

Pyrietstraat 1 1812 SC Alkmaar
Postbus 60 1850 AB Heiloo
Telefoon 072 5064817
Website tjadenadvies.nl
E-mail info@tjadenadvies.nl

Bemalingsadvies betreffende:

**Nieuwbouw 2-laags kelder 'The Spot X-Y' aan de
Hogehilweg te Amsterdam**

ons kenmerk S19.535-B5/TE
datum 8 juni 2020

Opdrachtgever

Gebr. van 't Hek
Postbus 88
1462 ZH Middenbeemster

Advies is opgesteld conform BRL12010

Opgesteld door
Gecontroleerd door
Telefoon
E-mail

ing. M.M. Eijking
J.C. van Stralen MSc
072-2100259
t.eijking@tjadenadvies.nl

datum : 8 juni 2020
ons kenmerk : S19.535-B5/TE

INHOUDSOPGAVE

bladzijde

1	INLEIDING	2
1.1	Relevante documenten	2
1.2	Beknopte omschrijving van de werkzaamheden	2
2	BODEMOPBOUW EN GEOHYDROLOGIE	4
2.1	Bodemopbouw	4
2.2	Oppervlaktewater	4
2.3	Stijghoogte van het grondwater	4
2.4	Grondwaterkwaliteit	7
3	BOUWPUT	8
3.1	Damwanden	8
3.2	Bodeminjectie	8
3.3	Grondverbetering	8
4	BEMALING	9
4.1	Opbarstberekening	9
4.2	Verlaging van de grondwaterstand	9
4.3	Voorstel bemalingswijze	10
4.4	Uitgangspunten bemalingsberekeningen	12
4.5	Bemalingsberekeningen	13
4.6	Regelgeving	15
5	INVLOED IN DE OMGEVING	16
5.1	Verlaging van de grondwaterstand	16
5.2	Omgevingsaspecten	16
5.3	Monitoring	18
BIJLAGEN		
1	Meetpunten grond- en bodemonderzoek	
2	Maatgevende sonderingen en boringen	
3	Analyseresultaten grondwater	

datum : 8 juni 2020
ons kenmerk : S19.535-B5/TE

1 INLEIDING

Ten behoeve van de nieuwbouw van Spot X en Y te Amsterdam heeft Tjaden Adviesbureau BV opdracht gekregen voor het opstellen van een bemalingsadvies. In het bemalingsadvies worden de volgende onderdelen beschouwd:

- Veiligheid tegen opbarsten vanuit diepere watervoerende lagen;
- Berekening onttrekkingsdebiet en invloedsgebied van de bemaling;
- Voorstel bemalingswijze en toetsen aan de regelgeving;
- Effecten en risico's op de omgeving als gevolg van de bemaling.

1.1 Relevante documenten

Door de opdrachtgever zijn de volgende relevante documenten ter beschikking gesteld:

1. Rapport – resultaten geotechnisch onderzoek fase 1, 02P012618, Inpijn Blokpoel, 26 maart 2019;
2. Grondonderzoek en korrelverdelingen, NG.19499.H, VCMI, oktober en november 2019;
3. Rapport geohydrologische verkenning, R18011173-02, Mos Grondmechanica, 7 maart 2018;
4. Tekening Plattegrond kelder -2 (Spot Y) onderbouw, Zonneveld Ingenieurs, 2018-072, 5 november 2019;
5. Tekening Plattegrond kelder -2 (Spot X) onderbouw, Zonneveld Ingenieurs, 2018-072, 5 november 2019;
6. Tekening Plattegrond kelder -2 X&Y, geen kenmerk en datum;
7. Schets principe bouwkuip, 24 oktober 2019;
8. KLIC-melding maart 2019;
9. Verkennend bodem- en asbest in grondonderzoek, 25.8.00015.1, SGS Search, 16 maart 2018;
10. Rapport nader milieukundig bodemrapport, B-19293, B&L grondmanagement, 1 juli 2019;
11. Funderingsgegevens bestaande gebouwen;
12. Indicatieve berekening voor dieptebepaling injectielaag bodemafluiting, B&P Bodeminjectie, NG.19499.H, 18-10-2019;
13. Uitwerking pompproeven, 11010318NM.2, Loots Grondwatertechniek, 30-07-2018
14. Monitoringsplan, MO 20.0527, Hektec, 26 mei 2020

In het vervolg van deze rapportage wordt met teksthaken naar bovengenoemde documenten verwezen.

1.2 Beknopte omschrijving van de werkzaamheden

Het project Spot Amsterdam betreft de transformatie van kantoorpanden naar een woon- en werkwijk. Dit advies heeft betrekking op de aanleg van een 2-laags kelder onder de kavels X en Y. De parkeerkelder wordt aangelegd binnen grond- en waterkerende damwanden in combinatie met een bodeminjectie.

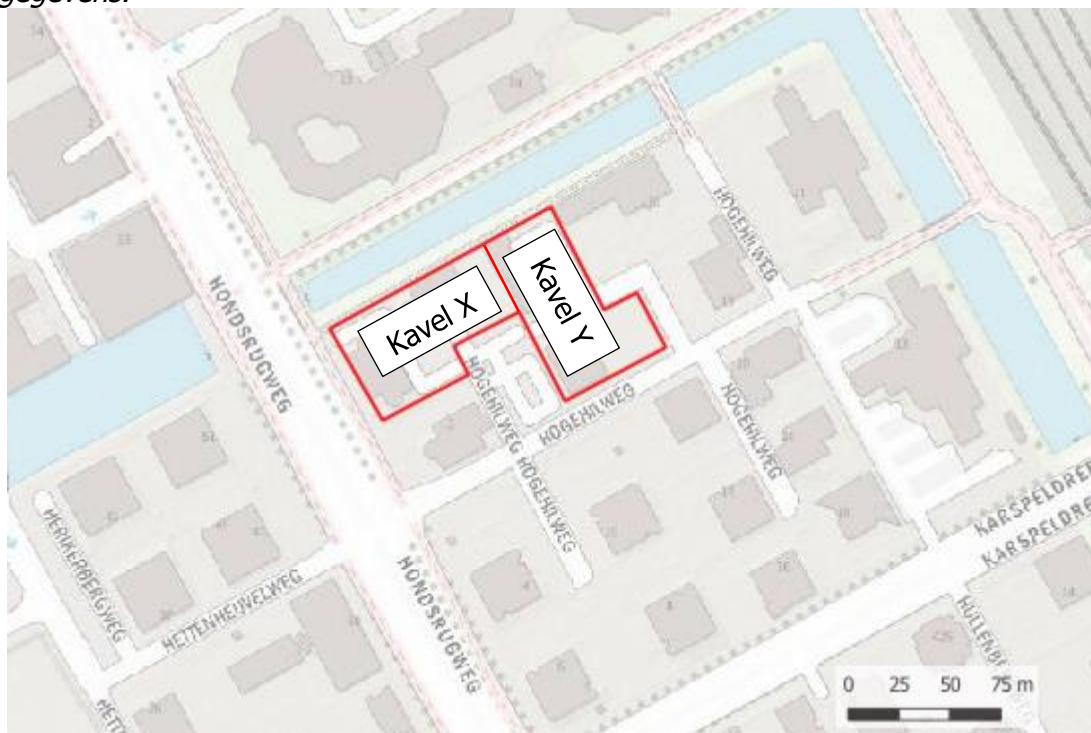
De globale RD - coördinaten bedragen $X = 124.960$ m en $Y = 480.012$ m. In Figuur 1 is de ligging van de projectlocatie aangegeven. De relevante afmetingen, aanlegniveau's en bemalingsduur zijn weergegeven in Tabel 1. Het bouwpeil is aangehouden op NAP -2,75 m.

datum : 8 juni 2020
 ons kenmerk : S19.535-B5/TE

Tabel 1: Afmetingen, ontgravingsniveaus en bemalingsduur

Onderdeel	Afmetingen [m x m]	Aanlegniveau [mm PEIL]	Aanlegniveau [m NAP]
2-laags kelder kavel X	57 à 43 x 90	-6600	-9,35
Poeren kavel X	0,8 x 0,8	-7000	-9,75
	2,8 x 0,8	-7200	-9,95
	2,8 x 2,6 / 10,1 x 8,4	-7400	-10,15
	2,8 x 2,8 / 2,8 x 5,7	-7600	-10,35
Funderingsplaat Liftput	28 x 25 2,5 x 1,5	-7700	-10,45
2-laags kelder kavel Y	40 à 60 x 90	-6600	-9,35
Poeren kavel Y	0,8 x 0,8	-7000	-9,75
	2,8 x 0,8	-7200	-9,95
	2,8 x 2,6 / 2,8 x 2,35	-7400	-10,15
	Diverse afmetingen	-7600	-10,35
Funderingsplaat Liftput	32x 30 3,5 x 3,5	-7700	-10,45

N.B. Deze omschrijving vormt de basis voor dit advies. Geadviseerd wordt om de uitgangspunten te verifiëren, alvorens de adviesresultaten in het ontwerp toe te passen. Tjaden Adviesbureau staat niet in voor juistheid van door derden verstrekte informatie en gegevens.



Figuur 1. Projectlocatie (globale contour kelder kavel X en Y in rood).

datum : 8 juni 2020
ons kenmerk : S19.535-B5/TE

2 BODEMOPBOUW EN GEOHYDROLOGIE

2.1 Bodemopbouw

Door derden zijn een geotechnisch grondonderzoek [1], diepe grondboringen tot MV -16,5 m [2] en milieukundige onderzoeken [9+10] uitgevoerd. De resultaten hiervan zijn gebruikt voor het schematiseren van de bodemopbouw. Enkele maatgevende sonderingen en boringen zijn als bijlage aan deze rapportage toegevoegd.

Op basis van het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN3) en het uitgevoerde grondonderzoek is het maaiveld aangehouden op NAP -3,1 à -3,3 m.

Direct onder maaiveld is een zandige toplaag van ca. 1 à 3 m aangetroffen met daaronder een klei- en veenlaag van ca. 3 tot 4 m. Op basis van de beschikbare gegevens is de bodemopbouw geschematiseerd zoals weergegeven in Tabel 2. De Z-lagen betreffen matig tot goed doorlatende (watervoerende) bodemlagen zoals zand en grind. De C-lagen betreffen slecht doorlatende (waterremmende) bodemlagen zoals klei, leem en veen.

Tabel 2: Geïnterpreteerd bodemprofiel

Diepte vanaf [NAP m]	Bodembeschrijving	Geohydrologie
-3,1 à -3,3	Maaiveldhoogte	Infiltratieoppervlak
	Zand, matig fijn tot matig grof	Watervoerend (Z1)
-4,0 à -5,0	Veen en klei (Holocene deklaag)	Waterremmend (C1)
-8,2 à -9,5	Zand, zeer fijn tot matig grof met grindige lagen (Formatie van Boxtel en gestuwde afzetting ¹) -9,5 m: zeer fijn zand met klei- en veenresten (ca. 0,5 à 1 m) -10,0 m: matig fijn zand (ca. 2,5 à 3,5 m) -12,5 m: zeer fijn zand (ca. 0,5 à 1 m) -13,0 m: matig fijn zand met lokaal zeer fijne zandlagen -18,0 m: matig grof zand met grindige lagen -20 m: matig fijn tot grof en grindig	Watervoerend (Z2)
-65	Klei, 1 ^e scheidende laag	Waterremmend (C2)

¹ de top van de gestuwde afzetting ligt op ca. NAP -18 à NAP -20 m

2.2 Oppervlaktewater

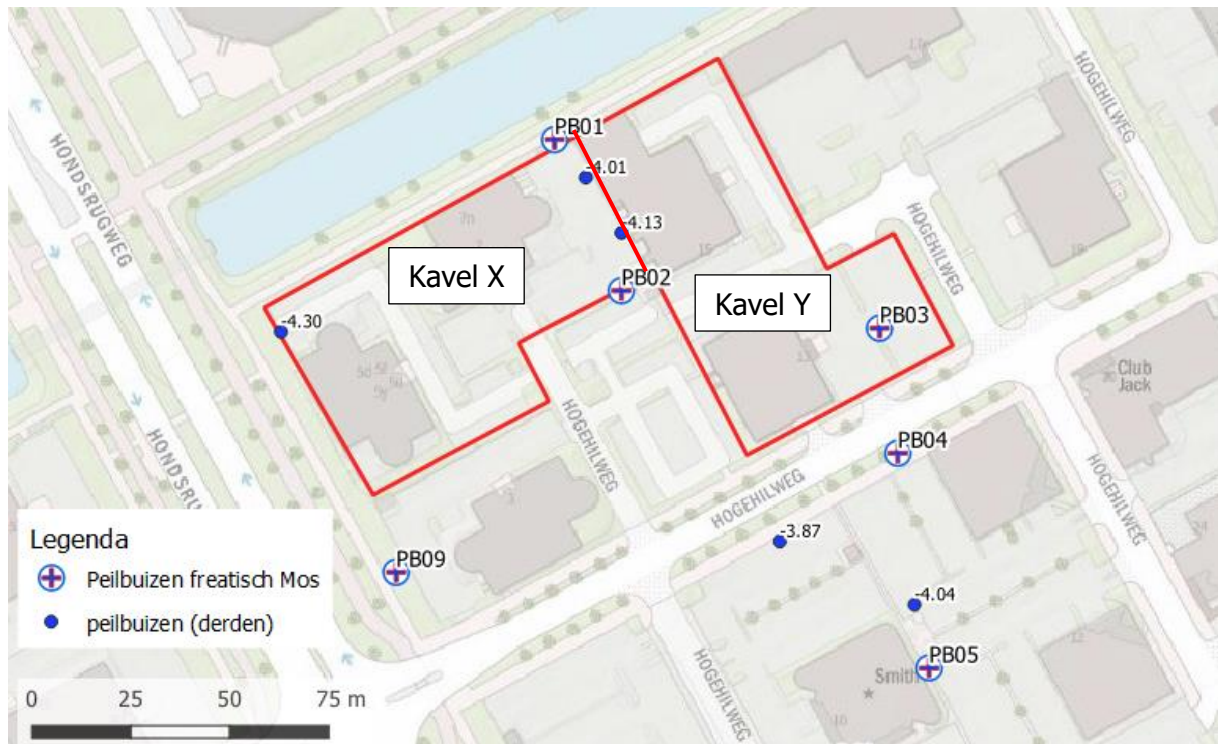
Ten noorden van de kelder is een watergang gelegen. Het waterpeil wordt beheerst op NAP -4,75 m. Het bodemniveau is gelijk aan NAP -5,55 m.

2.3 Stijghoogte van het grondwater

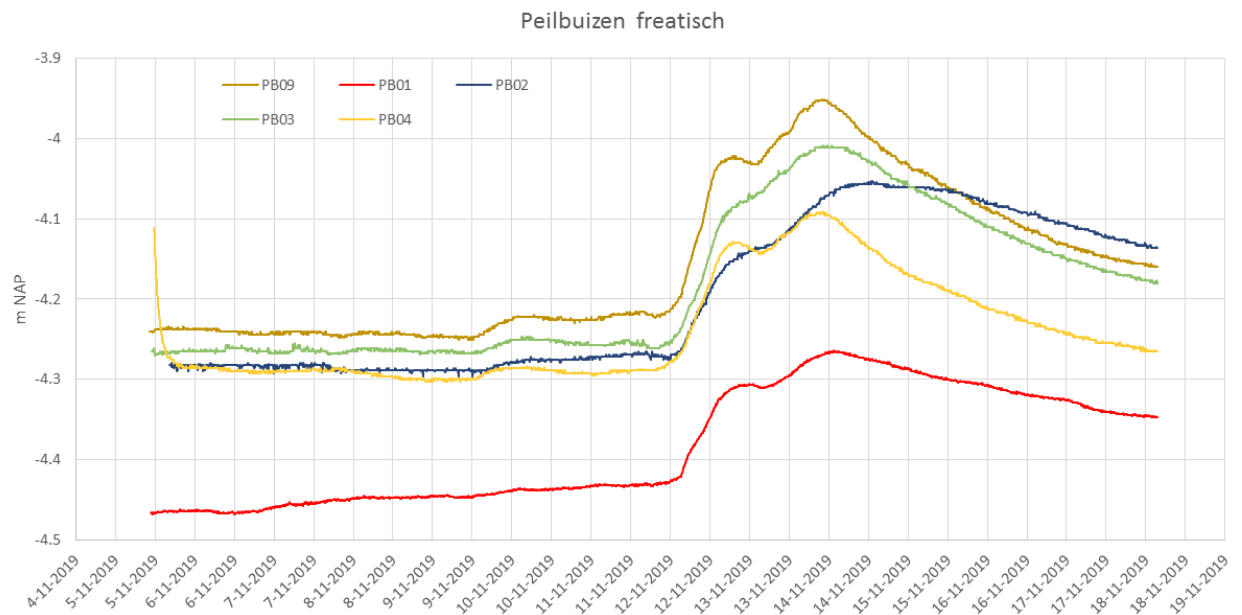
2.3.1 Ondiepe (freatische) grondwaterstand (Z1-laag)

In de directe nabijheid zijn geen ondiepe peilbuizen met langjarige meetgegevens beschikbaar. Begin november 2019 zijn door Mos enkele ondiepe peilbuizen geplaatst waarin de grondwaterstand met automatische dataloggers wordt geregistreerd. De peilbuislocaties zijn in Figuur 2 weergegeven en de peilbuisgrafiek in Figuur 3.

datum : 8 juni 2020
ons kenmerk : S19.535-B5/TE



Figuur 2. Ondiepe (freatische) peilbuizen. In de peilbuizen van derden staat een eenmalige meting op 24-10-2019 weergegeven in m NAP.

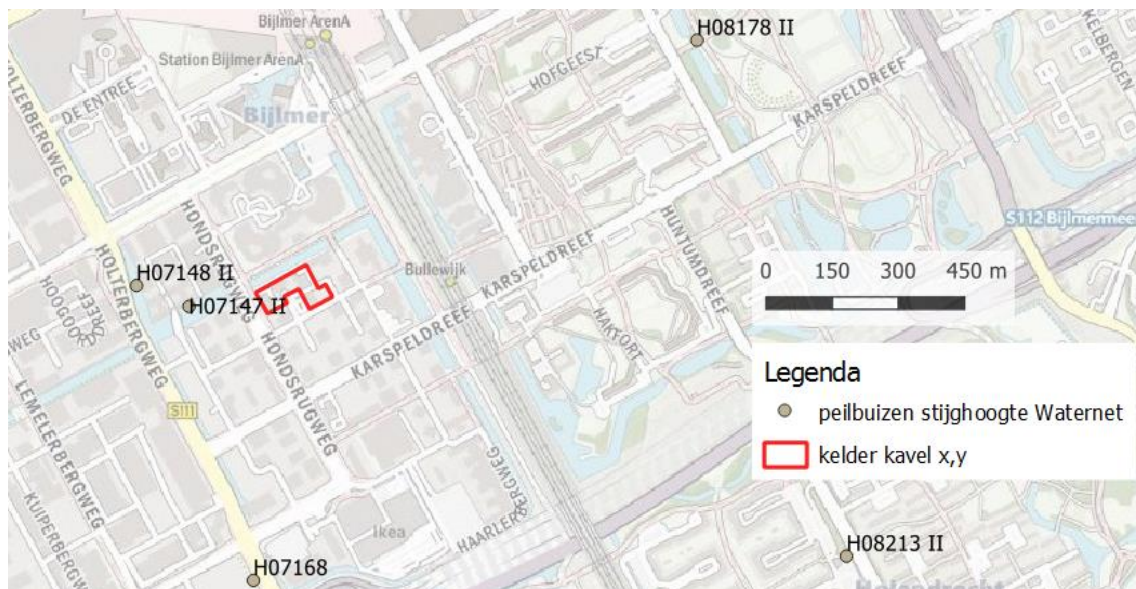


Figuur 3. Peilbuisgrafiek

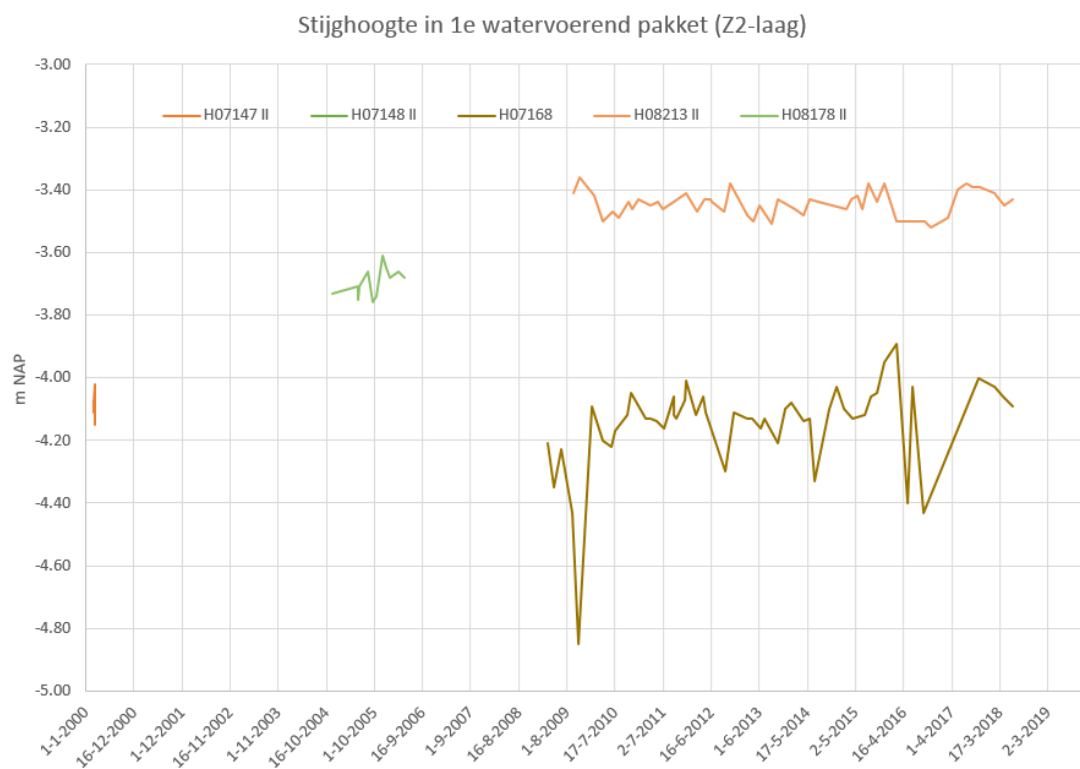
datum : 8 juni 2020
ons kenmerk : S19.535-B5/TE

2.3.2 Stijghoogte in 1^e watervoerend pakket (Z2-laag)

Bij Waternet zijn langjarige peilbuisgegevens opgevraagd. De peilbuislocaties zijn in Figuur 4 weergegeven.



Figuur 4. Peilbuislocaties diepe peilbuizen



Figuur 5. Peilbuisgrafiek

datum : 8 juni 2020
 ons kenmerk : S19.535-B5/TE

Vanaf januari 2020 wordt de stijghoogte in een diepe peilbuis gemonitord. De metingen zijn in onderstaande figuur weergegeven.



Figuur 6. Peilbuisgrafiek diepe peilbuis (peilbuis 5)

2.3.3 Maatgevende waarden

Op basis van de beschikbare gegevens zijn maatgevende grondwaterstanden vastgesteld, zoals weergegeven in Tabel 3. De maatgevende waarden zijn gebruikt voor het opstellen van dit advies, en niet bedoeld voor andere (ontwerp)doeleinden.

Tabel 3: Maatgevende grondwaterstanden en stijghoogtes

Waarde	Freatische grondwaterstand (Z1-laag) [NAP m]	Stijghoogte in eerste watervoerend pakket (Z2-laag) [NAP m]
Maatgevend hoog	-3,9	-3,6
Gemiddeld	-4,3	-3,9
Maatgevend laag	-4,6	-4,2

2.4 Grondwaterkwaliteit

Op basis van het geohydrologische model Regis (TNO) is het zoet-zout grensvlak (1.000 mg/l chloride) op een diepte van ca. NAP -10 m gelegen. Uit een diepe peilbuis (filterafstelling ca. NAP -13 m) is op 27 november 2019 een grondwatermonster genomen. Uit de analyse volgt een chloridegehalte van 1.200 mg/l en een ijzergehalte van 34 mg/l.

Op dezelfde dag is een watermonster genomen uit de nabijgelegen watergang en is een chloridegehalte gemeten van 620 mg/l. De analyseresultaten zijn als bijlage 3 bijgevoegd. Tijdens het verkennend bodemonderzoek zijn lichte verhoogde gehalten met barium, xylenen en naftaleen aangetroffen.

datum : 8 juni 2020
ons kenmerk : S19.535-B5/TE

3 BOUWPUT

De bouwput wordt ontgraven binnen grond- en waterkerende damwanden met een puntniveau van NAP -19,7 m in combinatie met een horizontale bodemafluiting. Voor de bodemafluiting wordt een bodeminjectie van waterglas aangebracht tussen ca. NAP -18,2 m en NAP -19,2 m. Tussen kavel X en Y wordt een compartimenteringsscherf aangebracht.

3.1 Damwanden

De damwanden worden op een afstand van ca. 1 m uit de contour van de kelder geplaatst. Mogelijk worden in de damwandsloten vulmateriaal aangebracht. In hoofdstuk 4 zijn verschillende varianten beschouwd om de nut en noodzaak voor het afdichten van de sloten te bepalen. In ieder geval is het noodzakelijk om tijdens het aanbrengen van de damwanden te controleren of de damwandplanken goed in het slot zitten en aanvullende maatregelen te treffen indien lokaal de damwandsloten uit het slot treden. Zoals bijvoorbeeld het injecteren.

3.2 Bodeminjectie

Met het aanbrengen van waterglas wordt een waterremmende injectielaag aangebracht die ervoor zorgt dat het grondpakket een lagere doorlatendheid krijgt, zodat het grondwater grotendeels wordt tegengehouden. De uitvoeringswijze voor het aanbrengen van de bodeminjectie is van essentieel belang voor de waterremming van de kunstmatige onderafluiting. Door de opdrachtgever zijn 12 diepe boringen uitgevoerd inclusief een korrelanalyse ter plaatse van de voorgenomen injectiediepte. De korrelverdeling ter plaatse van de injectielaag is niet overal gelijk. Lokaal kan de doorlatendheid groter zijn bijvoorbeeld in de omgeving van B02 en B04. Ter plaatse van boring B05 wordt op het injectieniveau een sterk zandige kleilaag aangetroffen met een doorlatendheid kleiner dan 5 m/dag. Bij het bepalen van de injectiedruk en hoeveelheid injectiemateriaal dient rekening te worden gehouden met lokale verschillen in doorlatendheid en poriënvolumes. Geadviseerd wordt de richtlijnen voor het aanbrengen van een injectielaag te volgen en tijdens de installatie meetgegevens te registreren. Geadviseerd wordt een werkplan op te laten stellen door de installateur van de injectielaag inclusief beheersmaatregelen indien de injectielaag (lokaal) een lagere weerstand heeft. Bij een goed werkende injectielaag wordt een doorlatendheid van 1×10^{-7} m/s gehaald. Bij een laagdikte van 1 m is dit een weerstand van 115 dagen.

3.3 Grondverbetering

Het aanlegniveau van de kelder en verdiepte onderdelen is in de bovenzijde van het 1^e watervoerend pakket gelegen. Volgens de diepe boringen ligt het aanlegniveau in zeer fijn tot matig fijn zand. In het zeer fijne zand kunnen klei- en veenresten aanwezig zijn en kan het noodzakelijk zijn om een grondverbetering toe te passen. Dit is vooral van toepassing ter plaatse van kavel X (diepe boringen 01 t/m 06). Ter plaatse van kavel Y ligt de onderzijde van de deklaag iets hoger namelijk NAP -8,5 m à NAP -9,0 m en ontbreekt de zeer fijne zandlaag of ligt de onderzijde op ca. NAP -9,0 m. Het aanlegniveau van kelder Y ligt daardoor in een matig fijne zandlaag zodat voor deze kelder geen grondverbetering noodzakelijk is. Geadviseerd wordt tijdens de ontgraving de grondsamenstelling ter plaatse van de aanlegniveaus te verifiëren alsmede de noodzaak tot een grondverbetering te bepalen.

datum : 8 juni 2020
ons kenmerk : S19.535-B5/TE

4 BEMALING

4.1 Opbarstberekening

Het verticale bodemevenwicht dient in alle bouwfasen en op alle diepte-niveaus gewaarborgd te zijn. Het gaat daarbij vooral om het verticale evenwicht van cohesieve bodemlagen die, vooral in verticale richting, relatief slecht doorlatend zijn; dit betreft meestal klei-, leem-, en veenlagen. De berekeningen zijn uitgevoerd conform NEN-9997-1/C1. Volgens de norm dient rekening te worden gehouden met partiele materiaalfactor (veiligheidsfactor) van 0,9.

Het installatieniveau van de injectielaag moet voldoende diep zijn, zodat voldoende evenwicht is tussen het bovenliggende grondpakket en de waterdruk onder de injectielaag. Door de aannemer is een indicatieve berekening [12] aangeleverd. Uit deze berekening volgt voldoende evenwicht tegen opbarsten bij een injectielaag tussen NAP -18,2 m en NAP -19,2 m.

Voor het toetsen van de opbarstberekening is een bodemopbouw overeenkomstig met sondering 33 en een maximale ontgraving tot NAP -10,45 m als maatgevend beschouwd. In de berekening is uitgegaan van droog zand tot 1,5 m onder het maximale ontgravingsniveau. Dit uitgangspunt is gebaseerd op berekeningen welke in paragraaf 4.4 worden gepresenteerd.

Tabel 4: Uitgangspunten en resultaten opbarstberekening (sondering 33)

Van [NAP m]	Tot [NAP m]	Grondsoort	Dikte laag [m]	Volumiek gewicht [kN/m ³]	Totaal [kN/m ²]
-10,45		Ontgravingsniveau			
-10,45	-12,0	Zand droog	1,55	18,0	27,9
-12,0	-18,2	Zand nat	6,2	20,0	124,0
-18,2	-19,2	Injectielaag	1,0	21,0	21,0
-19,2		Opbarstniveau			
Gronddruk onder ontgraving					172,9
Totale neerwaartse gronddruk(inclusief materiaalfactor 0,9)					155,6
Opwaartse waterdruk bij stijghoogte van NAP -3,6 m					156,0
Veiligheidsfactor [N]					1,0

Uit de berekening blijkt dat de veiligheid ten aanzien van opbarsten voldoende is ($N > 1$). Opgemerkt wordt dat de neerwaartse gronddruk van 155,6 beperkt kleiner is dan 156,0. Echter omdat in de berekening is uitgegaan van worstcase parameters (stijghoogte, diepste aanlegniveau en maximale opbolling) zal voldoende veiligheid tegen opbarsten zijn.

Geadviseerd wordt, voorafgaand en tijdens de ontgraving, de stijghoogte in nog te plaatsen peilbuizen nabij de projectlocatie te monitoren.

4.2 Verlaging van de grondwaterstand

Voor een droge en begaanbare bouwput dienen de grondwaterstand en stijghoogte tot 0,4 m onder de keldervloer en funderingsplaat te worden verlaagd. Voor de poeren en liftputten volstaat een ontwatering van 0,3 m. Voor de bemalingsberekeningen is een verlaging tot NAP -10,95 m (0,5 m onder funderingsplaat) als maatgevend beschouwd. Ten opzichte van de stijghoogte is een verlaging van **7,35 m** nodig.

datum : 8 juni 2020
ons kenmerk : S19.535-B5/TE

4.3 Voorstel bemalingswijze

Voor het verlagen van de grondwaterstand en stijghoogte in de verschillende (watervoerende) lagen zijn verschillende bemalingssystemen nodig.

4.3.1 Open bemaling (Z1- en C1-laag)

Voor het ontgraven van de beperkt watervoerende toplaag en slecht doorlatende deklaag tussen ca. NAP -5 m en NAP -9 m kan een open bemaling (klokpomp of vuilwaterpomp) worden toegepast, welke op het laagste punt wordt geplaatst.

4.3.2 Bemaling in 1^e watervoerend pakket (Z2-laag): deepwell bemaling of filterbemaling

Voor het verlagen van de stijghoogte in het 1^e watervoerend pakket kan een deepwell bemaling of filterbemaling worden toegepast. In verband met een injectielaag wordt geadviseerd geen vacuümbemaling toe te passen. Een filterbemaling heeft als belangrijkste voordeel een groter filteroppervlak, waardoor de opbolling kleiner zal zijn. Een deepwell bemaling is minder storingsgevoelig, de opvoerhoogte is oneindig en er zijn minder filter- dan wel bronlocaties nodig.

Filterbemaling

Voorgesteld wordt filters met een inhanger te plaatsen tot NAP -14 m waarvan de onderste 3 m zijn geperforeerd. De filters kunnen met een hart op hart afstand van 6 m worden geplaatst. Er mag geen vacuüm op de filters ontstaan. Het aantal benodigde pompen dient door een bemaler te worden bepaald.

In eerste instantie kunnen de pompen op maaiveld worden geplaatst. Na een ontgraving tot NAP -7,5 m dienen de pompen op een lager niveau te worden geplaatst.

In verband met de berekende opbolling is aan de rand van de bouwput een verlaging tot NAP -12 m nodig. Bij een maximale opvoerhoogte van ca. 5 à 6 m, moeten de pompen uiteindelijk op ca. NAP -7 m worden geplaatst.

Deepwell bemaling

Indien wordt gekozen voor deepwells wordt voorgesteld boringen met een diameter van minimaal 450 mm toe te passen en filters met een minimale diameter van 250 mm. Geadviseerd wordt een volgende configuratie van de bronnen toe te passen:

- Filters tot NAP -15 m en een filterafstelling tussen NAP -10 m en NAP -15 m;
- Bronnen afhangen op NAP -12,5 m;
- Hart op hart afstand van 25 à 30 m;
- Deepwell bronnen voorzien van pompen met een capaciteit van ca. 5 à 10 m³/uur.
- Wanneer meerdere pompen worden aangesloten op één afvoerleiding dienen de pompen een gelijke pompcurve te hebben (capaciteit en druk). Zodoende wordt de effectiviteit van elke onderwaterpomp benut.

Voor beide varianten dient rekening te worden gehouden met voldoende tijd om de verlaging te realiseren. Uit berekeningen volgt een benodigde periode van ca. 10 tot 15 dagen.

datum : 8 juni 2020
ons kenmerk : S19.535-B5/TE

Op basis van een afweging tussen de voor- en nadelen wordt geadviseerd een diepwell bemaling toe te passen.

4.3.3 Drainbemaling (optioneel)

Indien door middel van de filter- of diepwellbemaling onvoldoende verlaging wordt gerealiseerd in het midden van de bouwput, wordt geadviseerd aanvullend drains aan te brengen onder de bouwputbodem en deze aan te sluiten op pompen.

4.3.4 Bemalingsproef

Voorafgaand aan de ontgraving worden in de kuipen X en Y een bemalingsproef uitgevoerd, zodat kan worden gecontroleerd of de doorlatendheid van de bodemafsluiting overeenkomt met de gehanteerde uitgangspunten. Tevens kan worden gecontroleerd of eventuele damwandlekkages aanwezig zijn en de benodigde verlaging in de bouwput kan worden gerealiseerd. In dit stadium kunnen nog maatregelen worden getroffen om de waterdoorlatendheid van de bodemafsluiting te verkleinen of de configuratie van de bemaling aan te passen.

4.3.5 Retourbemaling

Omdat de onttrekking vergunningsplichtig is, geldt een retourplicht. In overleg met de bemaler is gekozen voor een retourbemaling aan de buitenzijde van de bouwput. De retourbemaling bestaat uit DSI®filters met een afstelling tussen ca. NAP -10 m en NAP -20 m. Voorafgaand aan het plaatsen van de filters wordt een capaciteitstest uitgevoerd, zodat de opnamecapaciteit van de filters kan worden bepaald. De filters worden met een minimale hart op hart afstand van ca. 10 m geplaatst in de strook zoals weergegeven in Figuur 7. Vooralsnog wordt uitgegaan van 10 retourfilters.



Ten behoeve van een inschatting van het optredende bemalingsdebiet zijn geohydrologische berekeningen uitgevoerd. Het debiet bestaat uit het eenmalige leegmalen van de bouwkuip, lekkage door de damwandsloten en kwel door de bodemafluiting.

De uitvoerende partij van de bodeminjectie geeft aan dat de bodemafsluiting een doorlatendheid van maximaal $1 \cdot 10^{-7}$ m/s zal krijgen. Uit literatuurgegevens blijkt dat deze doorlatendheid bij een 'goede' uitvoering haalbaar is. Tijdens de uitvoering van verschillende bouwputten met een kunstmatige bodemafsluiting is geconstateerd dat de geprognostiseerde doorlatendheid niet altijd wordt gehaald en (lokale) lekkages kunnen ontstaan die tot een toename van het debiet leiden. In de berekeningen is daarom een bandbreedteberekening uitgevoerd met een doorlatendheid tussen $5 \cdot 10^{-7}$ m/s en $5 \cdot 10^{-8}$ m/s.

Als gevolg van lekkages door de damwandsloten kan grondwater in de bouwkuip stromen. Om inzicht te krijgen in de doorlatendheid van de damwandsloten is gebruikt gemaakt van literatuurgegevens waar onder andere op basis van praktijkproeven doorlatendheden zijn bepaald. De gebruikte doorlatendheden zijn in Tabel 5 weergegeven.

datum : 8 juni 2020
ons kenmerk : S19.535-B5/TE

Tabel 5. Doorlatendheid damwandsloten

Bron	Doorlatendheid
Lekdetectie in waterremmende constructies	$1 \cdot 10^{-7}$ m/s (0,00864 m/d)
SBR Bouwrichtlijnen	$5 \cdot 10^{-8}$ m/s (0,0432 m/d)
Ervaringscijfers Tjaden	0,01 m/dag
Sloten opvullen met Beltan (Arcelor)	$6 \cdot 10^{-8}$ m/s (0,00518 m/d)
Sloten opvullen met klei	$5 \cdot 10^{-10}$ m/s (0,00004 m/d)

4.4.3 Geohydrologische parameters

De geohydrologische grondparameters zijn bepaald op basis van het uitgevoerde grond- en bodemonderzoek, de korrelverdelingen, REGISII, uitwerking pompproeven [13] en ervaring.

De gehanteerde geohydrologische parameters zijn in Tabel 6 weergegeven.

Tabel 6: Geohydrologische parameters

Diepte [m NAP] en geohydrologische laag	Bodembeschrijving	Geohydrologische parameters			
			Bandbreedte	Verwachting	Eenheid
	Drainage weerstand	c	250 à 500	350	dagen
-3,2 tot -5,0 (Z1-laag)	Zand, matig fijn tot matig grof	kD	10 à 15	10	m ² /dag
-5,0 tot -9,0 (C1-laag)	Veen en klei	c	400 à 600	500	dagen
-9,0 tot -18,2 (Z2-laag)	Zand, zeer fijn tot matig grof ¹	kD	100 à 150	125	m ² /dag
	<i>Doorlatendheid damwandsloten</i>		<i>0,00004 à 0,01</i>	<i>0,00864</i>	<i>m/dag</i>
-18,2 tot -19,2	Bodeminjectie	c	23 à 230	115	dagen
-19,2 tot -65 (Z2-laag)	Zand, matig fijn tot grof	kD	1250	1250	m ² /dag
-65 (C2-laag)	Klei, 1 ^e scheidende laag	c	ondoorlatend		dagen

¹ aan de onderzijde grindige lagen

4.5 Bemalingsberekeningen

Door middel van analytische formules en berekeningen met een grondwatermodel (MicroFEM) zijn berekeningen uitgevoerd. In de berekeningen is uitgegaan van een gelijktijdige aanleg van kavels Spot X en Y en de verwachte geohydrologische parameters.

4.5.1 Eenmalig leegmalen

Voor het eenmalig leegmalen van de bouwput is een waterbezwaar berekend van ca. 8.250 m³ per bouwkuip.

4.5.2 Lekdebiët damwand

Uitgaande van goed in het slot zittende damwanden wordt een lekdebiët verwacht van 160 m³/dag voor kavel X en 175 m³/dag voor kavel Y. Indien lokaal een damwand uit het slot is, kan het debiët in verband met het stijghoogteverschil en grove zandpakket toenemen met ca. 25 m³/dag per damwandslot. Tijdens het installeren worden slotverklikkers toegepast, zodat het risico op slotlekkages gering is.

datum : 8 juni 2020
ons kenmerk : S19.535-B5/TE

4.5.3 Kweldebiet injectielaag

Bij een verwachte weerstand van 115 dagen zal het lekdebiet 290 m³/dag voor kavel X zijn en 320 m³/dag voor kavel Y. Als de weerstand lager is (25 dagen) dan zal het debiet toenemen tot 1.500 m³/dag. Bij een lagere doorlatendheid en een weerstand van 230 dagen zal het kweldebiet beperkt blijven tot 150 m³/dag.

4.5.4 Neerslag

Als gevolg van neerslag dient voor buien van 10 mm/uur of 30 mm/dag rekening te worden gehouden met extra debieten van respectievelijk 45 m³/uur of 135 m³/dag per kavel.

4.5.5 Opbolling in de bouwkuip

Als gevolg van de onttrekking aan de rand van de bouwput zal een opbolling ontstaan. De opbolling mag niet te groot zijn in verband met een risico op het droogvallen van de bron en/of een lager gewicht van de zandlagen met een verhoogd risico op het opbarsten van de bodemafsluiting. Te weinig opbolling kan leiden tot onvoldoende verlaging in het midden van de bouwput. Bij de verwachte parameters en een uitvoering met diepwellbronnen is een opbolling van 0,9 m berekend. Dit is gelijk met een verlaging in de bronnen tot NAP -12 m.

4.5.6 Maatgevende debieten

In Tabel 7 zijn de berekende debieten weergegeven en de aan te vragen debieten voor de vergunning. Hierbij is rekening gehouden met een extra veiligheid van 25% als gevolg van mogelijke lekkages in de damwand en een (beperkt) hogere doorlatendheid van de bodemafsluiting.

Tabel 7. Berekende en maatgevende debieten

Totaal	Kavel X	Kavel Y	Samen (X en Y)
Eenmalig leegmalen [m ³]	8.250	8.250	16.500
Lekkage [m ³ /dag]	160	175	335
Kwel [m ³ /dag]	290	320	610
	Aan te vragen onttrekkings-debiet inclusief 25% veiligheid (kavel X en Y samen)	Aan te vragen retourdebieten	Aan te vragen lozingsdebieten
Per uur	50 m ³ /uur	30 à 50	20
Per dag	1.200 m ³ /dag	720 à 1.200	480
Per maand	36.000 m ³ /maand	21.600 à 36.000	14.400
Per kwartaal	108.000 m ³ /kwartaal	64.800 à 108.000	43.200
Per jaar	436.800 m ³ /jaar	259.200 à 436.800	172.800
Totaal	613.200 m ³ /totaal	362.800 à 613.200	241.920

datum : 8 juni 2020
ons kenmerk : S19.535-B5/TE

4.6 Regelgeving

4.6.1 Onttrekking

De projectlocatie ligt binnen het beheersgebied van Waterschap Amstel, Gooi & Vecht. Hier zijn bouwputbemalingen buiten "hogere gronden" en kwetsbare gebieden niet-vergunningsplichtig indien aan alle volgende eisen voldaan wordt:

- De bemaling vindt plaats buiten de kern- en beschermingszone van een waterkering;
- Bij een bemaling in de buitenbeschermingszone is de verlaging <2 m;
- De bemalingsduur is korter dan 6 maanden;
- Bemalingsdebiet is lager dan 15.000 m³/maand;
- Bemalingsdebiet is lager dan 50 m³/uur.

Op basis van de verwachte bemalingsduur en het maanddebiet is de onttrekking vergunningsplichtig. In het kader van het Besluit m.e.r. zijn alle grondwateronttrekkingen die onder de vergunningplicht vallen m.e.r.-beoordeling plichtig. Dit houdt in dat een m.e.r. aanmeldnotitie opgesteld moet worden.

4.6.2 Lozing

Het onttrokken bemalingswater wordt teruggebracht in de bodem. Er zal een overstort op het riool nodig zijn, als de retourbemaling wordt geregenereerd en/of als het onttrekkingsdebiet tijdelijk hoger is. Een lozing op het oppervlaktewater is niet toegestaan. Bij de Omgevingsdienst Noordzeekanaalgebied wordt een lozing op het riool aangevraagd.

Voor de lozing dient tevens een melding op grond van het Besluit lozen buiten inrichtingen te worden gedaan. Dit kan via het Omgevingsloket online worden gedaan. Op basis van het besluit lozen buiten inrichtingen (artikel 3.2) mag de concentratie onopgeloste bestanddelen niet meer dan 50 mg/l bedragen.

.

datum : 8 juni 2020
 ons kenmerk : S19.535-B5/TE

5 INVLOED IN DE OMGEVING

In dit hoofdstuk wordt de invloed van de bemaling in de omgeving beschreven.

5.1 Verlaging van de grondwaterstand

Als gevolg van de onttrekking en retourbemaling kunnen verlagingen en verhogingen in de omgeving van de projectlocatie optreden. De berekende verlagingen en verhogingen op verschillende afstand tot de bouwput zijn gepresenteerd in Tabel 8. Hierbij is uitgegaan van een situatie met de 'verwachtingswaarden' voor de geohydrologische parameters.

Tabel 8: Berekende veranderingen t.o.v. hoge grondwaterstand (- = verlaging en + = verhoging)

Afstand van de bouwput [m]	Verlagingen ¹		Verhogingen ²
	Freatische top laag (Z1-laag) [m]	1 ^e watervoerend pakket (Z2-laag) [m]	1 ^e watervoerend pakket (Z2-laag) [m]
5	-0,4	-0,3	+0,25
10	-0,3	-0,25	+0,1
25	-0,2	-0,2	>+0,05
50	-0,1	-0,1	
100	<-0,05	<-0,05	

¹ In zuidoostelijke richting

² In zuidelijke richting

5.2 Omgevingsaspecten

In Tabel 9 zijn de relevante omgevingsaspecten weergegeven.

Tabel 9: Overzicht omgevingsaspecten

Omgevingsaspect	Bron	Aanwezig	Afstand en richting tot projectlocatie
Bebouwing	BAG (kadaster)	Ja	13 m (z) < 1 m (o)
Verontreinigingen	www.odnzkg.nl	Nee	
Rijksmonumenten	Atlas leefomgeving	Nee	
Archeologische terreinen	Atlas leefomgeving	Nee	
Grondwaterbeschermingsgebied	Atlas leefomgeving	Nee	
Beschermde natuurgebieden (Natura2000 en EHS)	Atlas leefomgeving	Nee	
Groenvoorziening	PDOK luchtfoto	Ja	diverse
Bodemenergiesystemen	www.wkotool.nl	Ja	60 m (z)
Onttrekkingen van derden	www.wkotool.nl	Nee	
Waterkeringen	Legger Hoogheemraadschap	Nee	

5.2.1 Maaiveldzettingen, bebouwing en infrastructuur

Zettingen (zakkingen) van het maaiveld kunnen in principe optreden indien er onder de grondwaterspiegel samendrukbare bodemlagen (met name veen en klei) aanwezig zijn en indien de verlagingen van de grondwaterstand groter zijn dan de (natuurlijke en kunstmatige) verlagingen die in het verleden zijn opgetreden.

datum : 8 juni 2020
ons kenmerk : S19.535-B5/TE

Aangezien de verlagingen buiten de bouwput als gevolg van de bemaling gering zijn, wordt niet verwacht dat de lage grondwaterstand wordt onderschreden. Daarom zullen als gevolg van de bemaling ook geen maaiveldzakkingen optreden en wordt ook geen schade aan panden en infrastructuur in de omgeving verwacht.

5.2.2 Groenvoorziening

Aangezien nauwelijks verlagingen van de grondwaterstand optreden, zullen geen nadelige gevolgen voor groenvoorzieningen optreden

5.2.3 Bodemenergiesystemen

Op een afstand van ca. 60 m is een bodemenergiesysteem aanwezig. Op basis van een berekende verlaging kleiner dan 0,1 m worden geen nadelige effecten verwacht als gevolg van de onttrekking.

5.2.4 Invloed op het brak/zout grensvlak

Volgens REGIS is de brak/zout grensvlak op NAP -10 m gelegen. In verband met de beperkte verlagingen buiten de bouwput zal de onttrekking nauwelijks invloed hebben op de diepteligging van het brak-zout grensvlak.

5.2.5 Opbarsten waterbodem

Met het toepassen van een retourbemaling bestaat een risico voor het opbarsten van de waterbodem. Uit een opbarstberekening volgt een maximaal toelaatbare verhoging tot NAP - 1,9 m.

Tabel 10: Uitgangspunten en resultaten opbarstberekening – opbarsten bodem watergang

Van [NAP m]	Tot [NAP m]	Grondsoort	Dikte laag [m]	Volumiek gewicht [kN/m ³]	Totaal [kN/m ²]
-3,5		Maaiveld bovenzijde talud			
-3,5	-5,0	Zand	1,5	18,0	27,0
-5,0	-5,5	Klei humeus	0,3	14,0	7,0
-3,5		Waterpeil			
-3,5	-5,5	Water	2,0	10,0	20,0
-5,5	-6,0	Klei humeus	0,5	14,0	7,0
-6,0	-8,5	Klei	2,5	15,5	38,8
-8,5	-9,2	Klei, humeus	0,7	13,0	9,1
-9,2		Opbarstniveau			
Gronddruk boven ontgravingsniveau					34,0
Extra gronddruk als gevolg van taludwerking bij breedte watergang van 19 m (factor 0,06)					2,0
Waterdruk (zonder veiligheid)					20,0
Gronddruk onder bodem watergang					54,9
Totale neerwaartse gronddruk(inclusief materiaalfactor 0,9 voor grond)					73,0
Opwaartse waterdruk bij stijghoogte van NAP -1,9 m					73,0
Veiligheidsfactor					1,0

datum : 8 juni 2020
ons kenmerk : S19.535-B5/TE

5.3 Monitoring

Voorgesteld wordt de grondwaterstand en stijghoogte buiten de bouwput te monitoren door middel van peilbuizen. Geadviseerd wordt rondom de bouwput op 10 locaties een freatische peilbuis in de Z1-laag en een peilbuis in het 1^e watervoerend pakket (Z2-laag) te plaatsen. Door het uitvoeren van peilbuismetingen met een meetfrequentie van minimaal 1x per dag kan de verlaging worden gevolgd en worden eventuele lekkages inzichtelijk. Ter plaatse van de retourbemaling zijn eveneens monitoringspeilbuizen nodig.

Aanvullend wordt geadviseerd in elke bouwkuip minimaal 3 peilbuizen in de Z2-laag te plaatsen, zodat de verlaging kan worden geverifieerd. Deze peilbuizen zijn minimaal in de opstartfase nodig en afhankelijk van de meetresultaten kan het nodig zijn om de peilbuizen tijdens de bouw te behouden. De peilbuizen worden voorzien van een automatische dataloggers met gps signaal. Ter plaatse van de watergang wordt een peilbuis geplaatst om de verhoging ter plaatse van de watergang te kunnen controleren.

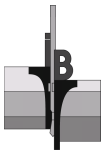
Door ons bureau is een monitoringsplan opgesteld (S19.535-M1 d.d. 29 mei 2020). Tevens is door Hektec een monitoringsplan opgesteld voor overige werkzaamheden [14].



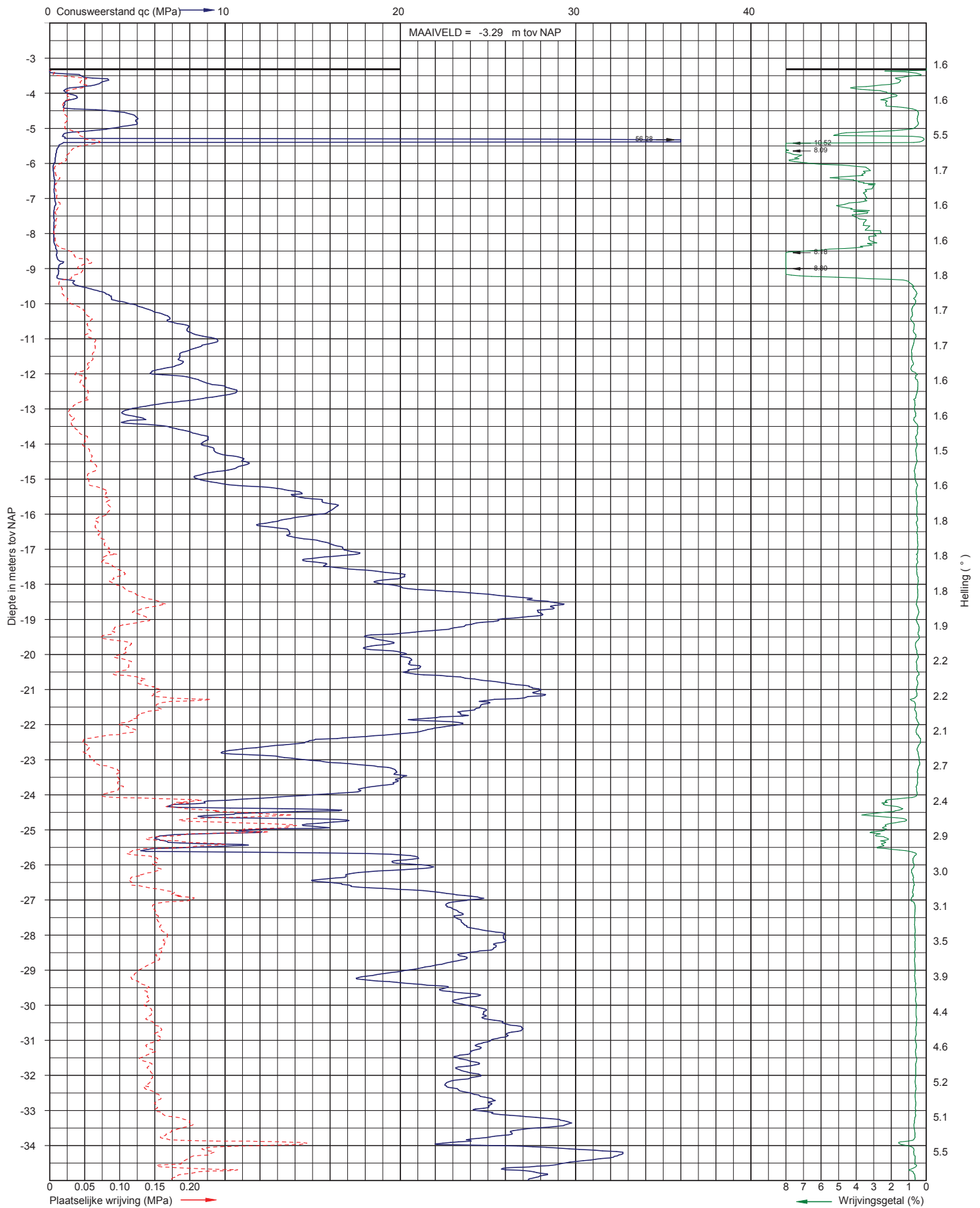
Legenda

- kelder kavel x,y
- ▲ sonderingen
- diepe boringen
- Handboringen
- ⊕ Peilbuizen freatisch Mos





Opdracht: 02P012618
Project: SPOT X/Y aan de Hogehilweg te Amsterdam

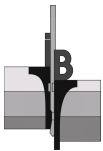


Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1
Sondeerklasse 3
Conusnummer: P10-CFII-10

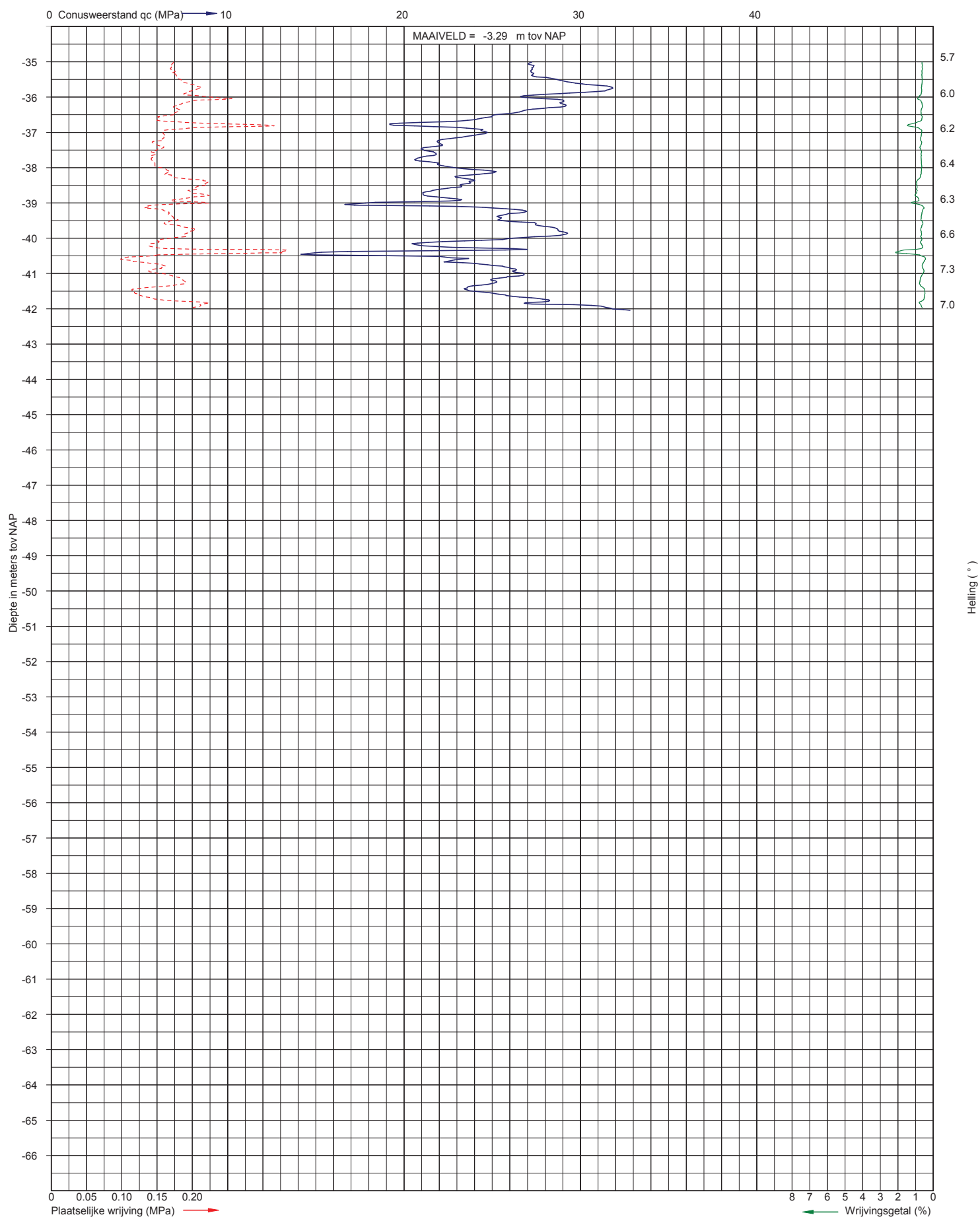
Uitvoerder: Eddy
Datum: 6-12-2018

X: 124883,213
Y: 479998,163

Sondering 6



Opdracht: 02P012618
Project: SPOT X/Y aan de Hogehilweg te Amsterdam

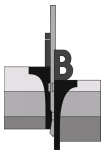


Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1
Sondeerklasse 3
Conusnummer: P10-CFII-10

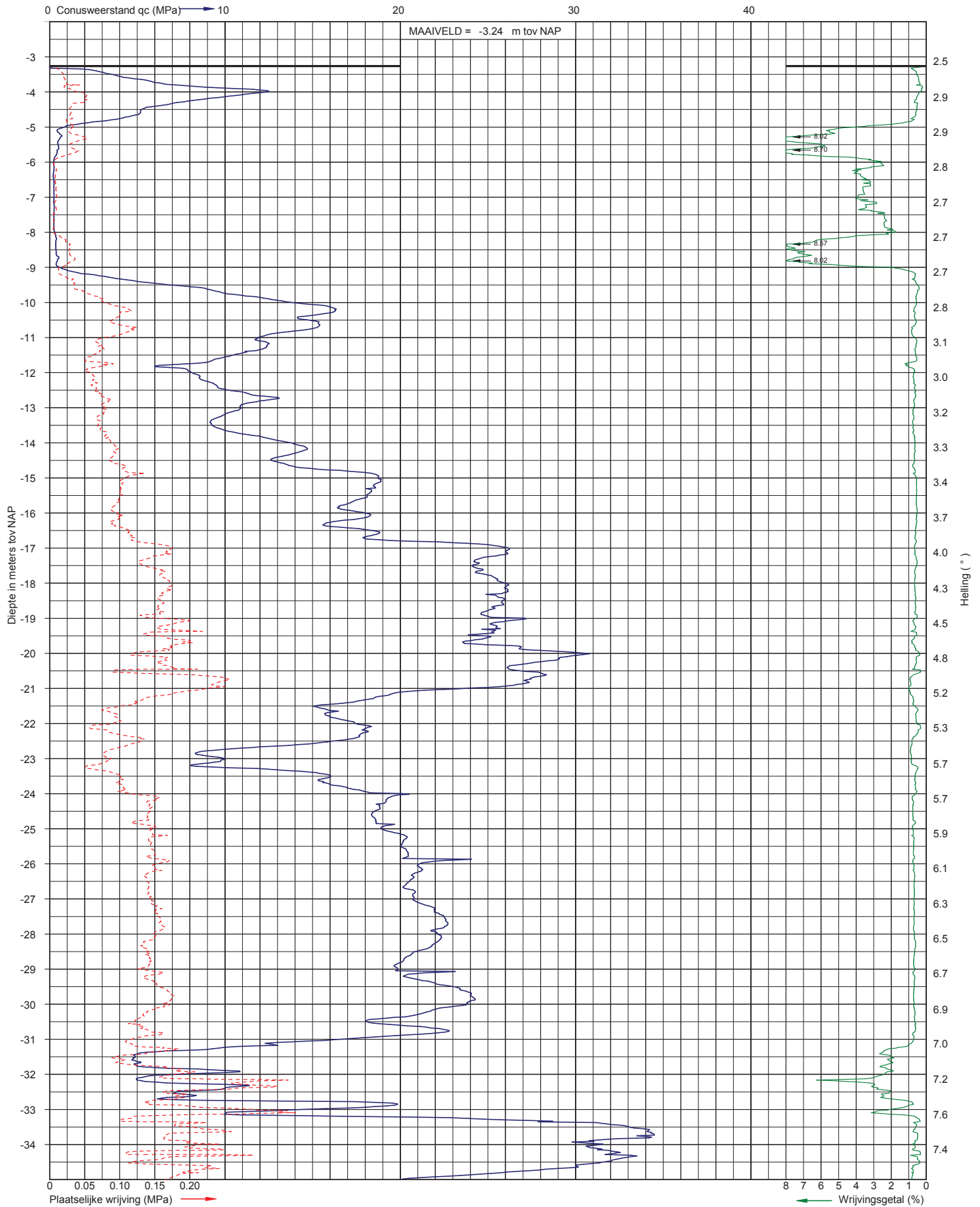
Uitvoerder: Eddy
Datum: 6-12-2018

X: 124883,213
Y: 479998,163

Sondering 6



Opdracht: 02P012618
Project: SPOT X/Y aan de Hogehilweg te Amsterdam

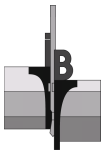


Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1
Sondeerklasse 3
Conusnummer: P15-CFII-15

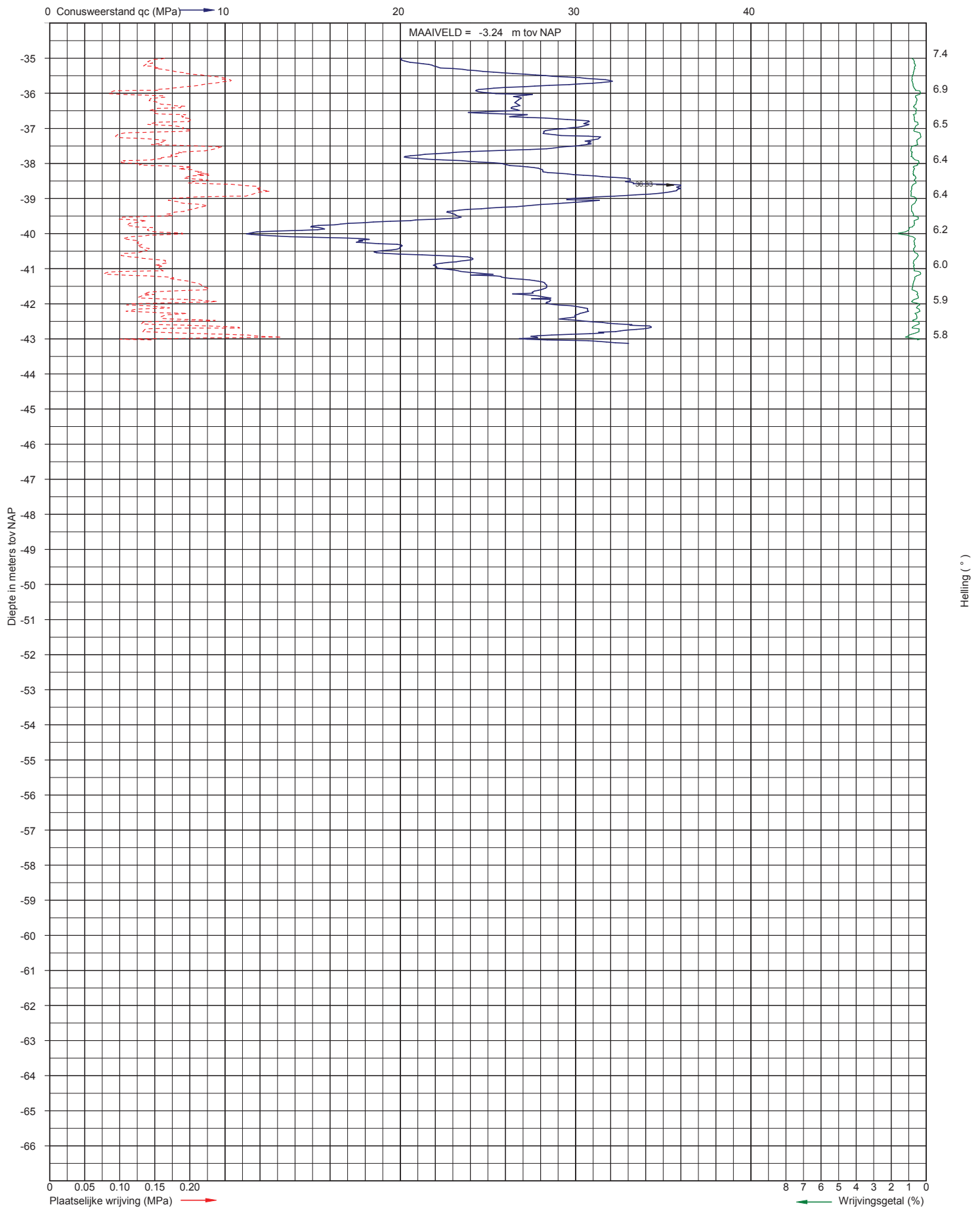
Uitvoerder: Sty
Datum: 6-12-2018

X: 124945,064
Y: 480009,352

Sondering 18



Opdracht: 02P012618
Project: SPOT X/Y aan de Hogehilweg te Amsterdam

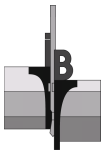


Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1
Sondeerklasse 3
Conusnummer: P15-CFII-15

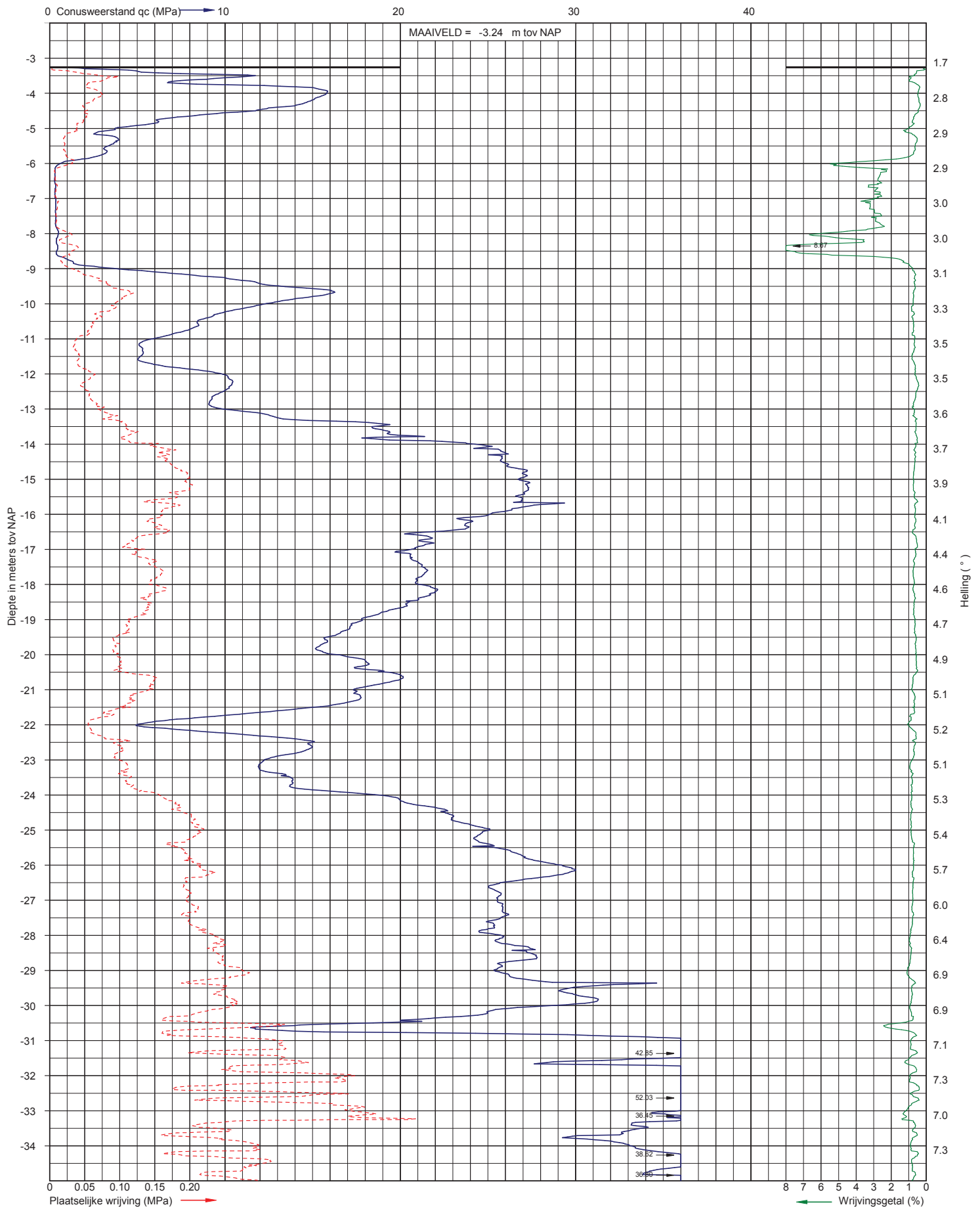
Uitvoerder: Sty
Datum: 6-12-2018

X: 124945,064
Y: 480009,352

Sondering 18



Opdracht: 02P012618
Project: SPOT X/Y aan de Hogehilweg te Amsterdam

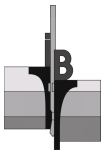


Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1
Sondeerklasse 3
Conusnummer: P15-CFII-15

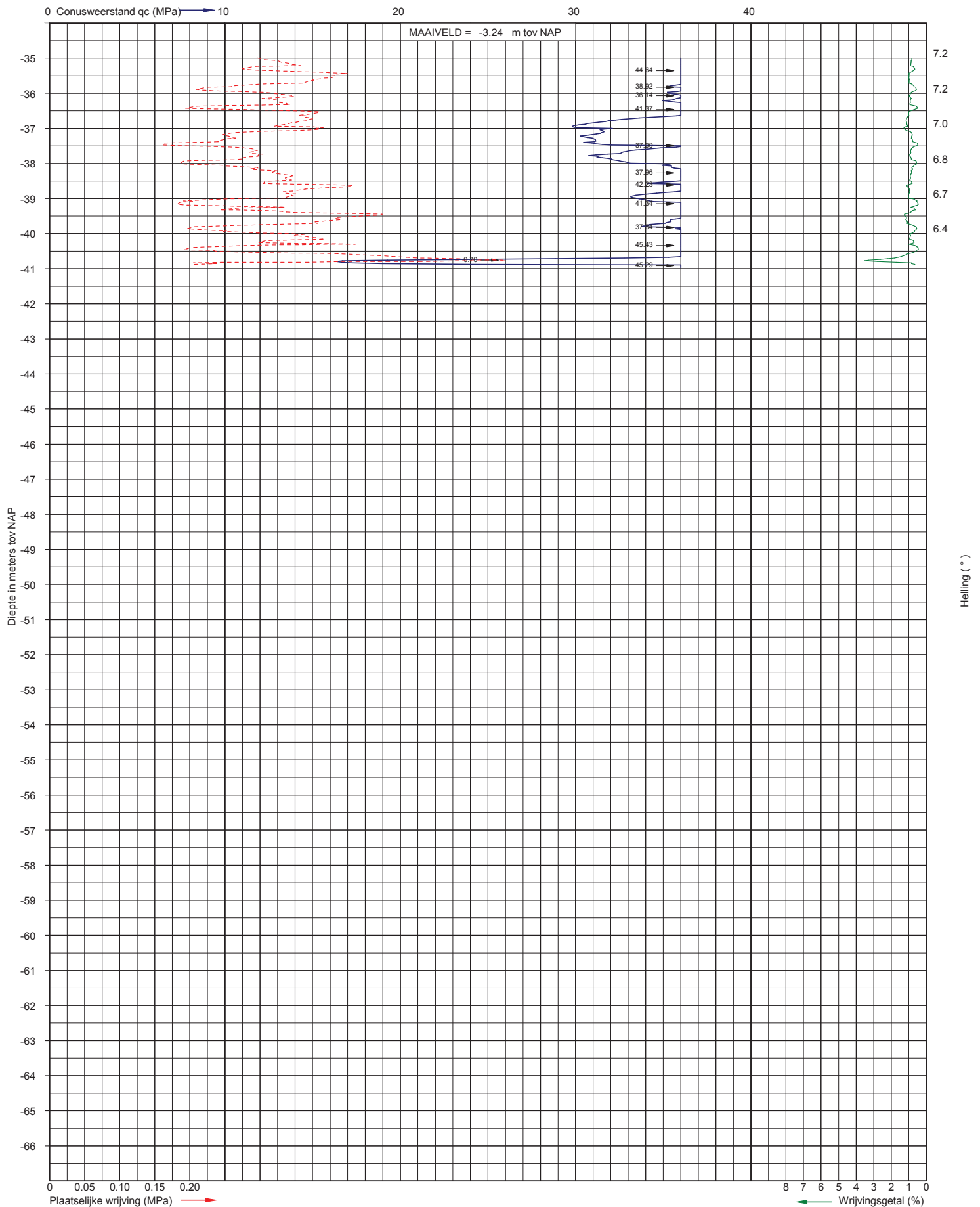
Uitvoerder: Sty
Datum: 13-12-2018

X: 125006,776
Y: 479981,614

Sondering 33



Opdracht: 02P012618
Project: SPOT X/Y aan de Hogehilweg te Amsterdam



Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1
Sondeerklasse 3
Conusnummer: P15-CFII-15

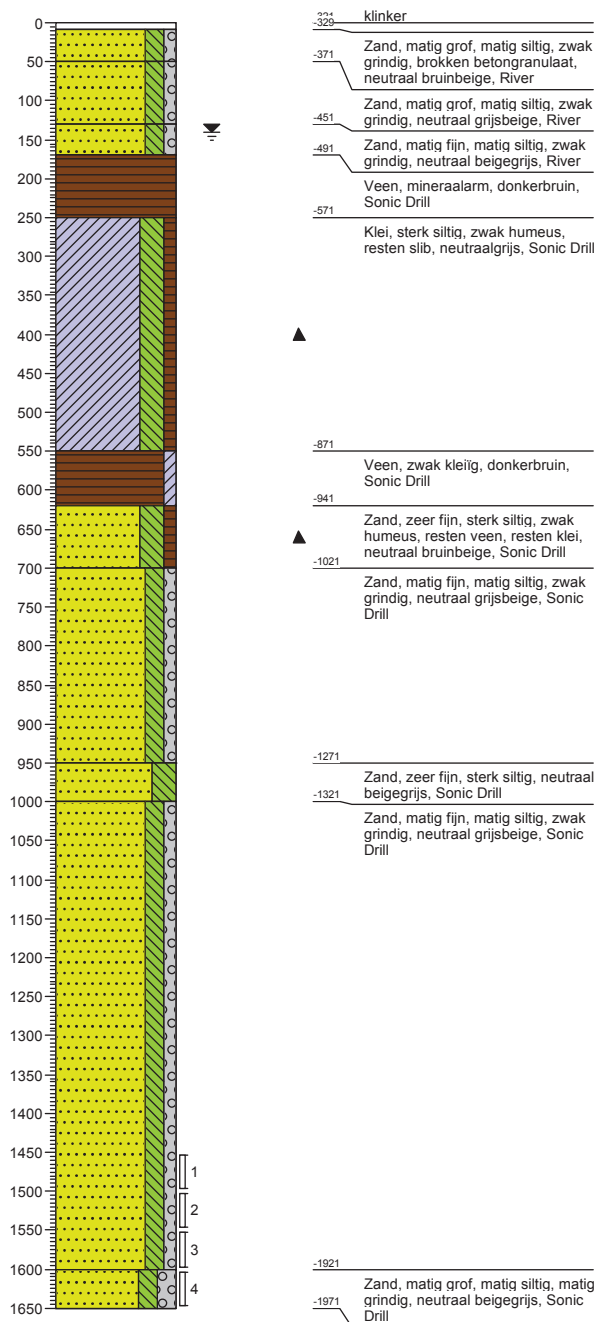
Uitvoerder: Sty
Datum: 13-12-2018

X: 125006,776
Y: 479981,614

Sondering 33

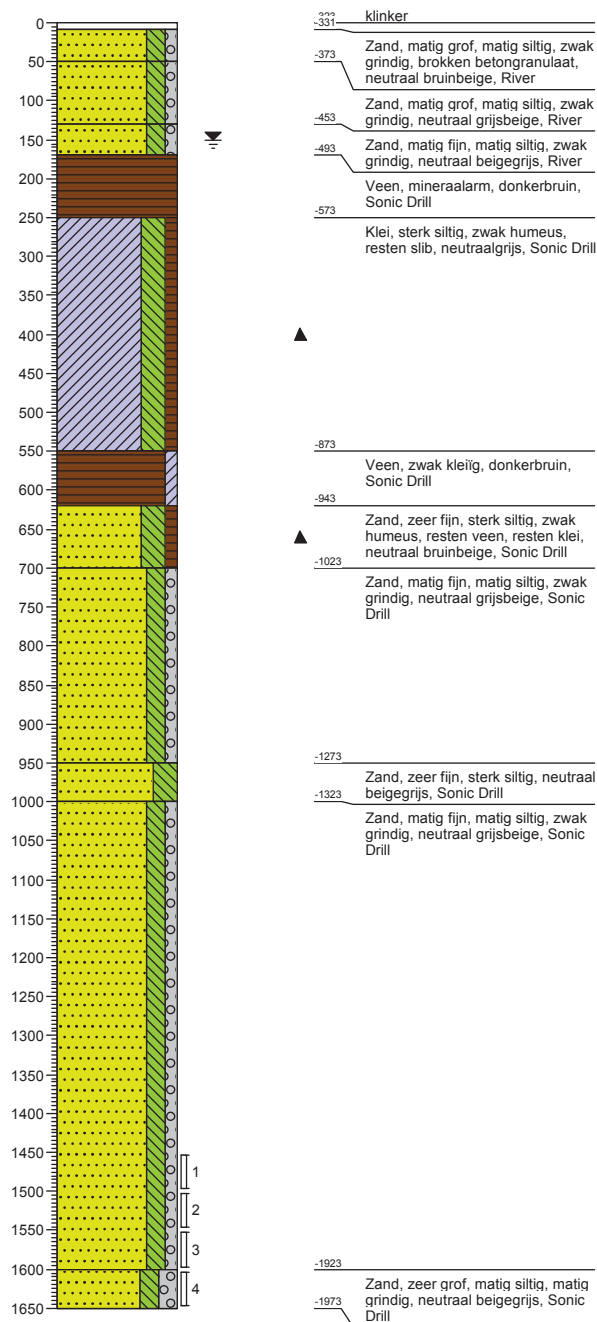
Boring: 01

Datum: 29-10-2019
GWS: 140
Opmerking: -3,21
Maaiveldhoogte -3,21



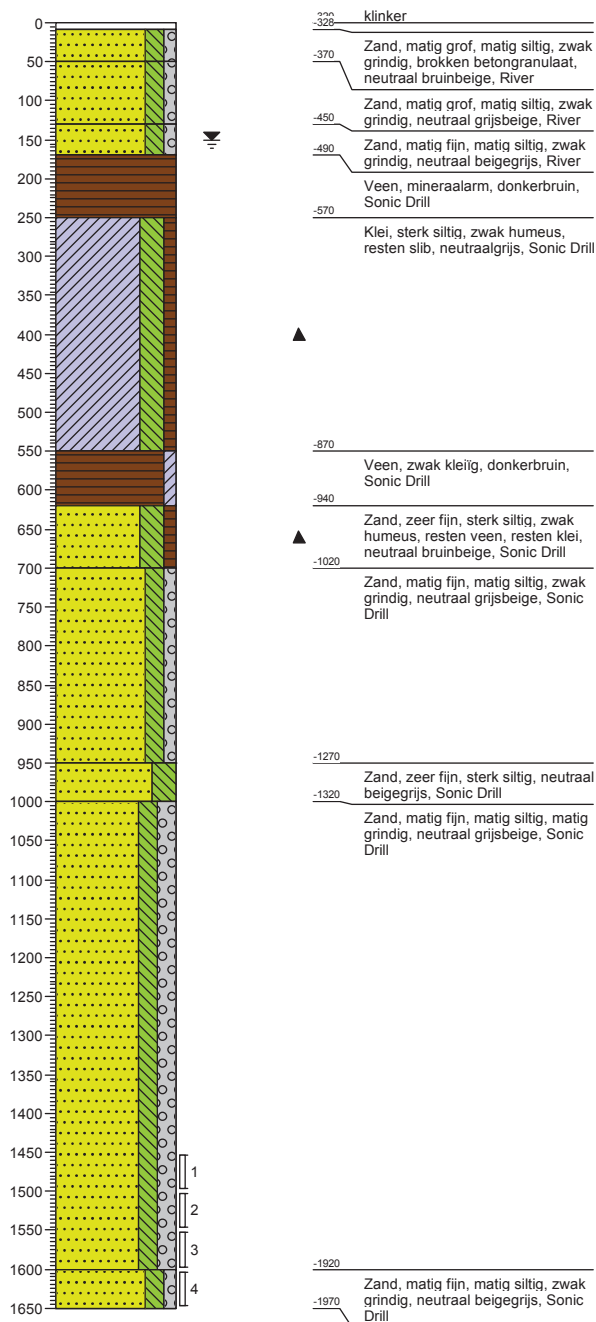
Boring: 02

Datum: 29-10-2019
GWS: 150
Opmerking: -3,23
Maaiveldhoogte -3,23



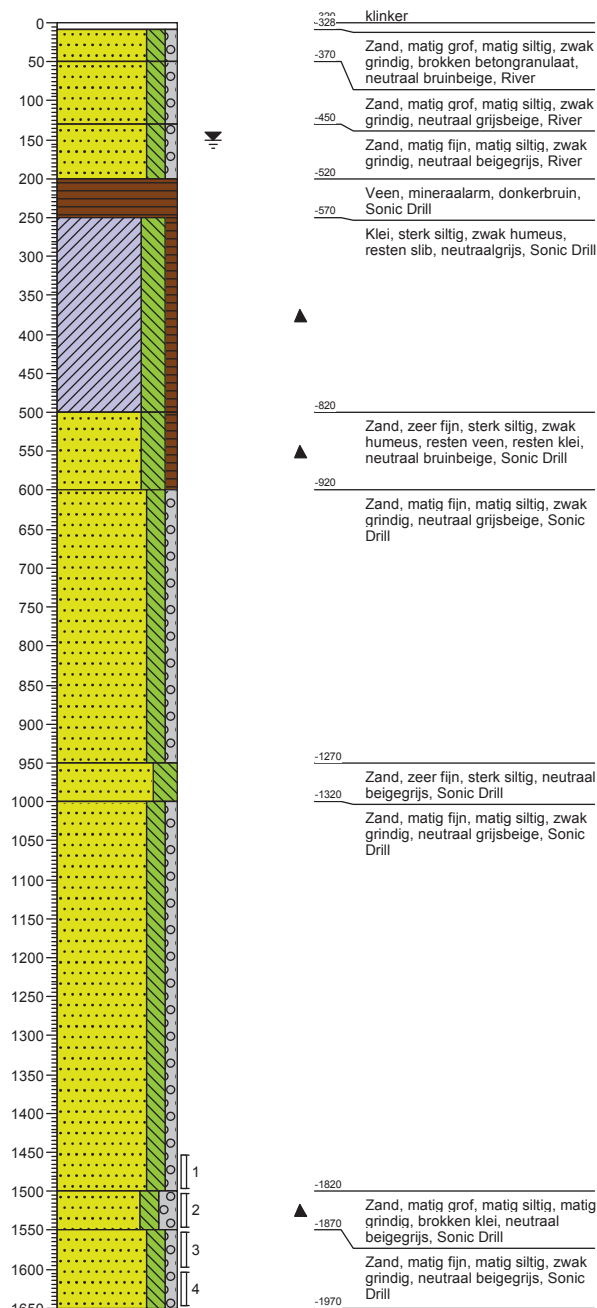
Boring: 03

Datum: 29-10-2019
GWS: 150
Opmerking: -3,20
Maaiveldhoogte -3,2



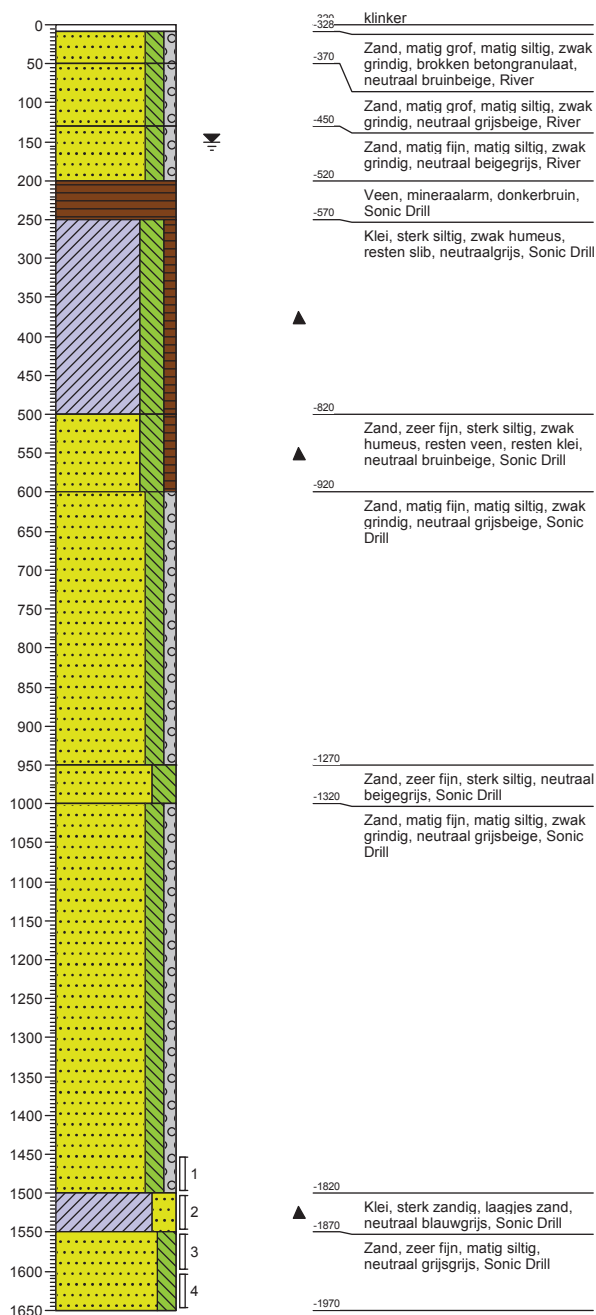
Boring: 04

Datum: 29-10-2019
GWS: 150
Opmerking: -3,20
Maaiveldhoogte -3,2



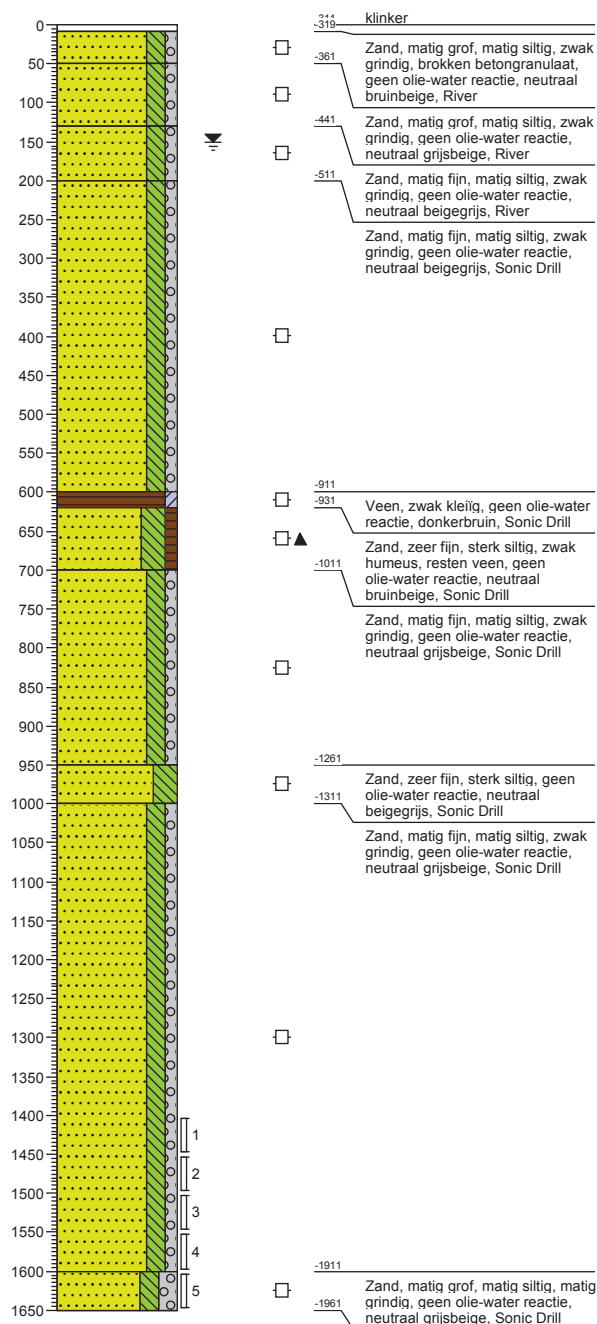
Boring: 05

Datum: 29-10-2019
GWS: 150
Opmerking: -3,20
Maaiveldhoogte -3,2



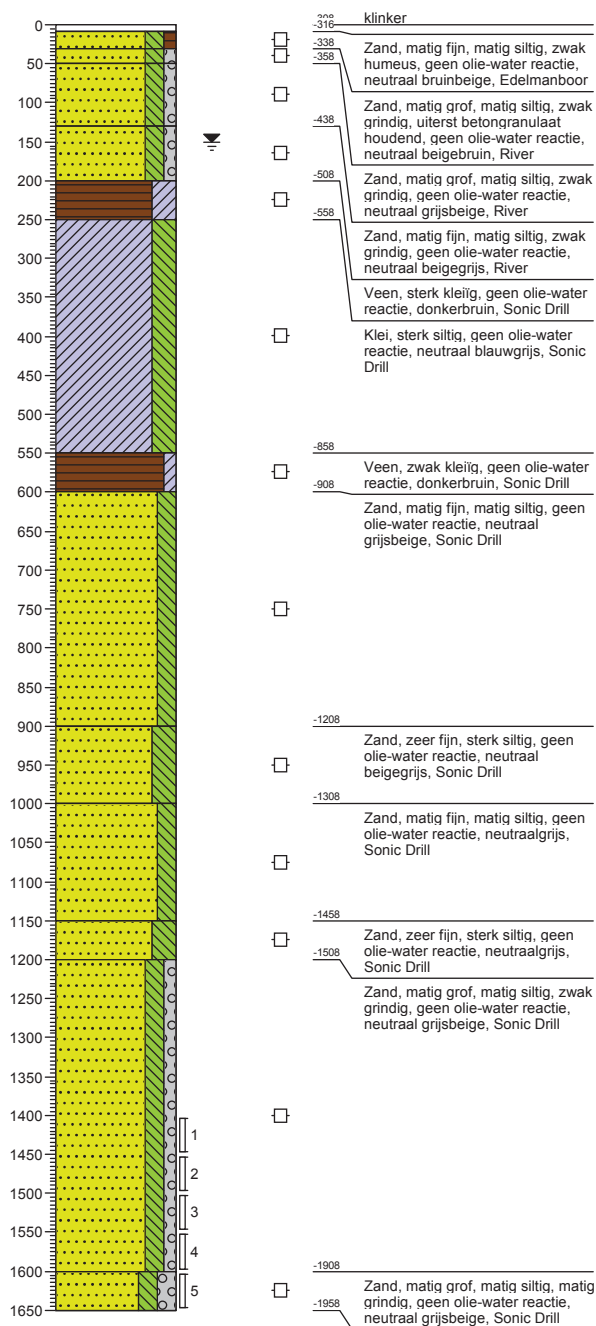
Boring: 06

Datum: 30-10-2019
GWS: 150
Opmerking: -3.11 NAP
Maaiveldhoogte -3,11



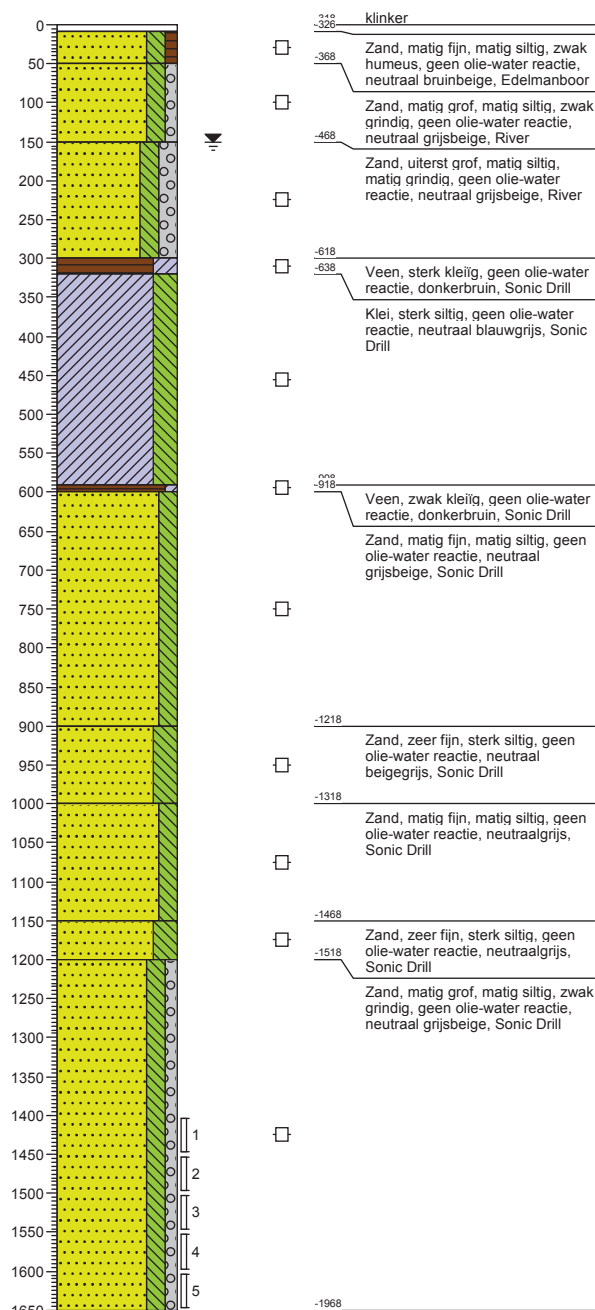
Boring: 07

Datum: 30-10-2019
GWS: 150
Opmerking: -3.08 NAP
Maaiveldhoogte -3.08



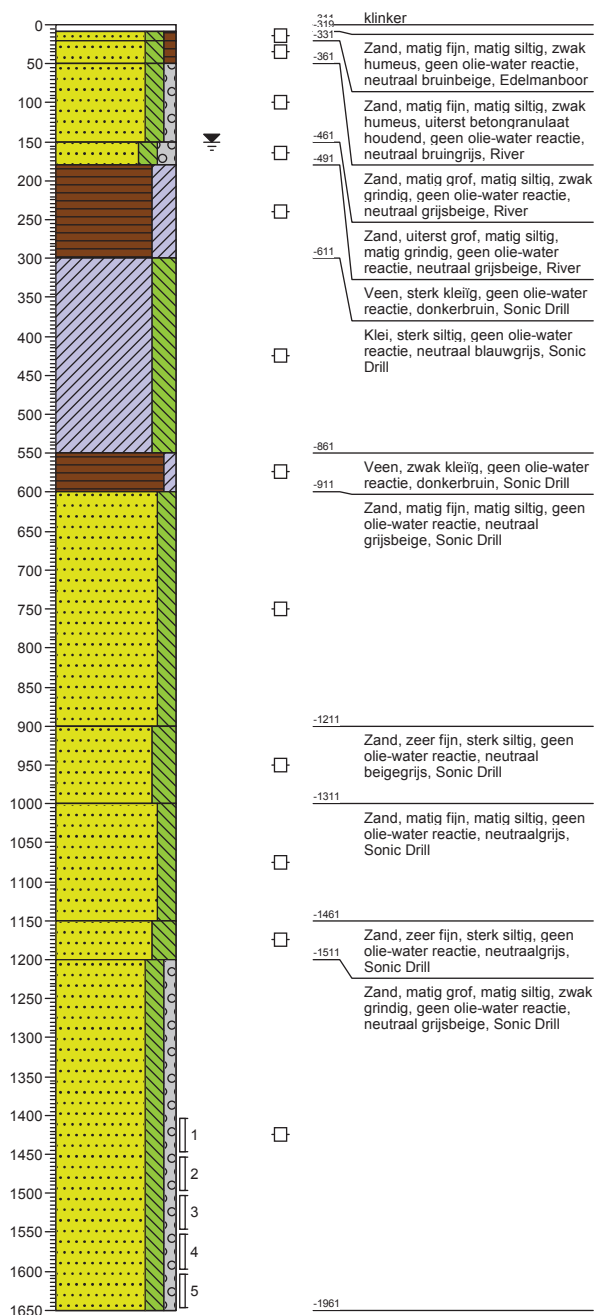
Boring: 08

Datum: 30-10-2019
GWS: 150
Opmerking: -3.18 NAP
Maaiveldhoogte -3.18



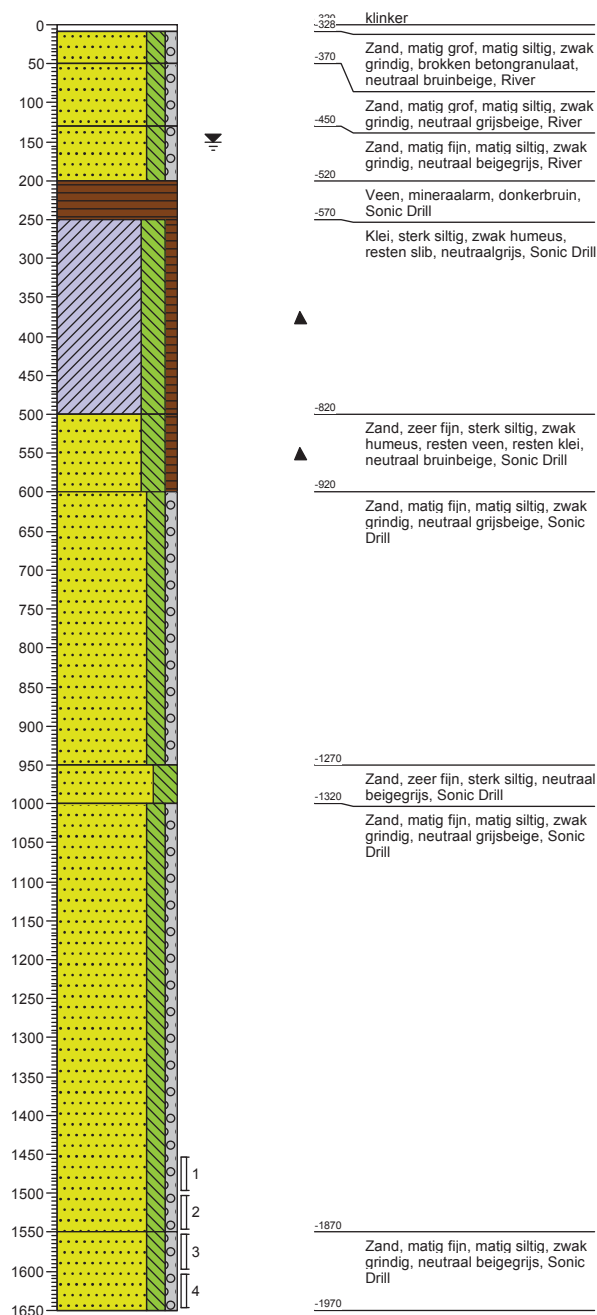
Boring: 09

Datum: 30-10-2019
GWS: 150
Opmerking: -3.11 NAP
Maaiveldhoogte -3.11



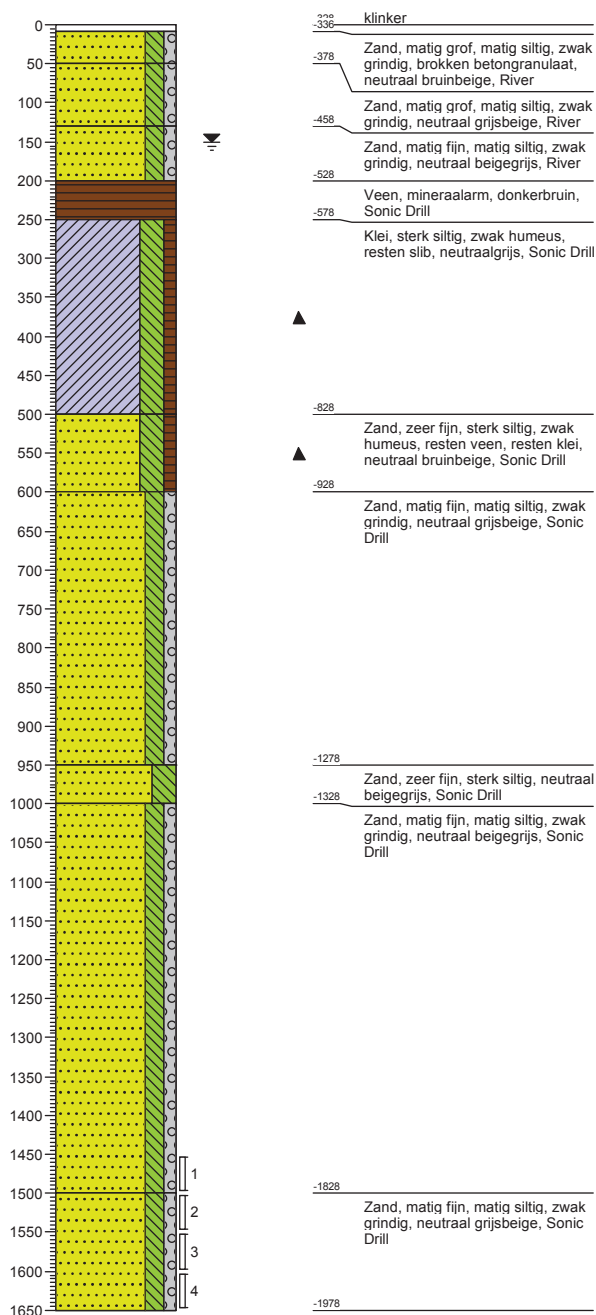
Boring: 10

Datum: 31-10-2019
GWS: 150
Opmerking: -3.20
Maaiveldhoogte -3.2



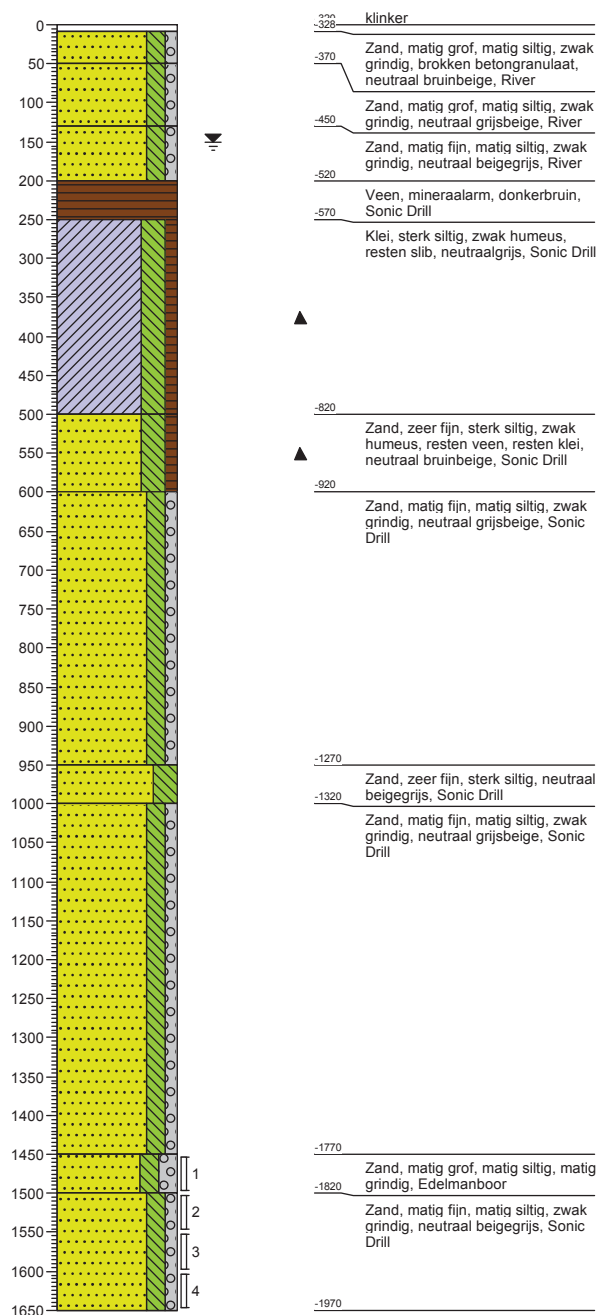
Boring: 11

Datum: 31-10-2019
GWS: 150
Opmerking: -3,28
Maaiveldhoogte -3,28



Boring: 12

Datum: 31-10-2019
GWS: 150
Opmerking: -3,20
Maaiveldhoogte -3,2



Theo van Velzen Bronbemaling B.V.
T.a.v. de heer M. Vlaar
Postbus 60
1850 AB HEILOO

Uw kenmerk : S19510 van t Hek Hogehilweg Amsterdam
Ons kenmerk : Project 972682
Validatieref. : 972682_certificaat_v1
Opdrachtverificatiecode: DROP-JWBH-NSHR-HRFH
Bijlage(n) : 2 tabel(len) + 1 bijlage(n)

Amsterdam, 29 november 2019

Hierbij zend ik u de resultaten van het laboratoriumonderzoek dat op uw verzoek is uitgevoerd in de door u aangeboden monsters.

De resultaten hebben uitsluitend betrekking op de monsters, zoals die door u voor analyse ter beschikking werden gesteld.

Het onderzoek is, met uitzondering van eventueel uitbesteed onderzoek, uitgevoerd door Eurofins Omegam volgens de methoden zoals ze zijn vastgelegd in het geldende accreditatie-certificaat L086 en/of in de bundel "Analysevoorschriften Eurofins Omegam". De in dit onderzoek uitgevoerde onderzoeksmethoden van de geaccrediteerde analyses zijn in een aparte bijlage als onderdeel van dit analyse-certificaat opgenomen. De methoden zijn, voor zover mogelijk, ontleend aan de accreditatieprogramma's/schema's en NEN- EN- en/of ISO-voorschriften.

Ik wijs u erop dat het analyse-certificaat alleen in zijn geheel mag worden gereproduceerd. Ik vertrouw erop uw opdracht volledig en naar tevredenheid te hebben uitgevoerd. Heeft u naar aanleiding van deze rapportage nog vragen, dan verzoek ik u contact op te nemen met onze klantenservice.

Hoogachtend,
namens Eurofins Omegam,



Ing. J. Tukker
Manager productie

Op dit certificaat zijn onze algemene voorwaarden van toepassing.
Dit analyse-certificaat mag niet anders dan in zijn geheel worden gereproduceerd.

Eurofins Omegam B.V.
H.J.E. Wenckbachweg 120
NL-1114 AD Amsterdam-Duivendrecht
Nederland

T +31-(0)20-597 66 80
CSOmegam@eurofins.com
www.eurofins.nl

IBAN NL 16 BNPA 0227667980
BIC BNPANL2A
BTW nr. NL8139.67.132.B01
KvK nr. 34215654

ANALYSECERTIFICAAT

Project code : 972682
Project omschrijving : S19510 van t Hek Hogehilweg Amsterdam
Opdrachtgever : Theo van Velzen Bronbemaling B.V.

Monsterreferenties

6167046 = Peilbuis (7,5 m - mv):

6167047 = Sloot:

Opgegeven bemonsteringsdatum :	27/11/2019	27/11/2019
Ontvangstdatum opdracht :	27/11/2019	27/11/2019
Startdatum :	27/11/2019	27/11/2019
Monstercode :	6167046	6167047
Matrix :	Afvalwater	Afvalwater

Algemeen onderzoek - fysisch

Q onopgeloste bestanddelen	mg/l	98	8,9
Q zuurgraad (pH)		7,3	8,2
meettemperatuur pH	°C	15,0	15,6
Q elektrische geleiding (EC)	mS/m	440,0	275,0
meettemperatuur EC	°C	14,8	15,7

Anorganische parameters - metalen

Metalen ICP-MS (totaal):

ijzer (Fe)	µg/l	34000	890
------------	------	-------	-----

Anorganische parameters - overig

Q chloride	mg/l	1200	620
Q kjeldahl-stikstof	mg N/l	17	3,8

Organische parameters - overig

Q chemisch zuurstofverbruik (CZV)	mg/l	76	38
-----------------------------------	------	----	----

ANALYSECERTIFICAAT

Project code	: 972682
Project omschrijving	: S19510 van t Hek Hogehilweg Amsterdam
Opdrachtgever	: Theo van Velzen Bronbemaling B.V.

Opmerkingen m.b.t. analyses

Opmerking(en) algemeen

Geleidbaarheid (EC-meting)

Het gemeten elektrisch geleidingsvermogen is door middel van automatische temperatuurcompensatie gecorrigeerd naar een referentietemperatuur van 25 °C.

ANALYSECERTIFICAAT

Project code	: 972682
Project omschrijving	: S19510 van t Hek Hogehilweg Amsterdam
Opdrachtgever	: Theo van Velzen Bronbemaling B.V.

Analysemethoden in Afvalwater

In dit analysecertificaat zijn de met 'Q' gemerkte analyses uitgevoerd volgens de onderstaande analysemethoden. Deze analyses zijn vastgelegd in het geldende accreditatie-certificaat met bijbehorende verrichtingenlijst L086 van Eurofins Omegam BV.

Onopgeloste bestanddelen	: Conform NEN-EN 872 en NEN 6499
Elektrische geleiding (EC)	: Conform NEN-ISO 7888
Zuurgraad (pH)	: Conform NEN-EN-ISO 10523
Chloride	: Gelijkwaardig aan NEN-EN-ISO 15682
Kjeldahl-stikstof	: Conform NEN-ISO 5663
Chemisch zuurstof verbruik (CZV)	: Conform NEN 6633 (2006)
