

Geohydrologische effecten Corio Glana HL20

Bergbezinkbassin en verhogen bedding Geleenbeek
GA180167.R05.v2.0

18 april 2019



Geohydrologische effecten Corio Glana HL20

Bergbezinkbassin en verhogen bedding Geleenbeek

Documentnummer GA180167.R05.v2.0

18 april 2019

Opdrachtgever

Waterschap Limburg

Maria Theresalaan 99

6043 C X Roermond

Projectleiding

Plangroep Heggen

Postbus 44

6120 AA Born

ViForis

Boven de Wolfskuil 3-B9

6049 LX Roermond

Auteurs

Adviseur geohydrologie K. Lange MSc

Projectleider Ing. R.J.A. Huijts

Functie	Naam	Paraaf
Adviseur geohydrologie	K. Lange MSc	
Projectleider	Ing. R.J.A. Huijts	

Inhoud

1	Inleiding.....	4
1.1	Algemeen	4
1.2	Doel van het onderzoek	4
1.3	Uitgangspunten	5
2	Onderzoek.....	6
2.1	Algemeen	6
2.2	Eerdere onderzoeken	6
2.3	Diepsonderingen	6
2.4	Slagsonderingen	7
2.5	Boringen	7
2.6	Doorlatendheidsmetingen	7
2.7	Grondwatermeetnet	7
2.8	Inmeting	9
3	Geohydrologie	10
3.1	Bodemopbouw	10
3.2	Grondwater	11
3.3	Doorlatendheid	13
3.4	Oppervlaktewater	14
4	Modelonderzoek.....	15
4.1	Instrumentarium	15
4.2	Modelgrenzen	15
4.3	Ondergrond	15
4.4	Geleenbeek	16
4.5	Varianten	16
5	Resultaten.....	18
6	Conclusies en advies.....	20
6.1	Conclusies	20
6.2	Advies en maatregelen	20

Bijlagen

Bijlage 1 Situatietekening

Bijlage 2 Sondeergrafieken

Bijlage 3 Boringen

Bijlage 4 Doorlatendheidsmetingen

Bijlage 5 Berekeningsresultaten

Bijlage 6 Memo GB180167.M01v1.0: Invloed bergbezinkbassin op verontreiniging

1 Inleiding

1.1 Algemeen

Bij de herinrichting van de Geleenbeek (Corio Glana HL20) wordt ten behoeve van de waterberging een bergbezinkbassin gerealiseerd. Daarnaast wordt de bedding van de Geleenbeek, ten noorden van de Steenen Sluis (stroomafwaarts), met ca. 0,3 m verhoogd en wordt de huidige betegeling op de bodem verwijderd. Zie Figuur 1.1.



Figuur 1.1: Locatie bergbezinkbassin en Steenen Sluis

1.2 Doel van het onderzoek

De realisatie van het bergbezinkbassin zal invloed hebben op de grondwaterhuishouding, door barrièrewerking zal aan de bovenstroomse zijde opstuwing van grondwater kunnen optreden. Ook door het verhogen van de bedding zullen de grondwaterstanden kunnen toenemen.

Het doel van het onderzoek is deze effecten te kwantificeren, en het risico op vernatting en grondwateroverlast inzichtelijk te maken. Ten behoeve van het modelonderzoek heeft tevens een in-situ geohydrologisch onderzoek plaatsgevonden, is gebruik gemaakt van eerder in de omgeving uitgevoerde onderzoeken en TNO-ondergrondmodellen.

Ten aanzien van de vorige versie van voorliggend rapport (GA180167.R05.v1.0 d.d. 23-1-2019) zijn de mogelijke effecten van het bergbezinkbassin op een nabijgelegen grondwaterverontreiniging beschouwd in memo GB180167.M01v1.0, welke is opgenomen in de bijlagen van voorliggend rapport.

1.3 Uitgangspunten

Voor de berekeningen en rapportage is gebruik gemaakt van de door ViForis verstrekte situatietekeningen en dwarsprofielen:

- Dwarsprofielen 1157-DWP-T02-1 t/m 1157-DWP-T02-1 (versie 1.0 d.d. 18-12-2018);
- Situatietekeningen 1157-SIT-T01-1 t/m 1157-SIT-T01-3 (versie 1.0 d.d. 18-12-2018).

Van de Geleenbeek wordt de bedding gemiddeld met ca. 0,3 m verhoogd, en wordt de huidige betegeling van de bodem verwijderd. Er is voor de berekeningen van uit gegaan dat het netto doorstromend oppervlak en de afvoer vrijwel gelijk blijven aan de huidige situatie, en dat het peil van de beek met ca. 0,3 m toeneemt. Voor toekomstige situatie is als oppervlaktewaterstand uitgegaan van de basisafvoeren zoals gegeven in de dwarsprofielen. De maatgevende afvoer (T=100) is een kortdurende situatie en niet verder door ons beschouwd, de effecten hiervan zijn afhankelijk van de duur van deze situatie en naar verwachting beperkt. Indien uit de thans uitgevoerde berekeningen blijkt dat de effecten significante risico's met zich meebrengen, kan de T=100-situatie alsnog worden beschouwd om een meer volledig beeld van de risico's te kunnen vormen.

De afmetingen van het bergbezinkbassin bedragen ca. 20 x 50 m. Op basis van het bouwputadvies, onze rapportage GA180167.R03.v1.0 d.d. 21-12-2018, wordt er van uitgegaan dat de bouwputbegrenzing van het bergbezinkbassin wordt uitgevoerd als een permanente grond- en waterkering tot ca. NAP +35 m.

2 Onderzoek

2.1 Algemeen

Ten behoeve van het geotechnisch en geohydrologisch onderzoek zijn in november 2018 in totaal 10 diepsonderingen, 18 zware slagsonderingen en 11 boringen uitgevoerd. Tevens is gebruik gemaakt van eerder in de omgeving uitgevoerde onderzoeken (zie §2.2) en TNO-ondergrondmodellen.

2.2 Eerdere onderzoeken

In voorliggend advies is tevens gebruik gemaakt van eerder in de directe omgeving uitgevoerde onderzoeken:

- GA-120250.R01-v2.0 d.d. 4-11-2013: sonderingen, boringen, peilbuizen en doorlatendheidsmetingen van de Vijverweg e.o.;
- GC120250.R01v1.0 d.d. 17-10-2017: aanvullende boringen, peilbuizen en doorlatendheidsmetingen rond de roeivijver;
- GA150238.R01v1.0 d.d. 13-7-2015: sonderingen rond de roeivijver t.b.v. diverse steigers;
- GB150238.R01v1.0 d.d. 16-9-2016: aanvullende sonderingen en handboringen;

2.3 Diepsonderingen

De rond het bergbezinkbassin uitgevoerde diepsonderingen zijn genummerd GA180167 SW02 t/m SW07. De diepsonderingen zijn gemaakt met een elektrische conus waarbij de conusweerstand continu wordt gemeten, elektrisch geregistreerd en digitaal vastgelegd. De sonderingen zijn uitgevoerd conform NEN-EN-ISO 22476-1.

Bij de sonderingen is tevens de lokale wrijving gemeten. De continue registratie van de ondervonden bodemweerstand verzekert een gedetailleerd beeld van de bodemopbouw. Dit niet alleen voor wat betreft de sterkte van de bodem maar tevens met betrekking tot de aard van de aanwezige ongeroerde grondlagen.

De verhouding tussen de wrijvingsweerstand van de kleefmantel en de weerstand aan de conuspunt, het zogenaamde wrijvingsgetal, heeft voor iedere grondsoort een andere waarde. Voor een gladde elektrische conus gelden bij veel voorkomende gronden ongeveer de navolgende relaties:

Tabel 2.1: interpretatie van het wrijvingsgetal

Wrijvingsgetal in %	Grondsoort
0.3 – 1.5	Zand, grof tot fijn
1.5 – 2.5	Silt (leem)
2.5 – 5.0	Klei
> 5.0	Veen

Tussen de verschillende grondsoorten komen overgangsvormen voor waardoor de aangegeven grenzen niet als hard zijn te beschouwen.

In de elektrische conus bevindt zich een hellingmeter. Hierdoor is controle mogelijk op een eventueel afwijken van de verticaal. Bijzondere afwijkingen zijn niet vastgesteld.

2.4 Slagsonderingen

De rond het bergbezinkbassin uitgevoerde zware slagsonderingen zijn genummerd GA180167 ZS01 en ZS08. De zware slagsonderingen zijn uitgevoerd conform NEN-EN-ISO 22476-2. Bij de zware slagsondering wordt een conus met een oppervlak van 15 cm² de grond in gedreven door middel van een valgewicht van 50 kg. Het benodigde aantal slagen per 0,2 m penetratie wordt genoteerd. Deze aantallen worden tegen de diepte in een sondeergrafiek uitgezet en vormen een sterktebeeld van de bodem.

Op deze wijze wordt een indruk verkregen van de draagkracht van de lagen in de ondergrond. De slagenaantallen kunnen worden vertaald naar conusweerstand. De relatie tussen slagenaantallen per 20 cm en conusweerstand is sterk afhankelijk van het aanwezige bodemmateriaal.

Door R.W.T.H. te Aken is dit verband middels proeven voor zand- en zand/grindlagen bepaald. Voor ander bodemmateriaal zijn de relaties vastgesteld op basis van ervaringen, opgedaan met de slagsondeermethode in combinatie met continue druksonderingen en de NEN-EN-ISO 22476-2, 2005.

2.5 Boringen

Ter plaatse van het bergbezinkbassin zijn in totaal 4 machinale boringen uitgevoerd (genummerd GA180167 PB102, DB103, DB104 en PB105) tot ca. 8,0 m- maaiveld. Tijdens de boorwerkzaamheden is het bodemmateriaal lithologisch onderzocht. Bij het lithologisch onderzoek worden de grondsoorten geclassificeerd volgens NEN 5104. Boring PB102 en PD105 zijn afgewerkt met peilbuizen om de grondwaterstanden te monitoren. Aanvullend zijn nog boringen PB101 en PB107 t/m PB111 uitgevoerd welke tevens zijn afgewerkt met peilbuizen. De boorstaten zijn opgenomen in de bijlagen.

2.6 Doorlatendheidsmetingen

In de boorgaten zijn doorlatendheidsmetingen uitgevoerd. Aangezien de doorlatendheid van de verzadigde lagen is bepaald zijn de doorlatendheidsmetingen conform de methode Hooghoudt uitgevoerd. De doorlatendheidsmetingen zijn genummerd GA180167 DM102 t/m DM105 en zijn opgenomen in de bijlagen.

Bij de Hooghoudtmethode wordt een gat geboord tot in de te beproeven laag. Vervolgens wordt in het boorgat de apparatuur geplaatst voor de bepaling van de waterdoorlatendheid. Daarna wordt onder gestandaardiseerde omstandigheden de stijging van het waterpeil gemeten per tijdsinterval. Per proef worden drie metingen gedaan. De doorlatendheid van de bodem is afhankelijk van het bodemmateriaal, de structuur en de bodemopbouw. Met deze veldgegevens kan de doorlatendheid van het beproefde traject met behulp van de formule van Ernst worden berekend.

2.7 Grondwatermeetnet

De geplaatste peilbuizen zijn voorzien van dataloggers welke automatisch de waterdruk registreren. De dataloggers communiceren de data dagelijks naar een server. De server berekend grondwaterstanden door middel van luchtdrukcorrectie, en maakt de data toegankelijk middels een webportal.

In het webportal zijn ook de reeds rondom de roeivijver geplaatste peilbuizen (t.b.v. GC120250.R01v1.0 d.d. 17-10-2017) opgenomen.

Het totale grondwatermeetnet is weergegeven in Figuur 2.1.



Figuur 2.1: Grondwatermeetnet

2.8 Inmeting

De ligging van de onderzoekspunten is op situatietekening GA180167.T00 t/m T03 weergegeven. De resultaten van het grondonderzoek zijn in de bijlagen toegevoegd. De onderzoekspunten zijn getekend ten opzichte van NAP.

De onderzoekspunten zijn met behulp van 06-GPS ingemeten t.o.v. het Rijksdriehoekstelsel en NAP (nauwkeurigheid ca. 0,10 m). Alle gegevens van de inmetingen zijn een momentopname en zijn alleen te gebruiken voor voorliggend onderzoek.

3 Geohydrologie

3.1 Bodemopbouw

De bodemopbouw kan op basis van de sonderingen, boringen en TNO-gegevens door middel van het volgende lagensysteem worden beschreven:

Formatie van Boxtel

Vanaf maaiveld (ca. NAP +45,4 m tot NAP +48,0 m) wordt tot een niveau van ca. NAP +42,0 m à +43,0 m een matig tot slecht doorlatend sterk zandig leempakket aangetroffen. Plaatselijk komen dunne veen en/of kleilaagjes voor. Het betreft de Formatie van Boxtel met plaatselijk Holocene beekafzettingen.

Formatie van Beegden

Hieronder worden tot ca. NAP +39,0 m overwegend goed tot zeer goed doorlatende zandgrindlagen aangetroffen.

Vervolgens neemt het grindgehalte af en worden tot een niveau van ca. NAP +34,0 à +35,0 m goed doorlatende zandlagen aangetroffen.

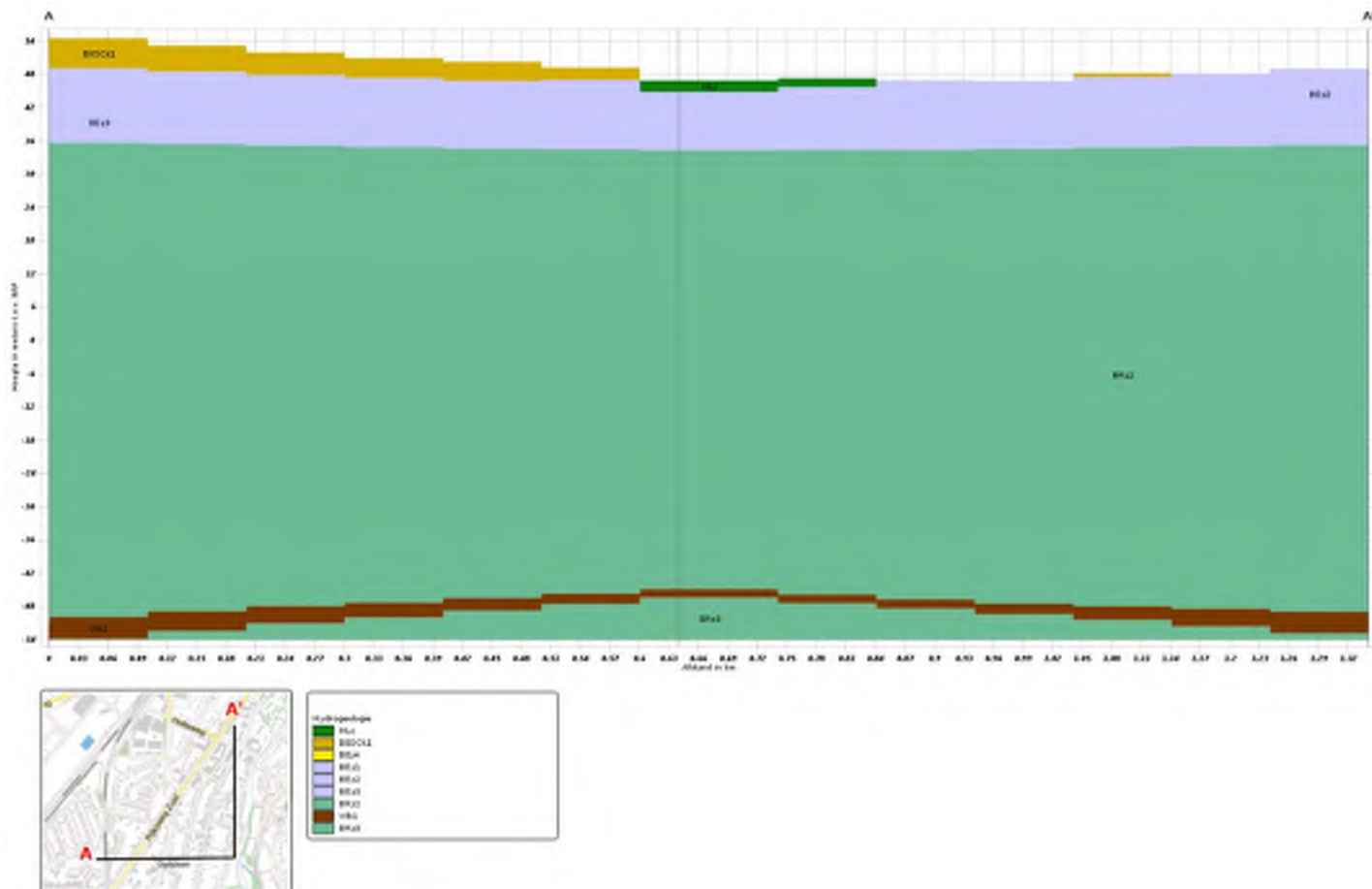
Formatie van Breda

Hieronder komen fijne en matig doorlatende (glauconiethoudende) zandlagen voor. Deze zetten zich naar verwachting door tot ca. NAP -45 m.

Formatie van Ville

Hier komt de slechtdoorlatende Formatie van Ville (bruinkooleenheid) voor. Deze laag wordt in de modellering als hydrologische basis beschouwd.

In Figuur 3.1 is bovenstaande bodemopbouw visueel gepresenteerd. Het betreft hierbij een doorsnede welke op basis van TNO Dinoloket is gegenereerd..



Figuur 3.1: Geohydrologisch profiel REGIS II v2.2

3.2 Grondwater

Tijdens het grondonderzoek is in de sondeer- en boorgaten naar de actuele grondwaterstand gepeild. Deze werd aangetroffen op een diepte van ca. 2,0 à 2,7 m- maaiveld. Dit komt overeen met ca. NAP +43,5 m à +44,7 m. Het betreft hierbij slechts een eenmalige meting, waardoor deze waarneming slechts als indicatie kan gelden. Daarnaast kan als gevolg van spanningswater, lagenopbouw en lokale omstandigheden een afwijkende waarde worden aangetroffen.

Op basis van de het grondwatermeetnet kan een beeld worden verkregen van de variatie in grondwaterstanden en het verhang in het projectgebied. In Figuur 3.2 zijn middels interpolatie van de gemeten grondwaterstanden de isohypsen van de gemiddelde grondwaterstand en gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) in het projectgebied gegeven.

Er wordt benadrukt dat, als gevolg van de korte monitoringsduur (PB05 t/m PB10 vanaf oktober 2017 en PB101 t/m PB110 vanaf november 2018), de GHG een inschatting betreft en de gemiddelde grondwaterstand door de droge zomer van 2018 in werkelijkheid hoger kan zijn.



Figuur 3.2: Isohypsens

3.3 Doorlatendheid

In de in november 2018 uitgevoerde boringen zijn doorlatendheidsmetingen uitgevoerd. Ook tijdens de eerder uitgevoerde onderzoeken zijn doorlatendheidsmetingen uitgevoerd.

Bij de doorlatendheidsmetingen worden drie metingen uitgevoerd. De derde meting is meestal maatgevend voor de doorlatendheid. De range van gemeten doorlatendheden is opgenomen in Tabel 3.1. De resultaten van de metingen zijn opgenomen in de bijlagen.

Tabel 3.1: gemeten doorlatendheid

Meting	Traject [m- maaiveld]	Traject [m t.o.v. NAP]	Grondsoort	Doorlatendheid [m/d]
GA120250				
PB06	2,3 – 3,0	44,7 – 44,0	Zand, zeer fijn, sterk siltig	1,1 – 1,3
PB07	2,0 – 2,2	45,6 – 45,4	Zand, matig fijn, zwak siltig	0,3 – 0,3
PB08	2,0 – 2,2	46,3 – 46,1	Zand, matig fijn, matig siltig	0,2
PB09	1,6 – 4,6	47,0 – 44,0	Zand, matig grof, matig grindig	3,7 – 5,0
PB10	2,4 – 3,4	44,8 – 43,8	Zand, zeer fijn, sterk siltig	0,5 – 0,6
B106	4,5 – 5,5	43,2 – 42,2	Zand, matig fijn, zwak siltig	2,9
B107	4,8 – 6,0	43,4 – 42,2	Zand, matig fijn, matig grindig	85,4
B108	4,6 – 6,0	44,0 – 42,6	Grind, matig grof, zwak zandig	20,7
DM01	2,5 – 3,5	45,7 – 44,7	Klei, uiterst zandig	0,01
DM02	2,2 – 3,2	46,0 – 45,0	Klei, uiterst zandig	0,01
DM03	2,8 – 3,5	45,6 – 44,9	Zand, sterk kleiig	0,04 – 0,09
GC120250				
DM101	4,9 – 5,9	43,9 – 42,9	Zand, zeer fijn, matig siltig	0,6 – 3,2
DM102	4,9 – 5,9	43,5 – 42,5	Grind, matig grof	8,7 – 10,5
MM106	4,8 – 6,0	42,9 – 41,7	Grind, uiterst zandig	6,0
MM107	4,0 – 6,0	44,2 – 42,2	Grind, matig zandig	5,8 – 89,0
MM108	4,0 – 6,0	44,6 – 42,6	Zeer grof zand	5,7 – 23,1
GA180167				
DM102	4,0 – 8,0	42,3 – 38,3	Grind, matig grof	4,1 – 5,1
DM103	5,7 – 8,0	42,3 – 40,0	Grind, matig grof	27,0 – 55,2
DM104	5,5 – 8,0	41,3 – 38,8	Grind, matig grof	8,2 – 14,3
DM105	6,5 – 8,0	41,4 – 39,9	Grind, matig grof	1,2 – 1,6

Op basis van de metingen kan worden geconcludeerd dat de doorlatendheid van de toplaag afhankelijk van de samenstelling sterk varieert. De gemeten doorlatendheden variëren van ca. 0,01 m/d voor kleiige lagen tot ca. 5,0 m/d in de tussen zandlagen. In het zandgrindpakket, behorende bij de Formatie van Beegden, worden hoge doorlatendheden gemeten, tot ca. 85 m/d.

Het TNO-ondergrondmodel REGIS II.2 geeft voor de Formatie van Beegden doorlatendheden van ca. 120 m/d. Voor de hieronder gelegen Formatie van Breda worden doorlatendheden van ca. 3 m/d gegeven. Aan de Formatie van Ville is een hydraulische weerstand van 47.000 dagen toegekend. In de modellering wordt deze als basis (ondergrens) beschouwd.

De doorlatendheid van grindpakketten is sterk heterogeen in de diepte en afhankelijk van preferente stroombanen. Om die reden wordt in de modellering een range van doorlatendheden aangehouden. Zie ook Tabel 4.1 voor de in de modellering aangehouden geohydrologische eigenschappen.

3.4 Oppervlaktewater

Door het projectgebied stroomt de Geleenbeek en Molenbeek. De beken liggen in een deklaag van slecht doorlatende Holocene beekafzettingen, maar snijdt mogelijk plaatselijk in in tussenzandlagen.

Het beekpeil ligt lager dan de grondwaterstand, de beek heeft derhalve een drainerende werking. In de huidige situatie is op de bodem betegeling aanwezig. Er is voor zover bij ons bekend geen beschoeiing of kleibekleding aanwezig.

4 Modelonderzoek

4.1 Instrumentarium

De grondwaterberekeningen zijn in MicroFEM uitgevoerd. MicroFEM is een eindig-elementenprogramma waarin in meerdere aquifers de stationaire en niet-stationaire grondwaterstroming gemodelleerd kan worden. Door variatie in dikte en eigenschappen van watervoerende en waterremmende lagen en verhang in stijghoogten is 3D-modellering van grondwaterstanden en -stromingen mogelijk. Er is geen rekening gehouden met overige invloeden zoals klimaatverandering (grotere neerslagintensiteit) of overige ingrepen welke van invloed kunnen zijn op de waterhuishouding.

4.2 Modelgrenzen

De bovenzijde van de bruinkoollaag in de Formatie van Breda - Ville is als ondergrens van het model gehanteerd. De buitengrenzen zijn op ca. 1.000 m rond het projectgebied aangehouden (3 x de spreidingslengte ($=v(kDc)$) van het watervoerend pakket waarin het bassin wordt geplaatst) waarbij de grondwaterstanden op basis van de berekende isohypsen (Figuur 3.2) zijn aangehouden.

4.3 Ondergrond

In MicroFEM is de ondergrondschematisatie volgens het REGIS II model zoals weergegeven in Tabel 4.1 toegepast, welke op basis van de uitgevoerde sonderingen en boringen nader is gedetailleerd. De transmissiviteit is gelijk aan het product van de doorlatendheid en de dikte van de laag.

De doorlatendheid van grindpakketten is sterk heterogeen in de diepte en afhankelijk van preferente stroombanen. Om die reden wordt in de modellering een range van doorlatendheden tussen ca. 5 en ca. 120 m/d aangehouden.

De zandlaag tussen ca. NAP +39 en +34 m (Beegden) bevat weinig tot geen grind. Hier kunnen lagere doorlatendheden worden verwacht. Aangezien een lagere doorlatendheid van deze laag resulteert in meer opstuwing (het grondwater kan minder makkelijk onder het bergbezinkbassin doorstromen), wordt hier uitgegaan van de laagst gemeten doorlatendheid in deze formatie van ca. 1,5 m/d.

Door de horizontale gelaagdheid van de afzettingen zal de verticale doorlatendheid lager zijn dan de horizontale doorlatendheid, waardoor de grondwaterstroming onder het bassin door enige weerstand zal ondervinden. Om die reden is aan de zandlagen onder het bassin ook enige verticale weerstand toegekend, waarbij is uitgegaan van een anisotropiefactor van ca. 3 tot 5.

Het bergbezinkbassin is in het model verwerkt door ter plaatse van het bassin de transmissiviteit van het watervoerend pakket tot een niveau van NAP +35 m (teenniveau permanente bouwputbegrenzing) te reduceren tot 0 m²/d. Voor overige parameters is uitgegaan van REGIS II (TNO).

Tabel 4.1: Geohydrologische schematisatie

Laag	Bovenkant [m ± NAP]	Onderkant [m ± NAP]	Dikte [m]	Transmissiviteit [m ² /d]	Hydraulische weerstand [d]
Leem/zand (Boxtel / Holoceen)	+48 à +45	+43 à +42	2 à 6	-	100
Zandgrind (Beegden)	+43 à +42	+39 à +36	3 à 6	20 à 720	-
Zand (Beegden)	+39 à +36	+34	2 à 5	3 à 7,5	2 à 5
Fijn zand (Breda)	+34	-45	79	260	120
Bruinkool (Ville)	-24	∞	∞	-	∞

4.4 Geleenbeek

In de huidige situatie is op de bodem betegeling aanwezig. Er is geen beschoeiing of kleibekleding aanwezig. Grondwater kan derhalve ongestoord in- en uittreden uit de oevers van de beek. Gezien de sterk horizontaal gelaagde (anisotrope) en matig tot slecht doorlatende deklaag zal ook zonder betegeling weinig toestroom via de beekbodem plaatsvinden.

Voor de bodempelen zijn de dwarsprofielen aangehouden. Er is vanuit gegaan dat het netto doorstromend oppervlak en de afvoer vrijwel gelijk blijven aan de huidige situatie, en dat het gemiddelde waterpeil van de beek met ca. 0,3 m toeneemt. Als gevolg hiervan kunnen de grondwaterstanden in de directe omgeving van de Geleenbeek toenemen.

In de toekomstige situatie is de betegeling verwijderd, er worden geen noemenswaardige beschoeiingen of kleibekledingen langs de oevers geplaatst. Het verwijderen van de betegeling kan resulteren in een afname van de drainageweerstand. Als gevolg kan meer grondwater uittreden in de beek, waardoor een eventuele toename in grondwaterstand in de omgeving wordt beperkt. Uit conservatief oogpunt wordt met dit effect in de modellering geen rekening gehouden. Aangezien zowel in de huidige als toekomstige situatie geen beschoeiing of kleibekleding aanwezig is, en dus een beperkte uittredeweerstand, wordt in de modellering een drainageweerstand van 1 dag aangehouden.

4.5 Varianten

In de modellering zijn een achttal varianten doorgerekend als gevoeligheidsanalyse en om onderscheid te maken tussen effecten als gevolg van de verschillende werkzaamheden. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen:

- enkel realisatie van het bergbezinkbassin;
- realisatie van het bergbezinkbassin en het verhogen van de bedding;
- lage en hoge doorlatendheden;
- een periode van gemiddelde grondwaterstanden en hoge grondwaterstanden (GHG);

De verschillende varianten zijn als volgt gecodeerd:

- **BBB_k-_GG**
Effecten bergbezinkbassin, lage doorlatendheden, tijdens een periode van gemiddelde grondwaterstanden;
- **BBB_k-_GHG**
Effecten bergbezinkbassin, lage doorlatendheden, tijdens een periode van hoge grondwaterstanden;
- **BBB+bedding_k-_GG**
Effecten bergbezinkbassin en verhogen bedding, lage doorlatendheden, tijdens een periode van gemiddelde grondwaterstanden;
- **BBB+bedding_k-_GHG**
Effecten bergbezinkbassin en verhogen bedding, lage doorlatendheden, tijdens een periode van hoge grondwaterstanden;
- **BBB_k+_GG**
Effecten bergbezinkbassin, hoge doorlatendheden, tijdens een periode van gemiddelde grondwaterstanden;
- **BBB_k+_GHG**
Effecten bergbezinkbassin, hoge doorlatendheden, tijdens een periode van hoge grondwaterstanden;
- **BBB+bedding_k+_GG**
Effecten bergbezinkbassin en verhogen bedding, hoge doorlatendheden, tijdens een periode van gemiddelde grondwaterstanden;
- **BBB+bedding_k+_GHG**
Effecten bergbezinkbassin en verhogen bedding, hoge doorlatendheden, tijdens een periode van hoge grondwaterstanden;

De effecten worden berekend ten opzichte van de huidige situatie (zonder bassin en verhoogde bedding) met een gemiddelde (GG) of hoge grondwaterstand (GHG).

5 Resultaten

In Tabel 5.1 zijn voor elke variant de berekeningsresultaten gegeven nabij locaties waar geohydrologische effecten te verwachten zijn. Zie ook Figuur 5.1.

Tabel 5.1: Geohydrologische effecten

Variant	Toename grondwaterstand [m]		
	Berkenlaan 31	Wilgenlaan 8	Wilgenlaan 6
BBB_k-_GG	0,03	-0,01	0,00
BBB_k-_GHG	0,04	-0,01	0,00
BBB+bedding_k-_GG	0,06	0,09	0,06
BBB+bedding_k-_GHG	0,05	0,07	0,04
BBB_k+_GG	0,02	-0,01	0,00
BBB_k+_GHG	0,03	-0,01	0,00
BBB+bedding_k+_GG	0,05	0,02	0,02
BBB+bedding_k+_GHG	0,06	0,01	0,01

De maatgevende variant is BBB+bedding_k-_GG, op basis hiervan kan nabij de meest nabijgelegen woningen een verhoging van de grondwaterstand tot ca. 0,1 m worden verwacht. In het stadspark treden verhogingen tot ca. 0,2 à 0,3 m op. Aan de Berkenlaan betreffen dit met name effecten als gevolg van de barrièrewerking van het bergbezinkbassin, afhankelijk van de variant draagt de barrièrewerking ca. 40 tot 80% bij aan de effecten nabij de meest nabijgelegen bebouwing.

Aanvankelijk werd verwacht dat grotere effecten zouden optreden bij hogere grondwaterstanden (en gelijkblijvende beekafvoer), aangezien dan een groter verhang richting de beek optreedt. Uit de berekening blijkt dat deze effecten zich dan met name aan de zuidzijde van het bergbezinkbassin voordoen, aangezien het verhang in die situatie meer noordelijk gericht is (BBB+bedding_k-_GHG).

Indien enkel de realisatie van het bergbezinkbassin wordt beschouwd zijn de effecten ter plaatse van het bassin groter (tot ca. 0,3 m), maar reikt de invloed minder ver. Dit is gevolg van het grotere verhang zonder verhoogd beekpeil (BBB_k-_GHG).

De resultaten van variant BBB+bedding_k-_GG zijn weergegeven in Figuur 5.1. Van varianten BBB+bedding_k-_GHG en BBB_k-_GHG zijn de resultaten opgenomen in de bijlagen.



Figuur 5.1: Toename grondwaterstand [m] variant BBB+bedding_k_GG

6 Conclusies en advies

6.1 Conclusies

Op basis van de modelberekeningen blijkt dat als gevolg van het realiseren van de permanente grondkering rondom het bergbezinkbassin, en het verhogen van de bedding van de Geleenbeek een toename in grondwaterstand tot 0,2 à 0,3 m in het stadspark zijn te verwachten. Nabij de meest nabijgelegen bebouwing dient met toenames tot ca. 0,1 m rekening te worden gehouden.

Hoewel de toenames beperkt zijn, kan dit wel tot problemen leiden indien de meest nabijgelegen woningen van niet waterdichte kelders en/of kruipruimten zijn voorzien, waarvan het peil zich reeds rond het niveau van de grondwaterstand bevindt.

Op basis van de berekeningen betreft dit met name (maar niet uitsluitend) de woningen aan de:

- Berkenlaan: het maaiveldniveau bedraagt hier ca. NAP +48,4 m. Tijdens hoge grondwaterstanden (rond NAP +45,5 m) kan de grondwaterstand toenemen tot ca. NAP +45,6 m (2,5m- maaiveld). Dit kan net rond het niveau van eventuele keldervloeren zijn;
- Wilgenlaan: het maaiveld bevindt zich op ca. NAP +46,4 m, tijdens hoge grondwaterstanden kan de grondwaterstand toenemen tot ca. NAP +45,0 m (1,4 m- maaiveld). Mogelijk bevinden zich kruipruimten rond dit niveau;
- Agricolastraat: maaiveldniveau op ca. NAP +45,7 m, de GHG wordt rond NAP +44,0 m verwacht en kan met ca. 0,1 m toenemen. Afhankelijk van het aanlegniveau van eventuele kruipruimten kunnen hier negatieve effecten optreden.

6.2 Advies en maatregelen

Er wordt geadviseerd voornoemde locaties te controleren op kelders en kruipruimten en de niveaus hiervan vast te stellen. Om ter plaatse van deze locaties een nauwkeurige nulsituatie vast te kunnen stellen wordt geadviseerd hier aanvullende peilbuizen te plaatsen en deze te monitoren (voor, tijdens en na de werkzaamheden), eventuele schadeclaims kunnen zodoende correct worden afgehandeld.

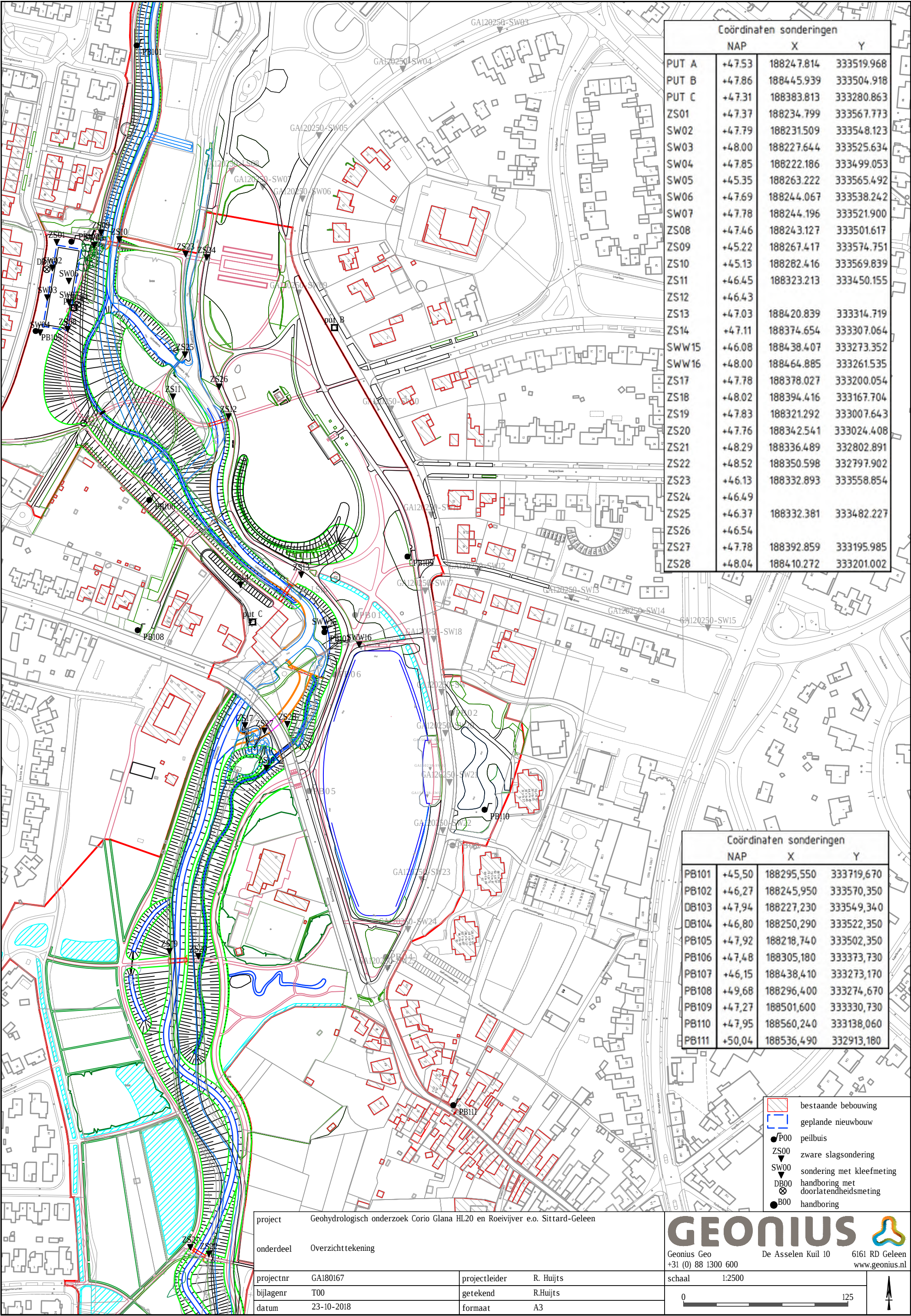
Er wordt benadrukt dat, als gevolg van de korte monitoringsduur (PB05 t/m PB10 vanaf oktober 2017 en PB101 t/m PB110 vanaf november 2018), de gehanteerde GHG een inschatting betreft en de gemiddelde grondwaterstand door de droge zomer van 2018 in werkelijkheid hoger kan zijn. Om nader inzichtelijk te maken of toenemende grondwaterstanden ter plaatse van nabijgelegen locaties nadelige gevolgen kunnen hebben, wordt geadviseerd de monitoring door te zetten en de effecten, alvorens met de werkzaamheden te starten, nogmaals te beschouwen.

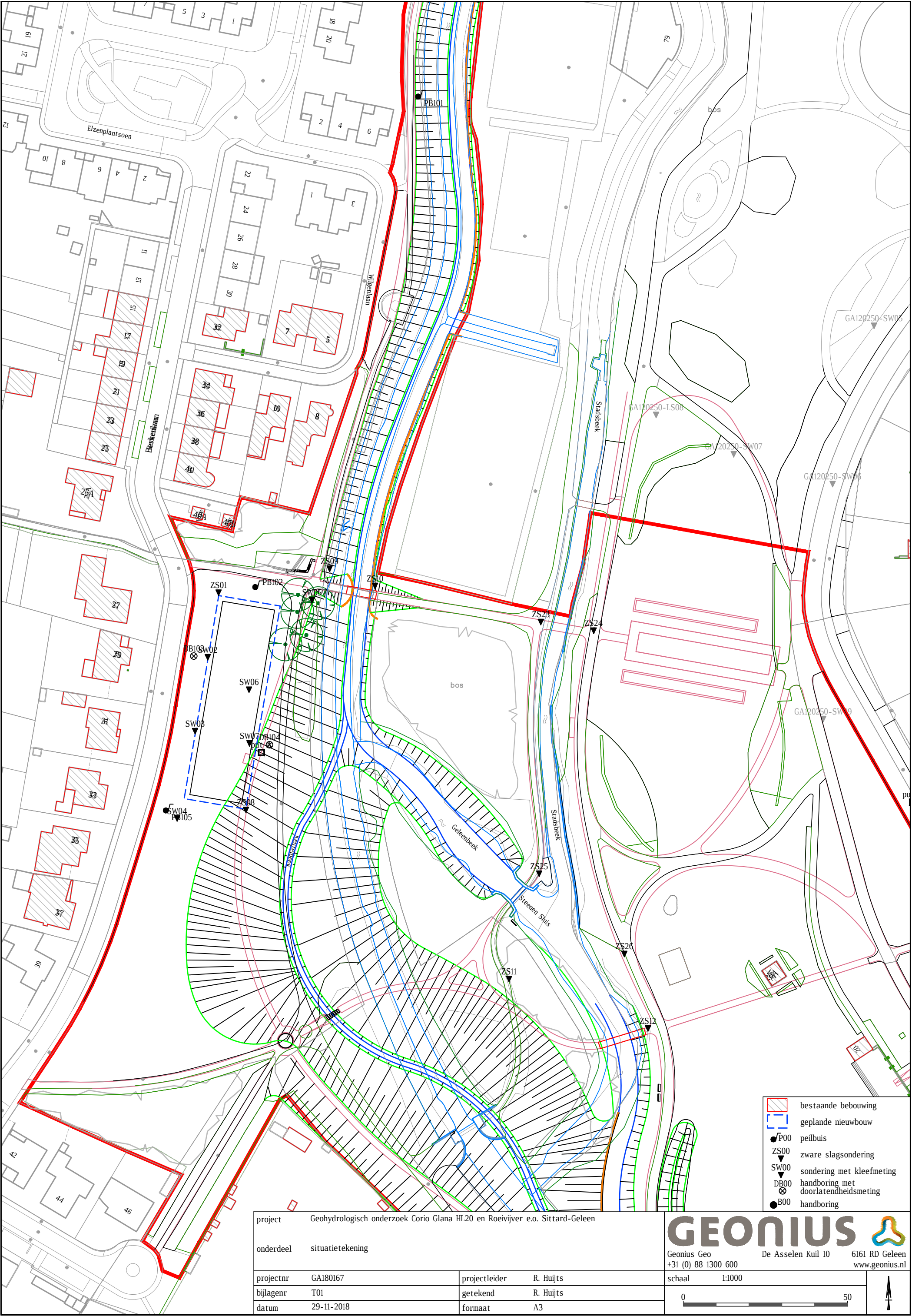
Als mitigerende maatregel kan rondom de bouwput een grindsleuf of drain worden aangebracht, zodoende kan een eventuele toename in grondwaterstand nivelleren naar de stroomafwaarte zijde van het bassin. Aangezien regenwater ter plaatse van het bassin niet meer naar het watervoerend pakket kan percoleren, dienen grondaanvullingen op het bassin af te hellen richting de beek. Ook kan drainage worden aangebracht om het optreden van hangwater op het bassin te voorkomen.

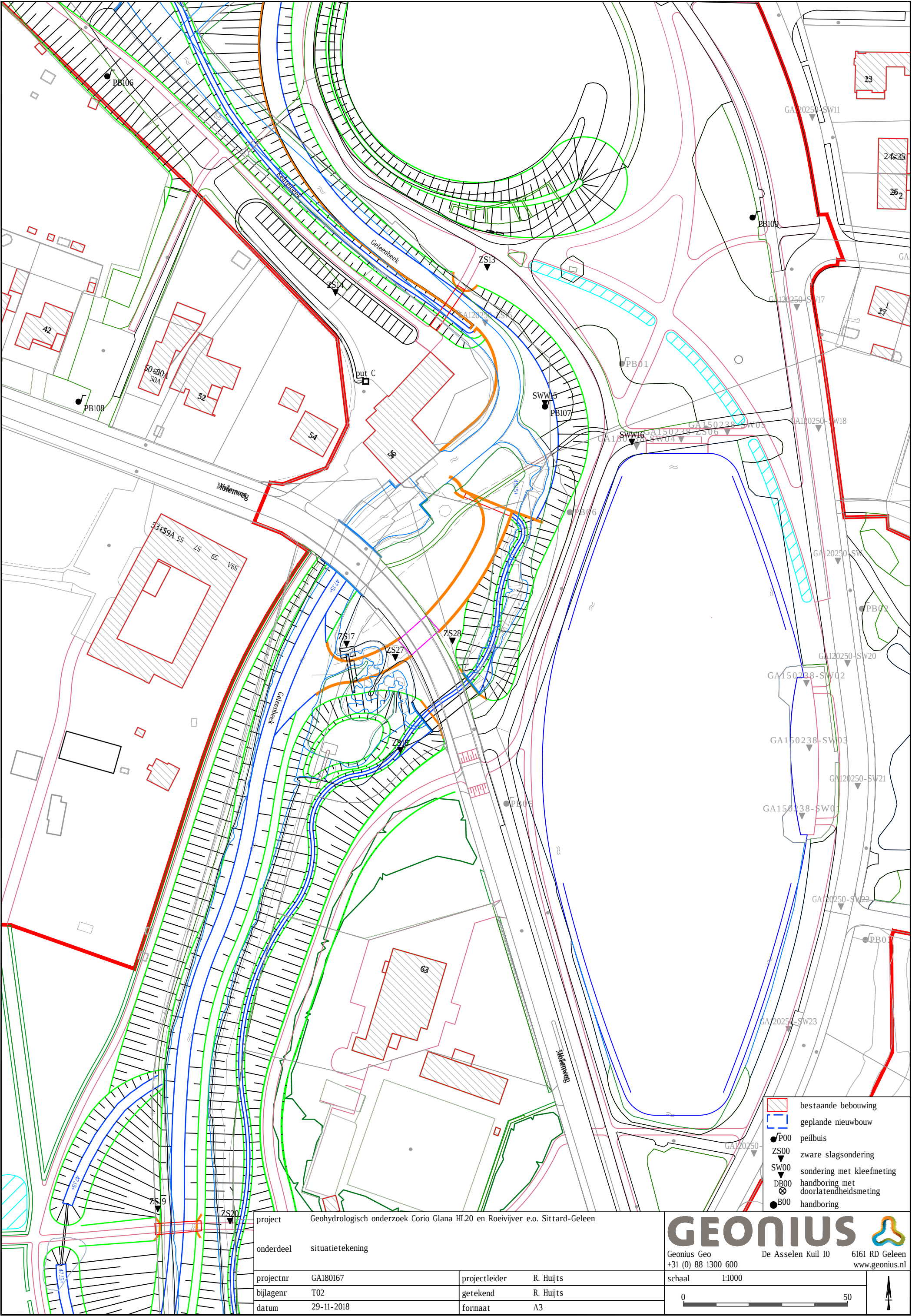
Effecten door het verhogen van de bedding kunnen worden beperkt door gebruik van beschoeiingen en kleibekledingen te beperken.

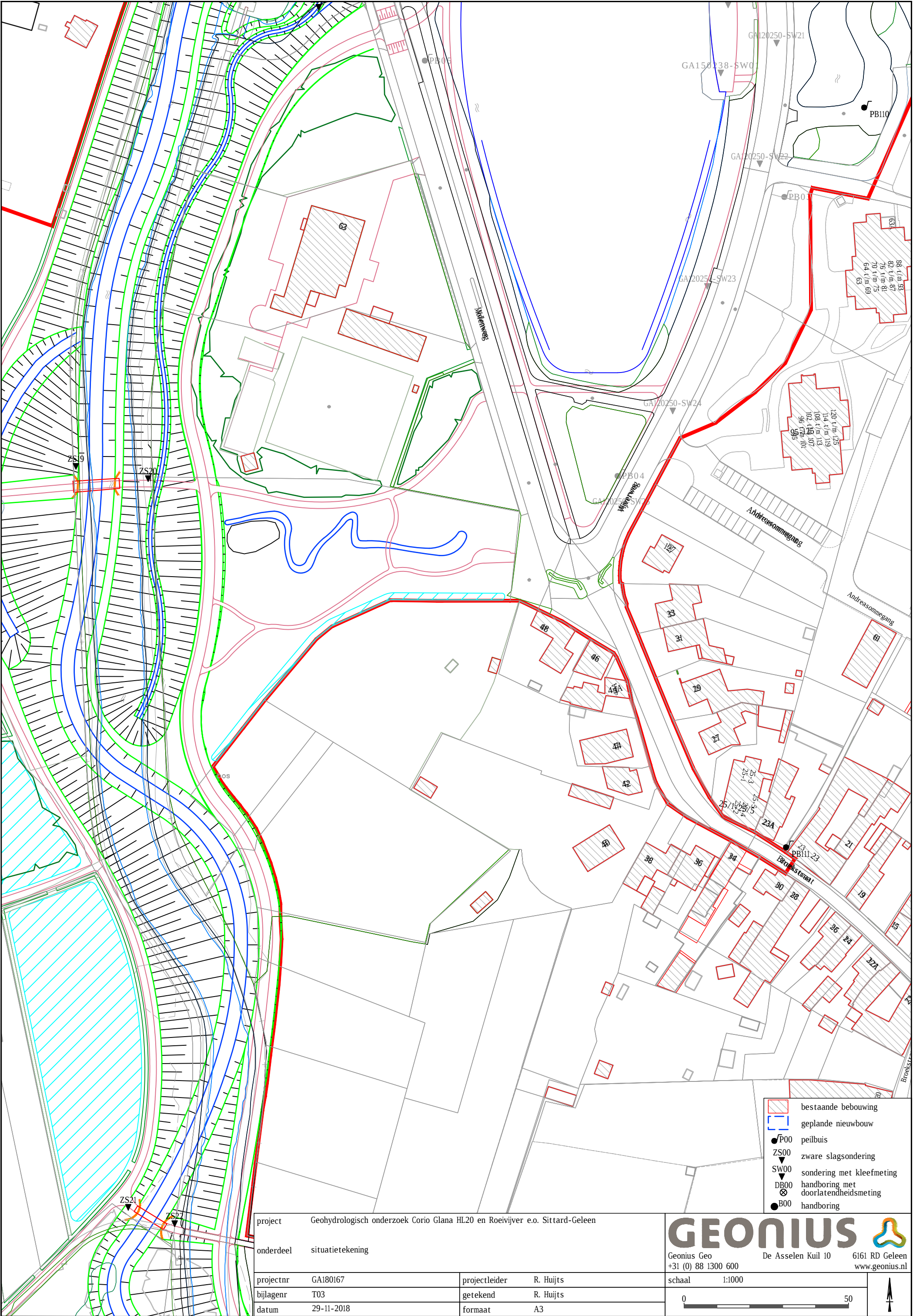
Tevens wordt verwezen naar de maatregelen met betrekking tot de aanwezige grondwaterverontreiniging, zoals beschreven in memo GB180167.M01.v1.0, welke is opgenomen in de bijlagen.

Bijlage 1 Situatietekening

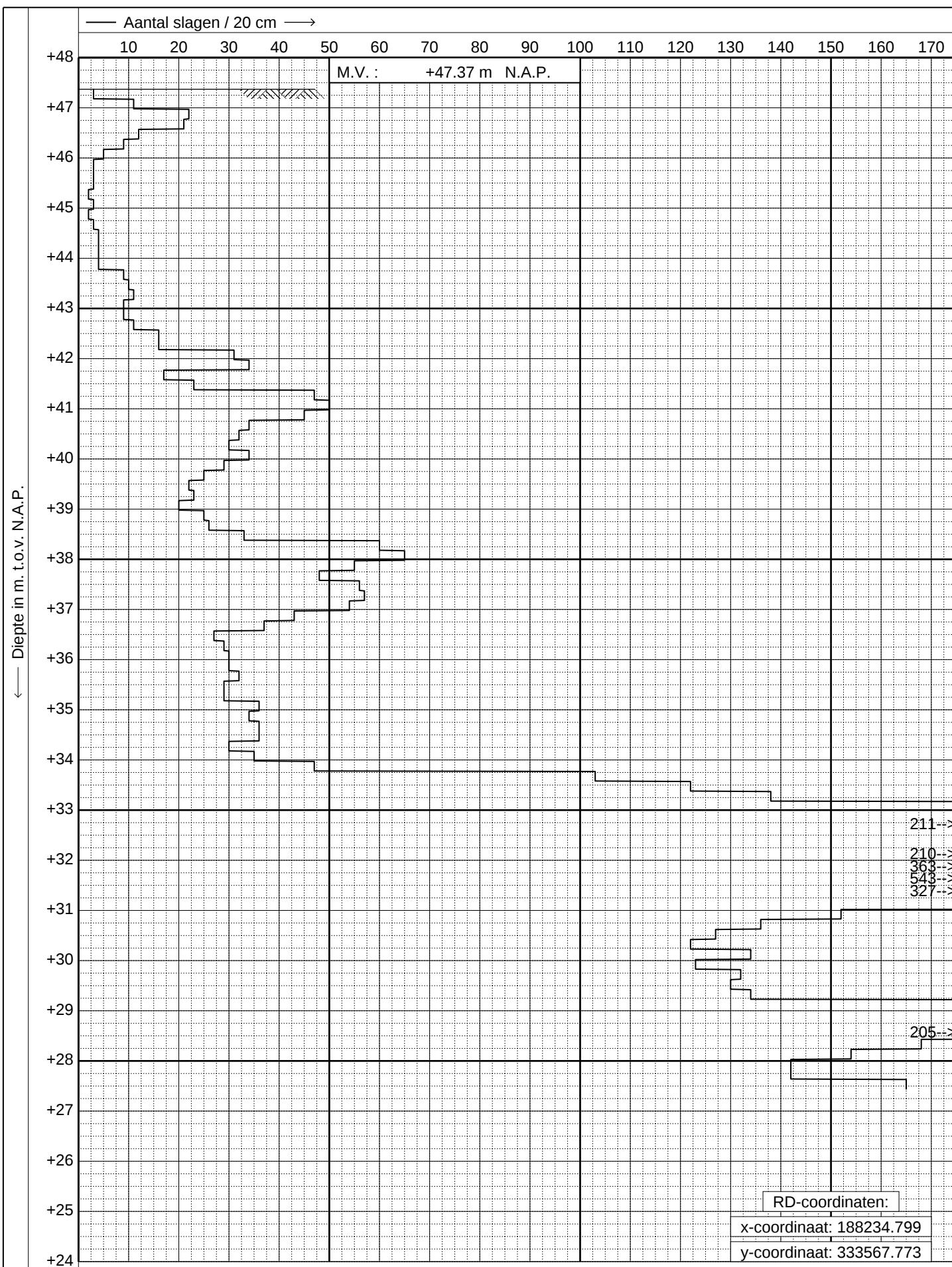








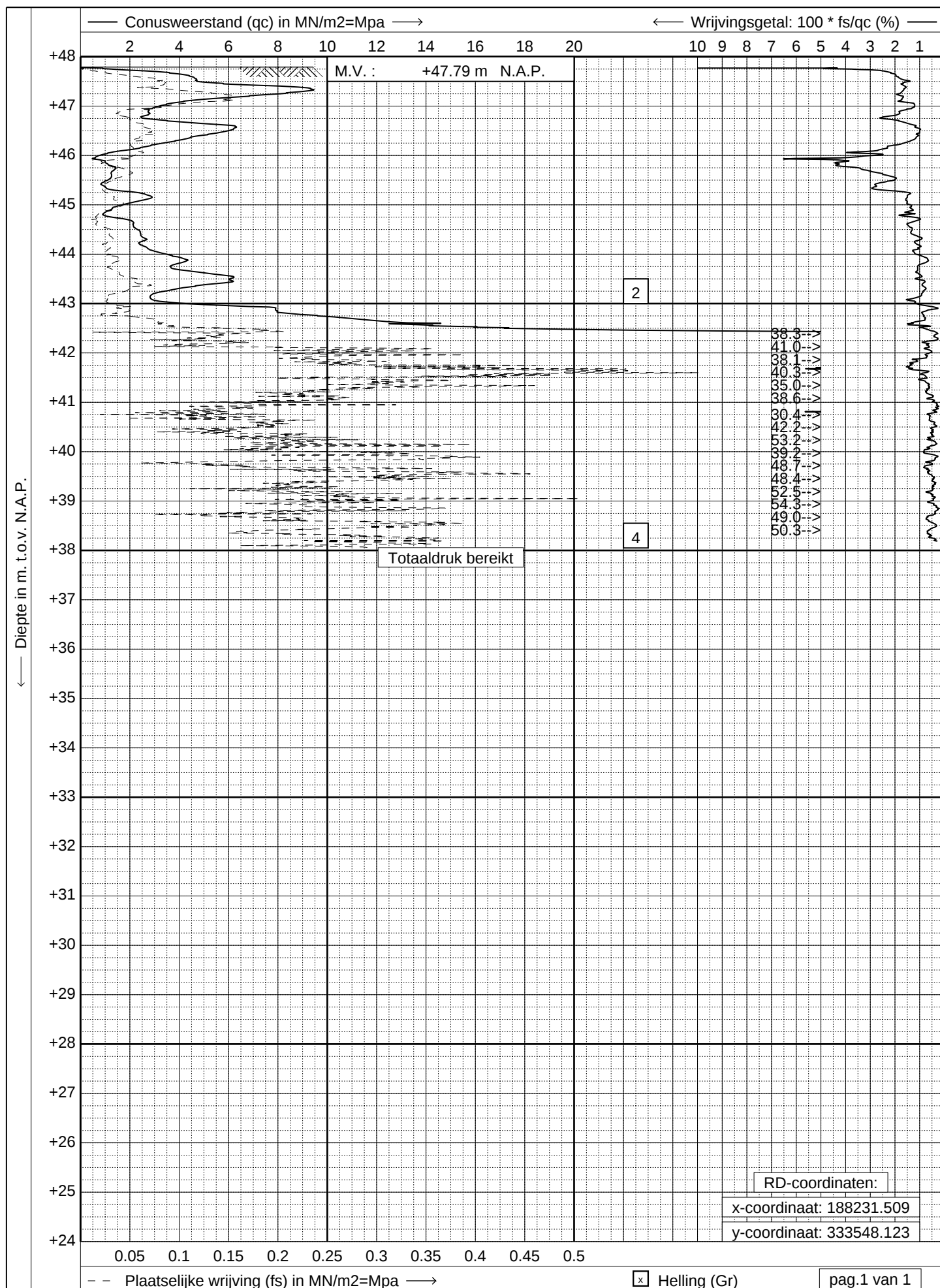
Bijlage 2 Sondeergrafieken



GEONIUS
www.geonius.eu
E-mail: info@geonius.eu
Tel.: 088-1300600
Fax.: 088-1300669

Zware slagsondering (50 kg) conform NEN-EN-ISO 22476-2
Project : **Corio Glana HL20**
Locatie : **Gemeente Sittard-Geleen**

Datum : **07-11-2018**
Conus : **Z**
Opdracht : **GA180167**
Sondering : **01**



GEONIUS

www.geonius.eu
 E-mail: info@geonius.eu
 Tel.: 088-1300600
 Fax.: 088-1300669

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1, klasse 2

Project : Corio Glana HL20

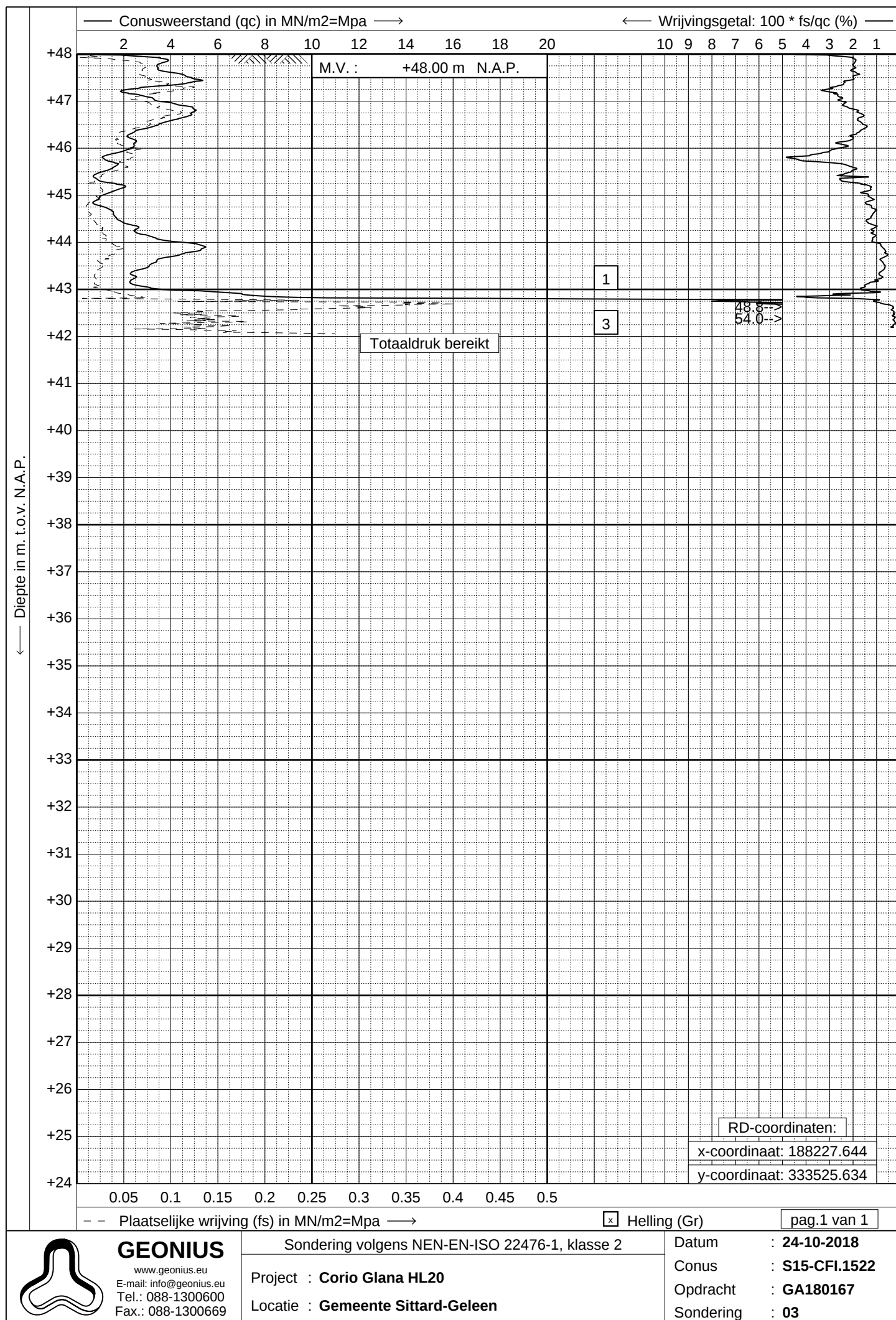
Locatie : Gemeente Sittard-Geleen

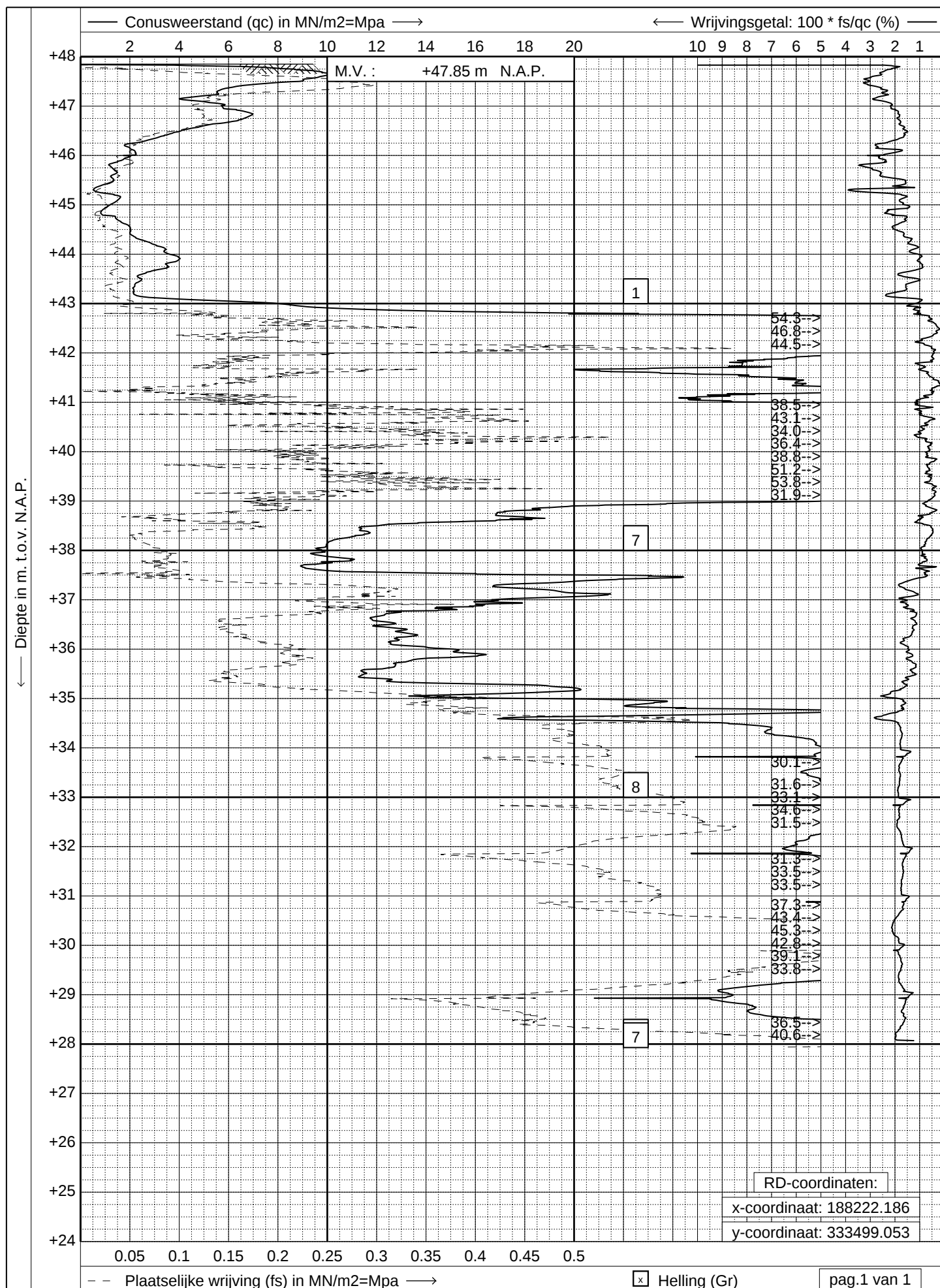
Datum : 24-10-2018

Conus : S15-CFI.1522

Opdracht : GA180167

Sondering : 02





GEONIUS

www.geonius.eu
E-mail: info@geonius.eu
Tel.: 088-1300600
Fax.: 088-1300669

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1, klasse 2

Project : Corio Glana HL20

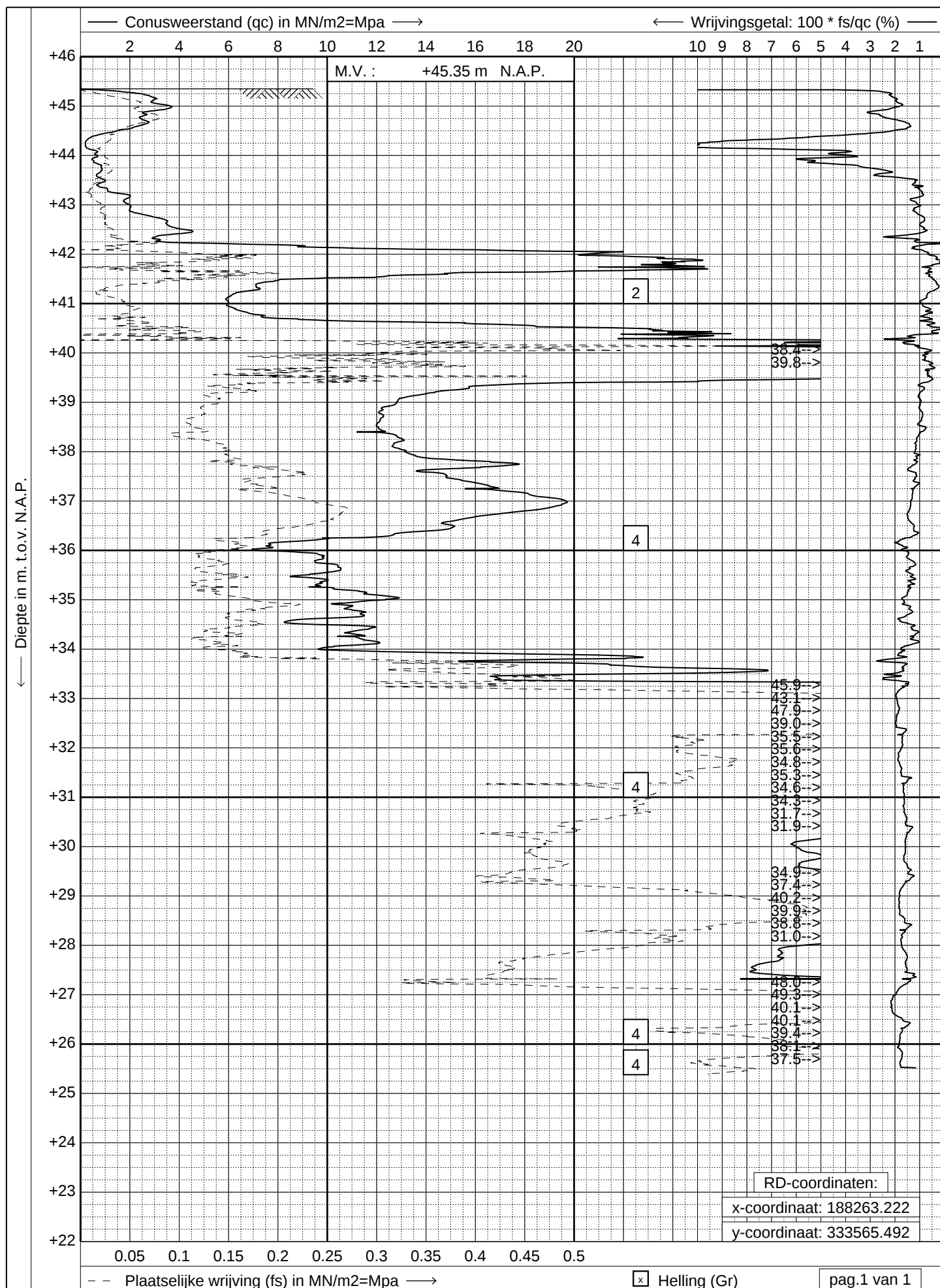
Locatie : Gemeente Sittard-Geleen

Datum : 25-10-2018

Conus : S15-CFI.1522

Opdracht : GA180167

Sondering : 04



GEONIUS

www.geonius.eu
E-mail: info@geonius.eu
Tel.: 088-1300600
Fax.: 088-1300669

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1, klasse 2

Project : Corio Glana HL20

Locatie : Gemeente Sittard-Geleen

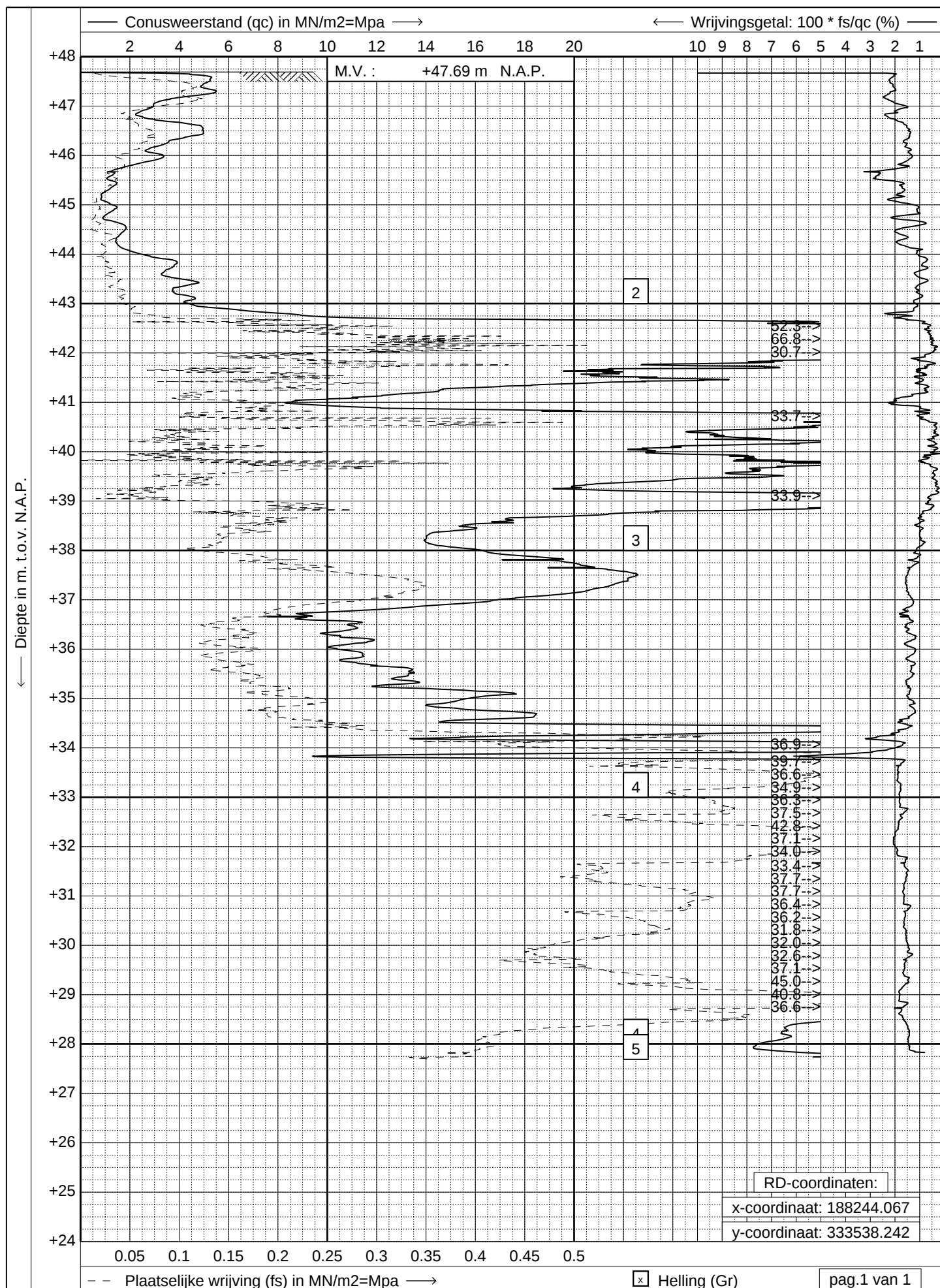
Datum : 25-10-2018

Conus : S15-CFI.1522

Opdracht : GA180167

Sondering : 05

pag.1 van 1



GEONIUS

www.geonius.eu
E-mail: info@geonius.eu
Tel.: 088-1300600
Fax.: 088-1300669

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1, klasse 2

Project : Corio Glana HL20

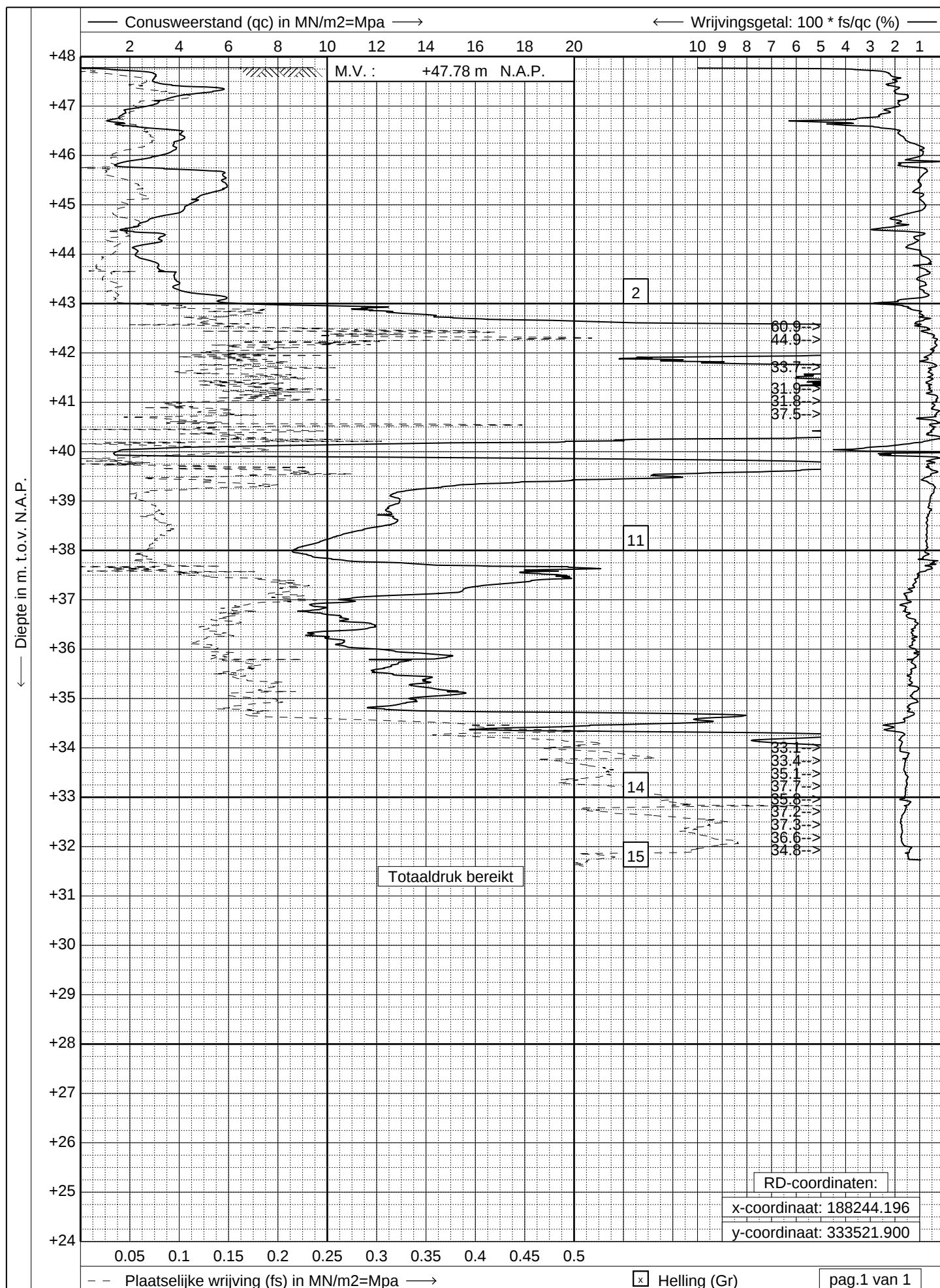
Locatie : Gemeente Sittard-Geleen

Datum : 24-10-2018

Conus : S15-CFI.1522

Opdracht : GA180167

Sondering : 06



GEONIUS

www.geonius.eu
E-mail: info@geonius.eu
Tel.: 088-1300600
Fax.: 088-1300669

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1, klasse 2

Project : Corio Glana HL20

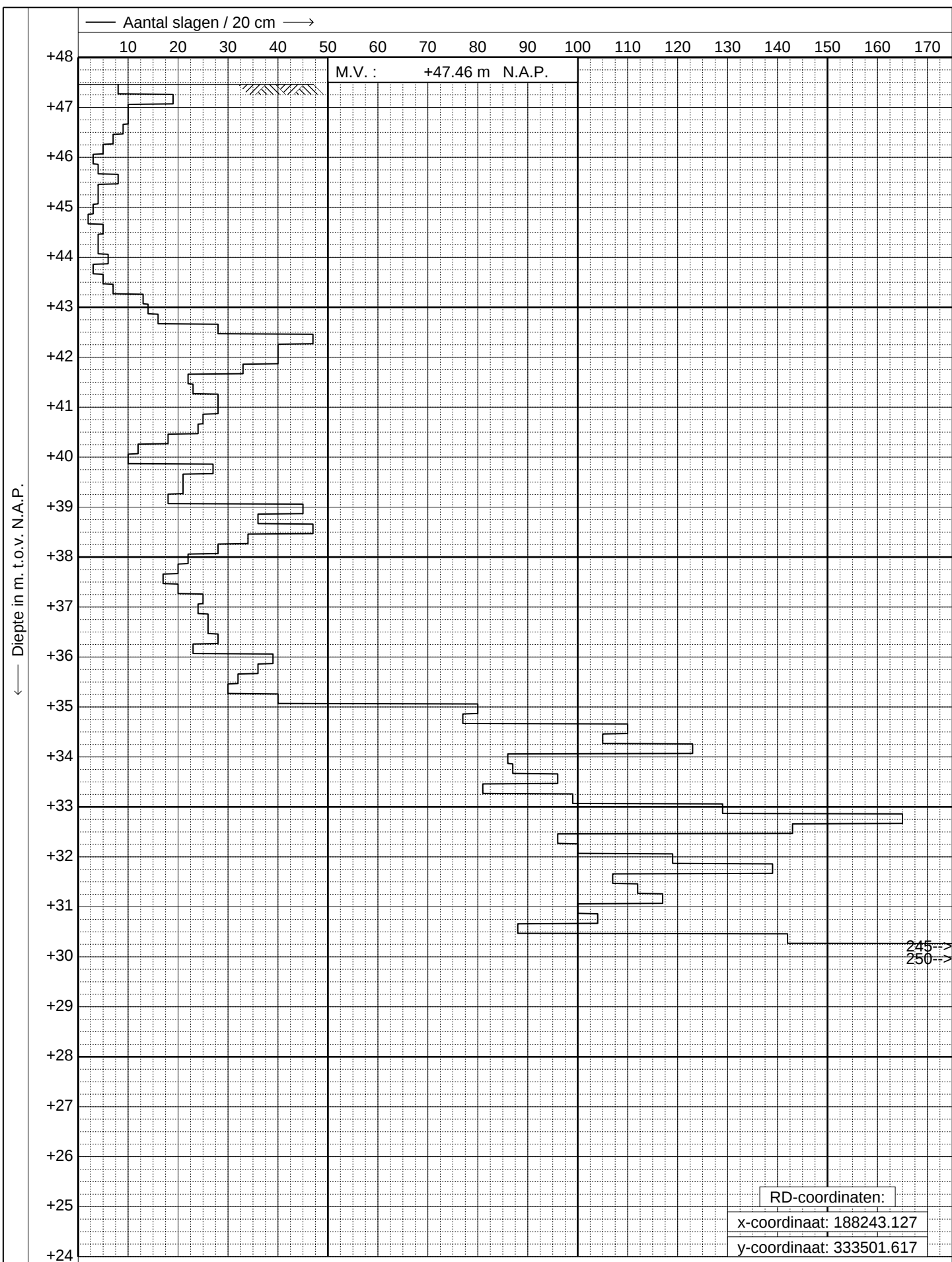
Locatie : Gemeente Sittard-Geleen

Datum : 24-10-2018

Conus : S15-CFI.1522

Opdracht : GA180167

Sondering : 07



GEONIUS

www.geonius.eu
 E-mail: info@geonius.eu
 Tel.: 088-1300600
 Fax.: 088-1300669

Zware slagsondering (50 kg) conform NEN-EN-ISO 22476-2

Project : **Corio Glana HL20**

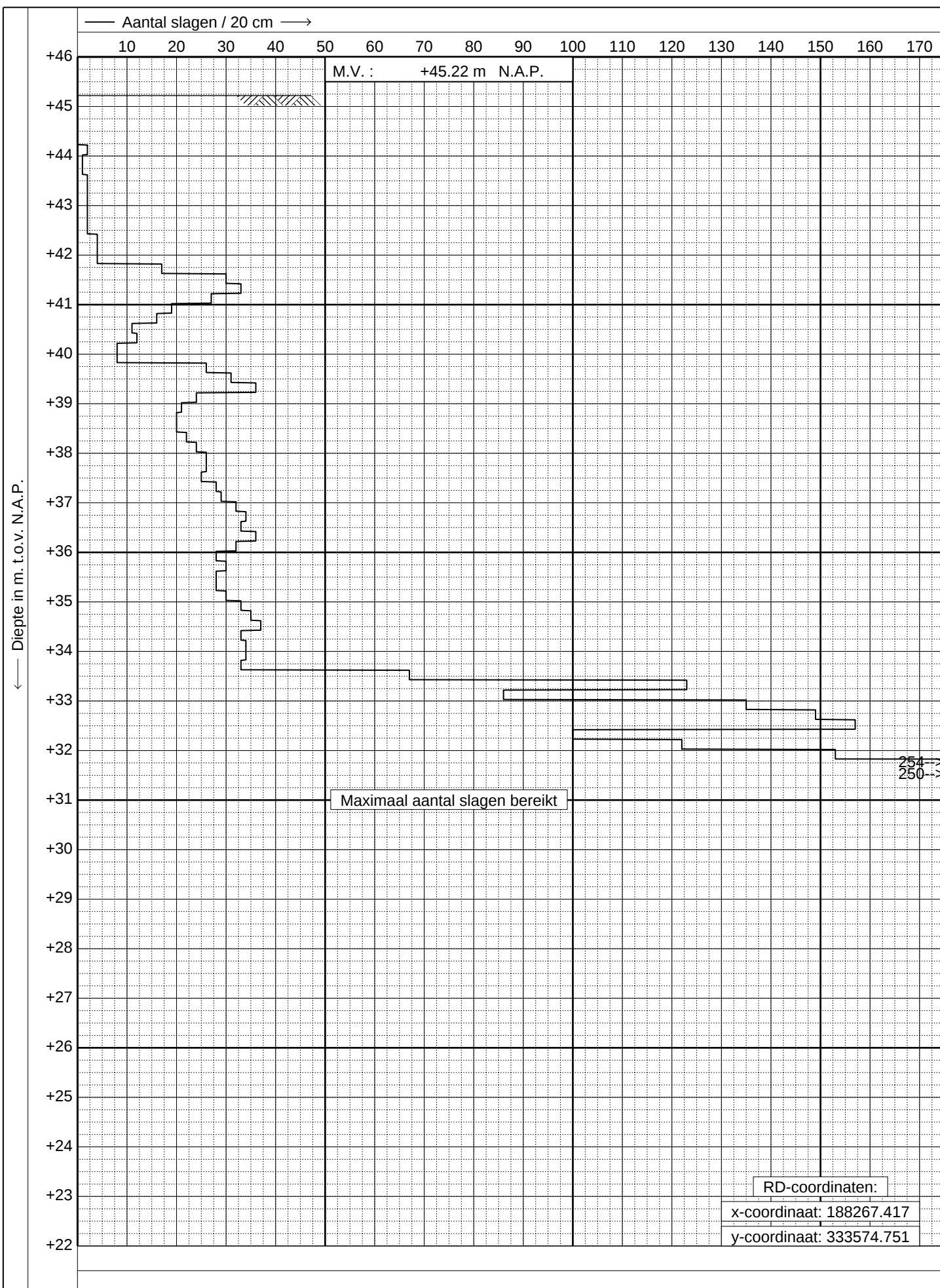
Locatie : **Gemeente Sittard-Geleen**

Datum : **07-11-2018**

Conus : **Z**

Opdracht : **GA180167**

Sondering : **08**



GEONIUS
www.geonius.eu
E-mail: info@geonius.eu
Tel.: 088-1300600
Fax.: 088-1300669

Zware slagsondering (50 kg) conform NEN-EN-ISO 22476-2

Project : **Corio Glana HL20**

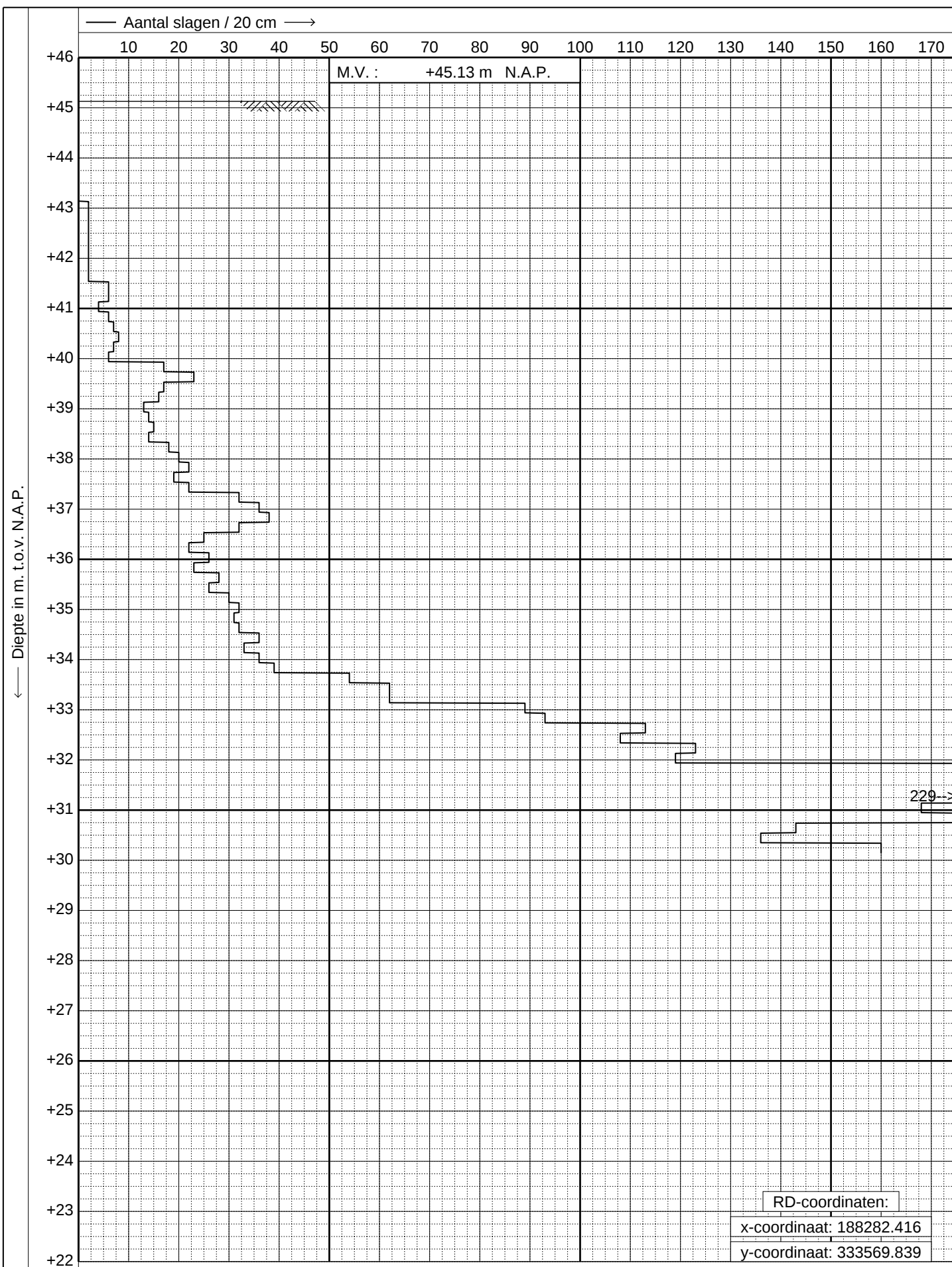
Locatie : **Gemeente Sittard-Geleen**

Datum : **07-11-2018**

Conus : **Z**

Opdracht : **GA180167**

Sondering : **09**



GEONIUS

www.geonius.eu
E-mail: info@geonius.eu
Tel.: 088-1300600
Fax.: 088-1300669

Zware slagsondering (50 kg) conform NEN-EN-ISO 22476-2

Project : **Corio Glana HL20**

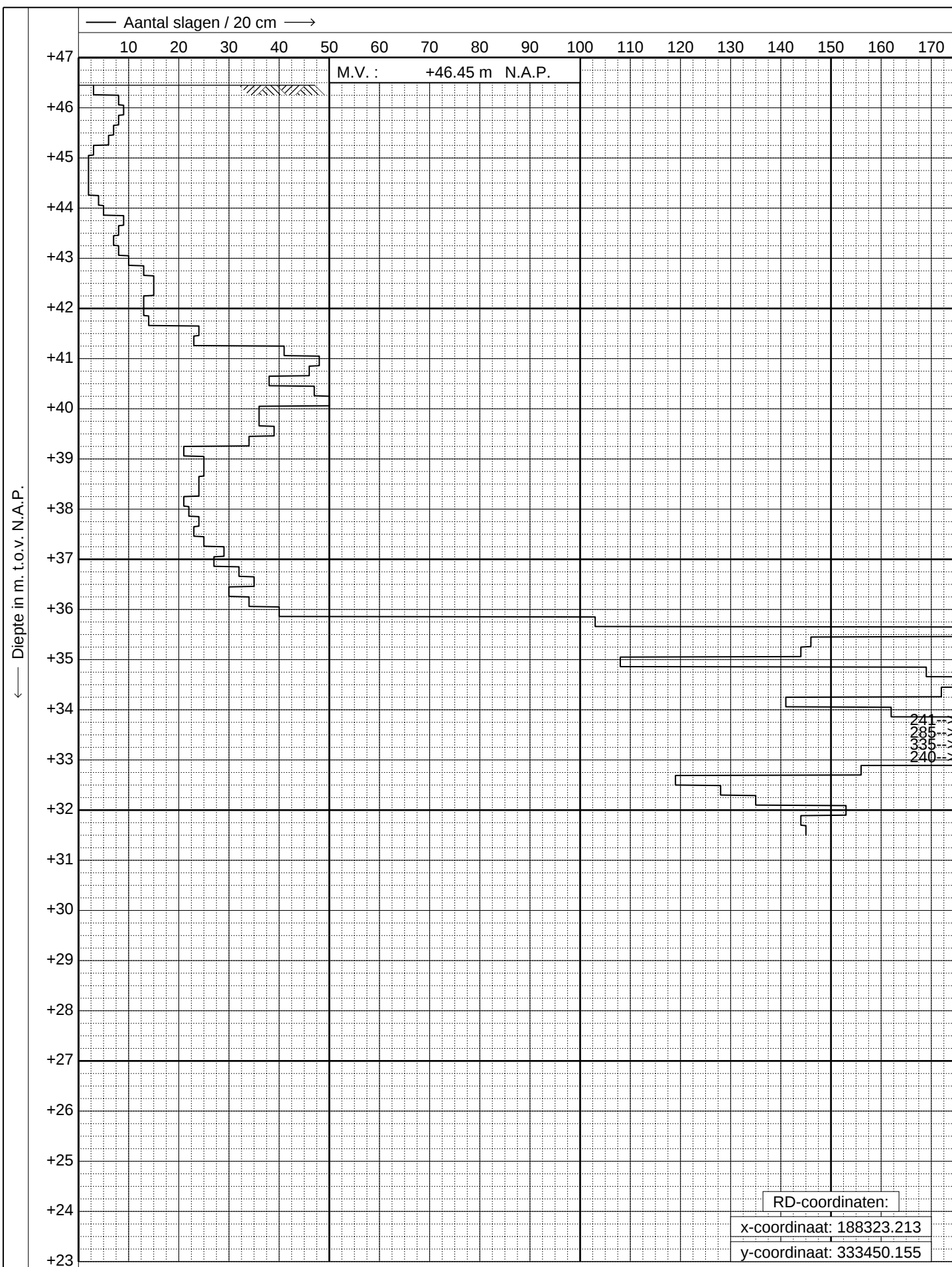
Locatie : **Gemeente Sittard-Geleen**

Datum : **07-11-2018**

Conus : **Z**

Opdracht : **GA180167**

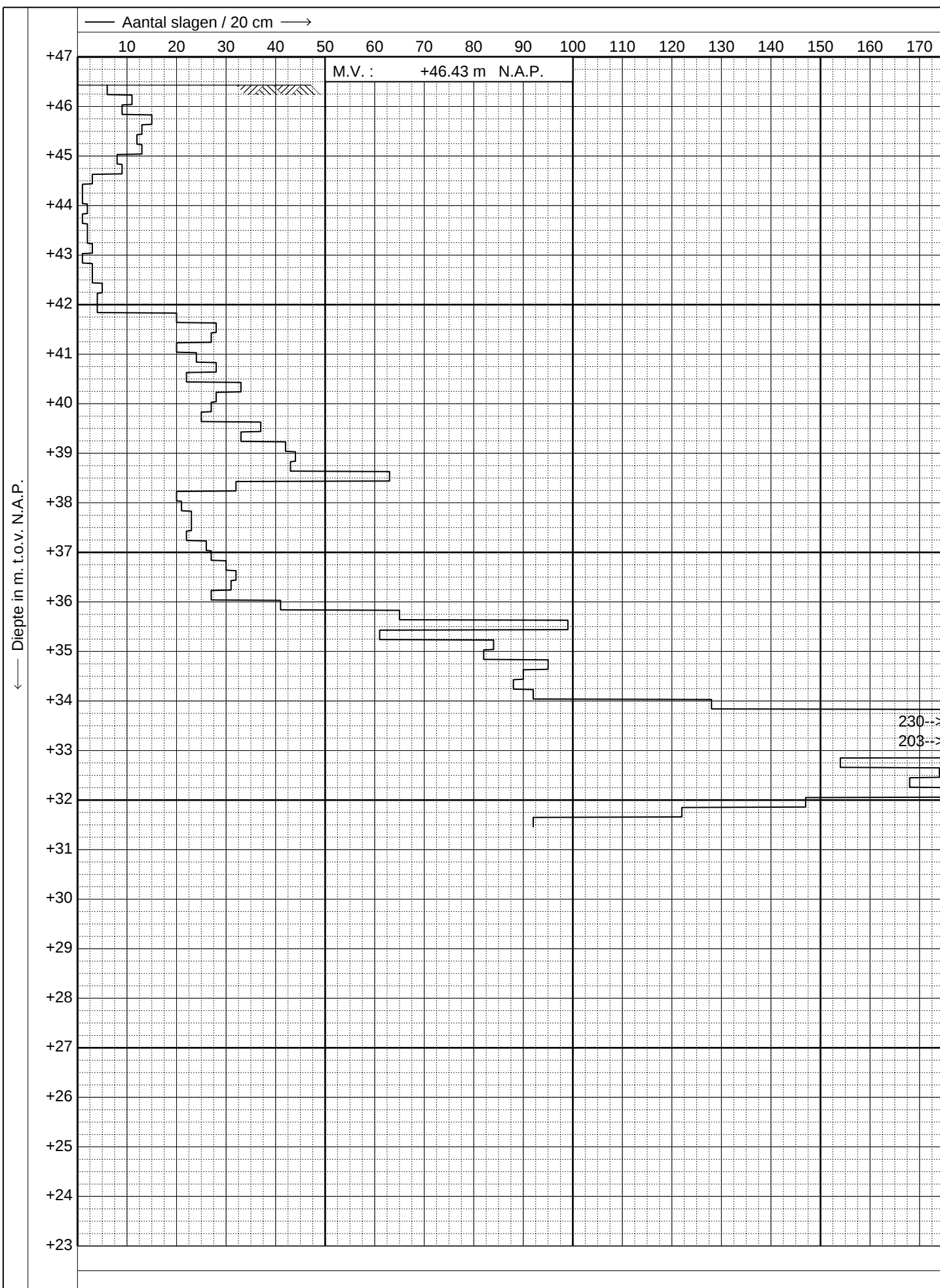
Sondering : **10**



GEONIUS
www.geonius.eu
E-mail: info@geonius.eu
Tel.: 088-1300600
Fax.: 088-1300669

Zware slagsondering (50 kg) conform NEN-EN-ISO 22476-2
Project : **Corio Glana HL20**
Locatie : **Gemeente Sittard-Geleen**

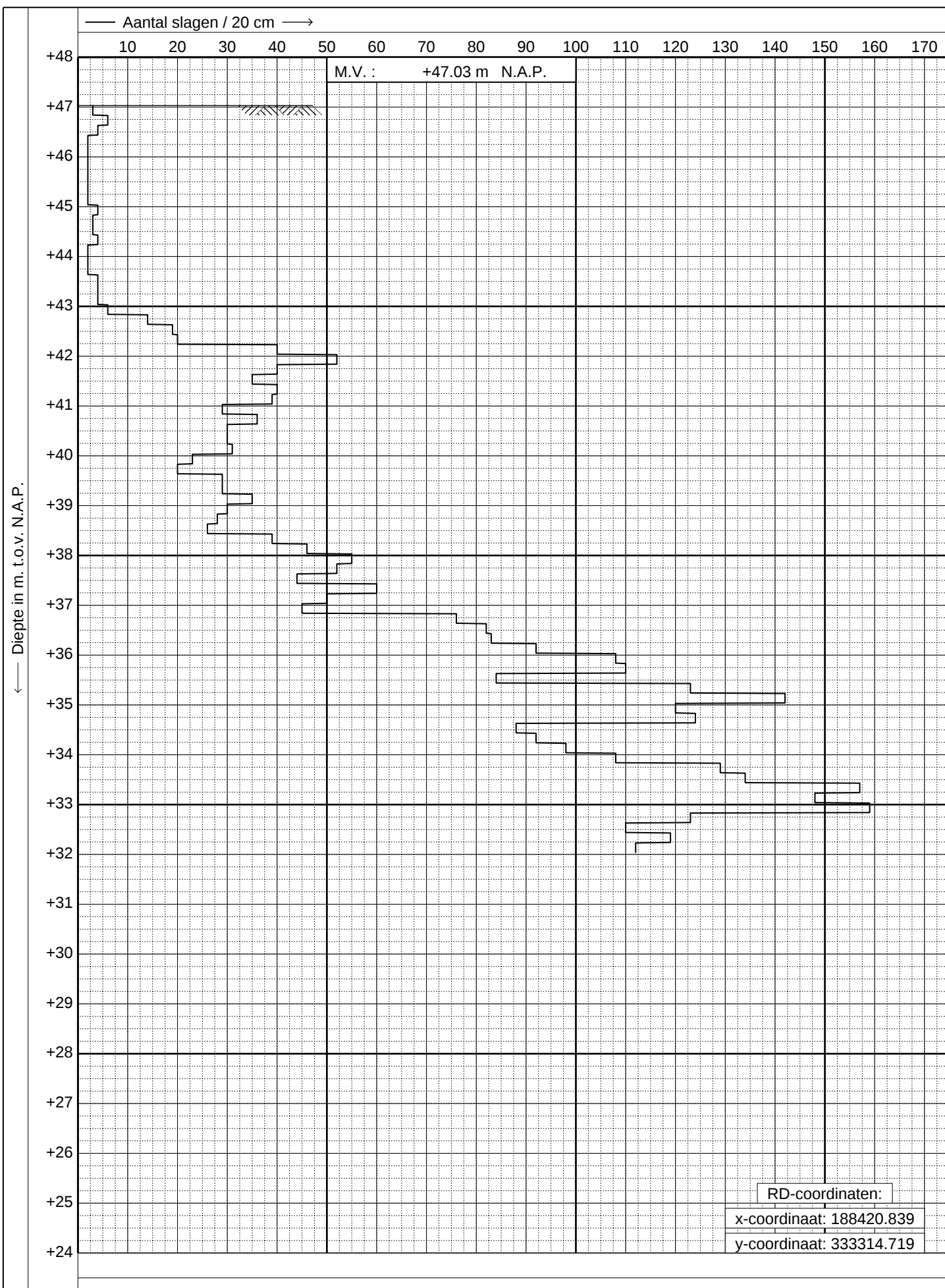
Datum : **07-11-2018**
Conus : **Z**
Opdracht : **GA180167**
Sondering : **11**



GEONIUS
 www.geonius.eu
 E-mail: info@geonius.eu
 Tel.: 088-1300600
 Fax.: 088-1300669

Zware slagsondering (50 kg) conform NEN-EN-ISO 22476-2
 Project : **Corio Glana HL20**
 Locatie : **Gemeente Sittard-Geleen**

Datum : **07-11-2018**
 Conus : **Z**
 Opdracht : **GA180167**
 Sondering : **12**



GEONIUS

www.geonius.eu
E-mail: info@geonius.eu
Tel.: 088-1300600
Fax.: 088-1300669

Zware slagsondering (50 kg) conform NEN-EN-ISO 22476-2

Project : **Corio Glana HL20**

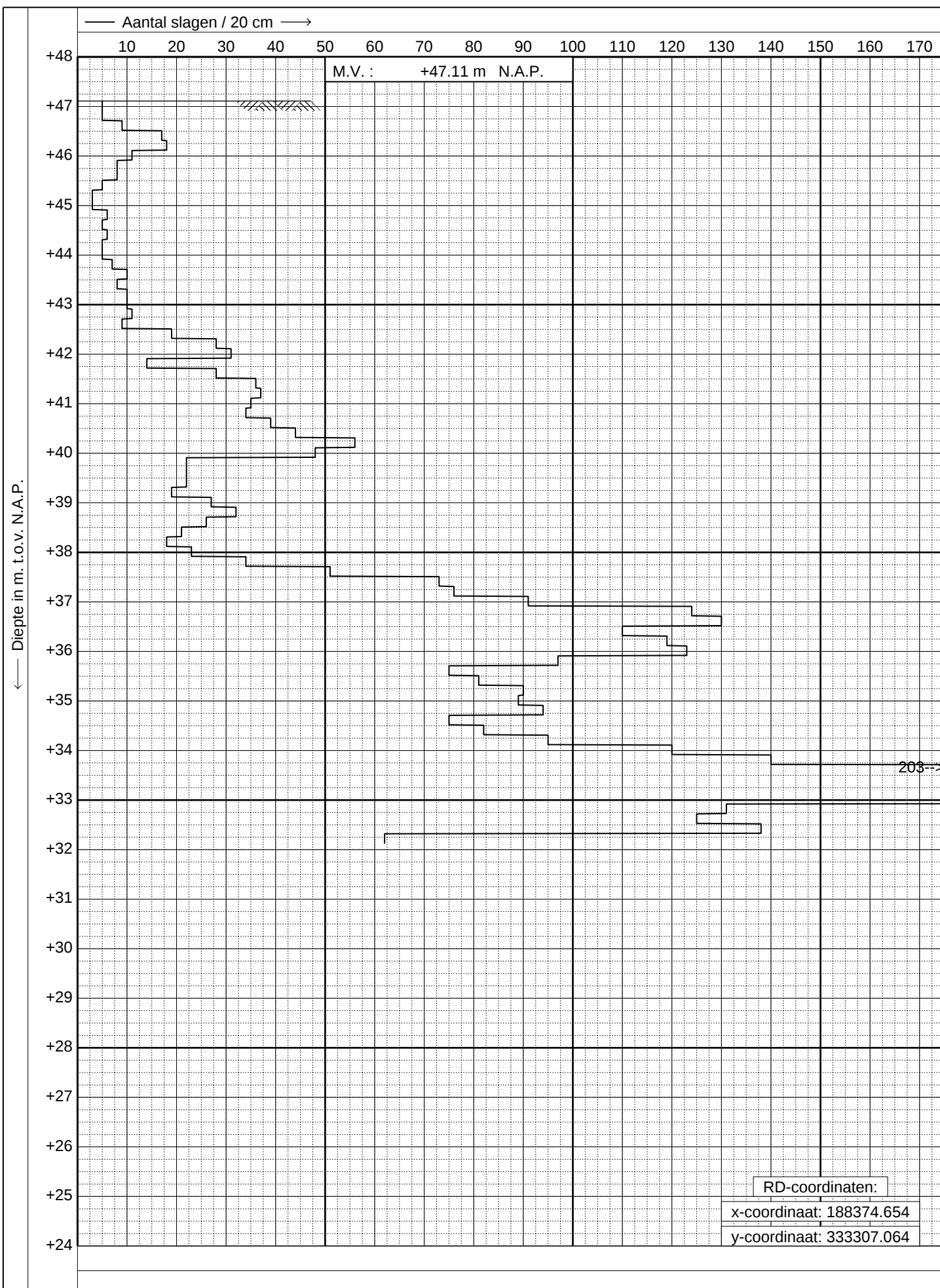
Locatie : **Gemeente Sittard-Geleen**

Datum : **07-11-2018**

Conus : **Z**

Opdracht : **GA180167**

Sondering : **13**



GEONIUS

www.geonius.eu
E-mail: info@geonius.eu
Tel.: 088-1300600
Fax.: 088-1300669

Zware slagsondering (50 kg) conform NEN-EN-ISO 22476-2

Project : **Corio Glana HL20**

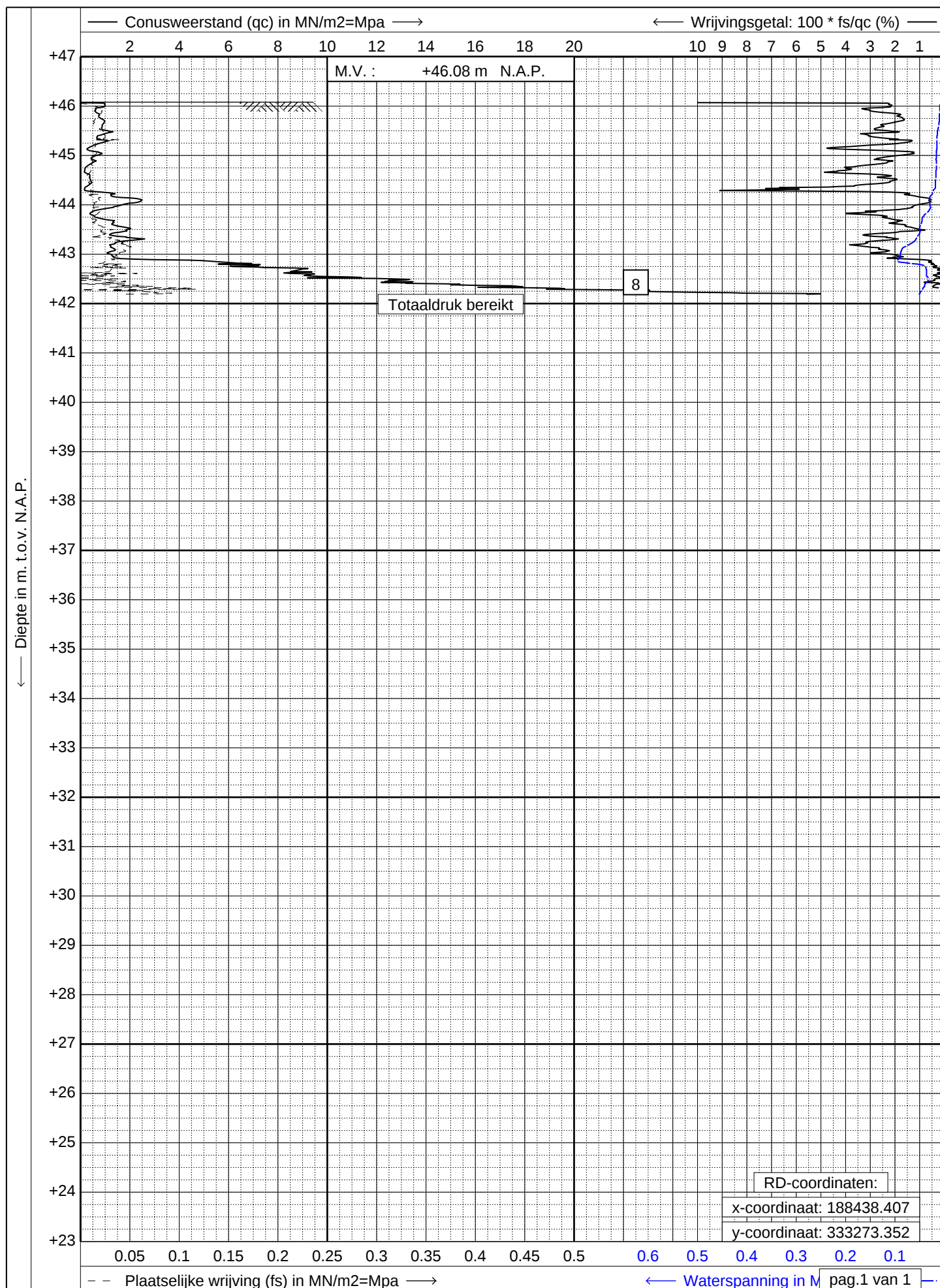
Locatie : **Gemeente Sittard-Geleen**

Datum : **07-11-2018**

Conus : **Z**

Opdracht : **GA180167**

Sondering : **14**



GEONIUS

www.geonius.eu
 E-mail: info@geonius.eu
 Tel.: 088-1300600
 Fax.: 088-1300669

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1, klasse 2

Project : Corio Glana HL20

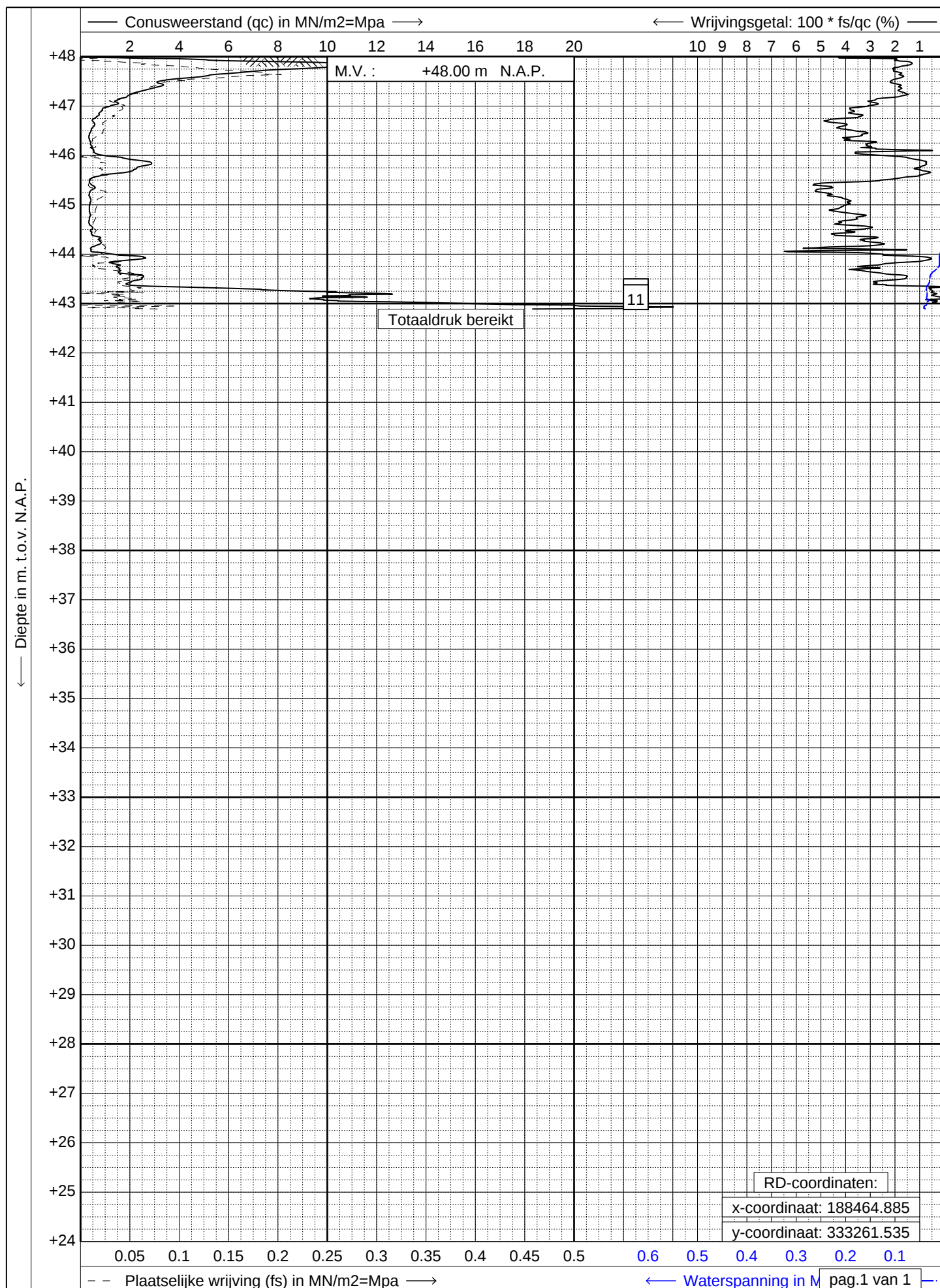
Locatie : Gemeente Sittard-Geleen

Datum : 25-10-2018

Conus : S15-CFIP.1627

Opdracht : GA180167

Sondering : 15



GEONIUS

www.geonius.eu
 E-mail: info@geonius.eu
 Tel.: 088-1300600
 Fax.: 088-1300669

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1, klasse 2

Project : Corio Glana HL20

Locatie : Gemeente Sittard-Geleen

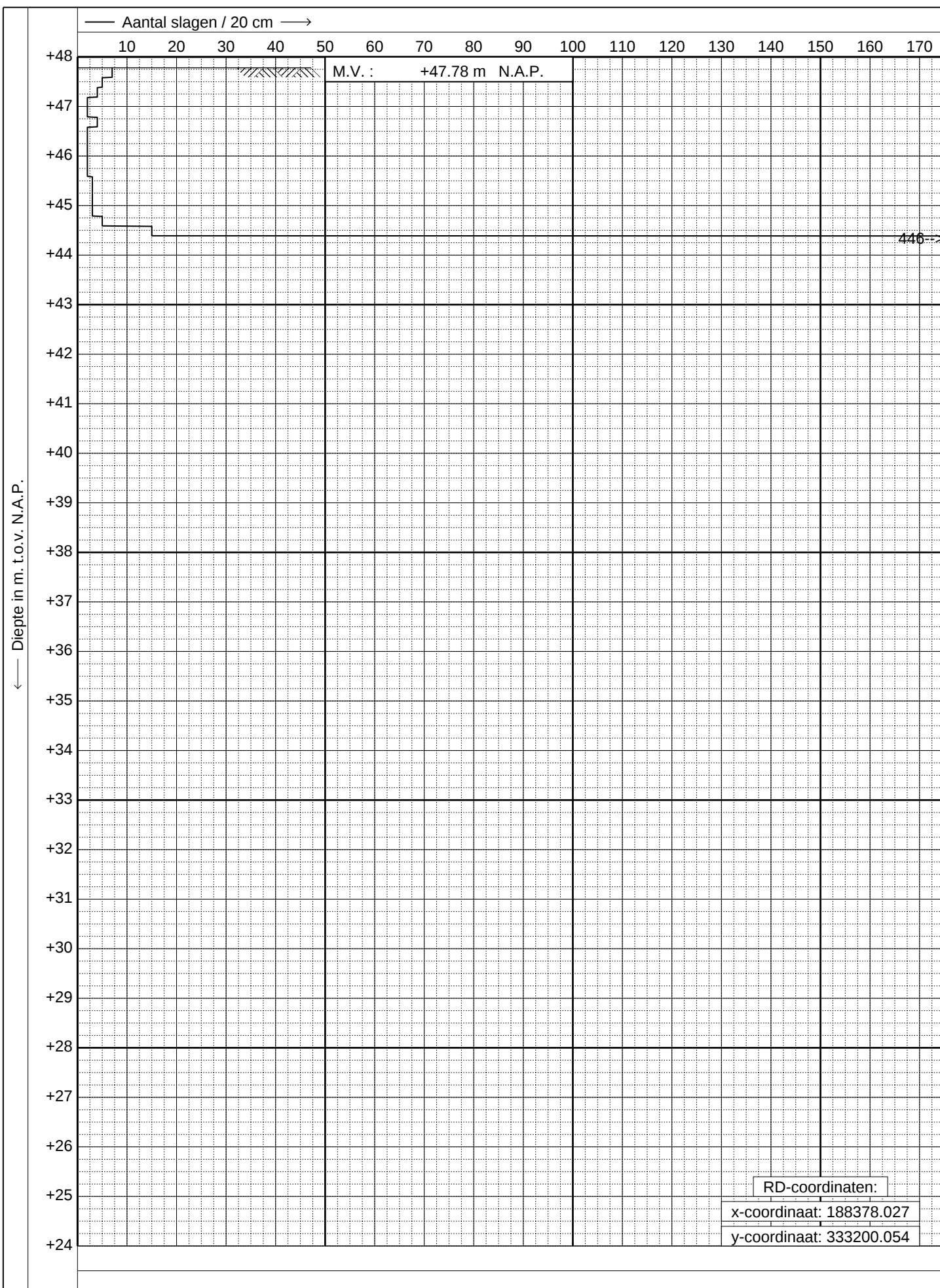
Datum : 25-10-2018

Conus : S15-CFIP.1627

Opdracht : GA180167

Sondering : 16

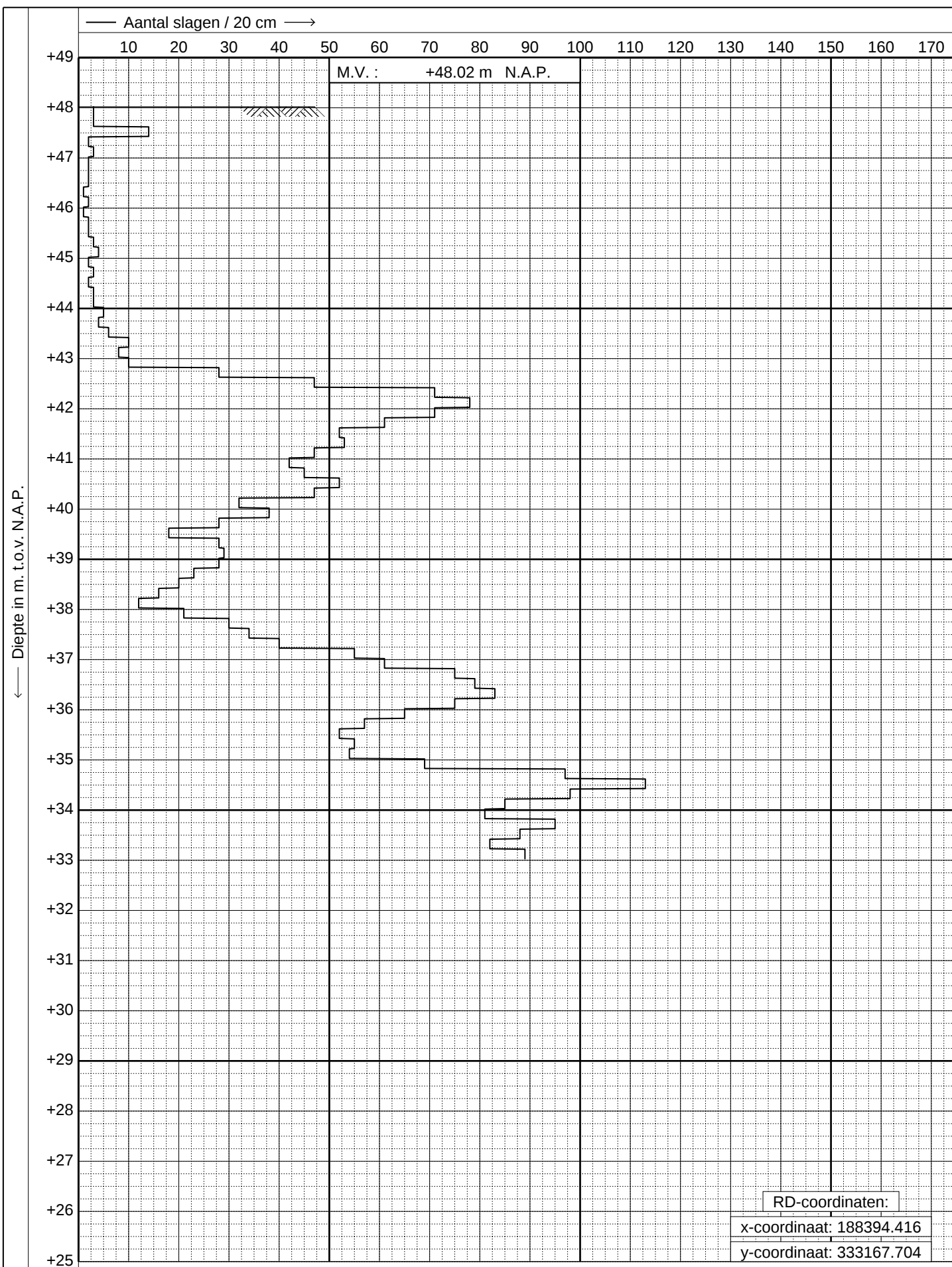
pag.1 van 1



GEONIUS
www.geonius.eu
E-mail: info@geonius.eu
Tel.: 088-1300600
Fax.: 088-1300669

Zware slagsondering (50 kg) conform NEN-EN-ISO 22476-2
Project : **Corio Glana HL20**
Locatie : **Gemeente Sittard-Geleen**

Datum : **07-11-2018**
Conus : **Z**
Opdracht : **GA180167**
Sondering : **17**



GEONIUS
 www.geonius.eu
 E-mail: info@geonius.eu
 Tel.: 088-1300600
 Fax.: 088-1300669

Zware slagsondering (50 kg) conform NEN-EN-ISO 22476-2

Project : **Corio Glana HL20**

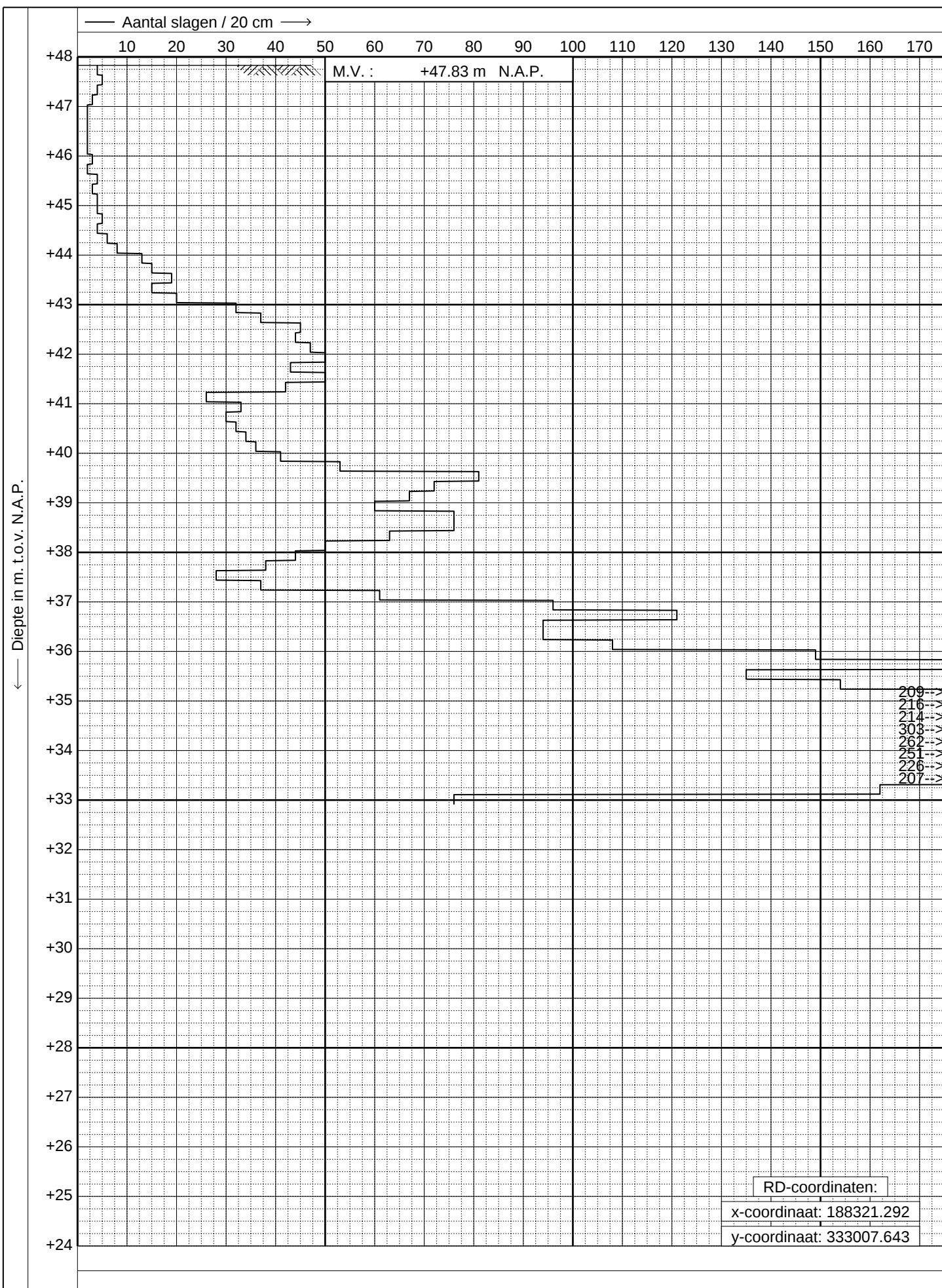
Locatie : **Gemeente Sittard-Geleen**

Datum : **07-11-2018**

Conus : **Z**

Opdracht : **GA180167**

Sondering : **18**



GEONIUS

www.geonius.eu
E-mail: info@geonius.eu
Tel.: 088-1300600
Fax.: 088-1300669

Zware slagsondering (50 kg) conform NEN-EN-ISO 22476-2

Project : **Corio Glana HL20**

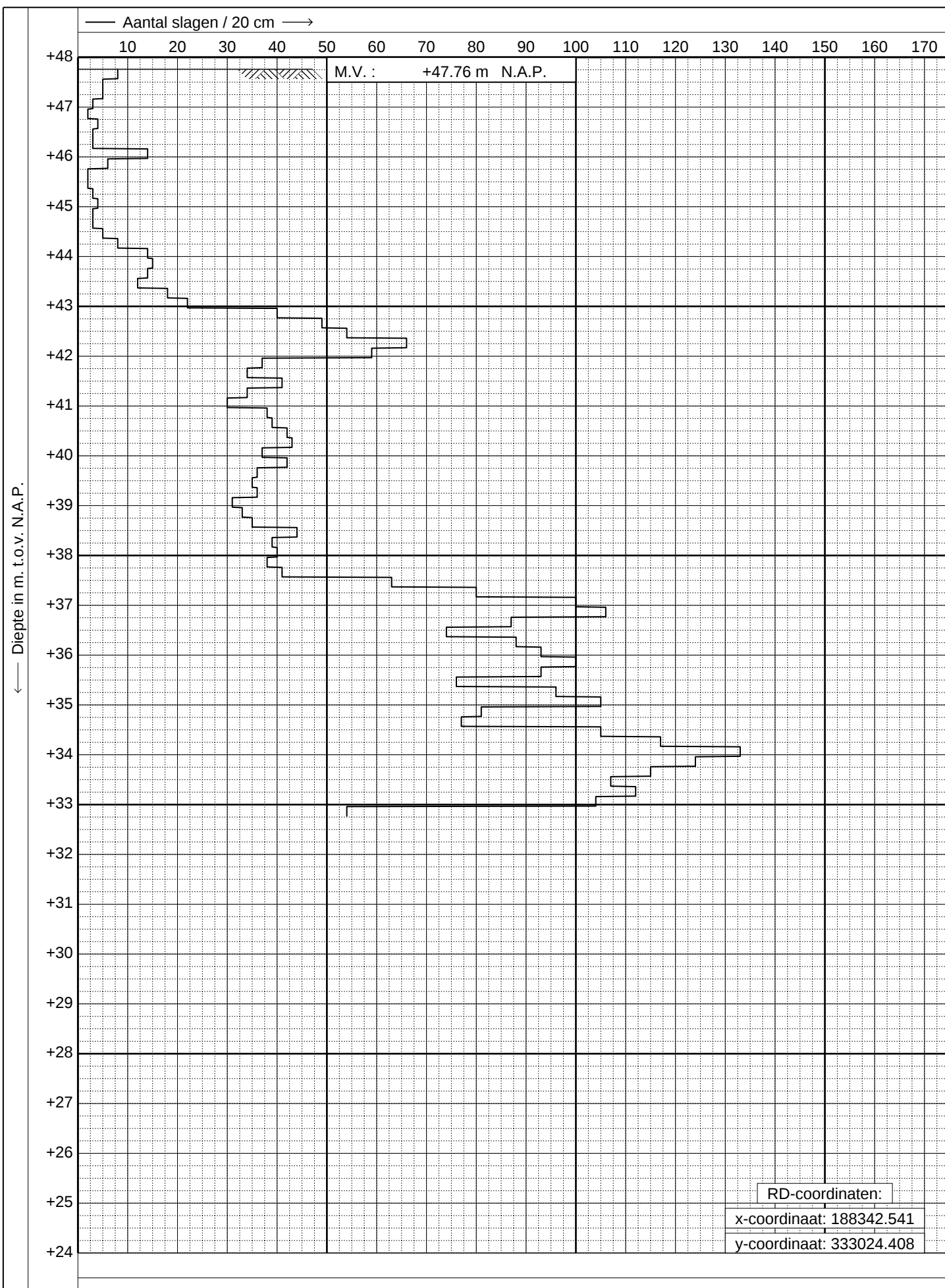
Locatie : **Gemeente Sittard-Geleen**

Datum : **07-11-2018**

Conus : **Z**

Opdracht : **GA180167**

Sondering : **19**



GEONIUS

www.geonius.eu
E-mail: info@geonius.eu
Tel.: 088-1300600
Fax.: 088-1300669

Zware slagsondering (50 kg) conform NEN-EN-ISO 22476-2

Project : **Corio Glana HL20**

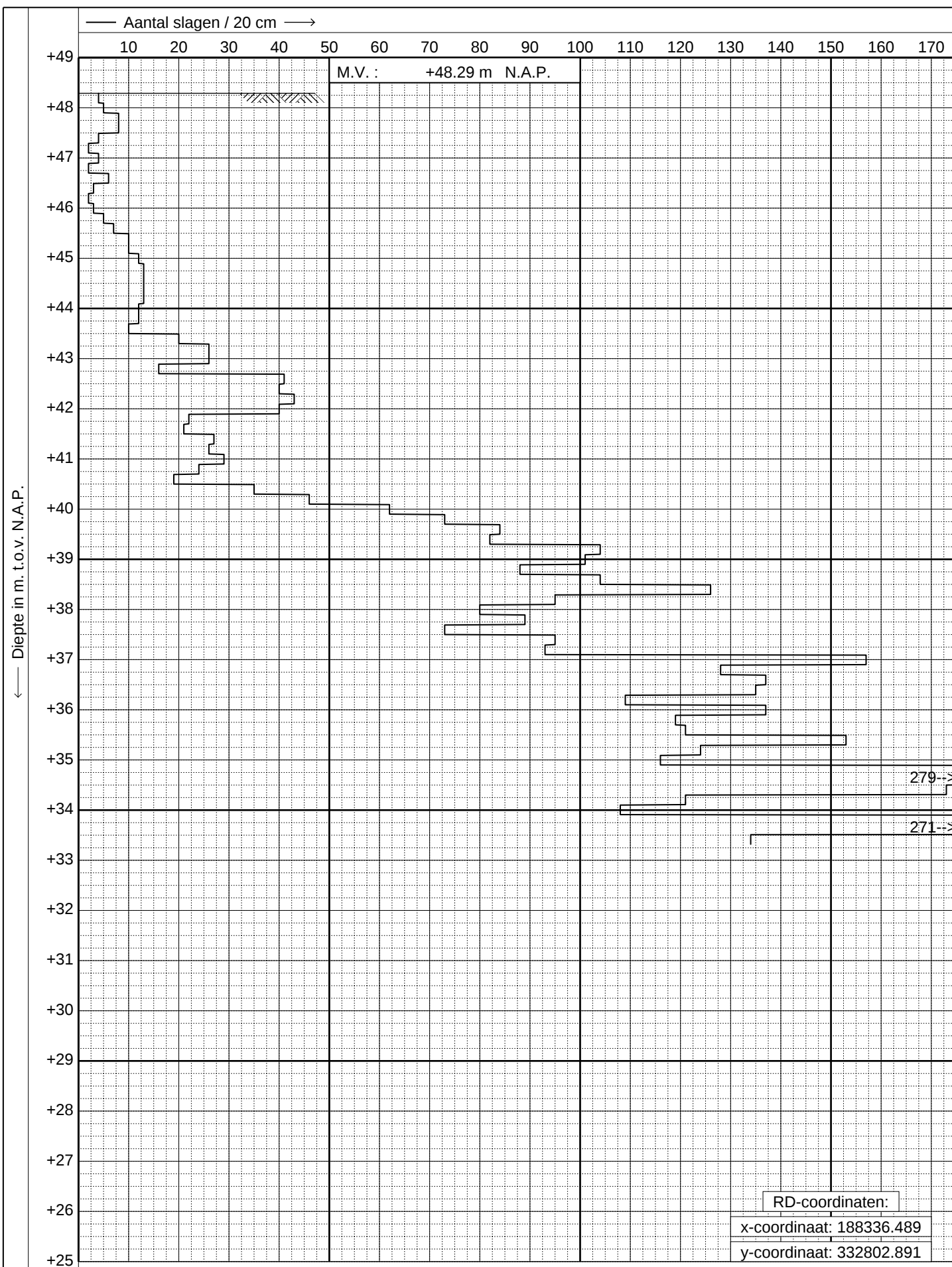
Locatie : **Gemeente Sittard-Geleen**

Datum : **07-11-2018**

Conus : **Z**

Opdracht : **GA180167**

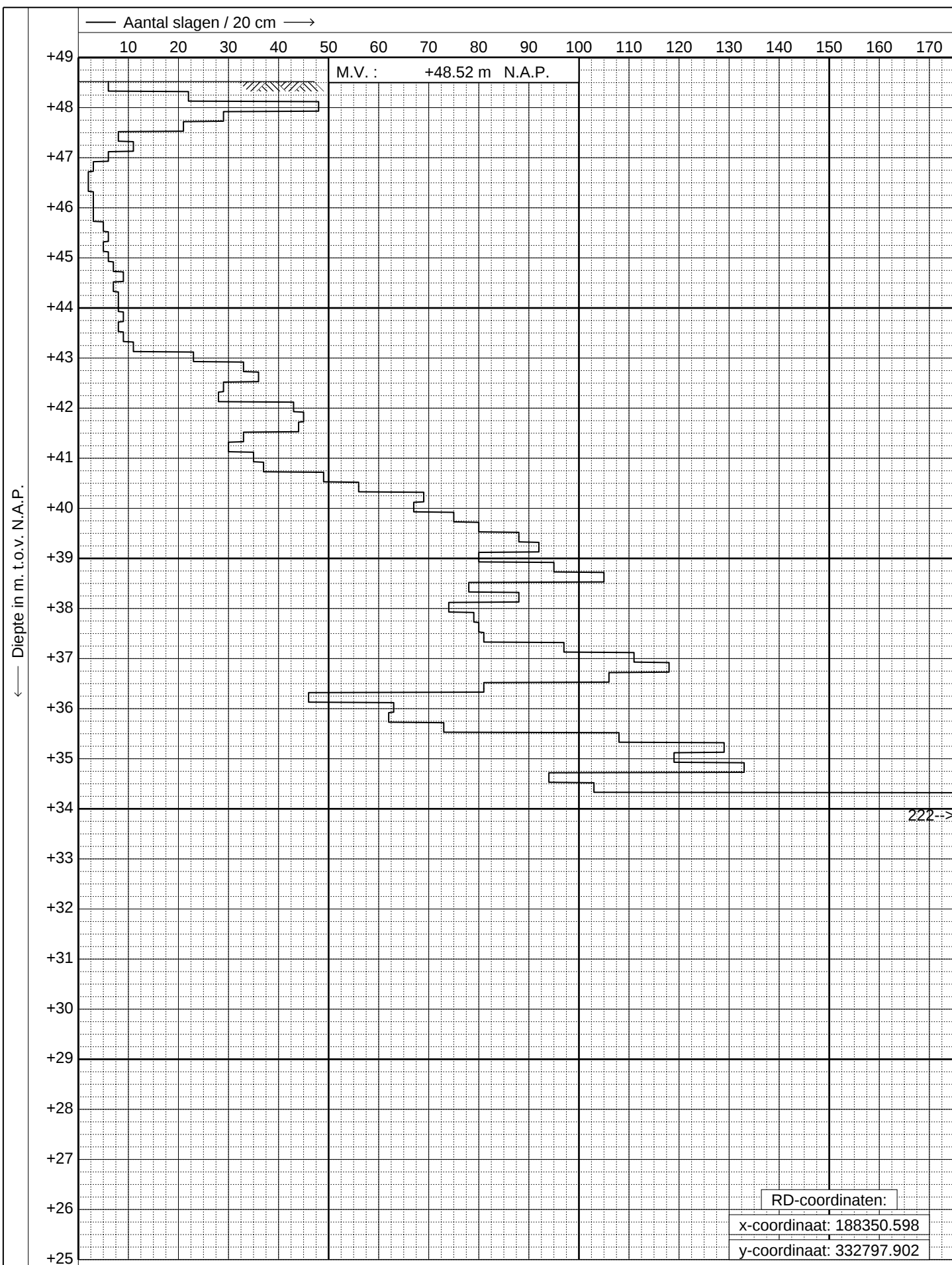
Sondering : **20**



GEONIUS
 www.geonius.eu
 E-mail: info@geonius.eu
 Tel.: 088-1300600
 Fax.: 088-1300669

Zware slagsondering (50 kg) conform NEN-EN-ISO 22476-2
 Project : **Corio Glana HL20**
 Locatie : **Gemeente Sittard-Geleen**

Datum : **07-11-2018**
 Conus : **Z**
 Opdracht : **GA180167**
 Sondering : **21**



GEONIUS

www.geonius.eu
E-mail: info@geonius.eu
Tel.: 088-1300600
Fax.: 088-1300669

Zware slagsondering (50 kg) conform NEN-EN-ISO 22476-2

Project : **Corio Glana HL20**

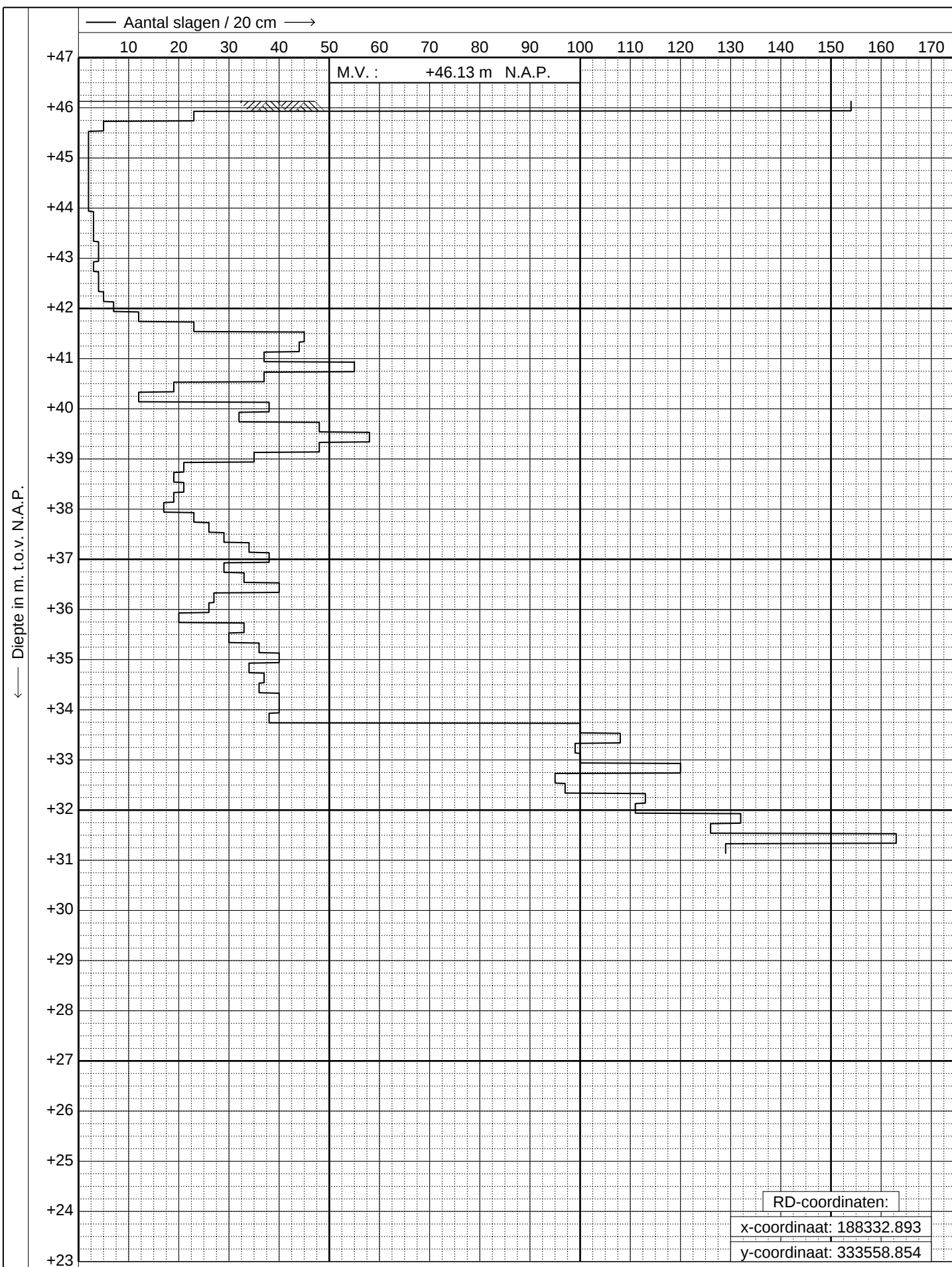
Locatie : **Gemeente Sittard-Geleen**

Datum : **07-11-2018**

Conus : **Z**

Opdracht : **GA180167**

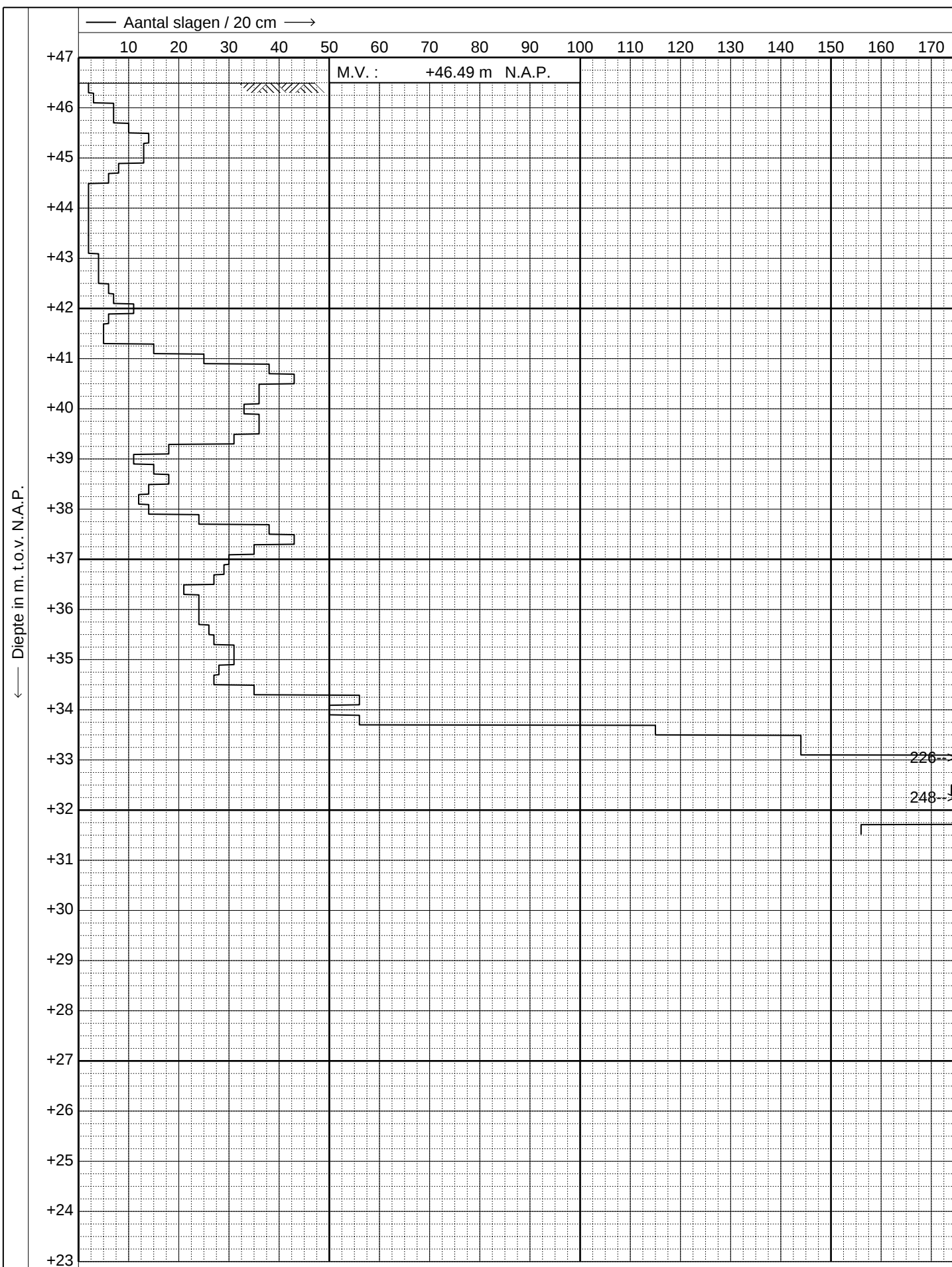
Sondering : **22**



GEONIUS
www.geonius.eu
E-mail: info@geonius.eu
Tel.: 088-1300600
Fax.: 088-1300669

Zware slagsondering (50 kg) conform NEN-EN-ISO 22476-2
Project : **Corio Glana HL20**
Locatie : **Gemeente Sittard-Geleen**

Datum : **07-11-2018**
Conus : **Z**
Opdracht : **GA180167**
Sondering : **23**



GEONIUS

www.geonius.eu
E-mail: info@geonius.eu
Tel.: 088-1300600
Fax.: 088-1300669

Zware slagsondering (50 kg) conform NEN-EN-ISO 22476-2

Project : **Corio Glana HL20**

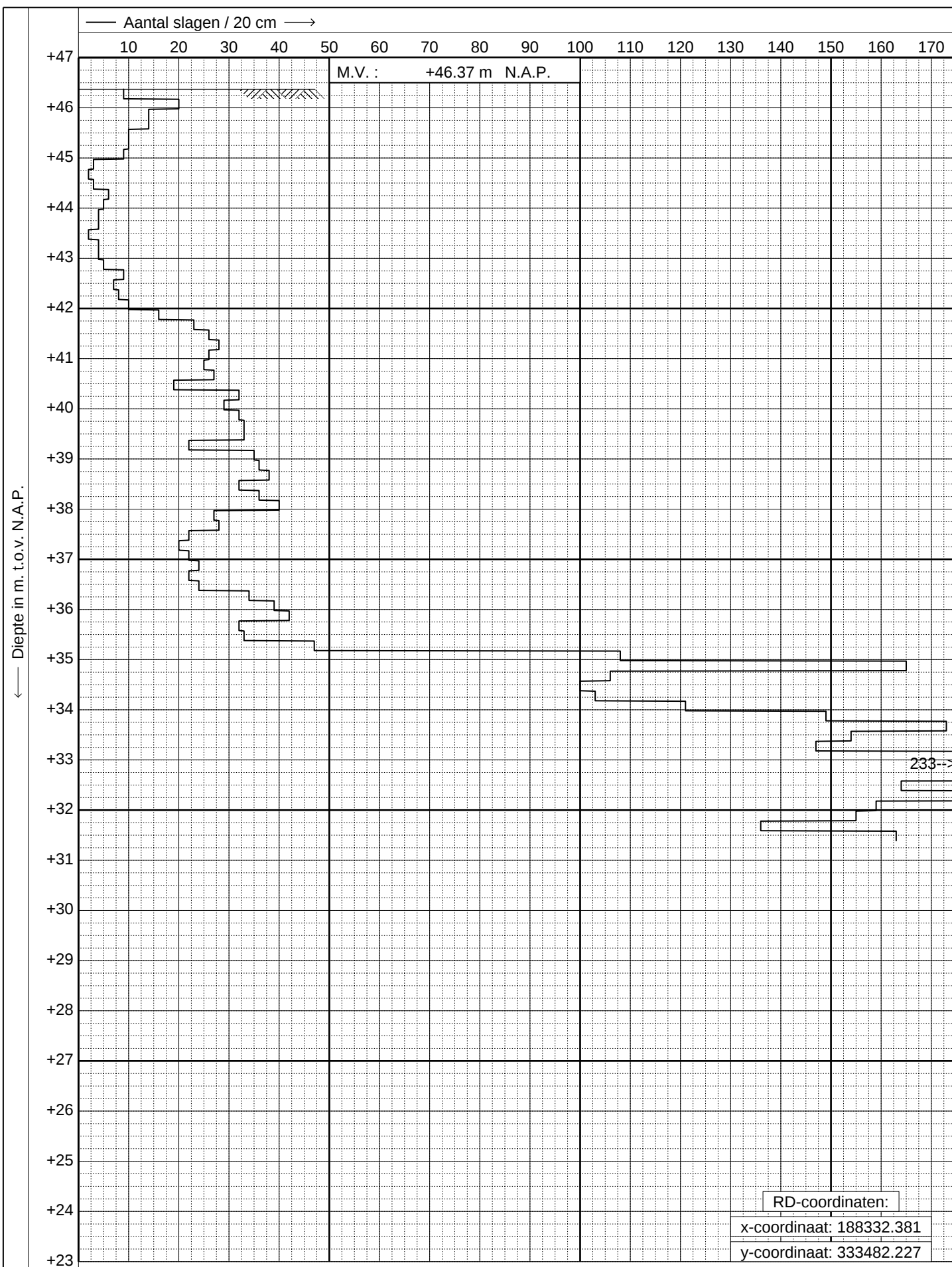
Locatie : **Gemeente Sittard-Geleen**

Datum : **07-11-2018**

Conus : **Z**

Opdracht : **GA180167**

Sondering : **24**



GEONIUS
 www.geonius.eu
 E-mail: info@geonius.eu
 Tel.: 088-1300600
 Fax.: 088-1300669

Zware slagsondering (50 kg) conform NEN-EN-ISO 22476-2

Project : **Corio Glana HL20**

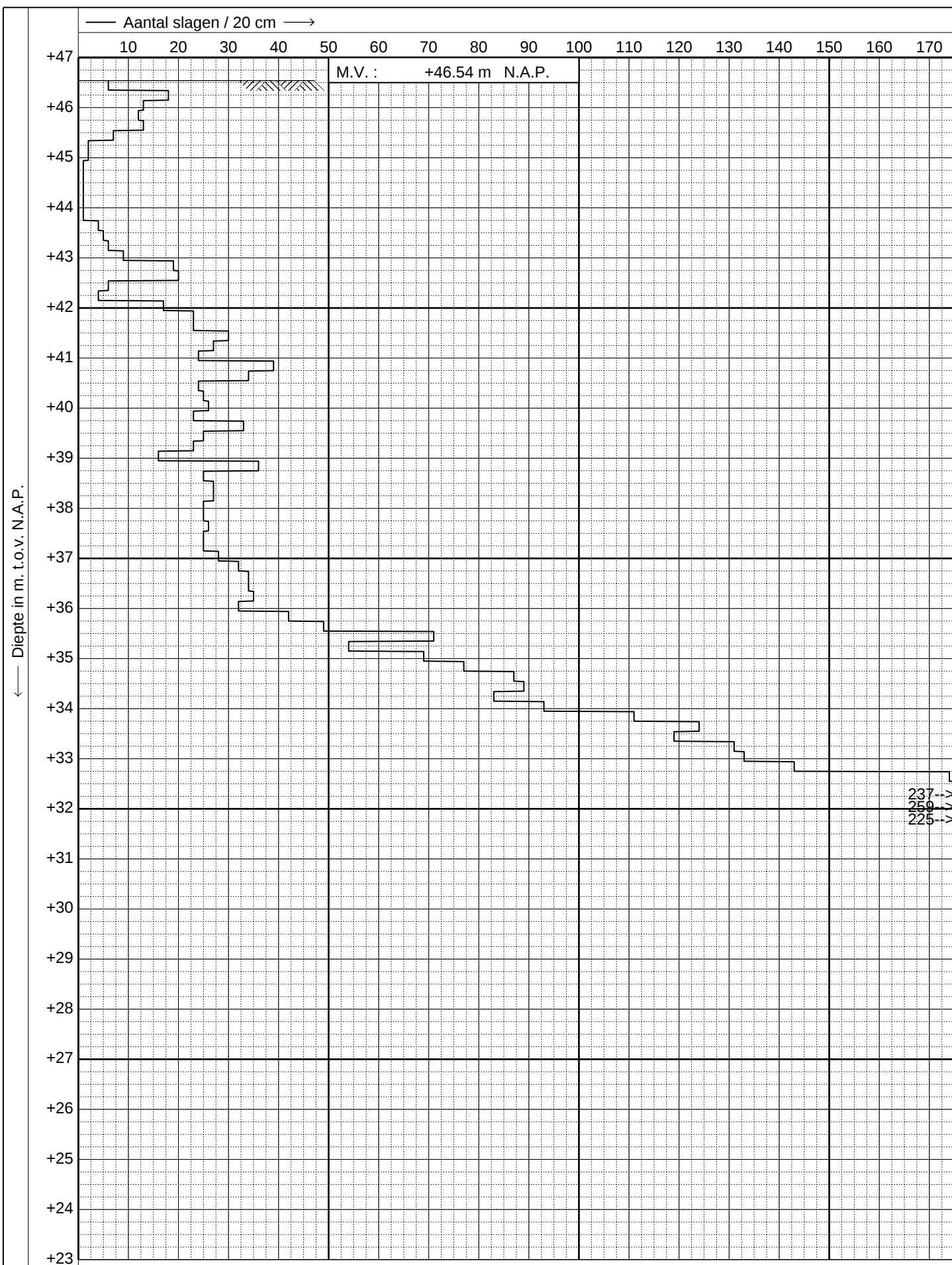
Locatie : **Gemeente Sittard-Geleen**

Datum : **07-11-2018**

Conus : **Z**

Opdracht : **GA180167**

Sondering : **25**



GEONIUS

www.geonius.eu
E-mail: info@geonius.eu
Tel.: 088-1300600
Fax.: 088-1300669

Zware slagsondering (50 kg) conform NEN-EN-ISO 22476-2

Project : **Corio Glana HL20**

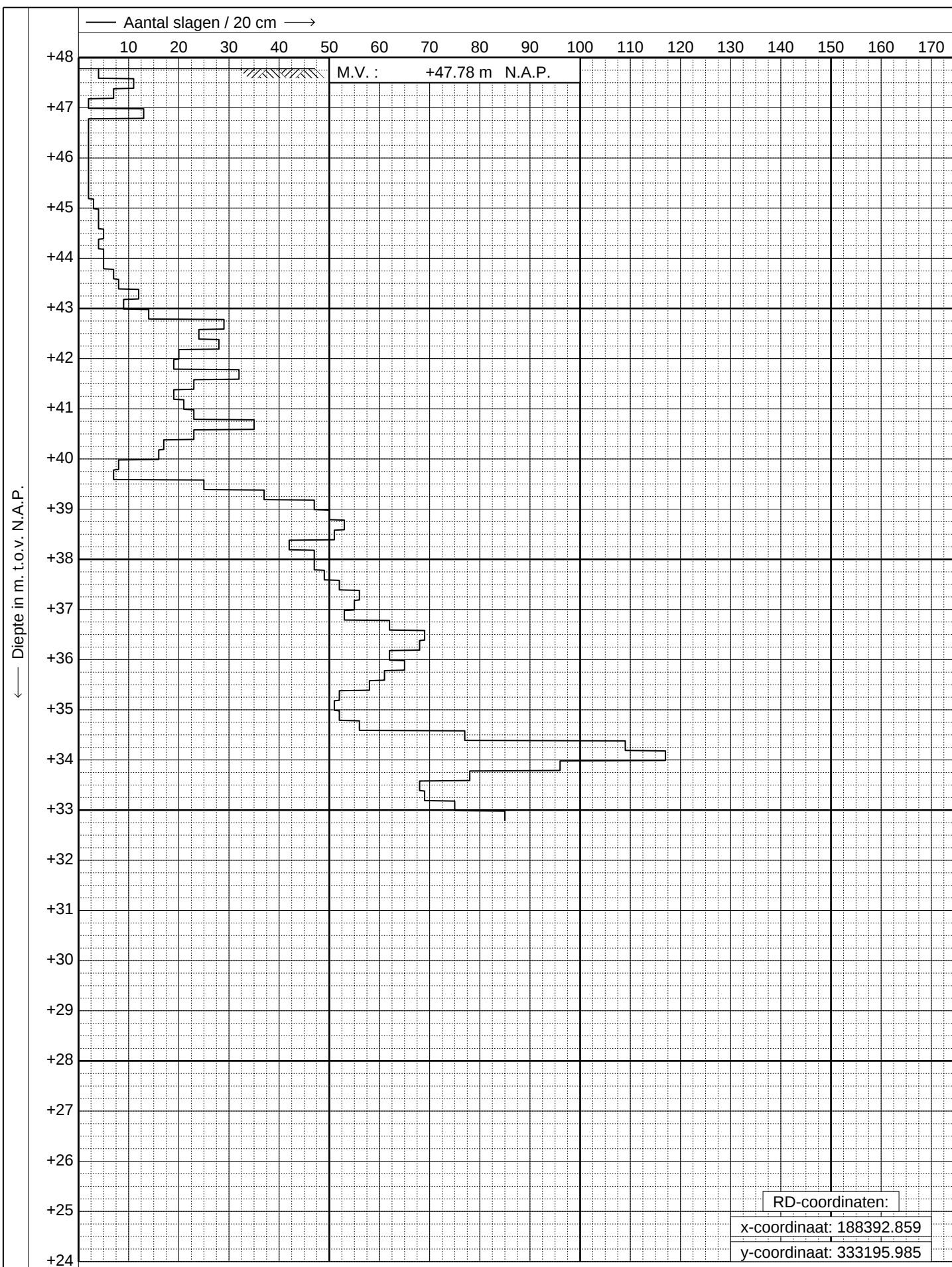
Locatie : **Gemeente Sittard-Geleen**

Datum : **07-11-2018**

Conus : **Z**

Opdracht : **GA180167**

Sondering : **26**



GEONIUS

www.geonius.eu
E-mail: info@geonius.eu
Tel.: 088-1300600
Fax.: 088-1300669

Zware slagsondering (50 kg) conform NEN-EN-ISO 22476-2

Project : **Corio Glana HL20**

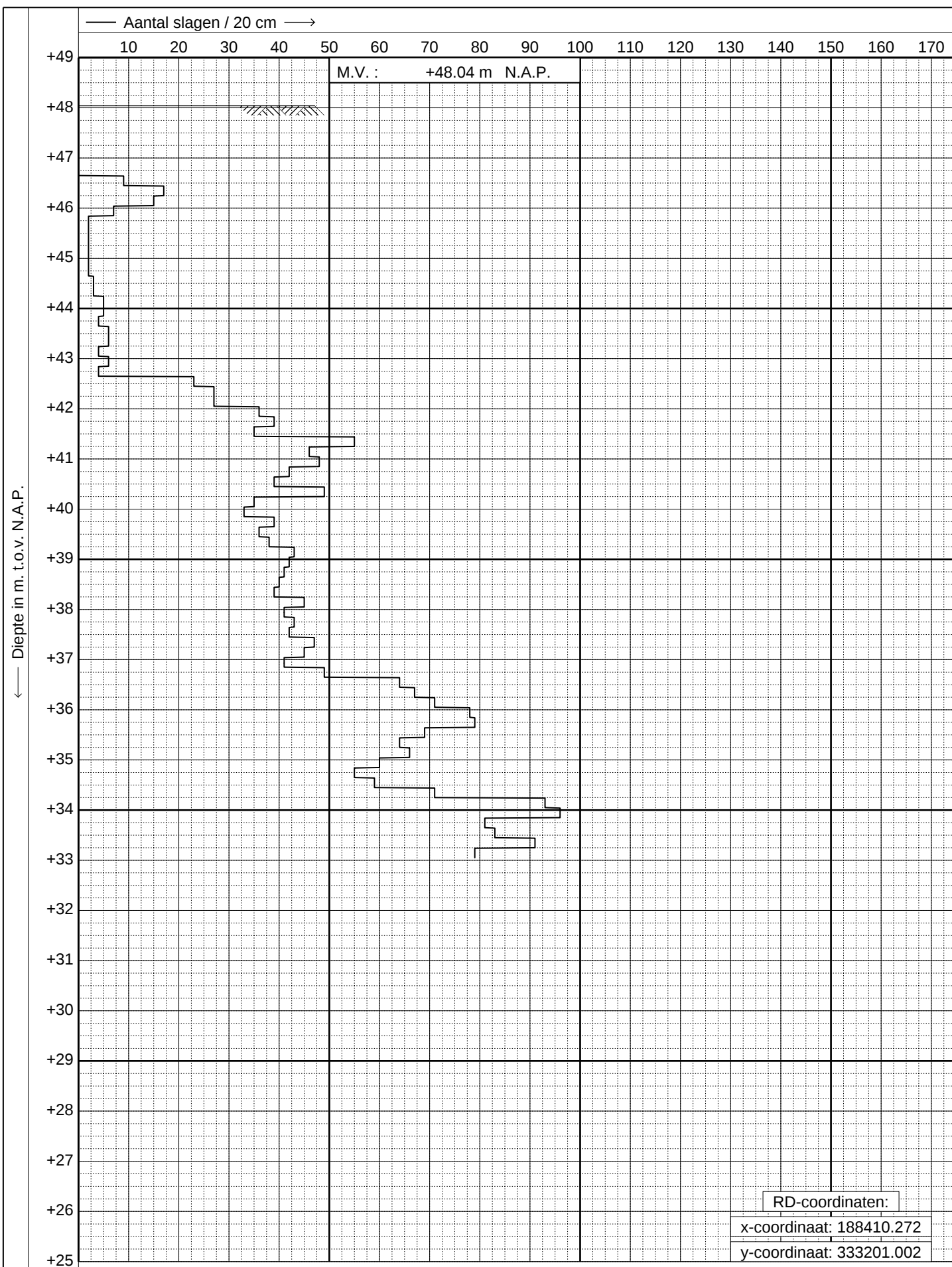
Locatie : **Gemeente Sittard-Geleen**

Datum : **07-11-2018**

Conus : **Z**

Opdracht : **GA180167**

Sondering : **27**



GEONIUS

www.geonius.eu
E-mail: info@geonius.eu
Tel.: 088-1300600
Fax.: 088-1300669

Zware slagsondering (50 kg) conform NEN-EN-ISO 22476-2

Project : **Corio Glana HL20**

Locatie : **Gemeente Sittard-Geleen**

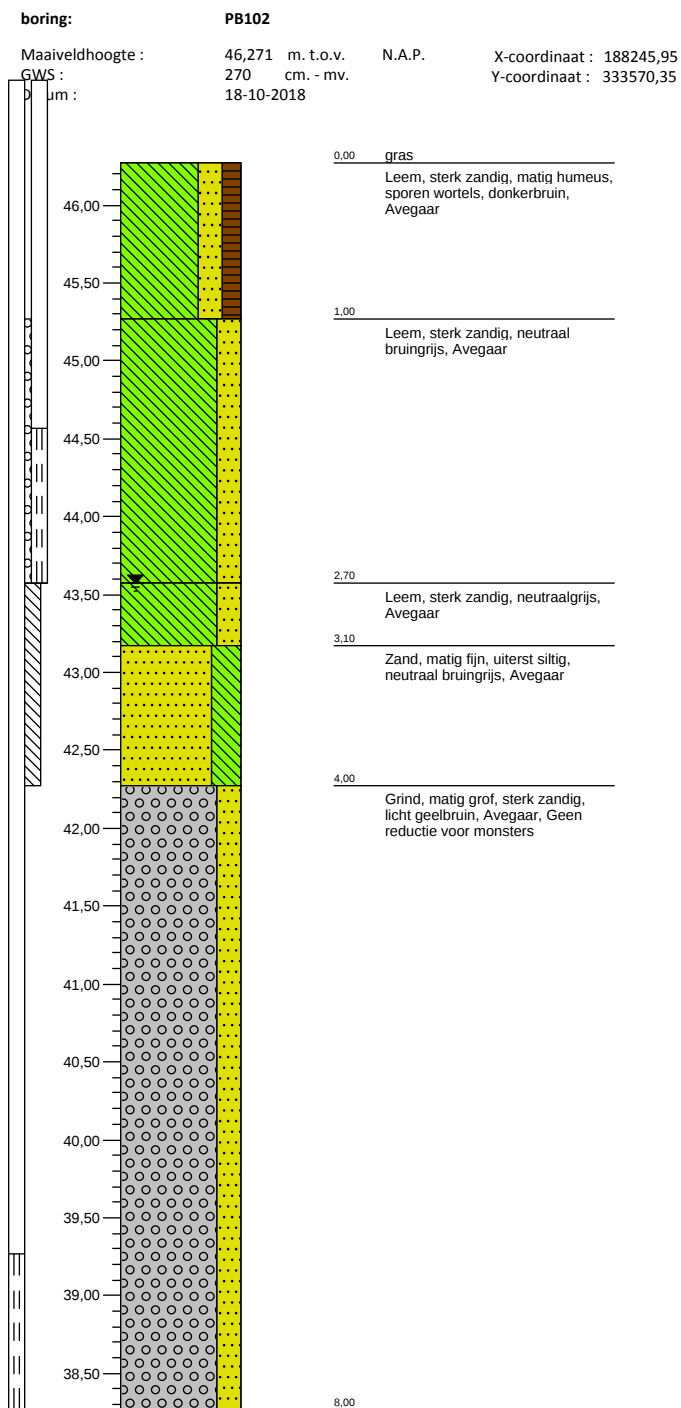
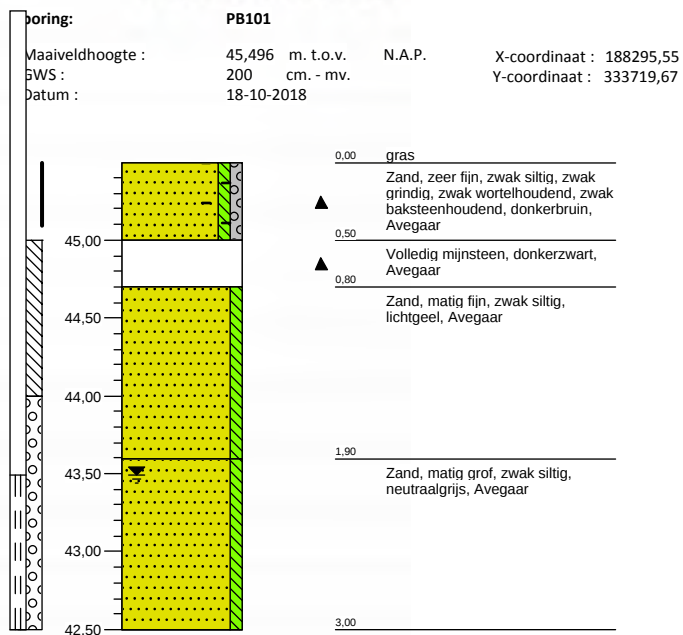
Datum : **07-11-2018**

Conus : **Z**

Opdracht : **GA180167**

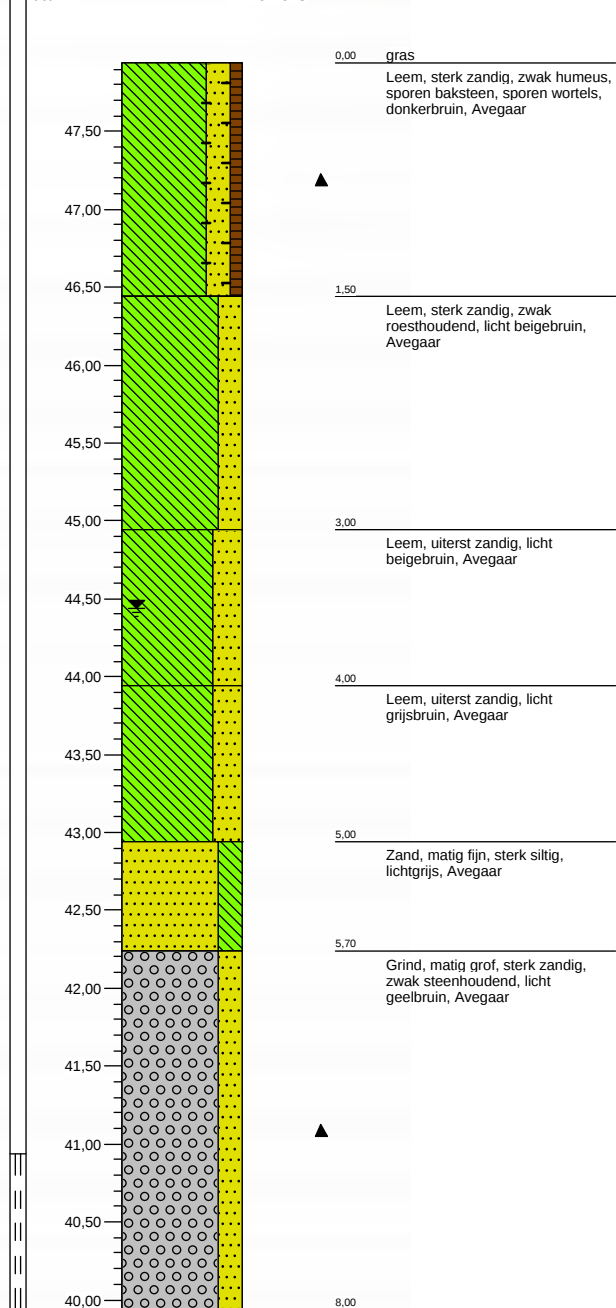
Sondering : **28**

Bijlage 3 Boringen



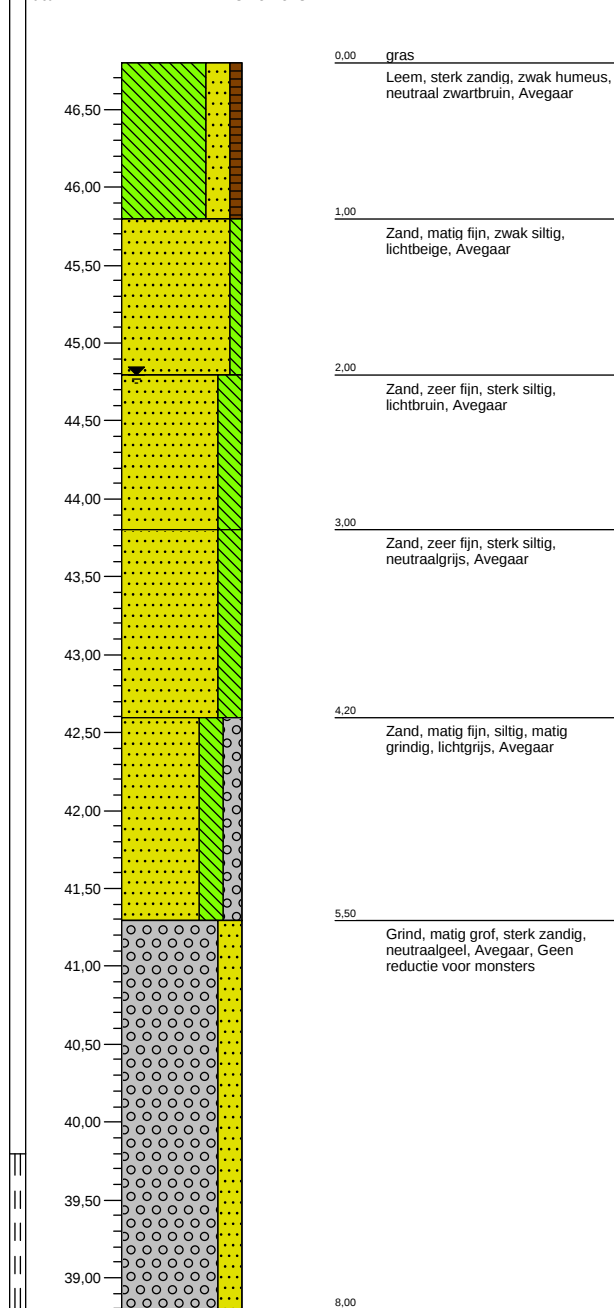
boring: DB103

Maaiveldhoogte : 47,94 m. t.o.v. N.A.P. X-coördinaat : 188227,23
GWS : 350 cm. - mv. Y-coördinaat : 333549,34
Datum : 17-10-2018



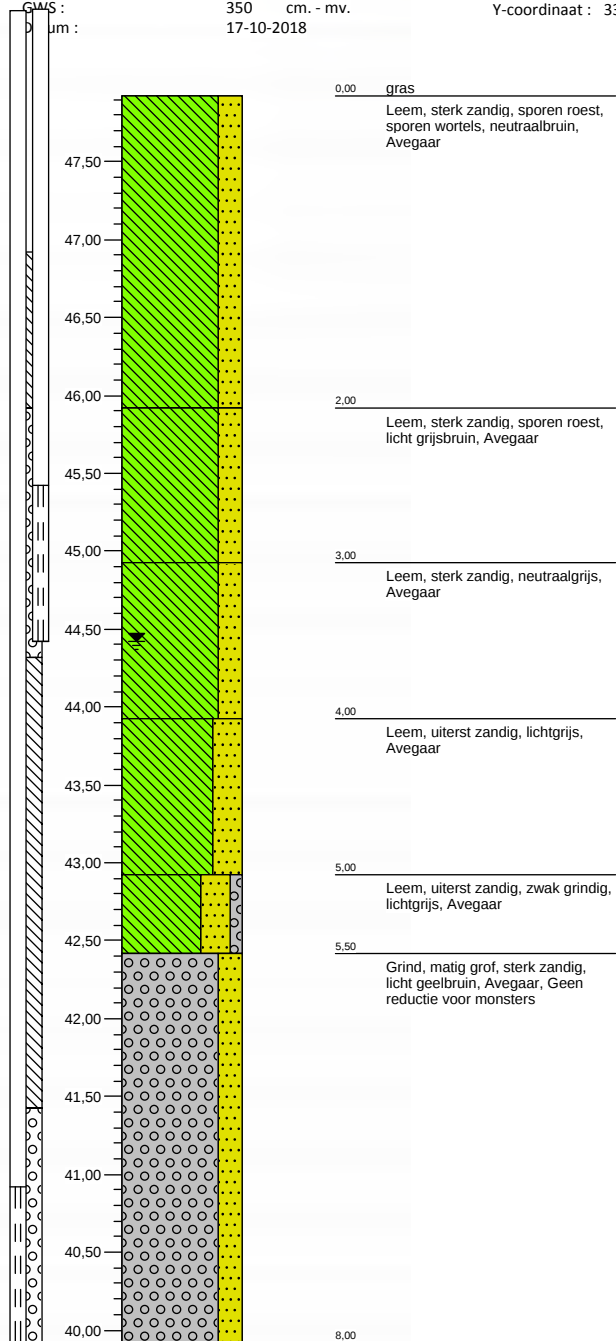
boring: DB104

Maaiveldhoogte : 46,798 m. t.o.v. N.A.P. X-coördinaat : 188250,29
GWS : 200 cm. - mv. Y-coördinaat : 333522,35
Datum : 18-10-2018



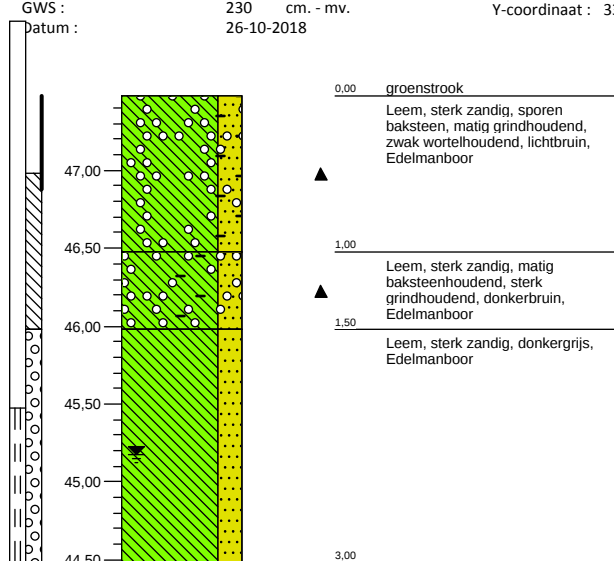
boring: PB105

Maaiveldhoogte : 47,922 m. t.o.v. N.A.P. X-coördinaat : 188218,74
GWS : 350 cm. - mv. Y-coördinaat : 333502,35
Datum : 17-10-2018

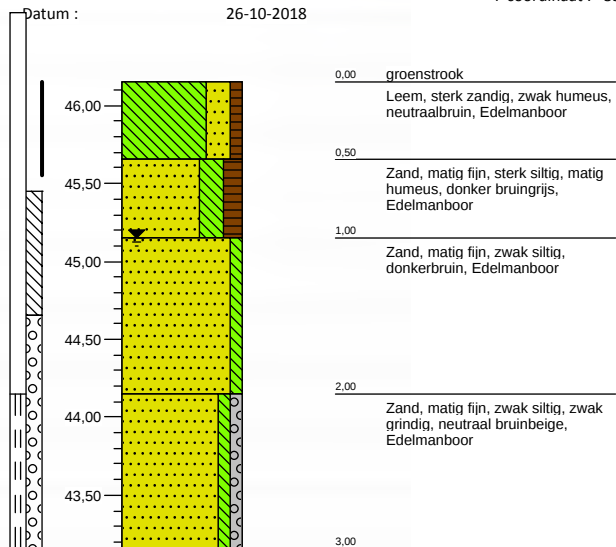


boring: PB106

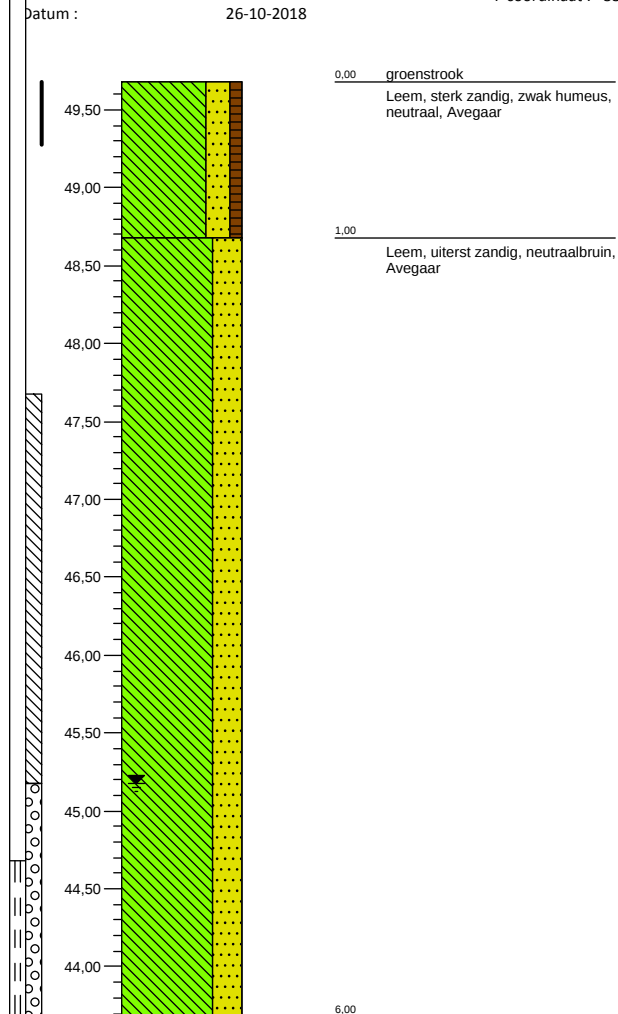
Maaiveldhoogte : 47,477 m. t.o.v. N.A.P. X-coördinaat : 188305,18
GWS : 230 cm. - mv. Y-coördinaat : 333373,73
Datum : 26-10-2018



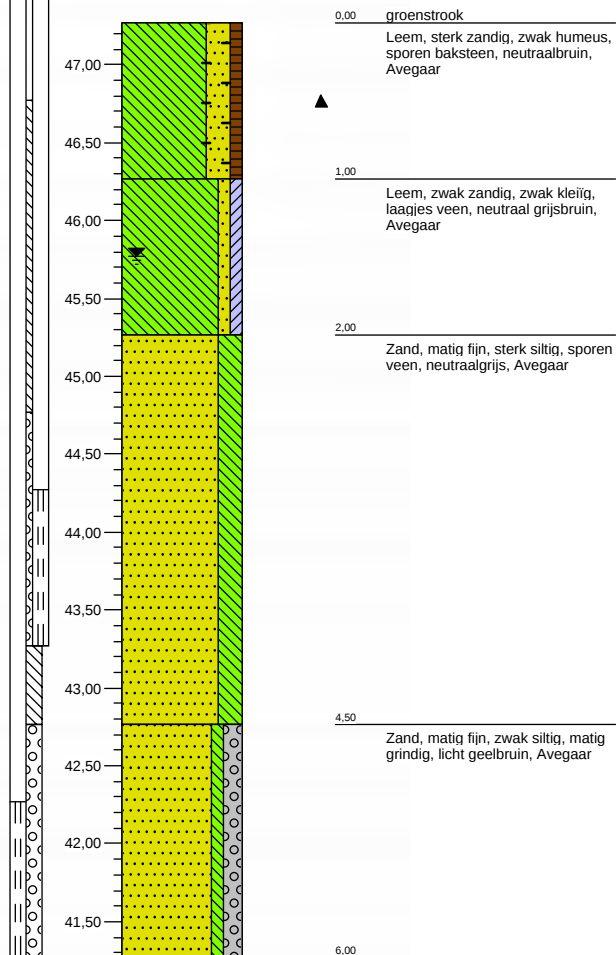
boring: **PB107**
Maaiveldhoogte : 46,153 m. t.o.v. N.A.P. X-coördinaat : 188438,41
GWS : 100 cm. - mv. Y-coördinaat : 333273,17
Datum : 26-10-2018



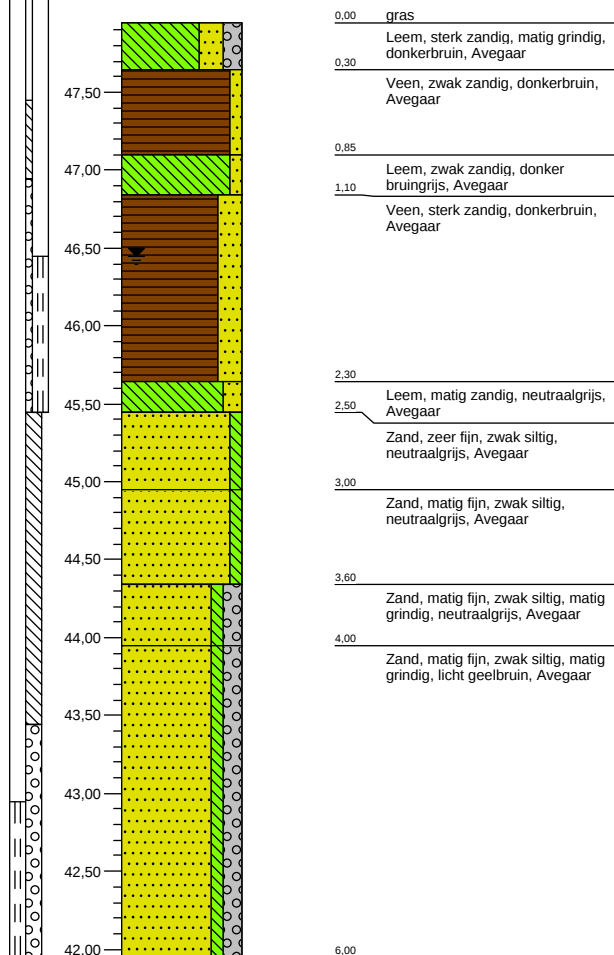
boring: **PB108**
Maaiveldhoogte : 49,679 m. t.o.v. N.A.P. X-coördinaat : 188296,40
GWS : 450 cm. - mv. Y-coördinaat : 333274,67
Datum : 26-10-2018



boring: **PB109**
Maaiveldhoogte : 47,268 m. t.o.v. N.A.P. X-coördinaat : 188501,60
S : 150 cm. - mv. Y-coördinaat : 333330,73
Datum : 26-10-2018

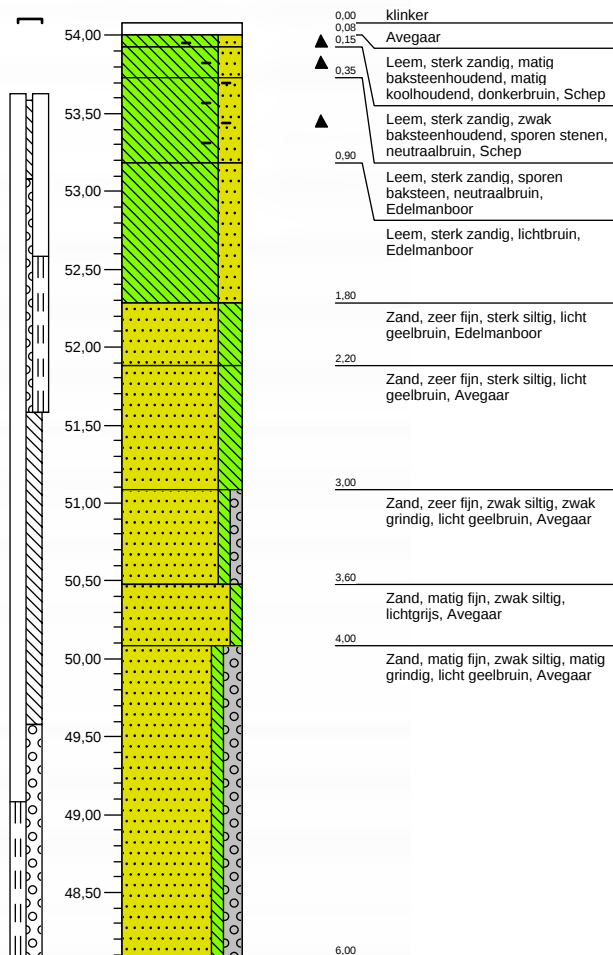


boring: **PB110**
Maaiveldhoogte : 47,946 m. t.o.v. N.A.P. X-coördinaat : 188560,24
S : 150 cm. - mv. Y-coördinaat : 333138,06
Datum : 19-10-2018



boring: PB111

Maaiveldhoogte : 54,081 m. t.o.v. N.A.P. X-coördinaat : 188535,32
cm. - mv. Y-coördinaat : 332911,18
Datum : 19-10-2018



Bijlage 4 Doorlatendheidsmetingen

projektschrijving: Corio Glana HL20
 lokatie : Sittard
 boring : PB102

opdr.nr : GA180167
 datum: 23-11-18
 meting: DM102

formule om de doorlatendheid volgens Hooghoudt te bepalen :

voor $S > 0,5H$ geldt :

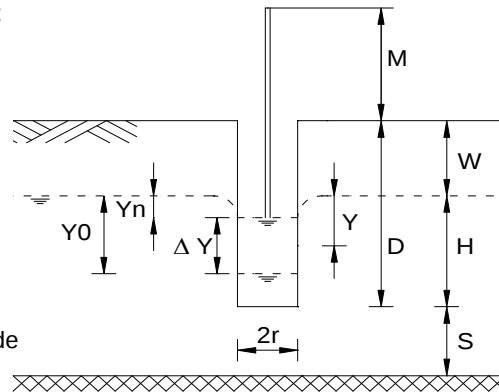
$$k = ((4000r^2)/((H+20r)*((2-(Y/H))*Y)))*(\Delta Y/\Delta t)$$

voor $S = 0$ geldt :

$$k = ((3600r^2)/((H+10r)*((2-(Y/H))*Y)))*(\Delta Y/\Delta t)$$

Hierbij is :

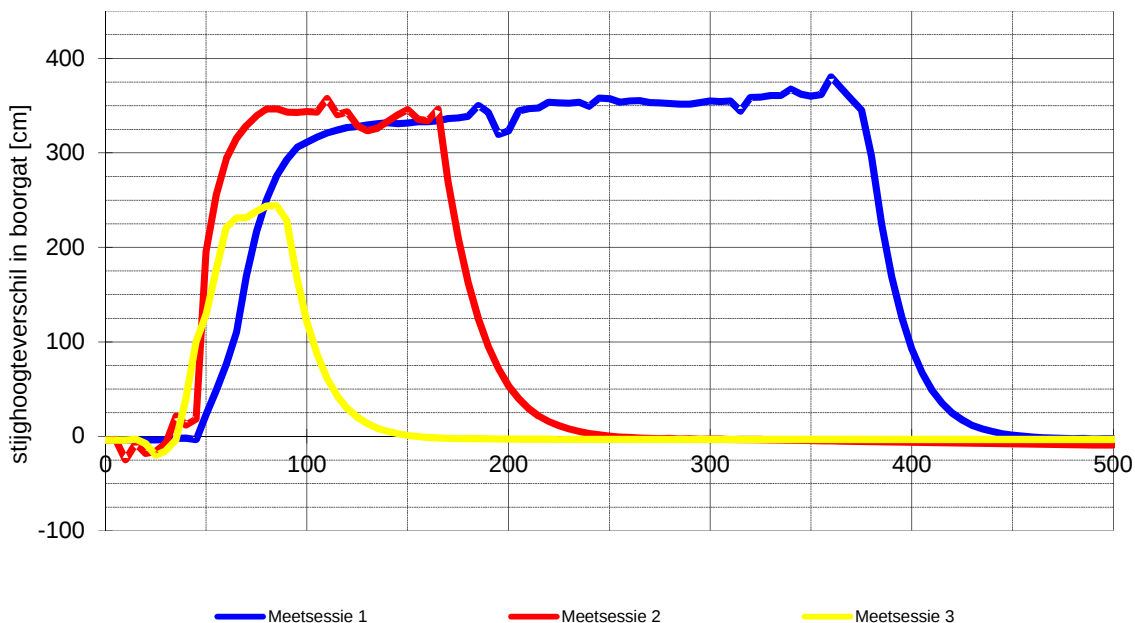
Y = gemiddelde waterstand over de gehele meetperiode
 r = boorgatradius
 H = diepte boorgat beneden grondwaterspiegel
 Δt = verlopen tijd
 ΔY = stijging van de waterstand in boorgat over de gehele meetperiode



onderzoekswaarden

diepte boorgat beneden grondwaterspiegel
 standaardhoogte
 radiusboorgat
 grondwater
 diepte v/e ondoorlatende laag beneden de bodem v/h boorgat

H :	610,0	cm
M :	40,0	cm
r :	5,0	cm
W :	190,0	cm
S :	1000,0	cm



meetsessie 1	
t0 =	375 sec
Y0 =	345,12 cm
tn =	395 sec
Yn =	125,78 cm
ΔY =	219,33 cm
r =	5,00 cm
H =	610,00 cm
Y =	235,45 cm
Δt =	20 sec

k = 4,06 m/dag

meetsessie 2	
t0 =	165 sec
Y0 =	346,34 cm
tn =	175 sec
Yn =	209,90 cm
ΔY =	136,44 cm
r =	5,00 cm
H =	610,00 cm
Y =	278,12 cm
Δt =	10 sec

k = 4,47 m/dag

meetsessie 3	
t0 =	90 sec
Y0 =	228,63 cm
tn =	100 sec
Yn =	120,94 cm
ΔY =	107,68 cm
r =	5,00 cm
H =	610,00 cm
Y =	174,78 cm
Δt =	10 sec

k = 5,06 m/dag

projektschrijving: Corio Glana HL20
 lokatie : Sittard
 boring : DB103

opdr.nr : GA180167
 datum: 23-11-18
 meting: DM103

formule om de doorlatendheid volgens Hooghoudt te bepalen :

voor $S > 0,5H$ geldt :

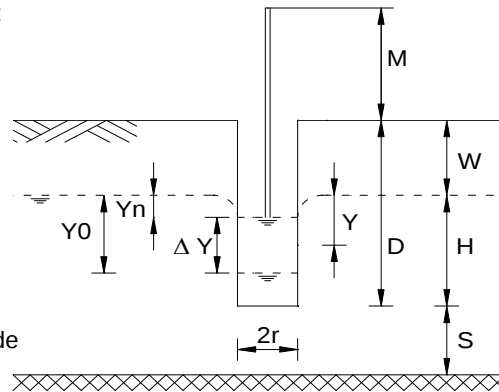
$$k = ((4000r^2)/((H+20r)*((2-(Y/H))*Y)))*(\Delta Y/\Delta t)$$

voor $S = 0$ geldt :

$$k = ((3600r^2)/((H+10r)*((2-(Y/H))*Y)))*(\Delta Y/\Delta t)$$

Hierbij is :

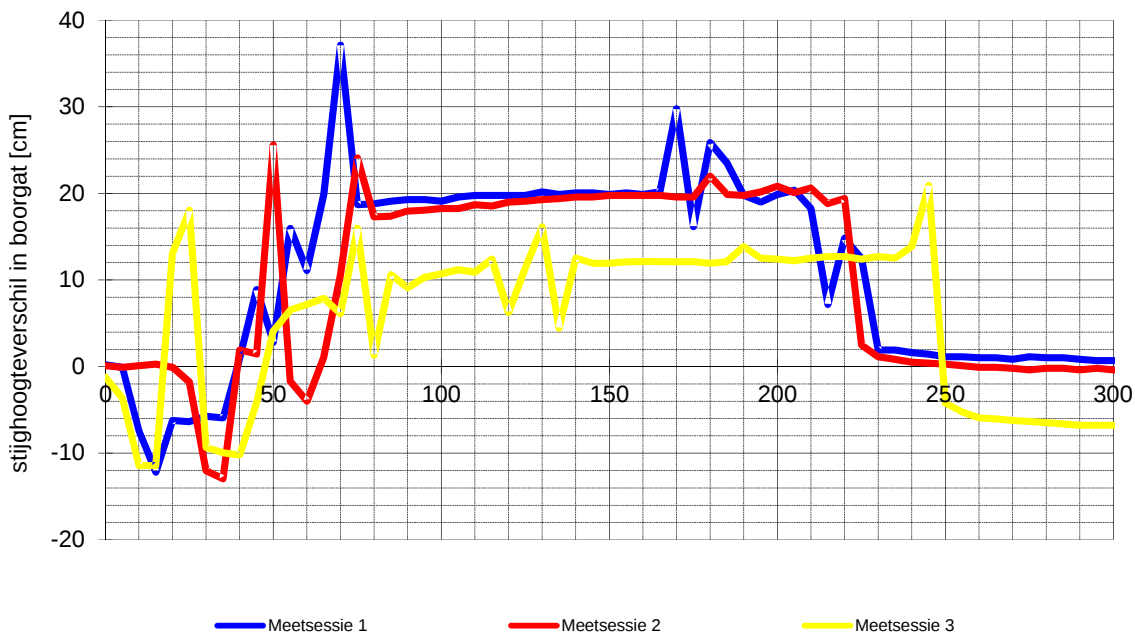
Y = gemiddelde waterstand over de gehele meetperiode
 r = boorgatradius
 H = diepte boorgat beneden grondwaterspiegel
 Δt = verlopen tijd
 ΔY = stijging van de waterstand in boorgat over de gehele meetperiode



onderzoekswaarden

diepte boorgat beneden grondwaterspiegel
 standaardhoogte
 radiusboorgat
 grondwater
 diepte v/e ondoorlatende laag beneden de bodem v/h boorgat

H :	450,0	cm
M :	30,0	cm
r :	5,0	cm
W :	350,0	cm
S :	1000,0	cm



meetsessie 1	
t0 =	225 sec
Y0 =	12,53 cm
tn =	230 sec
Yn =	1,91 cm
ΔY =	10,62 cm
r =	5,00 cm
H =	450,00 cm
Y =	7,22 cm
Δt =	5 sec

k = 26,97 m/dag

meetsessie 2	
t0 =	220 sec
Y0 =	19,41 cm
tn =	225 sec
Yn =	2,49 cm
ΔY =	16,92 cm
r =	5,00 cm
H =	450,00 cm
Y =	10,95 cm
Δt =	5 sec

k = 28,43 m/dag

meetsessie 3	
t0 =	245 sec
Y0 =	20,93 cm
tn =	250 sec
Yn =	-4,22 cm
ΔY =	25,14 cm
r =	5,00 cm
H =	450,00 cm
Y =	8,35 cm
Δt =	5 sec

k = 55,23 m/dag

formule om de doorlatendheid volgens Hooghoudt te bepalen :

voor $S > 0,5H$ geldt :

$$k = ((4000r^2)/((H+20r)*((2-(Y/H))*Y)))*(\Delta Y/\Delta t)$$

voor $S = 0$ geldt :

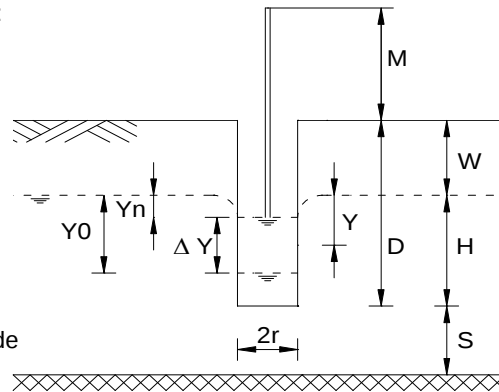
$$k = ((3600r^2)/((H+10r)*((2-(Y/H))*Y)))*(\Delta Y/\Delta t)$$

Hierbij is :

$\bar{Y}$ = gemiddelde waterstand over de gehele meetperiode

$r =$ boorgatradius

H = diepte boorgat beneden grondwaterspiegel

$$\Delta t = \text{verlopen tijd}$$
$$\Delta Y = \text{stijging van de waterstand in boorgat over de gehele meetperiode}$$


onderzoekswaarden

diepte boorgat beneden grondwaterspiegel

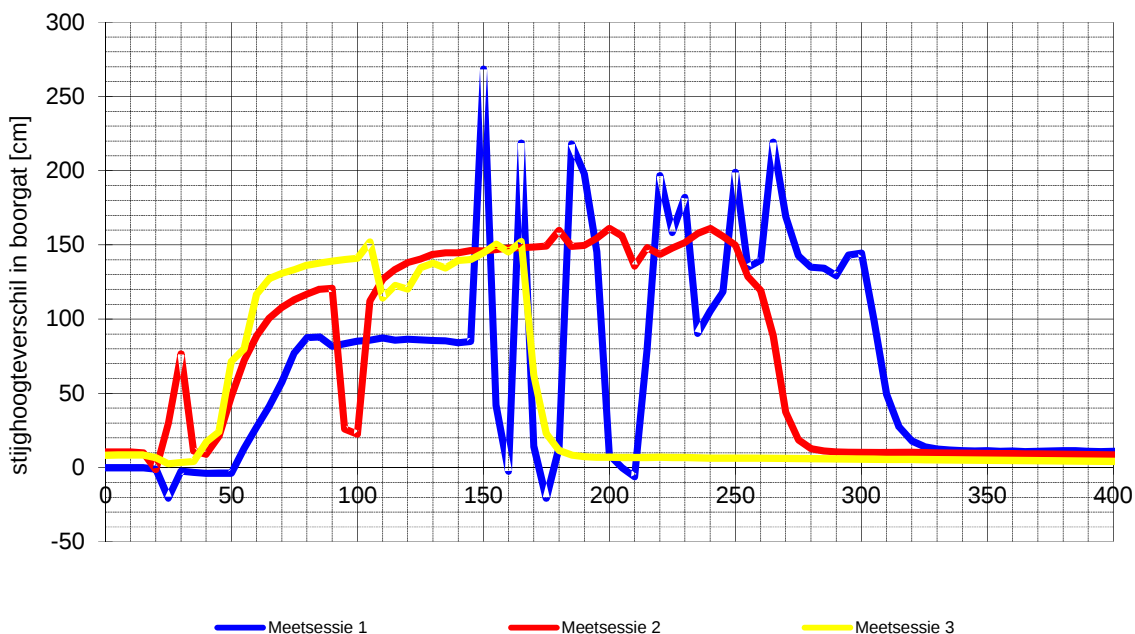
standaardhoogte

radiusboorgat

grondwater

diepte v/e ondoorlatende laag beneden de bodem v/h boorgat

H:	550,0	cm
M:	40,0	cm
r:	5,0	cm
W:	250,0	cm
S:	1000,0	cm



	meet sessie 1	
t0 =	300	sec
Y0 =	144,42	cm
tn =	310	sec
Yn =	49,74	cm
ΔY =	94,68	cm
r =	5,00	cm
H =	550,00	cm
Y =	97,08	cm
Δt =	10	sec

$$k = 8,23 \text{ m/dag}$$

meet sessie 2	
t0 =	265 sec
Y0 =	88,83 cm
tn =	270 sec
Yn =	37,26 cm
ΔY =	51,57 cm
r =	5,00 cm
H =	550,00 cm
Y =	63,04 cm
Δt =	5 sec

k = 13,35 m/dag

meet sessie 3		
t0 =	165	sec
Y0 =	152,23	cm
tn =	170	sec
Yn =	62,22	cm
ΔY =	90,01	cm
r =	5,00	cm
H =	550,00	cm
Y =	107,23	cm
Δt =	5	sec

k = 14,31 m/dag

projektschrijving: Corio Glana HL20
 lokatie : Sittard
 boring : PB105

opdr.nr : GA180167
 datum: 23-11-18
 meting: DM105

formule om de doorlatendheid volgens Hooghoudt te bepalen :

voor $S > 0,5H$ geldt :

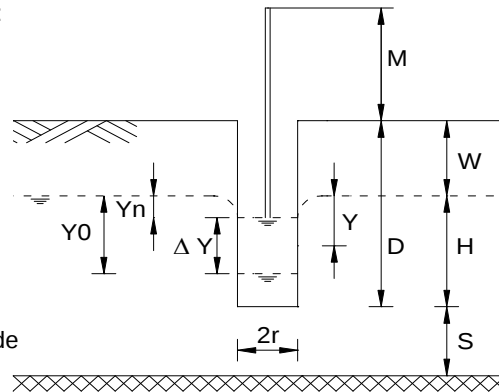
$$k = ((4000r^2)/((H+20r)*((2-(Y/H))*Y)))*(\Delta Y/\Delta t)$$

voor $S = 0$ geldt :

$$k = ((3600r^2)/((H+10r)*((2-(Y/H))*Y)))*(\Delta Y/\Delta t)$$

Hierbij is :

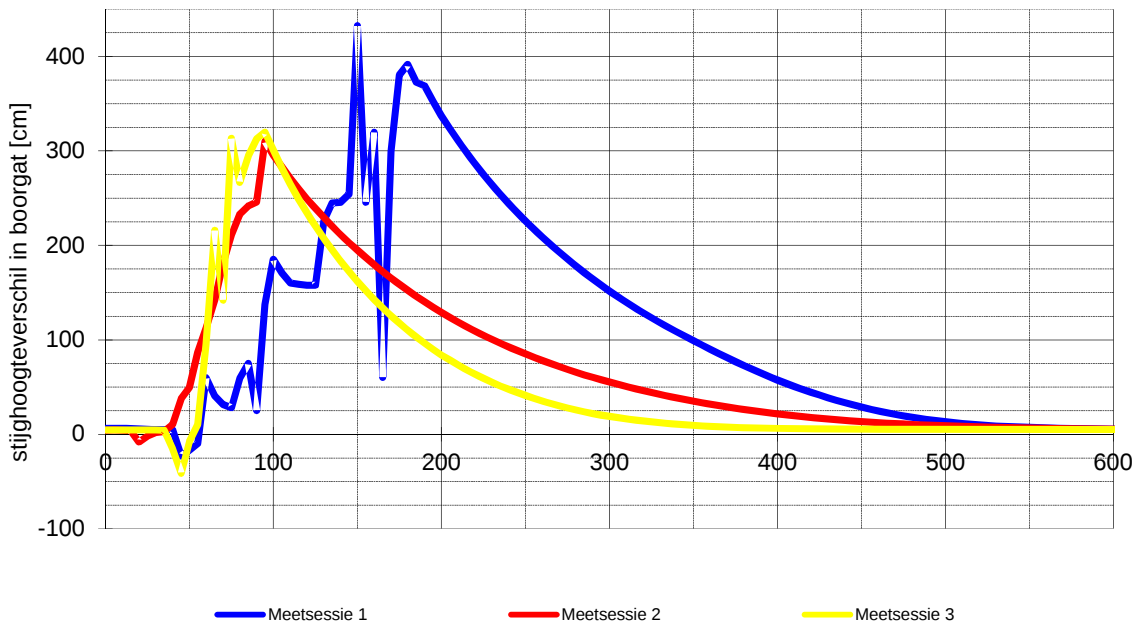
Y = gemiddelde waterstand over de gehele meetperiode
 r = boorgatradius
 H = diepte boorgat beneden grondwaterspiegel
 Δt = verlopen tijd
 ΔY = stijging van de waterstand in boorgat over de gehele meetperiode



onderzoekswaarden

diepte boorgat beneden grondwaterspiegel
 standaardhoogte
 radiusboorgat
 grondwater
 diepte v/e ondoorlatende laag beneden de bodem v/h boorgat

H :	470,0	cm
M :	50,0	cm
r :	5,0	cm
W :	330,0	cm
S :	1000,0	cm



meetsessie 1	
t0 =	195 sec
Y0 =	352,50 cm
tn =	205 sec
Yn =	323,45 cm
ΔY =	29,05 cm
r =	5,00 cm
H =	470,00 cm
Y =	337,98 cm
Δt =	10 sec

k = 1,18 m/dag

meetsessie 2	
t0 =	100 sec
Y0 =	295,16 cm
tn =	110 sec
Yn =	271,01 cm
ΔY =	24,15 cm
r =	5,00 cm
H =	470,00 cm
Y =	283,08 cm
Δt =	10 sec

k = 1,07 m/dag

meetsessie 3	
t0 =	100 sec
Y0 =	301,05 cm
tn =	110 sec
Yn =	264,94 cm
ΔY =	36,11 cm
r =	5,00 cm
H =	470,00 cm
Y =	283,00 cm
Δt =	10 sec

k = 1,60 m/dag

Bijlage 5 Berekeningsresultaten



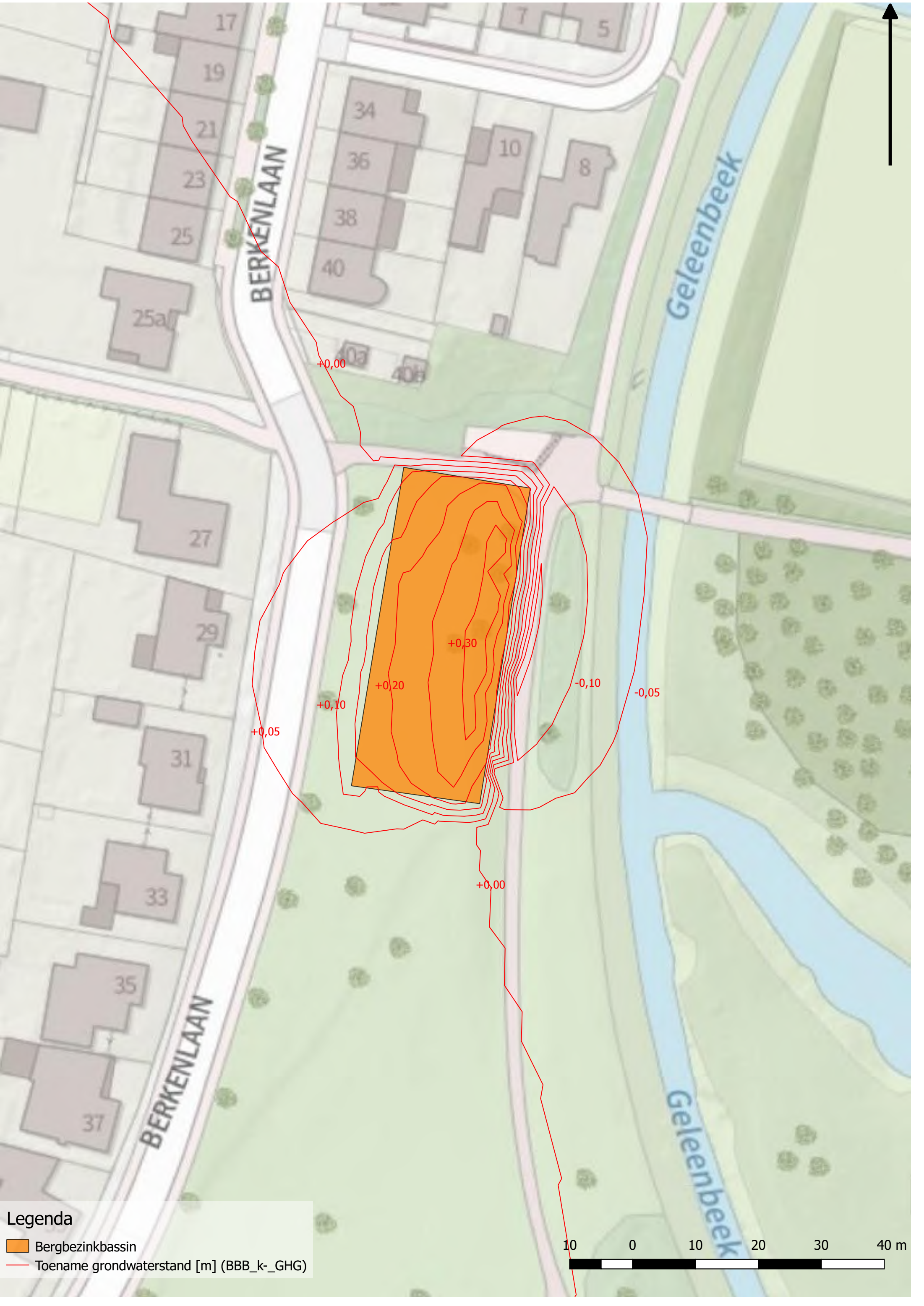
Legenda

-  Bergbezinkbassin
-  Steenen Sluis
-  Toename grondwaterstand [m] (BBB+bedding_k_GG)



Legenda

-  Bergbezinkbassin
-  Steenen Sluis
-  Toename grondwaterstand [m] (BBB+bedding_k_GHG)



Legenda

-  Bergbezinkbassin
-  Toename grondwaterstand [m] (BBB_k_GHG)

Bijlage 6 Memo GB180167.M01v1.0: Invloed bergbezinkbassin op verontreiniging

Projectnaam

Corio Glana HL20 Sittard

Ons kenmerk

GB180167.M01.v1.0

Onderwerp

Invloed bergbezinkbassin op verontreiniging

Behandeld door

Kas Lange

Datum

17 april 2019

Telefoon

088 1300 600

E-mail

k.lange@geonius.nl

1 Doel van de memo

In rapportage GA180167.R05.v1.0 d.d. 23-1-2019 is de invloed van het te realiseren bergbezinkbassin (BBB) en het verhogen van de bedding van de Keutelbeek op de grondwaterstanden gemodelleerd.

Ten noorden van het voorziene BBB en direct ten westen van de beek is een grondwaterverontreiniging aanwezig. Op basis van reeds door Antea uitgevoerde onderzoeken lijkt de verontreiniging stabiel te zijn, en zich niet of nauwelijks te verplaatsen. Effecten op de grondwaterstroming, door aanleg van het BBB en verhogen van de grondwaterstand mogen geen verspreiding van de verontreiniging als gevolg hebben, anders dan als gevolg van de natuurlijke grondwaterstroming.

In voorliggende memo wordt beschouwd of het bergbezinkbassin invloed kan hebben op de verontreiniging. Ten behoeve hiervan zijn de berekeningsresultaten van rapportage GA180167.R05.v1.0 op 10-4-2019 overlegd met Hans Janssen (Antea).

2 Uitgangspunten

Conform Figuur 3.2 stroomt het grondwater richting het noorden, het verhang bedraagt ca. 1:200. Het BBB bevindt zich dus bovenstrooms van de verontreiniging. Nabij de beek buigt de grondwaterstroming af richting de beek, naar het oosten. Met name tijdens perioden met lage beekwaterstanden en/of hoge grondwaterstanden. Dit blijkt ook uit de vorm van de verontreinigingspluim (Bijlage 1 van deze memo). Deze heeft zich zowel noordelijk als richting de beek verplaatst. Aan de westkant van de beek wordt de verontreiniging niet aangetroffen.

Het BBB betreft een waterdichte berging, er wordt geen hemelwater geïnfiltreerd, waardoor de invloed van het BBB op de grondwaterstroming beperkt is tot barrièrewerking. Daarnaast vindt een toename in grondwaterstand plaats als gevolg van het verhogen van de bedding van de beek. Rond het BBB zal een lichte verhoging van de grondwaterstand optreden, tot ca. 0,1 m (Figuur 5.1).

Verspreiding van de verontreiniging kan ook optreden als gevolg van een tijdelijke bemaling tijdens de realisatie. Conform ons advies in rapportage GA180167.R01v1.0 d.d. 21-12-2018 is men voornemens het BBB te realiseren middels een verticaal en horizontaal afgesloten bouwput (CSM-wanden en onderwaterbeton i.c.m. trekankers). Er is dus geen bemaling noodzakelijk, waarmee in voorliggende memo enkel de effecten als gevolg van barrièrewerking en het verhogen van de bedding worden beschouwd.

3 Effecten

Ondanks de beperkte effecten op de grondwaterstanden en –stroming blijft de stromingsrichting noordelijk gericht, aangezien de toename in grondwaterstand (ca. 0,05 m over 25 m (1:500)) minder bedraagt dan het reeds aanwezige verhang (1:200).

Op basis van de actuele oppervlaktewaterstanden (Waterschap Limburg, april 2019) en peilbuizen PB105, 102 en 101 bedraagt het verhang richting de beek (oostelijk) ca. 1:25 en neemt dit richting de beek toe tot 1:4. Een beperkte toename in grondwaterstand ter plaatse van de beek zal dus nog steeds resulteren in een netto grondwaterstroming richting de beek. Inzicht in het verhang richting de beek ter hoogte van de Wilgenlaan is beperkt door het ontbreken van peilbuizen op deze locatie, maar is naar verwachting vergelijkbaar.

4 Conclusie en advies

Op basis van de actuele grondwaterstroming en de berekende wijzigingen in grondwaterstand wordt geen netto wijziging in stromingsrichting van het grondwater verwacht. Aangezien niet wordt geïnfiltreerd of bemalen, is dan ook geen verplaatsing van de verontreiniging te verwachten. Ook aangezien reeds gedurende een langere periode (2003 – 2014) geen verplaatsing van de verontreiniging is waargenomen als gevolg van de natuurlijke grondwaterstroming, zijn geen effecten te verwachten.

Tijdens en na aanbesteding van de werkzaamheden dient gecontroleerd te worden of de uitvoeringsmethode overeenkomt met de door ons gehanteerde uitgangspunten. Indien toch een (beperkte) bemaling noodzakelijk blijkt, bijvoorbeeld voor het afpompen van lekwater, kan de invloed op de grondwaterstroming worden beperkt door een zorgvuldige keuze van de locaties van de (retour)filters.

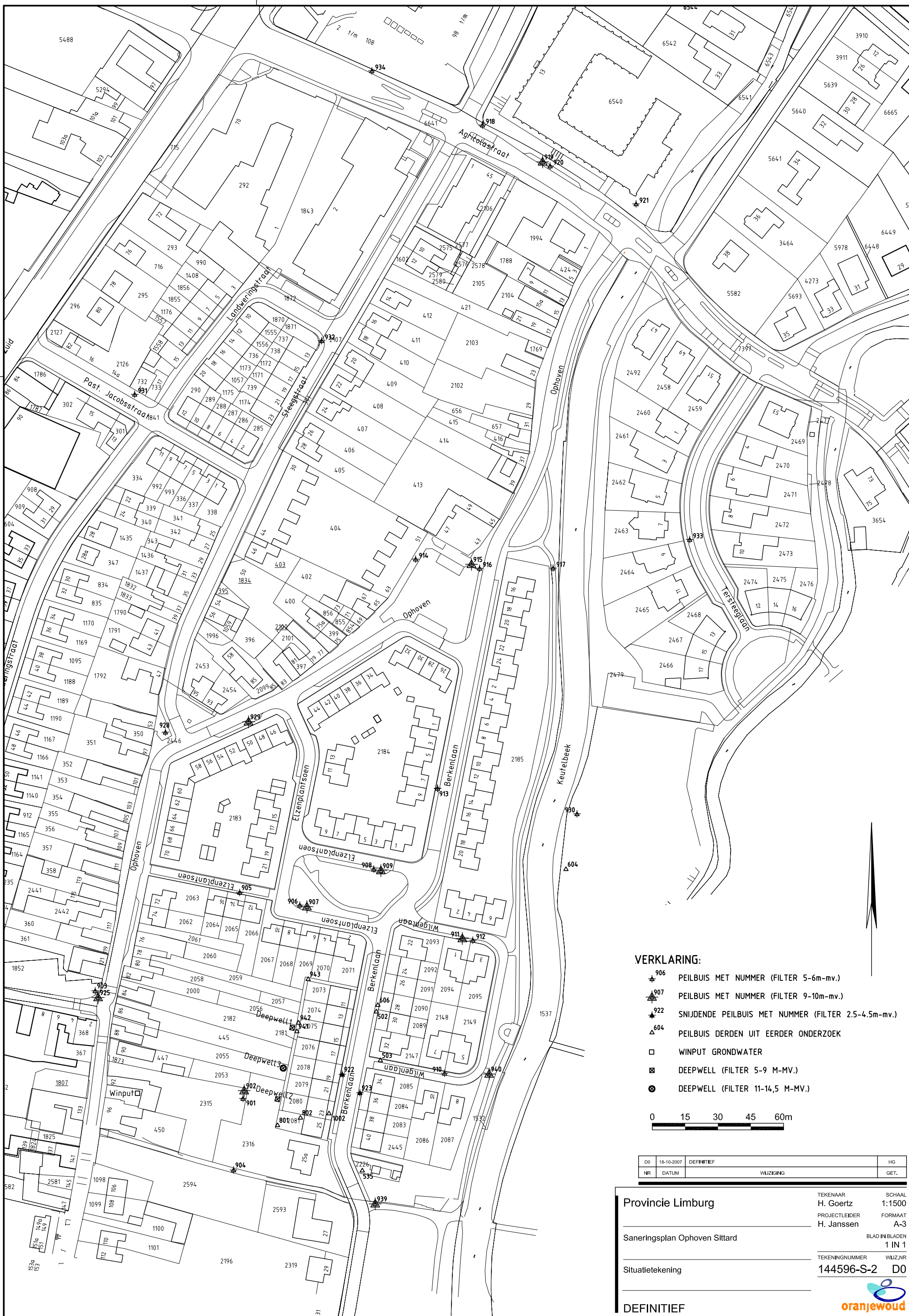
Door in het geval van grondwateronttrekking de grondwatersamenstelling voor en tijdens de werkzaamheden te monitoren (wekelijks) kan een eventuele verplaatsing van de verontreiniging tijdig worden bemerkt, waarop maatregelen genomen dienen te worden (werkzaamheden staken, lekdebiet beperken door toepassen bodeminjectie, retourfilters plaatsen, etc.).

Er wordt geadviseerd voor en tijdens de uitvoering monitoring van de verontreiniging en grondwaterstanden uit te voeren, om zodoende de resultaten van deze memo te kunnen valideren en over een nulmeting te beschikken indien een (beperkte) bemaling tijdens de uitvoering toch noodzakelijk blijkt. Er wordt geadviseerd:

- 1 à 2 peilbuizen te plaatsen tussen het BBB en de verontreiniging, met een filter tussen 5 en 6 m-maaiveld. Mogelijk kunnen hiervoor de bestaande peilbuizen 535 en 939 worden gebruikt;
- Hier de grondwaterstanden te meten en één laboratoriumanalyse als nulmeting uit te voeren;
- Als de grondwaterstand tijdens het werk significant daalt, hier wekelijks aanvullende analyses uit te voeren.

Bijlage 1

Kaarten verontreinigingssituatie



VERKLARING:

- 906

PEILBUIS MET NUMMER (FILTER 5-6m-mv.)
- 907

PEILBUIS MET NUMMER (FILTER 9-10m-mv.)
- 922

SNIJDENDE PEILBUIS MET NUMMER (FILTER 2.5-4.5m-mv.)
- 604

PEILBUIS DERDEN UIT EERDER ONDERZOEK
- DEEPWELL (FILTER 5-9 M-MV.)
- DEEPWELL (FILTER 11-14,5 M-MV.)
- STREEFWAARDECONTOUR PER
- TUSSENWAARDECONTOUR PER
- INTERVENTIEWAARDECONTOUR PER
- GEHALTE ≤ TERUGSANEERWAARDE
- GEHALTE > TERUGSANEERWAARDE
- MONITORINGSPILBUIS

935 5-6 m-mv		
jaar	CIS-gehalte (ug/L)	PER-gehalte (ug/L)
2003	0,23	3
2004	--	--
2005	--	--
2006	0,18	3
2007	0,15	2,3

918 5-6 m-mv		
jaar	CIS-gehalte (ug/L)	PER-gehalte (ug/L)
2003	0,68	9,2
2004	--	--
2005	0,62	7,8
2006	0,35	4,4
2007	0,34	5,3

920 5-6 m-mv		
jaar	CIS-gehalte (ug/L)	PER-gehalte (ug/L)
2003	0,3	4
2004	--	--
2005	--	--
2006	0,19	2,9
2007	0,14	1,6

932 7-8 m-mv		
jaar	CIS-gehalte (ug/L)	PER-gehalte (ug/L)
2003	0,89	16
2004	--	--
2005	--	--
2006	0,92	19
2007	0,75	17

916 5-6 m-mv		
jaar	CIS-gehalte (ug/L)	PER-gehalte (ug/L)
2003	8,6	110
2004	--	--
2005	4,8	80
2006	4	68
2007	5,1	61

913 5-6 m-mv		
jaar	CIS-gehalte (ug/L)	PER-gehalte (ug/L)
2003	6,1	61
2004	--	--
2005	3,4	25
2006	--	--
2007	--	--

930 3-4 m-mv		
jaar	CIS-gehalte (ug/L)	PER-gehalte (ug/L)
2003	<0,1	<0,1
2004	--	--
2005	--	--
2006	<0,1	<0,1
2007	<0,1	<0,1

906 5-6 m-mv		
jaar	CIS-gehalte (ug/L)	PER-gehalte (ug/L)
2003	13	390
2004	--	--
2005	17	542
2006	28	180
2007	7,6	280

502 4,9-5,9 m-mv		
jaar	CIS-gehalte (ug/L)	PER-gehalte (ug/L)
2003	14	100
2004	16	99
2005	--	--
2006	--	--
2007	11	66

912 5-6 m-mv		
jaar	CIS-gehalte (ug/L)	PER-gehalte (ug/L)
2003	26	110
2004	--	--
2005	20	110
2006	20	120
2007	13	120

503 5-6 m-mv		
jaar	CIS-gehalte (ug/L)	PER-gehalte (ug/L)
2003	38	380
2004	33	170
2005	--	--
2006	--	--
2007	3,0	7,1

535 5-6 m-mv		
jaar	CIS-gehalte (ug/L)	PER-gehalte (ug/L)
2003	<0,1	<0,1
2004	--	--
2005	<0,1	<0,1
2006	--	--
2007	<0,1	<0,6

0 20 40 60 80m

DO	06-03-2008	DEFINITIEF	LK
C1	08-01-2008	CONCEPT-1	HG
CO	27-09-2007	CONCEPT	HG
NR	DATUM	WIJZIGING	GET.

Provincie Limburg

TEKENAAR
H. Goertz
PROJECTLEIDER
H. Janssen

SCHAAL
1:2000
FORMAAT
A-3

Saneringsplan Ophoven Sittard

BLAD IN BLADEN
1 IN 2

Verontreinigingssituatie VCK ondiep grondwater
(4,9 - 7,0 m-mv) met monitoringspeilbuizen

TEKENINGNUMMER
144596-M-1
D0

DEFINITIEF



VERKLARING:

- 906

PEILBUIS MET NUMMER (FILTER 5-6m-mv.)
- 907

PEILBUIS MET NUMMER (FILTER 9-10m-mv.)
- 922

SNIJDENDE PEILBUIS MET NUMMER (FILTER 2.5-4.5m-mv.)
- 604

PEILBUIS DERDEN UIT EERDER ONDERZOEK
- DEEPWELL (FILTER 5-9 M-MV.)
- DEEPWELL (FILTER 11-14,5 M-MV.)
- STREEFWAARDECONTOUR PER
- TUSSENWAARDECONTOUR PER
- INTERVENTIEWAARDECONTOUR PER
- GEHALTE ≤ TERUGSANEERWAARDE
- GEHALTE > TERUGSANEERWAARDE
- MONITORINGSPILBUIS

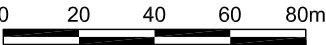
915 (9-10 m-mv)		
jaar	CIS-gehalte (ug/L)	PER-gehalte (ug/L)
2003	<0,1	<0,1
2004	--	--
2005	--	--
2006	<0,1	<0,1
2007	<0,1	<0,1

909 (9-10 m-mv)		
jaar	CIS-gehalte (ug/L)	PER-gehalte (ug/L)
2003	0,16	<0,1
2004	--	--
2005	--	--
2006	<0,1	<0,1
2007	<0,1	<0,1

907 (5-6 m-mv)		
jaar	CIS-gehalte (ug/L)	PER-gehalte (ug/L)
2003	16	390
2004	--	--
2005	21	190
2006	16	290
2007	--	--

606 (9-10 m-mv)		
jaar	CIS-gehalte (ug/L)	PER-gehalte (ug/L)
2003	17	1100
2004	34	190
2005	--	--
2006	10	370
2007	21	200

DW-3 (11-14,5 m-mv)		
jaar	CIS-gehalte (ug/L)	PER-gehalte (ug/L)
2003	<0,1	<0,1
2004	--	--
2005	--	--
2006	<0,1	<0,5
2007	<0,1	<0,1



DO	06-03-2008	DEFINITIEF	LK
CO	27-09-2007	CONCEPT	HG
NR	DATUM	WIJZIGING	GET.

Provincie Limburg

TEKENAAR
H. Goertz
PROJECTLEIDER
H. Janssen

SCHAAL
1:2000
FORMAAT
A-3

Saneringsplan Ophoven Sittard

BLAD IN BLADEN
2 IN 2

Verontreinigingssituatie VCK matig diep grondwater (9,0 - 14,5 m-mv) met monitoringspeilbuizen

TEKENINGNUMMER
144596-M-2
WIJZ.NR
D0

DEFINITIEF



Geonius.nl

Geonius is een middelgroot interdisciplinair ingenieursbureau met brede expertise binnen de GWW- en bouwsector. Door onze unieke combinatie van vakkennis op het gebied van wegen, geotechniek, milieu, geodesie, water, ruimtelijke ontwikkeling, landschap, archeologie en ecologie zijn wij goed in staat mee te denken met de klant en projecten zelfstandig uit te voeren. Grenzen tussen de verschillende divisies vervagen, waardoor steeds meer projecten integraal door ons worden uitgevoerd.

Geonius hecht veel waarde aan een informele, positieve bedrijfscultuur, het welzijn van medewerkers en maatschappelijke betrokkenheid.

 **Wegen**

 **Geotechniek**

 **Milieu**

 **Geodesie**

 **Water**

 **Ruimtelijke ontwikkeling**

 **Landschap**

 **Archeologie**

 **Ecologie**