 6

-24

-25

-26

-27

-28

-29

-30

-31

-32

-33

-34

-35

-36

-37

-38

-39

-40

-41

-42

-43

-44

-45

-46

-47

-48

41.26

31.78

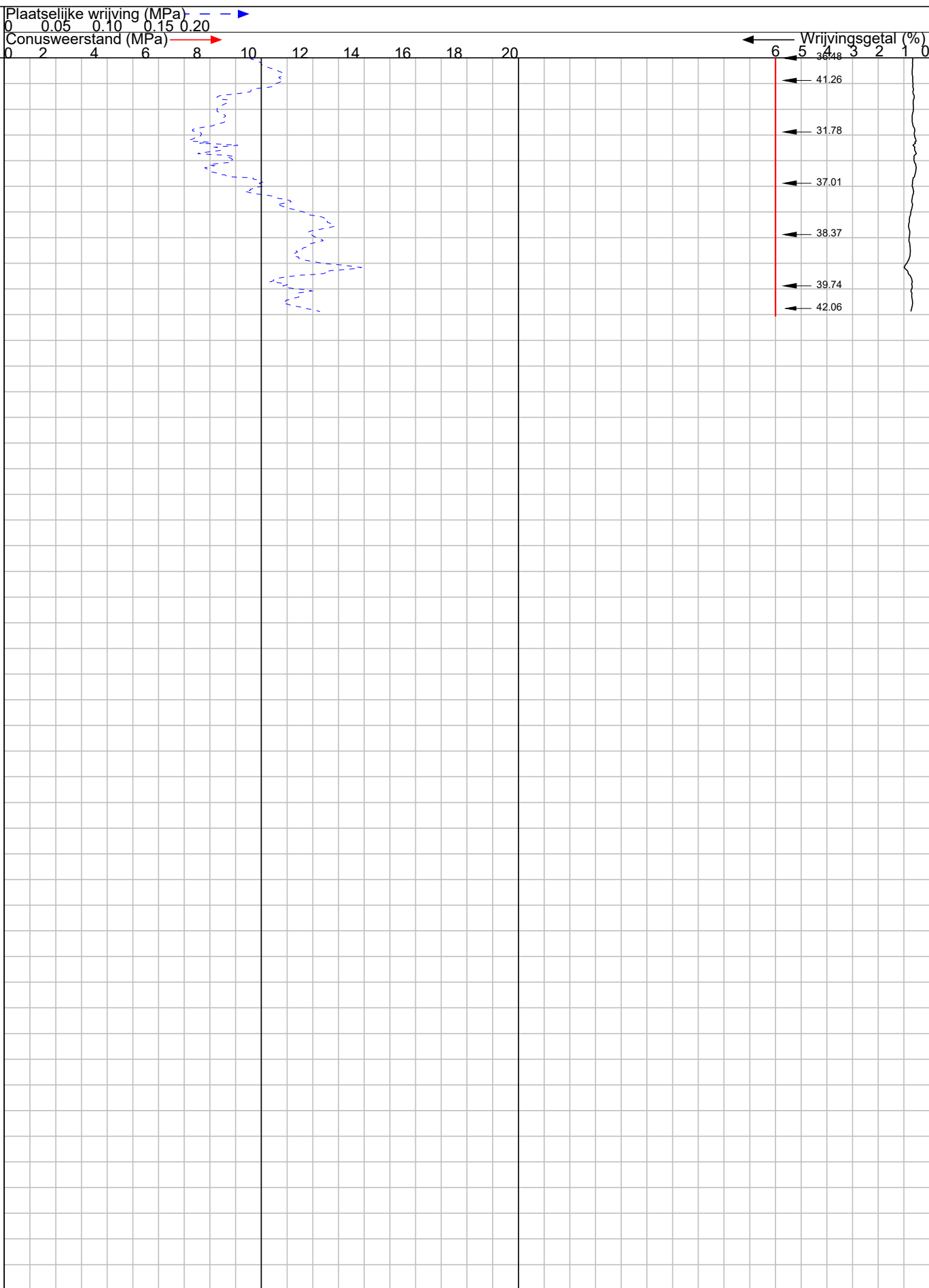
37.01

38.37

39.74

42.06

DIEPTE IN METERS T.O.V. N.A.P.



GEO- EN MILIEUTECHNIEK b.v.

Plaats : Amsterdam

Maaiveld : -0.43 m t.o.v. N.A.P.
 Uitgevoerd : 17-11-2016 conus: CF-15 160105
 Omschrijving : nieuwbouw Apotheek, Plesmanlaan 121

OPDRACHT NR: 116158

SONDERING: 3

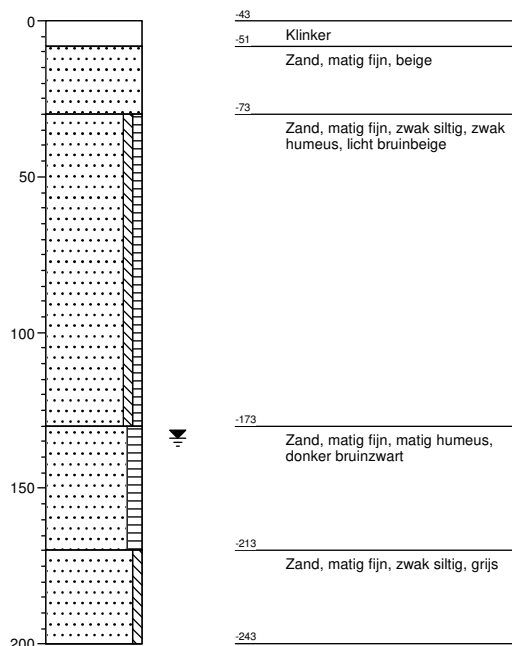


GEO- EN MILIEUTECHNIEK b.v.

Boring:

Datum: 17-11-2016
Maaiveldhoogte: -0,43 t.o.v. N.A.P.
GWS: -1,77 t.o.v. N.A.P.

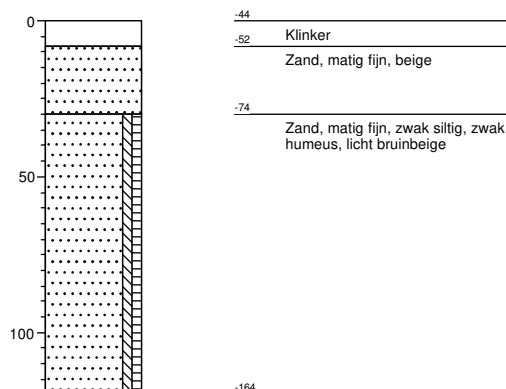
B2



Boring:

Datum: 17-11-2016
Maaiveldhoogte: -0,44 t.o.v. N.A.P.

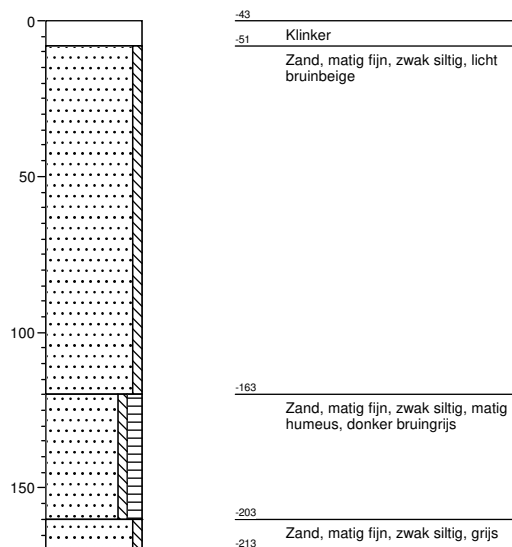
S2 voorboring



Boring:

Datum: 17-11-2016
Maaiveldhoogte: -0,43 t.o.v. N.A.P.

S3 voorboring



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

Project: bouwdeel G, sloop en nieuwbouw Apotheek Plesmanlaan 121
Lokatiennaam: AMSTERDAM

Opdracht nr.: 116158

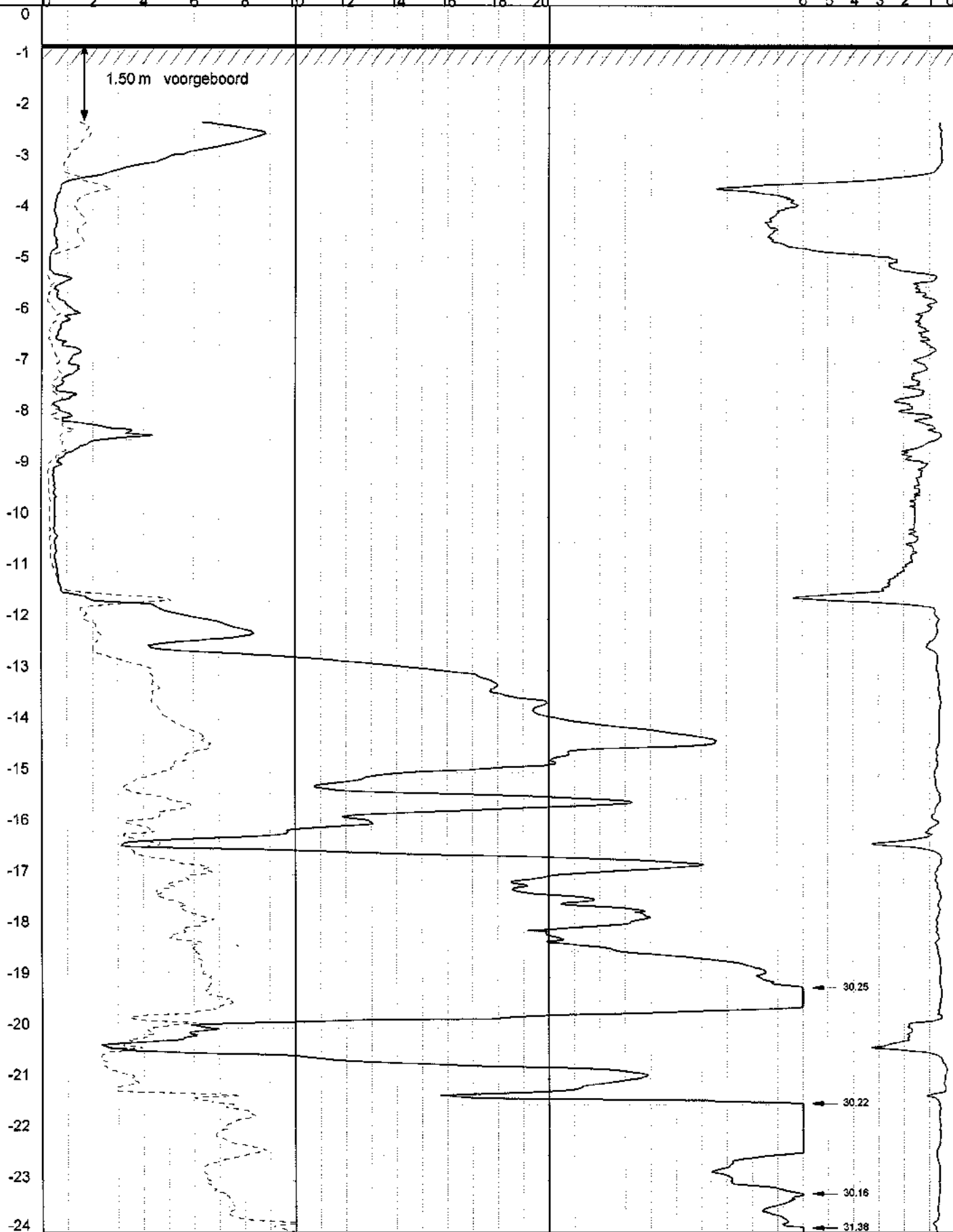
14

Plaatselijke wrijving (MPa) →

← Conusweerstand (MPa)

← Wrijvingsgetal (%)

DIEPTE IN METERS T.O.V. N.A.P.



GEO- EN MILIEUTECHNIEK B.V.

Plaats : AMSTERDAM

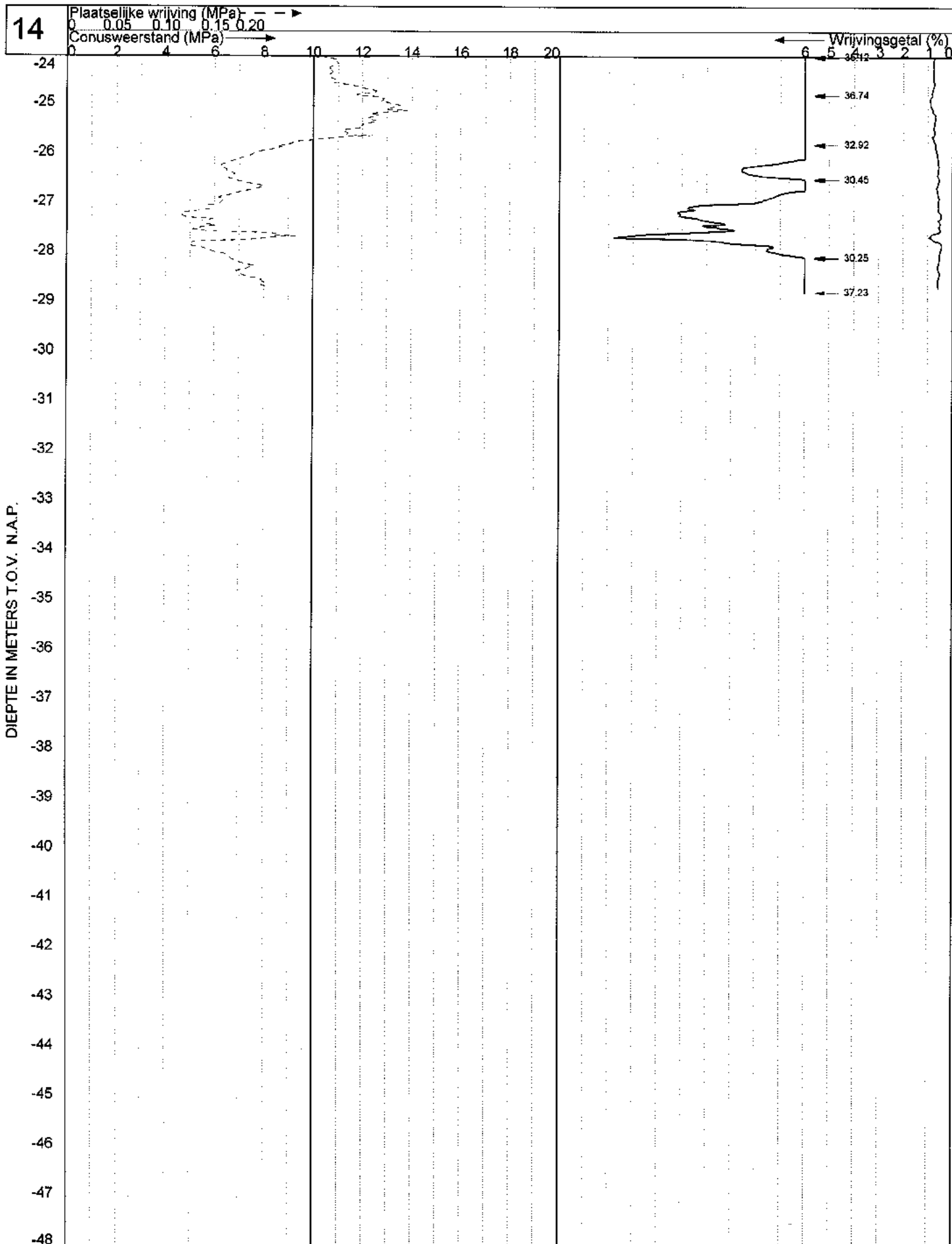
Maaiveld : -0.76 m t.o.v. N.A.P.

Uitgevoerd : 27-7-2010

Omschrijving : Plesmanlaan 121

OPDRACHT NR : 112791

SONDERING : 14



GEO- EN MILIEUTECHNIEK b.v.

Plaats : **AMSTERDAM**

Maaiveld : -0.76 m t.o.v. N.A.P.
 Uitgevoerd : 27-7-2010
 Omschrijving : Plesmanlaan 121

OPDRACHT NR: 112791

SONDERING: 14

15

Conusweerstand (MPa)

DIEPTE IN METERS T.O.V. N.A.P.

1.50 m voorgeboord

30.31

30.14

33.09

30.17

30.11

30.31

30.40



GEO- EN MILIEUTECHNIEK b.v.

Plaats : AMSTERDAM

Maaiveld : -0.71 m t.o.v. N.A.P.

Uitgevoerd : 27-7-2010

Omschrijving : Plesmanlaan 121

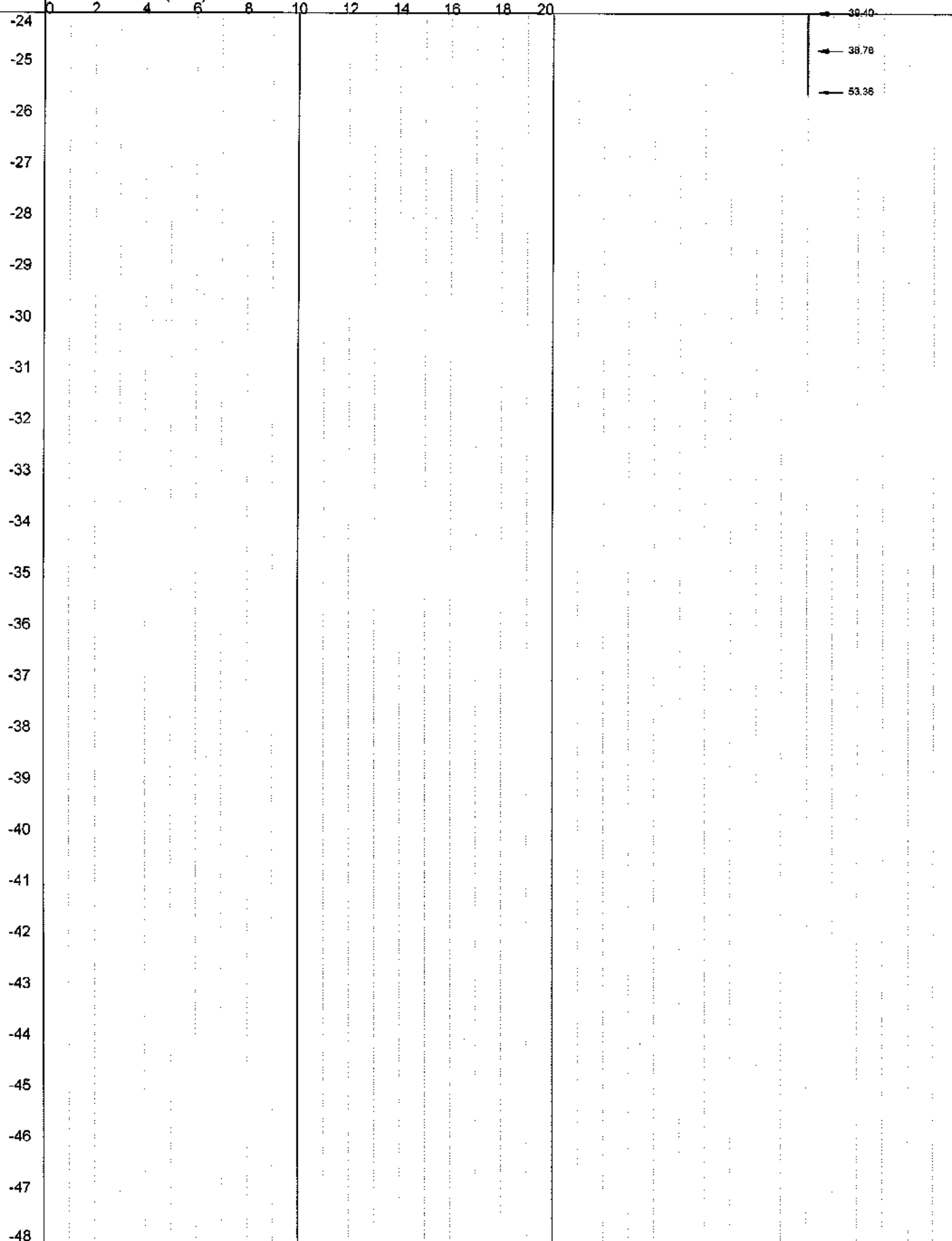
OPDRACHT NR: 112791

SONDERING: 15

15

Conusweerstand (MPa)

DIEPTE IN METERS T.O.V. N.A.P.



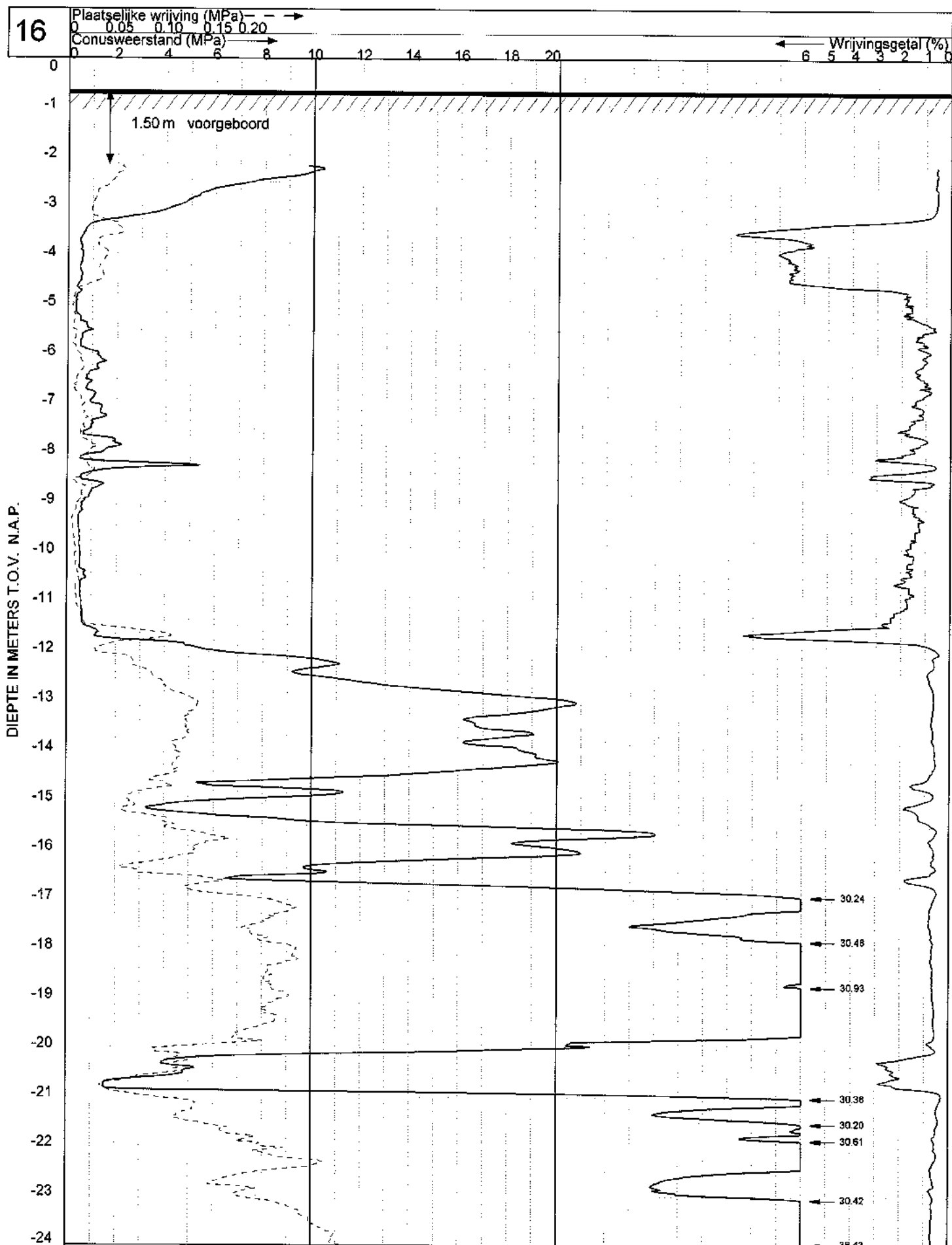
GEO- EN MILIEUTECHNIEK b.v.

Plaats : AMSTERDAM

Maaiveld : -0.71 m t.o.v. N.A.P.
 Uitgevoerd : 27-7-2010
 Omschrijving : Plesmanlaan 121

OPDRACHT NR : 112791

SONDERING : 15



GEO- EN MILIEUTECHNIEK b.v.

Plaats : AMSTERDAM

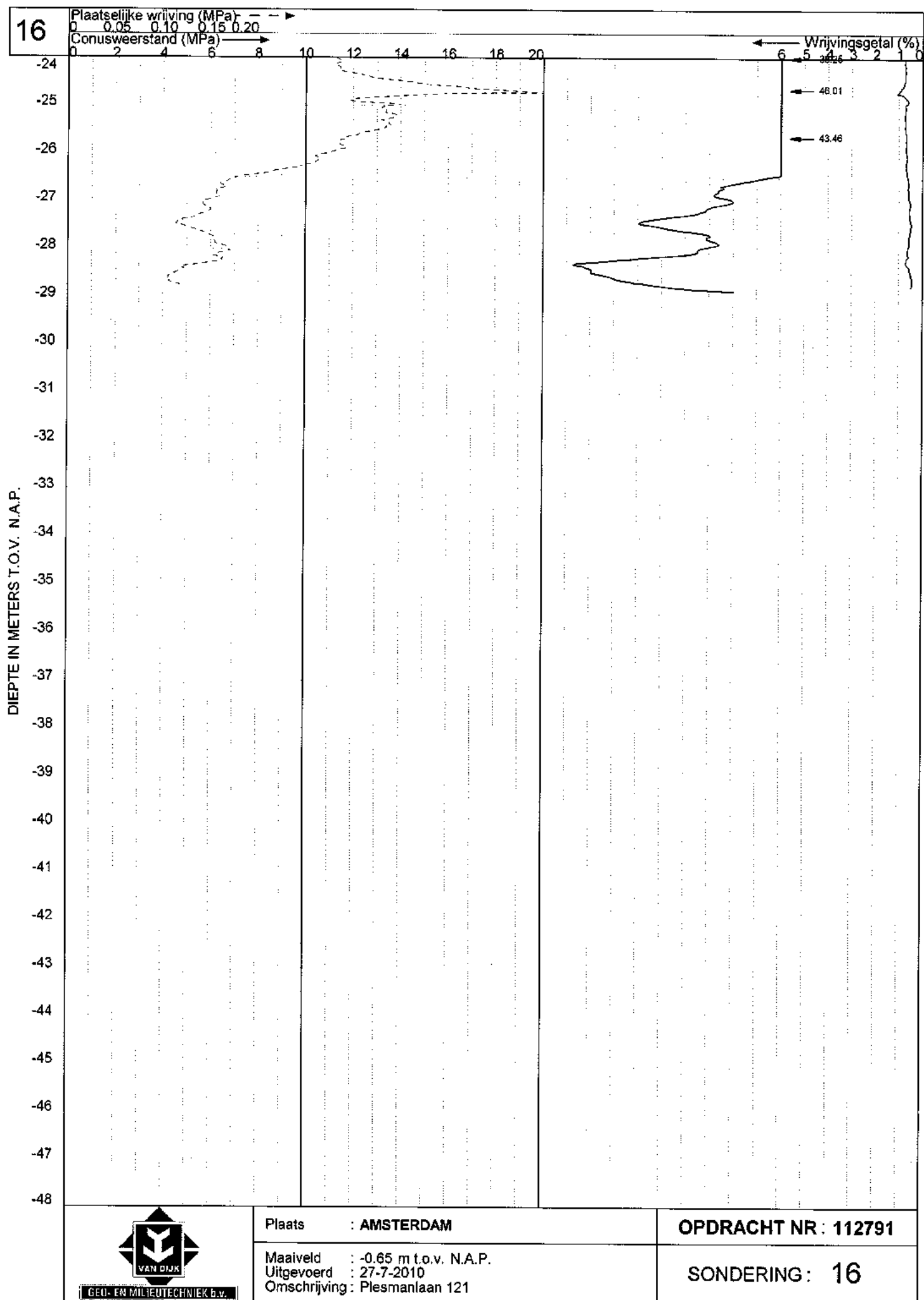
Maaiveld : -0.65 m t.o.v. N.A.P.

Uitgevoerd : 27-7-2010

Omschrijving : Plesmanlaan 121

OPDRACHT NR : 112791

SONDERING : 16



17

Conusweerstand (MPa)

DIEPTE IN METERS T.O.V. N.A.P.

1.50 m voorgeboord

30.13

30.66

30.30

30.21



GEO- EN MILIEUTECHNIEK b.v.

Plaats : AMSTERDAM

Maaiveld : -0.54 m t.o.v. N.A.P.

Uitgevoerd : 27-7-2010

Omschrijving : Plesmanlaan 121

OPDRACHT NR: 112791

SONDERING: 17

17

Conusweerstand (MPa) →

0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20

DIEPTE IN METERS T.O.V. N.A.P.

-24
-25
-26
-27
-28
-29
-30
-31
-32
-33
-34
-35
-36
-37
-38
-39
-40
-41
-42
-43
-44
-45
-46
-47
-48

90.95

42.92

44.31



GEO- EN MILIEUTECHNIEK B.V.

Plaats : AMSTERDAM

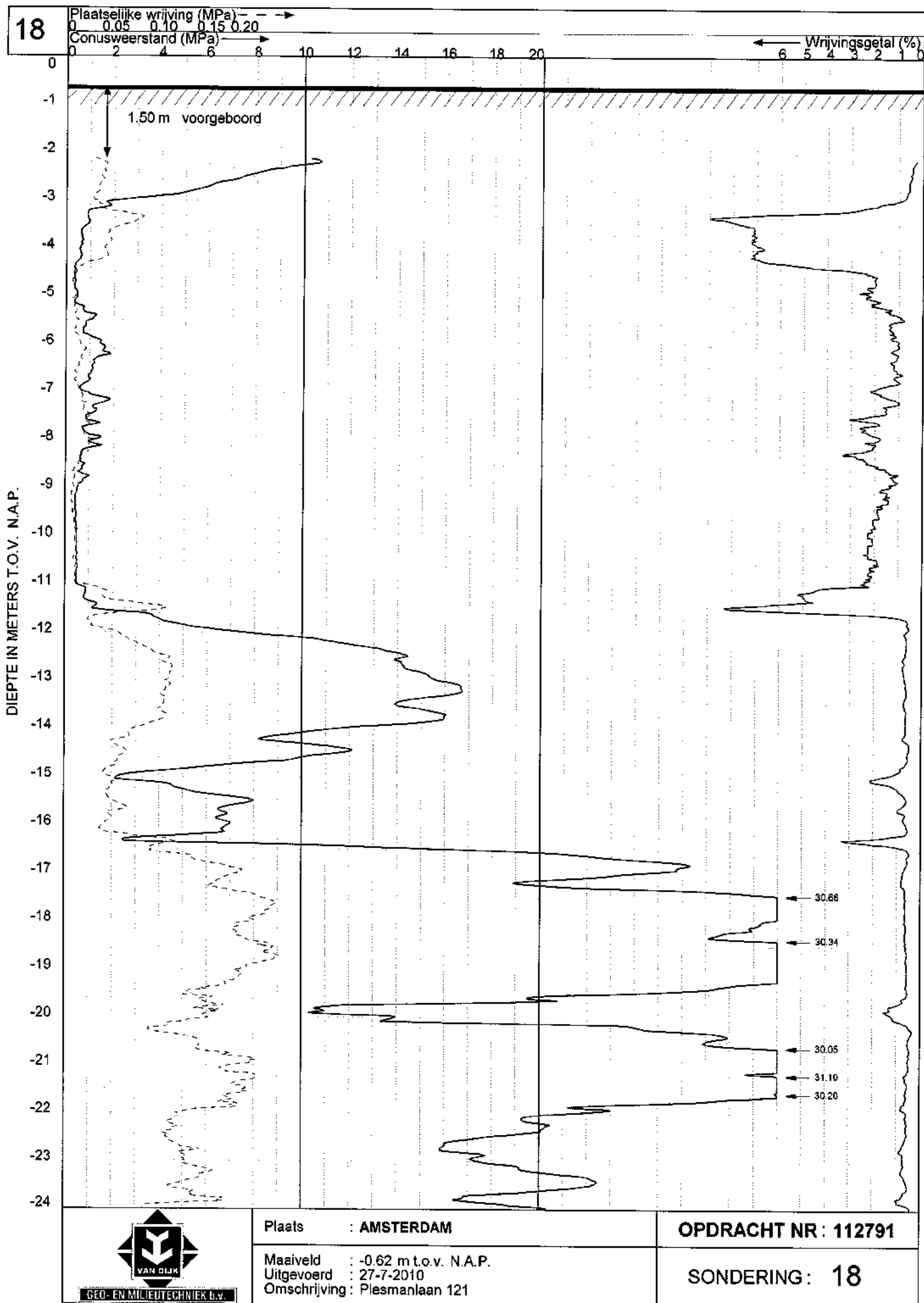
Maaiveld : -0.54 m t.o.v. N.A.P.

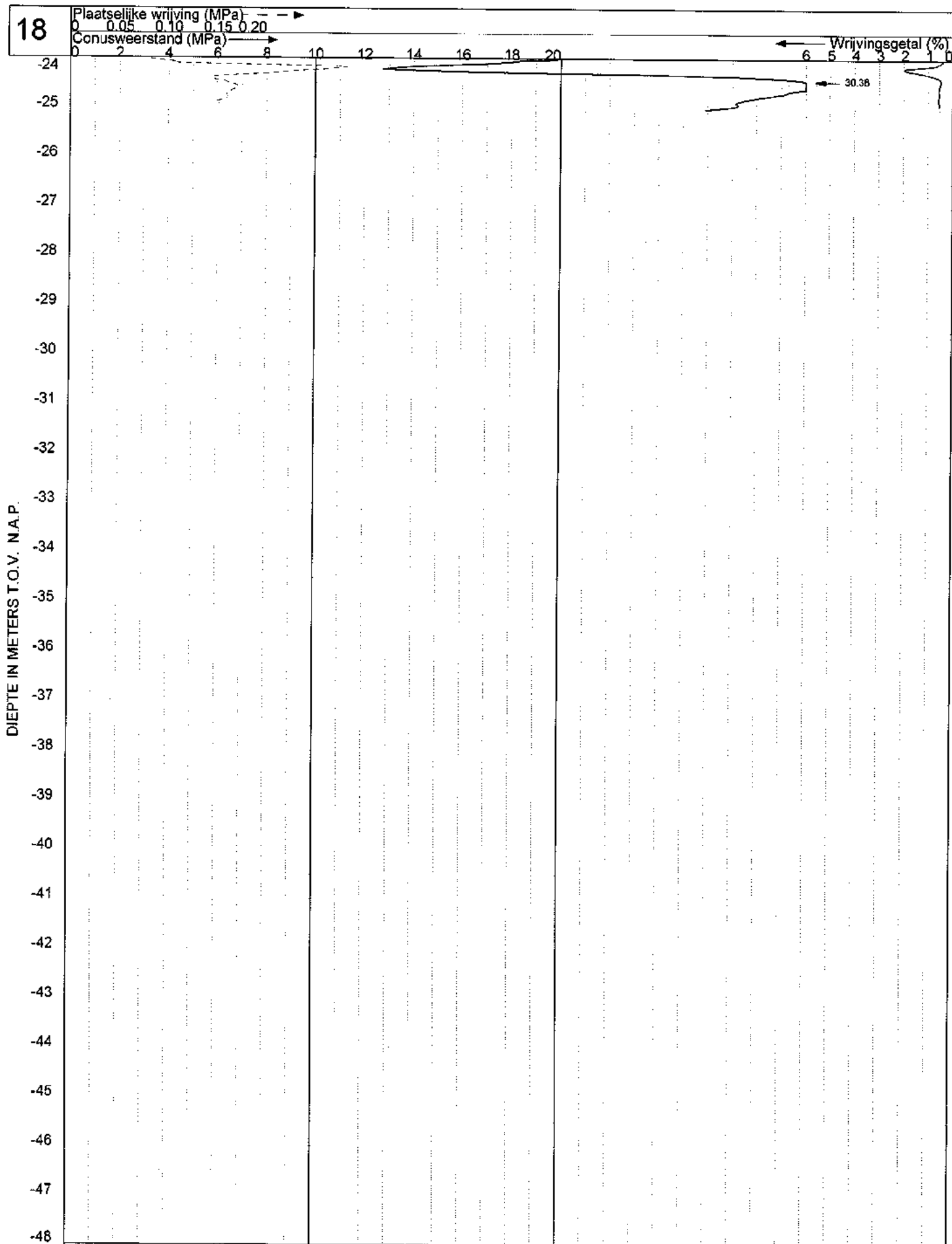
Uitgevoerd : 27-7-2010

Omschrijving : Plesmanlaan 121

OPDRACHT NR: 112791

SONDERING: 17





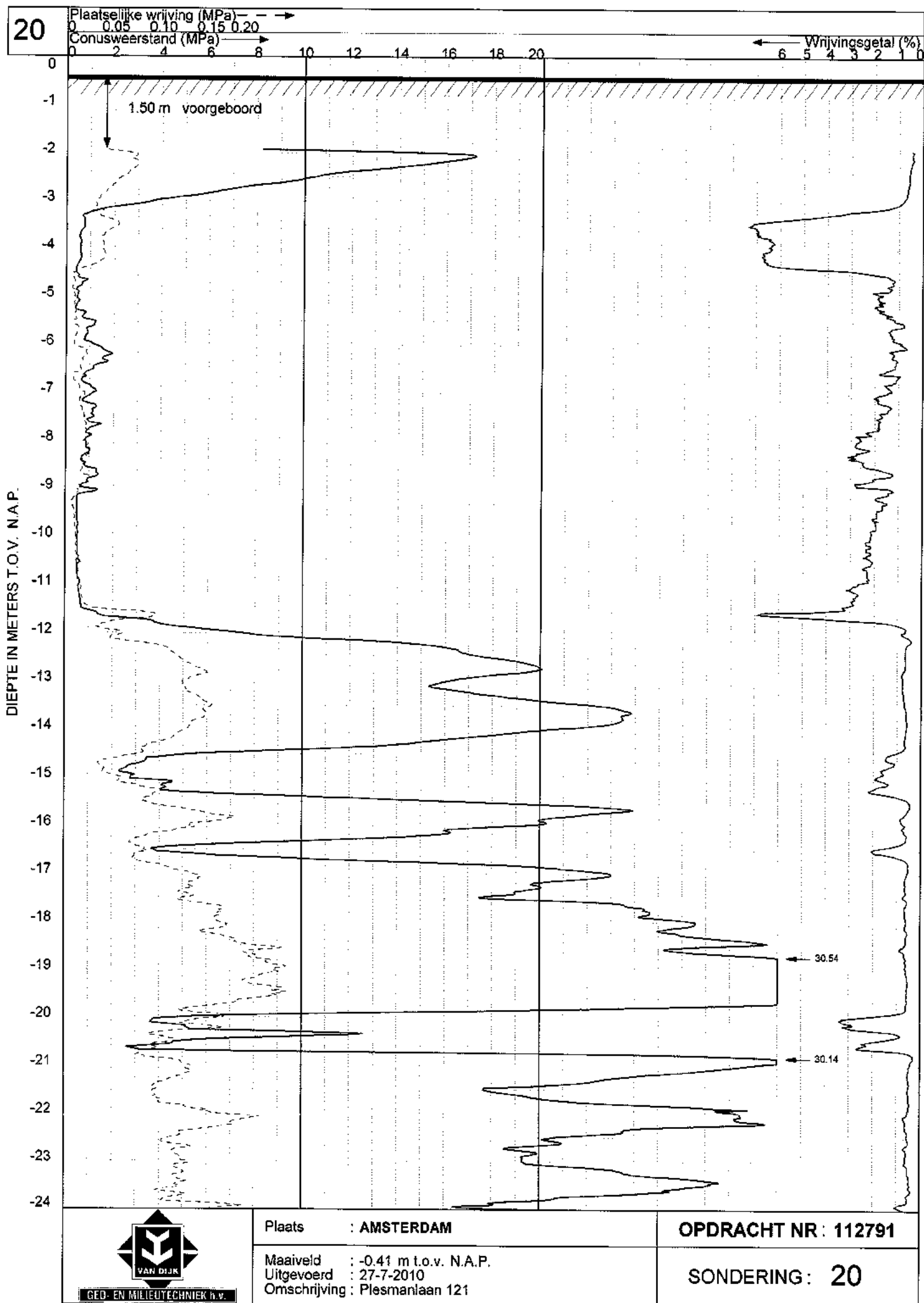
GEO- EN MILIEUTECHNIEK B.V.

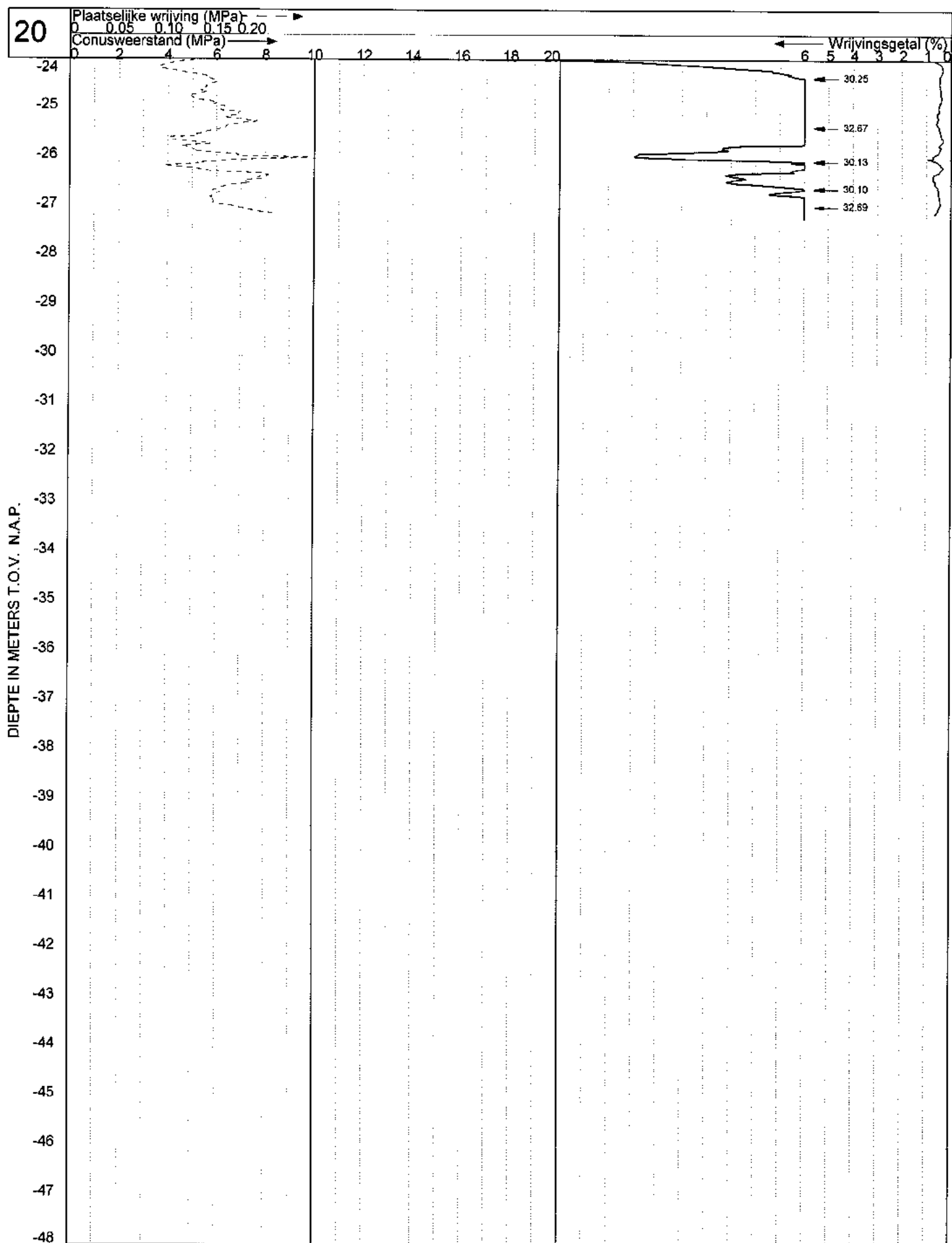
Plaats : AMSTERDAM

Maaiveld : -0.62 m t.o.v. N.A.P.
 Uitgevoerd : 27-7-2010
 Omschrijving : Plesmanlaan 121

OPDRACHT NR : 112791

SONDERING : 18





GEO- EN MILIEUTECHNIEK b.v.

Plaats : AMSTERDAM

Maaiveld : -0.41 m t.o.v. N.A.P.

Uitgevoerd : 27-7-2010

Omschrijving : Plesmanlaan 121

OPDRACHT NR : 112791

SONDERING : 20

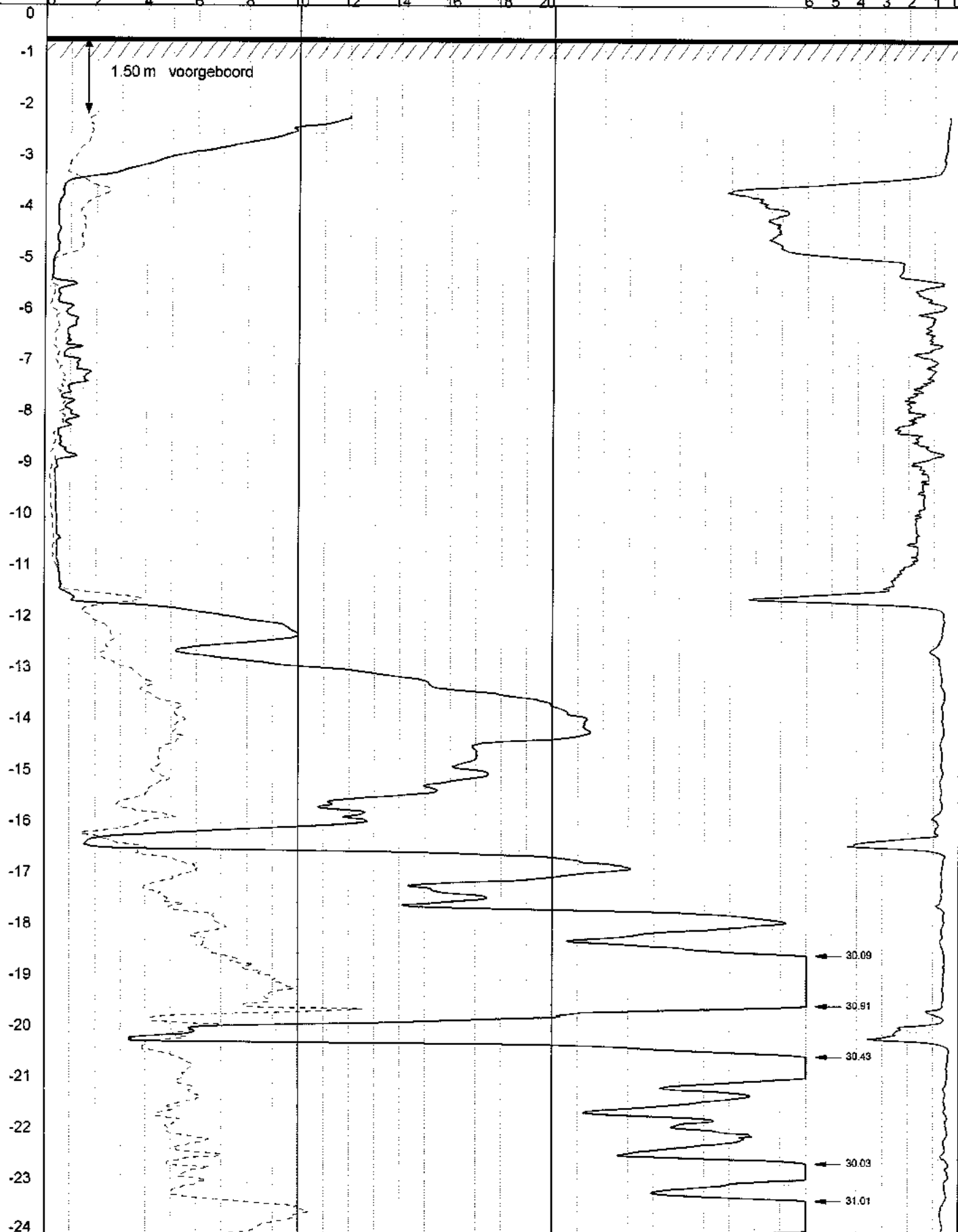
23

Plaatselijke wrijving (MPa) →
0 0.05 0.10 0.15 0.20

Conusweerstand (MPa) →

← Wrijvingsgetal (%)
6 5 4 3 2 1 0

DIEPTE IN METERS T.O.V. N.A.P.



GEO- EN MILIEUTECHNIEK b.v.

Plaats : AMSTERDAM

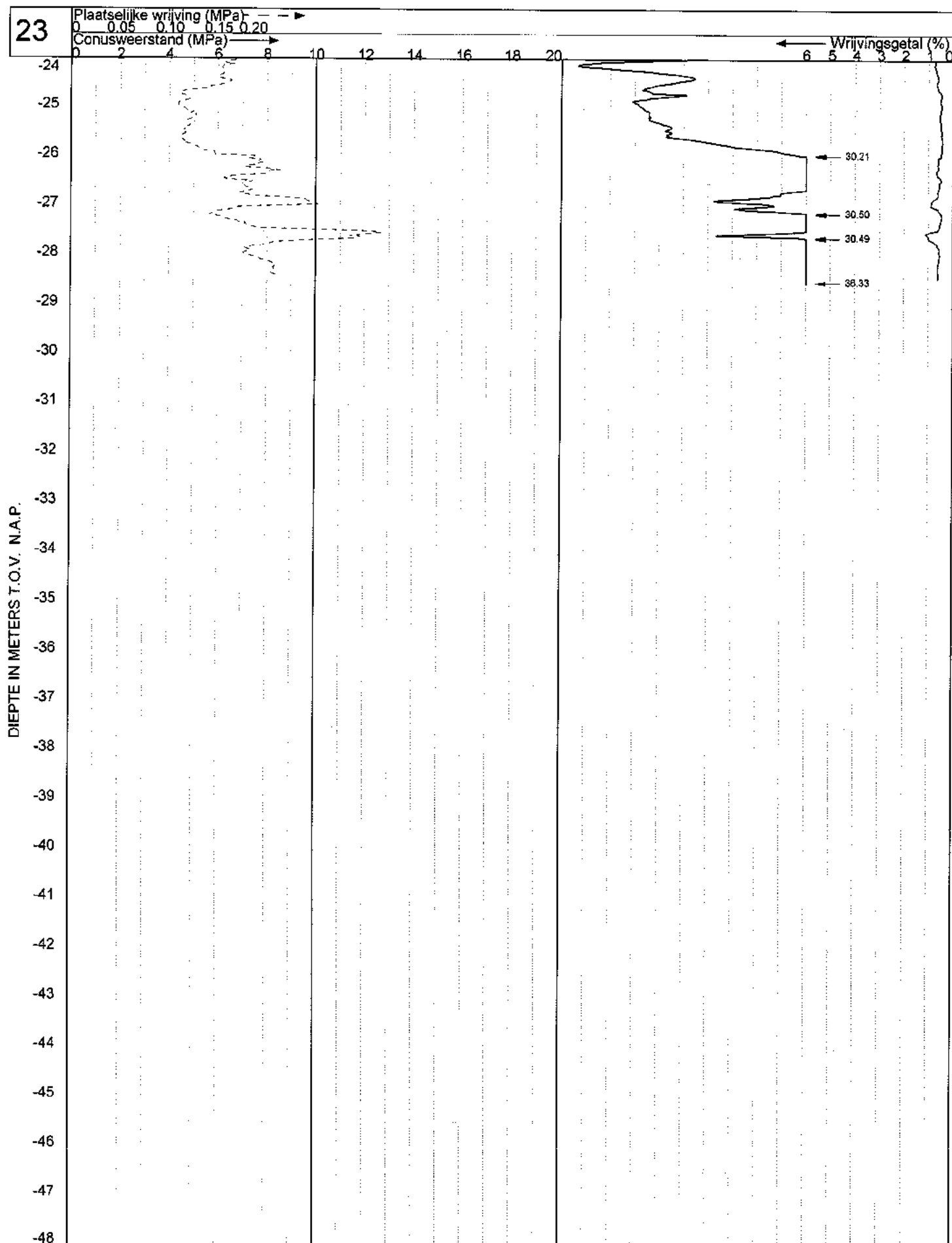
Maaiveld : -0.63 m t.o.v. N.A.P.

Uitgevoerd : 27-7-2010

Omschrijving : Plesmanlaan 121

OPDRACHT NR: 112791

SONDERING: 23



GEO- EN MILIEUTECHNIEK B.V.

Plaats : AMSTERDAM

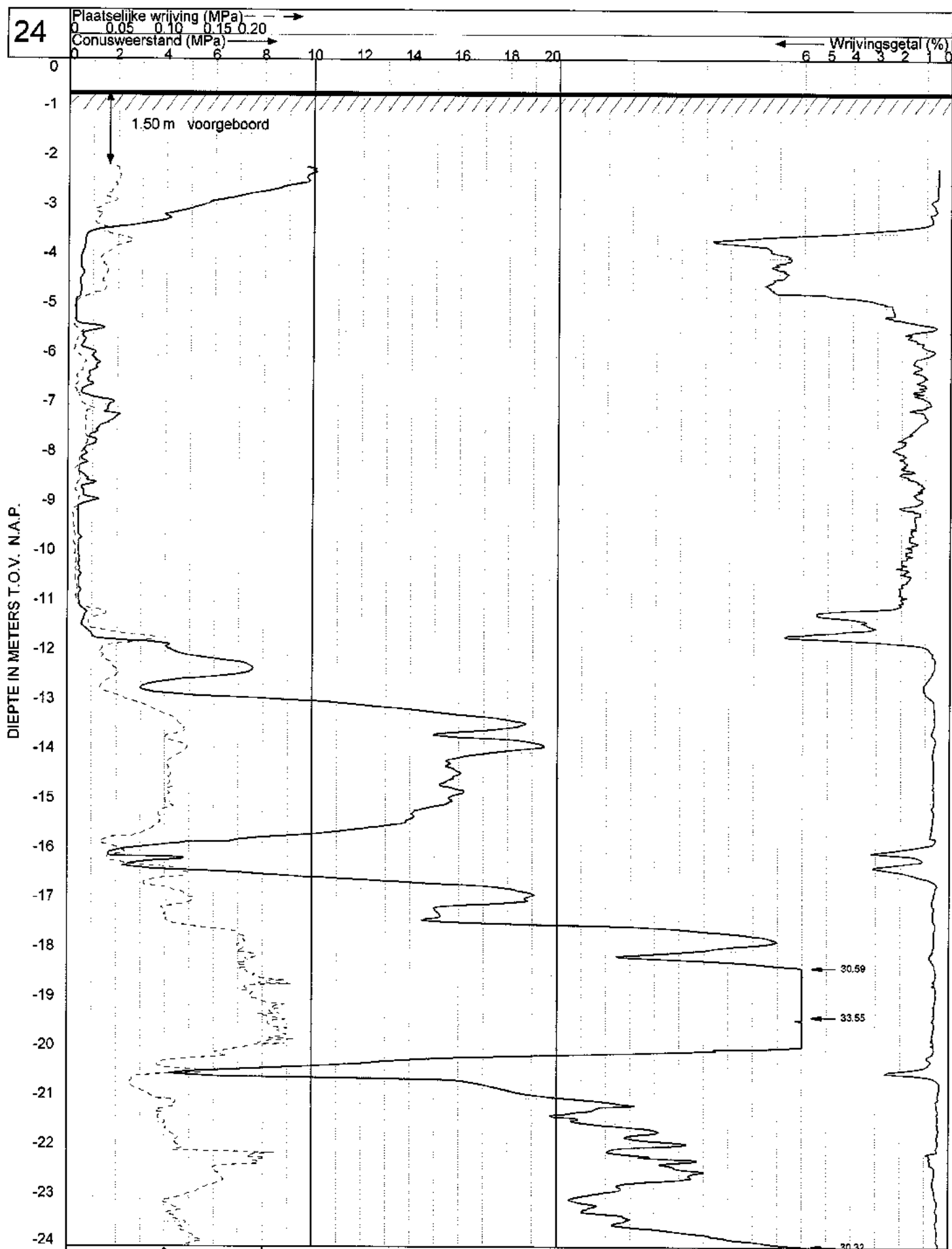
Maaiveld : -0.63 m t.o.v. N.A.P.

Uitgevoerd : 27-7-2010

Omschrijving : Plesmanlaan 121

OPDRACHT NR : 112791

SONDERING : 23



GEO- EN MILIEUTECHNIEK b.v.

Plaats : AMSTERDAM

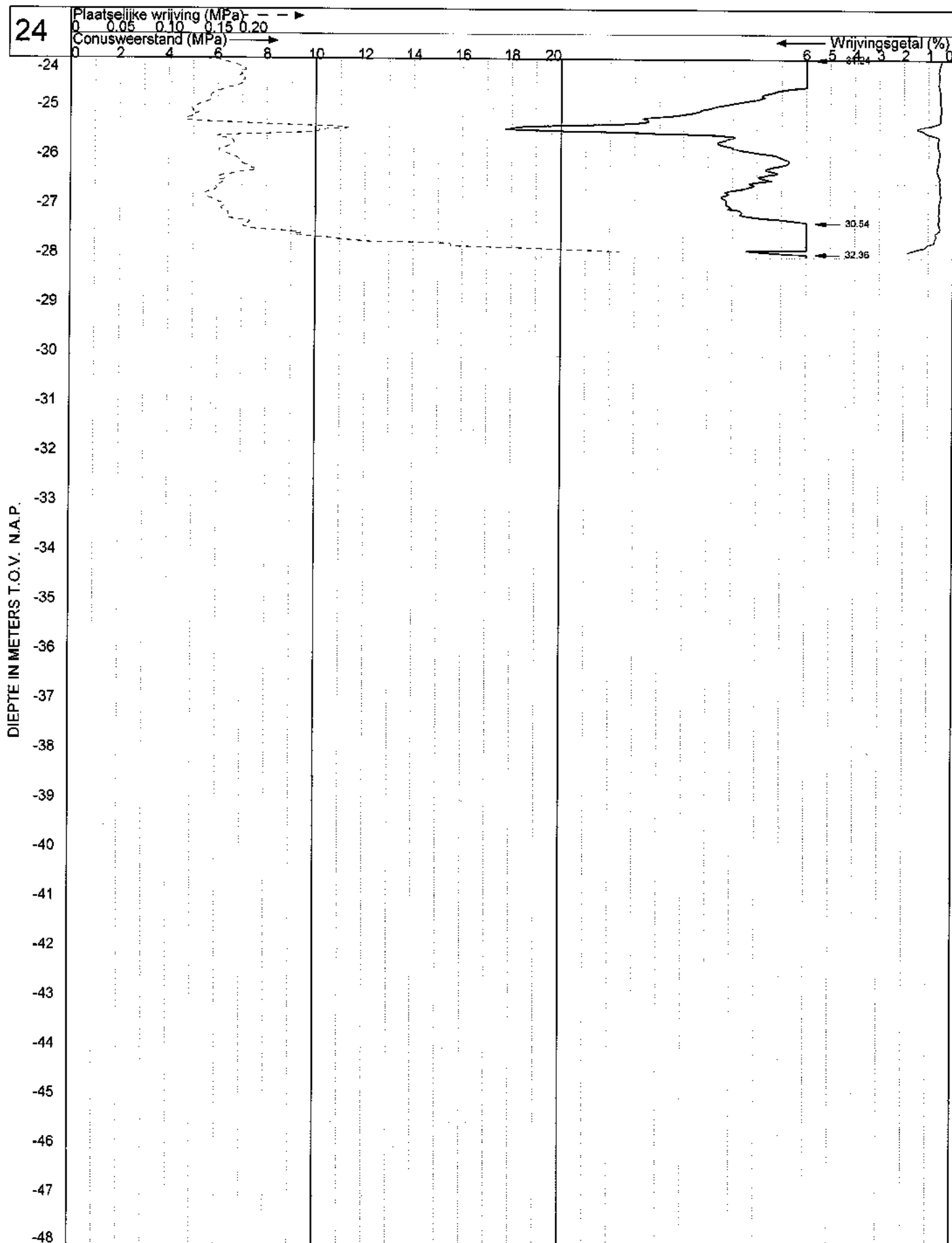
Maaiveld : -0.65 m t.o.v. N.A.P.

Uitgevoerd : 27-7-2010

Omschrijving : Plesmanlaan 121

OPDRACHT NR : 112791

SONDERING : 24



GEO- EN MILIEUTECHNIEK b.v.

Plaats : AMSTERDAM

Maaiveld : -0.65 m t.o.v. N.A.P.
 Uitgevoerd : 27-7-2010
 Omschrijving : Plesmanlaan 121

OPDRACHT NR : 112791

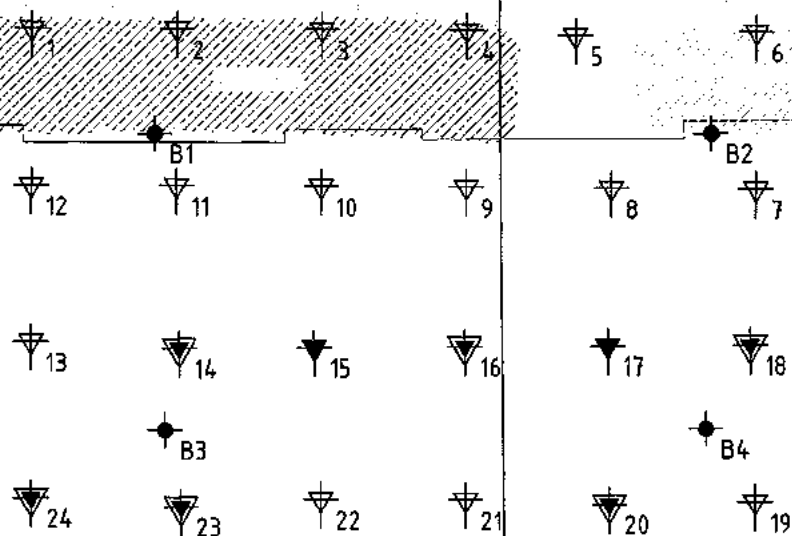
SONDERING : 24

*open water

PLESMANLAAN

put

*kruin weg



Legenda



GEO- EN MILIEUTECHNIEK b.v.

0 5 10 15 20 25 30

geo- en milieutechnisch adviesbureau
Strijkviertel 30, Postbus 29
3454 ZG DE MEERN
Tel.: 030 - 666 11 46
Fax.: 030 - 666 48 54
E-mail: ta@van-dijk.nl

Project: nieuwbouw researchgebouw
aan de Plesmanlaan 121, NKI

Plaats: AMSTERDAM

Opdrachtnr.: 112791

Schaal: 1:500 (A3)

Datum: 01-07-2010

Gewijzigd:

Gewijzigd:

Gewijzigd:

Getek.: A.Demir

Bijlage 6 – Grondwater eigenschappen

Deze bijlage bestaat uit de volgende onderdelen:

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

[illegible]

laag=(dichtstbijzijnde) watervoerende laag, GHG= gemiddeld hoogste grondwaterstand (maatgevend als hoogste waarde voor diverse berekeningen), GEM=gemiddelde grondwaterstand, GLG=gemiddeld laagste grondwaterstand (maatgevend als laagste waarde voor diverse berekeningen), MH= maatgevend hoogste (grondwaterstand plus 2x standaarddeviatie), ML= maatgevend laagste (grondwaterstand minus 2x

[illegible]

bovenstaande grondwaterstanden zijn gemiddelden per maand en gemeten t.o.v. NAP in m

