

datum

31 oktober

2017

## Bemalingsadvies

Uitbreiding WTC te Amsterdam

**status :** DO ontwerp

**versie :** 1

### opdrachtgever

Crux Engineering BV

Jefta Bouma

Pedro de Medinalaan 3C

1086XK Amsterdam

### adviseur

ing. Erik Loots

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

+31 (0) 6 533 92 188

Loots Grondwatertechniek

Pedro de Medinalaan 1B

1086XK Amsterdam

kenmerk

10770316B.1



## Inhoudsopgave

Inhoudsopgave.....	1
1 Inleiding.....	3
2 Situatieanalyse project .....	4
2.1 Project: afmetingen en fasering .....	4
2.2 Project: bodemopbouw .....	5
2.3 Project: grondwater.....	7
2.4 Project: omgeving .....	8
3 Maatregelen stabiliteit grondwater.....	10
3.1 Maatregelen: verticaal evenwicht .....	10
3.2 Maatregelen: hydraulische grondbreuk .....	11
3.3 Maatregelen: piping .....	11
4 Grondwaterbeheersing implementatie.....	12
4.1 Grondwaterbeheersing: methode .....	12
4.1.1 Specificatie bouwput .....	12
4.1.2 Specificatie bemaling .....	12
4.1.3 Debiet.....	13
4.1.4 Specificatie retourbemaling en lozing van grondwater .....	15
4.2 Grondwaterbeheersing: omgevingsbeïnvloeding .....	15
4.2.1 Verwachte grondwaterstand tijdens grondverbetering .....	16
4.2.2 Verwachte grondwaterstand tijdens poeren .....	17
4.2.3 Verwachte grondwaterstand in tijdens onderkant keldervloer.....	18
4.2.4 Omgevingsbeïnvloeding ten gevolge van maaiveld daling .....	18
4.2.5 Omgevingsbeïnvloeding ten gevolge van grondwaterstroming.....	19
4.2.6 Beïnvloeding van groen (parken, bomen, etc.).....	20
4.3 Grondwaterbeheersing: wetgeving, onttrekking en lozing .....	20
4.3.1 Onttrekking .....	20
4.3.2 Lozing.....	21
5 Aanbevelingen, actieprogramma .....	22
5.1 Risicocheck .....	22
5.2 Aanbevelingen: onderzoek en/of monitoring .....	22
5.3 Aanbevelingen: uitvoering .....	24
5.4 Aanbevelingen: overige raakvlakken.....	25
5.5 Actieprogramma .....	25
Gebruikte literatuur en bronnen.....	27

Bijlage 1 – Algemene voorwaarden rapport .....	28
Bijlage 2 – Methode van bepalen van benodigde data .....	29
Bijlage 3 – (input) Grondwaterberekeningen/-model .....	30
Bijlage 4 – Tekeningen project en omgeving .....	36
Bijlage 5 – Grondonderzoeken .....	37
Bijlage 6 – Grondwater eigenschappen.....	38
Bijlage 7 – Zettingsberekening Crux .....	39

# 1 Inleiding

Een ontwerp voor het project “Uitbreiding WTC te Amsterdam” is gemaakt door Van Rossum en Crux Engineering. Door het toepassen van een tijdelijke grondwaterstand verlaging wordt het mogelijk een uitbreiding van de parkeergarage rondom het bestaande WTC te realiseren en een verzwaring van de bestaande fundering onder het WTC uit te voeren.

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 kelder en versterking van de fundering te kunnen nemen.

## Doel van rapport

Het doel van dit rapport is het presenteren van de benodigde maatregelen om de grondwaterstand op de locatie te beheersen tijdens de bouw. Hierbij wordt rekening gehouden met de belangen van derden met oog op belendingen en schades in de nabije omgeving.

Op basis van de uitgangspunten ontvangen van de opdrachtgever, algemeen gehanteerde normen zoals Eurocode (1) en SBR-richtlijnen (2) (3) en lokaal grondonderzoek zijn de mogelijkheden voor grondwater te beheersen onderzocht.

## Leeswijzer

Algemene lezer: Om de hoofdvraag van dit rapport te beantwoorden, wordt eerst in hoofdstuk 2 beschreven welke projectdimensies zijn gebruikt en welke bodemopbouw, grondwaterstanden en objecten in de omgeving zijn gevonden. Het derde hoofdstuk beschrijft de benodigde grondwater maatregelen voor een stabiele bouwput. Conclusies over de methode die het meest geschikt is om het grondwater te beheersen tijdens de bouw zijn opgenomen in hoofdstuk 4. Tot slot zijn in hoofdstuk 5 de aanbevelingen opgenomen om de risico's te beheersen tijdens de bouw.

Technische data voor specialisten: Voor uitgebreide details met betrekking tot rekenparameters wordt verwezen naar bijlage 2, 3, 4, 5 en 6. In bijlage 2 kunt u vinden hoe de parameters zijn gevonden of bepaald. In bijlage 3 staan de rekenparameters samengevat. In bijlage 4 kunt u tekeningen vinden van het project en omgeving. In bijlage 5 zijn de grondonderzoeken bijgevoegd en tot slot in bijlage 6 is de grondwaterstand data bijgevoegd.

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

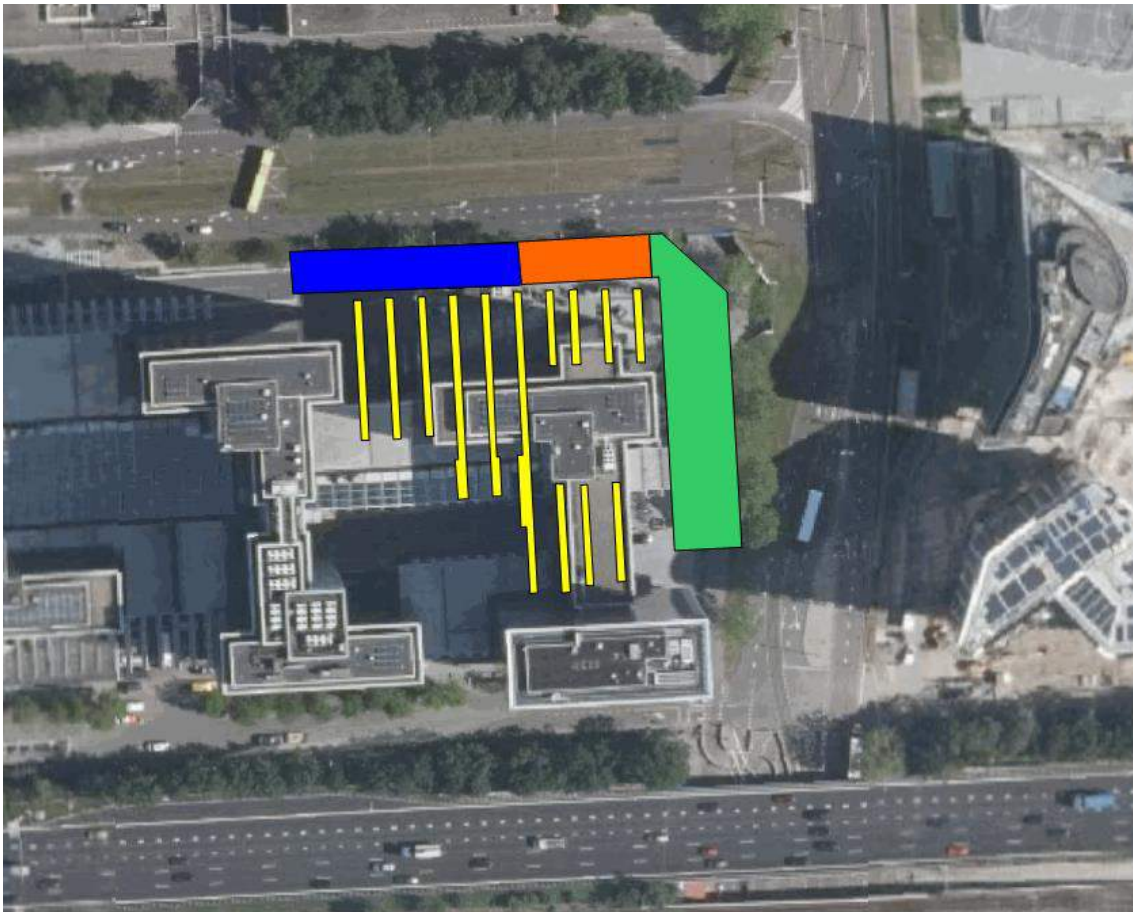
## 2 Situatieanalyse project

Voor een optimale beoordeling van grondwaterbeheersing maatregelen is het criterium een zo goed mogelijk begrip van de volgende parameters: de projectafmetingen, de fasering, de bodemopbouw, de grondwater eigenschappen en tot slot de aanwezige objecten en belendingen in de omgeving. Dit hoofdstuk geeft inzicht welke uitgangspunten zijn gebruikt, door deze vast te stellen kunnen berekeningen worden uitgevoerd.

In bijlage 2 is samengevat waar de data is afgeleid.

### 2.1 Project: afmetingen en fasering

Het project is opgedeeld in onderdelen met een verschillende bouwtijd en/of afmeting. De onderdelen zijn weergegeven in tabel 2.1 en de onderstaande figuur. Voor het gebruik van het bemalingsadvies dient worden gecontroleerd of deze uitgangspunten nog overeenkomen met de laatste uitgangspunten. De bemalingsperiode is ingeschat. Voor een stabiele bouwputbodem is gekozen om de grondwaterstand tot 0,5 m onder ontgravingsniveau te verlagen (inclusief grondverbetering). Onder de poeren wordt geen grondverbetering gerekend (reductie maatregel spanningsbemaling).



Figuur 1 – bovenaanzicht onderdelen



Tabel 2.1

objecten omschrijving	lengte [m]	breedte [m]	ontgravings- diepte [m+NAP]	damwand punt [m+NAP]	kleur in figuur 1	bemalings- duur
onderkant keldervloer as 18-26	60	10	-5.2	-12~-16	blauw	360 dagen
onderkant keldervloer as 26-30	25	10	-5.2~-6.93	-12~-16	oranje	360 dagen
onderkant keldervloer as 30-33	72	15	-6.63~-6.93	-12~-16	groen	360 dagen
grondverbetering keldervloer as 18-26	60	3	-5.4	-12~-16	blauw	14 dagen
grondverbetering keldervloer as 26-30	25	3	-5.4~-7.1	-12~-16	oranje	14 dagen
grondverbetering keldervloer as 30-33	72	3	-6.8~-7.1	-12~-16	groen	14 dagen
poeren keldervloer as 18-26	60	2	-6.6	-12~-16	blauw	30 dagen
poeren keldervloer as 26-30	25	2	-8.33	-12~-16	oranje	30 dagen
poeren keldervloer as 30-33	72	2	-8.03~-8.33	-12~-16	groen	30 dagen
versterking paalfundering	50	3	-6.9	-12~-16	geel	180 dagen

De fasering is het volgende:

1. Grondverbetering keldervloer;
2. Poeren keldervloer;
3. Onderkant keldervloer (bemalen totdat de constructie stabiel blijft zonder grondwaterstand verlaging);

Het uitgangspunt van dit rapport is dat de werkzaamheden as 18-26, as 26-30 en as 30-33 (vrijwel) gelijktijdig worden uitgevoerd binnen de aangegeven bemalingsduur.

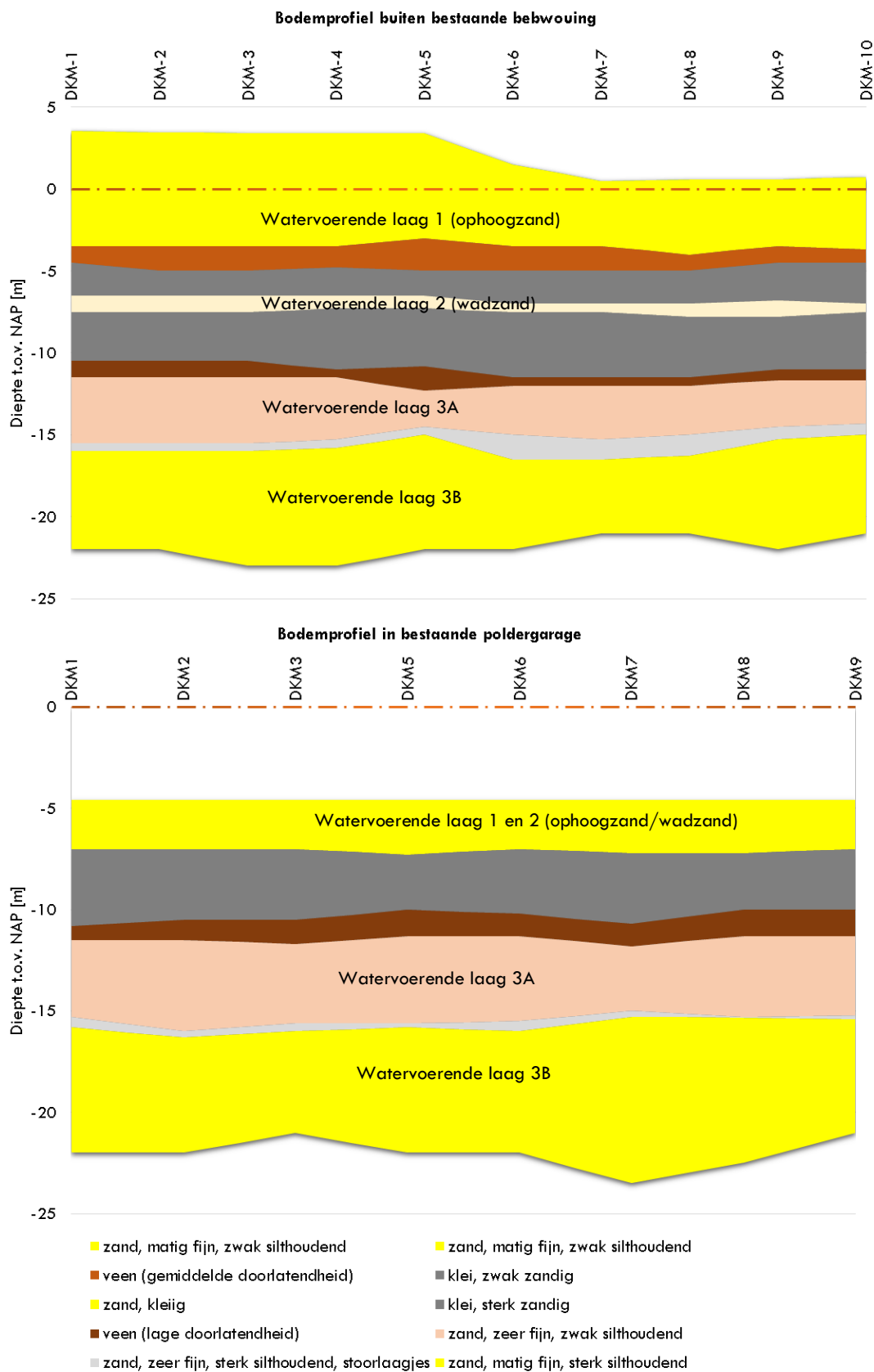
De versterking paalfundering heeft geen directe relatie met de andere werkzaamheden, echter wordt in dit stadium uitgegaan dat deze wordt uitgevoerd gedurende de andere werkzaamheden.

In bijlage 4 is de tekening op origineel formaat bijgevoegd.

## 2.2 Project: bodemopbouw

De bodemopbouw is een parameter welke is ingeschat op basis van diverse onderzoeken. Zie de gebruikte literatuur en bronnen welke bodemonderzoeken gebruikt zijn voor deze analyse. De bodemopbouw betreft een schematisatie, ofwel een interpretatie van de data. Voor dit project is gekozen te rekenen met een conservatieve inschatting van bodemopbouw parameters. Dit betekent dat voor elke berekening het minst gunstige bodemprofiel is gehanteerd nabij het object of onderdeel.

In de onderstaande figuur is de schematische bodemopbouw weergegeven.

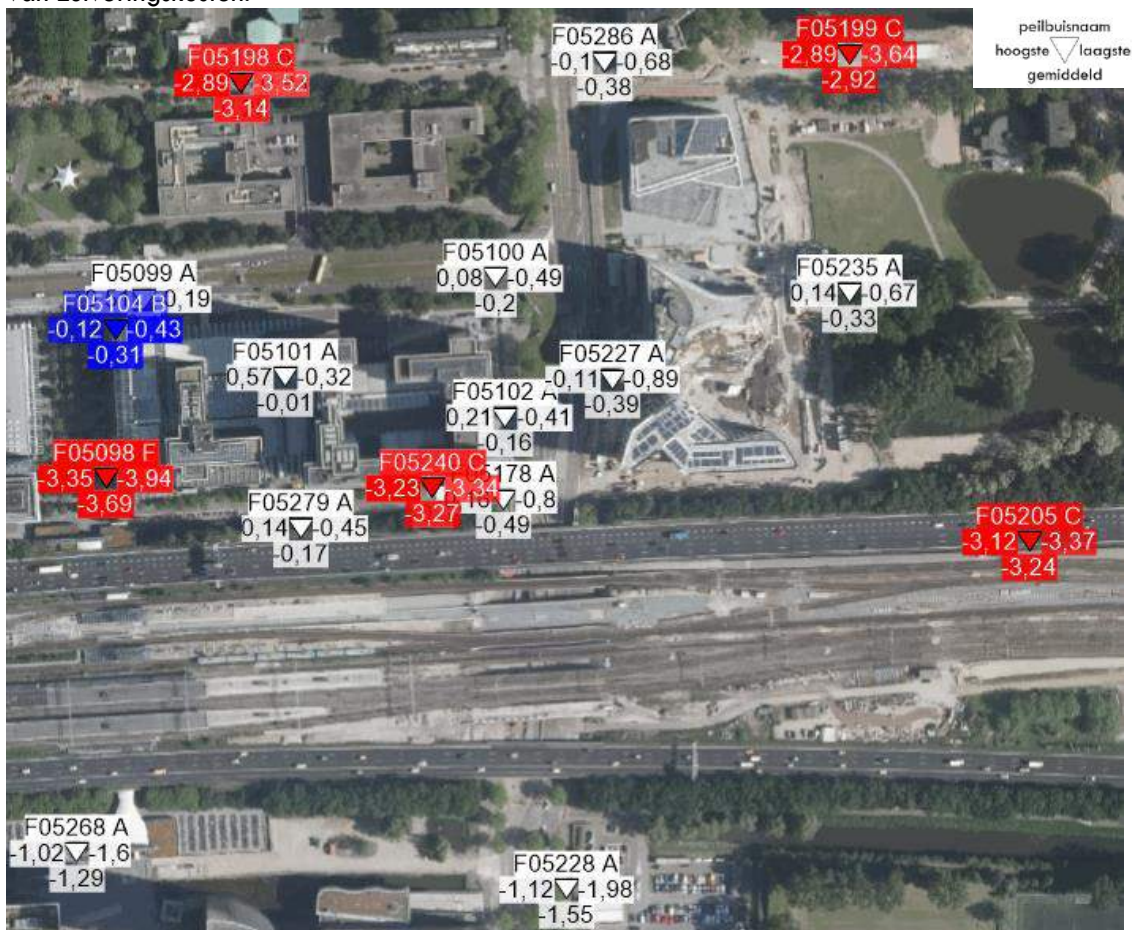


In bijlage 5 zijn (enkele) bodemonderzoeken toegevoegd.

## 2.3 Project: grondwater

De grondwater eigenschappen bestaan uit grondwaterstanden en grondwaterkwaliteit. De grondwaterstanden zijn bepaald per watervoerende laag, de grondwaterstand kan namelijk verschillend zijn afhankelijk van de diepte op een locatie.

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



Figuur 2 - grondwaterstand t.o.v. NAP (wit = freatisch/watervoerende laag 1, blauw = watervoerende laag 2 en rood = watervoerende laag 3)

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

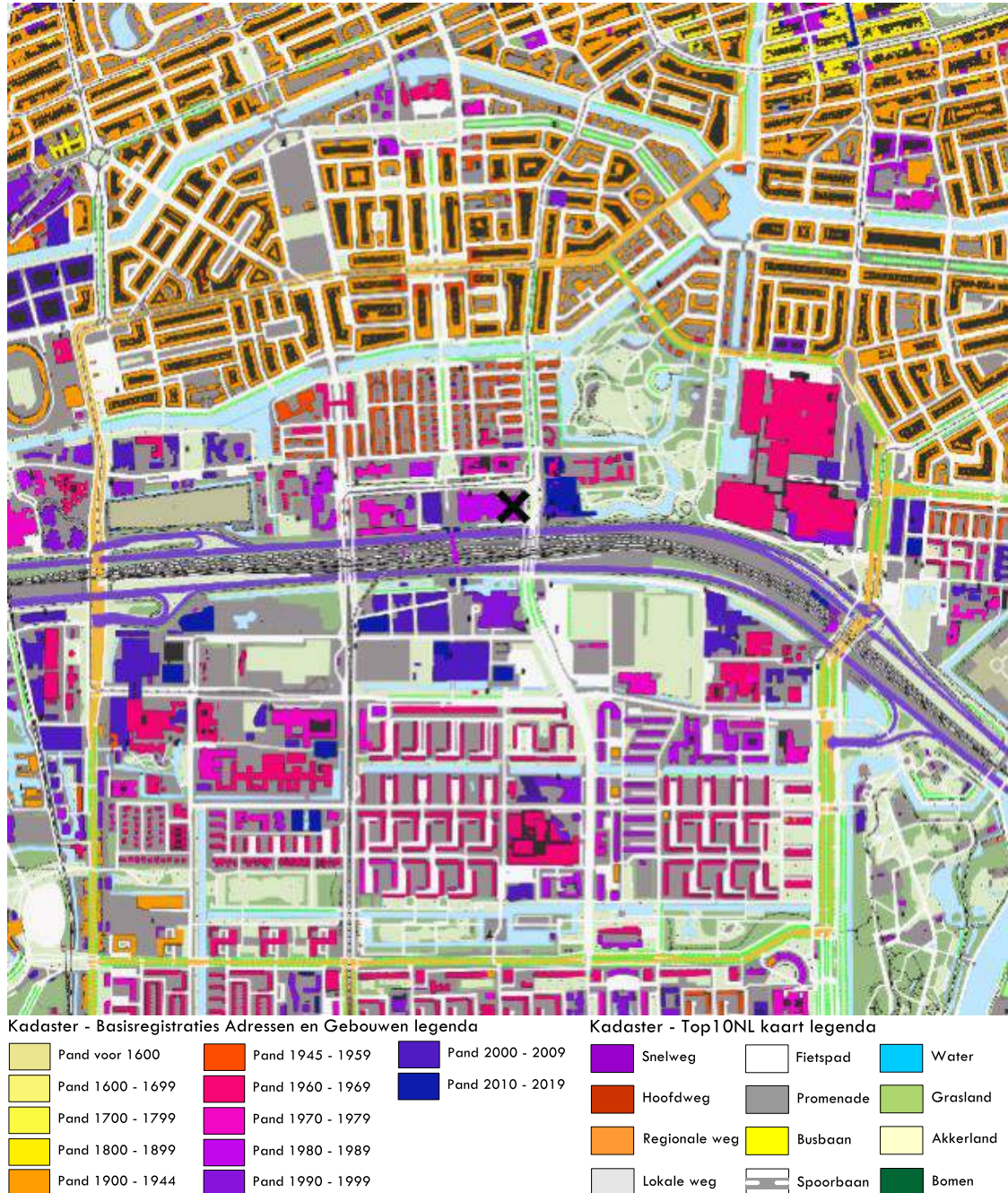
- Rekenwaarde grondwaterstand watervoerende laag 1 is bepaald met F05101 A. De gemiddelde grondwaterstand is NAP – 0,01 m. De grondwaterstand fluctueert tussen NAP + 0,57 m en NAP – 0,32 m (grondwaterstand in poldergarage is aangenomen op 0,5 m minus maaiveld, dit is NAP – 5,1 m);
- Rekenwaarde grondwaterstand watervoerende laag 2 is bepaald met F05104 B. De gemiddelde grondwaterstand is NAP – 0,31 m. De grondwaterstand fluctueert tussen NAP – 0,12 m en NAP – 0,42 m;
- Rekenwaarde grondwaterstand watervoerende laag 3 is bepaald met F05198 C. De gemiddelde grondwaterstand is NAP – 3,14 m. De grondwaterstand fluctueert tussen NAP – 2,89 m en NAP – 3,52 m.
- Waterpeil grachten (ten noorden) is gelijk aan NAP – 0,4 m, waterpeil ten zuiden van A10 is circa NAP – 2,0 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 1500 m.



Figuur 3 – Alle objecten in de omgeving

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

- Tekening 1 “Belendingen”: rondom de projectlocatie zijn de belendingen gebouwd na de tweede wereldoorlog, op circa 450 m ten noorden zijn oude belendingen (gracht aanwezig tussen de projectlocatie en oude belendingen);
- Tekening 2 “Grondwatergebruikers”: diverse grondwatergebruikers aanwezig. WTC is zelf een grondwatergebruiker (staat een bron in het projectgebied). Daarnaast tenminste 11 andere grondwatergebruikers binnen 400 m straal;
- Tekening 3 “Natuur (natura-2000)”: geen natuurgebied, wel een park op 200 m ten oosten, tussen het park en de projectlocatie is (grotendeels) oppervlaktewater aanwezig;
- Tekening 4 “(Archeologische) monumenten”: Dichtstbijzijnde Rijksmonument is gelegen op 180 m afstand;
- Tekening 5 “Algemene kaart (top 10 NL)”: Uit de algemene kaart kan worden afgeleid dat de projectlocatie is gelegen nabij veel belangrijke infrastructuur, namelijk: een snelweg (A10) op 55 m afstand, spoor (Amsterdam-Schiphol) op 130 m afstand, metro (bovengronds) op 110 m afstand en een trambaan op 14 m afstand. Daarnaast kunnen er nog belangrijke kabels en leidingen aanwezig zijn;
- Tekening 6 “Landbouw in omgeving”: geen;
- Tekening 7 “Bodemloket (verontreinigingen bodem)”: geen bijzonderheden nabij de projectlocatie volgens bodemloket.

Overige:

Volgens de legger van Waternet is er een Secundaire Waterkering op de noordelijke grens van de verharding van de A10.

### 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.

##### **Opbarstniveau NAP – 6,5 m à NAP – 6,7 m**

De grondwaterstand in de (wad)zandlaag beneden NAP – 6,5 m à NAP – 6,7 m moet worden ontlast tot ontgravingsniveau.

##### **Resultaten berekening opbarstniveau (NAP – 11,3 m à NAP – 12,3 m)**

De diepte van het eerste opbarstniveau varieert circa een meter, dit is beoordeelt op basis van het beschikbare grondonderzoek. Per onderdeel is vervolgens een verticaal evenwichtsberekening uitgevoerd. Het volgende wordt daarbij geconcludeerd per onderdeel:

- Bij het ontgraven tot onderkant grondverbetering keldervloer as 18-26 is het maximale ontgravingsniveau NAP – 5,4 m. Indien de grondverbetering uitgevoerd in stroken van 3 m en vanaf ontgravingsniveau NAP – 5,2 m (maximaal talud 1:1), dan is de kritieke grondwaterstand in watervoerende laag 3 gelijk aan NAP – 2,46 m;
- Bij het ontgraven tot onderkant grondverbetering keldervloer as 26-30 is het maximale ontgravingsniveau NAP – 7,1 m. Indien de grondverbetering uitgevoerd in stroken van 3 m en vanaf ontgravingsniveau NAP – 6,93 m (maximaal talud 1:1), dan is de kritieke grondwaterstand in watervoerende laag 3 gelijk aan NAP – 4,94 m;
- Bij het ontgraven tot onderkant grondverbetering keldervloer as 30-33 is het maximale ontgravingsniveau NAP – 7,1 m. Indien de grondverbetering uitgevoerd in stroken van 3 m en vanaf ontgravingsniveau NAP – 6,93 m (maximaal talud 1:1), dan is de kritieke grondwaterstand in watervoerende laag 3 gelijk aan NAP – 4,94 m;
- Na het uitvoeren van de grondverbetering is het ontgravingsniveau bij keldervloer as 18-26 maximaal NAP – 5,2 m. De kritieke grondwaterstand in watervoerende laag 3 is gelijk aan NAP – 2,3 m;
- Na het uitvoeren van de grondverbetering is het ontgravingsniveau bij keldervloer as 26-30 maximaal NAP – 6,93 m. De kritieke grondwaterstand in watervoerende laag 3 is gelijk aan NAP – 4,82 m;
- Na het uitvoeren van de grondverbetering is het ontgravingsniveau bij keldervloer as 30-33 maximaal NAP – 6,63 m. De kritieke grondwaterstand in watervoerende laag 3 is gelijk aan NAP – 4,82 m;
- Bij het realiseren van poeren (binnen een sleufkist verticaal ontgraven) bij as 18-26 is de ontgravingsbreedte 2 m en de diepte NAP – 6,6 m. Indien de omliggende grond (naast de sleufkist) gelegen is op NAP – 5,2 m, dan is de kritieke grondwaterstand gelijk aan NAP – 2,86 m;
- Bij het realiseren van poeren (binnen een sleufkist verticaal ontgraven) bij as 26-30 en as 30-33 is de ontgravingsbreedte 2 m en de diepte NAP – 8,33 m. Indien de omliggende grond (naast

de sleufkist) gelegen is op NAP – 6,93 m, dan is de kritieke grondwaterstand gelijk aan NAP – 5,66 m;

- Bij de versterking van paalfundering is het ontgravingsniveau NAP – 6,9 m, ontgravingsafmeting 5 x 5 m binnen sleufbekisting en de omliggende grond is op NAP – 4,6 m. De kritieke grondwaterstand is gelijk aan NAP – 2,89 m;

### Conclusie verticaal evenwicht

In de onderstaande tabel is de conclusie opgenomen per onderdeel:

Tabel 3.1

verticaal evenwicht	Spanningsbemaling Pleistoceen noodzakelijk	ontlastbemaling wadzand noodzakelijk
onderkant keldervloer as 18-26	nee	ja
onderkant keldervloer as 26-30	ja	ja
onderkant keldervloer as 30-33	ja	ja
grondverbetering keldervloer as 18-26	nee	ja
grondverbetering keldervloer as 26-30	ja	ja
grondverbetering keldervloer as 30-33	ja	ja
poeren keldervloer as 18-26	ja	ja
poeren keldervloer as 26-30	ja	ja
poeren keldervloer as 30-33	ja	ja
versterking paalfundering	spanningsbemaling noodzakelijk bij meerdere paalfunderingen tegelijk. Geen spanningsbemaling noodzakelijk indien elke paalfundering versterking per stuk en niet gelijktijdig met andere paalfundering versterkingen wordt uitgevoerd	niet van toepassing

Spanningsbemaling in de bestaande poldergarage wordt niet toegestaan, daarom wordt uitgegaan dat de versterking paalfundering uitgevoerd wordt per stuk (vierkante ontgraving).

## 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 dalings.

### Conclusie

Omdat verticale (dam)wanden worden toegepast is een controle op hydraulische grondbreuk uitgevoerd. Uit dit onderzoek blijkt dat hydraulische grondbreuk niet optreedt door de aanwezigheid van slecht doorlatende lagen, dit geldt tot ontgravingsniveau's tot circa NAP – 10 m en zolang het verticaal evenwicht niet verstoord wordt.

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

## 3.3 Maatregelen: piping

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

### Conclusie



Piping kan niet optreden door de afwezigheid van oppervlaktewater nabij de projectlocatie, zie tekening 5 in bijlage 4. Piping treedt alleen op bij oppervlaktewater welke in verbinding staat met de maatgevende watervoerende laag.

## 4 Grondwaterbeheersing implementatie

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

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

### 4.1 Grondwaterbeheersing: methode

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

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

#### 4.1.1 Specificatie bouwput

De nieuwe damwanden worden geplaatst tot NAP – 16 m of dieper, dit zodat er een beperkte horizontale grondwaterstroming is vanuit watervoerende laag 3A.

In het rekenmodel wordt rekening gehouden met een ingeschatte bouwput lekkage van de verticale wanden, het uitgangspunt is dat alle lekkages tot ontgravingsniveau worden verholpen (gereduceerd naar verwaarloosbaar) indien dit niet voldoende is dan zal door middel van infiltratie de grondwaterstand in watervoerende laag 1 buiten de damwand worden beheerst.

#### 4.1.2 Specificatie bemaling

De bemaling bestaat uit een spanningsbemaling, een freatische bemaling, een ontlastbemaling en een open bemaling. De spanningsbemaling is geplaatst bij onderdelen “kelder as 26-30” en “kelder as 30-33”. Bij onderdeel “kelder as 18-26” zijn mogelijk bronnen noodzakelijk. Bij “versterking paalfundering” wordt gerekend met geen spanningsbemaling, hier moet de ontgraving vierkant uitgevoerd worden (niet in sleuven) conform H3.1.

Spanningsbemaling:

- het uitgangspunt is dat de maximale afstand tussen de bronnen van de spanningsbemaling niet groter is dan 20 m en de onderkant van de bronnen is boven NAP – 24 m;
- Het is zeer belangrijk dat de deklaag tussen NAP – 6 m en NAP – 12 m direct na plaatsen van de bronnen hersteld wordt tussen het boorgat en de bronwand. Om deze deklaag te herstellen moet zwelklei worden toegepast. Indien dit niet goed wordt uitgevoerd dan zal het debiet toenemen en de deklaag lek zijn na afloop van de werkzaamheden (dit is niet wenselijk omdat hierdoor mogelijk de poldergarage aanzienlijk negatief beïnvloed kan worden);
- Wegens het risico op lekkages is aanvullend geëist dat de boordiameter van de bronnen voor de spanningsbemaling tenminste 0,4 m is en dat de omstorting tenminste 0,1 m dik is en rondom uitgevoerd wordt. De opdrachtgever zal door een bemaling specialist toezicht houden tijdens plaatsing. De reden van den grote boordiameter eis is omdat kleine filters door de deklaag te spuiten (zoals bij spanningsbemaling “Atrium”) zorgt voor gaten in de deklaag. Indien achteraf blijkt dat door de deklaag is gespoten,



of de bouwput is opgebarsten, dan is er sprake van grote schade voor de opdrachtgever voor de rest van de gebruiksfase. Dit plan en de opdrachtgever rekent erop dat de aannemer een systeem aanlegt welke opbarsten en/of gaten langs bronnen voorkomt;

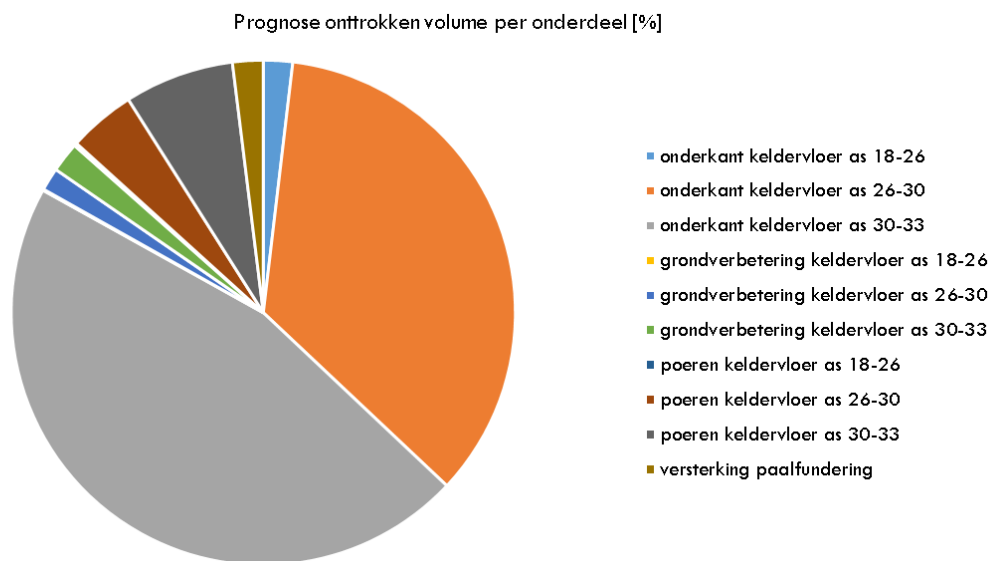
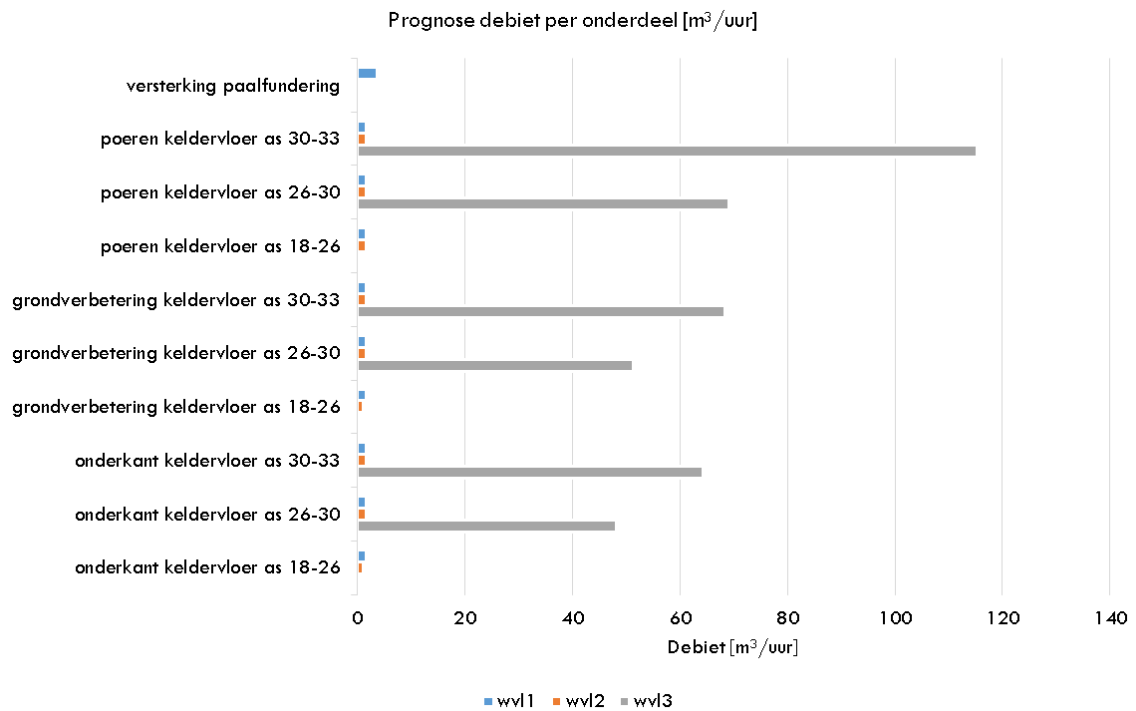
- De aannemer van de bemaler dient voor de spanningsbemaling een boorplan inclusief omstorting plan op te stellen voor de opdrachtgever. In dit plan moet worden omschreven hoe de aannemer de bronnen gaat aanbrengen, welke materialen worden gebruikt om de bron te omstorten (inclusief product eigenschappen bladen), welke diepte omstorting wordt aangebracht;
- De brondiameter moet tenminste voldoende zijn om een onderwaterpomp te hangen met 25 m<sup>3</sup>/uur capaciteit en voldoende opvoerhoogte om het lozingspunt te bereiken;
- Bronnen moeten worden geplaatst met behulp van een zuigboring, van elke bron moet de aannemer een boorstaat aanleveren;
- De bronnen mogen na de werkzaamheden niet worden verwijderd, deze moeten worden afgedicht, ook hier wordt toezicht gehouden;
- Per bron mag maximaal 10 m<sup>3</sup>/uur worden gerekend, er zijn dus 17 bronnen noodzakelijk. Wegens de grote risico's wordt aanbevolen 20% reserve in te bouwen, ofwel  $17 * 1,2 = 21$  bronnen. Optimalisatie met behulp van een pompproef is mogelijk (met pompproef bepalen wat een realistisch debiet per bron is), echter er mag alleen met minder bronnen worden gerekend indien de proef onder toezicht en goedkeuring van bemaling specialist opdrachtgever is uitgevoerd. Ook moet de boommeester welke de pompproef heeft geboord aanwezig zijn bij het boren van de spanningsbemaling (dit ter voorkoming van wisselende resultaten door bediening boorstelling);
- Na het plaatsen van de eerste bron voor de spanningsbemaling moet deze worden afgepompt voor enkele dagen. Het debiet moet worden gemeten met behulp van een V-stuw en geijkte debietmeter (door toezichthouder opdrachtgever). Indien blijkt dat de bron minder dan 10 m<sup>3</sup>/uur geeft dan zullen er meer bronnen noodzakelijk zijn.

#### 4.1.3 Debiet

Er wordt benadrukt dat de berekende debieten (onttrekking en retour) prognoses betreffen op basis van geschatte parameters. De debieten zijn bepaald op basis van een spanningsbemaling welke alle assen gelijktijdig zal bemalen, inclusief een retourbemaling bij de RAI (H4.1.4). Indien een onderdeel separaat bemalen wordt (bijvoorbeeld alleen poeren keldervloer as 30-33) dan zal het debiet voor het onderdeel separaat hoger zijn dan weergegeven in de onderstaande figuur, het debiet van een enkel onderdeel is echter wel lager dan de som van alle onderdelen bij elkaar.

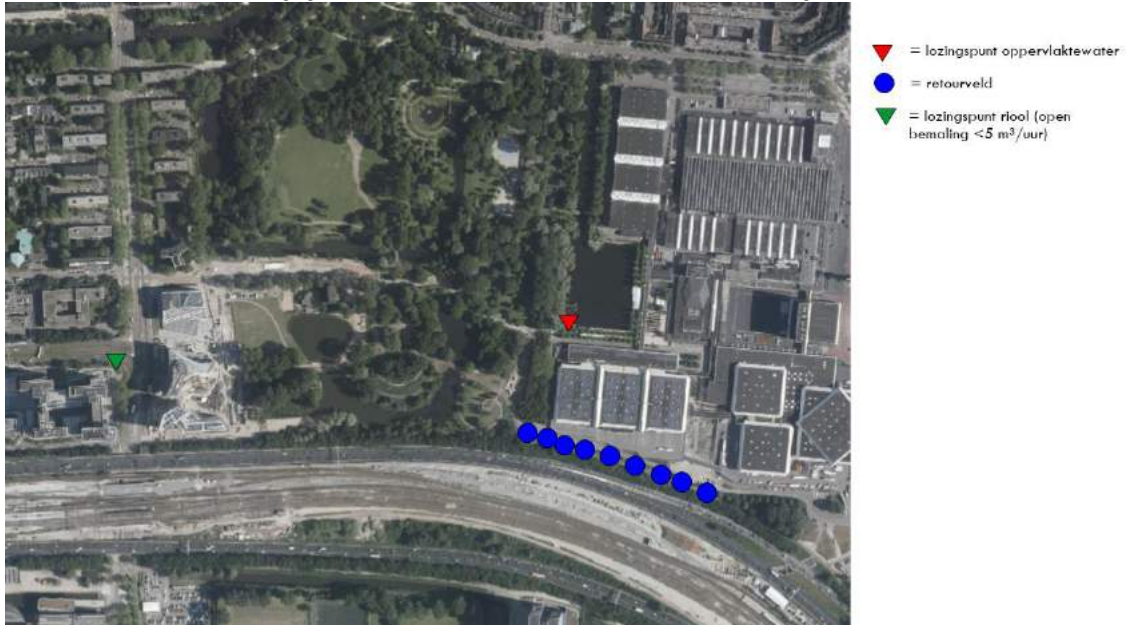
Het totale debiet is ingeschat op circa 90 ~ 130 m<sup>3</sup>/uur tijdens de grondverbetering, 150 ~ 200 m<sup>3</sup>/uur tijdens de poeren en 80 ~ 120 m<sup>3</sup>/uur bij onderkant keldervloer. Voor de debietsberekening zijn de bemalingselementen tot NAP – 24 m geplaatst, dieper plaatsen van bemalingselementen zal het debiet verhogen. Bij een uitvoeringsperiode van totaal 1 jaar resulteert dit in een totaalvolume van circa 1.300.000 m<sup>3</sup>. In de onderstaande figuren kan worden afgelezen welke hoeveelheden verwacht worden per onderdeel. Zie bijlage 3 voor berekening details.

De debietsberekening gaat uit dat alle assen gelijktijdig uitgevoerd worden. Daardoor zijn de berekende debieten niet representatief indien een onderdeel los wordt uitgevoerd. Dit betekent indien bijvoorbeeld poeren keldervloer as 30-33 los uitgevoerd wordt dat het debiet hoger is dan weergegeven in dit rapport. Voor de juiste debieten wordt het aanbevolen de uitvoeringsplanning in te voeren.



#### 4.1.4 Specificatie retourbemaling en lozing van grondwater

De locatie biedt de mogelijkheid om een retourbemaling toe te passen. Na de beoordeling van de omgeving rondom de projectlocatie en overleg met de gemeente Amsterdam is er een locatie voor een retourbemaling gevonden tussen de RAI en de A10 snelweg.



Figuur 4 - locatie lozingspunten en retourveld

De effecten van de retourbemaling is het verhogen van het onttrekkingsdebiet, het lokaal reduceren van de grondwaterstand verlaging en het reduceren van de omvang van de lozing op oppervlaktewater.

Het retourveld is op 500 m afstand van de onttrekking, het uitgangspunt is dat 90~100% van het debiet geretourneerd zal worden.

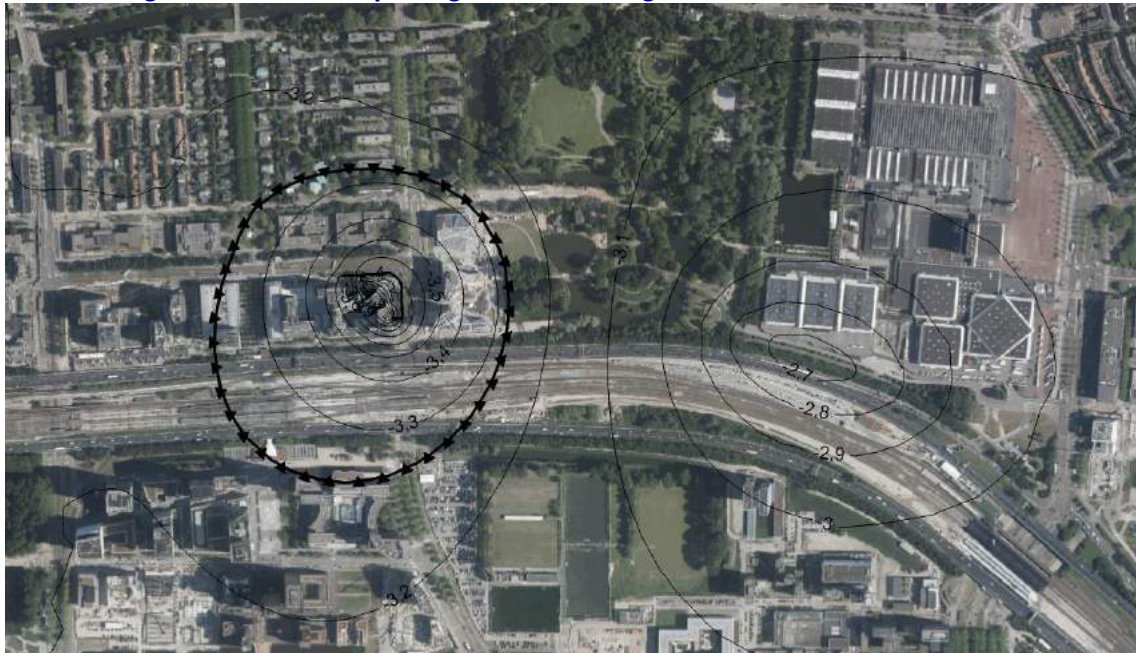
Tot slot wordt opgemerkt dat de retourbronnen zeer zorgvuldig aangebracht en omstort moeten worden ter voorkoming van schade aan de omgeving.

## 4.2 Grondwaterbeheersing: omgevingsbeïnvloeding

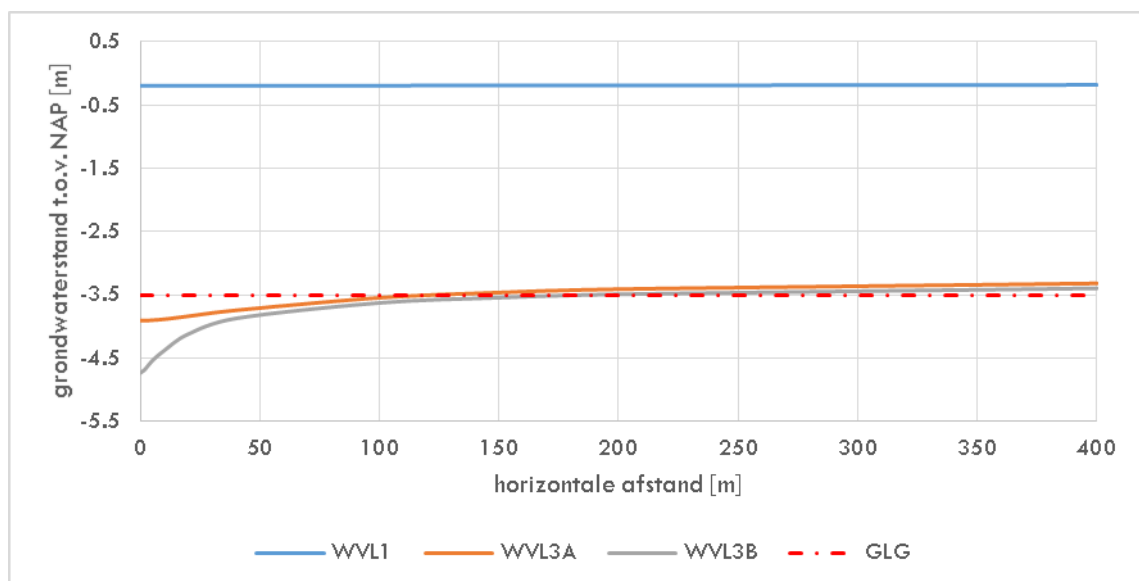
Deze paragraaf geeft een beeld van de verwachte grondwatersituatie tijdens de werkzaamheden. De minimalisatie van de grondwateronttrekking betekent dat invloed op de omgeving voor zover mogelijk beperkt is (binnen de projectgrenzen besproken in de inleiding). In de onderstaande figuren zijn contourlijnen 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.

Gekozen is om de grondwaterstand daling in watervoerende laag 1 ten gevolge van de spanningsbemaling te bepalen. Deze is bepaald door de damwanden in het model ondoorlatend te maken. In de praktijk zijn damwanden niet ondoorlatend, het is wel de bedoeling dat de damwanden zo goed mogelijk water keren. Indien damwanden lekken kan tot circa 30 à 70 m afstand een aanvullende grondwaterstand daling optreden ten gevolge van lekkages. De omvang van de grondwaterstand daling is afhankelijk van de omvang van de lekkage door de damwand. Praktisch gezien kan lekkage door damwanden verholpen worden en indien dit niet voldoende is dan kan daar waar noodzakelijk grondwater geïnfilteerd worden in watervoerende laag 1 (direct buiten de damwand).

#### 4.2.1 Verwachte grondwaterstand tijdens grondverbetering



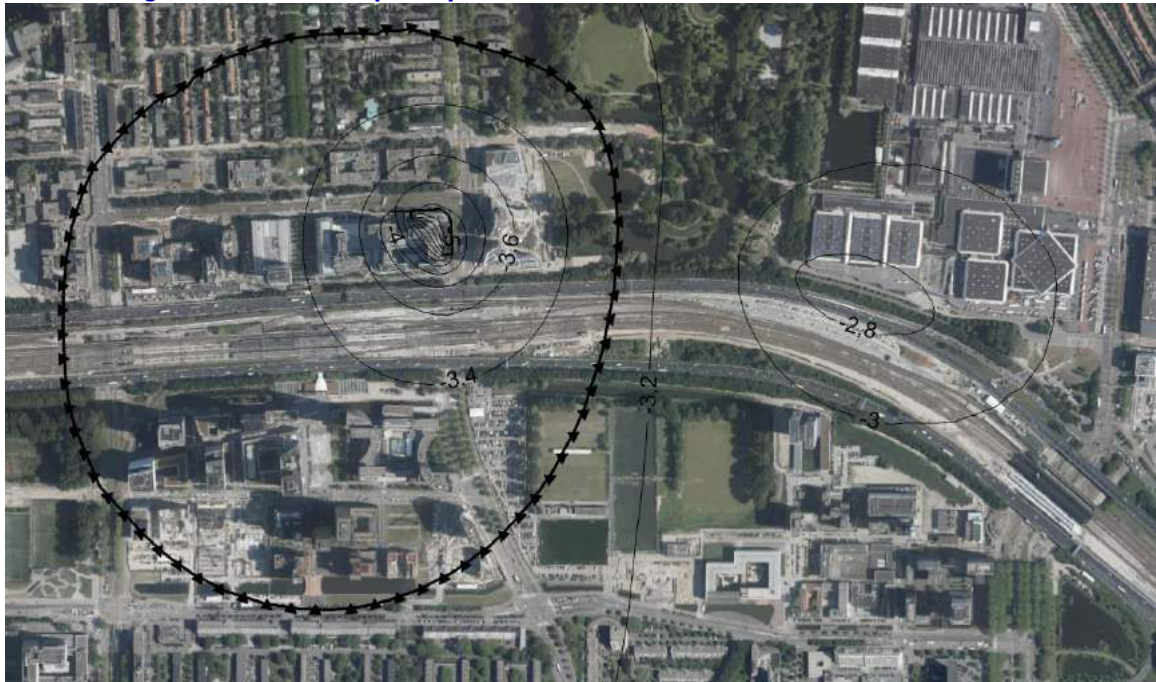
Figuur 5 - grondwaterstand [m+NAP] in watervoerende laag 3 A na 14 dagen spanningsbemaling



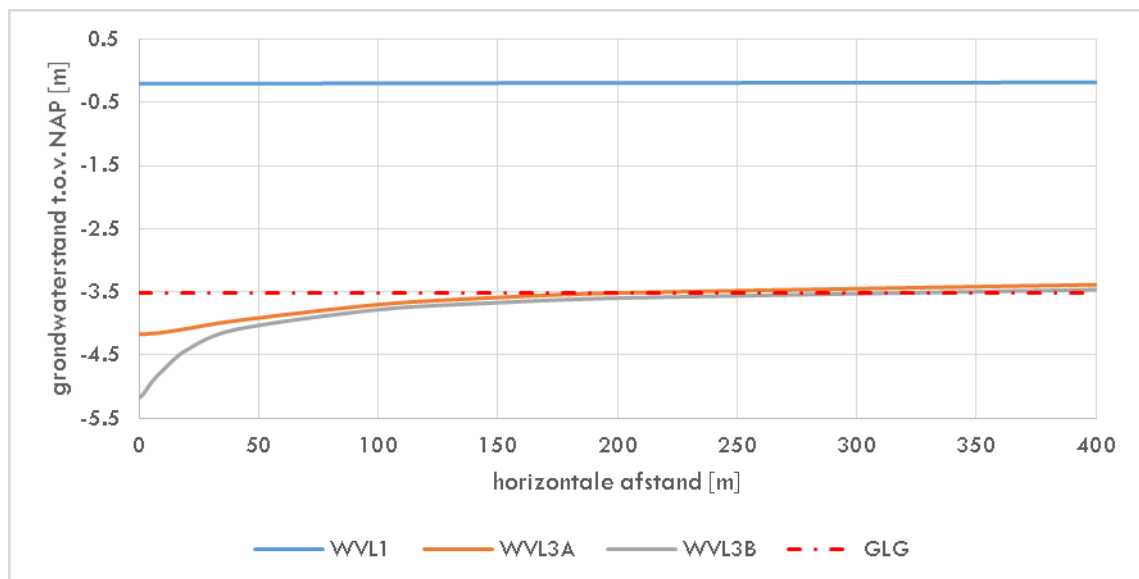
In de bovenstaande grafiek staat de grondwaterstand van de bemaling in figuur 4 weergegeven (verhanglijn vanaf de oostelijke grens van de bouwput richting het oosten). De rode lijn NAP – 3,52 m is de gemiddeld laagste grondwaterstand (glg), deze waarde is bepaald met behulp van peilbuis F05198 C. Gesteld wordt dat verlagingen kleiner dan 0,05 m in figuur 4 en bijbehorende grafiek boven de glg niet schadelijk zijn bij de korte bemalingsperiode. Het invloedsgebied van de bemaling is circa 150 m (het invloedsgebied is in enige mate gereduceerd door de retourbemaling).



#### 4.2.2 Verwachte grondwaterstand tijdens poeren



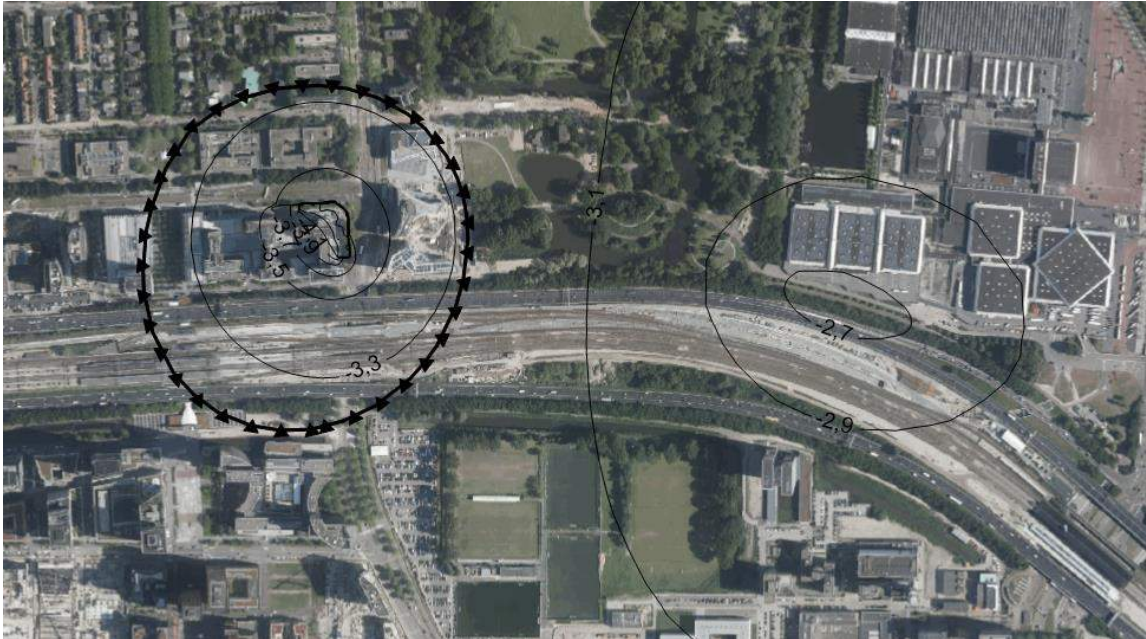
Figuur 6 - grondwaterstand [m+NAP] in watervoerende laag 3A na 30 dagen spanningsbemaling



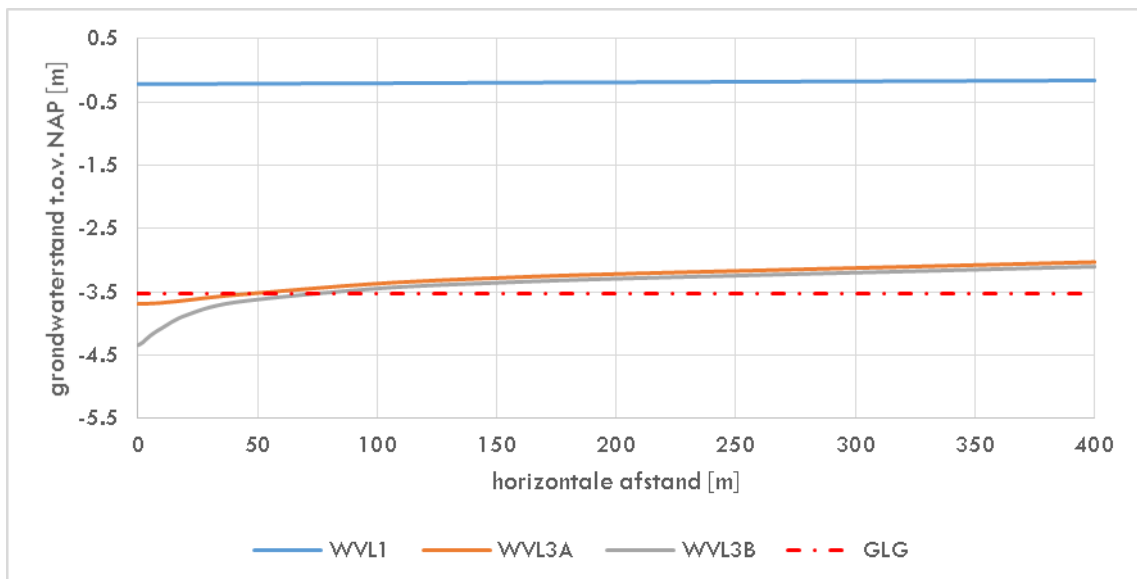
In de bovenstaande grafiek staat de grondwaterstand van de bemaling in figuur 5 weergegeven (verhanglijn vanaf de oostelijke grens van de bouwput richting het oosten). De rode lijn NAP – 3,52 m is de gemiddeld laagste grondwaterstand (glg), deze waarde is bepaald met behulp van peilbuis F05198 C. Gesteld wordt dat verlagingen kleiner dan 0,05 m in figuur 4 en bijbehorende grafiek boven de glg niet schadelijk zijn bij de korte bemalingsperiode. Het invloedsgebied van de bemaling is circa 200 m (het invloedsgebied is in enige mate gereduceerd door de retourbemaling).



#### 4.2.3 Verwachte grondwaterstand in tijdens onderkant keldervloer



Figuur 7 - grondwaterstand [m+NAP] in watervoerende laag 3A na 360 dagen spanningsbemaling



In de bovenstaande grafiek staat de grondwaterstand van de bemaling in figuur 6 weergegeven (verhanglijn vanaf de oostelijke grens van de bouwput richting het oosten). De rode lijn NAP – 3,52 m is de gemiddeld laagste grondwaterstand (glg), deze waarde is bepaald met behulp van peilbuis F05198 C. Gesteld wordt dat verlagingen kleiner dan 0,05 m in figuur 4 niet schadelijk zijn. Het invloedsgebied van de bemaling is circa 80 m (het invloedsgebied is in enige mate gereduceerd door de retourbemaling).

#### 4.2.4 Omgevingsbeïnvloeding ten gevolge van maaiveld daling

Maaiveld dalingen treden op ten gevolge van grondwaterstand daling.

De verwachting met betrekking tot maaiveld daling ten gevolge van grondwaterstand verlaging is een maaiveld daling binnen een afstand van 80 à 200 m rondom de projectlocatie indien de retourbemaling uitgevoerd wordt. Zonder retourbemaling is het invloedsgebied groter.

Ten aanzien van de maaiveldddaling is de grondwaterstand tijdens onderkant vloer (H4.2.3) maatgevend, dit omdat deze fase lang duurt (circa 1 jaar).

De volgende objecten zijn geïdentificeerd:

- Belendingen (vanaf circa 50 m afstand);
- Spoor (op circa 100 m afstand);
- Trambaan (op circa 15 m afstand);
- Metro (op circa 80 m afstand);
- Polder garage WTC (direct naast de bouwput aan andere zijde van damwand);
- Waterkering Waternet (op 50 m afstand).

Ten behoeve van de omgevingsbeïnvloeding is de maaiveldddaling geprognostiseerd (door Crux Engineering) op 15 m, 50 m en 100 m afstand. Geconcludeerd wordt dat de objecten in de omgeving niet beïnvloed worden door de geringe maaiveldddaling.

Tabel 4.2

<b>Maaiveldddaling [mm]</b>	<b>90 dagen</b>	<b>180 dagen</b>	<b>360 dagen</b>
0 m afstand	2	2	3
15 m afstand	1	1	2
50 m afstand	1	1	1
100 m afstand	0	0	1

#### 4.2.5 Omgevingsbeïnvloeding ten gevolge van grondwaterstroming

##### **Grondwaterbeschermingsgebieden**

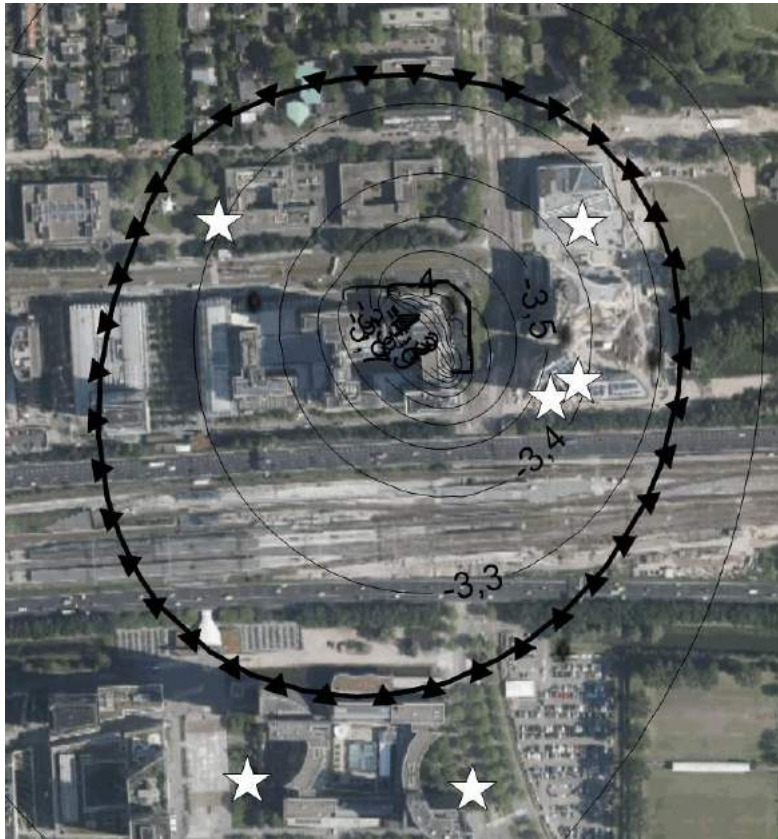
Er is geen grondwaterbeschermingsgebied aanwezig binnen de reikwijdte van de bemaling. Dit betekent dat er geen grondwaterbeschermingsgebied beïnvloed wordt.

##### **Grondwateronttrekkingen**

De spanningsbemaling bij de RAI zal niet gelijktijdig worden uitgevoerd. De spanningsbemaling bij de rechtbank wordt wel gelijktijdig uitgevoerd (echter ligt deze buiten de reikwijdte van de bemaling van uitbreiding WTC). Geconcludeerd wordt dat er geen negatieve (of accumulatief) effecten door andere grondwateronttrekkingen.

##### **Bodemverontreiniging**

Grondwaterverontreinigingen zullen niet verplaatsen, dit doordat er een verwaarloosbare grondwaterstroming optreedt in watervoerende laag 1 (dankzij damwanden en indien noodzakelijk een infiltratiedrain).

**WKO**

Figuur 8 - locaties WKO installaties (volgens WKO tool en provinciaal overzicht)

De grondwaterstroming zal zorgen voor verlies van rendement bij open WKO installaties. Het verlies van rendement is beschouwd voor de dichtstbijzijnde WKO systeem (WKO WTC is buiten beschouwing omdat deze komt te vervallen). De afstand tot dit WKO systeem is 70 m ten oosten, in watervoerende laag 2/3 (beneden NAP – 70 m) is tijdens de werkzaamheden een verhang van  $0,05 \text{ m} / 100 \text{ m} = 1 : 2000$ . Bij een porositeit van 0,25, een jaar bemaling, thermische retardatie van 2 en een k-waarde van 25 m/dag is de verplaatsing gelijk aan 9 m. Bij een thermische straal van 80 m (of groter) is het energieverlies van het WKO-systeem 10% of kleiner.

#### 4.2.6 Beïnvloeding van groen (parken, bomen, etc.)

Er is een verwaarloosbare freatische grondwaterstand verlaging, indien damwanden waterdicht zijn en de aannemer een grondwater infiltratie toepast indien de waterremmende eigenschappen van damwanden onvoldoende zijn. Groen wordt niet beïnvloed door de werkzaamheden.

### 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.

#### 4.3.1 Onttrekking

Onttrekking wetgeving houdt in de wetten welke van toepassing zijn bij het oppompen van grondwater uit de bodem voor een bouwput. Het project is vergunningsplichtig bij het Waterschap, verwacht is een debiet gelijk of groter dan  $15000 \text{ m}^3/\text{maand}$  en bemalingsperiode langer dan 6 maanden. Dit proces kan worden opgestart door het project in te voeren op [omgevingsloket.nl](https://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 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/uur, een debiet dat hoger is dan 15000m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>. Onttrekkingen tot 12000 m<sup>3</sup> zijn heffingsvrij, per m<sup>3</sup> welke is geretourneerd mag -50% van de hoeveelheid worden verminderd op de totale som van de onttrekking.

#### 4.3.2 Lozing

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

Bij lozingen op het riool en/of oppervlaktewater moet rekening gehouden worden met de zuiveringsheffing en/of verontreinigingsheffing, deze wordt verrekend door middel van vervuilingseenheden. De kosten per vervuilingseenheid zijn € 53,11

##### Vervuilingseenheden parameters

Het aantal vervuilingseenheden wordt bepaald op basis van de grondwaterkwaliteit en ligt meestal tussen 0,001 à 0,003 VVE/m<sup>3</sup>. Door lozen van grondwater op oppervlaktewater of riool zullen vaste stoffen in deze stelsels terecht komen. Het aantal kg van deze stoffen zal moeten worden verwijderd door het waterschap. De kosten voor het verwijderen berekenen waterschappen met behulp van vervuilingseenheden. Om te bepalen hoeveel vervuilingseenheden in het grondwater zitten kan een steekproef worden uitgevoerd, met deze meting kan het aantal vervuilingseenheden per volume worden bepaald.

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

## 5 Aanbevelingen, actieprogramma

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

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

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

### 5.1 Risicocheck

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

- De volgende onderdelen kunnen niet zomaar worden uitgevoerd: "grondverbetering keldervloer as 18-26", "poeren keldervloer as 18-26", "versterking paalfundering". Bij deze onderdelen is het noodzakelijk om de grondwaterstand in watervoerende laag 3A te beoordelen. Indien de spanningsbemaling actief is voor kelder tussen as 26-33 dan is de verwachting dat de grondwaterstand wel voldoende laag is (dit moet wel gecontroleerd worden), indien de spanningsbemaling niet actief is, dan kunnen deze onderdelen mogelijk verticaal evenwicht verliezen;
- Het verliezen van verticaal evenwicht (grootschalig of kleinschalig) zal grote gevolgen hebben voor de waterremmende eigenschappen van de deklaag (en het functioneren van de poldergarage). Indien de grondwaterstand in watervoerende laag 3 niet voldoende verlaagd wordt, dan mag niet verder ontgraven worden dan tot het kritieke niveau. Dit kritieke niveau moet direct op dat moment bepaald en/of gecontroleerd worden door de adviseur van de opdrachtgever. In de tussentijd moet in de bouwput het ontgravingsniveau worden gereduceerd en/of vol met water gezet worden;
- De waterremmende eigenschappen van de damwanden zijn belangrijk ter voorkoming van een langdurige grondwaterstand verlaging in watervoerende laag 1. Indien de damwanden lek zijn, en er niet tijdig een grondwaterinfiltratie wordt toegepast, dan zal schade kunnen ontstaan;
- Er is een polderconstructie garage in het WTC, het lek maken van de deklaag heeft in dit geval niet alleen negatieve effecten voor omgeving maar ook direct negatieve effecten voor het WTC. Indicatief is berekend dat reeds één gat het waterbezwaar in de polder kan verdubbelen. Het betreft een gat van 0,06 m in diameter, tussen NAP – 6m en NAP – 12 m, en dit gat is opgevuld met een mengsel van zand en klei. Geconcludeerd wordt dat gaten in de deklaag zijn zeer nadelig voor het gebruik van het WTC. Elk boorgat moet strategisch gekozen worden en nauwkeurig afgewerkt;
- Werkwijze heeft invloed op de omgevingsbeïnvloeding van de bemaling. Een langere sleuflengte en/of bemalingsduur zal in de omgeving een groter effect op grondwaterstand verlaging veroorzaken.

### 5.2 Aanbevelingen: onderzoek en/of monitoring

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



## Onderzoek

Aanbevelingen welke risico's beheersen door middel van onderzoek:

- Tijdens het gehele proces (ontwerp tot en met verwijderen bemaling) moet in het belang van de opdrachtgever toezicht worden gehouden op het bemalingsontwerp. Het is niet in het belang van de opdrachtgever om gaten in de deklaag te krijgen. Het toezicht zal met name beoordelen of er enig moment sprake is van een groter en/of niet acceptabel risico ten aanzien van gaten in de deklaag of kans van opbarsten;
- 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;
- Indien gedurende lange tijd moet worden gepompt, wordt aanbevolen het grondwater te onderzoeken op de aanwezigheid van opgeloste zouten en gassen, die kunnen leiden tot corrosie of verstopping van de bemalingsfilters. Systemen voor langdurige bemalingen en drainage moeten zo zijn ontworpen dat verstopping door bacteriologische processen of door andere oorzaken wordt voorkomen;

## Monitoring bouwput

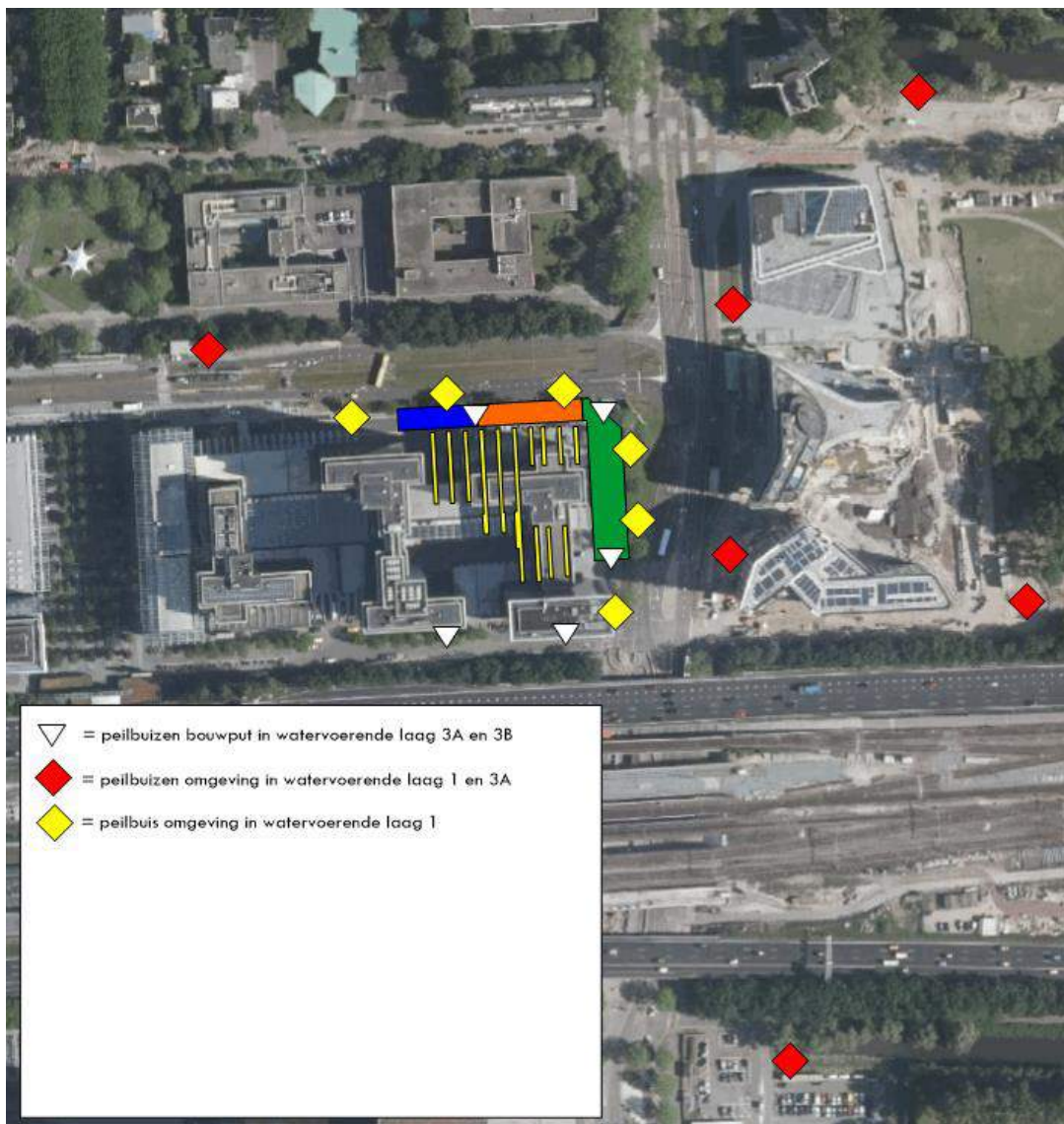
Aanbevelingen welke risico's beheersen door middel van monitoring op de projectlocatie:

- Aanbevolen wordt om geen diepe peilbuizen of boringen uit te voeren in de polder garage;
- 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 geïnfilteerd water met een nauwkeurigheid van maximaal 5% afwijking te meten. In de afvoerleiding van de debietmeter mag geen lucht aanwezig zijn;
- Aanbevolen wordt om bij het boren en/of afwerken van elk boorgat toezicht te houden met oog op het belang van de opdrachtgever (geen gaten en wateroverlast);
- Aanbevolen wordt om dagelijks de grondwaterstand op de projectlocatie controleren op 3 locaties in de bouwput in watervoerende laag 3A en 3B, met behulp van een peilbuis op de projectlocatie. Grondwaterstand in de bouwput of ontgraving moet in verband met een goede preparatie van de funderingslaag en een goede begaanbaarheid van de bouwputbodem niet hoger reiken dan 0,3 m beneden het lokale ontgravingsniveau. Ten aanzien van eisen in de Waterwet mag de grondwaterstand ten hoogste 0,5 m onder ontgravingsniveau worden verlaagd;
- Aanbevolen wordt het debiet en grondwaterstand meting dagelijks en in later stadium wekelijks te registreren (verplicht) EN na het verzamelen van één week aan debiet en grondwaterstanden meetdata deze meterstanden te verzenden naar [info@lootsgwt.com](mailto:info@lootsgwt.com) met als vermelding "metingen 10770316B.1". Het controleren van deze bouwputmetingen wordt als service uitgevoerd.

## Monitoring omgeving

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

- Aanbevolen wordt om peilbuizen te plaatsen tussen de bouwput en de risicovolle objecten conform figuur 7. Dagelijks grondwaterstand controleren (beoordeling). Bij verlagingen beneden het kritieke niveau dient actie ondernomen om de grondwaterstand te herstellen. Het kritieke niveau moet bepaald worden vooraf aan de werkzaamheden, aanbevolen wordt de peilbuis te monitoren tenminste 2 maanden actief zijn voor de start van de werkzaamheden. Een langere meetperiode geeft een duidelijker beeld ten aanzien van het kritieke niveau. Op dit moment is het kritieke niveau in watervoerende laag 1 gelijk aan NAP – 0,4 m en in watervoerende laag3 is dit NAP – 3,52 m;
- Bij alle belendingen/infrastructuur binnen 200 m straal dient een vooropname worden uitgevoerd en bij belendingen/infrastructuur welke mogelijk zal zakken wordt aanbevolen deformatiemetingen uit te voeren.



Figuur 9 - peilbuizen

Indien gewenst wordt in een later stadium een monitoringsplan opgesteld waarin de peilbuislocaties en alarmwaarden zijn samengevat. Bij voorkeur wordt het monitoringsplan geoptimaliseerd nadat er metingen zijn uitgevoerd.

De aannemer is verantwoordelijk dat er voldoende peilbuismetingen uitgevoerd worden in watervoerende lagen 3A en 3B in de bouwput. De locatie van de peilbuizen moeten strategisch bepaald worden zodat de opbolling ingeschat kan worden, dus niet peilbuis naast een spanningsbemaling bron.

### 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:

- Alle bronnen welke geplaatst worden ten behoeve van monitoring en/of spanningsbemaling mogen niet getrokken worden, ook moeten alle bronnen direct na plaatsing tussen NAP – 6 m en NAP – 12 m worden omstort met gecertificeerd en de juiste hoeveelheid zwelklei. Na afronden van de werkzaamheden moeten alle bronnen worden volgestort met de juiste hoeveelheid gecertificeerd zwelklei;
- 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. Bij de spanningsbemaling is de responstijd enkele minuten, bij stroomuitval, pompuitval etc. moet in enkele minuten een alternatieve stroomvoorziening en/of pompen worden ingeschakeld;
- 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 :

- In het rekenmodel wordt rekening gehouden met een ingeschatte bouwput lekkage van de verticale wanden, het uitgangspunt is dat alle lekkages worden verholpen en indien dit niet voldoende is dan zal door middel van infiltratie de grondwaterstand in watervoerende laag 1 buiten de damwand worden beheerst;
- Het aanbrengen van de paalfundering kan ook een oorzaak zijn van toename van lek door de deklaag. Aanbevolen wordt het paalfundering systeem te toetsen op geohydrologische effecten;
- De bouwplaats kan erg nat worden bij veel neerslag. Het wordt aanbevolen tenminste 0,3 m doorlatend zand aan het oppervlak tijdens de bouw te hanteren zodat is dat hemelwater kan infiltreren. Als alternatief kan gewerkt worden met verzamelgreppels van hemelwater tijdens de bouw. Het is mogelijk dat de grondverbetering aan het oppervlak dichtslibt (bijvoorbeeld door verkeer dat erop rijdt), het wordt dan aanbevolen tijdens de bouw de grondverbetering te bewerken voor een betere doorlatendheid (ter voorkoming van vertraging door hemelwater overlast tijdens de bouw);
- Hemelwater dat valt op omliggende terreinen dient zo goed mogelijk te worden gescheiden van het projectgebied. Dit kan met name voor problemen zorgen indien het project in een dal is gelegen (bij hevige regenval komt dan een stroom hemelwater + vuil via het oppervlak op de bouwplaats). Aanbevolen maatregelen zijn greppels of een dijk op de projectgrens.

## 5.5 Actieprogramma

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

1. Uitvoeren vergunningsaanvraag;
2. Noodzakelijke aanvullende onderzoeken uitvoeren H5.2;
3. Selectie aannemer bemaling;
4. Aannemer bemaling een bemalingsplan laten opstellen;
5. Controleren werkwijze aannemer bemaling;
6. Bij definitief uitvoeringsontwerp punten H5.4 eenmaal controleren;
7. Monitoring H5.2 plaatsen;
8. Start bemaling, opschrijven beginstand debietmeter;

9. Een monstername van het grondwater genomen vanuit het lozingswater. Dit monster dient te worden geanalyseerd op de parameters welke Waterschap zal vragen (mogelijks moet dit worden herhaald per week).
10. Controle bemaling op locatie en grondwaterstandmetingen verzenden naar [info@lootsgwt.com](mailto:info@lootsgwt.com) met als vermelding "metingen 10770316B.1";

Neem contact op met Erik Loots voor meer informatie.

Opgesteld door:

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

Loots Grondwatertechniek

31 oktober 2017

## Gebruikte literatuur en bronnen

1. **Nederlands Normalisatie-instituut.** *NEN 9997-1+C1-2012*. Normcommissie 351 006 "Geotechniek". Delft : NEN, 2012. ICS 91.080.01; 93.020.
2. **SBR.** *190.03 Bemaling van bouwputten*. Rotterdam : SBR, 2003.
3. —. *273.98 Leidraad voor het onderzoek naar de invloed van een grondwaterstandsaling op de bebouwing*. Rotterdam : SBR, 1998.
4. **Rijkswaterstaat - Ministerie van Infrastructuur en Milieu.** Bodemloket. [Online] 2013. <http://www.bodemloket.nl>.
5. **Google.** *Google Earth*. 2012. 7010101888.
6. **Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed - Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap.** *IKAW - Archeologische Monumentenkaart*. [Autocad] 2011.
7. **Dinoloket, Data en Informatie van de Nederlandse Ondergrond.** *Ondergrondgegevens*.
8. **Dienst Regelingen.** *Basisregistratie Percelen*.
9. **GBO Provincies.** *Grondwaterbescherming en -onttrekking*.
10. **Publieke Deinstverlening op kaart.** *Natura 2000 gebieden*.
11. **Kadaster.** *Basisregistraties Adressen en Gebouwen*.
12. —. *Top10NL kaart nederland*. 2012.
13. **Rossum, Van.** *VO01001 laag 1*. 14-2-2017.
14. —. *VOK20D1*. 14-2-2017.
15. —. *VOK1001*. 14-2-2017.
16. —. *VOK2001*. 14-2-2017.
17. **Blokpoel, Inpijn.** *06P002887 Grondonderzoek*. 28-10-2016.
18. **Supporting, Geo.** *480.02.232916*. 30-11-2016.



## 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;

© 2014 Loots Grondwatertechniek - Niets uit dit drukwerk mag worden verveelvoudigd, gecommuniceerd, aangepast, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand en/of openbaar gemaakt, in enige vorm op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, microfilm zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Loots Grondwatertechniek, noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd. De rekenwaarden zijn uitsluitend voor berekening van bemaling(effecten) en worden geenszins met het oog op enig specifiek gebruik ter beschikking gesteld;

## Bijlage 2 – Methode van bepalen van benodigde data

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

### [A] Vastgestelde parameters projectlocatie

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

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

### [B] Geraamde parameters op basis van meerdere gegevensbronnen

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

- Geotechnische bodemonderzoeken;
- Geohydrologische parameters, geraamd op basis van Dinoloket, grondwaterkaart, boorbeschrijving;
- De maatgevende (gemiddeld hoogste/laagste) grondwaterstand watervoerende laag 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;
- Bodemopbouw beneden NAP – 30 m;
- 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]
onderkant keldervloer as 18-26	60	10	-5.2	-12~-16
onderkant keldervloer as 26-30	25	10	-5.2~-6.93	-12~-16
onderkant keldervloer as 30-33	72	15	-6.63~-6.93	-12~-16
grondverbetering keldervloer as 18-26	60	3	-5.4	-12~-16
grondverbetering keldervloer as 26-30	25	3	-5.4~-7.1	-12~-16
grondverbetering keldervloer as 30-33	72	3	-6.8~-7.1	-12~-16
poeren keldervloer as 18-26	60	2	-6.6	-12~-16
poeren keldervloer as 26-30	25	2	-8.33	-12~-16
poeren keldervloer as 30-33	72	2	-8.03~-8.33	-12~-16
versterking paalfundering	50	3	-6.9	-12~-16

## Geotechnische bodemparameters:

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

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

geotechnische omschrijving op locatie	top laag [m+NAP]	Dikte gemiddeld [m]	Dikte minimaal en maximaal [m]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	richtlijn
zand, los (onverzadigd)	3,56 ~ -4,6	2,3	0,5 ~ 3,6	17	NEN 9997-1+C1:2012
zand, los (verzadigd)	0 ~ -7,3	2	0 ~ 4	19	NEN 9997-1+C1:2012
veen, matig slap (matig voorbelast)	-3 ~ -7,3	0,7	0 ~ 2	11	NEN 9997-1+C1:2012
klei, zwak zandig, slap	-4,5 ~ -7,3	1,1	0 ~ 2,5	15	NEN 9997-1+C1:2012
zand, los (onverzadigd)	-6,5 ~ -7,3	0,5	0 ~ 1	17	NEN 9997-1+C1:2012
klei, matig	-7,05 ~ -7,8	3,3	2,7 ~ 4	17	NEN 9997-1+C1:2012
veen, matig (matig voorbelast)	-10 ~ -11,5	0,9	0,5 ~ 1,5	12	NEN 9997-1+C1:2012
zand, matig (verzadigd)	-11,3 ~ -12,3	3,6	2,2 ~ 4,5	20	NEN 9997-1+C1:2012
zand, sterk siltig/kleiig (verzadigd)	-14,3 ~ -16	0,6	0 ~ 1,5	20	NEN 9997-1+C1:2012
zand, vast (verzadigd)	-15 ~ -16,5	6,1	4,5 ~ 8,2	21	NEN 9997-1+C1:2012
zand, vast (verzadigd)	-21 ~ -23,5	78,1	76,5 ~ 79	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	3,56 ~ -4,6	10	5		0,3	Grondwaterzakboekje
zand, matig fijn, zwak silthoudend	WVL1	0 ~ -7,3	10	5	131,0	0,3	Grondwaterzakboekje
veen (gemiddelde doorlatendheid)	SDL1	-3 ~ -7,3	0,5	0,003	1,0	0,3	SBR 190.03
klei, zwak zandig	SDL1	-4,5 ~ -7,3	0,01	0,002	1,0	0,1	SBR 190.03
zand, kleiig	WVL2	-6,5 ~ -7,3	0,1	0,05	15,2	0,1	SBR 190.03
klei, sterk zandig	SDL2	-7,05 ~ -7,8	0,1	0,01	3,7	0,1	SBR 190.03
veen (lage doorlatendheid)	SDL2	-10 ~ -11,5	0,1	0,003	3,7	0,3	SBR 190.03
zand, zeer fijn, zwak silthoudend	WVL3	-11,3 ~ -12,3	4	2	1604,4	0,25	Grondwaterzakboekje
zand, zeer fijn, sterk silthoudend, stoorlaagjes	WVL3	-14,3 ~ -16	1	0,2	1604,4	0,25	Grondwaterzakboekje
zand, matig fijn, sterk silthoudend	WVL3	-15 ~ -16,5	3	1,5	1604,4	0,25	Grondwaterzakboekje
zand, matig grof, schoon	WVL3	-21 ~ -23,5	30	15	1604,4	0,3	Grondwaterzakboekje



Maatgevende grondwaterstand per onderdeel:

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

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

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

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

Grondwaterstand wvl1 en wvl2	ghg [m+NAP]	act [m+NAP]	glg [m+NAP]	meetperiode [jaren]	laatste [jaar]	factor afstand <sub>pb</sub> /R	peilbuis
onderkant keldervloer as 18-26	0,57*	-0,2*	-0,32*	2,8	1981	0,27	F05101 A
onderkant keldervloer as 26-30	0,57*	0,16*	-0,32*	2,8	1981	0,27	F05101 A
onderkant keldervloer as 30-33	0,57*	0,16*	-0,32*	2,8	1981	0,27	F05101 A
grondverbetering keldervloer as 18-26	0,57*	0,16*	-0,32*	2,8	1981	0,27	F05101 A
grondverbetering keldervloer as 26-30	0,57*	0,16*	-0,32*	2,8	1981	0,27	F05101 A
grondverbetering keldervloer as 30-33	0,57*	0,16*	-0,32*	2,8	1981	0,27	F05101 A
poeren keldervloer as 18-26	0,57*	-0,2*	-0,32*	2,8	1981	0,27	F05101 A
poeren keldervloer as 26-30	0,57*	0,16*	-0,32*	2,8	1981	0,27	F05101 A
poeren keldervloer as 30-33	0,57*	0,16*	-0,32*	2,8	1981	0,27	F05101 A
versterking paalfundering	-4,9*	-5,1*	-6*	2,8	1981	0,27	F05101 A

Grondwaterstand wvl3	ghg [m+NAP]	act [m+NAP]	glg [m+NAP]	meetperiode [jaren]	laatste [jaar]	factor afstand <sub>pb</sub> /R	peilbuis
onderkant keldervloer as 18-26	-2,89	-3,14	-3,52	13,1	2016	0,08	F05198 C
onderkant keldervloer as 26-30	-2,89	-3,15	-3,52	13,1	2016	0,08	F05198 C
onderkant keldervloer as 30-33	-2,89	-3,15	-3,52	13,1	2016	0,08	F05198 C
grondverbetering keldervloer as 18-26	-2,89	-3,15	-3,52	13,1	2016	0,08	F05198 C
grondverbetering keldervloer as 26-30	-2,89	-3,15	-3,52	13,1	2016	0,08	F05198 C
grondverbetering keldervloer as 30-33	-2,89	-3,15	-3,52	13,1	2016	0,08	F05198 C
poeren keldervloer as 18-26	-2,89	-3,14	-3,52	13,1	2016	0,08	F05198 C
poeren keldervloer as 26-30	-2,89	-3,15	-3,52	13,1	2016	0,08	F05198 C
poeren keldervloer as 30-33	-2,89	-3,15	-3,52	13,1	2016	0,08	F05198 C
versterking paalfundering	-2,89	-3,15	-3,52	13,1	2016	0,08	F05198 C

## Grondwatertechnische maatregelen per onderdeel

verticaal evenwicht 1	bodemprofiel	diepte [m+NAP]	talud	bodem-breedte	opbarst-niveau [m+NAP]	kritieke gws [m+NAP]	ghg [m+NAP]	verwachte gws [m+NAP]	maatregel conclusie
onderkant keldervloer as 18-26	DKM-1	van -5 tot -5.2	1:0	25	-6.5	-4.71	0.57	0.16	ja
onderkant keldervloer as 26-30	DKM-1	van -6.4 tot -6.9	1:0	25	-11.5	-4.82	0.57	0.16	ja
onderkant keldervloer as 30-33	DKM-1	van -6.4 tot -6.9	1:0	25	-11.5	-4.82	0.57	0.16	ja
grondverbetering keldervloer as 18-26	DKM-1	van -5.2 tot -5.4	1:1	3	-6.5	-4.96	0.57	0.16	ja
grondverbetering keldervloer as 26-30	DKM-1	van -6.9 tot -7.1	1:1	3	-11.5	-4.94	0.57	0.16	ja
grondverbetering keldervloer as 30-33	DKM-1	van -6.9 tot -7.1	1:1	3	-11.5	-4.94	0.57	0.16	ja
poeren keldervloer as 18-26	DKM-1	van -5.2 tot -6.6	1:0	2	-11.5	-2.86	0.57	0.16	ja
poeren keldervloer as 26-30	DKM-1	van -6.9 tot -8.3	1:0	2	-11.5	-5.66	0.57	0.16	ja
poeren keldervloer as 30-33	DKM-1	van -6.9 tot -8.3	1:0	2	-11.5	-5.66	0.57	0.16	ja
versterking paalfundering	DKM5	van -4,6 tot -6,6	1:1	5x5	-11.3	-2.89	-2.89	3.15	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
onderkant keldervloer as 18-26	DKM-1	van -5 tot -5.2	1:0	25	-11.5	-2.36	-2.89	-3.14	nee
grondverbetering keldervloer as 18-26	DKM-1	van -5.2 tot -5.4	1:1	3	-11.5	-2.46	-2.89	-3.15	nee

## Bemalingsberekening per onderdeel:

Debiet en volume	periode [dagen]	wvl bemalen	reken-methode	$Q_{\text{prognose}}$ [m <sup>3</sup> /uur]	$Q_{\text{hoogst}}$ [m <sup>3</sup> /uur]	$Q_{\text{laagst}}$ [m <sup>3</sup> /uur]	$V_{\text{prognose}}$ [m <sup>3</sup> ]	$V_{\text{hoogst}}$ [m <sup>3</sup> ]	$V_{\text{laagst}}$ [m <sup>3</sup> ]
onderkant keldervloer as 18-26	360	1   2	3D-model	2.4	2.8	2.2	20648	24158	19352
onderkant keldervloer as 26-30	360	1   2   3	3D-model	44.8	51.5	35.2	386863	445237	304351
onderkant keldervloer as 30-33	360	1   2   3	3D-model	58.7	67.6	46.0	506871	583965	397719
grondverbetering keldervloer as 18-26	14	1   2	3D-model	2.6	2.8	2.3	871	957	770
grondverbetering keldervloer as 26-30	14	1   2   3	3D-model	47.9	54.7	38.4	16106	18376	12897
grondverbetering keldervloer as 30-33	14	1   2   3	3D-model	62.9	71.8	50.2	21127	24125	16882
poeren keldervloer as 18-26	30	1   2	3D-model	2.8	3.3	2.7	2049	2342	1941
poeren keldervloer as 26-30	30	1   2   3	3D-model	65.8	72.5	56.2	47342	52207	40466
poeren keldervloer as 30-33	30	1   2   3	3D-model	107.5	118.6	91.8	77405	85390	66089
versterking paalfundering	180	1   2	3D-model	3,6	4,1	1,5	15627	17653	6650

**Project** : WTC te Amsterdam  
**Projectnummer** : 107703161  
**Bemaling** : poeren keldervloer as 30-33  
**Bodemprofiel** : DKM-1  
**Datum** : 31-10-2017  
**Bemalingsduur** : 30 dagen

input bodemopbouw	top [m+NAP]	k <sub>h</sub> [m/dag]	k <sub>v</sub> [m/dag]	type	S of μ	kD [m <sup>2</sup> /dag]	R of λ
deklaag	3,56	10	5	onverzadigd	0,3		
<b>watervoerende laag 1</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>freatisch</b>	<b>0,3</b>	<b>35</b>	<b>131</b>
slecht doorlatende laag 1	-3,5	0,01~0,5	0,002~0,003	onverzadigd	0,3		
<b>watervoerende laag 2</b>	<b>-6,5</b>	<b>0,1</b>	<b>0,05</b>	<b>freatisch</b>	<b>0,3</b>	<b>0,1</b>	<b>15</b>
slecht doorlatende laag 2	-7,5	0,1	0,003~0,01	onverzadigd	0,3		
<b>watervoerende laag 3</b>	<b>-11,5</b>	<b>1~30</b>	<b>0,2~15</b>	<b>freatisch</b>	<b>0,3</b>	<b>2655</b>	<b>1432</b>
slecht doorlatende laag 3	-100	#N/B	#N/B	slecht doorlatend			

input grondwaterstanden	peilbuis	h <sub>ghg</sub> [m+NAP]	h <sub>act</sub> [m+NAP]	h <sub>glg</sub> [m+NAP]	Δh <sub>ghg</sub> [m]	Δh <sub>act</sub> [m]	Δh <sub>glg</sub> [m]
watervoerende laag 1	F05101 A	0,57	0,16	-0,32	4,07	3,66	3,18
<b>watervoerende laag 2</b>	<b>F05101 A</b>	<b>0,57</b>	<b>0,16</b>	<b>-0,32</b>	<b>8,07</b>	<b>7,66</b>	<b>7,18</b>
watervoerende laag 3	F05198 C	-2,89	-3,15	-3,52	2,77	2,51	2,14

input afmeting	minimaal	maximaal
lengte bouwput [m]	72	72
breedte bouwput [m]	2	2
diepte bouwput [m+NAP]	-8,03	-8,33

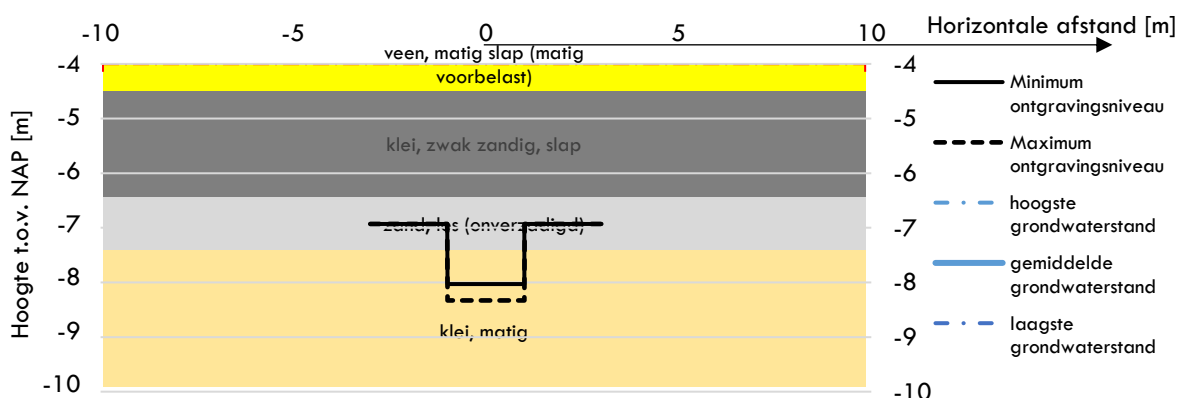
$$(1) \Delta h_w = \frac{Q_0}{2\pi \times k \times D} \times \ln \frac{R}{r}$$

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

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

output prognose debiet [m <sup>3</sup> /dag]	formule	analytisch Q <sub>ghg</sub>	analytisch Q <sub>act</sub>	analytisch Q <sub>glg</sub>	remmende objecten in model	model Q <sub>ghg</sub>	model Q <sub>act</sub>	model Q <sub>glg</sub>
watervoerende laag 1	Thiem	521	468	407	ja	41	37	32
watervoerende laag 2	Thiem	32	31	29	ja	40	38	36
watervoerende laag 3	Thiem	11863	10750	9165	ja	2770	2510	2140

output debiet	Q <sub>watervergunning</sub>		Q <sub>bemalingsinstallatie</sub>		Totale hoeveelheid onttrokken grondwater bij 30 dagen	
	[m <sup>3</sup> /uur]	[m <sup>3</sup> /dag]	[m <sup>3</sup> /uur]	[m <sup>3</sup> /dag]	maximaal [m <sup>3</sup> ]	minimaal [m <sup>3</sup> ]
watervoerende laag 1	2	37	2	41	1230	960
watervoerende laag 2	2	38	2	40	1200	1080
watervoerende laag 3	105	2510	116	2770	83100	64200



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

**Project** : WTC te Amsterdam  
**Projectnummer** : 107703161  
**Bemaling** : poeren keldervloer as 26-30  
**Bodemprofiel** : DKM-1  
**Datum** : 31-10-2017  
**Bemalingsduur** : 30 dagen

input bodemopbouw	top [m+NAP]	k <sub>h</sub> [m/dag]	k <sub>v</sub> [m/dag]	type	S of μ	kD [m <sup>2</sup> /dag]	R of λ
deklaag	3,56	10	5	onverzadigd	0,3		
watervoerende laag 1	0	10	5	freatisch	0,3	35	131
slecht doorlatende laag 1	-3,5	0,01~0,5	0,002~0,003	onverzadigd	0,3		
watervoerende laag 2	-6,5	0,1	0,05	freatisch	0,3	0,1	15
slecht doorlatende laag 2	-7,5	0,1	0,003~0,01	onverzadigd	0,3		
watervoerende laag 3	-11,5	1~30	0,2~15	freatisch	0,3	2655	1432
slecht doorlatende laag 3	-100	#N/B	#N/B	slecht doorlatend			

input grondwaterstanden	peilbuis	h <sub>ghg</sub> [m+NAP]	h <sub>act</sub> [m+NAP]	h <sub>glg</sub> [m+NAP]	Δh <sub>ghg</sub> [m]	Δh <sub>act</sub> [m]	Δh <sub>glg</sub> [m]
watervoerende laag 1	F05101 A	0,57	0,16	-0,32	4,07	3,66	3,18
watervoerende laag 2	F05101 A	0,57	0,16	-0,32	8,07	7,66	7,18
watervoerende laag 3	F05198 C	-2,89	-3,15	-3,52	2,77	2,51	2,14

input afmeting	minimaal	maximaal
lengte bouwput [m]	25	25
breedte bouwput [m]	2	2
diepte bouwput [m+NAP]	-8,33	-8,33

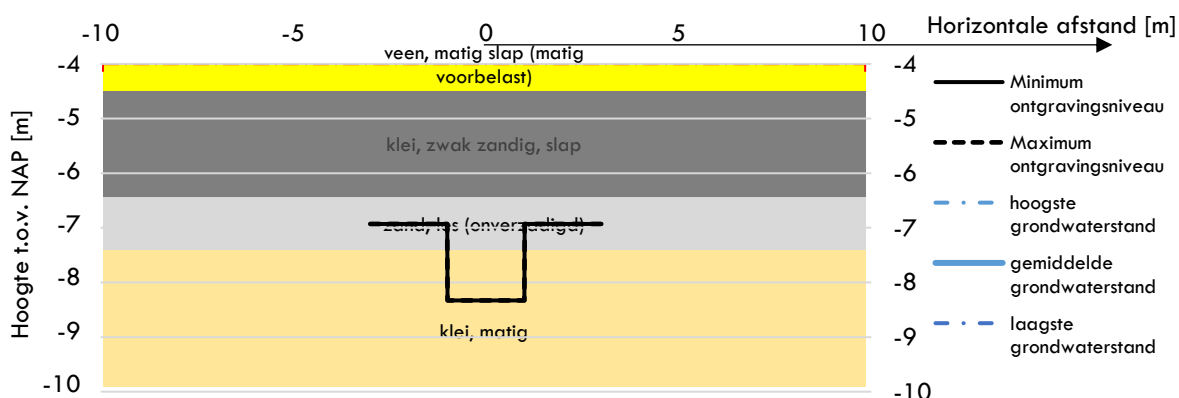
$$(1) \Delta h_w = \frac{Q_0}{2\pi \times k \times D} \times \ln \frac{R}{r}$$

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

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

output prognose debiet [m <sup>3</sup> /dag]	formule	analytisch Q <sub>ghg</sub>	analytisch Q <sub>act</sub>	analytisch Q <sub>glg</sub>	remmende objecten in model	model Q <sub>ghg</sub>	model Q <sub>act</sub>	model Q <sub>glg</sub>
watervoerende laag 1	Thiem	328	295	256	ja	41	37	32
watervoerende laag 2	Thiem	12	11	11	ja	40	38	36
watervoerende laag 3	Thiem	9425	8540	7281	ja	1662	1506	1284

output debiet	Q <sub>watervergunning</sub>		Q <sub>bemalingsinstallatie</sub>		Totale hoeveelheid onttrokken grondwater bij 30 dagen	
	[m <sup>3</sup> /uur]	[m <sup>3</sup> /dag]	[m <sup>3</sup> /uur]	[m <sup>3</sup> /dag]	maximaal [m <sup>3</sup> ]	minimaal [m <sup>3</sup> ]
watervoerende laag 1	2	37	2	41	1230	960
watervoerende laag 2	2	38	2	40	1200	1080
watervoerende laag 3	63	1506	70	1662	49860	38520



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



**Project** : WTC te Amsterdam  
**Projectnummer** : 107703161  
**Bemaling** : poeren keldervloer as 18-26  
**Bodemprofiel** : DKM-1  
**Datum** : 31-10-2017  
**Bemalingsduur** : 30 dagen

input bodemopbouw	top [m+NAP]	k <sub>h</sub> [m/dag]	k <sub>v</sub> [m/dag]	type	S of μ	kD [m <sup>2</sup> /dag]	R of λ
deklaag	3,56	10	5	onverzadigd	0,3		
<b>watervoerende laag 1</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>freatisch</b>	<b>0,3</b>	<b>35</b>	<b>131</b>
slecht doorlatende laag 1	-3,5	0,01~0,5	0,002~0,003	onverzadigd	0,3		
<b>watervoerende laag 2</b>	<b>-6,5</b>	<b>0,1</b>	<b>0,05</b>	<b>freatisch</b>	<b>0,3</b>	<b>0,1</b>	<b>15</b>
slecht doorlatende laag 2	-7,5	0,1	0,003~0,01	onverzadigd	0,3		
<b>watervoerende laag 3</b>	<b>-11,5</b>	<b>1~30</b>	<b>0,2~15</b>	<b>freatisch</b>	<b>0,3</b>	<b>2655</b>	<b>1432</b>
slecht doorlatende laag 3	-100	#N/B	#N/B	slecht doorlatend			

input grondwaterstanden	peilbuis	h <sub>ghg</sub> [m+NAP]	h <sub>act</sub> [m+NAP]	h <sub>glg</sub> [m+NAP]	Δh <sub>ghg</sub> [m]	Δh <sub>act</sub> [m]	Δh <sub>glg</sub> [m]
watervoerende laag 1	F05101 A	0,57	-0,2	-0,32	4,07	3,3	3,18
<b>watervoerende laag 2</b>	<b>F05101 A</b>	<b>0,57</b>	<b>0,16</b>	<b>-0,32</b>	<b>7,47</b>	<b>7,06</b>	<b>6,58</b>
watervoerende laag 3	F05198 C	-2,89	-3,14	-3,52	0	0	0

input afmeting	minimaal	maximaal
lengte bouwput [m]	60	60
breedte bouwput [m]	2	2
diepte bouwput [m+NAP]	-6,6	-6,6

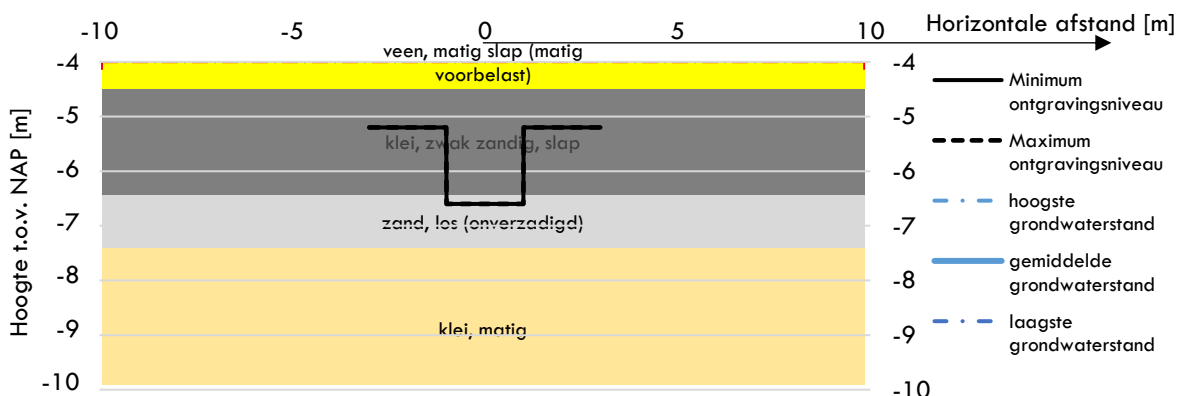
$$(1) \Delta h_w = \frac{Q_0}{2\pi \times k \times D} \times \ln \frac{R}{r}$$

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

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

output prognose debiet [m <sup>3</sup> /dag]	formule	analytisch Q <sub>ghg</sub>	analytisch Q <sub>act</sub>	analytisch Q <sub>glg</sub>	remmende objecten in model	model Q <sub>ghg</sub>	model Q <sub>act</sub>	model Q <sub>glg</sub>
watervoerende laag 1	Thiem	472	383	369	ja	41	33	32
watervoerende laag 2	Thiem	25	24	22	ja	37	35	33
watervoerende laag 3								

output debiet	Q <sub>watervergunning</sub> [m <sup>3</sup> /uur]	Q <sub>bemalingsinstallatie</sub> [m <sup>3</sup> /dag]	Totale hoeveelheid onttrokken grondwater bij 30 dagen
			maximaal [m <sup>3</sup> ] minimaal [m <sup>3</sup> ]
watervoerende laag 1	1	33	1230 960
watervoerende laag 2	1	35	1110 990
watervoerende laag 3			



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

**Project** : WTC te Amsterdam  
**Projectnummer** : 107703161  
**Bemaling** : grondverbetering keldervloer as 30-33  
**Bodemprofiel** : DKM-1  
**Datum** : 31-10-2017  
**Bemalingsduur** : 14 dagen

input bodemopbouw	top [m+NAP]	k <sub>h</sub> [m/dag]	k <sub>v</sub> [m/dag]	type	S of μ	kD [m <sup>2</sup> /dag]	R of λ
deklaag	3,56	10	5	onverzadigd	0,3		
<b>watervoerende laag 1</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>freatisch</b>	<b>0,3</b>	<b>35</b>	<b>131</b>
slecht doorlatende laag 1	-3,5	0,01~0,5	0,002~0,003	onverzadigd	0,3		
<b>watervoerende laag 2</b>	<b>-6,5</b>	<b>0,1</b>	<b>0,05</b>	<b>freatisch</b>	<b>0,3</b>	<b>0,1</b>	<b>15</b>
slecht doorlatende laag 2	-7,5	0,1	0,003~0,01	onverzadigd	0,3		
<b>watervoerende laag 3</b>	<b>-11,5</b>	<b>1~30</b>	<b>0,2~15</b>	<b>freatisch</b>	<b>0,3</b>	<b>2655</b>	<b>1432</b>
slecht doorlatende laag 3	-100	#N/B	#N/B	slecht doorlatend			

input grondwaterstanden	peilbuis	h <sub>ghg</sub> [m+NAP]	h <sub>act</sub> [m+NAP]	h <sub>glg</sub> [m+NAP]	Δh <sub>ghg</sub> [m]	Δh <sub>act</sub> [m]	Δh <sub>glg</sub> [m]
watervoerende laag 1	F05101 A	0,57	0,16	-0,32	4,07	3,66	3,18
<b>watervoerende laag 2</b>	<b>F05101 A</b>	<b>0,57</b>	<b>0,16</b>	<b>-0,32</b>	<b>7,97</b>	<b>7,56</b>	<b>7,08</b>
watervoerende laag 3	F05198 C	-2,89	-3,15	-3,52	2,05	1,79	1,42

input afmeting	minimaal	maximaal
lengte bouwput [m]	72	72
breedte bouwput [m]	3	3
diepte bouwput [m+NAP]	-6,8	-7,1

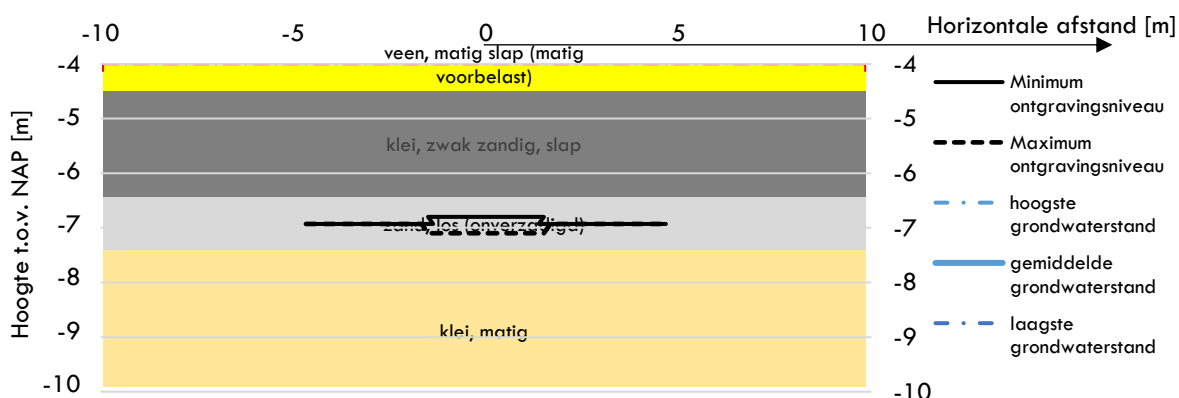
$$(1) \Delta h_w = \frac{Q_0}{2\pi \times k \times D} \times \ln \frac{R}{r}$$

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

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 <sup>3</sup> /dag]	formule	analytisch Q <sub>ghg</sub>	analytisch Q <sub>act</sub>	analytisch Q <sub>glg</sub>	remmende objecten in model	model Q <sub>ghg</sub>	model Q <sub>act</sub>	model Q <sub>glg</sub>
watervoerende laag 1	Thiem	525	472	410	ja	41	37	32
watervoerende laag 2	Thiem	32	31	29	ja	40	38	35
watervoerende laag 3	Thiem	8810	7693	6103	ja	1640	1432	1136

output debiet	Q <sub>watervergunning</sub>		Q <sub>bemalingsinstallatie</sub>		Totale hoeveelheid onttrokken grondwater bij 14 dagen	
	[m <sup>3</sup> /uur]	[m <sup>3</sup> /dag]	[m <sup>3</sup> /uur]	[m <sup>3</sup> /dag]	maximaal [m <sup>3</sup> ]	minimaal [m <sup>3</sup> ]
watervoerende laag 1	2	37	2	41	574	448
watervoerende laag 2	2	38	2	40	560	490
watervoerende laag 3	60	1432	69	1640	22960	15904



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

**Project** : WTC te Amsterdam  
**Projectnummer** : 107703161  
**Bemaling** : grondverbetering keldervloer as 26-30  
**Bodemprofiel** : DKM-1  
**Datum** : 31-10-2017  
**Bemalingsduur** : 14 dagen

input bodemopbouw	top [m+NAP]	k <sub>h</sub> [m/dag]	k <sub>v</sub> [m/dag]	type	S of μ	kD [m <sup>2</sup> /dag]	R of λ
deklaag	3,56	10	5	onverzadigd	0,3		
watervoerende laag 1	0	10	5	freatisch	0,3	35	131
slecht doorlatende laag 1	-3,5	0,01~0,5	0,002~0,003	onverzadigd	0,3		
watervoerende laag 2	-6,5	0,1	0,05	freatisch	0,3	0,1	15
slecht doorlatende laag 2	-7,5	0,1	0,003~0,01	onverzadigd	0,3		
watervoerende laag 3	-11,5	1~30	0,2~15	freatisch	0,3	2655	1432
slecht doorlatende laag 3	-100	#N/B	#N/B	slecht doorlatend			

input grondwaterstanden	peilbuis	h <sub>ghg</sub> [m+NAP]	h <sub>act</sub> [m+NAP]	h <sub>glg</sub> [m+NAP]	Δh <sub>ghg</sub> [m]	Δh <sub>act</sub> [m]	Δh <sub>glg</sub> [m]
watervoerende laag 1	F05101 A	0,57	0,16	-0,32	4,07	3,66	3,18
watervoerende laag 2	F05101 A	0,57	0,16	-0,32	7,97	7,56	7,08
watervoerende laag 3	F05198 C	-2,89	-3,15	-3,52	2,05	1,79	1,42

input afmeting	minimaal	maximaal
lengte bouwput [m]	25	25
breedte bouwput [m]	3	3
diepte bouwput [m+NAP]	-5,4	-7,1

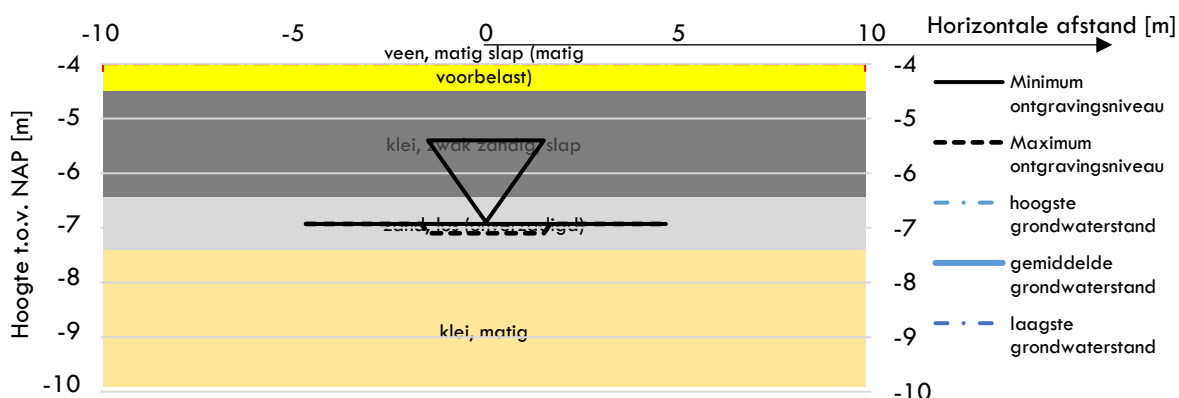
$$(1) \Delta h_w = \frac{Q_0}{2\pi \times k \times D} \times \ln \frac{R}{r}$$

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

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 <sup>3</sup> /dag]	formule	analytisch Q <sub>ghg</sub>	analytisch Q <sub>act</sub>	analytisch Q <sub>glg</sub>	remmende objecten in model	model Q <sub>ghg</sub>	model Q <sub>act</sub>	model Q <sub>glg</sub>
watervoerende laag 1	Thiem	333	299	260	ja	41	37	32
watervoerende laag 2	Thiem	12	11	11	ja	40	38	35
watervoerende laag 3	Thiem	7027	6136	4868	ja	1230	1074	852

output debiet	Q <sub>watervergunning</sub>		Q <sub>bemalingsinstallatie</sub>		Totale hoeveelheid onttrokken grondwater bij 14 dagen	
	[m <sup>3</sup> /uur]	[m <sup>3</sup> /dag]	[m <sup>3</sup> /uur]	[m <sup>3</sup> /dag]	maximaal [m <sup>3</sup> ]	minimaal [m <sup>3</sup> ]
watervoerende laag 1	2	37	2	41	574	448
watervoerende laag 2	2	38	2	40	560	490
watervoerende laag 3	45	1074	52	1230	17220	11928



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

**Project** : WTC te Amsterdam  
**Projectnummer** : 107703161  
**Bemaling** : grondverbetering keldervloer as 18-26  
**Bodemprofiel** : DKM-1  
**Datum** : 31-10-2017  
**Bemalingsduur** : 14 dagen

input bodemopbouw	top [m+NAP]	k <sub>h</sub> [m/dag]	k <sub>v</sub> [m/dag]	type	S of μ	kD [m <sup>2</sup> /dag]	R of λ
deklaag	3,56	10	5	onverzadigd	0,3		
<b>watervoerende laag 1</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>freatisch</b>	<b>0,3</b>	<b>35</b>	<b>131</b>
slecht doorlatende laag 1	-3,5	0,01~0,5	0,002~0,003	slecht doorlatend	0,000258		
<b>watervoerende laag 2</b>	<b>-6,5</b>	<b>0,1</b>	<b>0,05</b>	<b>spanningswater</b>	<b>0,000221</b>	<b>0,1</b>	<b>14</b>
slecht doorlatende laag 2	-7,5	0,1	0,003~0,01	slecht doorlatend	7,23E-05		
<b>watervoerende laag 3</b>	<b>-11,5</b>	<b>1~30</b>	<b>0,2~15</b>	<b>spanningswater</b>	<b>0,000212</b>	<b>2655</b>	<b>1432</b>
slecht doorlatende laag 3	-100	#N/B	#N/B	slecht doorlatend			

input grondwaterstanden	peilbuis	h <sub>ghg</sub> [m+NAP]	h <sub>act</sub> [m+NAP]	h <sub>glg</sub> [m+NAP]	Δh <sub>ghg</sub> [m]	Δh <sub>act</sub> [m]	Δh <sub>glg</sub> [m]
watervoerende laag 1	F05101 A	0,57	0,16	-0,32	4,07	3,66	3,18
<b>watervoerende laag 2</b>	<b>F05101 A</b>	<b>0,57</b>	<b>0,16</b>	<b>-0,32</b>	<b>5,53</b>	<b>5,12</b>	<b>4,64</b>
watervoerende laag 3	F05198 C	-2,89	-3,15	-3,52	0	0	0

input afmeting	minimaal	maximaal
lengte bouwput [m]	60	60
breedte bouwput [m]	3	3
diepte bouwput [m+NAP]	-5,4	-5,4

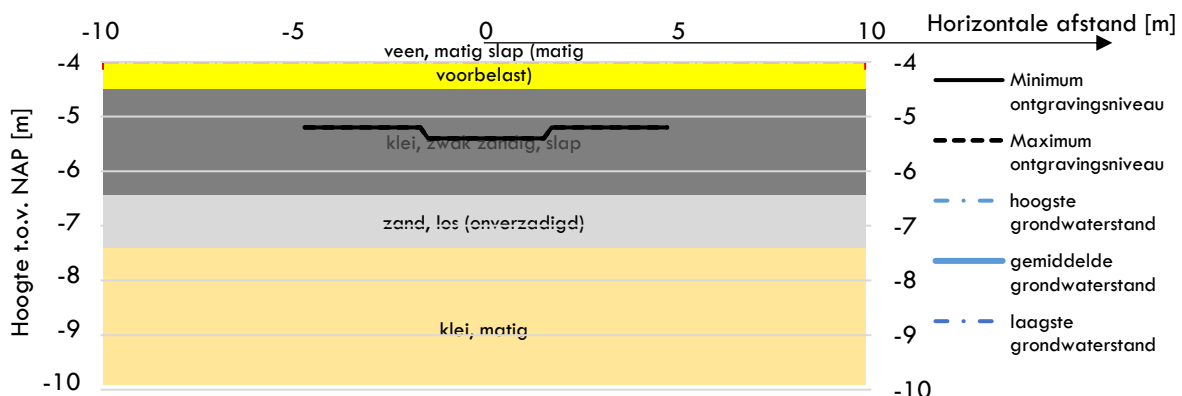
$$(1) \Delta h_w = \frac{Q_0}{2\pi \times k \times D} \times \ln \frac{R}{r}$$

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

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 <sup>3</sup> /dag]	formule	analytisch Q <sub>ghg</sub>	analytisch Q <sub>act</sub>	analytisch Q <sub>glg</sub>	remmende objecten in model	model Q <sub>ghg</sub>	model Q <sub>act</sub>	model Q <sub>glg</sub>
watervoerende laag 1	Thiem	476	428	372	ja	41	37	32
watervoerende laag 2	De Glee	16	15	13	ja	28	26	23
watervoerende laag 3								

output debiet	Q <sub>watervergunning</sub> [m <sup>3</sup> /uur]	Q <sub>bemalingsinstallatie</sub> [m <sup>3</sup> /dag]	Totale hoeveelheid onttrokken grondwater bij 14 dagen
			maximaal [m <sup>3</sup> ] minimaal [m <sup>3</sup> ]
watervoerende laag 1	2	37	574 448
watervoerende laag 2	1	26	392 322
watervoerende laag 3			



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

**Project** : WTC te Amsterdam  
**Projectnummer** : 107703161  
**Bemaling** : onderkant keldervloer as 30-33  
**Bodemprofiel** : DKM-1  
**Datum** : 31-10-2017  
**Bemalingsduur** : 360 dagen

input bodemopbouw	top [m+NAP]	k <sub>h</sub> [m/dag]	k <sub>v</sub> [m/dag]	type	S of μ	kD [m <sup>2</sup> /dag]	R of λ
deklaag	3,56	10	5	onverzadigd	0,3		
<b>watervoerende laag 1</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>freatisch</b>	<b>0,3</b>	<b>35</b>	<b>131</b>
slecht doorlatende laag 1	-3,5	0,01~0,5	0,002~0,003	onverzadigd	0,3		
<b>watervoerende laag 2</b>	<b>-6,5</b>	<b>0,1</b>	<b>0,05</b>	<b>freatisch</b>	<b>0,3</b>	<b>0,1</b>	<b>15</b>
slecht doorlatende laag 2	-7,5	0,1	0,003~0,01	onverzadigd	0,3		
<b>watervoerende laag 3</b>	<b>-11,5</b>	<b>1~30</b>	<b>0,2~15</b>	<b>freatisch</b>	<b>0,3</b>	<b>2655</b>	<b>1432</b>
slecht doorlatende laag 3	-100	#N/B	#N/B	slecht doorlatend			

input grondwaterstanden	peilbuis	h <sub>ghg</sub> [m+NAP]	h <sub>act</sub> [m+NAP]	h <sub>glg</sub> [m+NAP]	Δh <sub>ghg</sub> [m]	Δh <sub>act</sub> [m]	Δh <sub>glg</sub> [m]
watervoerende laag 1	F05101 A	0,57	0,16	-0,32	4,07	3,66	3,18
<b>watervoerende laag 2</b>	<b>F05101 A</b>	<b>0,57</b>	<b>0,16</b>	<b>-0,32</b>	<b>8</b>	<b>7,59</b>	<b>7,11</b>
watervoerende laag 3	F05198 C	-2,89	-3,15	-3,52	1,93	1,67	1,3

input afmeting	minimaal	maximaal
lengte bouwput [m]	72	72
breedte bouwput [m]	15	15
diepte bouwput [m+NAP]	-6,63	-6,93

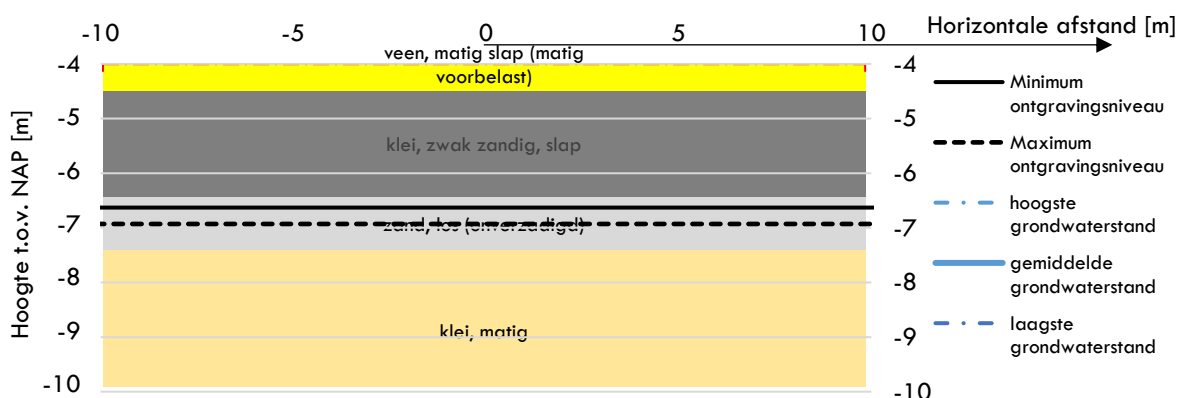
$$(1) \Delta h_w = \frac{Q_0}{2\pi \times k \times D} \times \ln \frac{R}{r}$$

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

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

output prognose debiet [m <sup>3</sup> /dag]	formule	analytisch Q <sub>ghg</sub>	analytisch Q <sub>act</sub>	analytisch Q <sub>glg</sub>	remmende objecten in model	model Q <sub>ghg</sub>	model Q <sub>act</sub>	model Q <sub>glg</sub>
watervoerende laag 1	Thiem	575	517	449	ja	41	37	32
watervoerende laag 2	Thiem	38	36	34	ja	40	38	36
watervoerende laag 3	Thiem	8624	7462	5809	ja	1544	1336	1040

output debiet	Q <sub>watervergunning</sub> [m <sup>3</sup> /uur]	Q <sub>bemalingsinstallatie</sub> [m <sup>3</sup> /dag]	Q <sub>bemalingsinstallatie</sub> [m <sup>3</sup> /uur]	Totale hoeveelheid onttrokken grondwater bij 360 dagen
				maximaal [m <sup>3</sup> ]
watervoerende laag 1	2	37	2	14760
watervoerende laag 2	2	38	2	14400
watervoerende laag 3	56	1336	65	555840
				minimaal [m <sup>3</sup> ]
				11520
				12960
				374400



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



**Project** : WTC te Amsterdam  
**Projectnummer** : 107703161  
**Bemaling** : onderkant keldervloer as 26-30  
**Bodemprofiel** : DKM-1  
**Datum** : 31-10-2017  
**Bemalingsduur** : 360 dagen

input bodemopbouw	top [m+NAP]	k <sub>h</sub> [m/dag]	k <sub>v</sub> [m/dag]	type	S of μ	kD [m <sup>2</sup> /dag]	R of λ
deklaag	3,56	10	5	onverzadigd	0,3		
watervoerende laag 1	0	10	5	freatisch	0,3	35	131
slecht doorlatende laag 1	-3,5	0,01~0,5	0,002~0,003	onverzadigd	0,3		
watervoerende laag 2	-6,5	0,1	0,05	freatisch	0,3	0,1	15
slecht doorlatende laag 2	-7,5	0,1	0,003~0,01	onverzadigd	0,3		
watervoerende laag 3	-11,5	1~30	0,2~15	freatisch	0,3	2655	1432
slecht doorlatende laag 3	-100	#N/B	#N/B	slecht doorlatend			

input grondwaterstanden	peilbuis	h <sub>ghg</sub> [m+NAP]	h <sub>act</sub> [m+NAP]	h <sub>glg</sub> [m+NAP]	Δh <sub>ghg</sub> [m]	Δh <sub>act</sub> [m]	Δh <sub>glg</sub> [m]
watervoerende laag 1	F05101 A	0,57	0,16	-0,32	4,07	3,66	3,18
watervoerende laag 2	F05101 A	0,57	0,16	-0,32	8	7,59	7,11
watervoerende laag 3	F05198 C	-2,89	-3,15	-3,52	1,93	1,67	1,3

input afmeting	minimaal	maximaal
lengte bouwput [m]	25	25
breedte bouwput [m]	10	10
diepte bouwput [m+NAP]	-5,2	-6,93

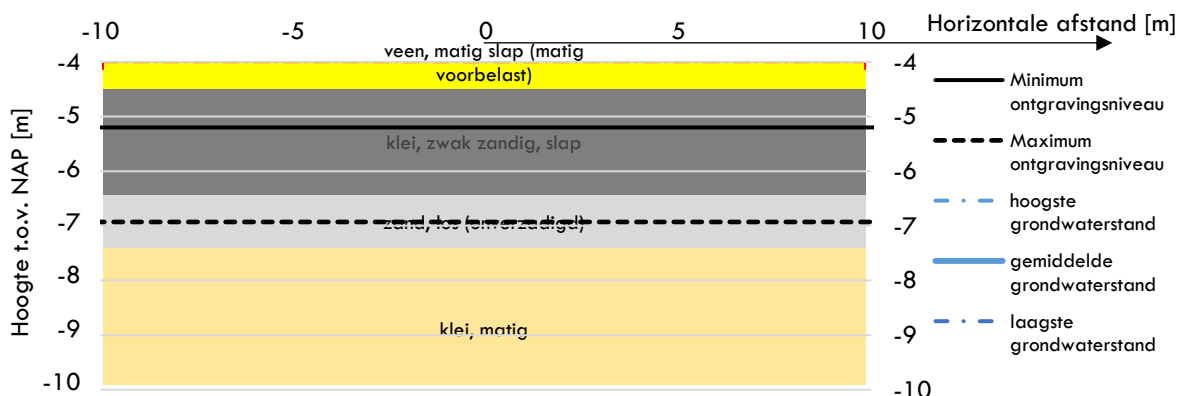
$$(1) \Delta h_w = \frac{Q_0}{2\pi \times k \times D} \times \ln \frac{R}{r}$$

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

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

output prognose debiet [m <sup>3</sup> /dag]	formule	analytisch Q <sub>ghg</sub>	analytisch Q <sub>act</sub>	analytisch Q <sub>glg</sub>	remmende objecten in model	model Q <sub>ghg</sub>	model Q <sub>act</sub>	model Q <sub>glg</sub>
watervoerende laag 1	Thiem	363	326	283	ja	41	37	32
watervoerende laag 2	Thiem	15	14	14	ja	40	38	36
watervoerende laag 3	Thiem	6934	6000	4670	ja	1158	1002	780

output debiet	Q <sub>watervergunning</sub>		Q <sub>bemalingsinstallatie</sub>		Totale hoeveelheid onttrokken grondwater bij 360 dagen	
	[m <sup>3</sup> /uur]	[m <sup>3</sup> /dag]	[m <sup>3</sup> /uur]	[m <sup>3</sup> /dag]	maximaal [m <sup>3</sup> ]	minimaal [m <sup>3</sup> ]
watervoerende laag 1	2	37	2	41	14760	11520
watervoerende laag 2	2	38	2	40	14400	12960
watervoerende laag 3	42	1002	49	1158	416880	280800



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

**Project** : WTC te Amsterdam  
**Projectnummer** : 107703161  
**Bemaling** : onderkant keldervloer as 18-26  
**Bodemprofiel** : DKM-1  
**Datum** : 31-10-2017  
**Bemalingsduur** : 360 dagen

input bodemopbouw	top [m+NAP]	k <sub>h</sub> [m/dag]	k <sub>v</sub> [m/dag]	type	S of μ	kD [m <sup>2</sup> /dag]	R of λ
deklaag	3,56	10	5	onverzadigd	0,3		
<b>watervoerende laag 1</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>freatisch</b>	<b>0,3</b>	<b>35</b>	<b>131</b>
slecht doorlatende laag 1	-3,5	0,01~0,5	0,002~0,003	slecht doorlatend	0,000258		
<b>watervoerende laag 2</b>	<b>-6,5</b>	<b>0,1</b>	<b>0,05</b>	<b>spanningswater</b>	<b>0,000221</b>	<b>0,1</b>	<b>14</b>
slecht doorlatende laag 2	-7,5	0,1	0,003~0,01	slecht doorlatend	7,23E-05		
<b>watervoerende laag 3</b>	<b>-11,5</b>	<b>1~30</b>	<b>0,2~15</b>	<b>spanningswater</b>	<b>0,000212</b>	<b>2655</b>	<b>1432</b>
slecht doorlatende laag 3	-100	#N/B	#N/B	slecht doorlatend			

input grondwaterstanden	peilbuis	h <sub>ghg</sub> [m+NAP]	h <sub>act</sub> [m+NAP]	h <sub>glg</sub> [m+NAP]	Δh <sub>ghg</sub> [m]	Δh <sub>act</sub> [m]	Δh <sub>glg</sub> [m]
watervoerende laag 1	F05101 A	0,57	-0,2	-0,32	4,07	3,3	3,18
<b>watervoerende laag 2</b>	<b>F05101 A</b>	<b>0,57</b>	<b>0,16</b>	<b>-0,32</b>	<b>5,28</b>	<b>4,87</b>	<b>4,39</b>
watervoerende laag 3	F05198 C	-2,89	-3,14	-3,52	0	0	0

input afmeting	minimaal	maximaal
lengte bouwput [m]	60	60
breedte bouwput [m]	10	10
diepte bouwput [m+NAP]	-5,2	-5,2

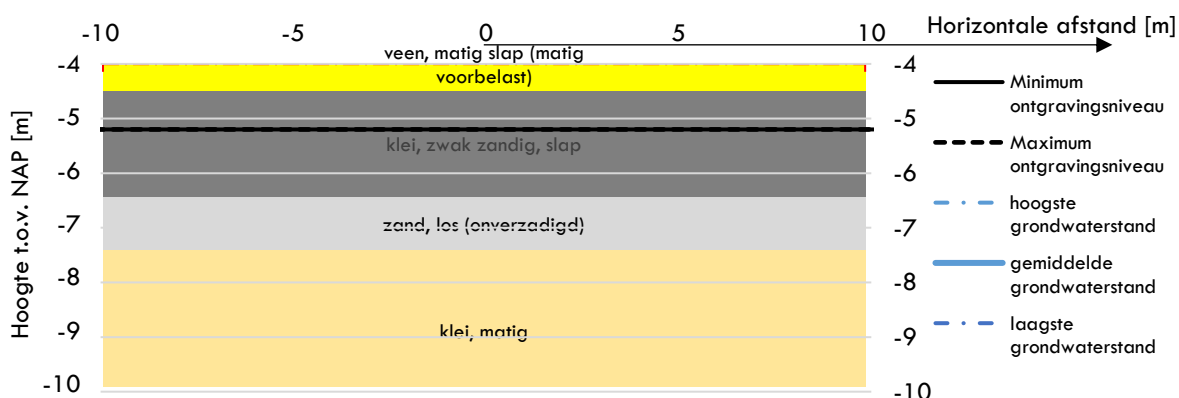
$$(1) \Delta h_w = \frac{Q_0}{2\pi \times k \times D} \times \ln \frac{R}{r}$$

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

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

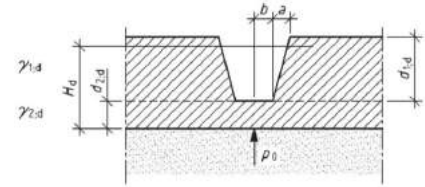
output prognose debiet [m <sup>3</sup> /dag]	formule	analytisch Q <sub>ghg</sub>	analytisch Q <sub>act</sub>	analytisch Q <sub>glg</sub>	remmende objecten in model	model Q <sub>ghg</sub>	model Q <sub>act</sub>	model Q <sub>glg</sub>
watervoerende laag 1	Thiem	504	409	394	ja	41	33	32
watervoerende laag 2	De Glee	17	15	14	ja	26	24	22
watervoerende laag 3								

output debiet	Q <sub>watervergunning</sub> [m <sup>3</sup> /uur]	Q <sub>bemalingsinstallatie</sub> [m <sup>3</sup> /dag]	Totale hoeveelheid onttrokken grondwater bij 360 dagen
			maximaal [m <sup>3</sup> ] minimaal [m <sup>3</sup> ]
watervoerende laag 1	1	33	14760 11520
watervoerende laag 2	1	24	9360 7920
watervoerende laag 3			



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

**Project** : WTC te Amsterdam  
**Projectnummer** : 107703161  
**Bemaling** : poeren keldervloer as 30-33  
**Bodemprofiel** : DKM-1  
**Datum** : 31-10-2017



input bodemopbouw	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	top [m+NAP]	dikte [m]	opb1 [kN/m <sup>2</sup> ]	opb2 [kN/m <sup>2</sup> ]	opb3 [kN/m <sup>2</sup> ]
zand, los (onverzadigd)	17	3,56	3,56			
zand, los (verzadigd)	19	0	3,5			
veen, matig slap (matig voorbelas)	11	-3,5	1			
klei, zwak zandig, slap	15	-4,5	2			
zand, los (onverzadigd)	17	-6,5	1	6		
klei, matig	17	-7,5	3	45,7		
veen, matig (matig voorbelast)	12	-10,5	1	12		
zand, matig (verzadigd)	20	-11,5	4			
zand, sterk siltig/kleilig (verzadigd)	20	-15,5	0,5			
zand, vast (verzadigd)	21	-16	6			
zand, vast (verzadigd)	21	-22	78			
		-100				

input berekening	parameter
$z_{d,min}$ [m+NAP]	-8,03
$z_{d,max}$ [m+NAP]	-8,33
$z_{mv}$ [m+NAP]	-6,93
$b_{bodem}$ [m]	1
$talud$ [ $a=(z_{mv}-z_d) \times talud$ ]	1:0,001
$f_{min}$	0
$f_{max}$	0,62258
$h_{ghg-o1}$ [m+NAP]	0,57
$h_{ghg-o2}$ [m+NAP]	-2,89
$h_{ghg-o3}$ [m+NAP]	nb
$h_{act-o1}$ [m+NAP]	0,16
$h_{act-o2}$ [m+NAP]	-3,15
$h_{act-o3}$ [m+NAP]	nb
$z_{o1}$ [m+NAP]	-11,5
$z_{o2}$ [m+NAP]	nb
$z_{o3}$ [m+NAP]	nb
veiligheidsfactor	1,1

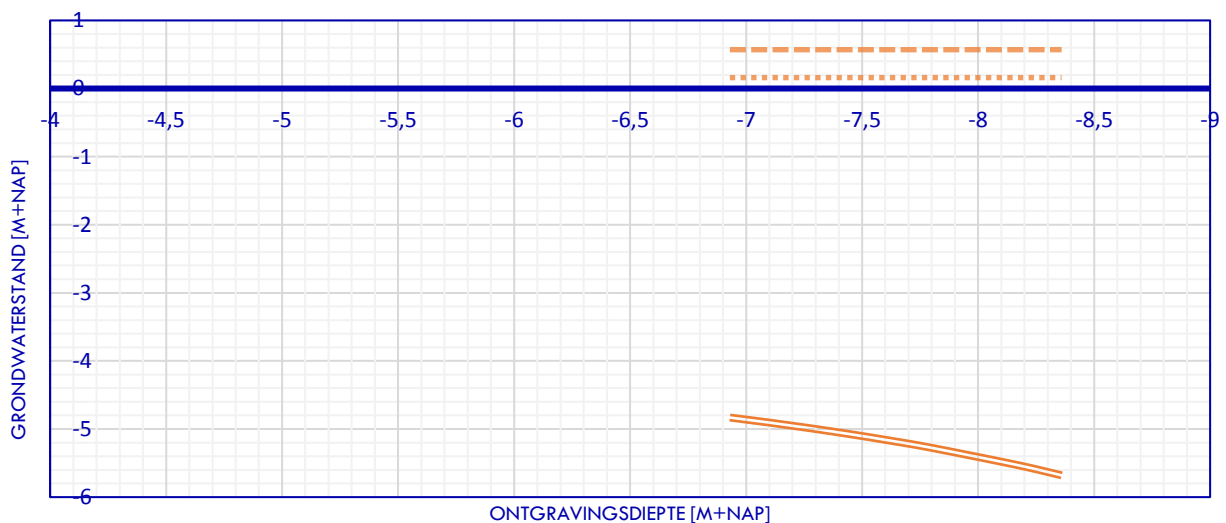
$z_d$  = ontgravingsniveau,  
 $z_o$  = opbarstniveau,  $z_{mv}$  = start niveau  
 ontgraving,  $h$  = grondwaterstand

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

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

output $z_{d,max}$ (maximaal ontgravingsniveau)	[kN/m <sup>2</sup> ]	$u_{z;d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$h_{k,y}$ [m+NAP]	$h_k$ [m+NAP]	$\Delta h_{act}$ [m]	$\Delta h_{max}$ [m]
opbarstniveau 1	57,3	63,7	-5,66	-5,01	7,66	8,07
opbarstniveau 2	10,8	12,0			2,51	2,77
opbarstniveau 3	10,8	12,0				

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

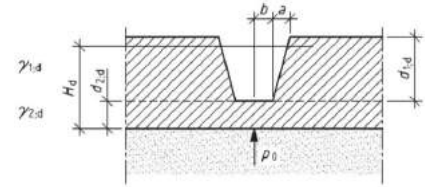


hkr o1

hghg o1

hact o1

**Project** : WTC te Amsterdam  
**Projectnummer** : 107703161  
**Bemaling** : poeren keldervloer as 26-30  
**Bodemprofiel** : DKM-1  
**Datum** : 31-10-2017



input bodemopbouw	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	top [m+NAP]	dikte [m]	opb1 [kN/m <sup>2</sup> ]	opb2 [kN/m <sup>2</sup> ]	opb3 [kN/m <sup>2</sup> ]
zand, los (onverzadigd)	17	3,56	3,56			
zand, los (verzadigd)	19	0	3,5			
veen, matig slap (matig voorbelas)	11	-3,5	1			
klei, zwak zandig, slap	15	-4,5	2			
zand, los (onverzadigd)	17	-6,5	1	6		
klei, matig	17	-7,5	3	45,7		
veen, matig (matig voorbelast)	12	-10,5	1	12		
zand, matig (verzadigd)	20	-11,5	4			
zand, sterk siltig/kleilig (verzadigd)	20	-15,5	0,5			
zand, vast (verzadigd)	21	-16	6			
zand, vast (verzadigd)	21	-22	78			
		-100				

input berekening	parameter
$z_{d,min}$ [m+NAP]	-8,33
$z_{d,max}$ [m+NAP]	-8,33
$z_{mv}$ [m+NAP]	-6,93
$b_{bodem}$ [m]	1
$talud$ [ $a=(z_{mv}-z_d) \times talud$ ]	1:0,001
$f_{min}$	0
$f_{max}$	0,62258
$h_{ghg-o1}$ [m+NAP]	0,57
$h_{ghg-o2}$ [m+NAP]	-2,89
$h_{ghg-o3}$ [m+NAP]	nb
$h_{act-o1}$ [m+NAP]	0,16
$h_{act-o2}$ [m+NAP]	-3,15
$h_{act-o3}$ [m+NAP]	nb
$z_{o1}$ [m+NAP]	-11,5
$z_{o2}$ [m+NAP]	nb
$z_{o3}$ [m+NAP]	nb
veiligheidsfactor	1,1

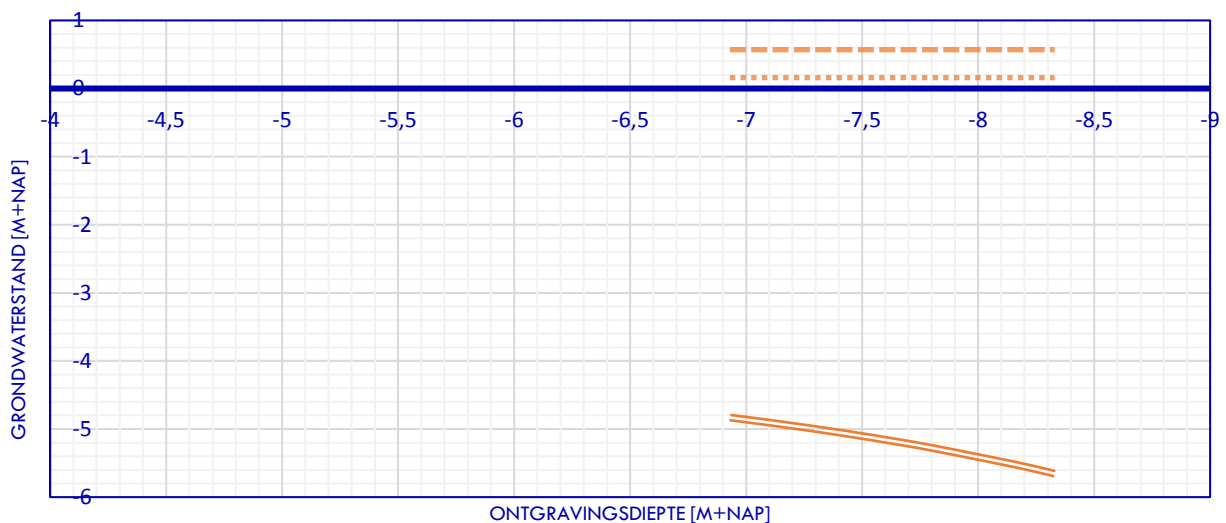
$z_d$  = ontgravingsniveau,  
 $z_o$  = opbarstniveau,  $z_{mv}$  = start niveau  
 ontgraving,  $h$  = grondwaterstand

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

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

output $z_{d,max}$ (maximaal ontgravingsniveau)	[kN/m <sup>2</sup> ]	$u_{z;d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$h_{k,y}$ [m+NAP]	$h_k$ [m+NAP]	$\Delta h_{act}$ [m]	$\Delta h_{max}$ [m]
opbarstniveau 1	57,3	63,7	-5,66	-5,01	7,66	8,07
opbarstniveau 2	10,8	12,0			2,51	2,77
opbarstniveau 3	10,8	12,0				

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

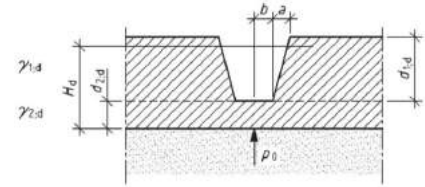


hkr o1

hghg o1

hact o1

**Project** : WTC te Amsterdam  
**Projectnummer** : 107703161  
**Bemaling** : poeren keldervloer as 18-26  
**Bodemprofiel** : DKM-1  
**Datum** : 31-10-2017



input bodemopbouw	γ [kN/m³]	top [m+NAP]	dikte [m]	opb1 [kN/m²]	opb2 [kN/m²]	opb3 [kN/m²]
zand, los (onverzadigd)	17	3,56	3,56			
zand, los (verzadigd)	19	0	3,5			
veen, matig slap (matig voorbelas)	11	-3,5	1			
klei, zwak zandig, slap	15	-4,5	2	14,6		
zand, los (onverzadigd)	17	-6,5	1	16,6		
klei, matig	17	-7,5	3	51		
veen, matig (matig voorbelast)	12	-10,5	1	12		
zand, matig (verzadigd)	20	-11,5	4			
zand, sterk siltig/kleilig (verzadigd)	20	-15,5	0,5			
zand, vast (verzadigd)	21	-16	6			
zand, vast (verzadigd)	21	-22	78			
		-100				

input berekening	parameter
z <sub>d,min</sub> [m+NAP]	-6,6
z <sub>d,max</sub> [m+NAP]	-6,6
z <sub>mv</sub> [m+NAP]	-5,2
b <sub>bodem</sub> [m]	1
talud [a=(z <sub>mv</sub> -z <sub>d</sub> ) x talud]	1:0,001
f <sub>min</sub>	0
f <sub>max</sub>	0,74694
h <sub>ghg-o1</sub> [m+NAP]	0,57
h <sub>ghg-o2</sub> [m+NAP]	-2,89
h <sub>ghg-o3</sub> [m+NAP]	nb
h <sub>act-o1</sub> [m+NAP]	0,16
h <sub>act-o2</sub> [m+NAP]	-3,14
h <sub>act-o3</sub> [m+NAP]	nb
z <sub>o1</sub> [m+NAP]	-11,5
z <sub>o2</sub> [m+NAP]	nb
z <sub>o3</sub> [m+NAP]	nb
veiligheidsfactor	1,1

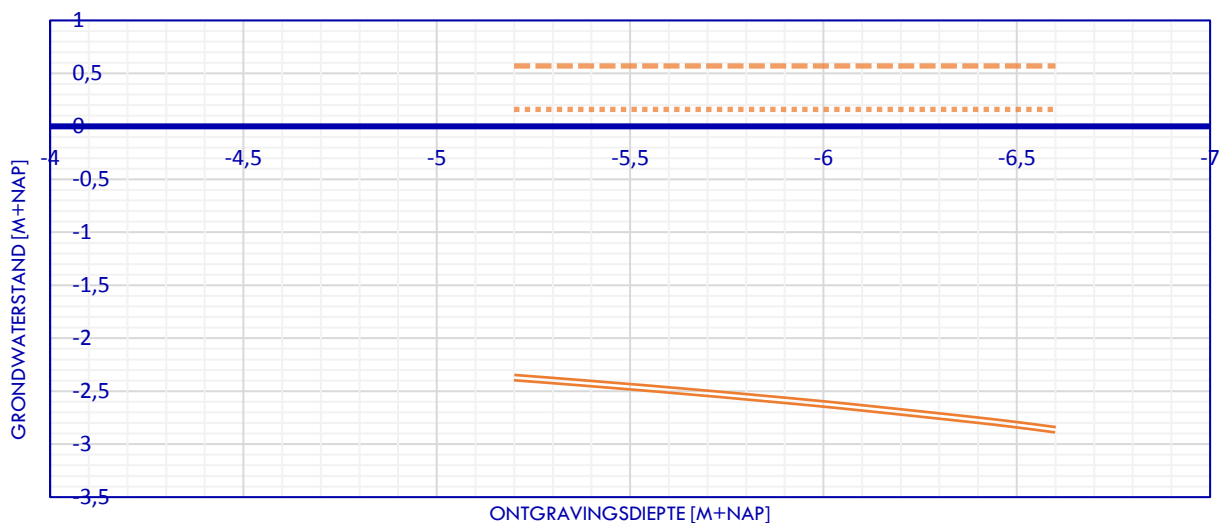
z<sub>d</sub> = ontgravingsniveau,  
z<sub>o</sub> = opbarstniveau, z<sub>mv</sub> = start niveau  
ontgraving, h = grondwaterstand

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

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

output z <sub>d,max</sub> (maximaal ontgravingsniveau)	[kN/m²]	u <sub>z;d</sub> [kN/m²]	h <sub>ky</sub> [m+NAP]	h <sub>k</sub> [m+NAP]	Δh <sub>act</sub> [m]	Δh <sub>max</sub> [m]
opbarstniveau 1	84,7	94,1	-2,86	-1,90	7,06	7,47
opbarstniveau 2	56,7	63,0			0,00	0,00
opbarstniveau 3	56,7	63,0				

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



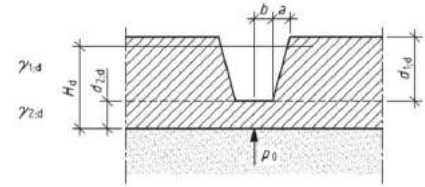
hkr o1

hghg o1

hact o1



**Project** : WTC te Amsterdam  
**Projectnummer** : 107703161  
**Bemaling** : grondverbetering keldervloer as 30-33  
**Bodemprofiel** : DKM-1  
**Datum** : 31-10-2017



input bodemopbouw	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	top [m+NAP]	dikte [m]	opb1 [kN/m <sup>2</sup> ]	opb2 [kN/m <sup>2</sup> ]	opb3 [kN/m <sup>2</sup> ]
zand, los (onverzadigd)	17	3,56	3,56			
zand, los (verzadigd)	19	0	3,5			
veen, matig slap (matig voorbelas)	11	-3,5	1			
klei, zwak zandig, slap	15	-4,5	2			
zand, los (onverzadigd)	17	-6,5	1	8,5		
klei, matig	17	-7,5	3	51		
veen, matig (matig voorbelast)	12	-10,5	1	12		
zand, matig (verzadigd)	20	-11,5	4			
zand, sterk siltig/kleilig (verzadigd)	20	-15,5	0,5			
zand, vast (verzadigd)	21	-16	6			
zand, vast (verzadigd)	21	-22	78			
		-100				

input berekening	parameter
$z_{d,min}$ [m+NAP]	-6,8
$z_{d,max}$ [m+NAP]	-7,1
$z_{mv}$ [m+NAP]	-6,93
$b_{bodem}$ [m]	1,5
$talud$ [ $a=(z_{mv}-z_d) \times talud$ ]	1:1
$f_{min}$	0
$f_{max}$	0,57698
$h_{ghg-o1}$ [m+NAP]	0,57
$h_{ghg-o2}$ [m+NAP]	-2,89
$h_{ghg-o3}$ [m+NAP]	nb
$h_{act-o1}$ [m+NAP]	0,16
$h_{act-o2}$ [m+NAP]	-3,15
$h_{act-o3}$ [m+NAP]	nb
$z_{o1}$ [m+NAP]	-11,5
$z_{o2}$ [m+NAP]	nb
$z_{o3}$ [m+NAP]	nb
veiligheidsfactor	1,1

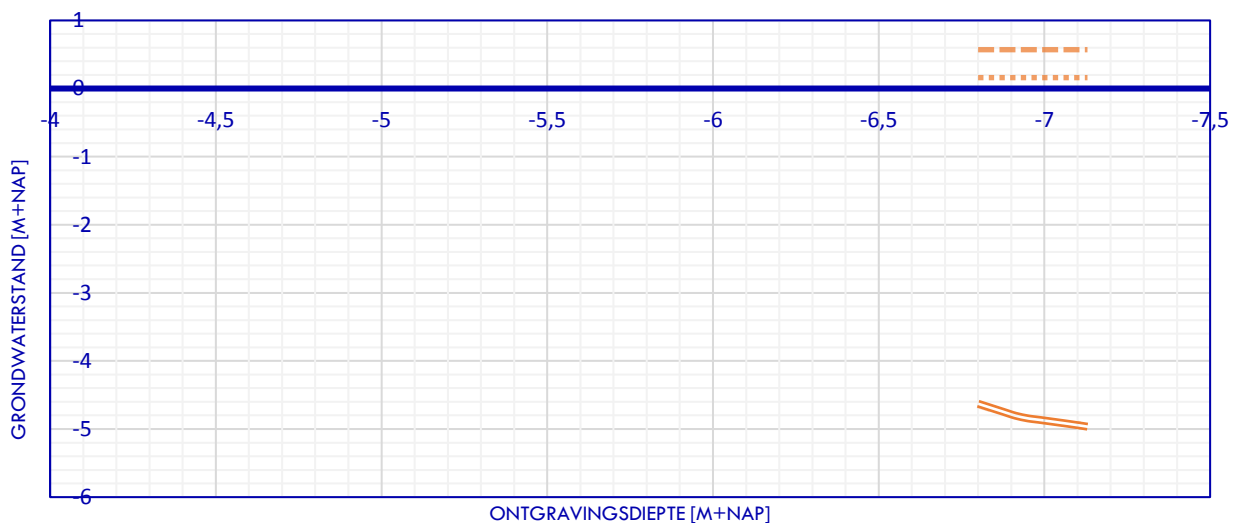
$z_d$  = ontgravingsniveau,  
 $z_o$  = opbarstniveau,  $z_{mv}$  = start niveau  
 ontgraving,  $h$  = grondwaterstand

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

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

output $z_{d,max}$ (maximaal ontgravingsniveau)	[kN/m <sup>2</sup> ]	$u_{z;d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$h_{k,v}$ [m+NAP]	$h_k$ [m+NAP]	$\Delta h_{act}$ [m]	$\Delta h_{max}$ [m]
opbarstniveau 1	64,3	71,5	-4,94	-4,21	7,56	7,97
opbarstniveau 2	56,7	63,0			1,79	2,05
opbarstniveau 3	56,7	63,0				

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

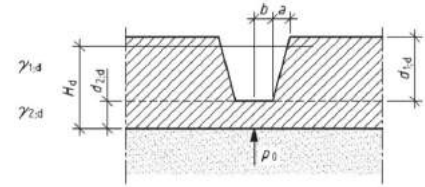


hkr o1

hghg o1

hact o1

**Project** : WTC te Amsterdam  
**Projectnummer** : 107703161  
**Bemaling** : grondverbetering keldervloer as 26-30  
**Bodemprofiel** : DKM-1  
**Datum** : 31-10-2017



input bodemopbouw	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	top [m+NAP]	dikte [m]	opb1 [kN/m <sup>2</sup> ]	opb2 [kN/m <sup>2</sup> ]	opb3 [kN/m <sup>2</sup> ]
zand, los (onverzadigd)	17	3,56	3,56			
zand, los (verzadigd)	19	0	3,5			
veen, matig slap (matig voorbelas)	11	-3,5	1			
klei, zwak zandig, slap	15	-4,5	2			
zand, los (onverzadigd)	17	-6,5	1	8,5		
klei, matig	17	-7,5	3	51		
veen, matig (matig voorbelast)	12	-10,5	1	12		
zand, matig (verzadigd)	20	-11,5	4			
zand, sterk siltig/kleilig (verzadigd)	20	-15,5	0,5			
zand, vast (verzadigd)	21	-16	6			
zand, vast (verzadigd)	21	-22	78			
		-100				

input berekening	parameter
$z_{d,min}$ [m+NAP]	-5,4
$z_{d,max}$ [m+NAP]	-7,1
$z_{mv}$ [m+NAP]	-6,93
$b_{bodem}$ [m]	1,5
$\text{talud } [a=(z_{mv}-z_d) \times \text{talud}]$	1:1
$f_{min}$	0
$f_{max}$	0,57698
$h_{ghg-o1}$ [m+NAP]	0,57
$h_{ghg-o2}$ [m+NAP]	-2,89
$h_{ghg-o3}$ [m+NAP]	nb
$h_{act-o1}$ [m+NAP]	0,16
$h_{act-o2}$ [m+NAP]	-3,15
$h_{act-o3}$ [m+NAP]	nb
$z_{o1}$ [m+NAP]	-11,5
$z_{o2}$ [m+NAP]	nb
$z_{o3}$ [m+NAP]	nb
veiligheidsfactor	1,1

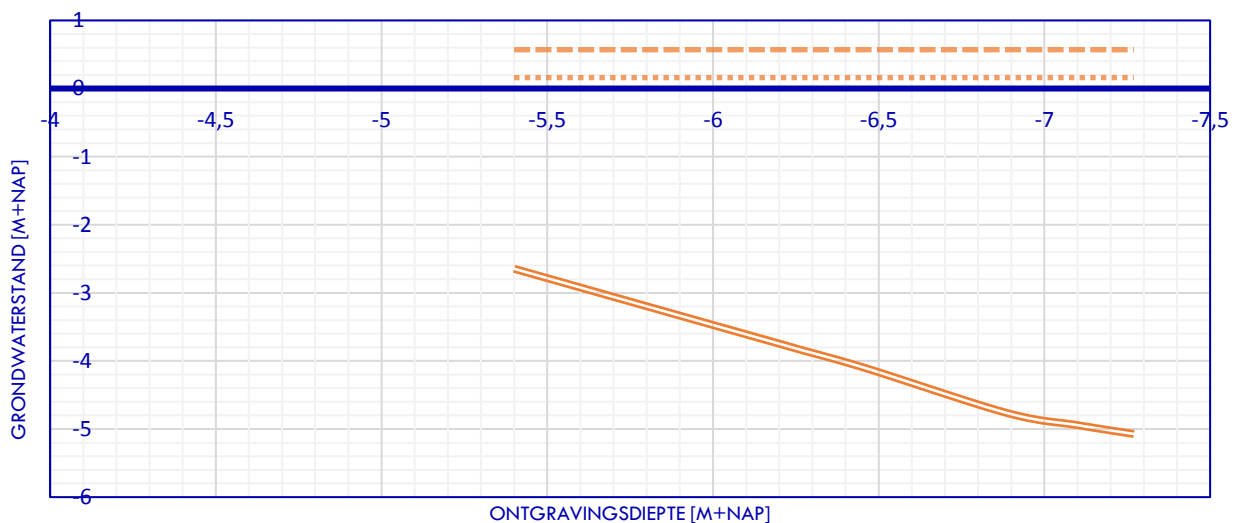
$z_d$  = ontgravingniveau,  
 $z_o$  = opbarstniveau,  $z_{mv}$  = start niveau  
 ontgraving,  $h$  = grondwaterstand

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

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

output $z_{d,max}$ (maximaal ontgravingsniveau)	[kN/m <sup>2</sup> ]	$u_{z;d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$h_{k,v}$ [m+NAP]	$h_k$ [m+NAP]	$\Delta h_{act}$ [m]	$\Delta h_{max}$ [m]
opbarstniveau 1	64,3	71,5	-4,94	-4,21	7,56	7,97
opbarstniveau 2	56,7	63,0			1,79	2,05
opbarstniveau 3	56,7	63,0				

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

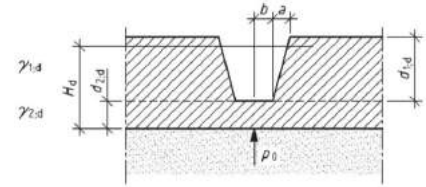


hkr o1

hghg o1

hact o1

**Project** : WTC te Amsterdam  
**Projectnummer** : 107703161  
**Bemaling** : grondverbetering keldervloer as 18-26  
**Bodemprofiel** : DKM-1  
**Datum** : 31-10-2017



input bodemopbouw	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	top [m+NAP]	dikte [m]	opb1 [kN/m <sup>2</sup> ]	opb2 [kN/m <sup>2</sup> ]	opb3 [kN/m <sup>2</sup> ]
zand, los (onverzadigd)	17	3,56	3,56			
zand, los (verzadigd)	19	0	3,5			
veen, matig slap (matig voorbelas)	11	-3,5	1			
klei, zwak zandig, slap	15	-4,5	2	16,8	18,5	
zand, los (onverzadigd)	17	-6,5	1		17	
klei, matig	17	-7,5	3		51	
veen, matig (matig voorbelast)	12	-10,5	1		12	
zand, matig (verzadigd)	20	-11,5	4			
zand, sterk siltig/kleilig (verzadigd)	20	-15,5	0,5			
zand, vast (verzadigd)	21	-16	6			
zand, vast (verzadigd)	21	-22	78			
		-100				

input berekening	parameter
$z_{d,min}$ [m+NAP]	-5,4
$z_{d,max}$ [m+NAP]	-5,4
$z_{mv}$ [m+NAP]	-5,2
$b_{bodem}$ [m]	1,5
$talud$ [ $a=(z_{mv}-z_d) \times talud$ ]	1:1
$f_{min}$	0
$f_{max}$	0,08656
$h_{ghg-o1}$ [m+NAP]	0,57
$h_{ghg-o2}$ [m+NAP]	-2,89
$h_{ghg-o3}$ [m+NAP]	nb
$h_{act-o1}$ [m+NAP]	0,16
$h_{act-o2}$ [m+NAP]	-3,15
$h_{act-o3}$ [m+NAP]	nb
$z_{o1}$ [m+NAP]	-6,5
$z_{o2}$ [m+NAP]	-11,5
$z_{o3}$ [m+NAP]	nb
veiligheidsfactor	1,1

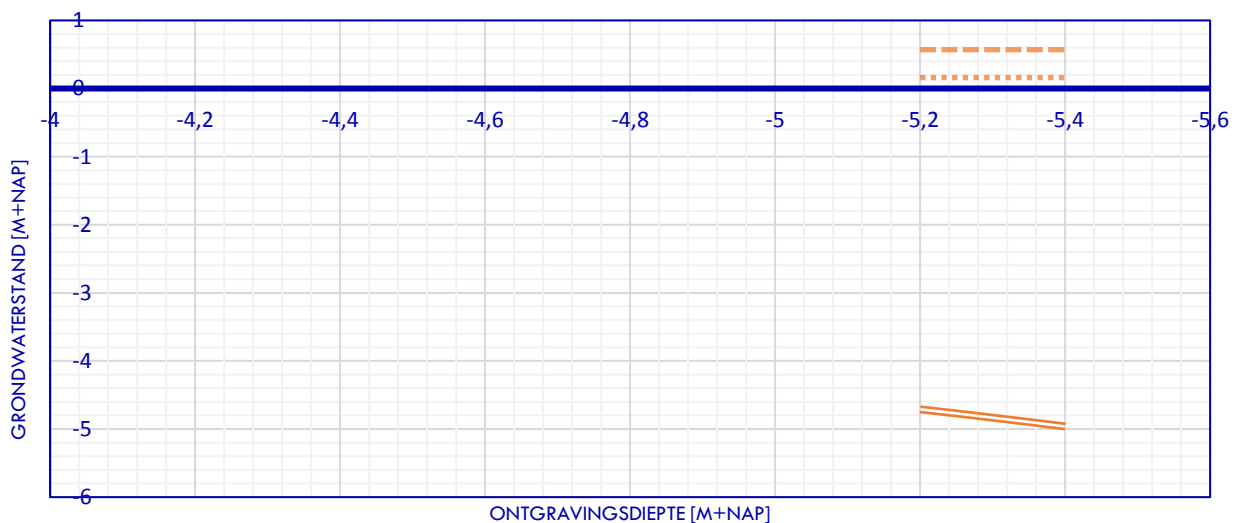
$z_d$  = ontgravingsniveau,  
 $z_o$  = opbarstniveau,  $z_{mv}$  = start niveau  
 ontgraving,  $h$  = grondwaterstand

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

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

output $z_{d,max}$ (maximaal ontgravingsniveau)	[kN/m <sup>2</sup> ]	$u_{z;d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$h_{k,v}$ [m+NAP]	$h_k$ [m+NAP]	$\Delta h_{act}$ [m]	$\Delta h_{max}$ [m]
opbarstniveau 1	15,1	16,8	-4,96	-4,79	5,12	5,53
opbarstniveau 2	88,7	98,5	-2,46	-1,45	0,00	0,00
opbarstniveau 3	72,0	80,0				

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

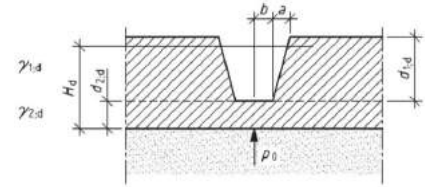


hkr o1

hghg o1

hact o1

**Project** : WTC te Amsterdam  
**Projectnummer** : 107703161  
**Bemaling** : onderkant keldervloer as 30-33  
**Bodemprofiel** : DKM-1  
**Datum** : 31-10-2017



input bodemopbouw	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	top [m+NAP]	dikte [m]	opb1 [kN/m <sup>2</sup> ]	opb2 [kN/m <sup>2</sup> ]	opb3 [kN/m <sup>2</sup> ]
zand, los (onverzadigd)	17	3,56	3,56			
zand, los (verzadigd)	19	0	3,5			
veen, matig slap (matig voorbelas)	11	-3,5	1			
klei, zwak zandig, slap	15	-4,5	2	0		
zand, los (onverzadigd)	17	-6,5	1	9,8		
klei, matig	17	-7,5	3	51		
veen, matig (matig voorbelast)	12	-10,5	1	12		
zand, matig (verzadigd)	20	-11,5	4			
zand, sterk siltig/kleilig (verzadigd)	20	-15,5	0,5			
zand, vast (verzadigd)	21	-16	6			
zand, vast (verzadigd)	21	-22	78			
		-100				

input berekening	parameter
$z_{d,min}$ [m+NAP]	-6,63
$z_{d,max}$ [m+NAP]	-6,93
$z_{mv}$ [m+NAP]	-6,4
$b_{bodem}$ [m]	12,5
$\alpha_{talud} [a=(z_{mv}-z_d) \times talud]$	1:0,001
$f_{min}$	0
$f_{max}$	0,01783
$h_{ghg-o1}$ [m+NAP]	0,57
$h_{ghg-o2}$ [m+NAP]	-2,89
$h_{ghg-o3}$ [m+NAP]	nb
$h_{act-o1}$ [m+NAP]	0,16
$h_{act-o2}$ [m+NAP]	-3,15
$h_{act-o3}$ [m+NAP]	nb
$z_{o1}$ [m+NAP]	-11,5
$z_{o2}$ [m+NAP]	nb
$z_{o3}$ [m+NAP]	nb
veiligheidsfactor	1,1

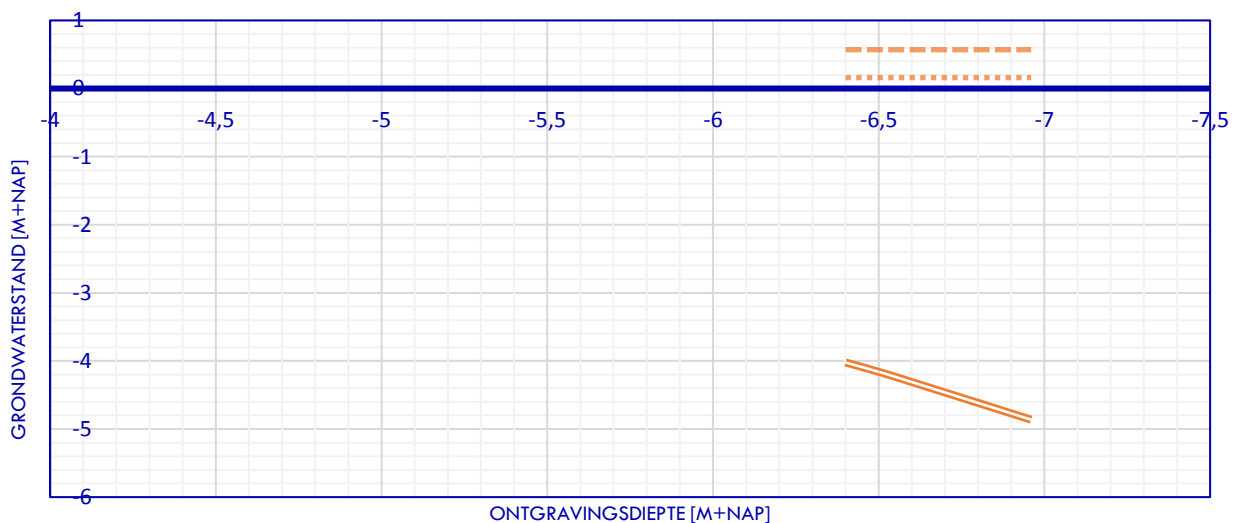
$z_d$  = ontgravingsniveau,  
 $z_o$  = opbarstniveau,  $z_{mv}$  = start niveau  
 ontgraving,  $h$  = grondwaterstand

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

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

output $z_{d,max}$ (maximaal ontgravingsniveau)	[kN/m <sup>2</sup> ]	$u_{z;d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$h_{k,v}$ [m+NAP]	$h_k$ [m+NAP]	$\Delta h_{act}$ [m]	$\Delta h_{max}$ [m]
opbarstniveau 1	65,6	72,8	-4,82	-4,07	7,59	8,00
opbarstniveau 2	56,7	63,0			1,67	1,93
opbarstniveau 3	56,7	63,0				

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

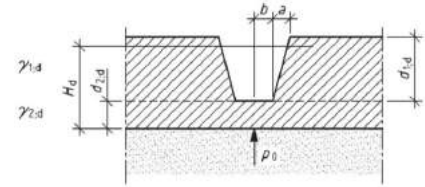


hkr o1

hghg o1

hact o1

**Project** : WTC te Amsterdam  
**Projectnummer** : 107703161  
**Bemaling** : onderkant keldervloer as 26-30  
**Bodemprofiel** : DKM-1  
**Datum** : 31-10-2017



input bodemopbouw	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	top [m+NAP]	dikte [m]	opb1 [kN/m <sup>2</sup> ]	opb2 [kN/m <sup>2</sup> ]	opb3 [kN/m <sup>2</sup> ]
zand, los (onverzadigd)	17	3,56	3,56			
zand, los (verzadigd)	19	0	3,5			
veen, matig slap (matig voorbelas)	11	-3,5	1			
klei, zwak zandig, slap	15	-4,5	2	0		
zand, los (onverzadigd)	17	-6,5	1	9,8		
klei, matig	17	-7,5	3	51		
veen, matig (matig voorbelast)	12	-10,5	1	12		
zand, matig (verzadigd)	20	-11,5	4			
zand, sterk siltig/kleilig (verzadigd)	20	-15,5	0,5			
zand, vast (verzadigd)	21	-16	6			
zand, vast (verzadigd)	21	-22	78			
		-100				

input berekening	parameter
$z_{d,min}$ [m+NAP]	-5,2
$z_{d,max}$ [m+NAP]	-6,93
$z_{mv}$ [m+NAP]	-6,4
$b_{bodem}$ [m]	12,5
$\alpha_{talud} [a=(z_{mv}-z_d) \times talud]$	1:0,001
$f_{min}$	0
$f_{max}$	0,01783
$h_{ghg-o1}$ [m+NAP]	0,57
$h_{ghg-o2}$ [m+NAP]	-2,89
$h_{ghg-o3}$ [m+NAP]	nb
$h_{act-o1}$ [m+NAP]	0,16
$h_{act-o2}$ [m+NAP]	-3,15
$h_{act-o3}$ [m+NAP]	nb
$z_{o1}$ [m+NAP]	-11,5
$z_{o2}$ [m+NAP]	nb
$z_{o3}$ [m+NAP]	nb
veiligheidsfactor	1,1

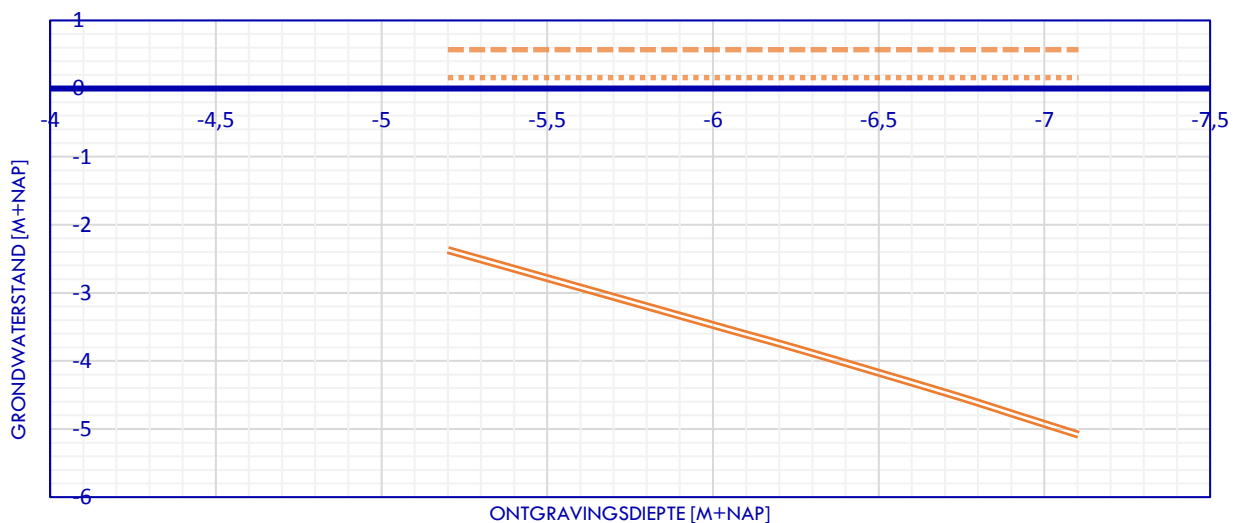
$z_d$  = ontgravingniveau,  
 $z_o$  = opbarstniveau,  $z_{mv}$  = start niveau  
 ontgraving,  $h$  = grondwaterstand

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

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

output $z_{d,max}$ (maximaal ontgravingsniveau)	[kN/m <sup>2</sup> ]	$u_{z;d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$h_{k,v}$ [m+NAP]	$h_k$ [m+NAP]	$\Delta h_{act}$ [m]	$\Delta h_{max}$ [m]
opbarstniveau 1	65,6	72,8	-4,82	-4,07	7,59	8,00
opbarstniveau 2	56,7	63,0			1,67	1,93
opbarstniveau 3	56,7	63,0				

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



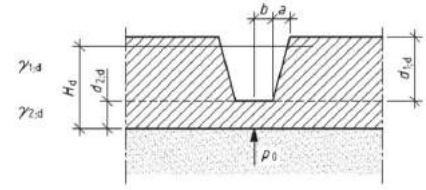
hkr o1

hghg o1

hact o1



**Project** : WTC te Amsterdam  
**Projectnummer** : 107703161  
**Bemaling** : onderkant keldervloer as 18-26  
**Bodemprofiel** : DKM-1  
**Datum** : 31-10-2017



input bodemopbouw	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	top [m+NAP]	dikte [m]	opb1 [kN/m <sup>2</sup> ]	opb2 [kN/m <sup>2</sup> ]	opb3 [kN/m <sup>2</sup> ]
zand, los (onverzadigd)	17	3,56	3,56			
zand, los (verzadigd)	19	0	3,5			
veen, matig slap (matig voorbelas)	11	-3,5	1			
klei, zwak zandig, slap	15	-4,5	2	19,5	19,6	
zand, los (onverzadigd)	17	-6,5	1		17	
klei, matig	17	-7,5	3		51	
veen, matig (matig voorbelast)	12	-10,5	1		12	
zand, matig (verzadigd)	20	-11,5	4			
zand, sterk siltig/kleilig (verzadigd)	20	-15,5	0,5			
zand, vast (verzadigd)	21	-16	6			
zand, vast (verzadigd)	21	-22	78			
		-100				

input berekening	parameter
$z_{d,min}$ [m+NAP]	-5,2
$z_{d,max}$ [m+NAP]	-5,2
$z_{mv}$ [m+NAP]	-5
$b_{bodem}$ [m]	12,5
$\alpha_{talud} [a=(z_{mv}-z_d) \times talud]$	1:0,001
$f_{min}$	0
$f_{max}$	0,00047
$h_{ghg-o1}$ [m+NAP]	0,57
$h_{ghg-o2}$ [m+NAP]	-2,89
$h_{ghg-o3}$ [m+NAP]	nb
$h_{act-o1}$ [m+NAP]	0,16
$h_{act-o2}$ [m+NAP]	-3,14
$h_{act-o3}$ [m+NAP]	nb
$z_{o1}$ [m+NAP]	-6,5
$z_{o2}$ [m+NAP]	-11,5
$z_{o3}$ [m+NAP]	nb
veiligheidsfactor	1,1

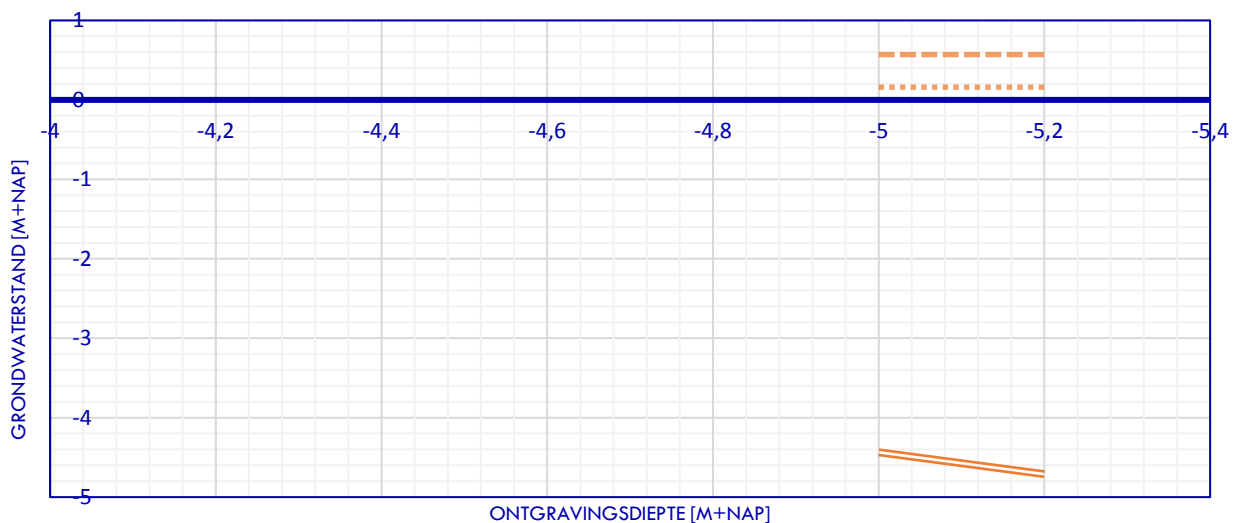
$z_d$  = ontgravingsniveau,  
 $z_o$  = opbarstniveau,  $z_{mv}$  = start niveau  
 ontgraving,  $h$  = grondwaterstand

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

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

output $z_{d,max}$ (maximaal ontgravingsniveau)	[kN/m <sup>2</sup> ]	$u_{z;d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$h_{k,v}$ [m+NAP]	$h_k$ [m+NAP]	$\Delta h_{act}$ [m]	$\Delta h_{max}$ [m]
opbarstniveau 1	17,6	19,5	-4,71	-4,51	4,87	5,28
opbarstniveau 2	89,7	99,6	-2,36	-1,34	0,00	0,00
opbarstniveau 3	72,0	80,0				

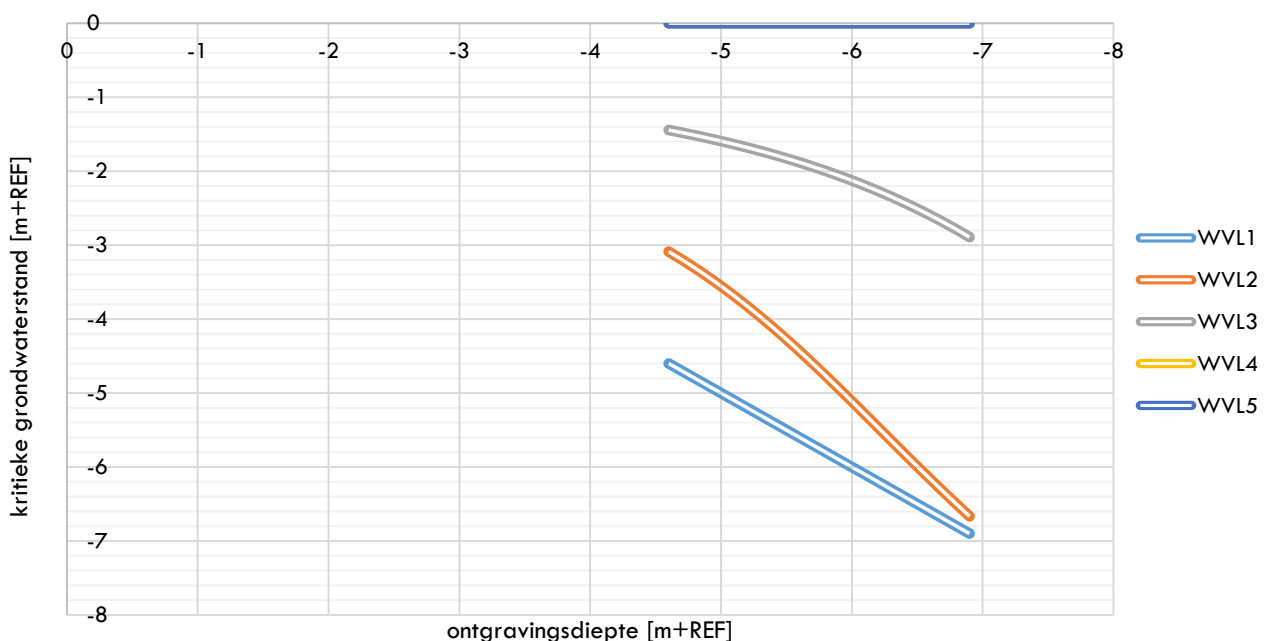
Formule 1 bepaling rekenwaarde  
 grondwaterdruk, formule 2 is theorie van  
 Boussinesq. Bron: NEN9997-1+C1:2012



hkr o1

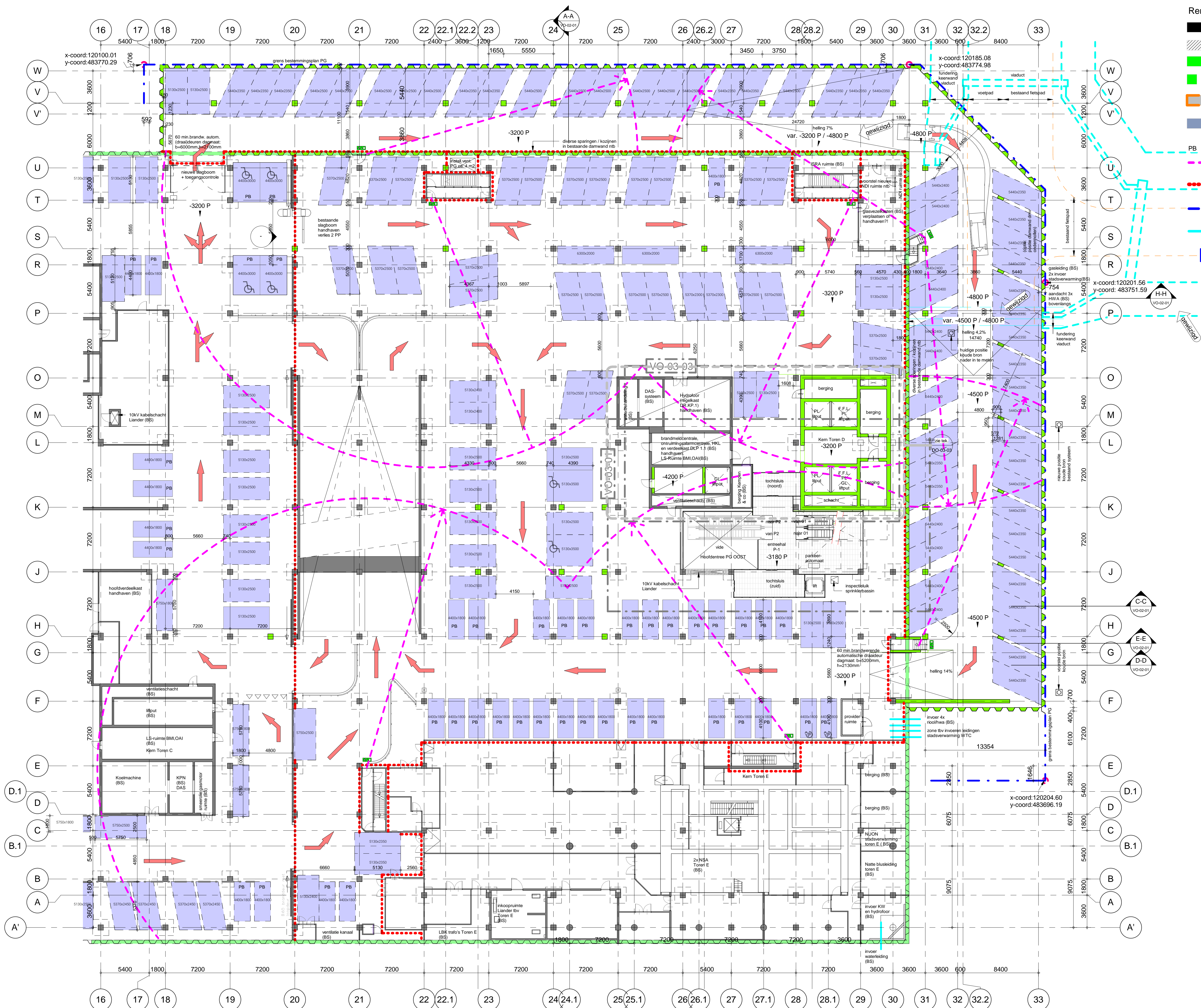
hghg o1

hact o1



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





- Renvooi:**
- = bouwkundig bestaand
  - = bouwkundig nieuw
  - = constructie nieuw
  - = kolommen bestaand/nieuw afmeting 600x600mm
  - = gebouw contour PLP
  - = parkeerplaats
  - = parkeerplaats bestaand
  - = draaicirkels loopafstanden 30 meter
  - = brandscheiding B60
  - = bestemmingsplan lijn
  - = invoer/afvoer installaties bestaand/nieuw
  - = koude bron (weergegeven op P-1)

**Opmerkingen:**

**Wijzigingen:**

A 13-03-2017 nuldatum

Opdrachtgever  
**CBRE DOF Development BV**  
Dhr. Jean-Pierre Spierts  
Schiphol Boulevard 281, G-Tower +31 20 202 24 63  
1118 BH Schiphol www.cbre.nl

Projectmanagement  
**ABC Nova Arnhem B.V.**  
Dhr. Driss Aarab  
De Wetstraat 26  
6800 AP Arnhem +31 88 021 53 15  
www.abcnova.nl

Architect  
**PLP / ARCHITECTURE**  
Dhr. Ron Bakker  
Ibex House, 42-47 Minorities  
London EC3N 1DY +44 20 300 639 00  
www.plparchitecture.com

Co-architect  
**OZ**  
Dhr. Wouter Zaaijer  
Postbus 37697  
1030 BH Amsterdam +31 20 31 41 111  
www.ozarchitect.nl

Constructeur  
**Van Rossum b.v.**  
Dhr. Dirk-Jan Kluit  
Pedro de Medinilla 3a  
1086KK Amsterdam +31 20 61 53 711  
www.vanrossumbv.nl

Installaties  
**Deerns**  
Dhr. Lucien Engels  
Fleminglaan 10  
2289 CP Rijswijk +31 88 37 40 000  
www.deerns.nl



**Uitbreiding WTC**  
Amsterdam  
16-439ru  
Voorlopig ontwerp+

**bladnummer:**  
VO-P1D

**versie:**  
B

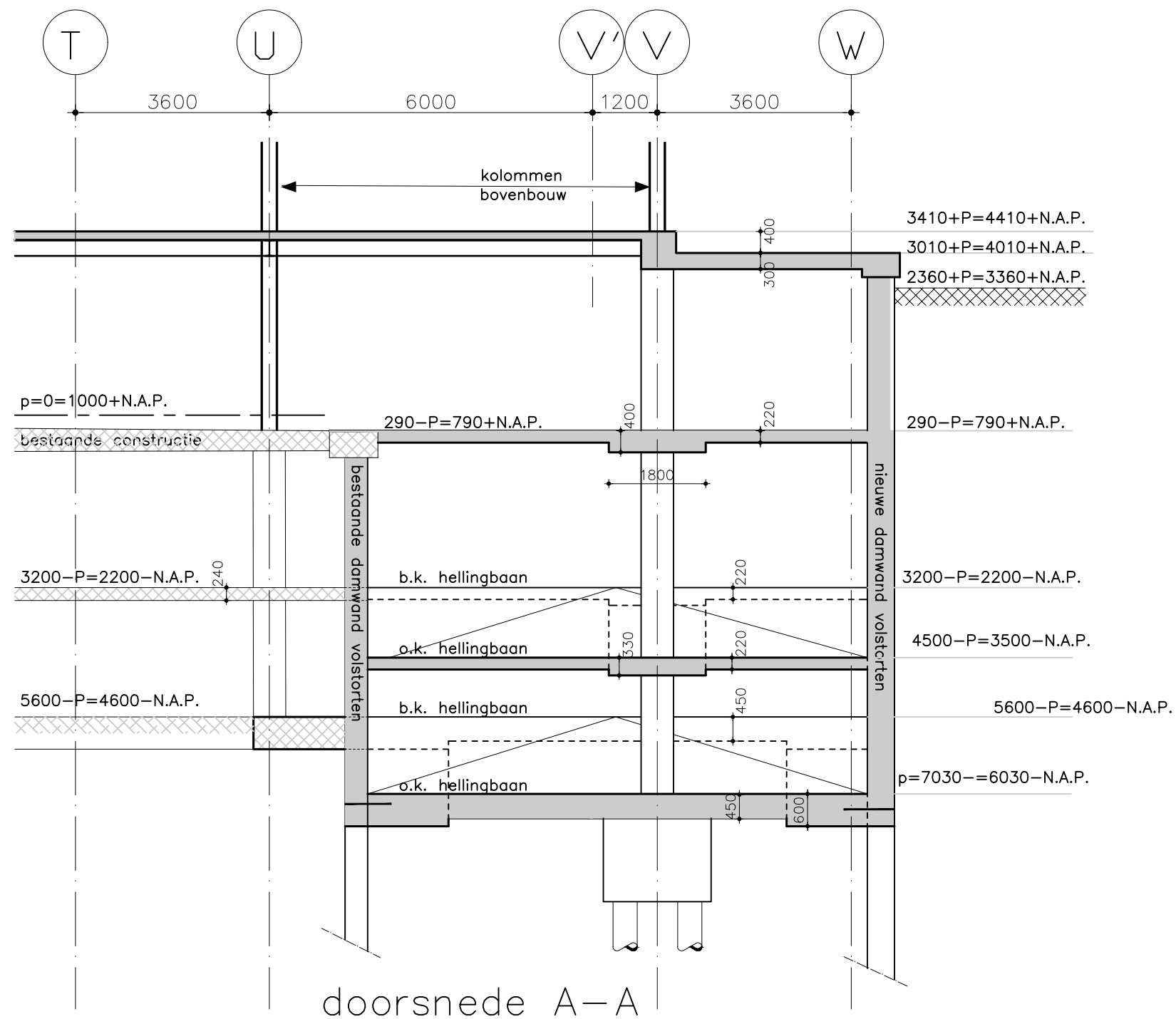
**datum:**  
16-06-2017

**onderwerp:**  
Parkeerlaag 1, deel D (Nieuw)

**schaal:**  
1:200

**formaat:**  
A1

wijz. A		J.J.S. 10-04-2017		
datum		13-03-2017	fase V.O.	status Definitief
<div>VAN ROSSUM</div> <div>RAADGEVENDE INGENIEURS</div>		Van Rossum Raadgevende Ingenieurs bv Amsterdam		
		ir. D.J. Kluit c.i. ir. A.G. van der Sluis c.i.		
		Postbus 37290 1030 AG Amsterdam tel. 020 - 615 37 11		
		amsterdam@vanrossumbv.nl www.vanrossumbv.nl		
project		uitbreiding WTC		Amsterdam
architect		PLP/Architecture	London	opdrachtgever CBRE Amsterdam
KELDER		doorsnede: A-A ,B-B , C-C +E		projectleider Ir.D.J.kluit getekend J.J.Spierdijk
		schaal 1:100/1:200 formaat A1	8692	acc. bouwdeel fase niveau volgnr. <div><div></div><div>V O K 2</div><div>0 D 1</div></div>



wijz. A J.J.S. 10-04-2017

schaal 1:100

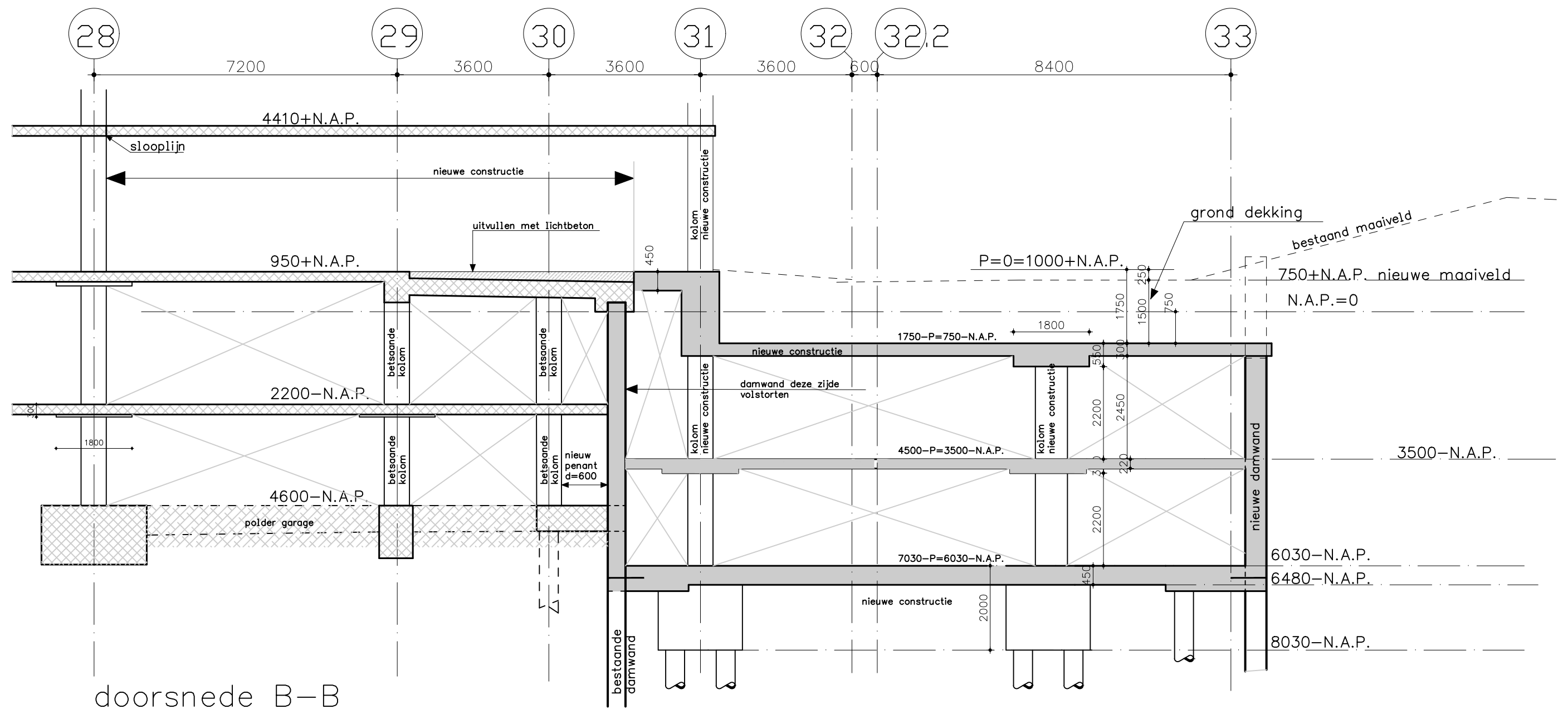
datum 13-03-2017 wijz.

**VAN ROSSUM**  
RAADGEVENDE  
INGENIEURS

doorsnede: A-A

order 8692 tekeningnummer ☐ V O K 2 0 D 1 bladnr. 01





doorsnede B-B

wijz. A J.J.S. 10-04-2017

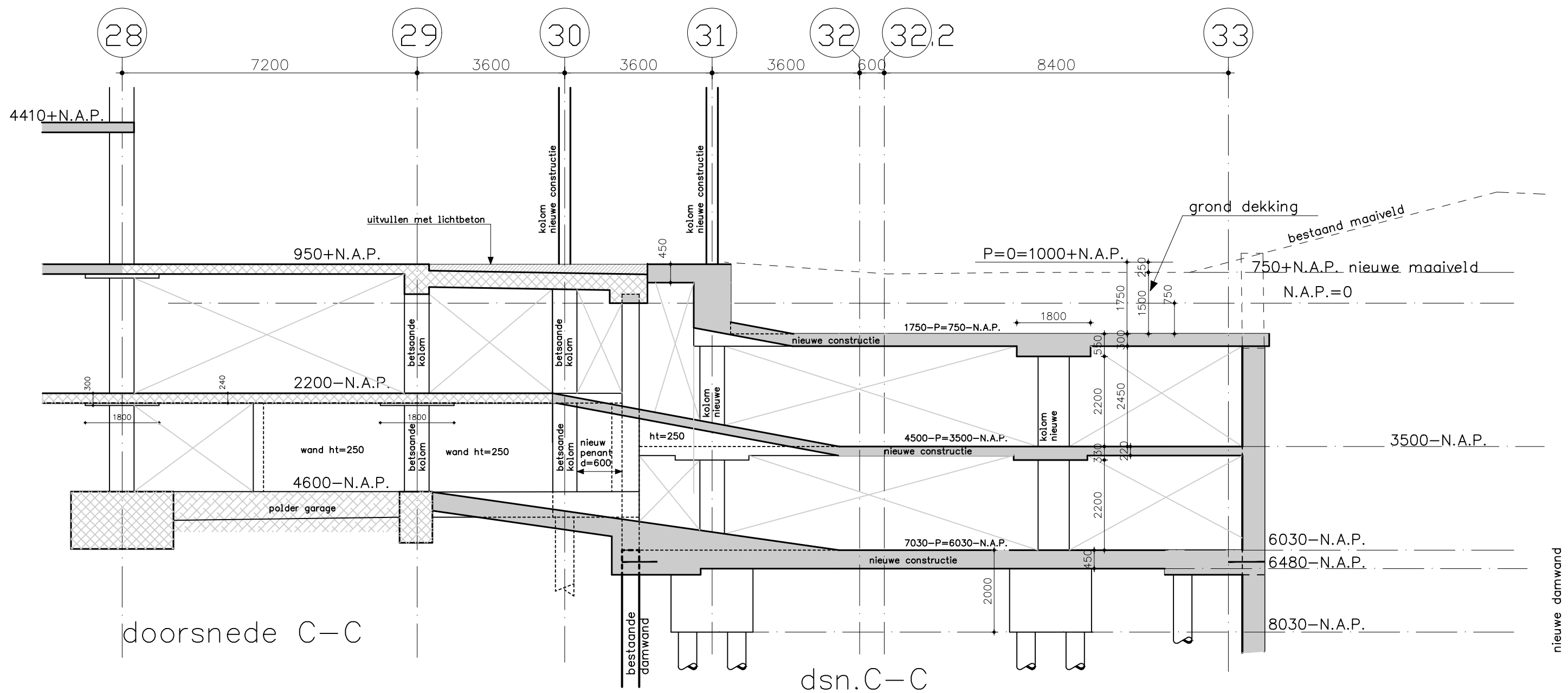
schaal 1:100

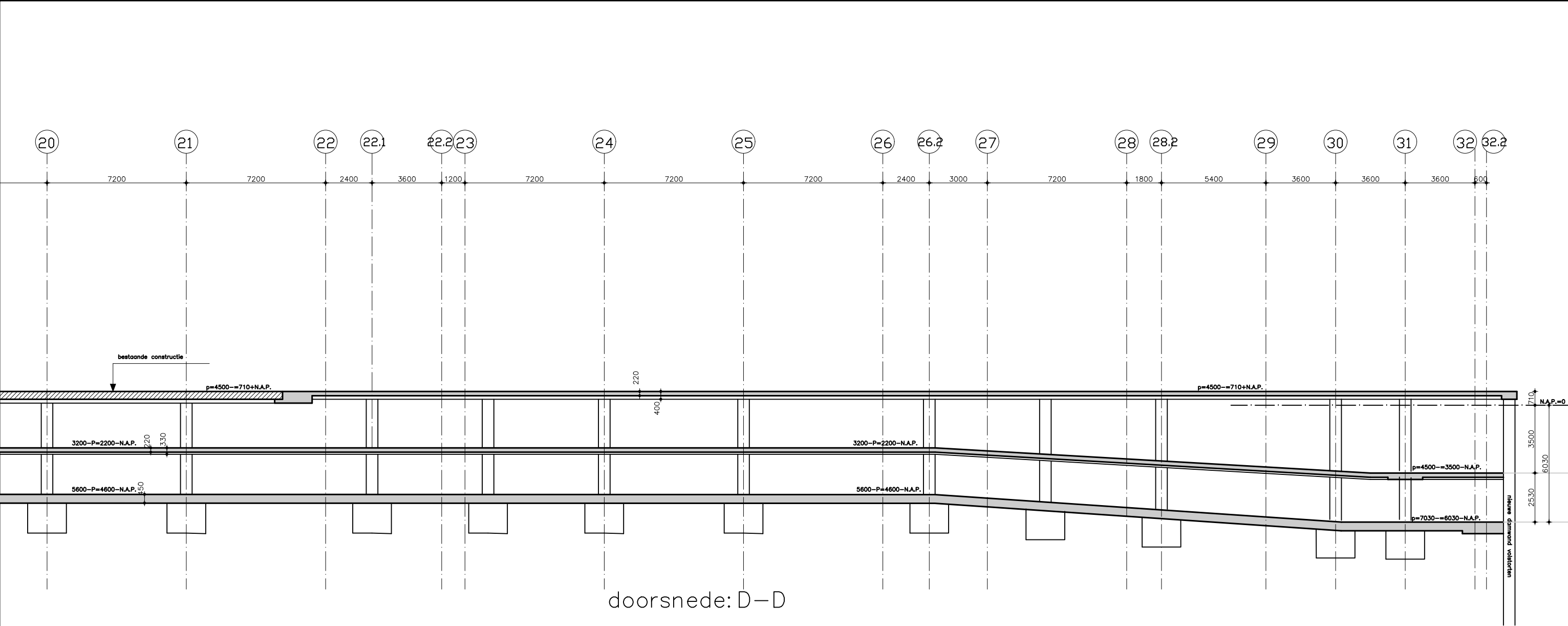
datum 13-03-2017 wijz.

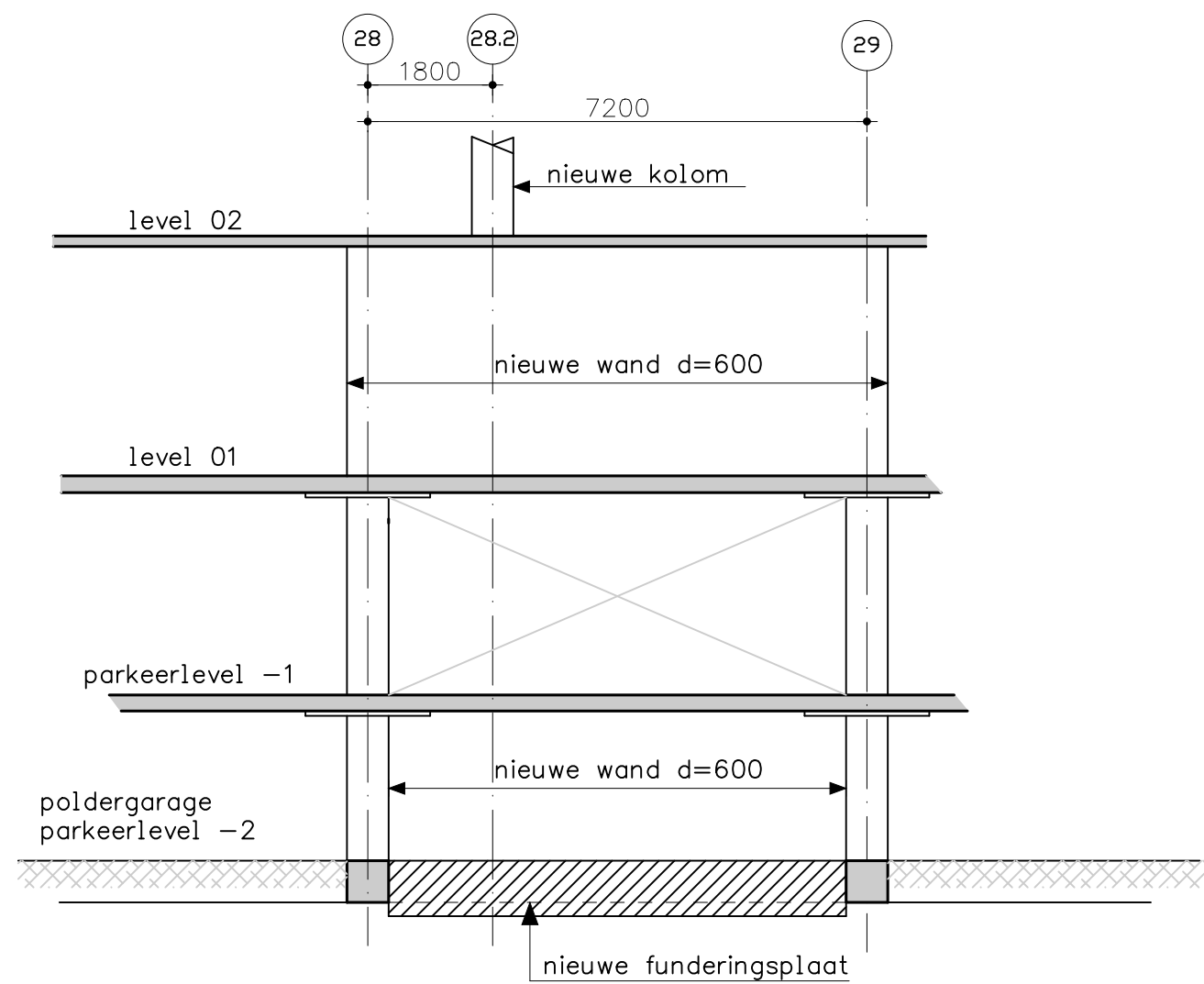
**VAN** RAADGEVENDE  
**ROSSUM** INGENIEURS

doorsnede: B-B

order 8692 tekeningnummer ☐ V O K 2 0 D 1 ☐ 02 bladnr.







doorsnede: E

wijz. A J.J.S. 10-04-2017

schaal 1:100

datum 13-03-2017 wijz.

**VAN** RAADGEVENDE  
**ROSSUM** INGENIEURS

doorsnede: E

order	tekeningnummer	bladnr.
8692	VOK 20 D 1	05



#### 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:

**WTC AMSTERDAM**

opdrachtgever:

**CRUX ENGINEERING BV/VAN ROSSUM**

schaal:  
N.V.T.

order:  
**10770316**

tekeningnummer:  
**1**

formaat:  
**A4**

getekend:  
**EL**

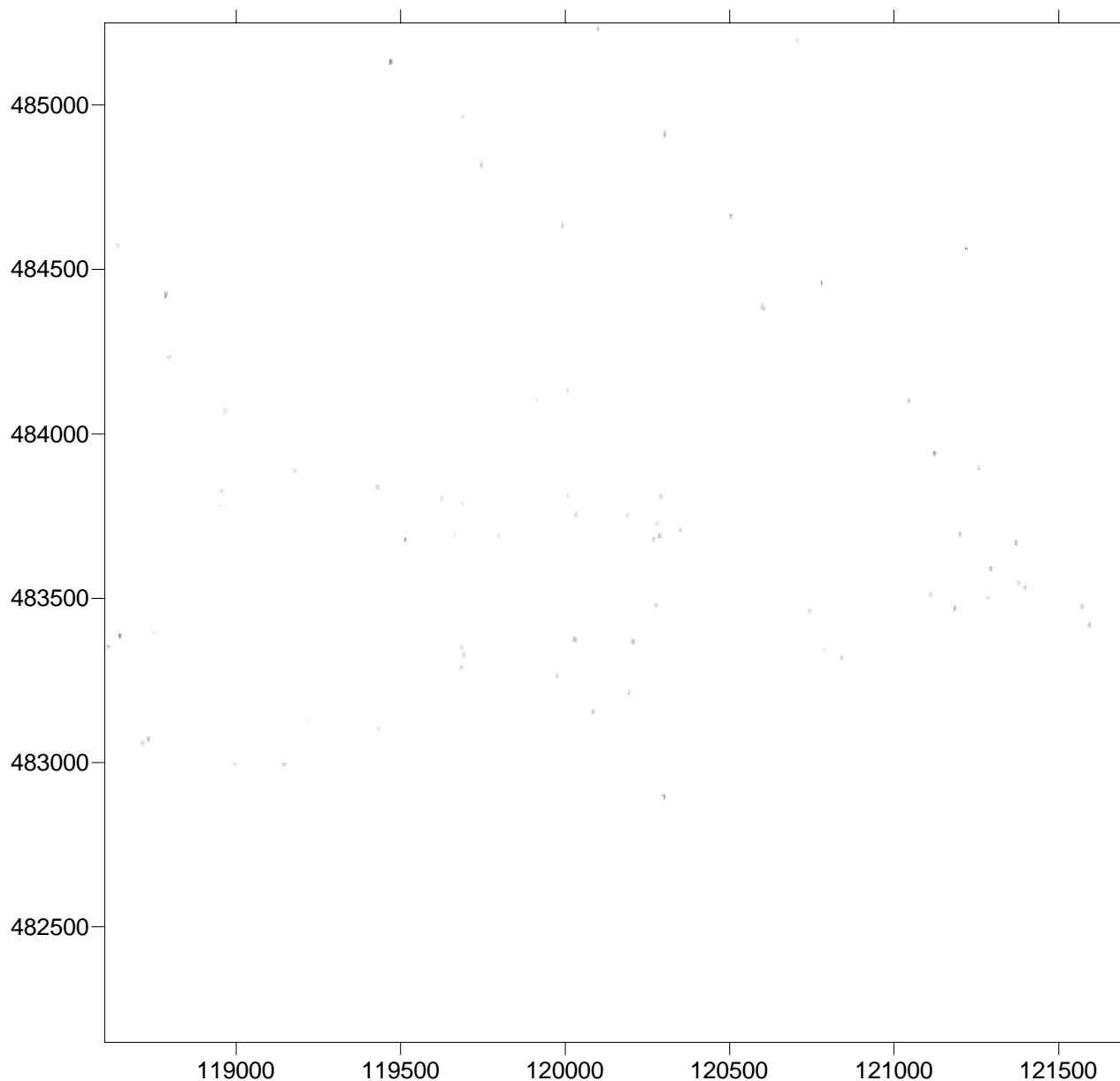
datum:  
**25-02-2017**



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

Pedro de Medinalaan 1B  
1086XK Amsterdam

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



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

- Grondwateronttrekking
- Grondwaterbescherming gebied
- Boringvrije zone

omschrijving:

**WTC AMSTERDAM**

opdrachtgever:

**CRUX ENGINEERING BV/VAN ROSSUM**

schaal:  
N.V.T.

order:  
**10770316**

tekeningnummer:  
**2**

formaat:  
**A4**

getekend:  
**EL**

datum:  
**25-02-2017**

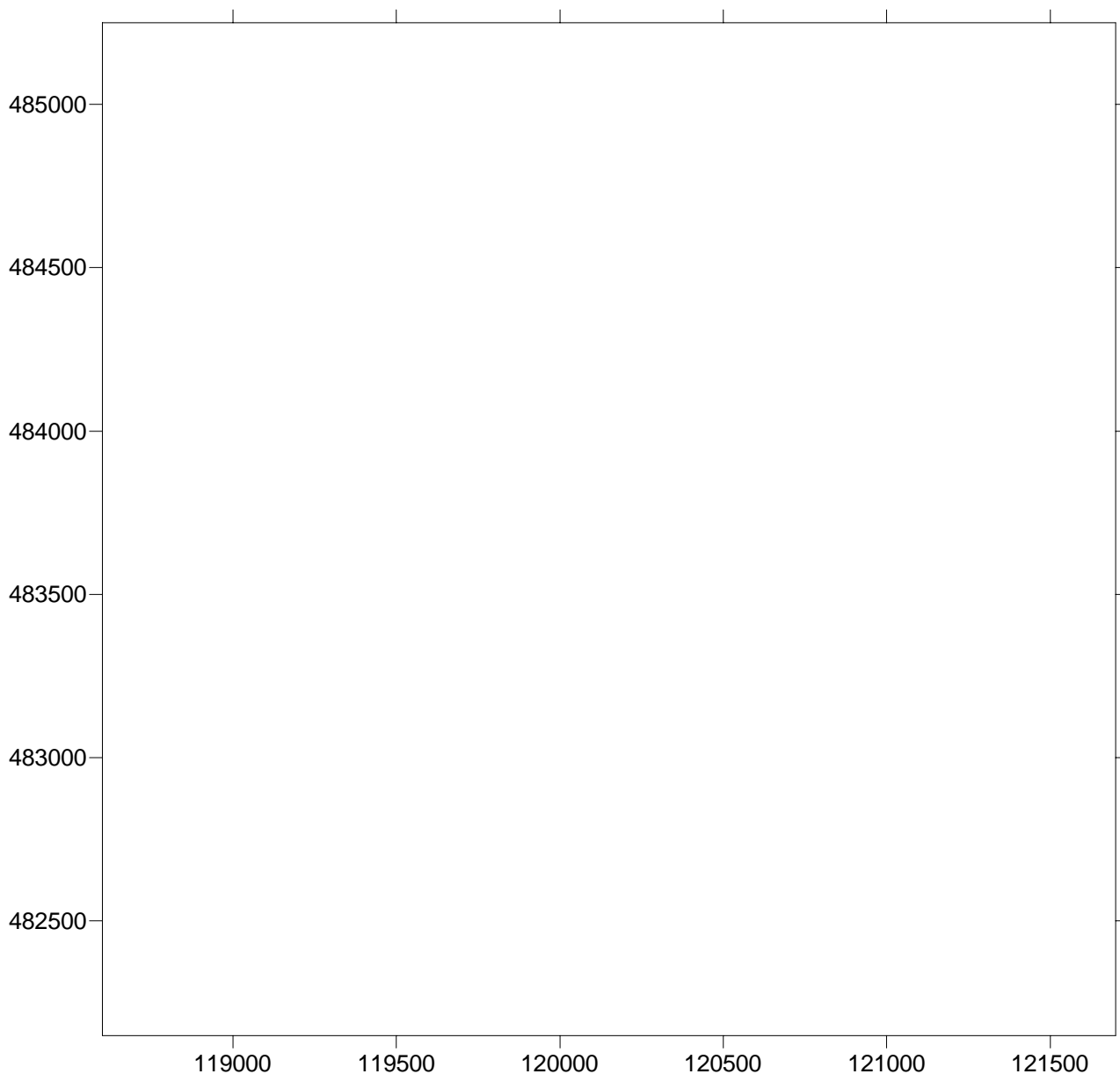


**Loots Grondwatertechniek**  
*independent guide for your dewatering site*







Pedro de Medinalaan 1B  
1086XK Amsterdam

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





Natura 2000 gebieden (Publieke Dienstverlening op kaart) legenda

	Habitatrichtlijn		Vogelrichtlijn en Habitatrichtlijn
	Vogelrichtlijn		Vogelrichtlijn, Habitatrichtlijn en Natuurbeschermingswet
	Habitatrichtlijn en Natuurbeschermingswet		
	Vogelrichtlijn en Natuurbeschermingswet		

omschrijving:

**WTC AMSTERDAM**

opdrachtgever:

**CRUX ENGINEERING BV/VAN ROSSUM**

schaal:  
N.V.T.

order:  
**10770316**

tekeningnummer:  
**3**

formaat:  
**A4**

getekend:  
**EL**

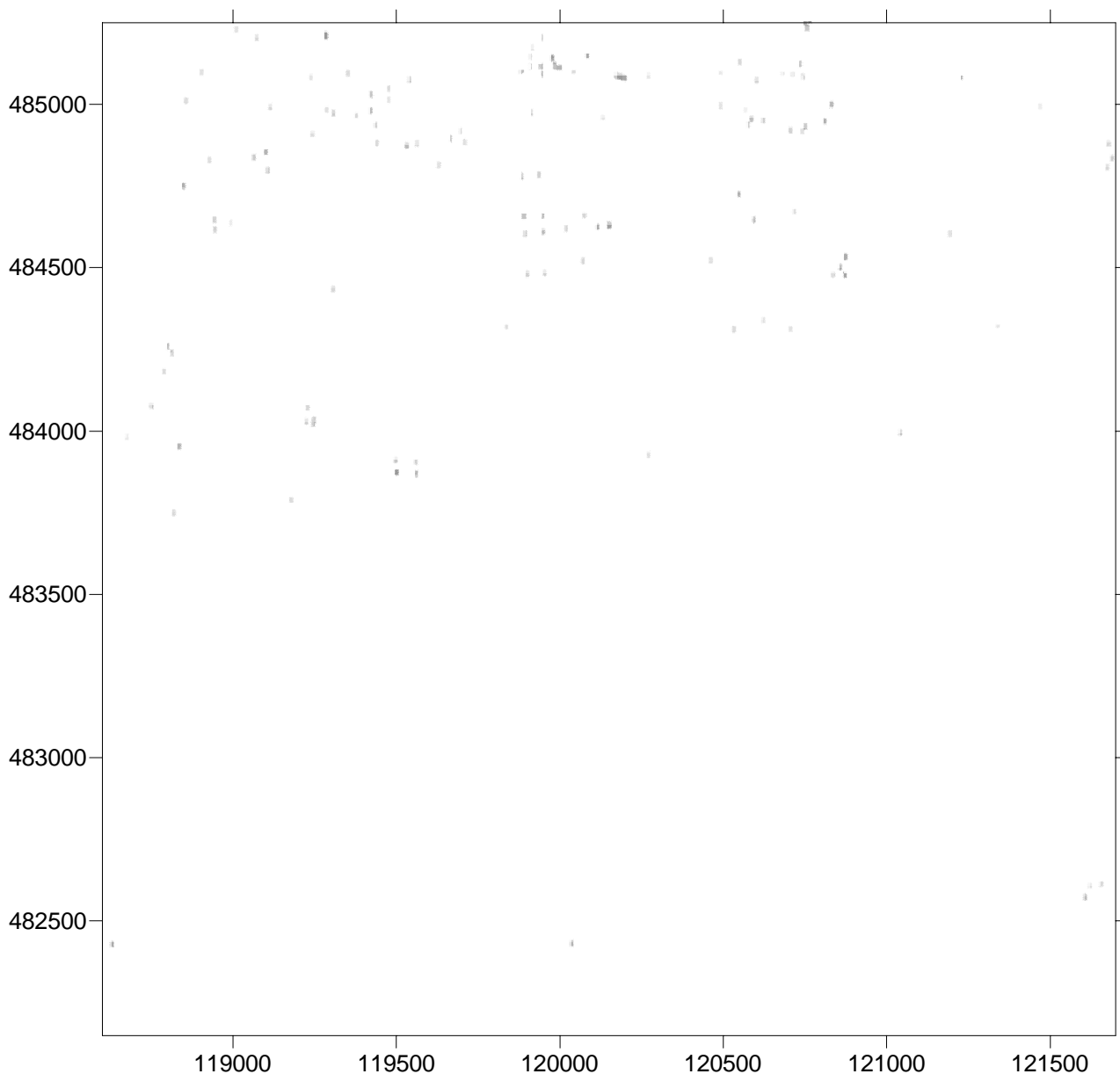
datum:  
**25-02-2017**



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

Pedro de Medinalaan 1B  
1086XK Amsterdam

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



# IKAW Monumentenkaart, Rijksdienst Cultureel Erfgoed legenda

■ Locatie Rijksmonument

□ Omtrek locatie archeologie (IKAW)

omschrijving:

**WTC AMSTERDAM**

opdrachtgever:

**CRUX ENGINEERING BV/VAN ROSSUM**

schaal:  
N.V.T.

order:  
**10770316**

tekeningnummer:  
4

formaat:  
A4

getekend:  
EL

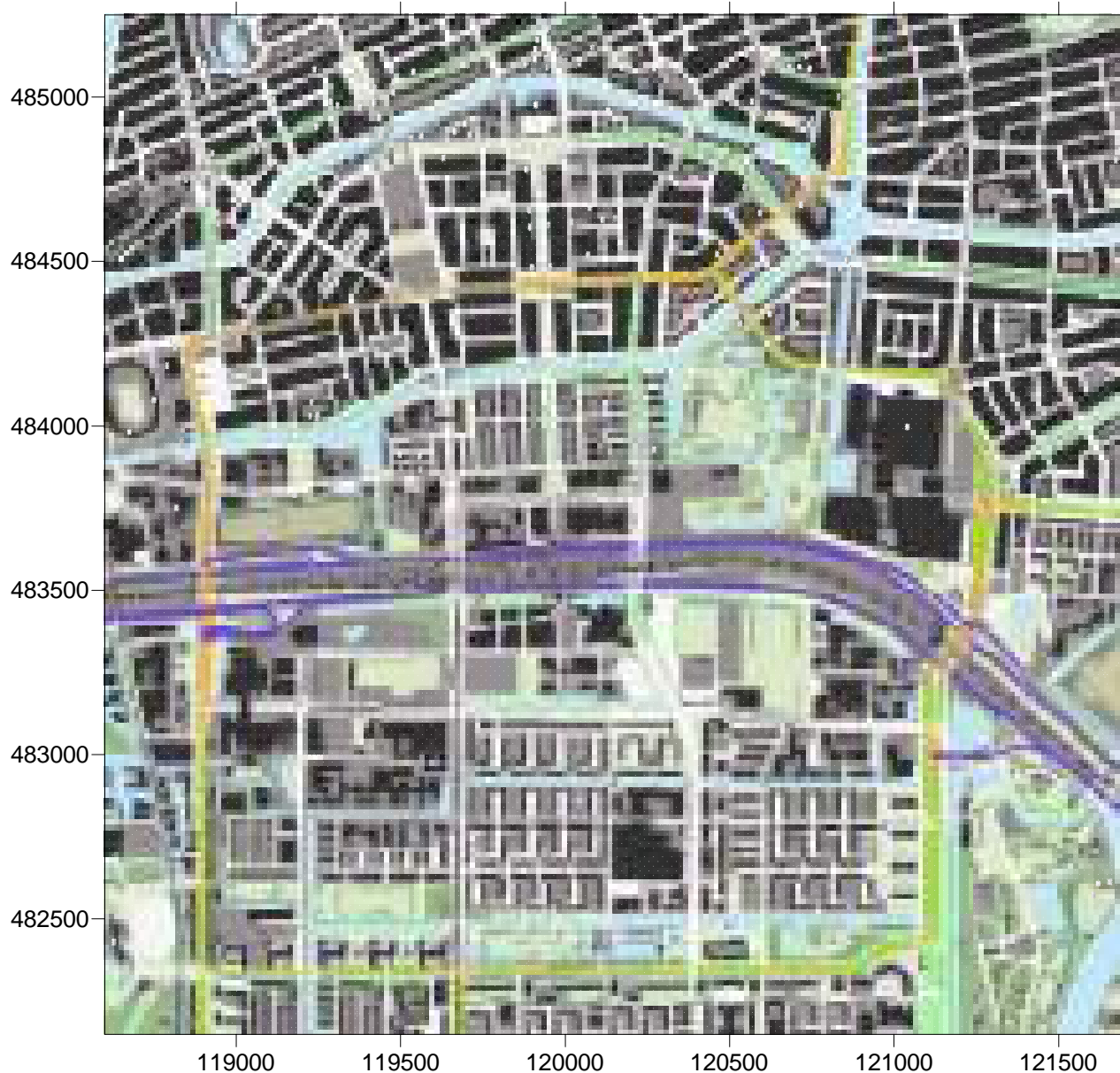
datum:  
**25-02-2017**











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

Pedro de Medinalaan 1B  
1086XK Amsterdam

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



#### Kadaster - Top10NL kaart legenda

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

omschrijving:

**WTC AMSTERDAM**

opdrachtgever:

**CRUX ENGINEERING BV/VAN ROSSUM**

schaal:  
N.V.T.

order:  
**10770316**

tekeningnummer:  
**5**

formaat:  
**A4**

getekend:  
**EL**

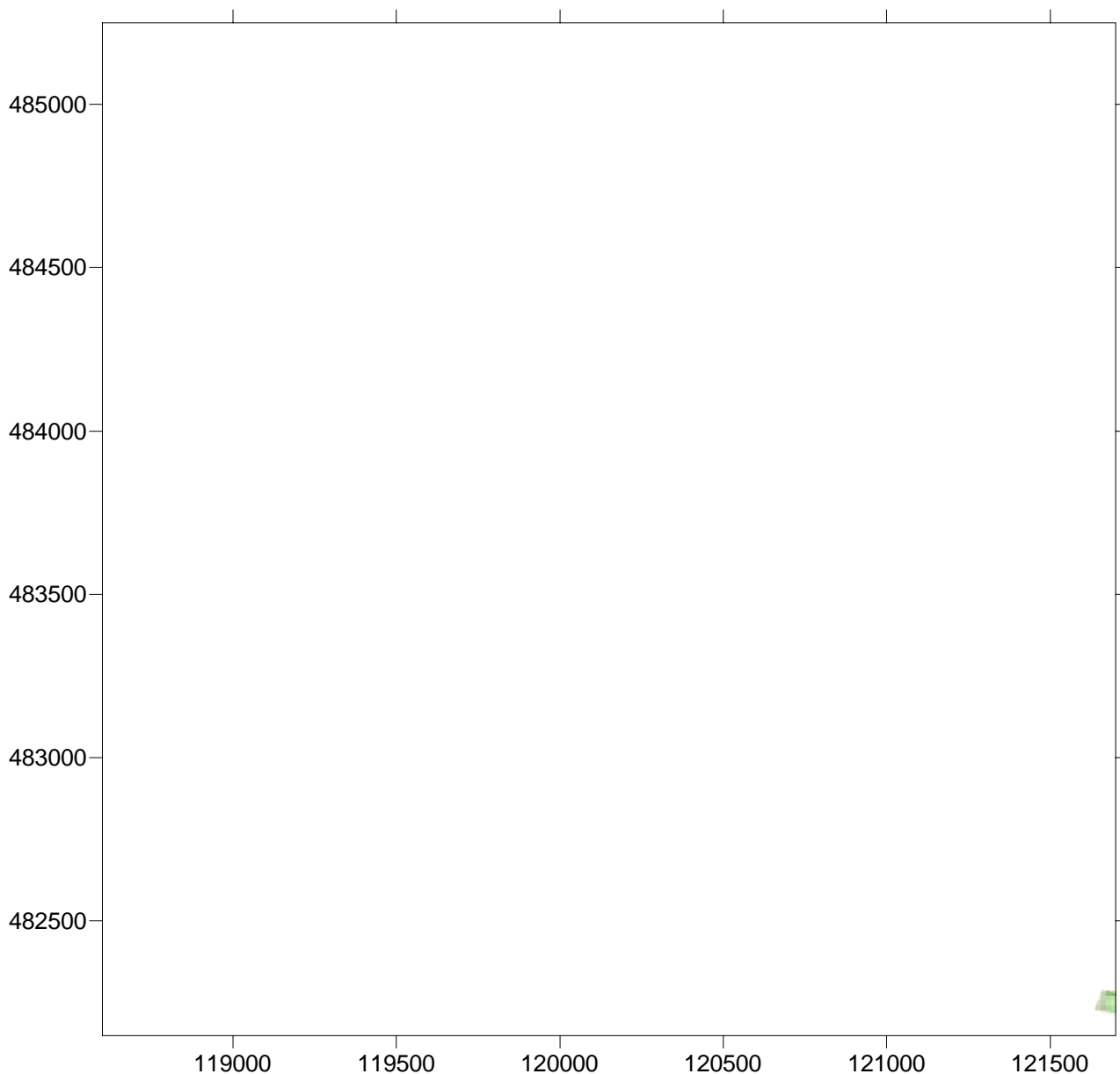
datum:  
**25-02-2017**



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

Pedro de Medinalaan 1B  
1086XK Amsterdam

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



Basisregistratie Percelen (Dienst Regelingen) legenda

	Bouwland		Overige
	Grasland		
	Braakland		
	Natuurterrein		

omschrijving:

**WTC AMSTERDAM**

opdrachtgever:

**CRUX ENGINEERING BV/VAN ROSSUM**

schaal:  
N.V.T.

order:  
**10770316**

tekeningnummer:  
**6**

formaat:  
**A4**

getekend:  
**EL**

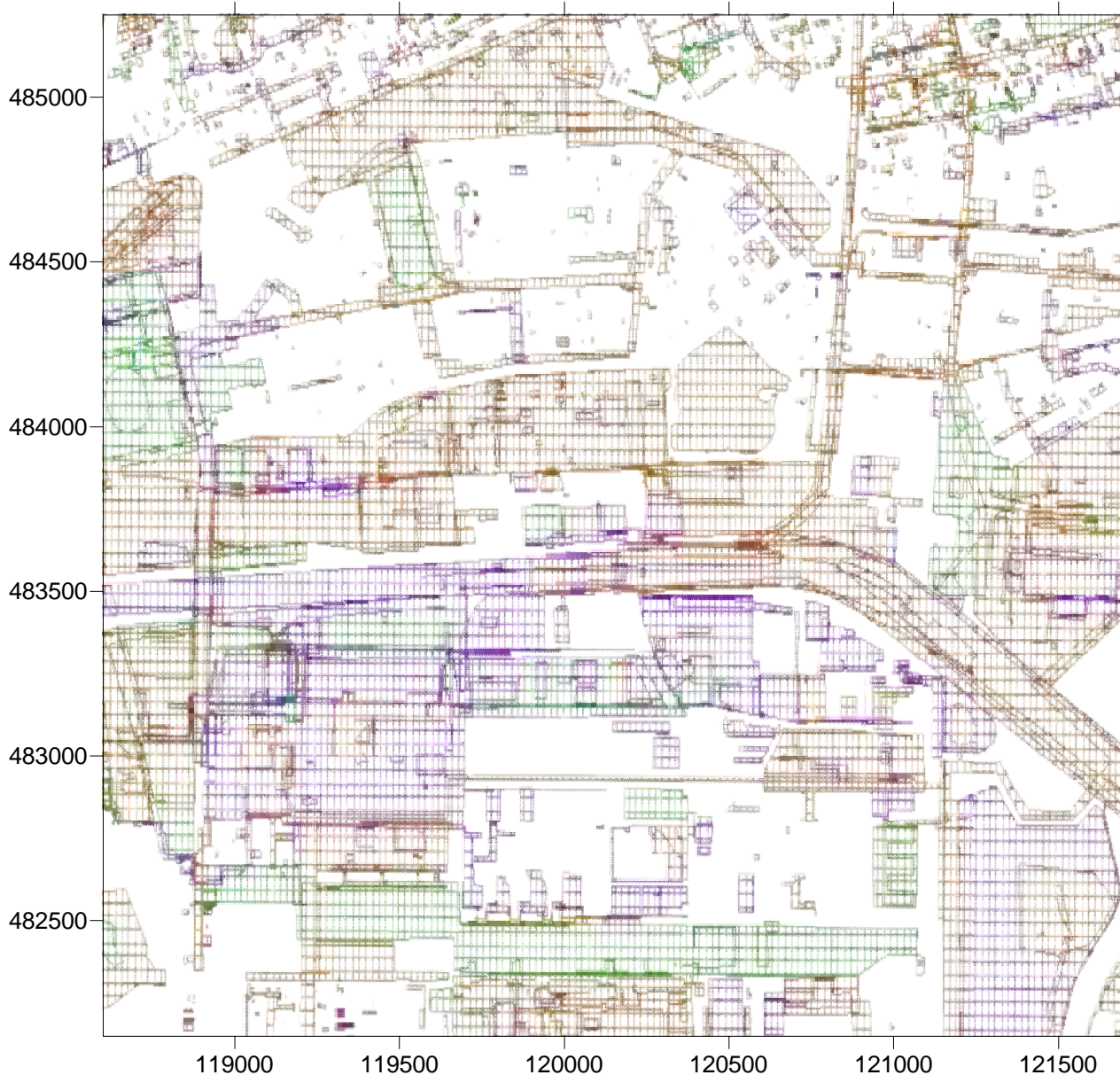
datum:  
**25-02-2017**







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

Pedro de Medinalaan 1B  
1086XK Amsterdam

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



#### Rijkswaterstaat bodemloket legenda

-  Gesaneerd
-  Onderzoek uitgevoerd, geen noodzaak tot verder onderzoek of sanering
-  Onderzoek uitgevoerd, verder onderzoek kan noodzakelijk zijn
-  Historische activiteit bekend

omschrijving:

**WTC AMSTERDAM**

opdrachtgever:

**CRUX ENGINEERING BV/VAN ROSSUM**

schaal:  
N.V.T.

order:  
**10770316**

tekeningnummer:  
**7**

formaat:  
**A4**

getekend:  
**EL**

datum:  
**25-02-2017**



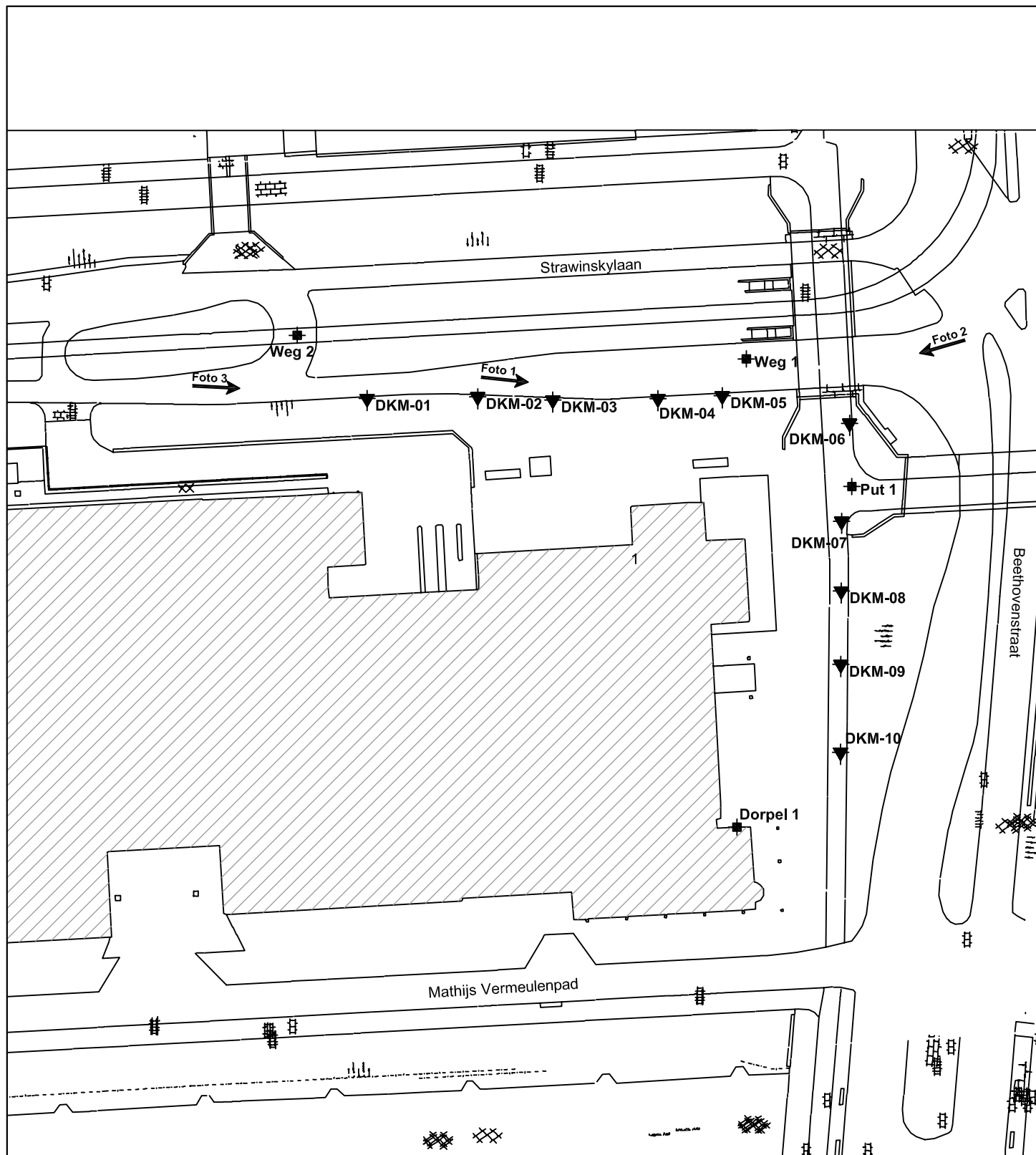
**Loots Grondwatertechniek**  
*independent guide for your dewatering site*

Pedro de Medinalaan 1B  
1086XK Amsterdam

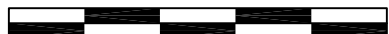
[info@lootsgwt.com](mailto:info@lootsgwt.com)

## Bijlage 5 – Grondonderzoeken

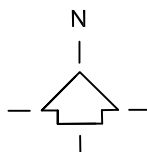




Bestaande bebouwing



0 10 20 30 40 50m



Bron:	E-mail digitale tekening
Bureau + vestigingsplaats:	KLIC
Tekening- / bladnummer:	-
Datum laatste bewerking:	-

Opdrachtschrijving / locatie:

**Grondonderzoek WTC aan de  
Strawinskylaan 1 te Amsterdam**

Omschrijving tekening:

**Situatietekening**

Opdrachtnummer:

**06P002887**

Bewerkt:

**AMA**

X, Y:

**RD/dGPS**

Bijlage:

**SIT-01**

Datum:

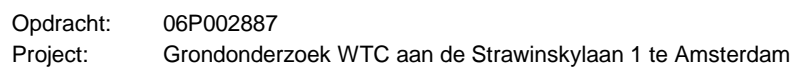
**28-10-2016**

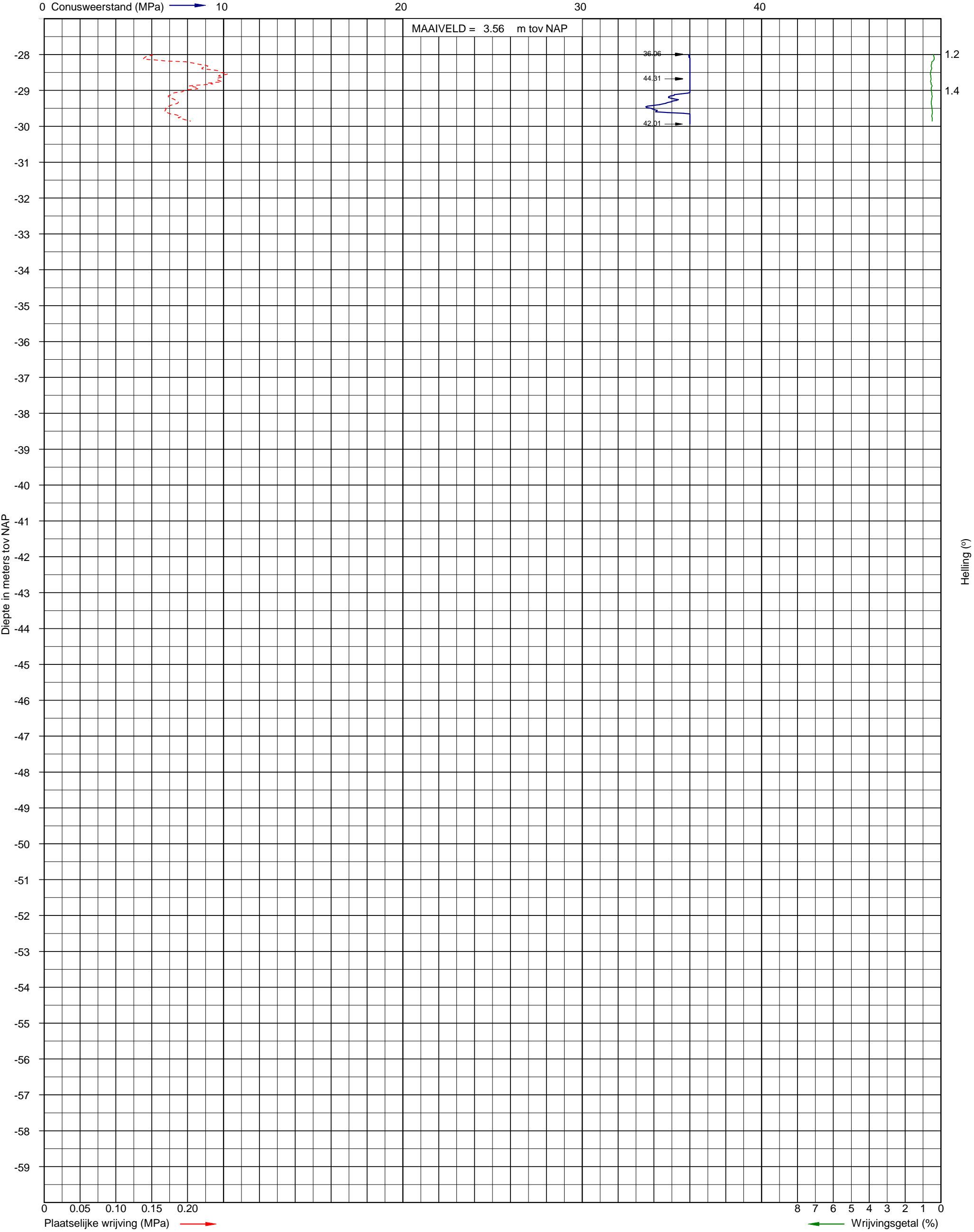
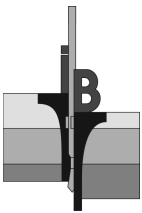
Schaal:

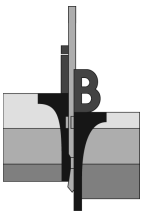
**1 : 1000**

Formaat:

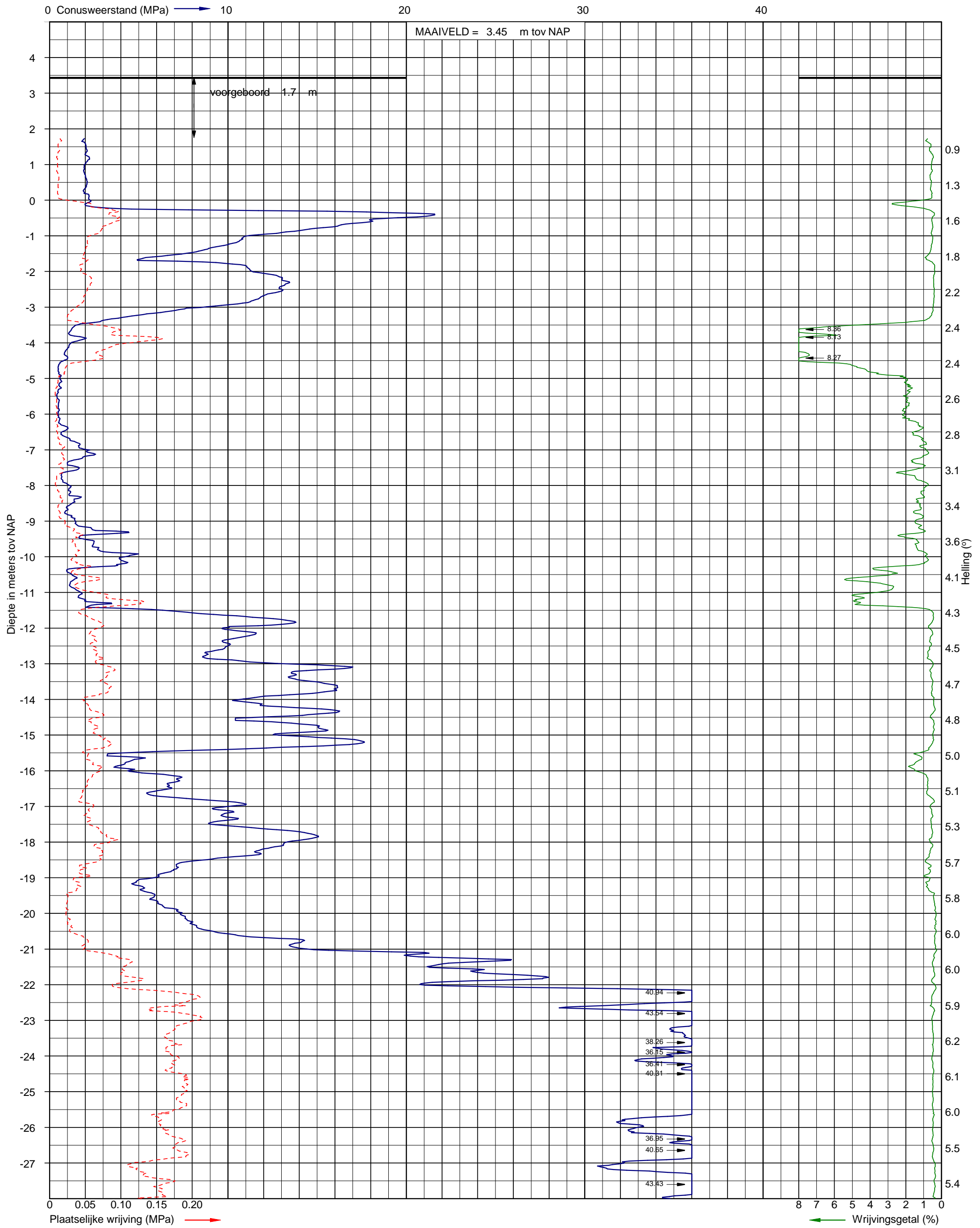
**A4**







Opdracht: 06P002887  
Project: Grondonderzoek WTC aan de Strawinskylaan 1 te Amsterdam



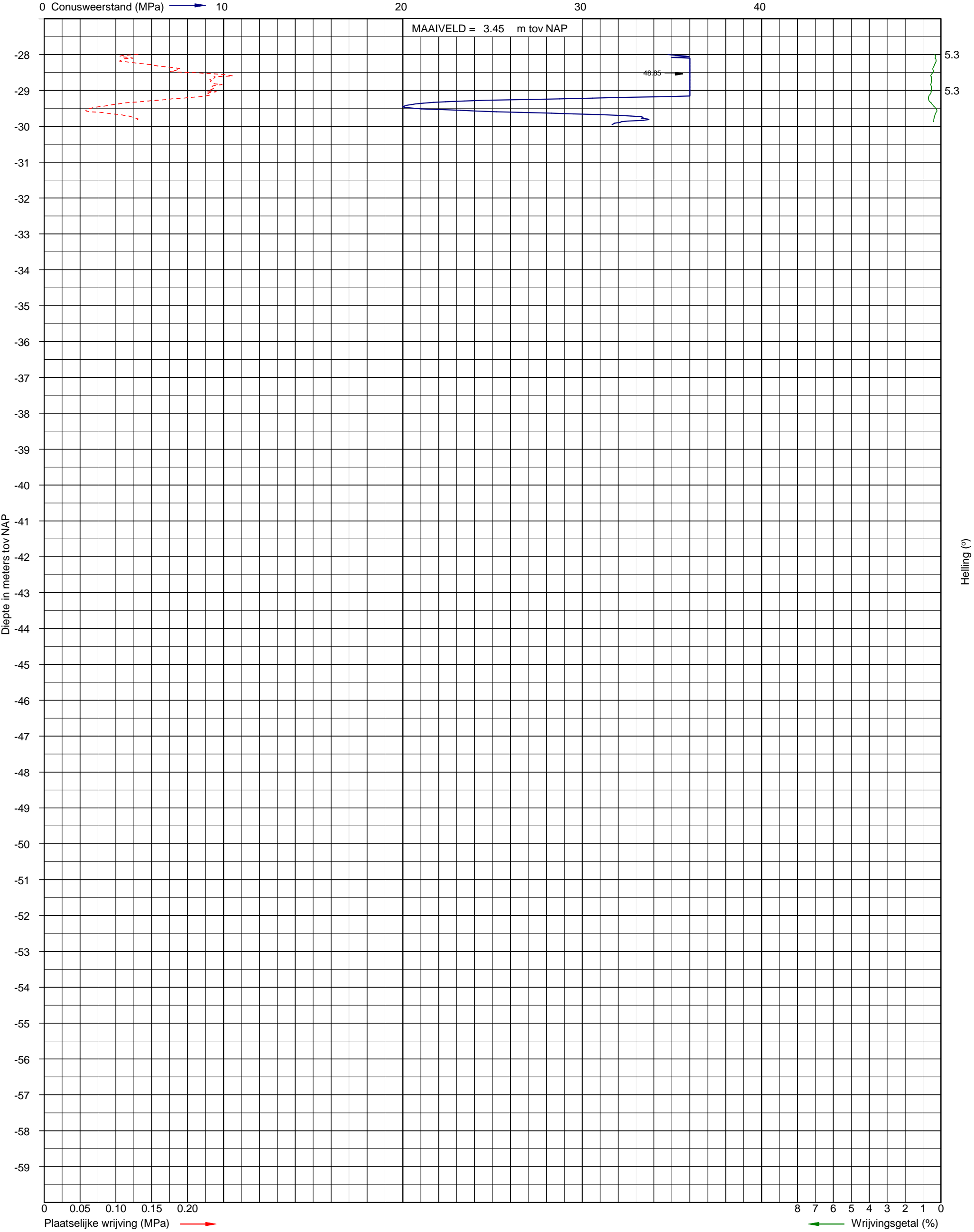
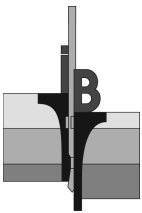
Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3  
Conusoppervlak 10 cm<sup>2</sup>

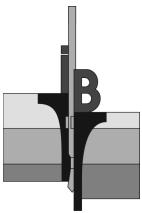
Uitvoerder: S9  
Datum: 19-10-2016

X: 120132  
Y: 483774

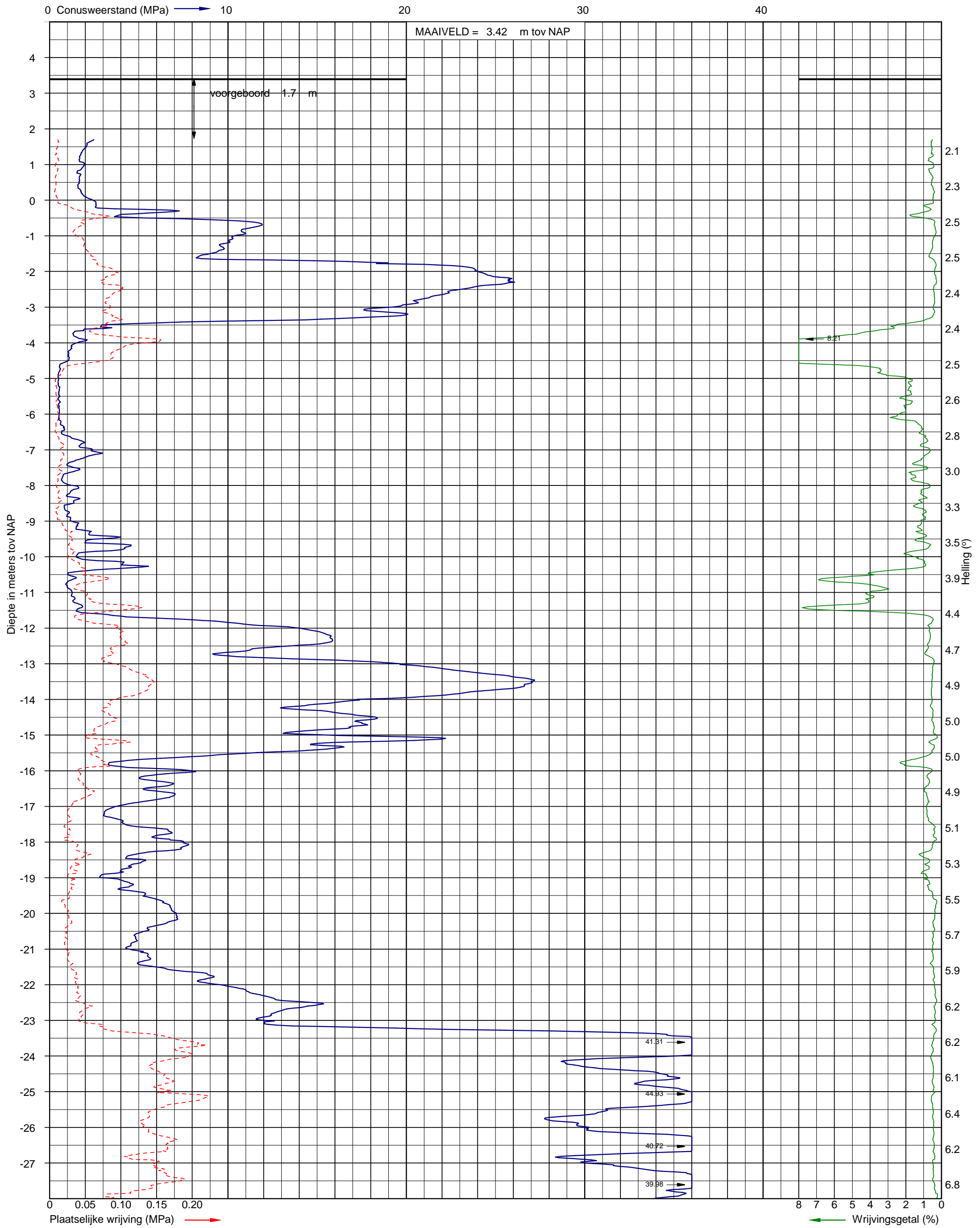
Pagina: 1/2

**Sondering DKM-02**





Opdracht: 06P002887  
Project: Grondonderzoek WTC aan de Strawinskylaan 1 te Amsterdam



Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3  
Conusoppervlak 10 cm<sup>2</sup>

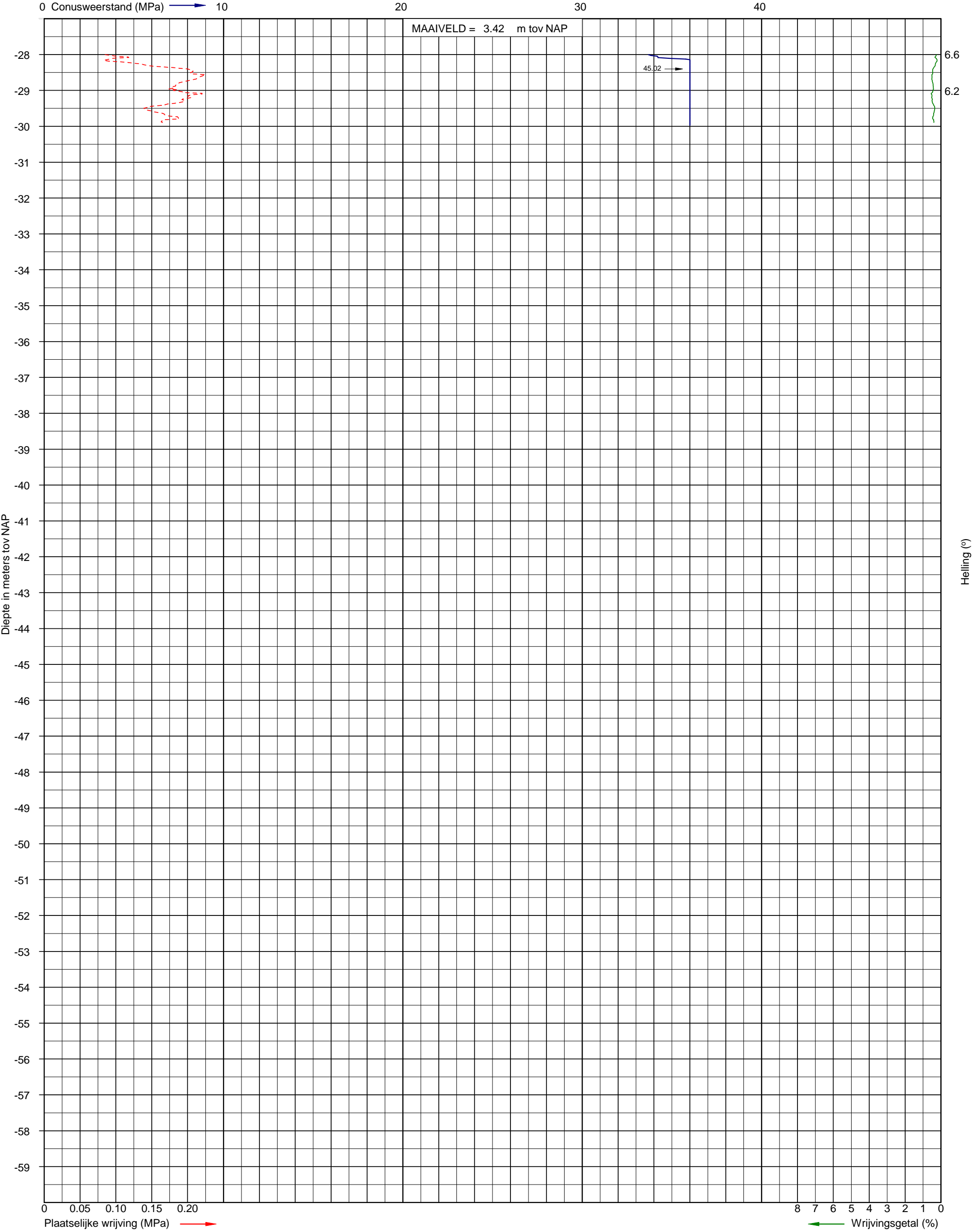
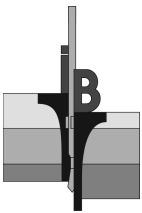
Uitvoerder: S9  
Datum: 19-10-2016

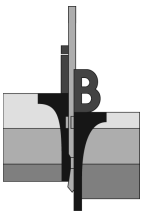
X: 120146  
Y: 483773

Pagina: 1/2

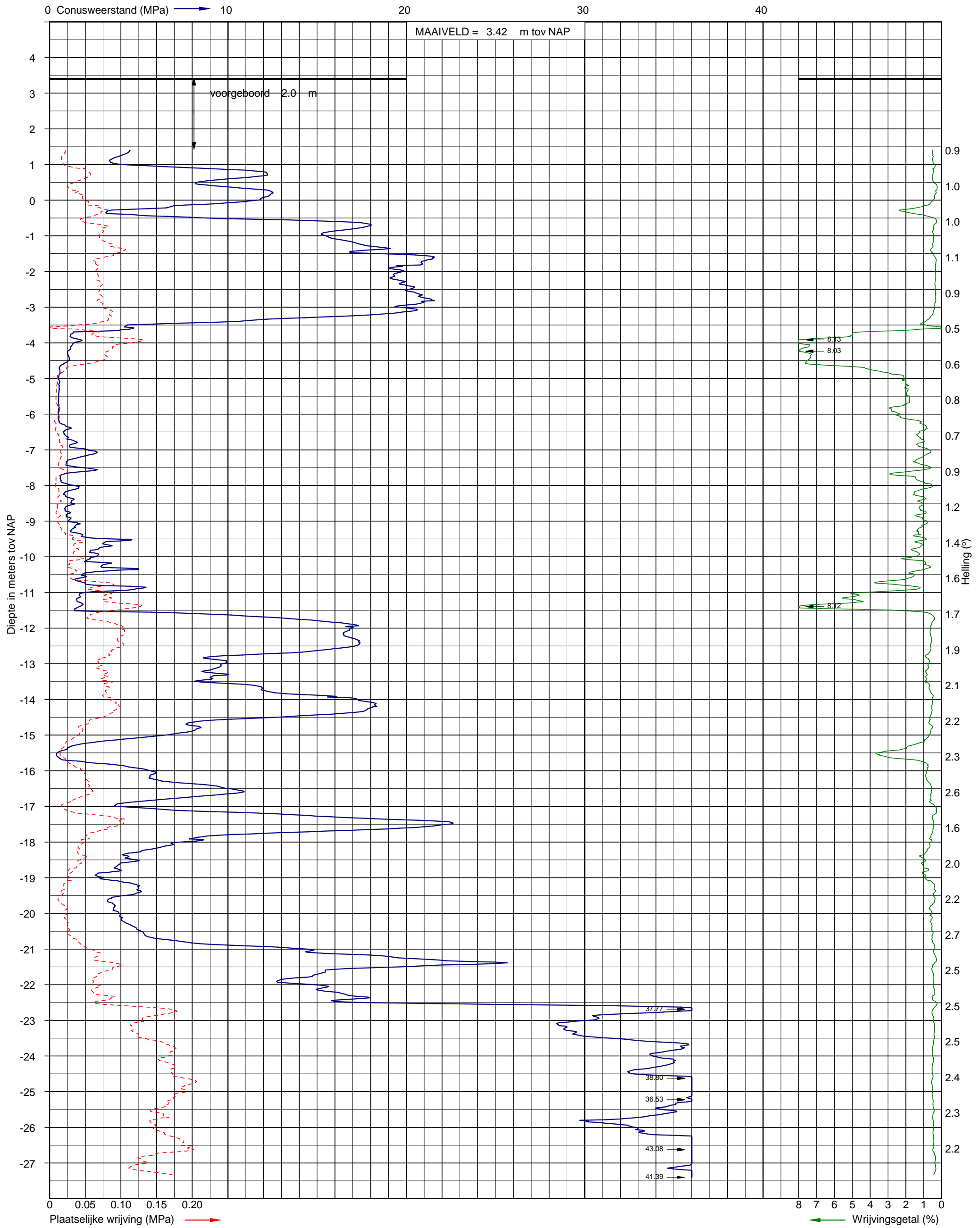
Sondering DKM-03







Opdracht: 06P002887  
Project: Grondonderzoek WTC aan de Strawinskyaan 1 te Amsterdam



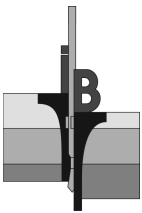
Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3  
Conusoppervlak 10 cm<sup>2</sup>

Uitvoerder: S9  
Datum: 19-10-2016

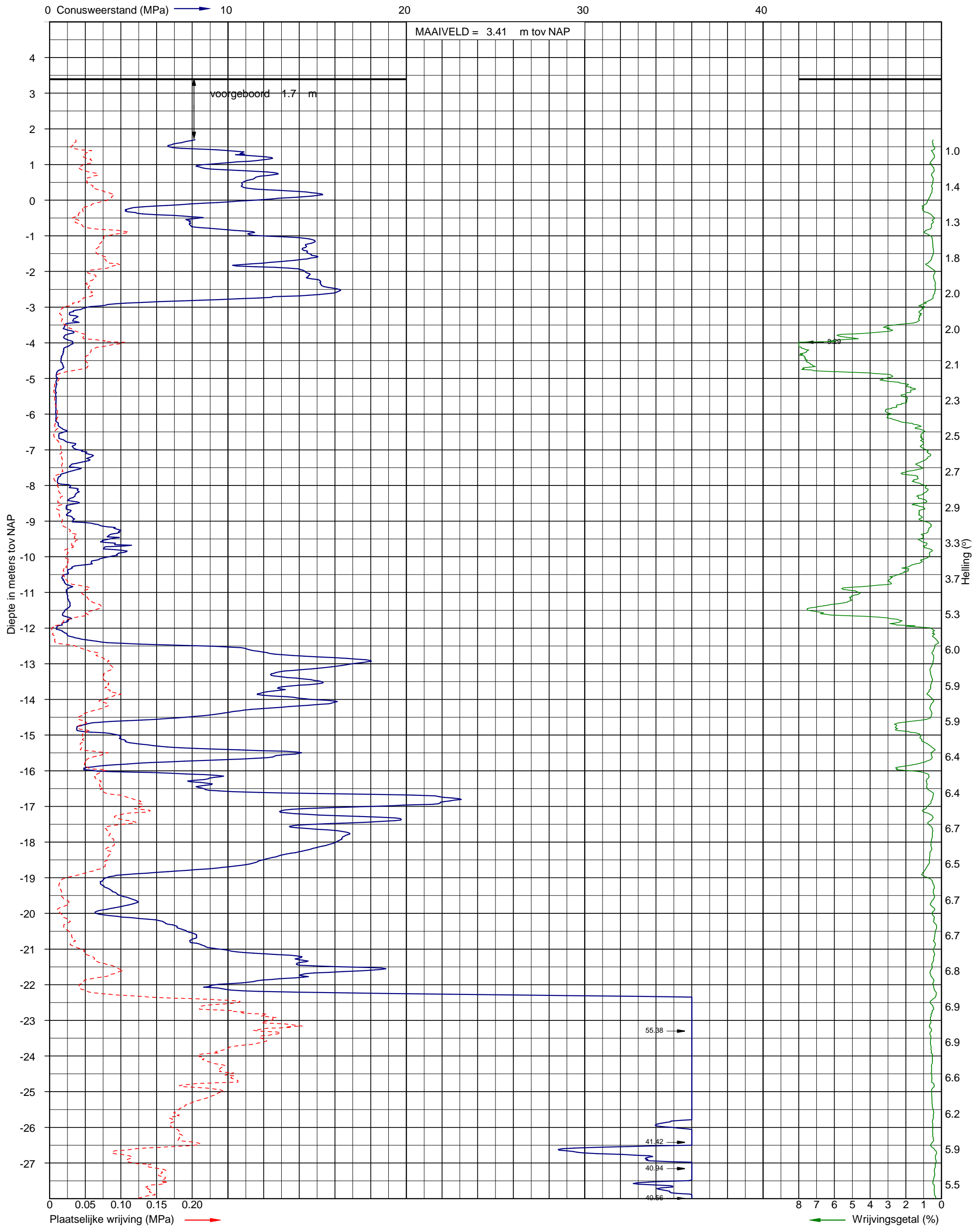
X: 120166  
Y: 483773

Pagina: 1/1

Sondering DKM-04



Opdracht: 06P002887  
Project: Grondonderzoek WTC aan de Strawinskyaan 1 te Amsterdam



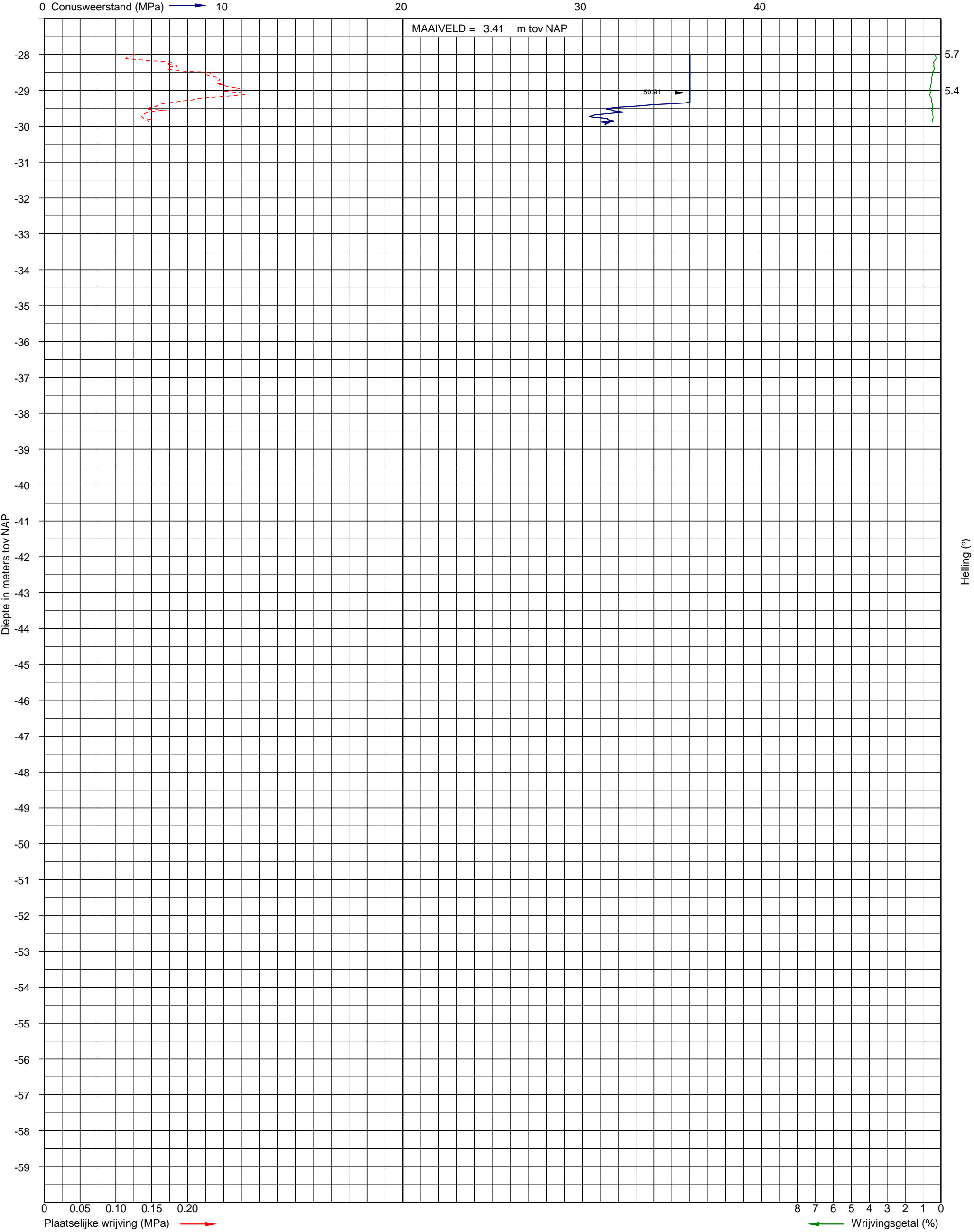
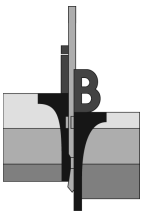
Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3  
Conusoppervlak 10 cm<sup>2</sup>

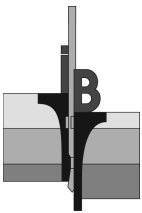
Uitvoerder: S9  
Datum: 19-10-2016

X: 120177  
Y: 483774

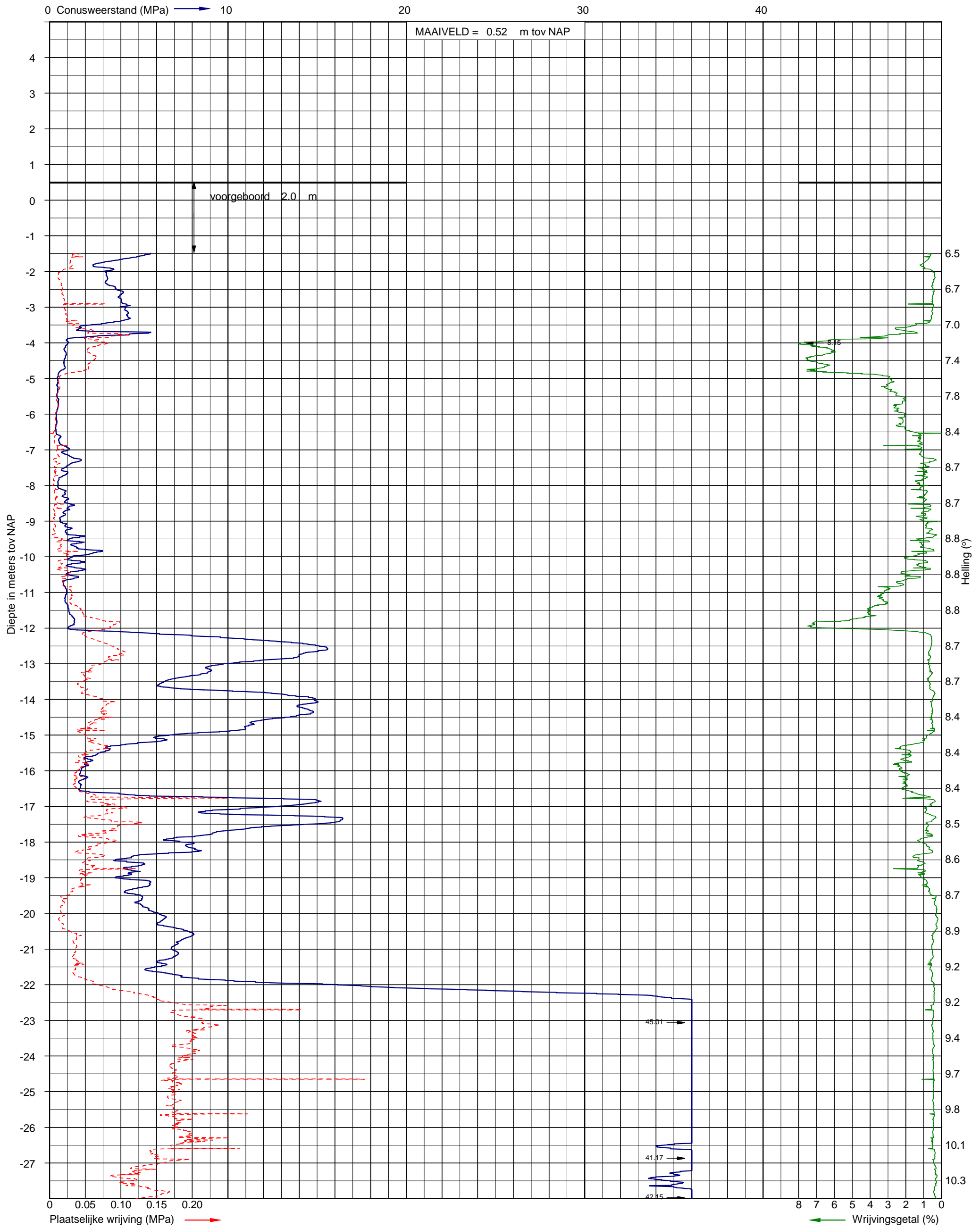
Pagina: 1/2

Sondering DKM-05





Opdracht: 06P002887  
Project: Grondonderzoek WTC aan de Strawinskyaan 1 te Amsterdam



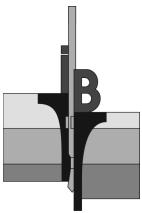
Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 2  
Conusoppervlak 15 cm<sup>2</sup>

Uitvoerder: Inpijn-Blokpoel  
Datum: 19-10-2016

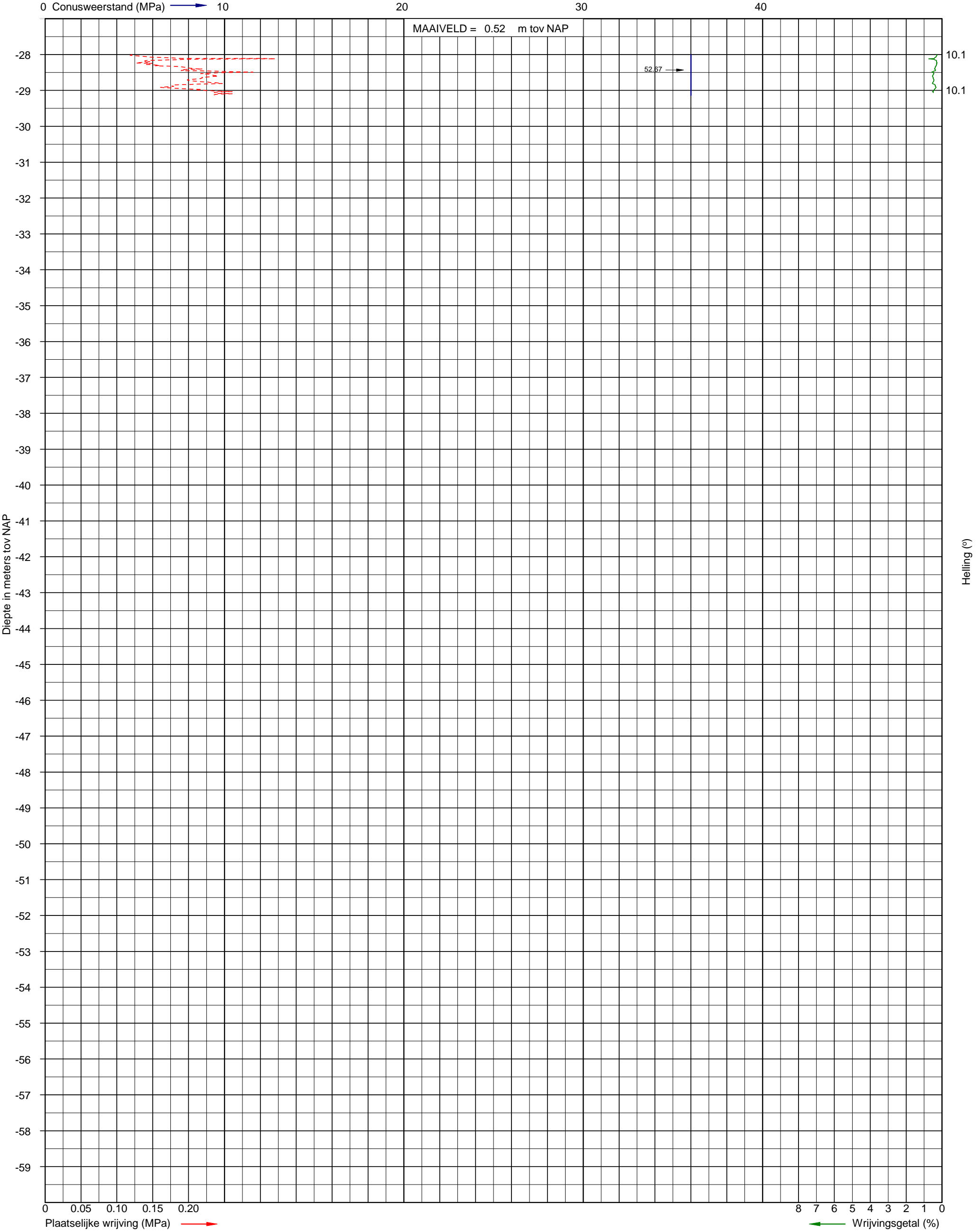
X: 0  
Y: 0

Pagina: 1/2

Sondering DKM-06



Opdracht: 06P002887  
Project: Grondonderzoek WTC aan de Strawinskylaan 1 te Amsterdam



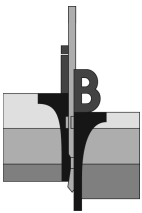
Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 2  
Conusoppervlak 15 cm<sup>2</sup>

Uitvoerder: Inpijn-Blokpoel  
Datum: 19-10-2016

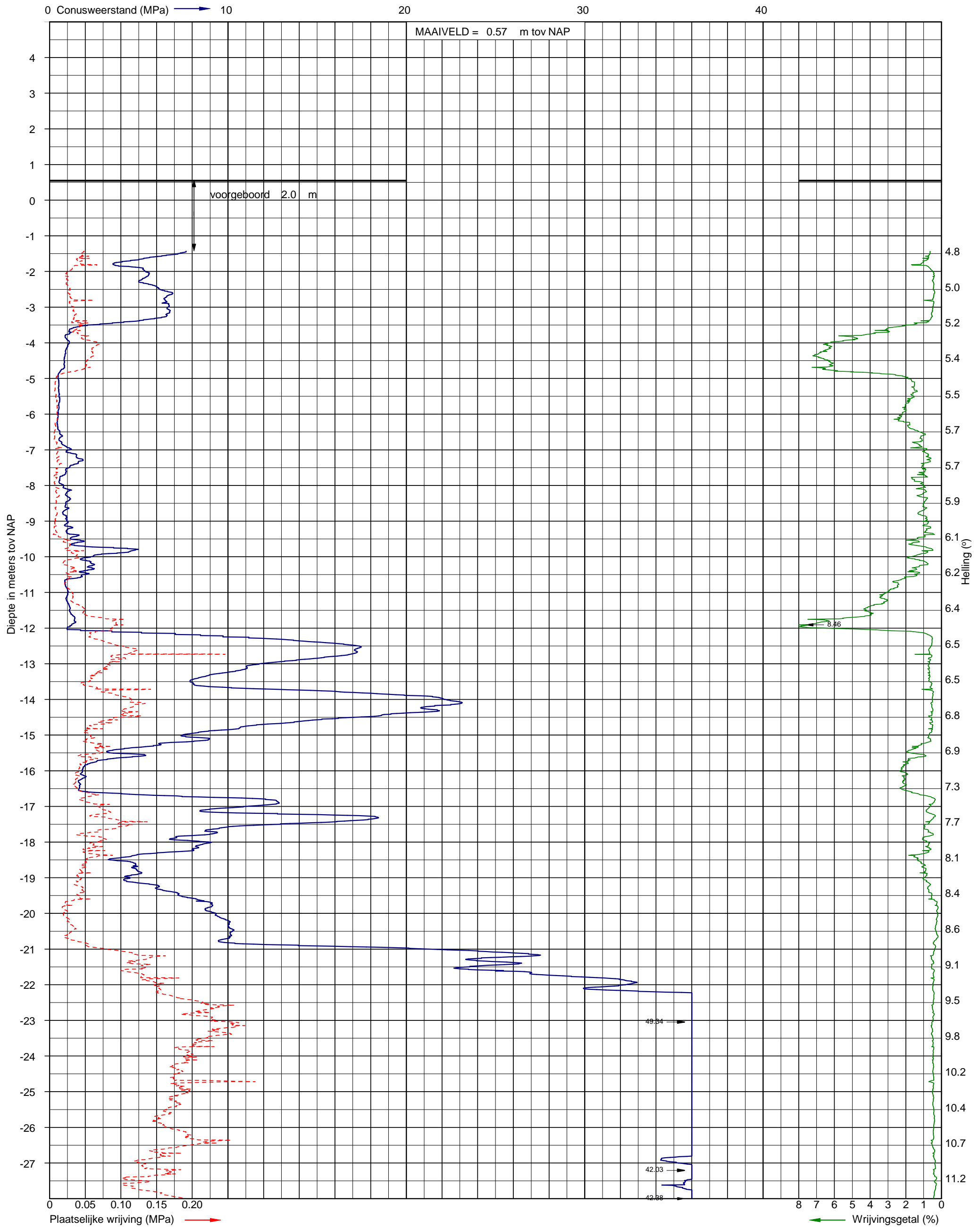
X: 0  
Y: 0

Pagina: 2/2

Sondering DKM-06



Opdracht: 06P002887  
Project: Grondonderzoek WTC aan de Strawinskylaan 1 te Amsterdam



Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 2  
Conusoppervlak 15 cm<sup>2</sup>

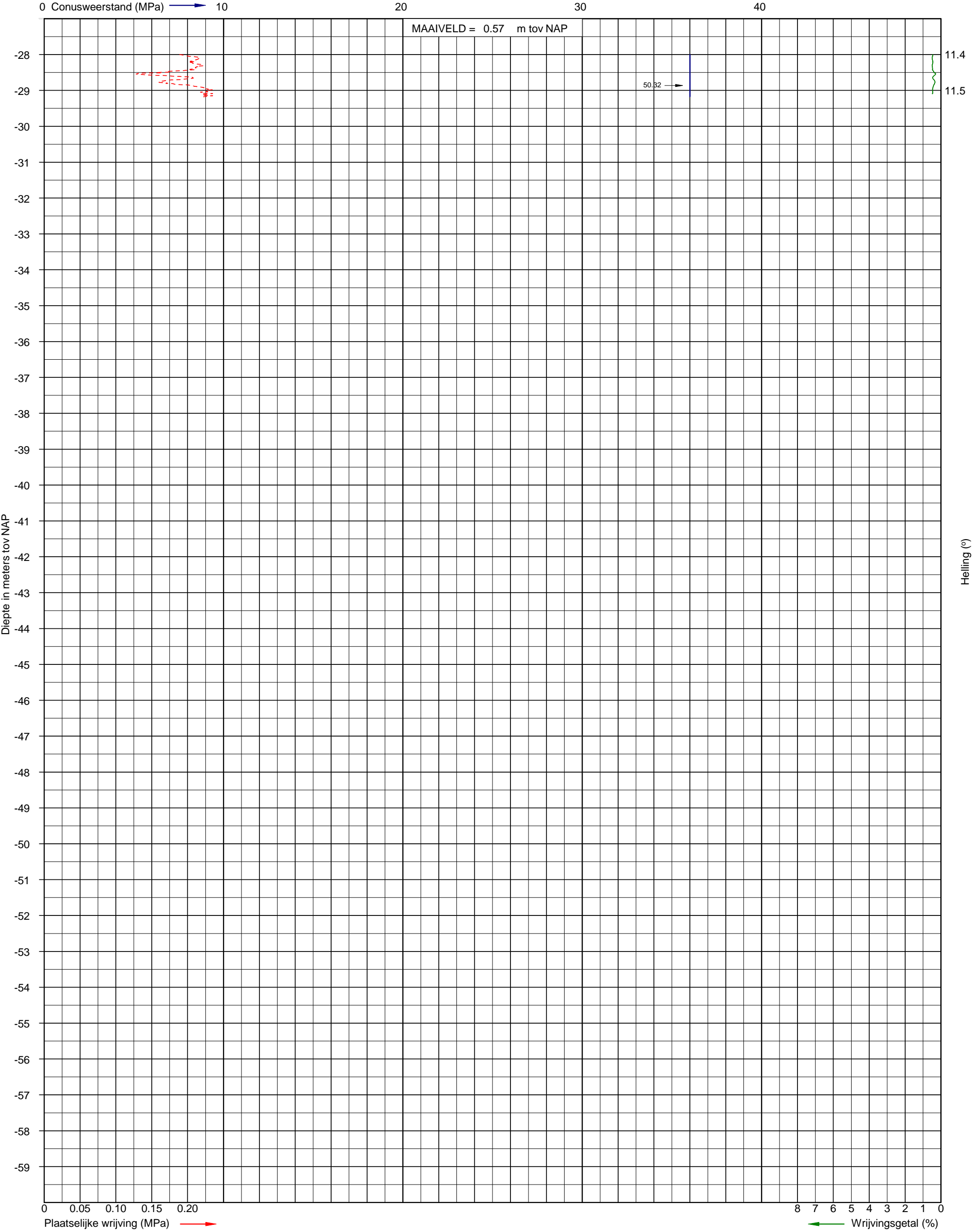
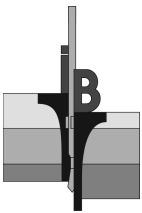
Uitvoerder: Inpijn-Blokpoel  
Datum: 19-10-2016

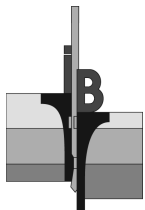
X: 0  
Y: 0

Pagina: 1/2

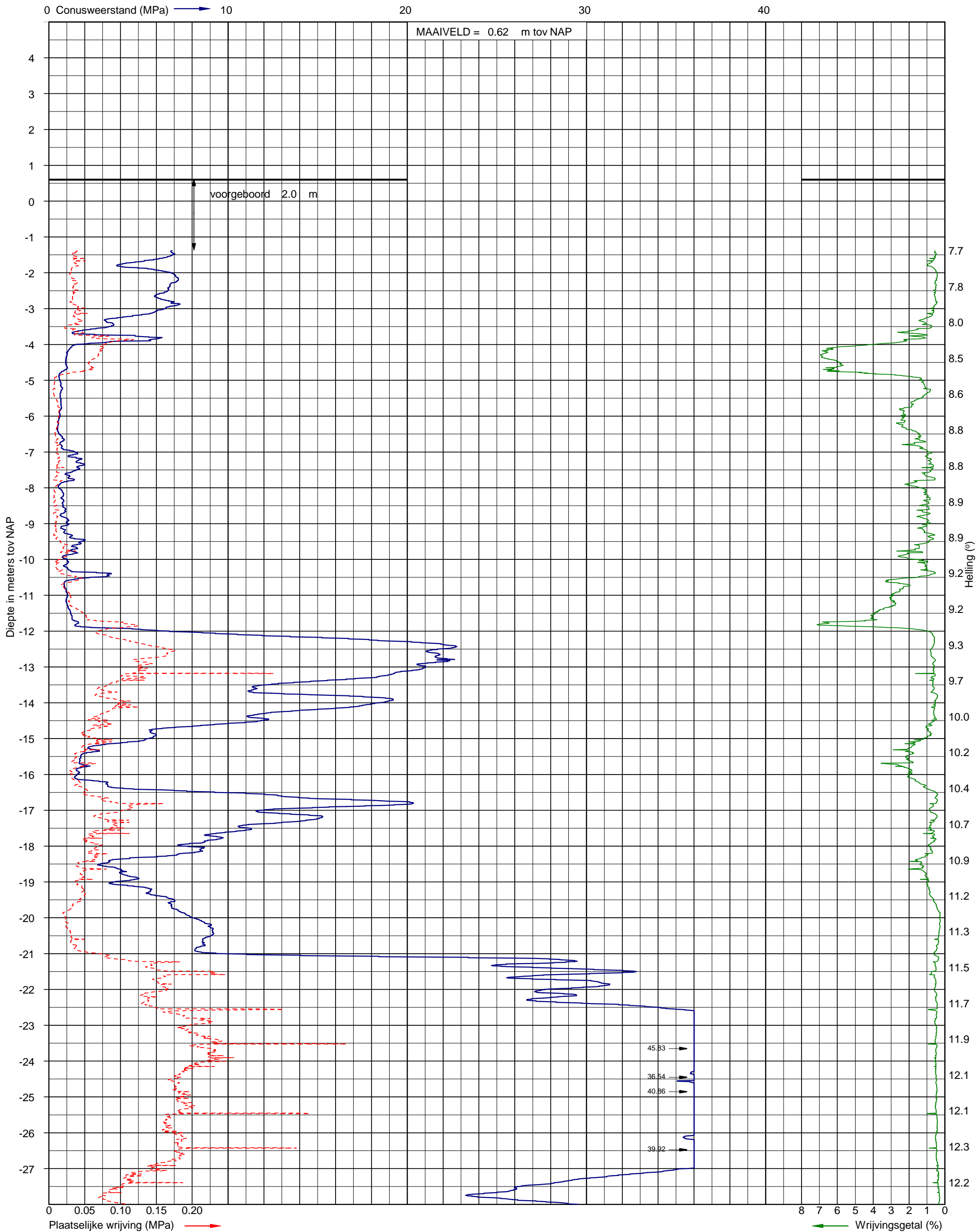
**Sondering DKM-07**







Opdracht: 06P002887  
Project: Grondonderzoek WTC aan de Strawinskylaan 1 te Amsterdam



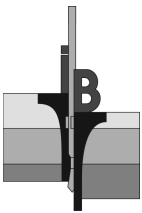
Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 2  
Conusoppervlak 15 cm<sup>2</sup>

Uitvoerder: Inpijn-Blokpoel  
Datum: 19-10-2016

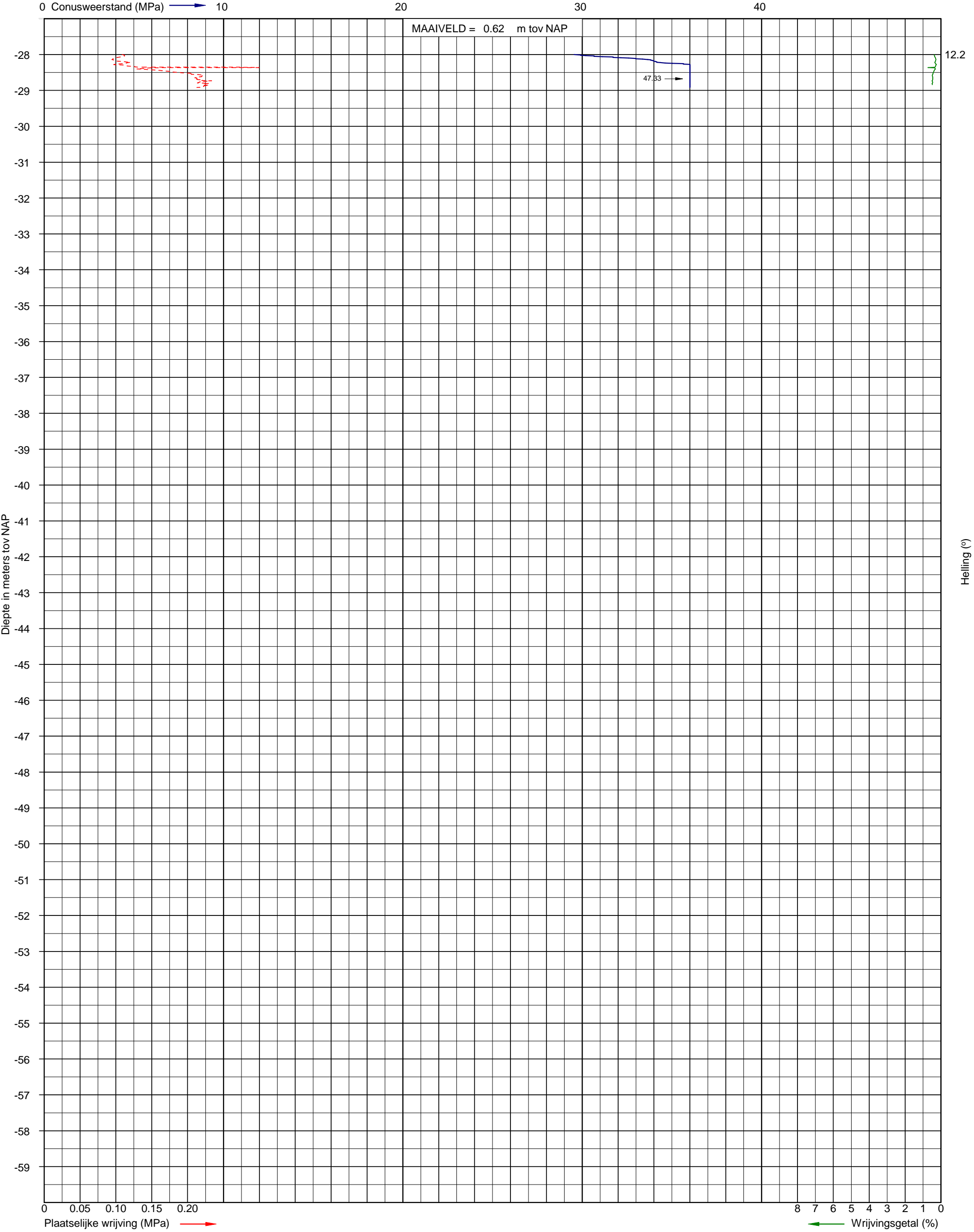
X: 0  
Y: 0

Pagina: 1/2

Sondering DKM-08



Opdracht: 06P002887  
Project: Grondonderzoek WTC aan de Strawinskyaan 1 te Amsterdam



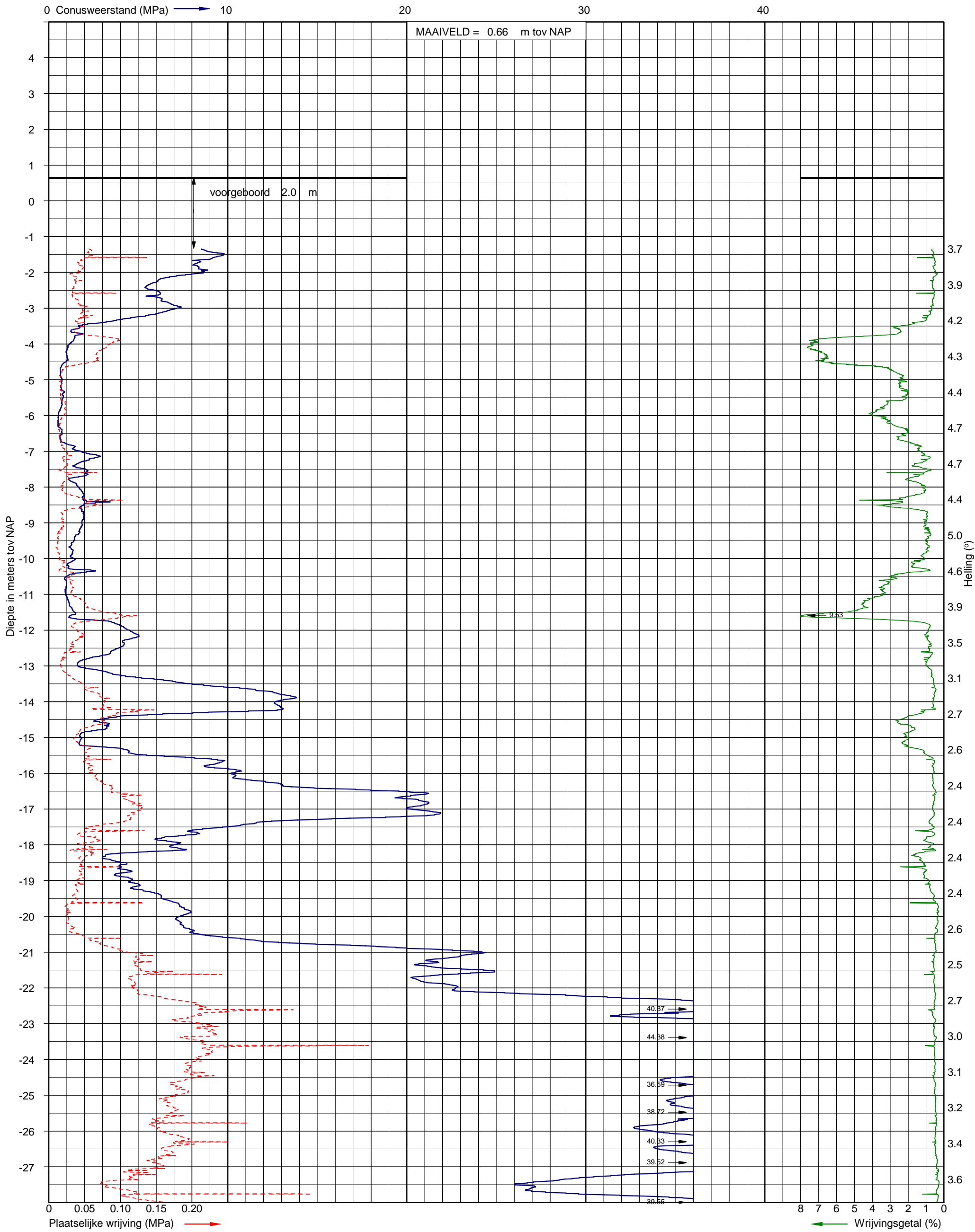
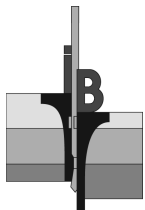
Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 2  
Conusoppervlak 15 cm<sup>2</sup>

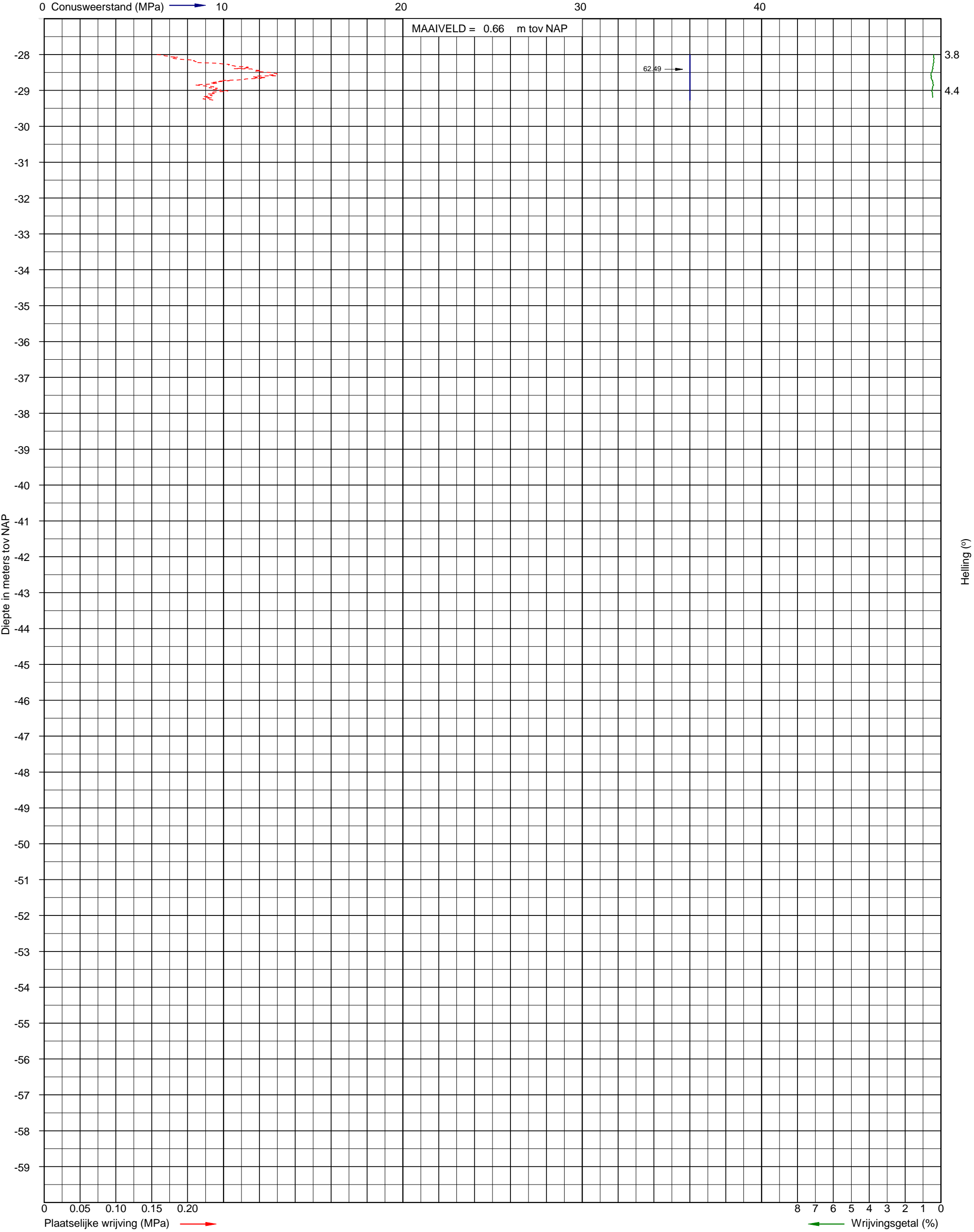
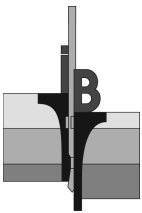
Uitvoerder: Inpijn-Blokpoel  
Datum: 19-10-2016

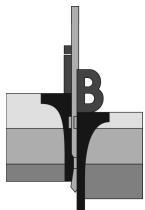
X: 0  
Y: 0

Pagina: 2/2

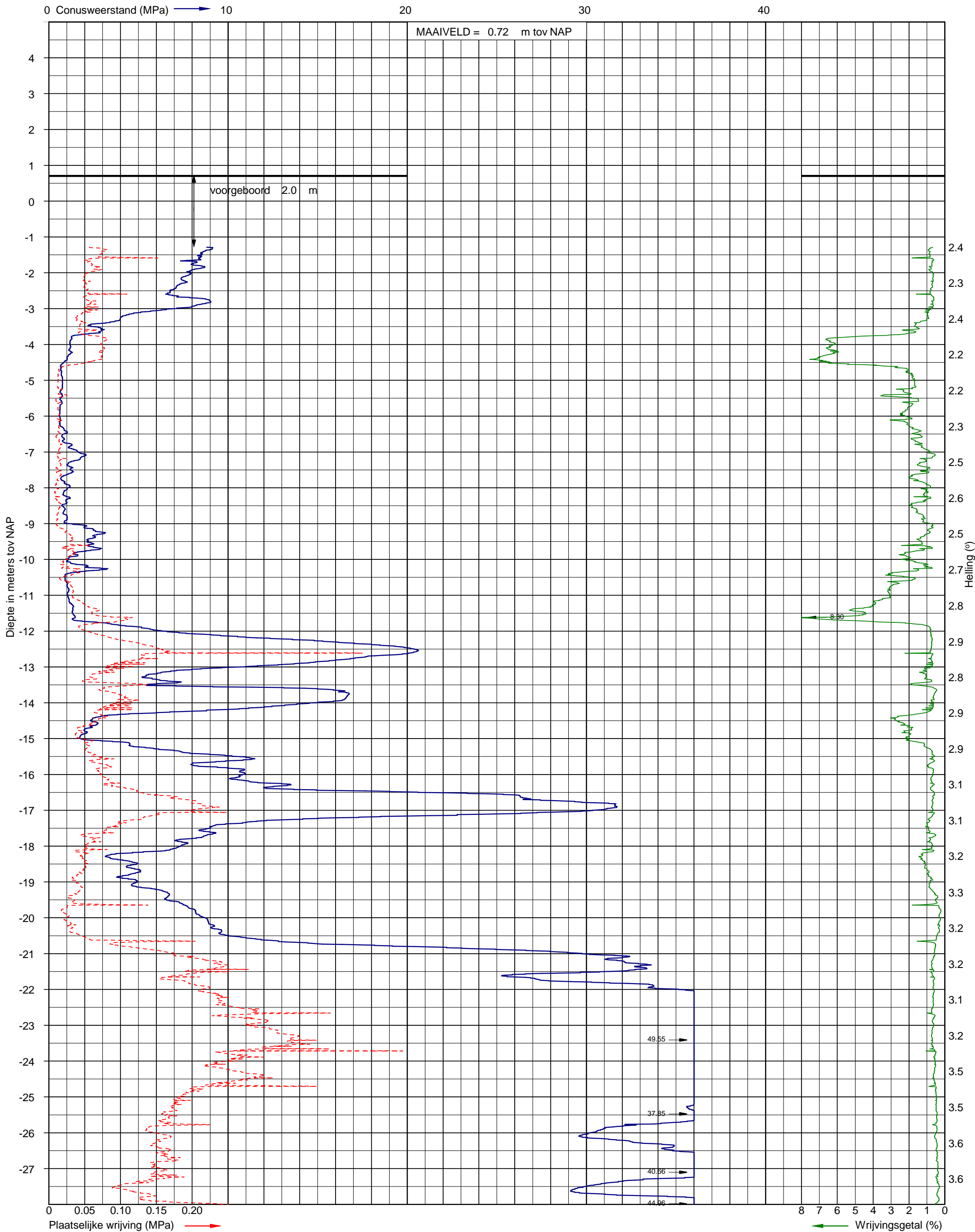
Sondering DKM-08







Opdracht: 06P002887  
Project: Grondonderzoek WTC aan de Strawinskylaan 1 te Amsterdam



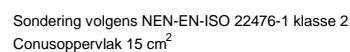
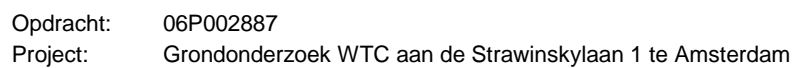
Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 2  
Conusoppervlak 15 cm<sup>2</sup>

Uitvoerder: Inpijn-Blokpoel  
Datum: 19-10-2016

X: 0  
Y: 0

Pagina: 1/2

Sondering DKM-10



Uitvoerder: Inpijn-Blokpoel  
Datum: 19-10-2016

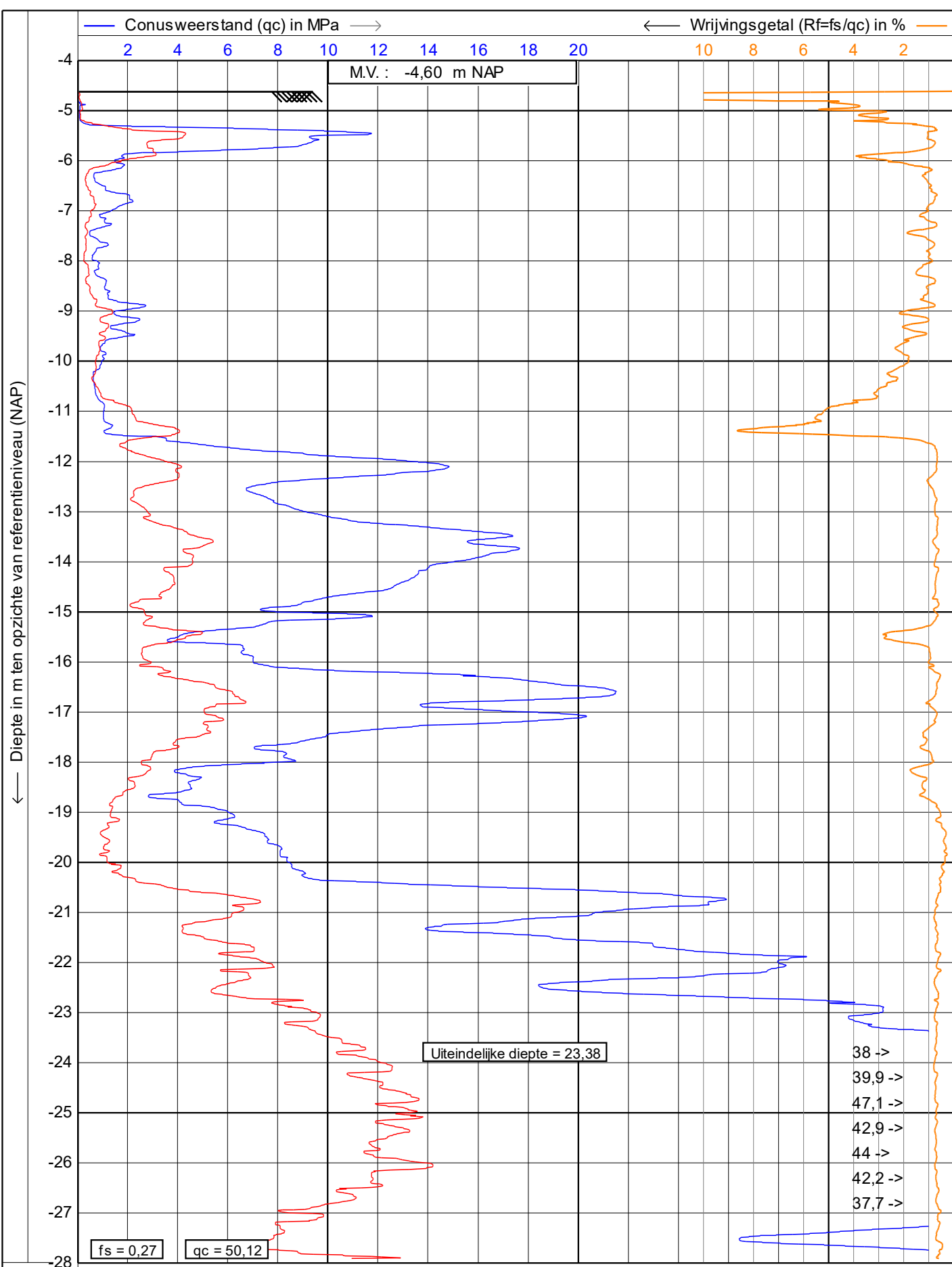
X: 0  
Y: 0


Pagina: 2/2

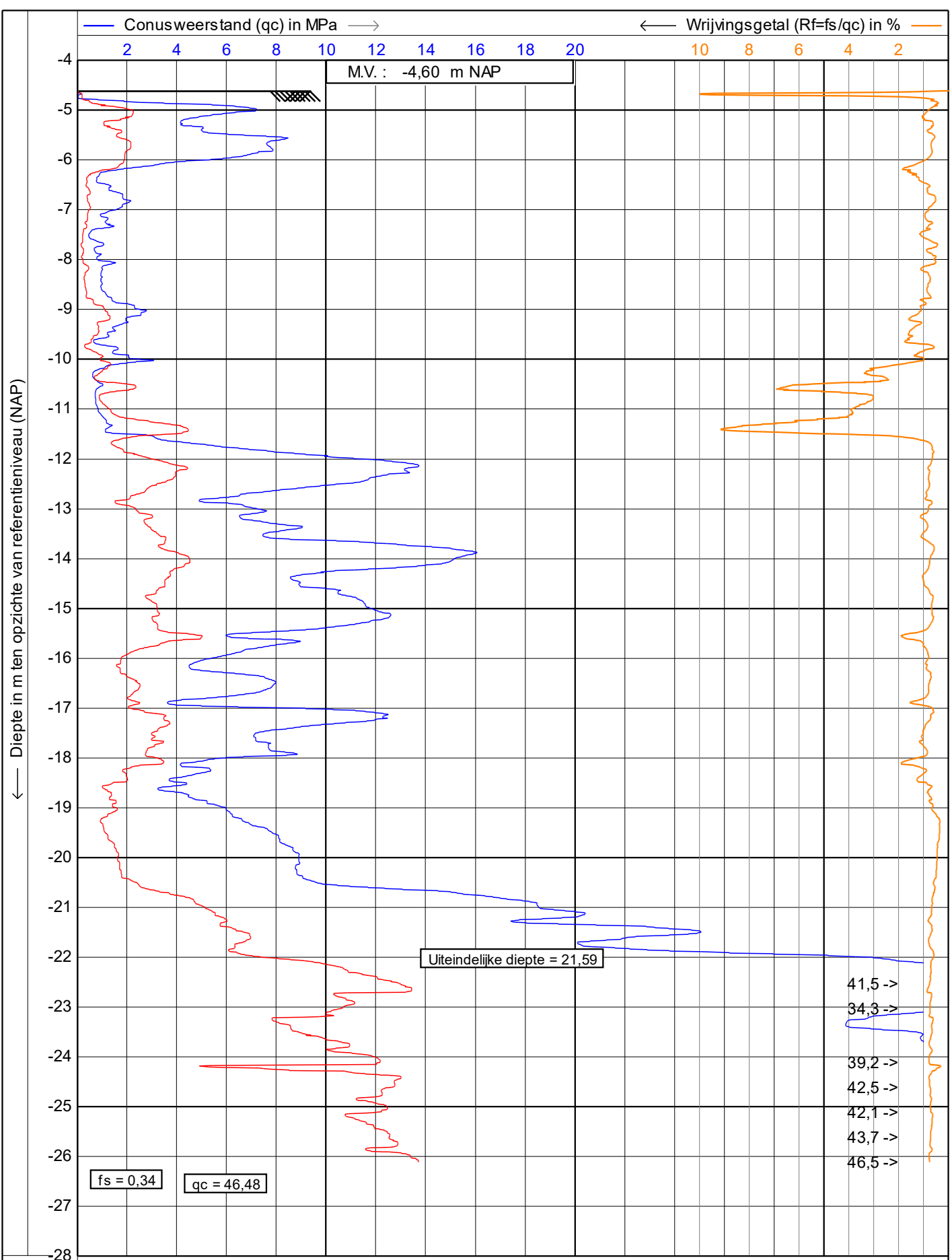
## Sondering DKM-10




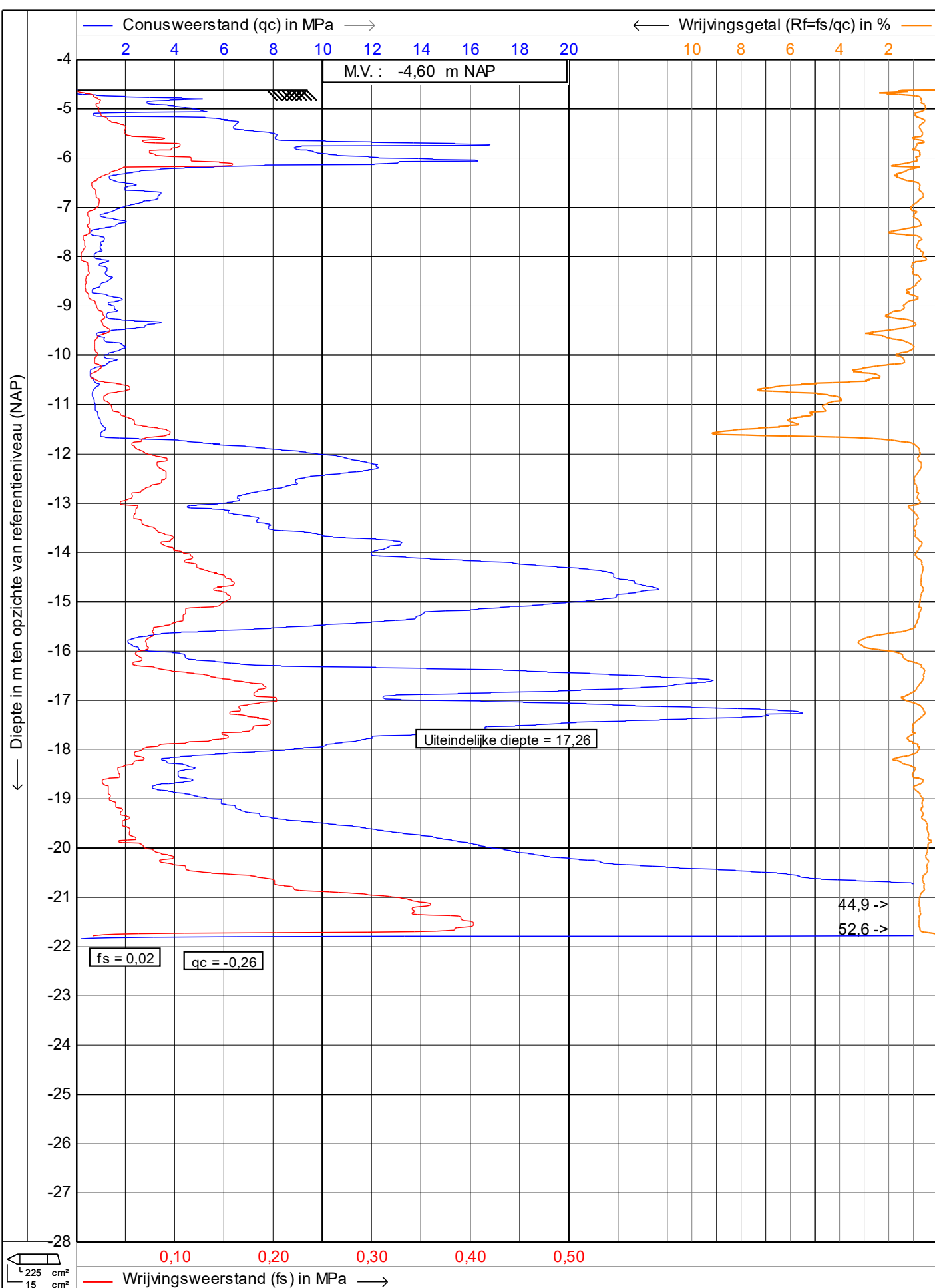


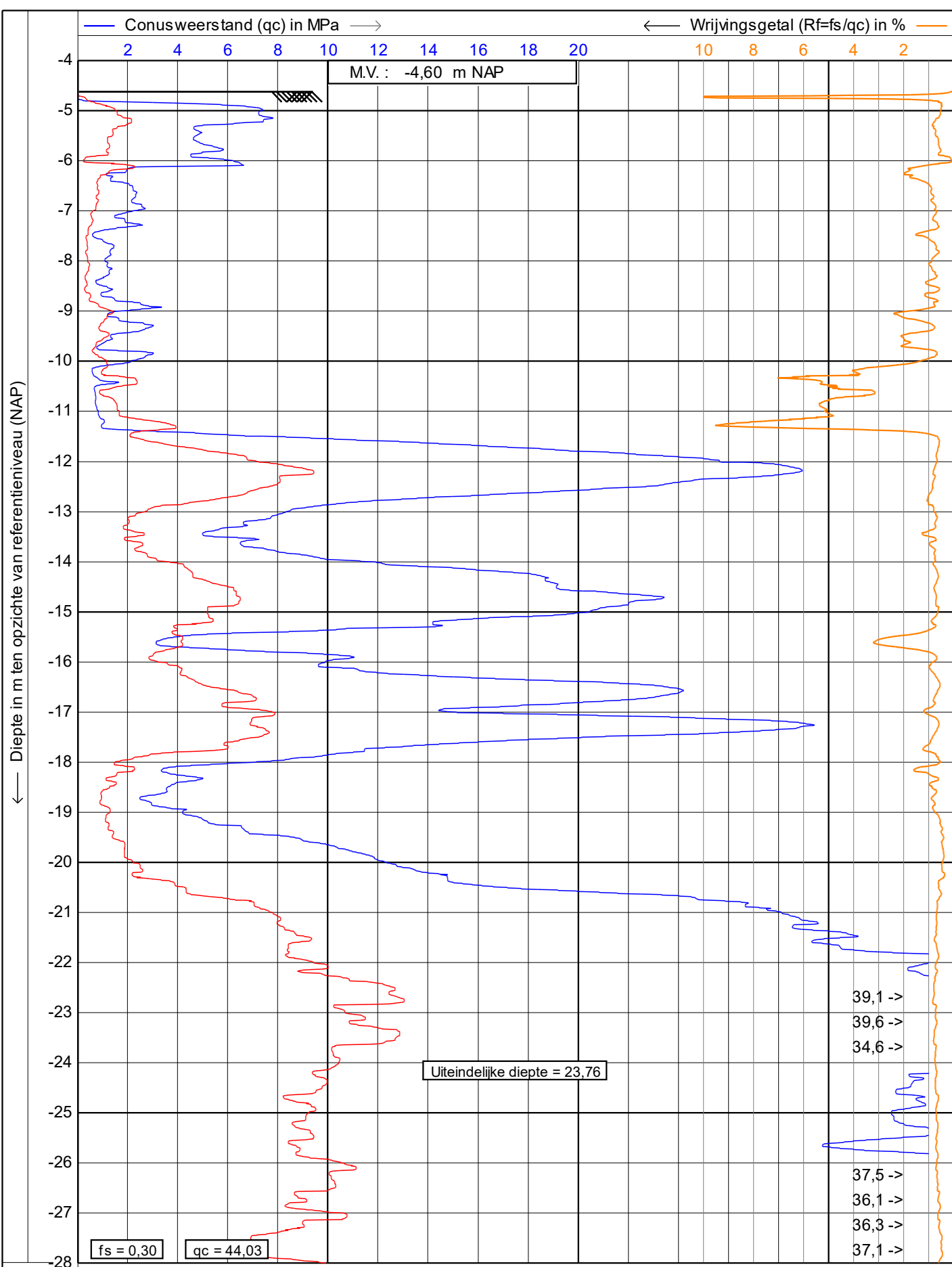


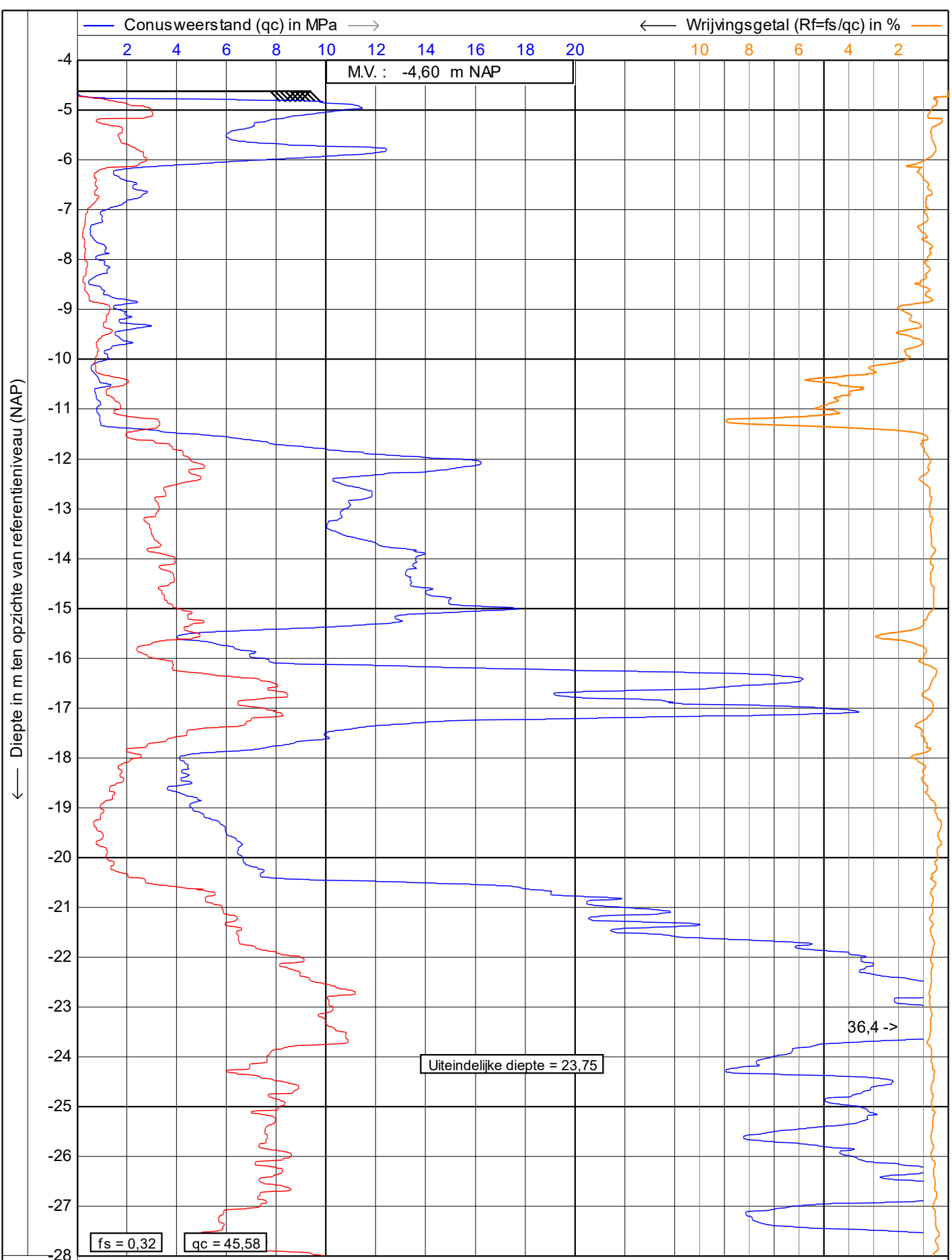
	Test volgens NEN-EN-ISO 22476-1		Datum : 4-11-2016	
	Project : WTC		Conusnr. : S15CFIL.S15040	
	Locatie : Amsterdam		Projectnr. : 480.02.232916	
			Sondeernr.: 01	1/1



	Test volgens NEN-EN-ISO 22476-1		Datum : 4-11-2016	
	Project : WTC		Conusnr. : S15CFIL.S15040	
	Locatie : Amsterdam		Projectnr. : 480.02.232916	
			Sondeernr. : 02	1/1







225 cm²  
15 cm²

Wrijvingsweerstand (fs) in MPa →



Test volgens NEN-EN-ISO 22476-1

Project : **WTC**

Locatie : **Amsterdam**

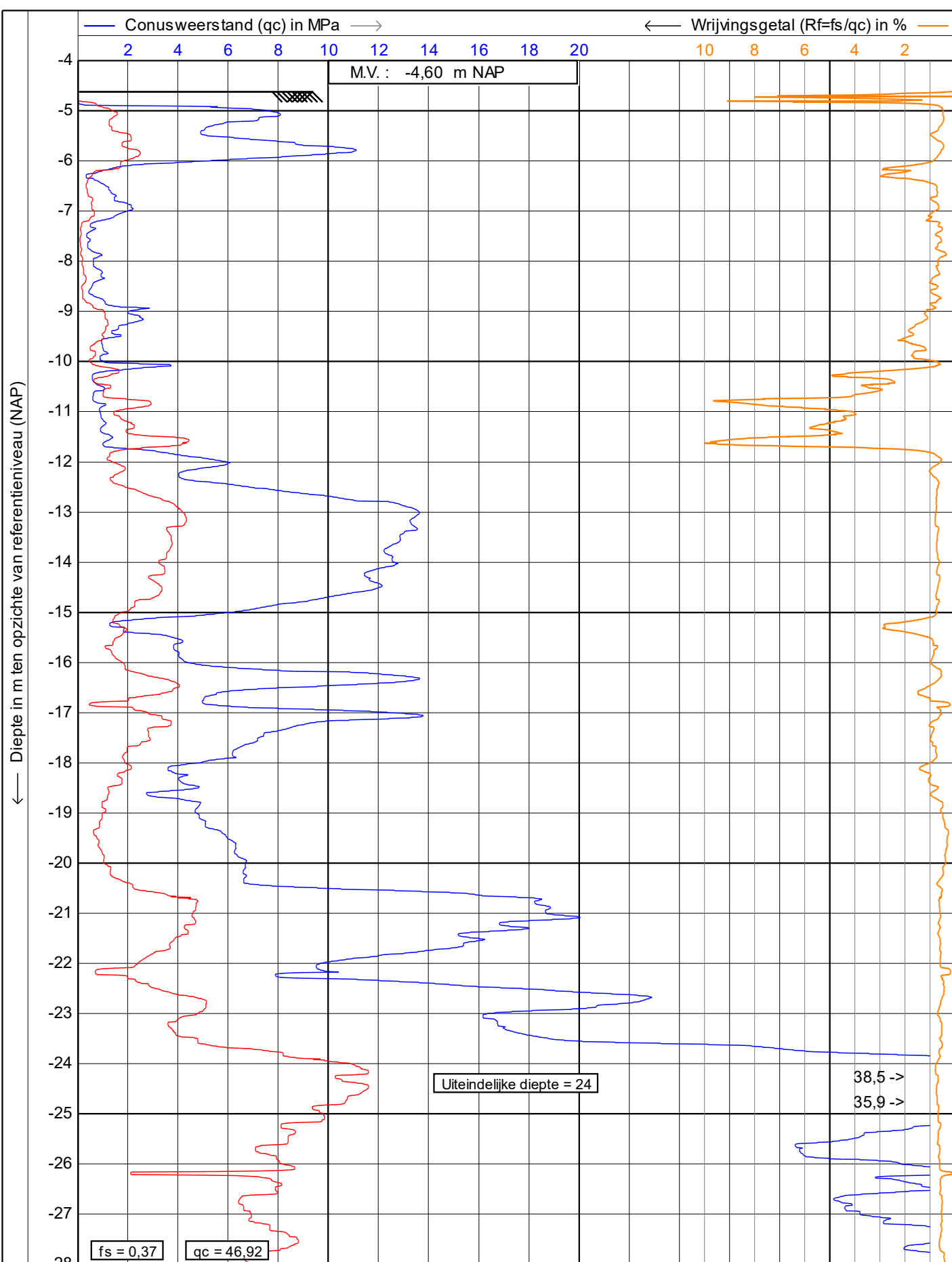
Datum : **7-11-2016**


Conusnr. : **S15CFIL.S15040**

Projectnr. : **480.02.232916**

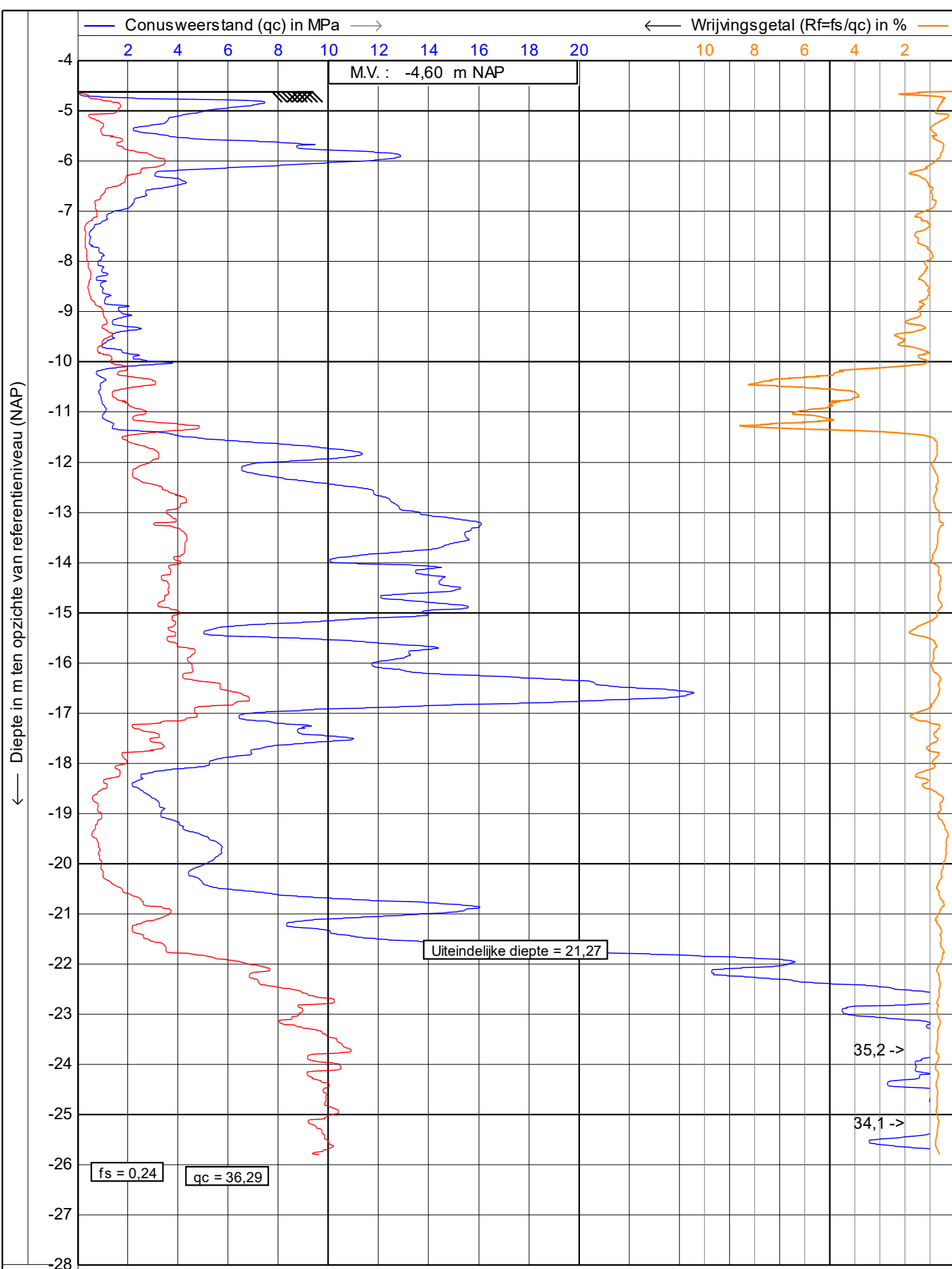
Sondeernr.: **06**


1/1

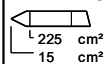
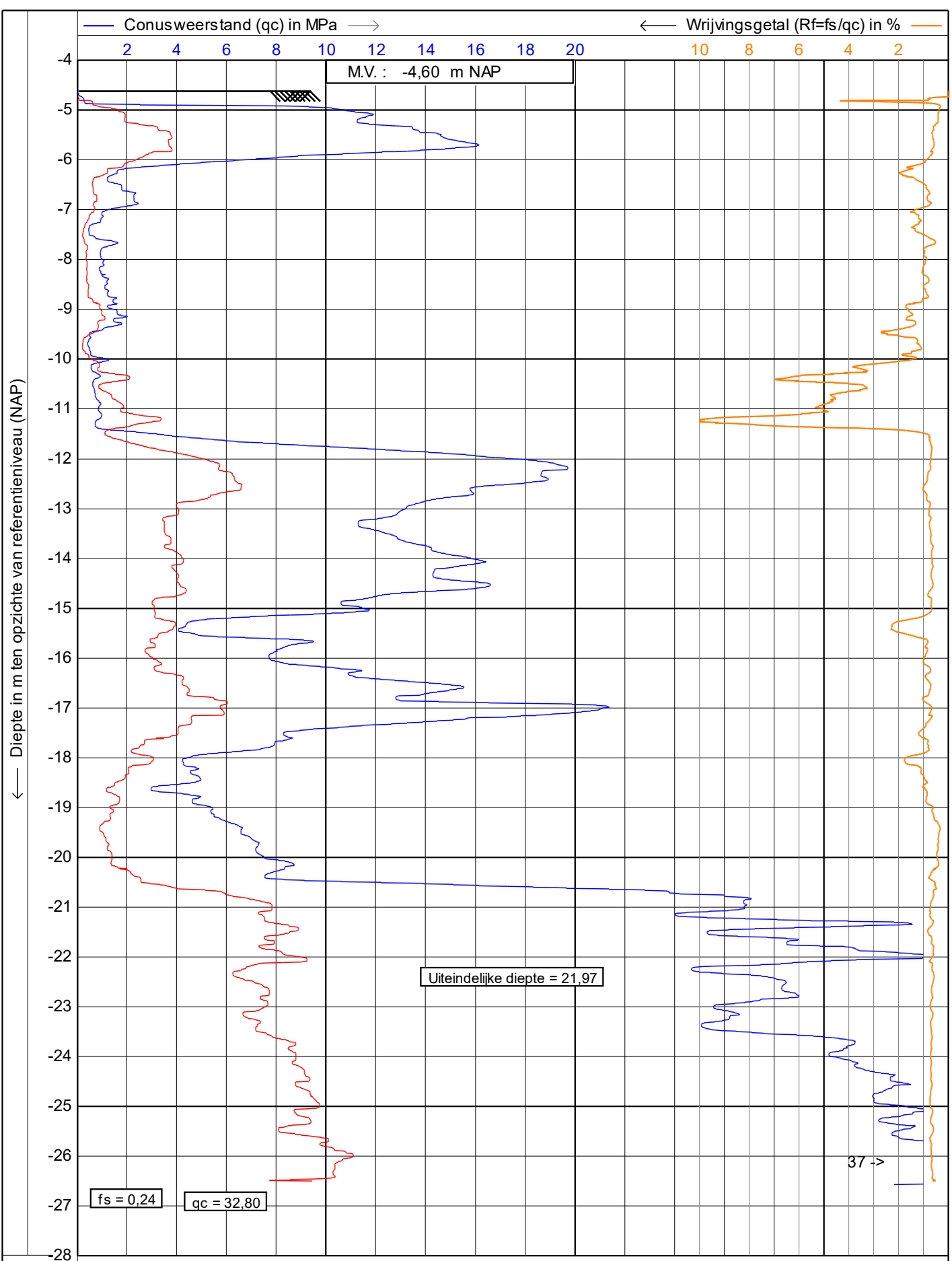


	Test volgens NEN-EN-ISO 22476-1		Datum : 7-11-2016	
	Project : WTC		Conusnr. : S15CFIL.S15040	
	Locatie : Amsterdam		Projectnr. : 480.02.232916	
			Sondeernr. : 07	1/1





	Test volgens NEN-EN-ISO 22476-1		Datum : 9-11-2016	
	Project : WTC		Conusnr. : S15CFIL.S15040	
	Locatie : Amsterdam		Projectnr. : 480.02.232916	
			Sondeernr. : 08	1/1



0,10 0,20 0,30 0,40 0,50

Wrijvingsweerstand (fs) in MPa →

## Bijlage 6 – Grondwater eigenschappen

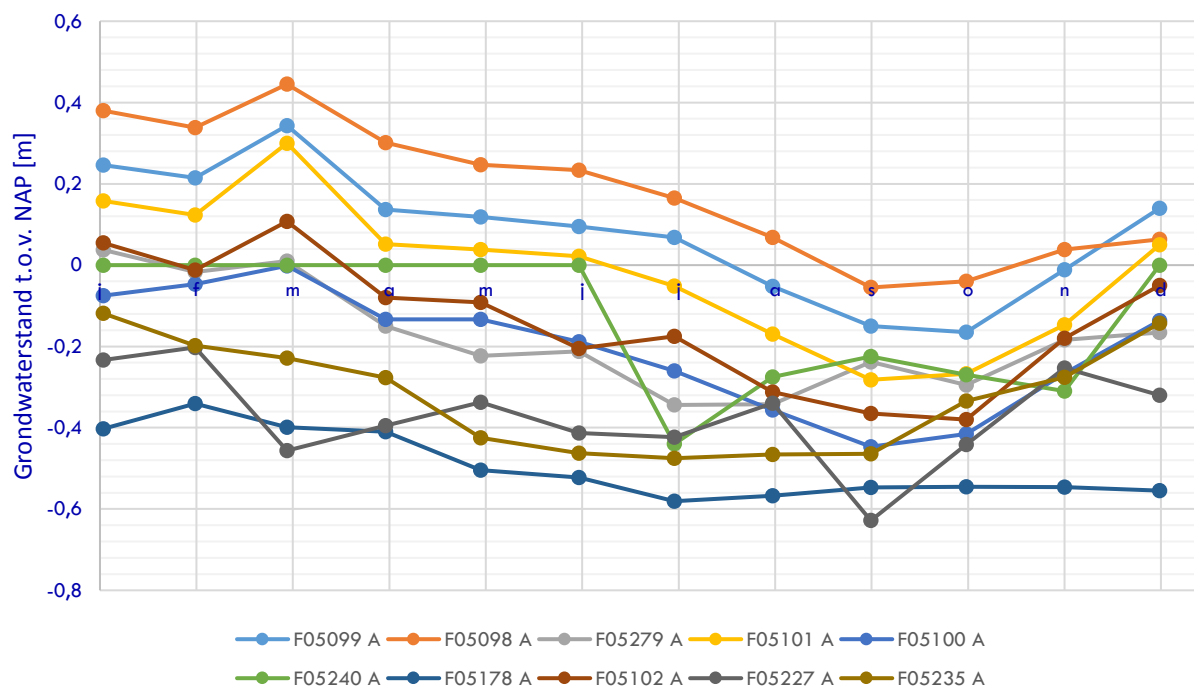
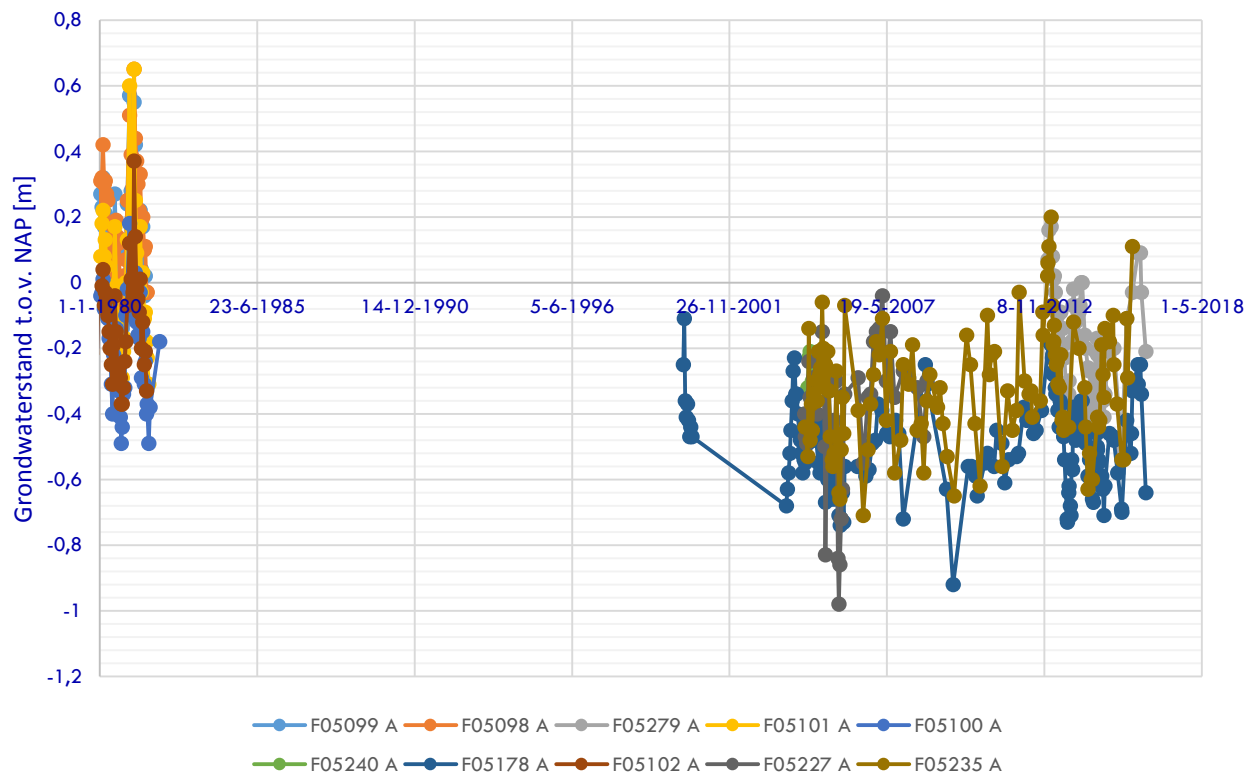
Deze bijlage bestaat uit de volgende onderdelen:

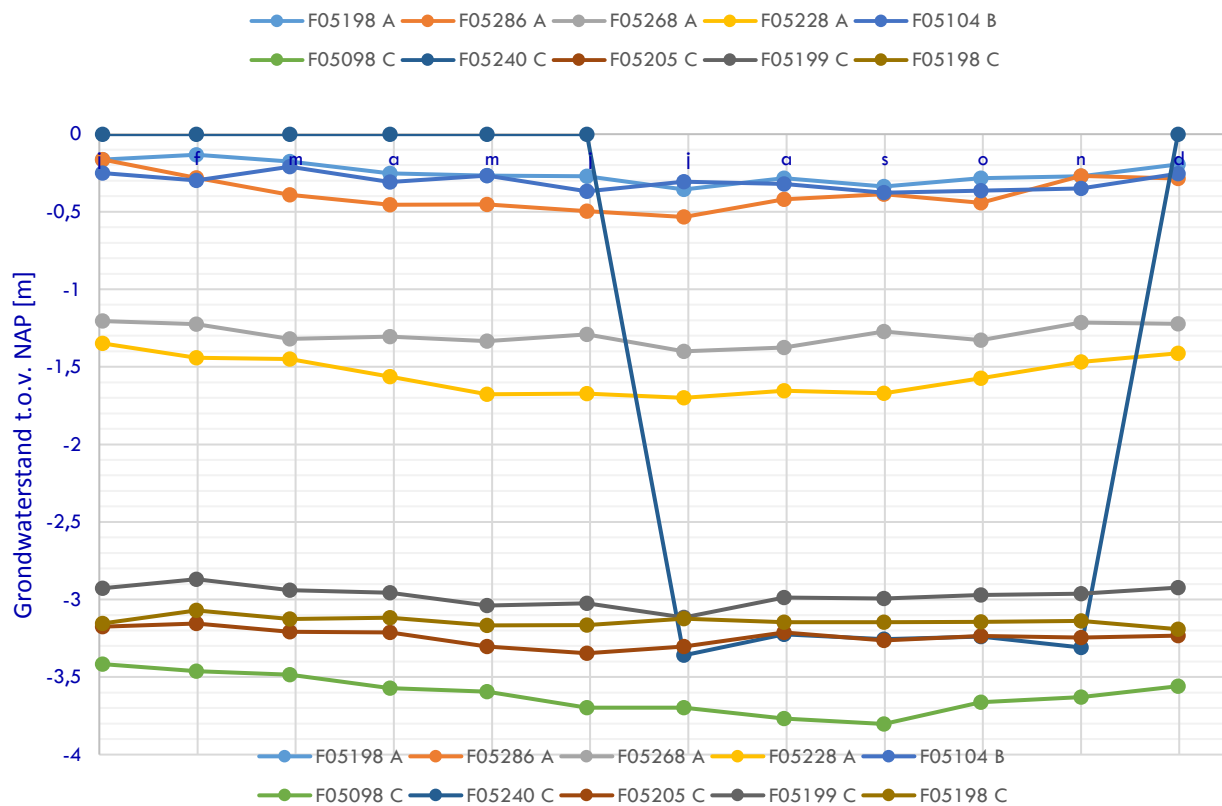
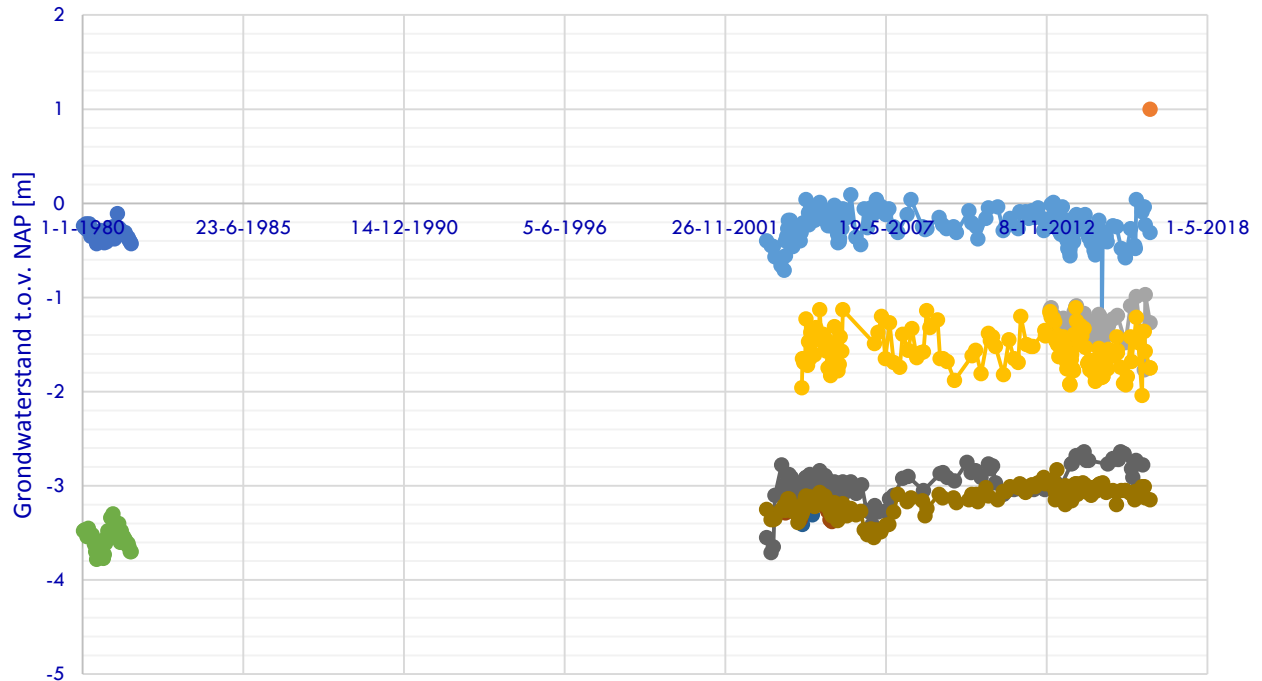
- Overzicht van de gebruikte peilbuismetingen en locaties, berekende maatgevende grondwaterstanden over lange termijn in een tabel;
- Overzicht van de gebruikte peilbuismetingen en locaties, berekende maatgevende grondwaterstanden per seizoen (maand);
- Meetgrafieken grondwaterstanden.

[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

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







## Bijlage 7 – Zettingsberekening Crux

**Report for D-Settlement 16.1**

Settlement Calculations  
Developed by Deltares

Company: CRUX Engineering B.V.

Date of report: 13-10-2017  
Time of report: 12:58:40

Date of calculation: 13-10-2017  
Time of calculation: 11:33:27

Filename: P:\..04 REK\GEO\Zet\ds01 s5 15160 zet tgv spanningsbemaling

Project identification: 15160 WTC Uitbreiding  
zetting t.g.v. stijghoogtebemaling

**1 Table of Contents**

1 Table of Contents	2
2 Echo of the Input	3
2.1 Layer Boundaries	3
2.2 PI-lines	3
2.3 General Data	3
2.4 Soil Profiles	3
2.5 Soil Properties	4
2.6 Water Loads	4
2.6.1 Water Load: Water load (1)	4
2.7 Verticals	5
3 Results per Vertical	6
3.1 Results for Vertical 1 (X = 0,00 m; Z = 0,00 m)	6
3.2 Results for Vertical 2 (X = 15,00 m; Z = 0,00 m)	7
3.3 Results for Vertical 3 (X = 50,00 m; Z = 0,00 m)	8
3.4 Results for Vertical 4 (X = 100,00 m; Z = 0,00 m)	9
3.5 Results for Vertical 5 (X = 150,00 m; Z = 0,00 m)	11
4 Settlements	13
4.1 Settlements	13
4.2 Residual Times	13
5 Warnings and errors	14

## 2 Echo of the Input

### 2.1 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]			
7 - X -	0,000	150,000		
7 - Y -	0,500	0,500		
6 - X -	0,000	150,000		
6 - Y -	-3,500	-3,500		
5 - X -	0,000	150,000		
5 - Y -	-4,900	-4,900		
4 - X -	0,000	150,000		
4 - Y -	-6,200	-6,200		
3 - X -	0,000	150,000		
3 - Y -	-10,200	-10,200		
2 - X -	0,000	150,000		
2 - Y -	-11,000	-11,000		
1 - X -	0,000	150,000		
1 - Y -	-12,000	-12,000		
0 - X -	0,000	150,000		
0 - Y -	-14,500	-14,500		

### 2.2 PI-lines

PI-line number	Co-ordinates [m]				
1 - X -	0,000	150,000			
1 - Y -	-0,010	-0,010			
2 - X -	0,000	150,000			
2 - Y -	-3,140	-3,140			
3 - X -	0,000	15,000	30,000	50,000	100,000
3 - Y -	-4,400	-3,950	-3,750	-3,620	-3,450
3 - X -	150,000				
3 - Y -	-3,370				

### 2.3 General Data

Soil model:	Koppejan
Consolidation model:	Terzaghi
Strain model:	Natural
Groundwater level:	Initial determined by PI-line number 1
Unit weight of water:	9,81 [kN/m <sup>3</sup> ]
Dispersion conditions layer boundaries	
- Top:	drained
- Bottom:	drained
Stress distribution	
- Soil:	Buisman
- Loads:	None
End of consolidation:	10000,00 [days]
No maintain profile	
Pc (initial):	Constant
Pc (per step):	Automatic increased to the initial effective stresses
No imaginary surface	
With submerging	
(only for non uniform loads)	
- Iteration stop criterium :	0,10 [m]
Load column width	
- Non-Uniform Loads :	1,00 [m]
- Trapezoidal Loads :	1,00 [m]

### 2.4 Soil Profiles

Layer number	Material name	PI-line top	PI-line bottom
--------------	---------------	-------------	----------------

Layer number	Material name	PI-line top	PI-line bottom
7	ophoogzand	1	1
6	Hollandveen	1	1
5	Oude Zeeklei	1	1
4	Wadzand	1	1
3	Hydrobiaklei	1	99
2	Basisveen	99	2
1	Eerste Zandlaag	2	2

### 2.5 Soil Properties

Layer number	Drained	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m <sup>3</sup> ]	Saturated [kN/m <sup>3</sup> ]
7	Yes	17,00	19,00
6	No	10,50	10,50
5	No	16,50	16,50
4	No	17,00	17,00
3	No	15,00	15,00
2	No	12,00	12,00
1	Yes	18,00	20,00

Layer number	Vert. consolid. coefficient Cv [m <sup>2</sup> /s]
7	-
6	5,00E-08
5	1,00E-08
4	1,00E-04
3	1,00E-06
2	2,00E-08
1	-

Layer number	Precons. pressure [kN/m <sup>2</sup> ]	POP [kN/m <sup>2</sup> ]	OCR [-]
7	-	10,00	-
6	-	10,00	-
5	-	10,00	-
4	-	10,00	-
3	-	10,00	-
2	-	10,00	-
1	-	10,00	-

Layer number	Primary compr. coeff.		Secular compr. coeff.		Swell constants	
	Cp [-]	Cp' [-]	Cs [-]	Cs' [-]	Ap [-]	As [-]
7	1,80E+03	6,00E+02	1,00E+99	1,00E+99	1,80E+03	1,00E+99
6	3,10E+01	6,20E+00	1,37E+02	2,73E+01	3,10E+01	2,73E+01
5	1,58E+02	2,63E+01	1,25E+03	2,09E+02	1,58E+02	2,09E+02
4	1,68E+02	4,20E+01	1,60E+03	4,00E+02	1,68E+02	4,00E+02
3	1,20E+02	2,40E+01	9,00E+02	1,80E+02	1,20E+02	1,80E+02
2	3,60E+01	7,30E+00	1,70E+02	3,40E+01	3,60E+01	3,40E+01
1	4,00E+03	1,00E+03	1,00E+99	1,00E+99	4,00E+03	1,00E+99

### 2.6 Water Loads

#### 2.6.1 Water Load: Water load (1)

Phreatic line	1
Time [days]	0

Layer number	PI-line top	PI-line bottom
7	1	1
6	1	1
5	1	1
4	1	1
3	1	99
2	99	3
1	3	3

## 2.7 Verticals

Vertical number	X co-ordinates [m]				
1 - 5	0,000	15,000	50,000	100,000	150,000

## 3 Results per Vertical

### 3.1 Results for Vertical 1 (X = 0,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]
Layer 7						
0.50	0,001	0,000	0,001	0,001	0,000	0,001
0.40	1,700	0,000	1,700	1,700	0,000	1,700
0.30	3,400	0,000	3,400	3,400	0,000	3,400
0.20	5,100	0,000	5,100	5,100	0,000	5,100
0.10	6,800	0,000	6,800	6,800	0,000	6,800
0.00	8,500	0,000	8,500	8,500	0,000	8,500
-0.01	8,670	0,000	8,670	8,719	0,049	8,670
-0.10	10,380	0,883	9,497	10,429	0,932	9,497
-0.20	12,280	1,864	10,416	12,329	1,913	10,416
-0.30	14,180	2,845	11,335	14,229	2,894	11,335
-0.40	16,080	3,826	12,254	16,129	3,875	12,254
-0.50	17,980	4,807	13,173	18,029	4,856	13,173
-1.50	36,980	14,617	22,363	37,029	14,666	22,363
-2.34	52,940	22,857	30,083	52,989	22,907	30,083
-3.14	68,140	30,705	37,435	68,189	30,755	37,435
-3.50	74,980	34,237	40,743	75,029	34,286	40,743
Layer 6						
-3.50	74,980	34,237	40,743	75,029	34,286	40,743
-4.20	82,330	41,104	41,226	82,379	41,153	41,226
-4.40	84,430	43,066	41,364	84,479	43,115	41,364
-4.90	89,680	47,971	41,709	89,729	48,020	41,709
Layer 5						
-4.90	89,680	47,971	41,709	89,729	48,020	41,709
-5.55	100,405	54,347	46,058	100,454	54,397	46,058
-6.20	111,130	60,724	50,406	111,179	60,773	50,406
Layer 4						
-6.20	111,130	60,724	50,406	111,179	60,773	50,406
-7.20	128,130	70,534	57,596	128,179	70,583	57,596
-8.20	145,130	80,344	64,786	145,179	80,393	64,786
-9.20	162,130	90,154	71,976	162,179	90,203	71,976
-10.20	179,130	99,964	79,166	179,179	100,013	79,166
Layer 3						
-10.20	179,130	99,964	79,166	179,179	100,013	79,166
-10.60	185,130	97,064	88,066	185,178	94,366	90,812
-11.00	191,130	94,165	96,965	191,176	88,718	102,459
Layer 2						
-11.00	191,130	94,165	96,965	191,176	88,718	102,459
-11.50	197,130	90,541	106,589	197,159	81,643	115,516
-12.00	203,130	86,917	116,213	203,131	74,557	128,574
Layer 1						
-12.00	203,130	86,917	116,214	203,131	74,557	128,574
-12.65	216,130	93,293	122,837	216,131	80,933	135,198
-13.25	228,130	99,179	128,951	228,130	86,819	141,311
-13.90	241,130	105,556	135,574	241,130	93,195	147,935
-14.50	253,130	111,442	141,688	253,130	99,081	154,049

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary [m]	Secondary [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]
7	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
6	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
5	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
4	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary	Secondary	Primary	Secondary 10 [days]	Primary	Secondary 10 [days]
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
3	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,0000	0,0000	0,0021	0,0005	0,0004	0,0001
1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Total	0,0000	0,0000	0,0024	0,0005	0,0004	0,0001

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From	To		Primary	Secondary 10 [days]	After 10000 [days]	
[m]	[m]		[m]	[m]	[m]	
0,50	-3,50	7	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
-3,50	-4,90	6	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
-4,90	-6,20	5	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
-6,20	-10,20	4	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
-10,20	-11,00	3	0,0002	0,0000	0,0003	0,04
-11,00	-12,00	2	0,0025	0,0005	0,0046	0,46
-12,00	-14,50	1	0,0001	0,0000	0,0001	0,00
Total			0,0028	0,0006	0,0050	

## 3.2 Results for Vertical 2 (X = 15,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m²]	S-water [kN/m²]	S-eff. [kN/m²]	S-total [kN/m²]	S-water [kN/m²]	S-eff. [kN/m²]
Layer 7						
0,50	0,001	0,000	0,001	0,001	0,000	0,001
0,40	1,700	0,000	1,700	1,700	0,000	1,700
0,30	3,400	0,000	3,400	3,400	0,000	3,400
0,20	5,100	0,000	5,100	5,100	0,000	5,100
0,10	6,800	0,000	6,800	6,800	0,000	6,800
0,00	8,500	0,000	8,500	8,500	0,000	8,500
-0,01	8,670	0,000	8,670	8,698	0,028	8,670
-0,10	10,380	0,883	9,497	10,408	0,911	9,497
-0,20	12,280	1,864	10,416	12,308	1,892	10,416
-0,30	14,180	2,845	11,335	14,208	2,873	11,335
-0,40	16,080	3,826	12,254	16,108	3,854	12,254
-0,50	17,980	4,807	13,173	18,008	4,835	13,173
-1,50	36,980	14,617	22,363	37,008	14,645	22,363
-2,34	52,940	22,857	30,083	52,968	22,886	30,083
-3,14	68,140	30,705	37,435	68,168	30,734	37,435
-3,50	74,980	34,237	40,743	75,008	34,265	40,743
Layer 6						
-3,50	74,980	34,237	40,743	75,009	34,265	40,743
-3,95	79,705	38,651	41,054	79,733	38,680	41,054
-4,20	82,330	41,104	41,226	82,358	41,132	41,226
-4,90	89,680	47,971	41,709	89,708	47,999	41,709
Layer 5						
-4,90	89,680	47,971	41,709	89,709	47,999	41,709
-5,55	100,405	54,347	46,058	100,433	54,376	46,058
-6,20	111,130	60,724	50,406	111,158	60,752	50,406
Layer 4						
-6,20	111,130	60,724	50,406	111,159	60,752	50,406
-7,20	128,130	70,534	57,596	128,158	70,562	57,596
-8,20	145,130	80,344	64,786	145,158	80,372	64,786
-9,20	162,130	90,154	71,976	162,158	90,182	71,976
-10,20	179,130	99,964	79,166	179,158	99,992	79,166
Layer 3						
-10,20	179,130	99,964	79,166	179,159	99,992	79,166
-10,60	185,130	97,064	88,066	185,158	95,327	89,831
-11,00	191,130	94,165	96,965	191,157	90,660	100,497
Layer 2						

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m²]	S-water [kN/m²]	S-eff. [kN/m²]	S-total [kN/m²]	S-water [kN/m²]	S-eff. [kN/m²]
-11,00	191,130	94,165	96,965	191,157	90,660	100,497
-11,50	197,130	90,541	106,589	197,145	84,817	112,328
-12,00	203,130	86,917	116,213	203,130	78,971	124,159
Layer 1						
-12,00	203,130	86,917	116,214	203,131	78,971	124,160
-12,65	216,130	93,293	122,837	216,130	85,347	130,783
-13,25	228,130	99,179	128,951	228,130	91,233	136,897
-13,90	241,130	105,556	135,574	241,130	97,610	143,520
-14,50	253,130	111,442	141,688	253,130	103,496	149,635

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary	Secondary	Primary	Secondary 10 [days]	Primary	Secondary 10 [days]
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
7	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
6	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
5	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
4	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
3	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,0000	0,0000	0,0014	0,0003	0,0000	0,0000
1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Total	0,0000	0,0000	0,0016	0,0003	0,0000	0,0000

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From	To		Primary	Secondary 10 [days]	After 10000 [days]	
[m]	[m]		[m]	[m]	[m]	
0,50	-3,50	7	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
-3,50	-4,90	6	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
-4,90	-6,20	5	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
-6,20	-10,20	4	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
-10,20	-11,00	3	0,0001	0,0000	0,0002	0,02
-11,00	-12,00	2	0,0014	0,0003	0,0027	0,27
-12,00	-14,50	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
Total			0,0016	0,0003	0,0029	

## 3.3 Results for Vertical 3 (X = 50,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m²]	S-water [kN/m²]	S-eff. [kN/m²]	S-total [kN/m²]	S-water [kN/m²]	S-eff. [kN/m²]
Layer 7						
0,50	0,001	0,000	0,001	0,001	0,000	0,001
0,40	1,700	0,000	1,700	1,700	0,000	1,700
0,30	3,400	0,000	3,400	3,400	0,000	3,400
0,20	5,100	0,000	5,100	5,100	0,000	5,100
0,10	6,800	0,000	6,800	6,800	0,000	6,800
0,00	8,500	0,000	8,500	8,500	0,000	8,500
-0,01	8,670	0,000	8,670	8,687	0,017	8,670
-0,10	10,380	0,883	9,497	10,397	0,900	9,497
-0,20	12,280	1,864	10,416	12,297	1,881	10,416
-0,30	14,180	2,845	11,335	14,197	2,862	11,335
-0,40	16,080	3,826	12,254	16,097	3,843	12,254
-0,50	17,980	4,807	13,173	17,997	4,824	13,173
-1,50	36,980	14,617	22,363	36,997	14,634	22,363
-2,34	52,940	22,857	30,083	52,957	22,874	30,083
-3,14	68,140	30,705	37,435	68,157	30,722	37,435
-3,50	74,980	34,237	40,743	74,997	34,254	40,743
Layer 6						
-3,50	74,980	34,237	40,743	74,997	34,254	40,743
-3,62	76,240	35,414	40,826	76,257	35,431	40,826

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m²]	S-water [kN/m²]	S-eff. [kN/m²]	S-total [kN/m²]	S-water [kN/m²]	S-eff. [kN/m²]
-4,20	82,330	41,104	41,226	82,347	41,121	41,226
-4,90	89,680	47,971	41,709	89,697	47,988	41,709
Layer 5						
-4,90	89,680	47,971	41,709	89,697	47,988	41,709
-5,55	100,405	54,347	46,058	100,422	54,364	46,058
-6,20	111,130	60,724	50,406	111,147	60,741	50,406
Layer 4						
-6,20	111,130	60,724	50,406	111,147	60,741	50,406
-7,20	128,130	70,534	57,596	128,147	70,551	57,596
-8,20	145,130	80,344	64,786	145,147	80,361	64,786
-9,20	162,130	90,154	71,976	162,147	90,171	71,976
-10,20	179,130	99,964	79,166	179,147	99,981	79,166
Layer 3						
-10,20	179,130	99,964	79,166	179,147	99,981	79,166
-10,60	185,130	97,064	88,066	185,147	96,035	89,112
-11,00	191,130	94,165	96,965	191,146	92,088	99,058
Layer 2						
-11,00	191,130	94,165	96,965	191,146	92,088	99,058
-11,50	197,130	90,541	106,589	197,139	87,149	109,990
-12,00	203,130	86,917	116,213	203,130	82,208	120,922
Layer 1						
-12,00	203,130	86,917	116,214	203,130	82,208	120,922
-12,65	216,130	93,293	122,837	216,130	88,584	127,546
-13,25	228,130	99,179	128,951	228,130	94,470	133,660
-13,90	241,130	105,556	135,574	241,130	100,847	140,283
-14,50	253,130	111,442	141,688	253,130	106,733	146,397

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary	Secondary	Primary	Secondary 10 [days]	Primary	Secondary 10 [days]
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
7	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
6	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
5	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
4	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
3	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,0000	0,0000	0,0009	0,0002	0,0000	0,0000
1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Total	0,0000	0,0000	0,0010	0,0002	0,0000	0,0000

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From	To		Primary	Secondary 10 [days]	After 10000 [days]	
[m]	[m]		[m]	[m]	[m]	
0,50	-3,50	7	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
-3,50	-4,90	6	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
-4,90	-6,20	5	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
-6,20	-10,20	4	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
-10,20	-11,00	3	0,0001	0,0000	0,0001	0,01
-11,00	-12,00	2	0,0009	0,0002	0,0016	0,16
-12,00	-14,50	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
Total			0,0010	0,0002	0,0017	

## 3.4 Results for Vertical 4 (X = 100,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m²]	S-water [kN/m²]	S-eff. [kN/m²]	S-total [kN/m²]	S-water [kN/m²]	S-eff. [kN/m²]
Layer 7						
0,50	0,001	0,000	0,001	0,001	0,000	0,001
0,40	1,700	0,000	1,700	1,700	0,000	1,700

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m²]	S-water [kN/m²]	S-eff. [kN/m²]	S-total [kN/m²]	S-water [kN/m²]	S-eff. [kN/m²]
0,30	3,400	0,000	3,400	3,400	0,000	3,400
0,20	5,100	0,000	5,100	5,100	0,000	5,100
0,10	6,800	0,000	6,800	6,800	0,000	6,800
0,00	8,500	0,000	8,500	8,500	0,000	8,500
-0,01	8,670	0,000	8,670	8,681	0,011	8,670
-0,10	10,380	0,883	9,497	10,391	0,894	9,497
-0,20	12,280	1,864	10,416	12,291	1,875	10,416
-0,30	14,180	2,845	11,335	14,191	2,856	11,335
-0,40	16,080	3,826	12,254	16,091	3,837	12,254
-0,50	17,980	4,807	13,173	17,991	4,818	13,173
-1,50	36,980	14,617	22,363	36,991	14,628	22,363
-2,34	52,940	22,857	30,083	52,951	22,868	30,083
-3,14	68,140	30,705	37,435	68,151	30,716	37,435
-3,45	74,030	33,746	40,284	74,041	33,757	40,284
-3,50	74,980	34,237	40,743	74,991	34,248	40,743
Layer 6						
-3,50	74,980	34,237	40,743	74,991	34,248	40,743
-4,20	82,330	41,104	41,226	82,341	41,115	41,226
-4,90	89,680	47,971	41,709	89,691	47,982	41,709
Layer 5						
-4,90	89,680	47,971	41,709	89,691	47,982	41,709
-5,55	100,405	54,347	46,058	100,416	54,358	46,058
-6,20	111,130	60,724	50,406	111,141	60,735	50,406
Layer 4						
-6,20	111,130	60,724	50,406	111,141	60,735	50,406
-7,20	128,130	70,534	57,596	128,141	70,545	57,596
-8,20	145,130	80,344	64,786	145,141	80,355	64,786
-9,20	162,130	90,154	71,976	162,141	90,165	71,976
-10,20	179,130	99,964	79,166	179,141	99,975	79,166
Layer 3						
-10,20	179,130	99,964	79,166	179,141	99,975	79,166
-10,60	185,130	97,064	88,066	185,141	96,400	88,741
-11,00	191,130	94,165	96,965	191,140	92,824	98,316
Layer 2						
-11,00	191,130	94,165	96,965	191,140	92,824	98,317
-11,50	197,130	90,541	106,589	197,136	88,350	108,785
-12,00	203,130	86,917	116,213	203,130	83,876	119,254
Layer 1						
-12,00	203,130	86,917	116,214	203,130	83,876	119,255
-12,65	216,130	93,293	122,837	216,130	90,252	125,878
-13,25	228,130	99,179	128,951	228,130	96,138	131,992
-13,90	241,130	105,556	135,574	241,130	102,515	138,615
-14,50	253,130	111,442	141,688	253,130	108,400	144,730

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary	Secondary	Primary	Secondary 10 [days]	Primary	Secondary 10 [days]
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
7	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
6	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
5	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
4	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
3	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,0000	0,0000	0,0006	0,0001	0,0000	0,0000
1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Total	0,0000	0,0000	0,0006	0,0001	0,0000	0,0000

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From	To		Primary	Secondary 10 [days]	After 10000 [days]	
[m]	[m]		[m]	[m]	[m]	
0,50	-3,50	7	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
-3,50	-4,90	6	0,0000	0,0000	0,0000	0,00

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From	To		Primary	Secondary 10 [days]	After 10000 [days]	
[m]	[m]		[m]	[m]	[m]	
-4,90	-6,20	5	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
-6,20	-10,20	4	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
-10,20	-11,00	3	0,0000	0,0000	0,0001	0,01
-11,00	-12,00	2	0,0006	0,0001	0,0010	0,10
-12,00	-14,50	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
Total			0,0006	0,0001	0,0011	

## 3.5 Results for Vertical 5 (X = 150,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]
Layer 7						
0,50	0,001	0,000	0,001	0,001	0,000	0,001
0,40	1,700	0,000	1,700	1,700	0,000	1,700
0,30	3,400	0,000	3,400	3,400	0,000	3,400
0,20	5,100	0,000	5,100	5,100	0,000	5,100
0,10	6,800	0,000	6,800	6,800	0,000	6,800
0,00	8,500	0,000	8,500	8,500	0,000	8,500
-0,01	8,670	0,000	8,670	8,678	0,008	8,670
-0,10	10,380	0,883	9,497	10,388	0,891	9,497
-0,20	12,280	1,864	10,416	12,288	1,872	10,416
-0,30	14,180	2,845	11,335	14,188	2,853	11,335
-0,40	16,080	3,826	12,254	16,088	3,834	12,254
-0,50	17,980	4,807	13,173	17,988	4,815	13,173
-1,50	36,980	14,617	22,363	36,988	14,625	22,363
-2,34	52,940	22,857	30,083	52,948	22,866	30,083
-3,14	68,140	30,705	37,435	68,148	30,714	37,435
-3,37	72,510	32,962	39,548	72,518	32,970	39,548
-3,50	74,980	34,237	40,743	74,988	34,245	40,743
Layer 6						
-3,50	74,980	34,237	40,743	74,988	34,245	40,743
-4,20	82,330	41,104	41,226	82,338	41,112	41,226
-4,90	89,680	47,971	41,709	89,688	47,979	41,709
Layer 5						
-4,90	89,680	47,971	41,709	89,688	47,979	41,709
-5,55	100,405	54,347	46,058	100,413	54,356	46,058
-6,20	111,130	60,724	50,406	111,138	60,732	50,406
Layer 4						
-6,20	111,130	60,724	50,406	111,138	60,732	50,406
-7,20	128,130	70,534	57,596	128,138	70,542	57,596
-8,20	145,130	80,344	64,786	145,138	80,352	64,786
-9,20	162,130	90,154	71,976	162,138	90,162	71,976
-10,20	179,130	99,964	79,166	179,138	99,972	79,166
Layer 3						
-10,20	179,130	99,964	79,166	179,138	99,972	79,166
-10,60	185,130	97,064	88,066	185,138	96,571	88,567
-11,00	191,130	94,165	96,965	191,138	93,170	97,968
Layer 2						
-11,00	191,130	94,165	96,965	191,138	93,170	97,968
-11,50	197,130	90,541	106,589	197,134	88,916	108,219
-12,00	203,130	86,917	116,213	203,130	84,660	118,470
Layer 1						
-12,00	203,130	86,917	116,214	203,130	84,661	118,470
-12,65	216,130	93,293	122,837	216,130	91,037	125,093
-13,25	228,130	99,179	128,951	228,130	96,923	131,207
-13,90	241,130	105,556	135,574	241,130	103,299	137,831
-14,50	253,130	111,442	141,688	253,130	109,185	143,945

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary	Secondary	Primary	Secondary 10 [days]	Primary	Secondary 10 [days]
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
7	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
6	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
5	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
4	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
3	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,0000	0,0000	0,0004	0,0001	0,0000	0,0000
1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Total	0,0000	0,0000	0,0005	0,0001	0,0000	0,0000

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From	To		Primary	Secondary 10 [days]	After 10000 [days]	
[m]	[m]		[m]	[m]	[m]	
0,50	-3,50	7	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
-3,50	-4,90	6	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
-4,90	-6,20	5	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
-6,20	-10,20	4	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
-10,20	-11,00	3	0,0000	0,0000	0,0001	0,01
-11,00	-12,00	2	0,0004	0,0001	0,0008	0,08
-12,00	-14,50	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
Total			0,0005	0,0001	0,0008	



## 4 Settlements

### 4.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Z co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	0,00	0,00	0,50	0,005
2	15,00	0,00	0,50	0,003
3	50,00	0,00	0,50	0,002
4	100,00	0,00	0,50	0,001
5	150,00	0,00	0,50	0,001

### 4.2 Residual Times

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
1	90	0,002	35,829	0,003
	180	0,002	44,236	0,003
	360	0,003	54,749	0,002
2	90	0,001	35,458	0,002
	180	0,001	43,905	0,002
	360	0,002	54,478	0,001
3	90	0,001	35,448	0,001
	180	0,001	43,894	0,001
	360	0,001	54,467	0,001
4	90	0,000	35,444	0,001
	180	0,000	43,893	0,001
	360	0,001	54,460	0,001
5	90	0,000	35,448	0,001
	180	0,000	43,889	0,000
	360	0,000	54,462	0,000

## 5 Warnings and errors

List of non-fatal warnings and errors generated during calculation.

- 1 D-Settlement will incorporate submerging as a one-off load reduction at time zero, due to the limitations of the Terzaghi model. Use the Darcy model for a gradual weight reduction of soil and loading during submerging
- 2 The Terzaghi model uses one consolidation coefficient for loading/unloading. This can underestimate residual settlements after unloading. Switch to Darcy for, more accurate calculations of the consolidation stage.

## End of Report