

Modelonderzoek

Geohydrologische effecten Corio Glana HL20 fase 2
GC180167.R02.V1.0

30 september 2022



Modelonderzoek

Geohydrologische effecten Corio Glana HL20 fase 2

Documentnummer GC180167.R02.V1.0

30 september 2022

Opdrachtgever

Waterschap Limburg

Postbus 2207

6040CC Roermond

Projectleiding

ViForis

Boven de Wolfskuil 3-B9

6049LX Roermond

Auteurs

Adviseur geotechniek ir

Adviseur geotechniek ir

Adviseur geohydrologie

Projectleider

+31 88 130 06 00

info@geonius.nl

Postbus 1097

6160 BB Geleen

Geonius.nl

Functie	Naam	Paraaf
Adviseur geotechniek		
Projectleider		

Inhoud

1	Inleiding	5
1.1	Algemeen	5
1.2	Doel van het onderzoek	6
1.3	Fase 1	6
1.4	Overig	6
2	Onderzoek.....	7
2.1	Algemeen	7
2.2	Eerdere onderzoeken	7
2.3	Slagsonderingen	7
2.4	Boringen	8
2.5	Doorlatendheidsmetingen	8
2.6	Grondwatermeetnet	8
2.7	Inmeting	9
3	Geohydrologie	10
3.1	Bodemopbouw	10
3.2	Grondwater	11
3.3	Doorlatendheid	11
3.4	Oppervlaktewater	12
4	Modelonderzoek	13
4.1	Beschikbare gegevens	13
4.2	Wijzigingen in het (grond)watersysteem	13
4.2.1	Zuidelijk deel (Agricolastraat – Engelenkampstraat)	13
4.2.2	Noordelijk deel (Engelenkampstraat - Brandstraat).....	14
4.2.3	Overig.....	16
4.3	Grondwaterstanden	16
4.3.1	Algemeen.....	16
4.3.2	Samenvattend.....	18
4.4	Ondergrond	19
4.5	Instrumentarium	20
4.6	Randvoorwaarden	20
5	Geohydrologische effecten	21
5.1	Algemeen	21
5.2	Zuidelijk deel (Agricolastraat – Engelenkampstraat)	21
5.3	Noordelijk deel (Engelenkampstraat - Brandstraat)	21
6	Zettingen	23
6.1	Uitgangspunten	23
6.2	Grondparameters	24

6.3	Modelopbouw	25
6.4	Resultaten zettingsberekeningen	25
7	Stabiliteit	27
7.1	Algemeen	27
7.2	Uitgangspunten	27
7.3	Resultaten stabiliteitsberekeningen	28
7.4	Conclusies en aanbevelingen	29
8	Milieukundige aspecten	30
9	Conclusies en aanbevelingen	32
9.1	Geohydrologische effecten en zettingen	32
9.2	Taludstabiliteit	33
9.3	Milieukundige aspecten	33
9.4	Mitigerende maatregelen	33
9.4.1	Zuidelijk deel (Agricolastraat – Engelenkampstraat)	33
9.4.2	Noordelijk deel (Engelenkampstraat - Brandstraat).....	33

Bijlagen

Bijlage 1 Situatiekening

Bijlage 2 Sondeergrafieken

Bijlage 3 Boringen

Bijlage 4 Doorlatendheidsmetingen

Bijlage 5 Zettingsberekeningen

Bijlage 6 Stabiliteitsberekeningen

Bijlage 7 Lengte- en dwarsprofielen

Bijlage 8 Inventarisatie en beschrijving grondwaterverontreinigingen

1 Inleiding

1.1 Algemeen

De Geleenbeek in Sittard stroomt op dit moment tussen de Agricolastraat en de Engelenkampstraat in een betonnen bak, en tussen de Engelenkampstraat en Brandstraat in een koker. Dit deel van de Geleenbeek wordt ook de Keutelbeek genoemd. Zie ook Figuur 1.1.

Bij de herinrichting van de Geleenbeek (Corio Glana HL20 fase 2) wordt de betonnen bak verwijderd, en wordt de koker vervangen door keerwanden of een U-bak, zodat de beek haar natuurlijke uitstraling terugkrijgt en weer zichtbaar is in het centrum van Sittard. Het verwijderen van de betonnen bak en vervangen van de koker zal (mogelijk) invloed hebben op de grondwaterhuishouding. Omdat de beek niet kan worden omgeleid, zullen de bak en koker in den natte worden verwijderd.



Figuur 1.1: Projectlocatie

1.2 Doel van het onderzoek

Het doel van het onderzoek is de effecten op de grondwaterstanden in de omgeving te kwantificeren, en het risico op (mogelijke) verandering van grondwaterstand inzichtelijk te maken. Ten behoeve van het modelonderzoek heeft tevens een in-situ geohydrologisch onderzoek plaatsgevonden, is gebruik gemaakt van eerder door ons in de omgeving uitgevoerde onderzoeken en TNO-ondergrondmodellen.

1.3 Fase 1

De geohydrologische effecten van Fase 1 (ten zuiden van de Agricolastraat) zijn beschouwd in rapportage GA180167.R05.v1.0 d.d. 21-1-2019. Hierbij is de bedding van de beek met 0,3 m verhoogd. De betonnen bak is aan de noordzijde van Fase 1 nog over een lengte van ca. 150 m aanwezig, en is in voornoemd rapport niet beschouwd. In voorliggend rapport is dit onderdeel van Fase 1 ook niet beschouwd.

1.4 Overig

In deze fase van het project worden enkel de effecten in de eindsituatie in beeld gebracht. Advies omtrent het ontwerp, de uitvoeringswijze en tijdelijke (grondwater)effecten dienen in een volgende fase te worden uitgewerkt. Dit omvat o.a.:

- de nadere uitwerking van de keerwanden ter vervanging van de koker;
- de taludstabiliteit van de oevers;
- de funderingen van de nieuwe bruggen;
- het bemalingsadvies voor de voorziene rioleringsreconstructie aan de Parklaan.

Ten behoeve van het project is door Geonius ook een milieutechnisch onderzoek uitgevoerd met kenmerk MA200211. Relevante raakvlakken zijn opgenomen in H7.

Aanvullend is de taludstabiliteit ter plaatse van Parklaan 31 en 33 beschouwd, aangezien is gebleken dat hier na de vorige herinrichting extra ballast (grond) is aangebracht in de voortuinen. In dit hoofdstuk wordt daarom een stabiliteitsanalyse gedaan om de stabiliteit van het talud te beschouwen.

2 Onderzoek

2.1 Algemeen

Ten behoeve van het geotechnisch en geohydrologisch onderzoek zijn in februari 2021 in totaal 5 machinale boringen uitgevoerd, welke zijn afgewerkt met een ondiepe en diepe peilbuis. In de peilbuizen zijn divers geïnstalleerd welke door middel van telemetrie worden uitgelezen.

In juni 2021 zijn in totaal 12 lichte slagsonderingen, 11 zware slagsonderingen en 7 handboringen uitgevoerd. In de peilbuizen en handboringen zijn doorlatendheidsmetingen uitgevoerd. In hierop volgende fases zijn nog aanvullende handboringen ter plaatse van enkele gevels aan de Parklaan uitgevoerd.

2.2 Eerdere onderzoeken

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

- GA120250.R01.v2.0 d.d. 4-11-2013: sonderingen, boringen, peilbuizen en doorlatendheidsmetingen van de Vijverweg e.o.;
- GC120250.R01.v1.0 d.d. 17-10-2017: aanvullende boringen, peilbuizen en doorlatendheidsmetingen rond de roeivijver;
- GA150238.R01.v1.0 d.d. 13-7-2015: sonderingen rond de roeivijver t.b.v. diverse steigers;
- GB150238.R01.v1.0 d.d. 16-9-2016: aanvullende sonderingen en handboringen;
- GC180167.R01.V1.0 d.d. 25 mei 2021: resultaten grondonderzoek.

2.3 Slagsonderingen

De zware slagsonderingen zijn genummerd GC180167 ZS02 en ZS21 (in totaal 11 zware slagsonderingen). De lichte slagsonderingen zijn genummerd GC180167 LS01 en LS22 (in totaal 12 lichte slagsonderingen). De 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. Bij de lichte slagsondering wordt een conus met een oppervlak van 10 cm² de grond in gedreven door middel van een valgewicht van 10 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 samenstelling en 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.

2.4 Boringen

Ter plaatse van de geplande rioolreconstructie ter plaatse van Parklaan en Engelenkampstraat zijn in totaal 7 handboringen uitgevoerd (genummerd GC180167 DB01 t/m DB07) tot ca. 3,5 m- maaiveld. Tijdens de boorwerkzaamheden is het bodemmateriaal lithologisch onderzocht (zie bijlage 3). Bij het lithologisch onderzoek worden de grondsoorten geclassificeerd volgens NEN 5104¹.

Tussen januari en augustus 2022 zijn nabij de gevels van een 15-tal woningen aan de Parklaan aanvullende handboringen uitgevoerd om het zettingsrisico nauwkeuriger in beeld te kunnen brengen (HB101 t/m HB111; HB201; en HB301 t/m HB302). Deze boringen zijn zowel conform de NEN5104 als de NEN14688 geclassificeerd. Niet op alle percelen werd toestemming verleend, op de situatietekening in de bijlage is aangegeven waar boringen wel en niet zijn uitgevoerd. In een volgende fase worden enkele boringen mogelijk nog uitgevoerd.

2.5 Doorlatendheidsmetingen

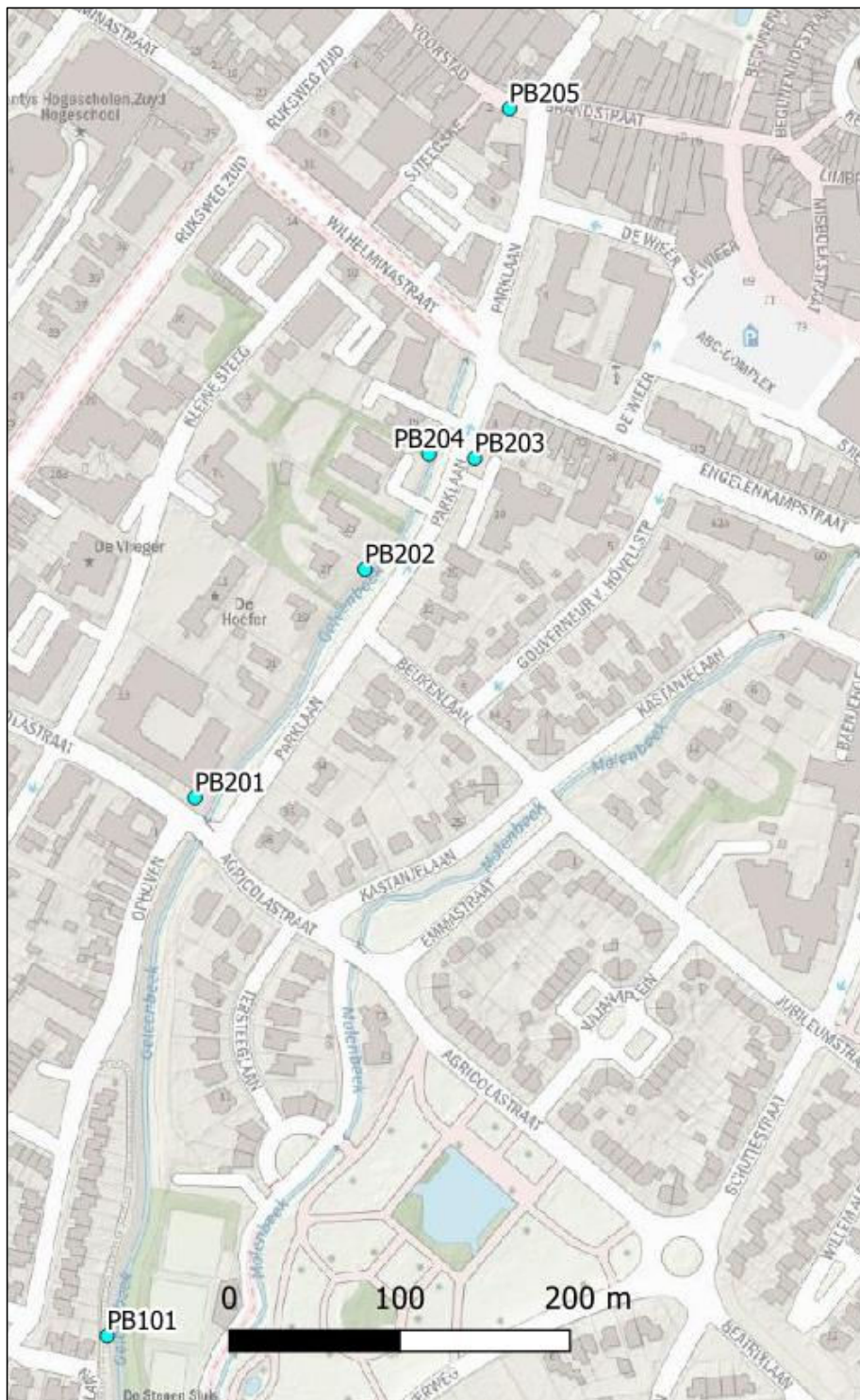
In de peilbuizen en handboringen zijn doorlatendheidsmetingen uitgevoerd. Aangezien de doorlatendheid van de verzadigde lagen is bepaald zijn de doorlatendheidsmetingen conform de methode Hooghoudt uitgevoerd. De doorlatendheidsmetingen zijn genummerd GA180167 DM01 t/m DM07 en PB201 t/m PB205 (zie tabel 3.2).

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.

2.6 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. Er is ook gebruik gemaakt peilbuis PB101 uit het meetnet ten behoeve van Fase 1 (ten zuiden van de projectlocatie, geplaatst in 2018/2019). Zie ook Figuur 2.1.

¹ Om aansluiting te vinden met de eerder uitgevoerde boringen, is besloten de boringen te beschrijven volgens de (inmiddels ingetrokken) NEN5104 in plaats van de thans geldende NEN14688.



Figuur 2.1: Grondwatermeetnet

2.7 Inmeting

De ligging van de onderzoekspunten is op situatietekening weergegeven (zie bijlage 1). 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. Zie ook Figuur 3.1.

Holocene afzetting

In het beekdal worden vanaf maaiveld (ca. NAP +45,4 m tot NAP +48,0 m) tot ca. NAP +45 à +43 m Holocene beekafzettingen aangetroffen (leem en plaatselijk veen).

Formatie van Beegden

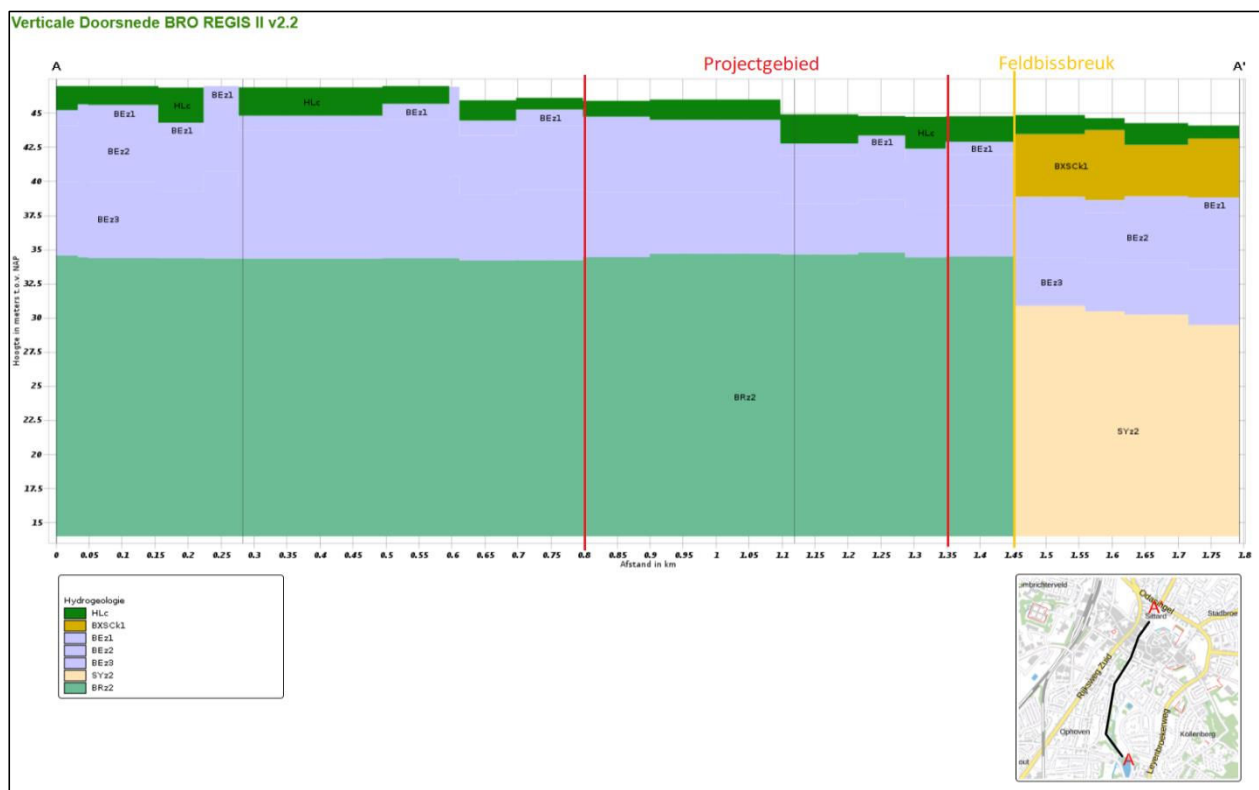
Hieronder worden over het gehele tracé worden tot ca. NAP +37,5 à + 34,8 m overwegend goed tot zeer goed doorlatende zandgrindlagen aangetroffen.

Formatie van Breda

Hieronder komen fijne en matig doorlatende (glauconiethoudende) zandlagen voor. Deze zetten zich naar verwachting door tot ca. NAP -50 m.

Formatie van Ville

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



Figuur 3.1: Profiel REGIS

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. 1,4 à 3,5 m- maaiveld. Dit komt overeen met ca. NAP +43,5 m à +41,2 m. Verder zijn in de peilbuizen handpeilingen uitgevoerd in april 2021. Hierbij werd de grondwaterstand aangetroffen op een diepte van ca. 1,4 à 4,0 m- maaiveld. Dit komt overeen met ca. NAP +42,8 m à +40,9 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.

3.3 Doorlatendheid

In juni 2021 zijn doorlatendheidsmetingen uitgevoerd op de geplaatste boringen en de bestaande monitoring netwerkpeilbuizen (DM01 t/m DM07 en PB201 t/m PB205). Ook zijn tijdens de in het verleden uitgevoerde onderzoeken doorlatendheidsmetingen uitgevoerd. Op basis van de eerdere metingen kan worden geconcludeerd dat de doorlatendheid van de toplaag ten zuidwesten afhankelijk van de samenstelling sterk varieert. De gemeten doorlatendheden variëren van ca. <0,1 à 0,3 m/d voor de leemlagen tot ca. 1 à 9 m/d in de zandige lagen.

Op diepere niveaus, in het zandgrindpakket (Formatie van Beegden) worden relatief lage doorlatendheden tot ca. 2 m/d gemeten. Dit wordt veroorzaakt door siltinspoeling vanuit de hoger gelegen leemlagen. Binnen het pakket komen enkele preferente stroombanen voor waarin hogere doorlatendheden worden verwacht. Bij de eerder uitgevoerde onderzoeken t.b.v. Fase 1 zijn doorlatendheden gemeten tot ca. 85 m/d gemeten. Het TNO-ondergrondmodel REGIS II.2 geeft voor de Formatie van Beegden doorlatendheden van ca. 110 m/d met een standaarddeviatie van circa 52 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 120.000 dagen toegekend. In de modellering wordt deze als basis (ondergrens) beschouwd.

Bij de doorlatendheidsmetingen worden drie metingen uitgevoerd. De derde meting is meestal maatgevend voor de doorlatendheid. De gegevens van de doorlatendheidsmetingen (uitgevoerd in juni 2021) zijn opgenomen in Tabel 3..

Tabel 3.2: gegevens doorlatendheidsmetingen

Meting	Traject [m- maaiveld]	Traject [m t.o.v. NAP]	Grondsoort	Doorlatendheid [m/d]
PB201 ondiep	2,5 - 3,0	43,1 - 42,6	Zand, fijn, sterk siltig	0,6 – 0,7
PB201 diep	2,5 - 8,0	43,1 - 37,6	Grind, fijn, sterk zandig,	1,0 – 2,1
PB202 ondiep	2,1 - 3,1	41,4 - 41,1	Zand, fijn, siltig	0,4 – 1,0
PB202 diep	7,7 - 7,9	36,2 - 36,3	-	0,1 – 0,2
PB203 ondiep	2,4 - 3,0	42,0 - 41,4	Zand, middelgrof, sterk siltig	40 – 75 (NB*)
PB203 diep	2,7 - 7,0	41,7 - 37,4	-	2,3 – 3,9
PB204 ondiep	1,9 - 2,9	42,0 - 41,0	Zand, middelgrof, sterk siltig	0,1 – 2,1
PB204 diep	6,9 - 7,9	37,0 - 36,0	Grind, Middelgrof, sterk zandig	0,02
PB205 ondiep	2,2 - 3,2	42,8 - 41,8	Silt, metselpuin	42 – 46 (NB*)
PB205 diep	4,3 - 8,0	40,7 - 37,0	Zand, fijn, en grind, matig grof	1,0 – 1,1
DM01	1,8 - 3,0	42,6 - 41,4	Leem, zand	0,04 – 0,1
DM02	1,9 - 3,3	42,7 - 41,3	Leem, sterk zandig, matig humeus	2,1 - 7,0
DM03	1,1 - 3,0	43,9 - 42,0	Zand, matig fijn, matig siltig	4,4
DM04	1,6 - 3,1	43,1 - 41,6	Leem, slap, uiterst zandig, zwak kleiig	0,1 – 0,3
DM05	2,0 - 3,1	42,5 - 41,4	Zand, matig fijn, zwak grindig	6,2 – 9,1
DM06	2,4 - 3,0	41,7 - 41,0	Zand, uiterst grof, matig grindig	6,0 – 7,0
DM07	2,6 - 3,6	41,5 - 40,5	Zand, matig fijn, matig siltig	1,1 – 2,7

* Niet betrouwbaar (geroerde grond of afwijkende meting)

De doorlatendheid van grindpakketten is sterk heterogeen in de diepte en afhankelijk van preferente stroombanen, en tevens schaalafhankelijk. Gezien de schaal van het model wordt uitgegaan van de modelwaarden uit REGIS, deze kunnen als conservatief worden beschouwd. 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 oostelijke zijtak). De beken liggen in een deklaag van slecht doorlatende Holocene beekafzettingen, maar met name in het noordelijke deel snijdt deze de Formatie van Beegden.

4 Modelonderzoek

4.1 Beschikbare gegevens

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

- Dwarsprofielen/Situatietekeningen 1290-RIO-T03-01-2 t/m 1290-RIO-T03-01-4 (versie 1.0 d.d. 13-01-2020);
- Situatietekeningen 1290-OW-T06-03-1 t/m 1290-OW-T06-03-3 (versie 2.0 d.d. 04-02-2021).

4.2 Wijzigingen in het (grond)watersysteem

4.2.1 Zuidelijk deel (Agricolastraat – Engelenkampstraat)

Huidige situatie

In de huidige situatie stroomt het grondwater tijdens hoge grondwaterstanden over de rand van de bak (conform opgave waterschap). Het drainagepeil van de beek is dus gelijk aan de hoogte van de rand van de bak.

Tijdens grondwaterstanden welke lager staan dan de rand van de bak, is er geen interactie tussen beek en grondwater en heeft de beek geen drainerende werking. Bij grondwaterstanden hoger dan de rand van de bak, heeft de beek wel een drainerende werking.

Het hoogtepeil van de betonnen bak bepaalt in de huidige situatie het drainagepeil van de beek, deze verloopt op basis van bovenstaande documenten van zuid naar noord:

- DP01: NAP +42,75 m;
- DP02: NAP +42,72 m;
- DP03: NAP +42,65 m;
- DP04: NAP +42,59 m;
- DP05: NAP +42,51 m;
- DP06: NAP +42,40 m;
- DP07: NAP +42,28 m;
- DP08: NAP +42,12 m;
- Tussen de brug ter plaatse van DP09 en de koker (Engelenkampstraat) loopt de rand door tot maaiveldniveau (geen interactie beek – grondwater).

Toekomstige situatie

Door verwijderen van de bak, wordt het drainagepeil verlaagd tot het peil van de bodem van de beek + het waterpeil. Het verwijderen van de bak kan dus resulteren in een verlaging van de grondwaterstanden, als gevolg kunnen zettingen van de belendende panden optreden.

Indien in de huidige situatie reeds grondwaterstanden tot onder het beekpeil optreden, zijn deze risico's te verwaarlozen. In de toekomst (zonder betonnen bak) zal de beek in die situatie namelijk een infiltrerend effect hebben. Uit analyse van de grondwatermonitoring (zie §4.4), blijkt echter dat dit niet het geval is.

Hoge grondwaterstanden zullen door het lagere drainagepeil van de beek minder hoog worden. De maatgevende situatie welke in voorliggend modelonderzoek wordt doorgerekend, is daarom een situatie met een gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG).

In de toekomstige situatie wordt het drainagepeil van de beek bepaald door het waterpeil in de beek. Voor de verlaging van de grondwaterstand is een lage afvoer maatgevend. Op basis van door het waterschap verstrekte informatie, komt het beekpeil bij een lage afvoer (700 l/s) overeen met beekbodem + 0,2 à 0,3 m. Er wordt uitgegaan van een beekpeil gelijk aan beekbodem +0,2 m, dit komt in de toekomstige situatie (na verwijderen bak/koker) overeen met (van zuid naar noord):

- DP01: NAP +41,89 m;
- DP02: NAP +41,88 m;
- DP03: NAP +41,82 m;
- DP04: NAP +41,77 m;
- DP05: NAP +41,68 m;
- DP06: NAP +41,58 m;
- DP07: NAP +41,45 m;
- DP08: NAP +41,37 m;
- DP09: NAP +41,34 m;

In de nieuwe situatie wordt de beek als vast peil in de deklaag gemodelleerd. Gezien het verschil van het beekpeil met de GLG (0,7 m, zie §4.3), zal onder de beekbodem relatief veel waterdruk aanwezig zijn. Ook gezien de aanwezige stroming wordt weinig neerslag van slib verwacht, en wordt de drainageweerstand van de beek verwaarloosd (conservatieve aanname).

4.2.2 Noordelijk deel (Engelenkampstraat - Brandstraat)

Huidige situatie

Ter plaatse van de koker heeft de beek geen drainerende of infiltrerende werking: er is geen interactie tussen de beek en het grondwater.

Toekomstige situatie

Momenteel is nog niet bekend of de koker wordt vervangen door twee CSM-wanden (met een open bodem), of door een U-bak (met een gesloten bodem).

In geval van een U-bak zijn geen grondwatereffecten te verwachten, want dan is er ook in de toekomst geen interactie tussen de beek en het grondwater. Tenzij de koker in de huidige situatie lekkages vertoont, waardoor deze nu een drainerend of infiltrerend effect heeft en in de toekomst niet meer. Op basis van de bouwkundige opname van de koker dient door het bouwteam nog beschouwd te worden of deze als waterdicht kan worden verondersteld.

Bij Casa Mia (Parklaan 3) werd conform opgave ViForis voor de overkluizing vrijwel permanente wateroverlast in de kelder ervaren, en na de overkluizing niet meer. Hier kunnen geen conclusies aan worden verbonden aangezien het beekpeil destijds ook is verlaagd. De wateroverlast kon het gevolg zijn van een (tijdelijk) hoog beekpeil, welke in de huidige situatie niet meer in verbinding staat met het grondwater waardoor de overlast is afgenomen. Ook kan een lekkende koker in de huidige situatie een drainerend effect hebben, waardoor de wateroverlast is afgenomen.

Aan Parklaan 4 (hotel) is ook een kelder gelegen. Thans is onbekend of hier in het verleden wateroverlast is geweest.

In de modellering wordt uitgegaan van toepassing van (waterkerende) CSM-wanden, waarbij dus een drainagepeil gelijk aan beekbodem + waterpeil ontstaat en drainage door de beekbodem optreedt. Deze situatie is maatgevend, aangezien bij toepassing van een U-bak geen interactie met het grondwater optreedt. Ook hier wordt de GLG-situatie als maatgevend beschouwd: tijdens een situatie met hoge grondwaterstanden (GHG), zal de grondwaterstand hoger zijn dan het beekpeil waardoor de beek een drainerend effect heeft. Tijdens een GHG-situatie zullen in de toekomst daarom lagere grondwaterstanden optreden.

Het teenniveau van de wanden is nog niet bekend. Aangezien de wanden in het goed doorlatende zandgrindpakket worden geplaatst, is het effect van de wanden op de grondwaterstroming te verwaarlozen zolang het zandgrindpakket niet over aanzienlijke diepte wordt afgesloten. Op basis van het ontwerp van de CSM-wanden, kan dit in een volgend stadium opnieuw worden beschouwd. Over het algemeen wordt als vuistregel gehanteerd dat >70% van het watervoerend pakket afgesloten dient te worden om significant effect te hebben. Dit komt overeen met een teenniveau dieper dan ca. NAP +37,5 m. Invloed van de CSM-wanden op de grondwaterstroming zal de effecten overigens verder beperken.

Aangezien de regionale grondwaterstroming in noordelijke richting is, is geen significante barrièrewerking als gevolg van de CSM-wanden te verwachten.

Door verwijderen van de koker, ontstaat een drainagepeil welke gelijk is aan beekbodem +0,2 m, dit komt in de toekomstige situatie (na verwijderen koker) overeen met (van zuid naar noord):

- DP10: NAP +41,27 m;
- DP14: NAP +41,18 m;
- DP15: NAP +41,18 m;
- DP16: NAP +40,99 m;
- DP17: NAP +40,97 m;
- DP18: NAP +40,96 m;
- DP19: NAP +40,94 m;
- DP20: NAP +40,93 m;
- DP21: NAP +40,94 m;
- DP22: NAP +40,91 m;
- DP23: NAP +40,88 m;
- DP24: NAP +40,86 m;
- DP25: NAP +40,85 m;
- DP26: NAP +40,85 m;
- DP27: NAP +40,81 m;

De infiltratie-/drainageweerstand is ingeschat op basis van de dikte van de deklaag tussen beekbodem en bovenkant van het zandgrindpakket, en een doorlatendheid van 0,1 m/d. Met name aan de zuidzijde snijdt de beek in in het zandgrindpakket, waardoor de infiltratieweerstand ook grotendeels te verwaarlozen is.

4.2.3 Overig

Naast de voorgaand beschreven werkzaamheden zijn ook een rioolreconstructie en infiltratievoorzieningen gepland. Tevens is er een ruimtereservering voor een bergbezinkbassin op de hoek van de Parklaan en de Agricolastraat.

De eventuele effecten (barrièrewerking) van het bergbezinkbassin kunnen beschouwd worden zodra deze plannen concreter zijn.

De rioolreconstructie kan invloed hebben op de grondwaterstanden, indien de huidige riolering door lekkages een drainerende werking heeft. Dit is niet beschouwd, aangezien de beek een lager peil heeft waardoor de aanpassingen aan de beek overheersend zijn. Er zijn verder geen effecten zoals barrièrewerking als gevolg van de grotere diameter te verwachten, aangezien de rioleringen in de slecht doorlatende deklaag worden aangebracht.

Nadere uitwerking van eventuele infiltratiesystemen is nog niet beschikbaar. Door infiltratie kan een tijdelijk effect op de grondwaterstand optreden. Dit is relevant indien grote hoeveelheden neerslag op één locatie worden geïnfiltreerd. Bij lijnvormige systemen zoals IT-riolering zijn deze effecten minimaal. Bij uitwerking van een infiltratiesysteem dient rekening gehouden te worden met de matig tot slecht doorlatende deklaag en de grondwaterstand.

Tijdelijke effecten tijdens de aanleg van de riolering (bemaling) dienen separaat beschouwd te worden in een bemalingsadvies.

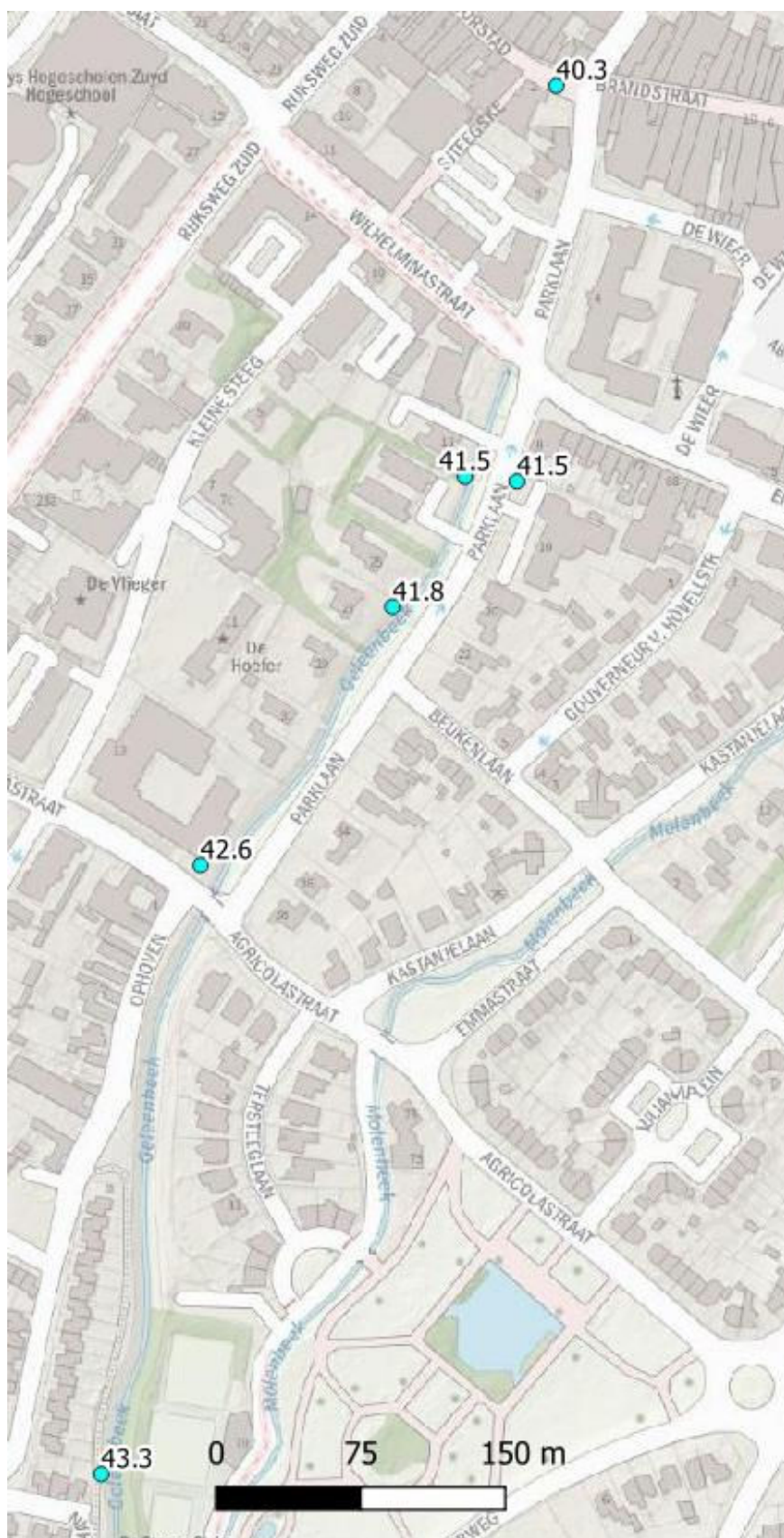
4.3 Grondwaterstanden

4.3.1 Algemeen

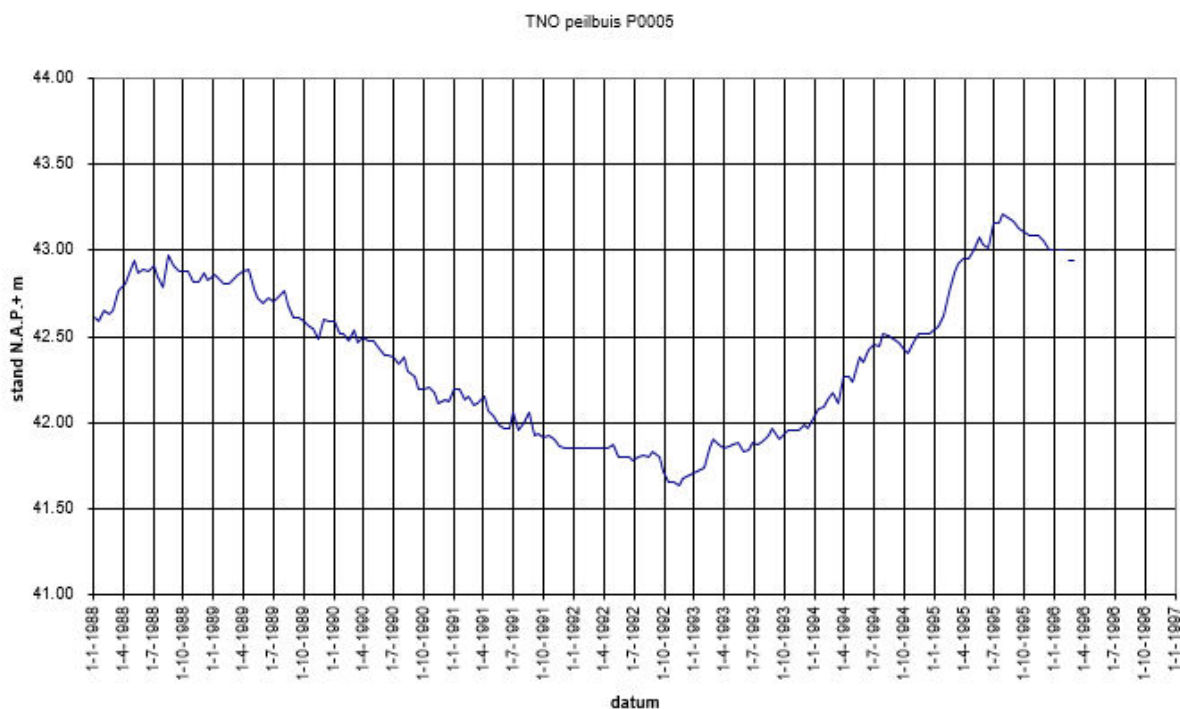
De beschikbare grondwatermeetreeksen van de in 2021 geplaatste peilbuizen, zijn onvoldoende voor het betrouwbaar bepalen van de GLG. Hiervoor is een meetreeks van ten minste 8 jaar benodigd. Om die reden is ook gebruik gemaakt van PB101 uit het meetnet van Fase 1, welke vanaf 2019 data beschikbaar heeft. Gezien de droge zomers van 2019 en 2020, wordt de laagst gemeten waarde in PB101 als best mogelijke benadering van de GLG gehanteerd. Op basis van het verschil met de laagst gemeten waarden in PB201 – PB205 (met data vanaf juni 2021), en de gemeten waarden in PB101 gedurende dezelfde periode, is een inschatting van de GLG voor alle peilbuizen gemaakt. Zie ook Figuur 4.1.

Ter validatie zijn nog hydromorfe kenmerken in de boringen en de beschikbare archiefdata van het voormalig waterschapskantoor (Parklaan 10) beschouwd. De gleyverschijnselen (roestvlekken), zoals aangetroffen in de boorstaten van PB203, PB204, DB06, en DB07, komen overeen met deze benaderde GLG. In overige boringen worden enkel sporadisch gleyverschijnselen aangetroffen, of op ondiepe niveaus (a.g.v. stagnerend regenwater) waardoor hier geen conclusies aan verbonden kunnen worden.

De benadering van de GLG ter hoogte van het voormalig waterschapskantoor (PB203/PB204) is ook vergelijkbaar met de archiefdata. Op basis van PB005, destijds aan de achterzijde van het kantoor, kan een GLG van NAP +41,9 m worden berekend. Deze monitoring is in 1988-1996 uitgevoerd, door de drogere zomers van de laatste jaren kan in de huidige situatie een lagere GLG worden verwacht. Zie Figuur 4.2.



Figuur 4.1: Inschatting GLG



Figuur 4.2: Peilbuis P205 (Parklaan 10)

Een nauwkeuriger inschatting van de GLG, en daarmee van de zettingsrisico's, kan worden gemaakt na het langer doorzetten van de monitoring.

Tijdens de aanleg van de betonnen bak en koker in de jaren '60 is het beekpeil verlaagd. Er kan daarom worden aangenomen dat de berekende lage grondwaterstanden niet reeds voor aanleg van de bak zijn opgetreden, waardoor eventuele zettingen al opgetreden zouden zijn.

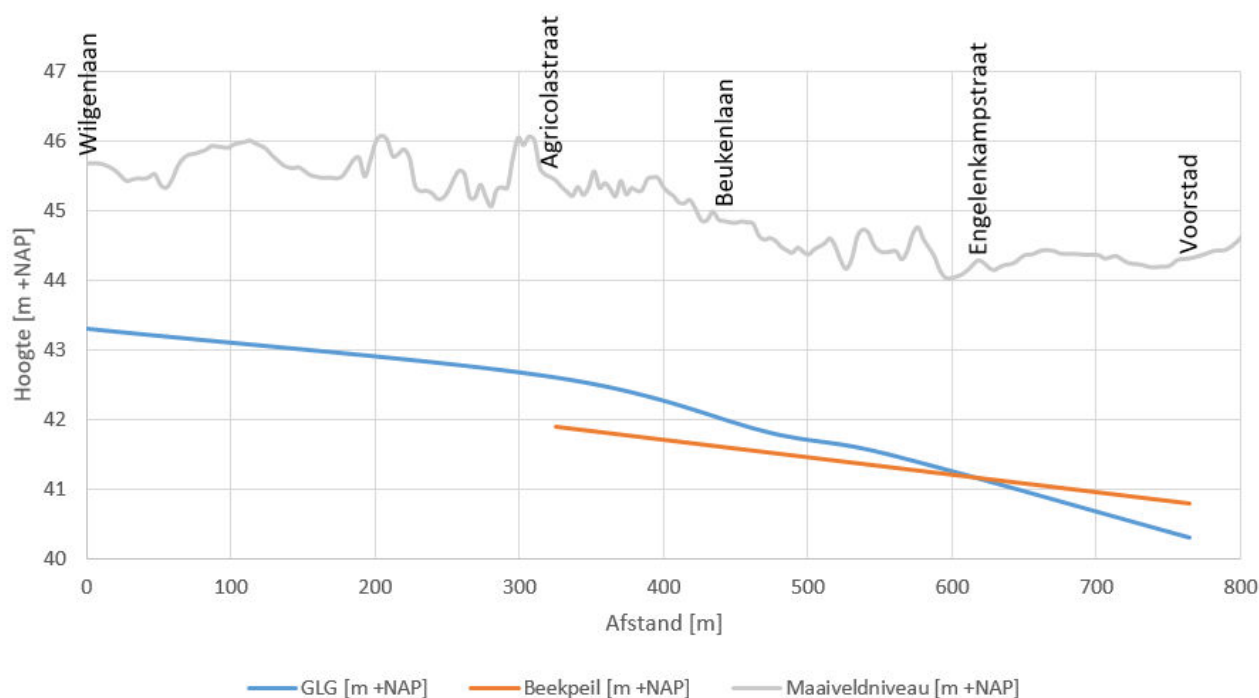
4.3.2 Samenvattend

Op basis van bovenstaande kan worden geconcludeerd:

- Aan de zuidzijde ligt de toekomstige drainagebasis (=beekbodem+0,2m) ca. 0,7 m onder de huidige GLG;
- Aan de noordzijde ligt de toekomstige drainagebasis (=beekbodem+0,2m) ca. 0,5 m boven de huidige GLG.

In de bijlagen zijn lengte- en dwarsprofielen met de GLG's en bodempeilen opgenomen. Er wordt benadrukt dat dit de GLG's ter plaatse van de peilbuizen betreffen.

In Figuur 4.3 is een vereenvoudigd lengteprofiel met de huidige GLG en het beekpeil gegeven.



Figuur 4.3: vereenvoudigd lengteprofiel met GLG en beekpeil [m+NAP]

4.4 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. Het gaat hierbij met name om de boven- en onderzijde van het zandgrindpakket.

De transmissiviteit is gelijk aan het product van de doorlatendheid en de dikte van de laag. 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 ook enige verticale weerstand toegekend, waarbij is uitgegaan van een anisotropiefactor van ca. 3 tot 5.

Tabel 4.1: Geohydrologische schematisatie

Laag	Bovenkant [m ± NAP]	Onderkant [m ± NAP]	Trans- missiviteit [m ² /d]	Hydraulische weerstand [d]
Leem/zand (Boxtel / Holoceen)	+45 à +43	+42 à +39	0 – 9,5	350
Zandgrind (Beegden)	+42 à +39	+39 à +35	165 à 705	<0,2
Fijn zand (Breda)	+39 à +35	-49	270	80
Bruinkool (Ville)	-49	-52	-	∞

4.5 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.

4.6 Randvoorwaarden

De buitengrenzen zijn op ca. 6.000 m rond het projectgebied aangehouden waarbij de grondwaterstanden op basis van tabel 3.1 zijn aangehouden. Voeding door neerslag is meegenomen op basis van een entreeweerstand van 350 d.

Ten zuiden en noorden van de bak/koker, is de beek als vast peil in de deklaag in gemodelleerd. Dit geldt ook voor de Molenbeek.

5 Geohydrologische effecten

5.1 Algemeen

In de modellering zijn de huidige en toekomstige situatie tijdens een periode met lage grondwaterstanden (GLG) berekend. De GLG-situatie is als maatgevend beschouwd. De effecten op de grondwaterstand ten opzichte van de huidige situatie zijn weergegeven in Figuur 5.1.

5.2 Zuidelijk deel (Agricolastraat – Engelenkampstraat)

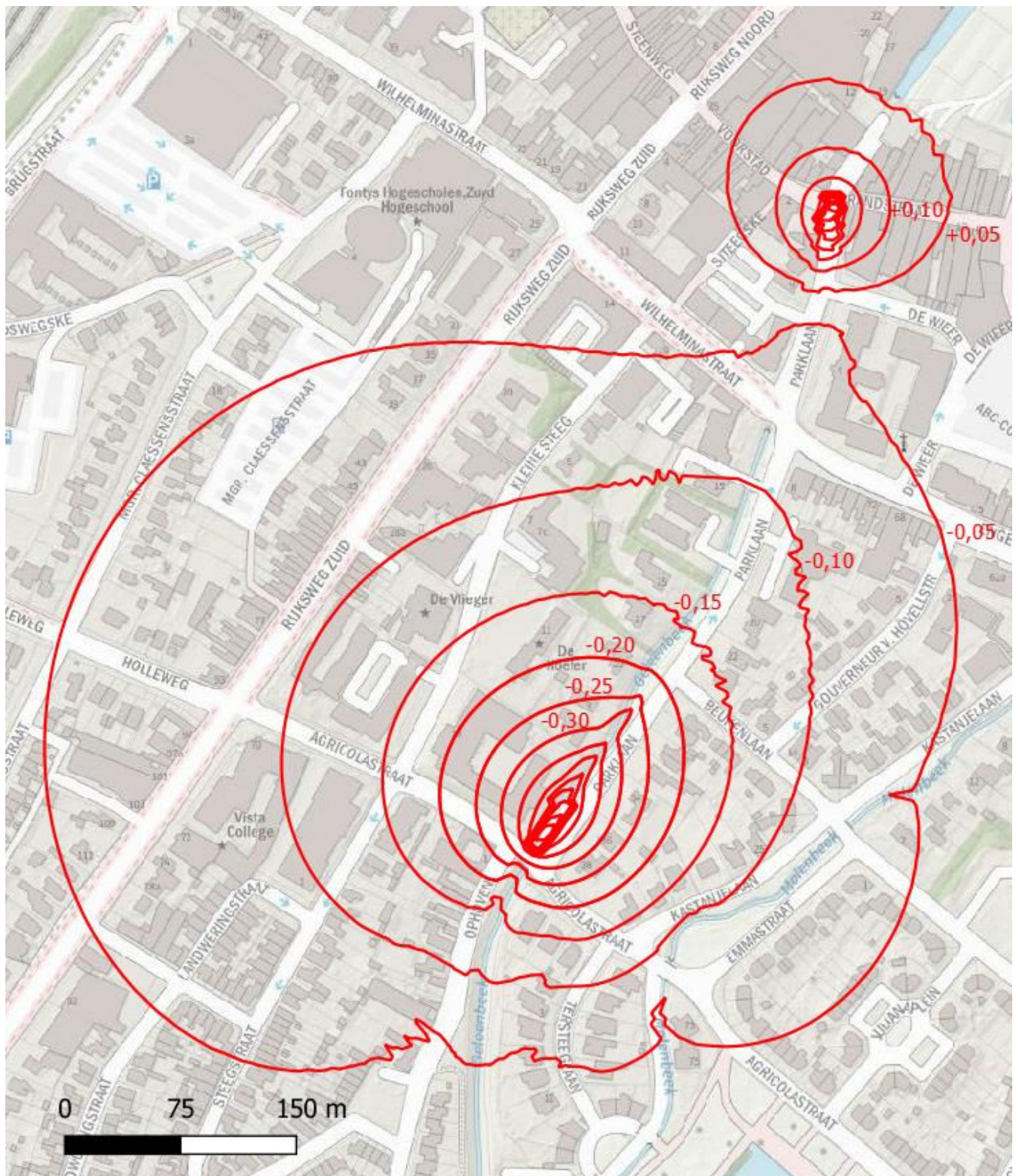
Ter plaatse van de bebouwing wordt de grootste verlaging in grondwaterstand (0,4 m) berekend bij de westgevel van Kleine Steeg 13. Gezien de aangetroffen leem- en plaatselijk veenlagen, is er een risico op zetting van op staal gefundeerde panden. Aangezien alleen een verlaging van de grondwaterstand ten opzichte van de GLG een zettingsrisico meebrengt, kan de risicocontour worden vastgesteld als de -0,05-contour in Figuur 5.1.

Ter indicatie van de te verwachten zettingen, zijn in Hoofdstuk 6 zettingsberekeningen opgenomen.

5.3 Noordelijk deel (Engelenkampstraat - Brandstraat)

De grootste verhoging in grondwaterstand (0,2 à 0,3 m) wordt berekend aan de noordzijde van de Parklaan. Aandachtspunt is Casa Mia aan Parklaan 3, hier wordt een verhoging van 0,1 tot 0,2 m berekend. De berekende grondwaterstandsverhogingen betreffen verhogingen ten opzichte van een GLG-situatie (maatgevend), tijdens een GHG-situatie worden geen hogere grondwaterstanden verwacht.

Er wordt benadrukt dat uitvoering middels CSM-wanden en drainage via de beekbodem is beschouwd. Als alternatief kan een U-bak worden toegepast. Enkel indien de koker in de huidige situatie niet waterdicht is, en dus draineert, is bij toepassing van een U-bak een verhoging van de grondwaterstand te verwachten.



Figuur 5.1 Berekende geohydrologische effecten (0,05 m interval)

6 Zettingen

6.1 Uitgangspunten

Zoals in hoofdstuk 5 benoemd wordt een peilwijziging van de GLG verwacht variërend van ca. 0,2 m verhoging tot ca. 0,4 m verlaging ter plaatse van de panden aan de Parklaan te Sittard. Ter indicatie van de gevolgen van deze veranderingen, zijn de verwachte zettingen berekend. Hierbij zijn gezien de oriënterende fase van het project door ons de onderstaande uitgangspunten aangehouden. In Tabel 6.1 zijn de gehanteerde uitgangspunten per pand gespecificeerd.

- Er is in deze fase van het project nog geen informatie over de bestaande funderingen van de bebouwing. Vooralnog zijn wij ervan uitgegaan dat de panden op staal zijn gefundeerd:
 - Het aanlegniveau van de funderingen is door ons geschat op ca. 0,6 m- maaiveld;
 - Als maximale rekenwaarde voor de belastingen op de funderingen zijn door ons aangenomen op lijnlasten q_d van ca. 60 kN/m¹ en een strookbreedte van ca. 0,5 m; dit resulteert in een huidige funderingsdruk van ca. 120 kN/m²;
- Variatie van strookbreedtes en funderingsdrukken zijn niet beschouwd;
- De berekeningen zijn uitgevoerd middels Deltares software D-Settlement v21.2;
- In voorliggende berekeningen is geen rekening gehouden met mogelijke oxidatie van veenlagen door droogstanden;
- Enkel de eindsituatie is beschouwd. Hierbij wordt in de uitgevoerde zettingsberekeningen op $t = 10$ dagen het bestaande GLG verlaagd naar het nieuwe peil. Op basis van deze effectieve spanningsverhoging wordt vervolgens de zetting na 30 jaar bepaald. Vanwege het toegepaste rekenmodel (NEN-Bjerrum) wordt tevens een theoretische achtergrondzetting² berekend. Om deze reden wordt de funderingszetting bij een peilverlaging vergeleken met de zetting bij een fundatie zonder peilverlagingen;
- Er is geen rekening gehouden met eventuele tijdelijke grondwaterstandsverlagingen t.b.v. de uitvoering;
- In dit rapport is uitgegaan van verticaal en centrische belaste funderingen alsmede een horizontaal maaiveld.

Tabel 6.1: Uitgangspunten voor de panden gelegen aan de Parklaan en Kleine Steeg (van noord naar zuid)

Huisnummer	Maaiveldhoogte [m t.o.v. NAP]	Geschat aanlegniveau fundering [m t.o.v. NAP]	Huidige GLG [m t.o.v. NAP]	Maximale verandering ¹ GLG[m]	Nieuwe GLG [m t.o.v. NAP]
Parklaan					
5	+43,60	+43,00	+40,60	+0,20	+40,80
9	+44,40	+43,80	+40,70	+0,10	+40,80
13	+44,50	+43,90	+41,40	-0,10	+41,30
15	+44,50	+43,90	+41,50	-0,10	+41,40
17d	+44,90	+44,30	+41,50	-0,15	+41,35

² Achtergrondzetting betreft zettingen die door de software worden berekend ten gevolge van het toegepaste zettingsmodel. Bij het NEN-Bjerrum model wordt een constante voor de bepaling van de kruipsnelheid (secondaire zetting) aangenomen. In het geval er geen spanningsverhoging optreedt zou deze waarde theoretisch 0 zijn. De berekende achtergrondzetting betreft dus geen bodemdaling.

Huisnummer	Maaiveldhoogte [m t.o.v. NAP]	Geschat aanlegniveau fundering [m t.o.v. NAP]	Huidige GLG [m t.o.v. NAP]	Maximale verandering ¹ GLG[m]	Nieuwe GLG [m t.o.v. NAP]
19a	+44,90	+44,30	+41,60	-0,15	+41,45
22	+44,95	+44,35	+41,80	-0,15	+41,65
25	+45,00	+44,40	+41,80	-0,15	+41,65
27	+45,00	+44,40	+41,80	-0,20	+41,60
29	+43,60	+43,00	+42,00	-0,25	+41,75
31	+44,70	+44,10	+42,20	-0,25	+41,95
33	+44,80	+44,20	+42,30	-0,35	+41,95
Kleine Steeg					
13	+45,60	+45,00	+42,60	-0,40	+42,20

¹ Op basis van Figuur 5.1

6.2 Grondparameters

Voor de inschatting van de vervormingen zijn zettingsberekeningen uitgevoerd. De bij de berekeningen gehanteerde grondparameters zijn vastgesteld aan de hand van de sonderingen, boringen, onze ervaring met de aangetroffen grondsoorten en Tabel 2.b. uit NEN 9997-1 en gelden voor ongeroerde grond. In Tabel 6.2 zijn de samendrukkingseigenschappen van de verschillende grondlagen weergegeven.

Tabel 6.2: Toegepaste karakteristieke waarden grondparameters

Grondsoort	γ_{nat} [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	CR [-]	RR [-]	$C\alpha$ [-]	C_v [m ² /s]	POP [kPa]
Veen, kleiig	11,5	11,5	0,3067	0,1022	0,0153	1,0 E-7	5
Klei, zandig	15,0	15,0	0,2300	0,00767	0,0092	1,0 E-8	5
Leem, zwak zandig	19,0	19,0	0,0920	0,0307	0,0037	5,0 E-7	5
Leem, sterk zandig	19,0	19,0	0,0511	0,0170	0,0037	1,0 E-6	5
Zand, sterk siltig	18,0	20,0	0,0115	0,0038	0	gedraineerd	0
Zand, zwak siltig	18,0	20,0	0,0051	0,0017	0	gedraineerd	0
Zand, matig vast	18,0	20,0	0,0040	0,0003	0	gedraineerd	0
Grind, sterk zandig	19,0	21,0	0,0023	0,0001	0	gedraineerd	0

Hierin is:

- γ_{nat} = Aardvochtig volumiek gewicht (onverzadigd)
- γ_{sat} = Verzadigd volumiek gewicht
- CR = Stijfheidsparameters boven de grensspanning
- RR = Stijfheidsparameters ontlast-herbelast
- $C\alpha$ = Kruipparameter
- C_v = Verticale consolidatiecoëfficiënt
- POP = Pre-Overburden Pressure

Voor de POP is een standaardwaarde van 5 kPa aangehouden.

6.3 Modelopbouw

Voor zettingen van laagbouw zijn in tegenstelling tot het geohydrologische model voornamelijk de ondiepe grondlagen van invloed. Hierbij wordt veelal gerekend met de zettingen tot de grondlaag waar de effectieve spanningsverhoging beperkt is tot 20%. Bij een verdere optimalisatie kan dit mogelijk in mindering worden gebracht. Ter benadering van de huidige grondspanningen (op basis van de funderingsdruk van 120 kN/m²) zijn de bestaande funderingen gemodelleerd als initiële belasting.

Voor de grondprofielen per woning is gebruik gemaakt van de beschikbare sonderingen en boringen. Een overzicht van het uitgevoerde grondonderzoek is per pand weergegeven in Tabel 6.2. Op basis van het beschikbare grondonderzoek is per pand het maatgevende grondprofiel toegepast.

Tabel 6.2: Beschikbaar grondonderzoek per pand

Huisnummer	Boringen	Sonderingen
Parklaan		
5	HB101, PB205	--
9	HB102	--
13	HB103	ZS15, LS16, LS16A
15	PB204, DB07, HB104	ZS13, LS14
17d	HB105, PB204	--
19a	HB106, DB06	ZS11, LS12
22	HB201	--
25	PB202, DB06	ZS09, LS10
27	PB202, DB05, HB302	LS06, ZS07, LS08
29	HB109, DB05	ZS05, LS06
31	DB02, HB301	LS03
33	HB111, DB02	LS01, ZS02
Kleine Steeg		
13	PB201, DB01	--

6.4 Resultaten zettingsberekeningen

In Tabel 6.2 zijn de resultaten van de zettingsberekeningen weergegeven. Hieruit blijkt dat in huidig model enkel de achtergrondzetting wordt berekend en geen noemenswaardige zettingen (≤ 1 mm) kunnen worden toegeschreven aan de grondwaterstanddaling.

Tabel 6.2: Resultaten zettingsberekeningen

Huisnummer	GLG – daling [m]	Zetting bij geen verandering [mm]	Zetting bij GLG-daling [mm]	Theoretische zetting over 30 jaar [mm]
Parklaan				
5	+0,20	26	26	0
9	+0,10	37	37	0
13	-0,10	56	57	<1
15	-0,10	36	36	0
17d	-0,15	34	34	0
19a	-0,15	26	26	0
22	-0,15	18	19	1
25	-0,15	40	40	0
27	-0,20	21	21	0
29	-0,25	32	33	1
31	-0,25	26	26	0
33	-0,35	53	54	1
Kleine Steeg				
13	-0,40	69	69	0

De berekening voor Kleine Steeg 13 is opgenomen in de bijlagen. Ter controle van deze resultaten is tevens een berekening uitgevoerd ter plaatse van Parklaan 13 middels het Koppejan zettingsmodel. Via deze rekenmethode worden vergelijkbare vervormingen verwacht. Hierdoor kan worden geconcludeerd dat theoretische zettingen voortkomend uit de GLG-verlaging verwaarloosbaar is.

Op basis van de zettingsberekeningen worden t.g.v. van de grondwaterstanddaling zeer beperkte theoretische zettingen berekend. Dit kan worden toegeschreven aan verschillende redenen.

- Vanwege een relatieve lage GLG ten opzichte van het maaiveldniveau treedt de toename van effectieve grondspanningen voornamelijk op onder het GLG niveau, waar vanwege de diepte (ca. 3 à 4 m-maaiveld) al een relatief hoge initiële grondspanning aanwezig is.
- Daarbij komt dat de GLG daling is te vertalen in een toename van effectieve grondspanning van maximaal slechts ca. 4 kPa. Ten opzichte van de aangehouden initiële funderingsdruk van 120 KPa, is dit slechts een beperkte toename;
- De GLG en toename van effectieve grondspanning, zit maar net boven de zand- en/of grindlagen en hierboven bevinden zich voornamelijk zandige leem/lösslagen en plaatselijk klei- of veenlagen, waardoor enkel in deze lagen zetting kan optreden. Samendrukbare lagen als veen, klei en leem boven het GLG niveau hebben geen aanvullende zettingen tot gevolg.

7 Stabiliteit

7.1 Algemeen

Er is gebleken dat ter plaatse van Parklaan 31 en 33 na de vorige herinrichting extra ballast (grond) is aangebracht in de voortuinen. In dit hoofdstuk wordt daarom een stabiliteitsanalyse gedaan om de stabiliteit van het talud te beschouwen.

7.2 Uitgangspunten

Ten behoeve van de stabiliteitsanalyse zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

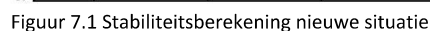
- Er is thans enkel een boring uitgevoerd ter plaatse van Parklaan 33. De stabiliteitsanalyse zal daarom enkel zijn gebaseerd op deze boring, waarbij aangenomen wordt dat het talud ter plaatse van Parklaan 31 een vergelijkbare bodemopbouw aanwezig is;
- Er wordt uitgegaan van de GHG situatie. Hierbij wordt uitgegaan dat deze ca. 1 m boven de GLG ligt. Dit komt overeen met ca. NAP +43,0 m;
- De berekeningen zijn uitgevoerd middels Deltares software D-GEO Suite Stability, waarbij gebruik is gemaakt van het glijvlakmodel volgens de methode van Bishop;
- Voor de situatie is uitgegaan van dwarsprofiel 4 zoals weergegeven op de tekening onder kenmerk 1290-RIO-T03-01-2, d.d. 07-05-2021. In deze tekening is enkel een dwarsprofiel ter plaatse van Parklaan 33 weergegeven voor zowel huidige als toekomstige situatie (zie figuur 7.1);
- De taludstabiliteit wordt getoetst aan de bestaande situatie: in de nieuwe situatie dient de stabiliteitsfactor minimaal gelijk te zijn aan de huidige stabiliteitsfactor;
- De taluds in bestaande situatie hebben een verhouding van 1:1,6 (oost) en 1:1,9 (west). De taluds in bestaande situatie hebben een verhouding van 1:4 (oost) en 1:2 (west);
- Bij de berekeningen is rekening gehouden met de aanwezigheid van een betonnen bak in de bestaande situatie;
- Er is gerekend met rekenwaarden voor de sterkteparameters van de grond (RC1). Deze sterkteparameters zijn weergegeven in Tabel 7.1 en zijn op basis van de karakteristieke waarden conform NEN 9997-1 tabel 2.b.

Tabel 7.1: Rekenwaarden sterkteparameters grondlagen

Grondsoort	γ_{nat} [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	ϕ'_d [°]	c'_d [kPa]
Veen, kleilig	11,0	11,0	15	1,9
Klei, zandig	15,0	15,0	17,5	1
Leem, zwak zandig	19,0	19,0	27,5	0,8
Zand, sterk siltig	18,0	20,0	30	0
Zand, zwak siltig	18,0	20,0	30	0
Zand, matig vast	18,0	20,0	30	0
Grind, sterk zandig	19,0	21,0	35	0



Op basis van voornoemde uitgangspunten en grondeigenschappen zijn stabiliteitsberekeningen voor dwarsprofiel 4 uitgevoerd. De resultaten van de stabiliteitsberekeningen van D-Geo Stability zijn weergegeven in bijlage 6. In Figuur 7.1 is de maatgevende glijcirkel met de stabiliteitsfactor (SF) gepresenteerd voor de nieuwe situatie. In Tabel 7.2 zijn voor zowel de linker- als rechteroever de stabiliteitsfactoren gegeven voor zowel de bestaande als de nieuwe situatie.



Situatie	Berekende stabiliteitsfactor		Toetsing SF	
	Bestaand	Nieuw		
Linkeroever (west)	0,87	0,71	$0,71 < 0,87$	Voldoet niet
Rechtoever (oost)	0,65	0,94	$0,94 > 0,65$	Voldoet

7.4 Conclusies en aanbevelingen

Op basis van de berekende stabiliteitsfactoren (SF) kan worden geconcludeerd dat de stabiliteit voor de rechter (oostelijke) oever theoretisch voldoet. Door de veranderingen aan het oostelijke talud verslechterd de huidige stabiliteit niet. In het nieuwe profiel wordt het bestaande talud flauwer opgezet. Hierdoor neemt de aandrijvende belasting en moment af, waardoor een hogere veiligheidsfactor van het talud wordt berekend. Daarnaast is de bestaande situatie al jaren stabiel gebleken en is ons inziens het voorgestelde ontwerp voldoende om de stabiliteit van de rechteroever te garanderen.

Voor de linker (westelijke) oever neemt de stabiliteitsfactor af. In de bestaande situatie wordt het aandrijvende glijvlak belemmerd door de betonnen bak. Door het verwijderen van de betonnen bak verdwijnt de obstructie waardoor de stabiliteitsfactor afneemt, ondanks dat het profiel bij Parklaan 33 in het ontwerp iets ruimer is opgezet.

Bij een stabiliteitsberekening met rekenwaarden voor de grondparameters wordt veelal een vereiste minimale stabiliteitsfactor van 1,0 gehanteerd. Op basis van de bewezen sterkte kan hier onderbouwd van worden afgeweken waarbij de huidige stabiliteit als minimum wordt gehanteerd, maar dan nog wordt hier bij het ontwerpprofiel niet aan voldaan.

Om de theoretische stabiliteit op deze locatie te vergroten zien wij de onderstaande mogelijkheden:

- Uitvoering van een handboring in het bestaande talud;
Bij de uitgevoerde handboring bij de gevel van Parklaan 33 (HB111) worden klei- en veenlagen aangetroffen. Deze slappen lagen worden in minder mate of niet aangetroffen bij de andere uitgevoerde handboringen. Mogelijk dat de bodemopbouw ter plaatse van het talud gunstiger is dan momenteel gemodelleerd. Door een aanvullende handboring uit te voeren kan dit worden gecontroleerd;
- Het toepassen van een beschoeiing of grondkering in de nieuwe situatie;
De toepassing van een beschoeiing of grondkering neemt hierbij de obstructieve werking van de huidige betonnen bak over. Hiermee wordt het afschuifvlak voorkomen en kan een hogere stabiliteit van het talud worden behaald;
- Het toepassen van een geotextiel of lokale grondverbetering;
Gezien het benodigde grondwerk en invloed op de tuinen van de bewoners wordt dit niet als serieuze optie gezien;
- Het verflauwen van het westelijke talud;
Door het talud te verder te verflauwen wordt een hogere stabiliteit behaald. Wel gaat dit ten koste van de voortuin op het betreffende perceel.

Bovengenoemde mogelijkheden zijn in voorliggende rapportage nog niet rekenkundig onderzocht, en kunnen in een VO of DO nader worden uitgewerkt.

De taluds aan de westzijde zijn in het ontwerp inmiddels vervangen door een stapelmuur. De stabiliteit van de stapelmuur, zijnde een grondkerende gewichtswand, dient in een volgende fase nog wel getoetst te worden.

8 Milieukundige aspecten

Bij het milieukundig onderzoek (MA200211) zijn in de directe omgeving geen mobiele verontreinigingen aangetroffen. In het eerder uitgevoerde milieukundige vooronderzoek in juli 2020 wordt wel melding gemaakt van een aantal grondwaterverontreinigingen, waarvan de onderzoeken destijds niet door Geonius waren ingezien / niet zijn aangeleverd. Ten behoeve van voorliggend rapport is nader archiefonderzoek uitgevoerd. De mogelijk aanwezige mobiele verontreinigingen zijn beschreven in Tabel 8.1. De volledige bevindingen van het dossieronderzoek zijn beschreven in bijlagen.

Tabel 8.1: Overzicht bevindingen aanvullend dossieronderzoek milieu

Locatie	Conclusie	Aanbeveling
LI188300403 Parklaan 27	In 2008 is voor het laatst een sterk verhoogde concentratie minerale olie aangetoond op circa 10 m van de beek.	Herbemonstering van peilbuis 404 (mits aanwezig) en analyse op minerale olie om te verifiëren of de verontreiniging nog aanwezig is.
LI188300304 Rosmolenstraat	In 1997 zijn voor het laatst sterk verhoogde concentraties vluchtige aromaten en minerale olie aangetoond op circa 340 m afstand van de beek.	Herbemonstering peilbuis in Engelenkampstraat (mits aanwezig) en analyse op aromaten en minerale olie.
LI188300957 Rijksweg Zuid 90-100	In 2008 zijn voor het laatst sterk verhoogde concentraties xylenen en minerale olie aangetoond op circa 220 m afstand van de beek.	Herbemonstering peilbuizen in de brongebieden en analyse op minerale olie en aromaten.
LI188300349 Ophoven	In 2005 is voor het laatst een sterk verhoogde concentratie minerale olie aangetoond ter plaatse van de Berkenlaan 23/25. De VOCL verontreiniging is in 2014 stabiel verklaart maar er wordt nog wel gesproken over sterk verhoogde concentraties in het brongebied (Ophoven 90A) waarvoor een nazorgplan zal worden opgesteld, de status hiervan is onbekend. De verontreiniging(en) liggen op circa 70-170 m van de beek.	Exacte situatie en details van de sanering uitzoeken. Herbemonstering peilbuizen en analyse op minerale olie en VOCL, afhankelijk van locatie. Nadat er actuele concentraties bekend zijn adviseren wij om met het bevoegd gezag af te stemmen over de (mogelijke) invloed van de geplande werkzaamheden op deze saneringslocatie.
LI188601565 Agricolastraat 73	In 1994 is voor zover bekend voor het laatst een sterk verhoogde concentratie minerale olie aangetoond. Er is een saneringsplan beschikbaar voor deze locatie maar er zijn geen gegevens beschikbaar over de eventueel uitgevoerd sanering. De verontreiniging ligt op circa 10 m van de beek.	Omdat het niet bekend is of deze locatie ooit gesaneerd is dienen de peilbuizen in het brongebied te worden herbemonsterd (mits aanwezig) en het grondwater geanalyseerd op minerale olie.
LI188302596 Rijksweg Noord 27 en Haspelsestraat	In 2012 zijn voor het laatst sterk verhoogde concentraties minerale olie aangetoond. De verontreinigingen liggen op circa 80 m van de beek.	Herbemonstering peilbuizen in de brongebieden en analyse op minerale olie.

Als vervolgstap wordt voorgesteld de actuele status van de verontreinigingen vast te stellen, door het herbemonsteren van de peilbuizen, en de status van het nazorgplan voor LI188300349 Ophoven te achterhalen.

Er wordt geadviseerd verdere vervolgstappen met het bevoegd gezag te overleggen, er zijn immers een aantal mogelijkheden waarvan de voorkeur afhankelijk is van:

- de status van de verontreinigingen en de daarmee gepaard gaande risico's bij het verspreiden hiervan;
- de projectplanning;
- de mate waarin invulling geven aan de zorgplicht (door verspreiding te voorkomen) redelijkerwijs mogelijk is, zonder hierbij afbreuk te doen aan de waterveiligheidsopgave welke ten grondslag ligt aan het project.

Er kan vervolgens worden gedacht aan onderstaande vervolgstappen of combinaties daarvan:

- Stoftransportberekeningen uitvoeren, waarna een monitoringsplan kan worden opgesteld op basis van de berekende verplaatsingen, en eventuele extra peilbuizen kunnen worden geplaatst;
- Accepteren dat verplaatsing van de verontreinigingen kan optreden als gevolg van de werkzaamheden. Er zijn immers weinig tot geen alternatieven waarbij tevens invulling gegeven kan worden aan de waterveiligheidsopgave die ten grondslag ligt aan de herinrichting;
- Het uitvoeren van de werkzaamheden en het periodiek herbemonsteren van de bestaande peilbuizen;
- Het (deels) handhaven van de bestaande constructie, tot zover dit past binnen de waterveiligheidsopgave.

9 Conclusies en aanbevelingen

9.1 Geohydrologische effecten en zettingen

De berekende geohydrologische effecten zijn gegeven in Figuur 5.1. Er worden verlagingen tot 0,4 m (zuidelijk deel) en verhogingen tot 0,3 m (noordelijk deel) berekend. In het zuidelijk deel zijn er zettingsrisico's.

In het noordelijke deel zijn de risico's beperkt. Enkel indien de koker in de huidige situatie niet waterdicht is, en dus draineert, is bij toepassing van een U-bak een verhoging van de grondwaterstand te verwachten:

- Op basis van de bouwkundige opname van de koker dient door het bouwteam nog beschouwd te worden of deze als waterdicht kan worden verondersteld.

Een nauwkeuriger inschatting van de GLG, en daarmee van de effecten, kan worden gemaakt na het langer doorzetten van de monitoring in de peilbuizen en de effecten, alvorens met de werkzaamheden te starten, nogmaals te beschouwen.

Uit de berekeningen in H6 kan worden geconcludeerd dat de berekende zettingen in het zuidelijk deel nihil zijn. Er wordt echter benadrukt dat met name in het Holocene pakket een sterk heterogene ondergrond aanwezig is, bestaande uit veen tot zandige löss/leem met sterk wisselende conusweerstand en samendrukbaarheid. Boring DB03 is qua dikte en samenstelling van de aangetroffen veenlaag bijvoorbeeld sterk afwijkend van de overige boringen.

Tussen de onderzoekspunten kunnen dus veenlagen onder de GLG voorkomen, waardoor lokaal grote afwijkingen in de berekende zettingen kunnen optreden. Daar waar dit het geval is en de bebouwing op staal is gefundeerd, zal reeds zettingsschade aanwezig zijn. Ter plaatse van de bebouwing aan de Parklaan is voor een groot deel reeds aanvullend onderzoek uitgevoerd middels handboringen ter plaatse van de voorgevels, hieruit zijn ook geen noemenswaardige zettingsrisico's gebleken.

Als vervolgstappen wordt aanbevolen:

- Voor uitvoering van de werkzaamheden een bouwkundige vooropname uit te voeren binnen de risicocontour (de -0,05 m-contour in Figuur 5.1);
- Minimaal bij kwetsbare panden (met bestaande schades) een nulmeting en monitoring middels zettingsbouten (deformatiemetingen) en peilbuizen uit te voeren, om (on)terechte schadeclaims correct af te kunnen handelen,;
 - o Op locaties waar de ondergrond en daarmee het zettingsrisico nog onvoldoende inzichtelijk is, kan aanvullend onderzoek worden uitgevoerd (boringen, zettingsberekeningen, indien nodig funderingsonderzoek of een constructieve beoordeling).

Er wordt benadrukt dat de betonnen bak is aan de noordzijde van Fase 1 nog over een lengte van ca. 150 m aanwezig is, en in de eerdere berekeningen ten behoeve van Fase 1 niet is beschouwd.

9.2 Taludstabiliteit

Op basis van de berekende stabiliteitsfactoren (SF) kan worden geconcludeerd dat de stabiliteit voor de rechter (oostelijke) oever voldoet. De taluds aan de westzijde zijn in het ontwerp inmiddels vervangen door een stapelmuur.

- De stabiliteit van de stapelmuur, zijnde een grondkerende gewichtswand, dient in een volgende fase nog wel getoetst te worden.

9.3 Milieukundige aspecten

Op basis van de beschikbare informatie over de aanwezige grondwaterverontreinigingen (zie H8) wordt als vervolgstap geadviseerd:

- De actuele status van de verontreinigingen vast te stellen, door het herbemonsteren van de peilbuizen, en;
- De status van het nazorgplan voor LI188300349 Ophoven te achterhalen.

Er wordt geadviseerd verdere vervolgstappen met het bevoegd gezag (de gemeente) te overleggen, er zijn immers een aantal mogelijkheden waarvan de voorkeur afhankelijk is van:

- De status van de verontreinigingen en de daarmee gepaard gaande risico's bij het verspreiden hiervan;
- De projectplanning;
- De mate waarin invulling geven aan de zorgplicht (door verspreiding te voorkomen) redelijkerwijs mogelijk is, zonder hierbij afbreuk te doen aan de waterveiligheidsopgave welke ten grondslag ligt aan het project.

9.4 Mitigerende maatregelen

9.4.1 Zuidelijk deel (Agricolastraat – Engelenkampstraat)

Hoewel de zettingsrisico's beperkt zijn, kan het (ook gezien de milieukundige aspecten) wenselijk zijn preventief mitigerende maatregelen te nemen. Met name indien grondwatereffecten gevoelig liggen in de omgeving. Als mitigerende maatregel kan een kleibekleding nader worden uitgewerkt. De praktische uitvoerbaarheid en het ontwerp dient echter nader beschouwd te worden:

- Voor het in den droge aanbrengen en verdichten van een kleibekleding dient een bemaling toegepast te worden;
- De verticale stabiliteit van de kleibekleding dient te worden gewaarborgd. Gezien de grondwaterdrukken welke met name aan de zuidzijde onder de kleibekleding kunnen optreden, zal de kleibekleding middels steenbestorting verzaamd dienen te worden en/of op een relatief diep niveau aangelegd dienen te worden;
- Alternatieven zoals het beperken van de stroming richting de beek middels kwelschermen of bodeminjectie zijn in de grove (grindhoudende) ondergrond niet praktisch uitvoerbaar of zeer kostbaar.

Het (deels) handhaven van de bestaande constructie, en deze van een meer natuurlijke uitstraling voorzien, kan ook worden overwogen.

9.4.2 Noordelijk deel (Engelenkampstraat - Brandstraat)

In het noordelijke deel zijn de risico's beperkt. Enkel indien de koker in de huidige situatie niet waterdicht is, en dus draineert, is bij toepassing van een U-bak een verhoging van de grondwaterstand te verwachten.

Indien de waterdichtheid van de huidige koker niet aangetoond kan worden, kan als mitigerende maatregel een drain worden toegepast welke aan beide zijden van de U-bak wordt gelegd, op het niveau van de huidige koker.

Bijlagen

Bijlage 1 Situatietekening

Coördinaten onderzoekspunten			
Nummer	X	Y	NAP
LS03	188407.518	334108.154	44.54
ZS04	188420.666	334108.786	44.55
ZS05	188436.941	334136.843	44.50
LS06	188427.191	334148.383	44.36
LS17	188501.466	334301.588	44.36
ZS18	188521.373	334273.380	44.06
LS19	188521.072	334338.746	44.54
LS20	188520.714	334335.932	44.47
LS21/LS22	188539.795	334352.011	44.20
ZS01/LS02	188396.433	334088.502	44.53
ZS07/LS08	188455.935	334159.710	44.23
ZS09/LS10	188473.169	334181.155	44.36
ZS11/LS12	188481.647	334198.817	44.17
ZS13/LS14	188500.905	334249.310	43.92
ZS15/LS16	188499.477	334273.929	43.88
ZS15/LS16	188506.354	334267.993	43.85
DB01	188379.560	334049.538	44.43
DB02	188417.732	334101.509	44.55
DB03	188511.953	334071.167	44.96
DB04	188469.354	334107.676	44.73
DB05	188447.686	334147.249	44.48
DB06	188479.822	334194.618	44.07
DB07	188505.935	334259.908	44.11
HB101	188379.560	334399.237	44.34
HB103	188484.189	334287.785	44.52
HB104	188479.082	334249.599	44.49
HB105	188468.828	334229.994	44.93
HB109	188414.800	334136.532	44.41
HB111	188388.549	334088.951	45.12
HB201	188477.247	334144.807	44.96
PB201	188347.100	334036.000	45.63
PB202	188446.800	334170.200	44.22
PB203	188511.300	334235.500	44.43
PB204	188484.400	334238.000	43.93
PB205	188531.700	334441.100	45.03
HB301*	188396.672	334112.062	44.65
HB302*	188432.036	334172.473	45.04
HB102-1	188528.899	334386.375	44.58
HB102-2	188538.511	334386.624	44.56
HB102-3	188531.589	334384.499	44.38
HB106-1	188458.251	334217.854	44.89
HB106-2	188459.739	334218.563	44.96
HB106-3	188451.464	334212.205	45.03
Coördinaten vaste punten			
WP 01	188420.056	334127.600	41.64
WP 02	188492.625	334249.189	41.31
Put A	188409.649	334078.836	44.61
Put B	188495.674	334218.292	44.20

(*) Coördinaten indicatief vanuit lokale inmeting



LS

▼

Lichte slagsondering

ZS

▼

Zware slagsondering

●

Handboring

⊗

Handboring met doorlatendheidsmeting

⊗R

Peilbuis

□

Putdeksel

~~~~

Waterpeil

Project

Corio Glana HL20 fase 2

Locatie

Parklaan e.o., Sittard

Onderdeel

Situatietekening

Projectnr

GC180167

Projectleider

Bijlagen

T01

Getekend

Datum

13-9-2022

Formaat

A2

GEONIUS

Geonius Geotechniek  
+31 (0) 88 1300 600  
De Asselen Kall 10  
6181 RD Geleen  
www.geonius.nl

Schaal

1:750

0

7

14

21

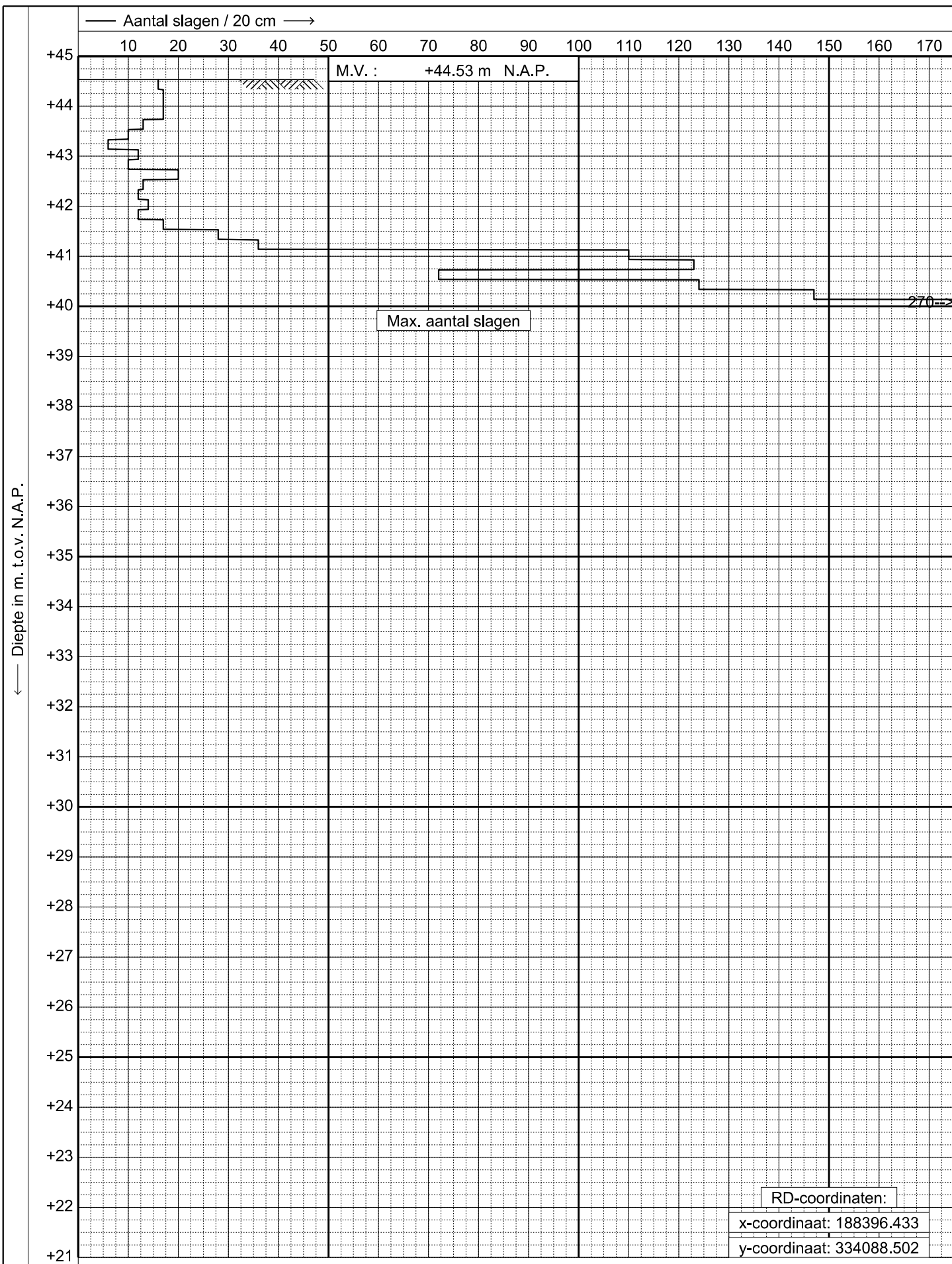
28

35 m

↑



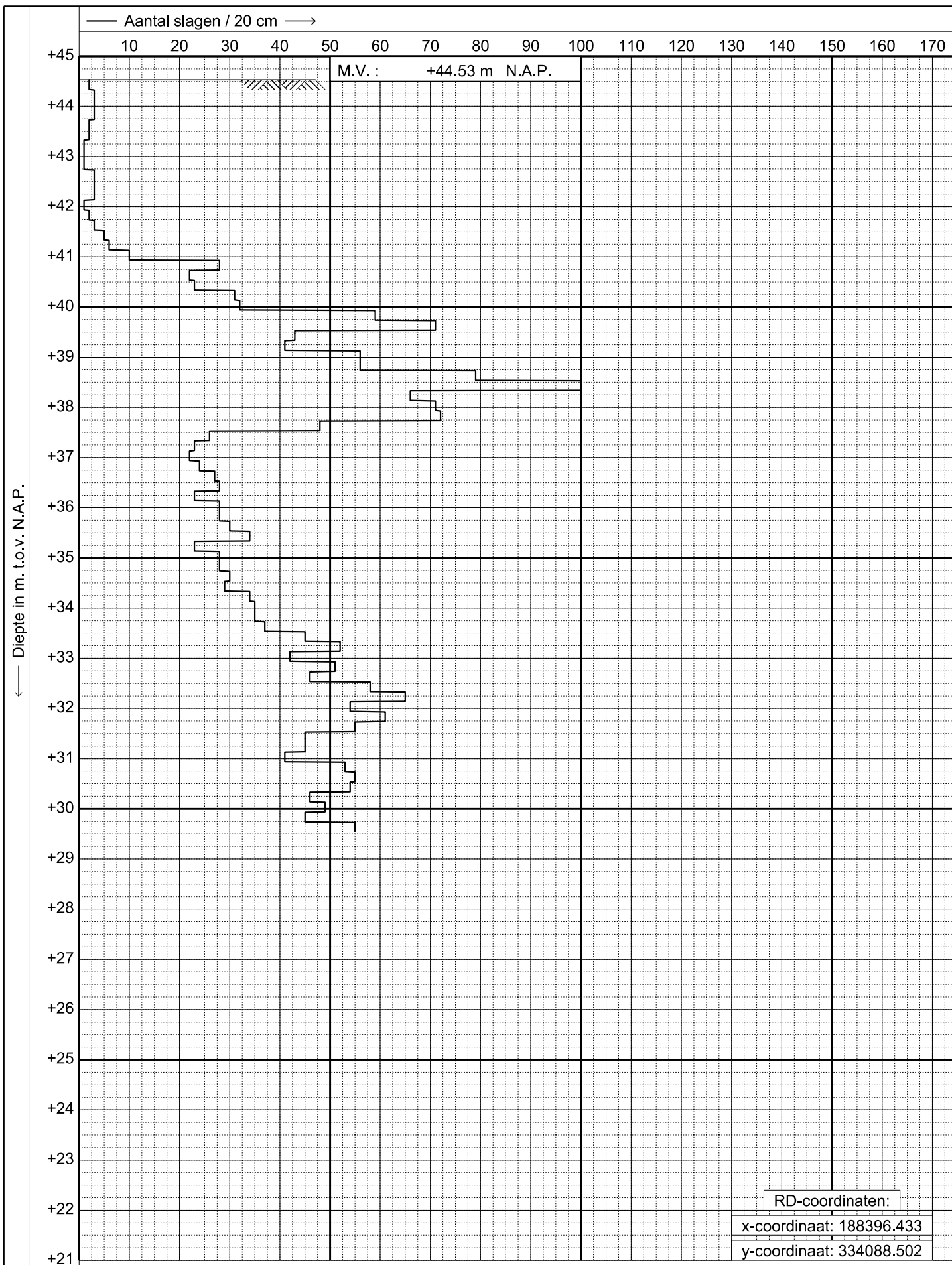
## Bijlage 2 Sondeergrafieken



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

Lichte slagsondering (10 kg) conform NEN-EN-ISO 22476-2  
 Project : **Corio Glana HL20 fase 2**  
 Locatie : **Parklaan e.o. Sittard**

Datum : **07-06-2021**  
 Conus : **L**  
 Opdracht : **GC180167**  
 Sondering : **01**



**GEONIUS**

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

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

Project : **Corio Glana HL20 fase 2**

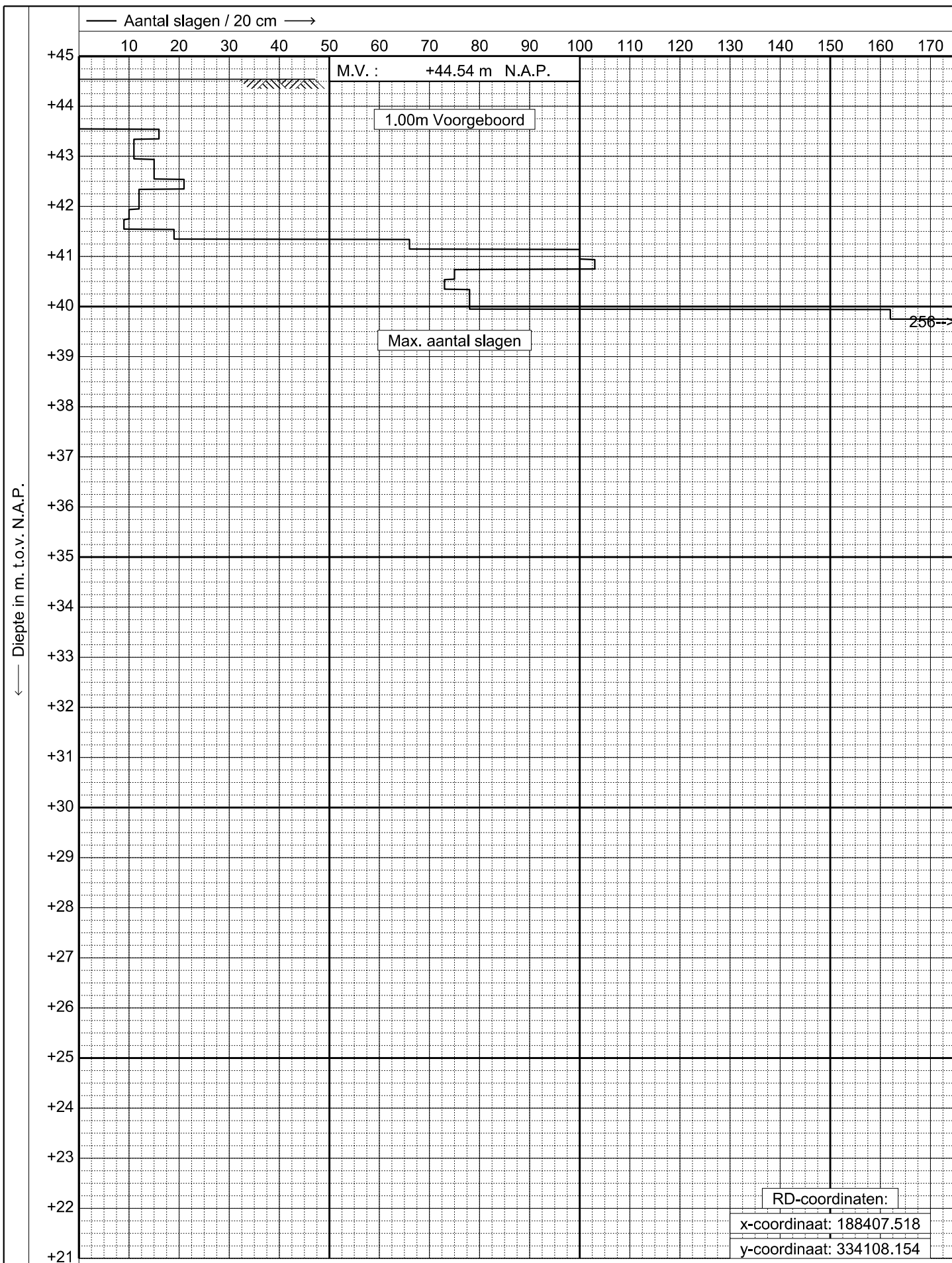
Locatie : **Parklaan e.o. Sittard**

Datum : **07-06-2021**

Conus : **Z**

Opdracht : **GC180167**

Sondering : **02**



**GEONIUS**

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

Lichte slagsondering (10 kg) conform NEN-EN-ISO 22476-2

Project : **Corio Glana HL20 fase 2**

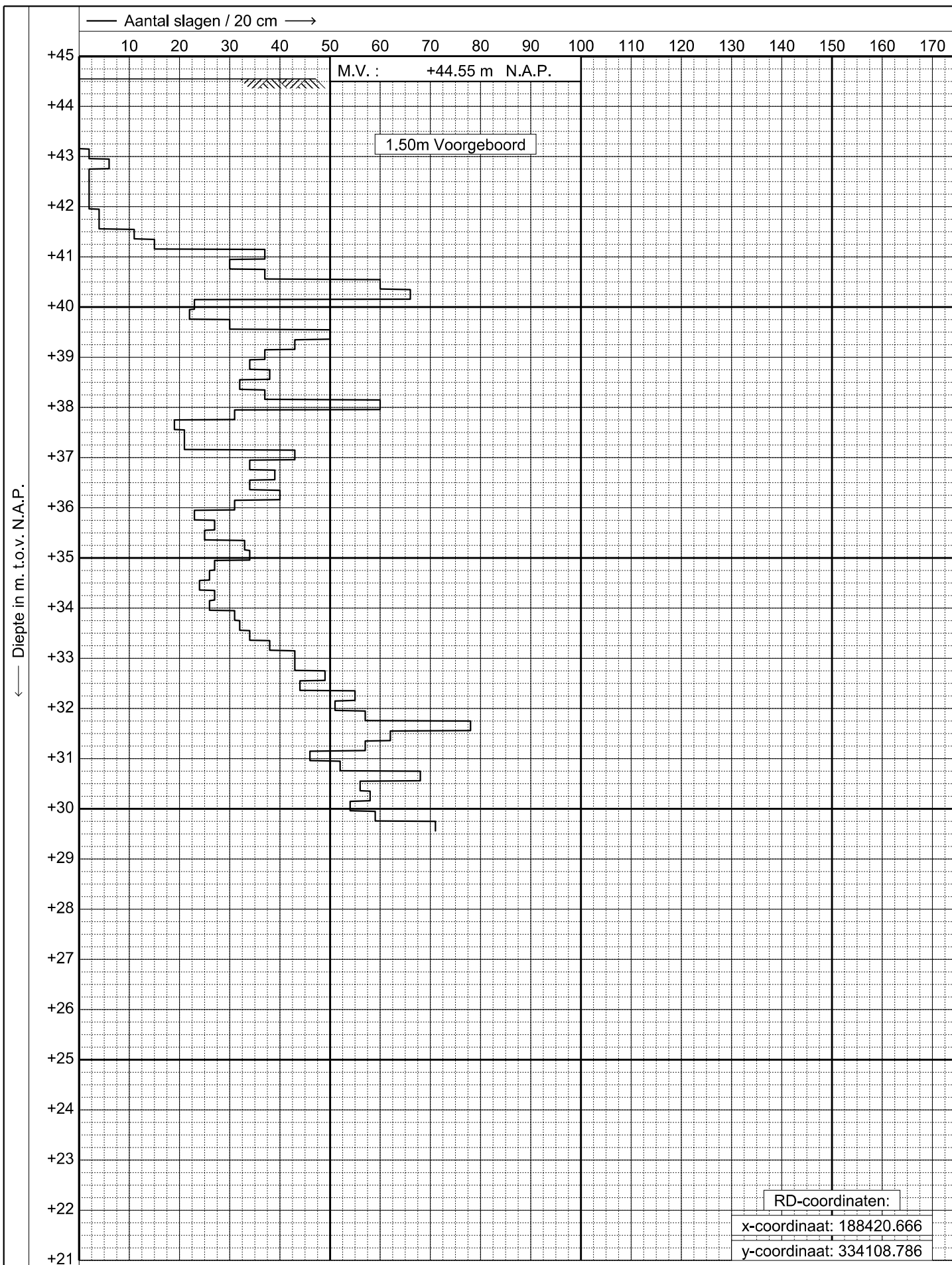
Locatie : **Parklaan e.o. Sittard**

Datum : **07-06-2021**

Conus : **L**

Opdracht : **GC180167**

Sondering : **03**



**GEONIUS**

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

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

Project : **Corio Glana HL20 fase 2**

Locatie : **Parklaan e.o. Sittard**

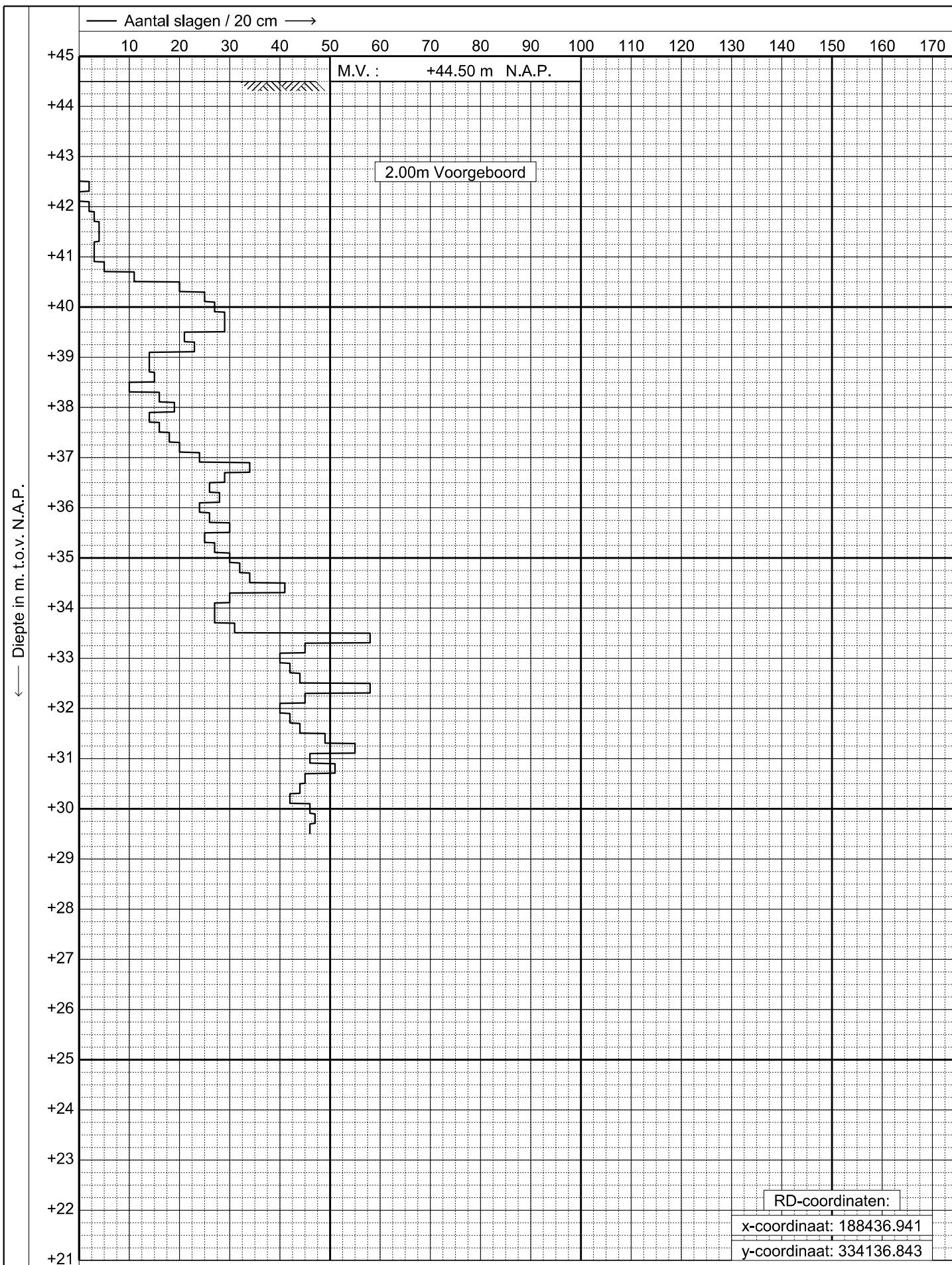
Datum : **07-06-2021**

Conus : **Z**

Opdracht : **GC180167**

Sondering : **04**





**GEONIUS**

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

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

Project : **Corio Glana HL20 fase 2**

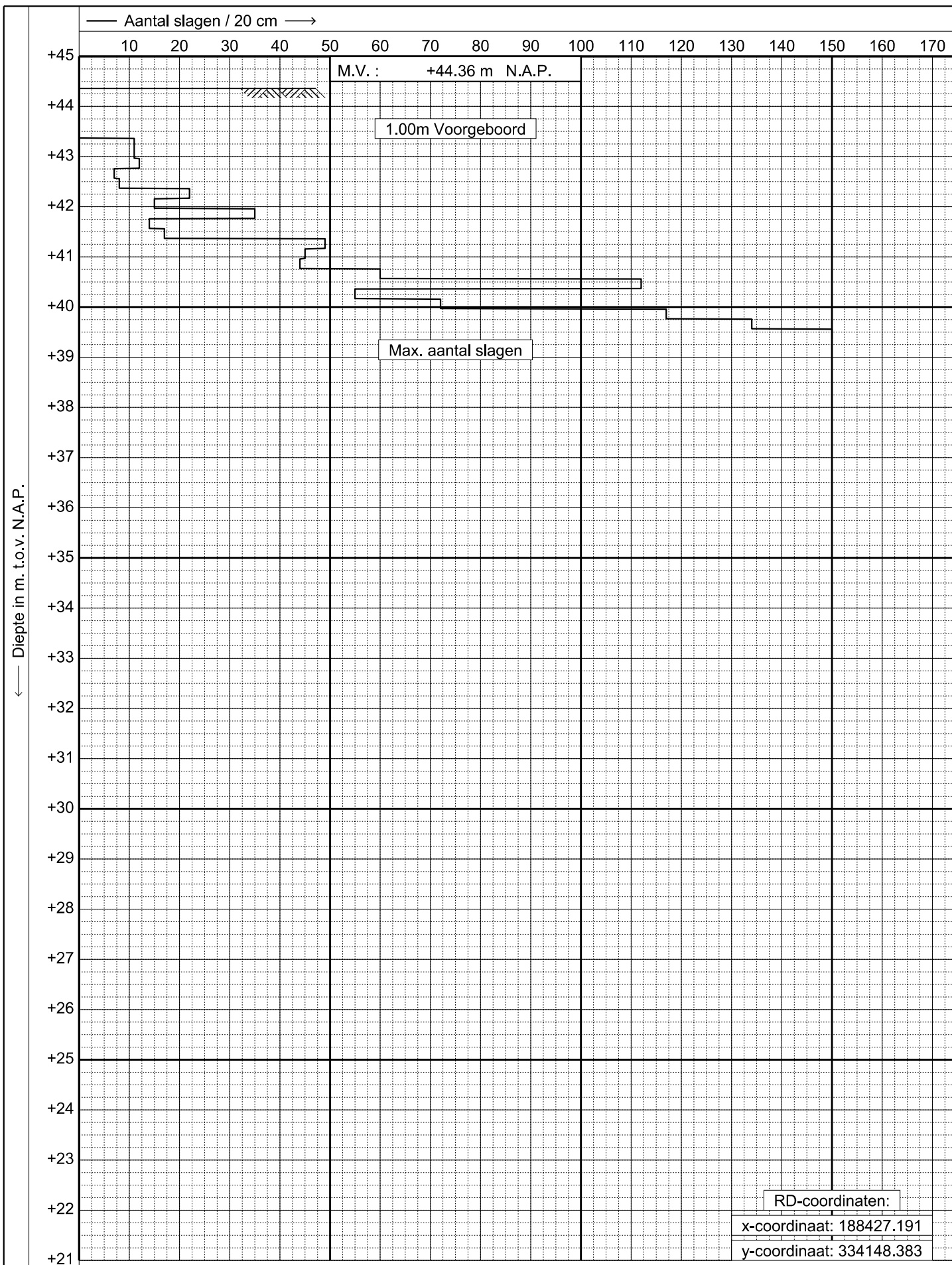
Locatie : **Parklaan e.o. Sittard**

Datum : **07-06-2021**

Conus : **Z**

Opdracht : **GC180167**

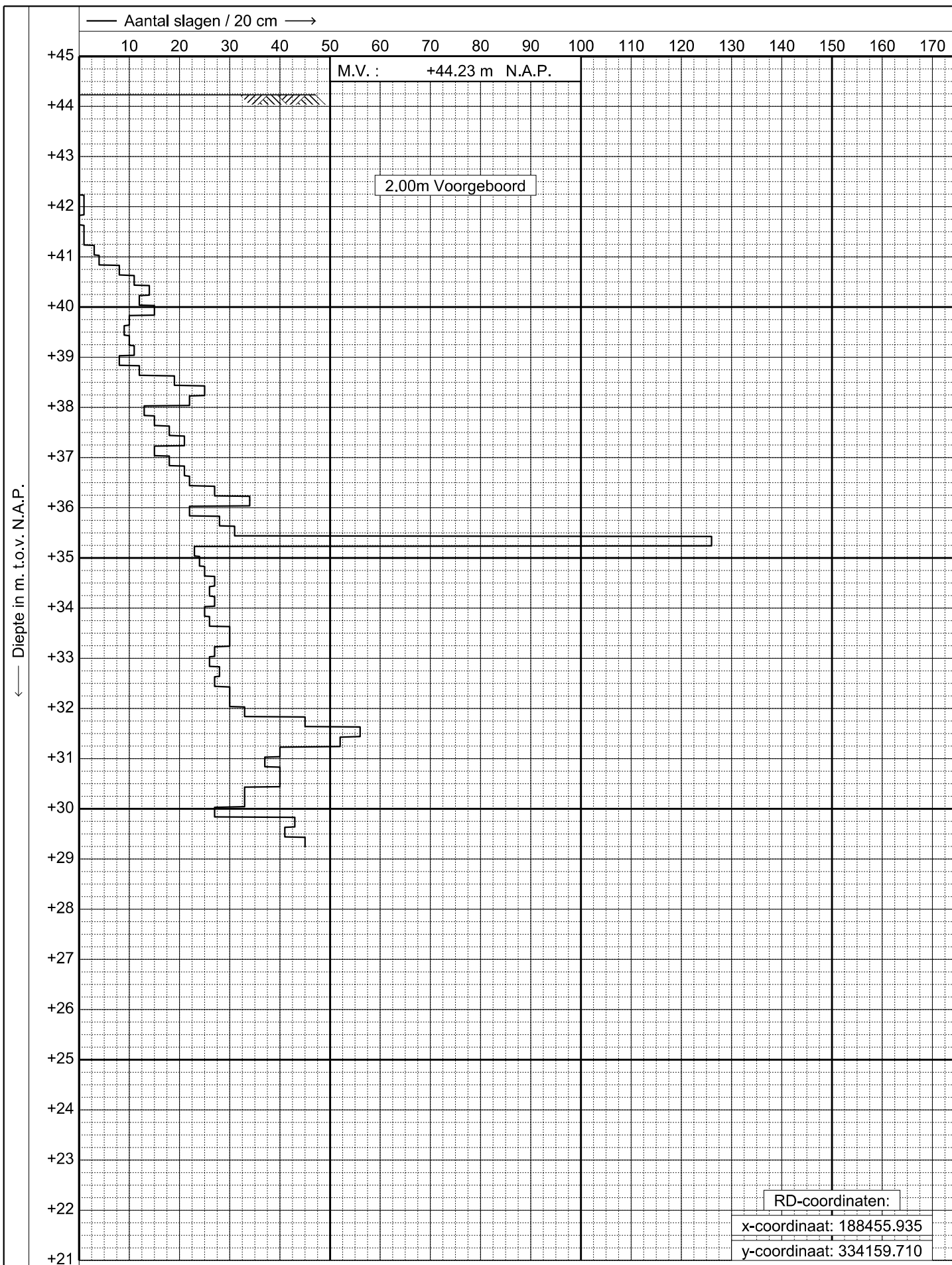
Sondering : **05**



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

Lichte slagsondering (10 kg) conform NEN-EN-ISO 22476-2  
 Project : **Corio Glana HL20 fase 2**  
 Locatie : **Parklaan e.o. Sittard**

Datum : **07-06-2021**  
 Conus : **L**  
 Opdracht : **GC180167**  
 Sondering : **06**



**GEONIUS**

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

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

Project : **Corio Glana HL20 fase 2**

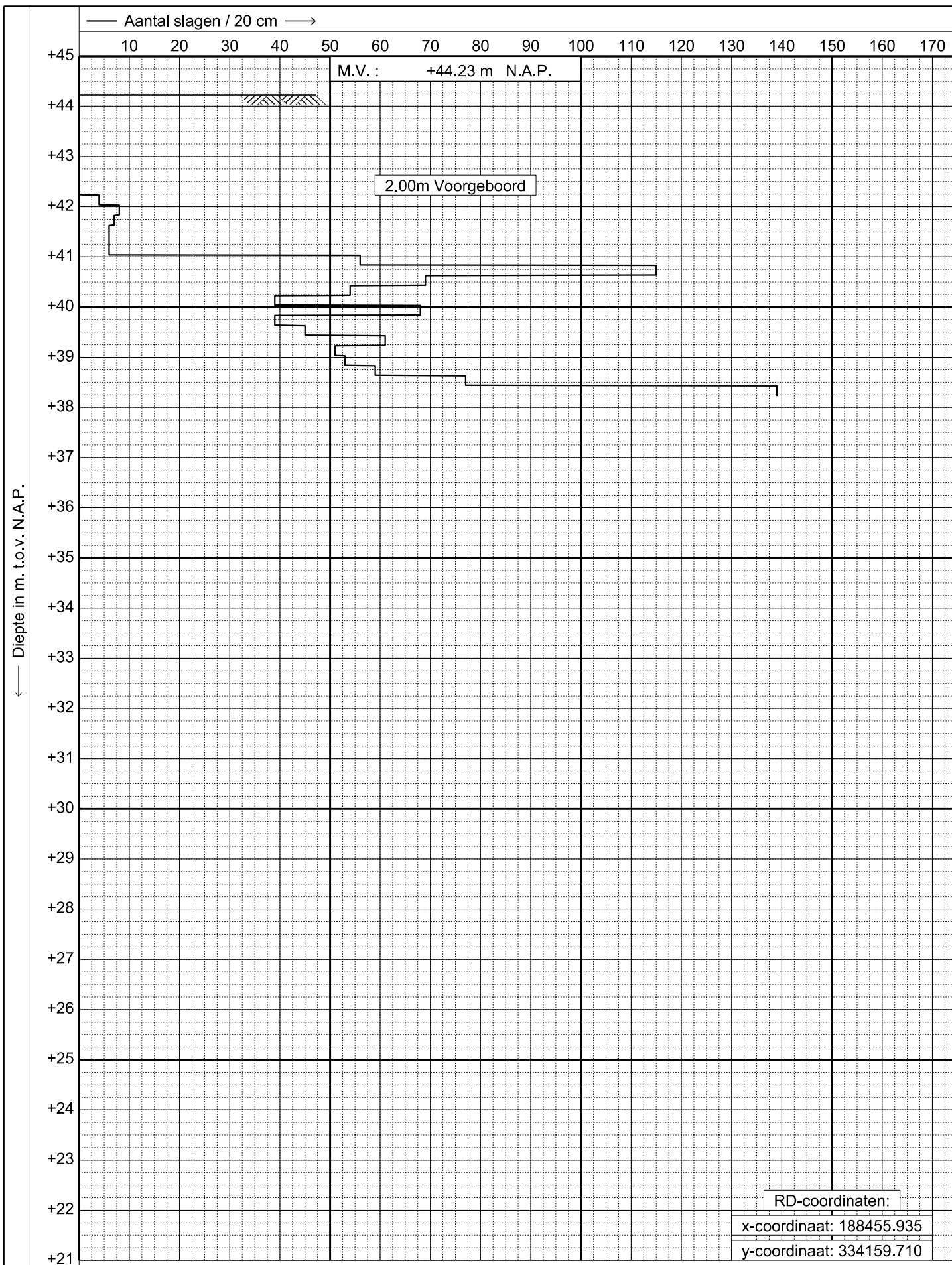
Locatie : **Parklaan e.o. Sittard**

Datum : **08-06-2021**

Conus : **Z**

Opdracht : **GC180167**

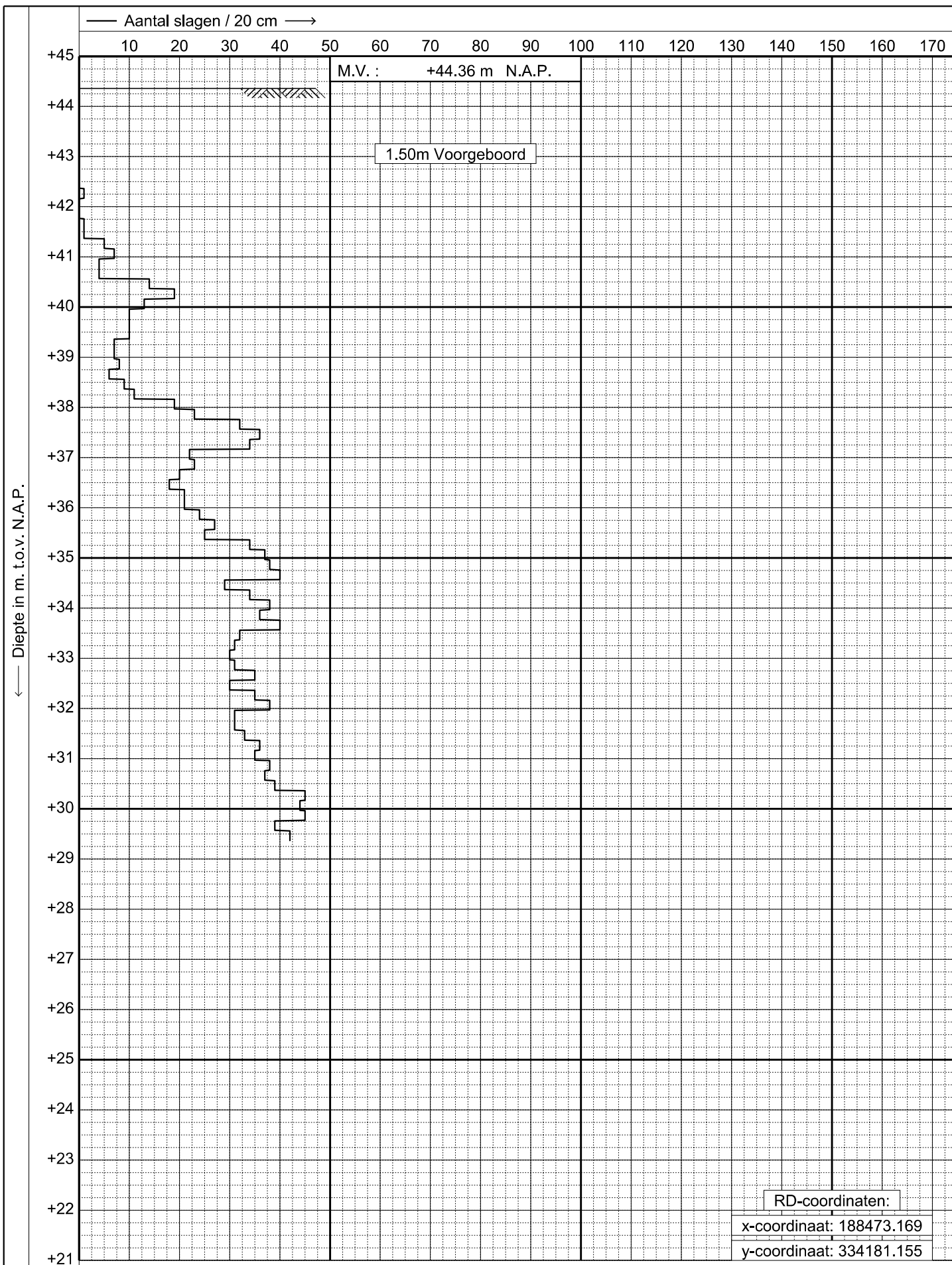
Sondering : **07**



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

Lichte slagsondering (10 kg) conform NEN-EN-ISO 22476-2  
Project : **Corio Glana HL20 fase 2**  
Locatie : **Parklaan e.o. Sittard**

Datum : **08-06-2021**  
Conus : **L**  
Opdracht : **GC180167**  
Sondering : **08**



**GEONIUS**

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

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

Project : **Corio Glana HL20 fase 2**

Locatie : **Parklaan e.o. Sittard**

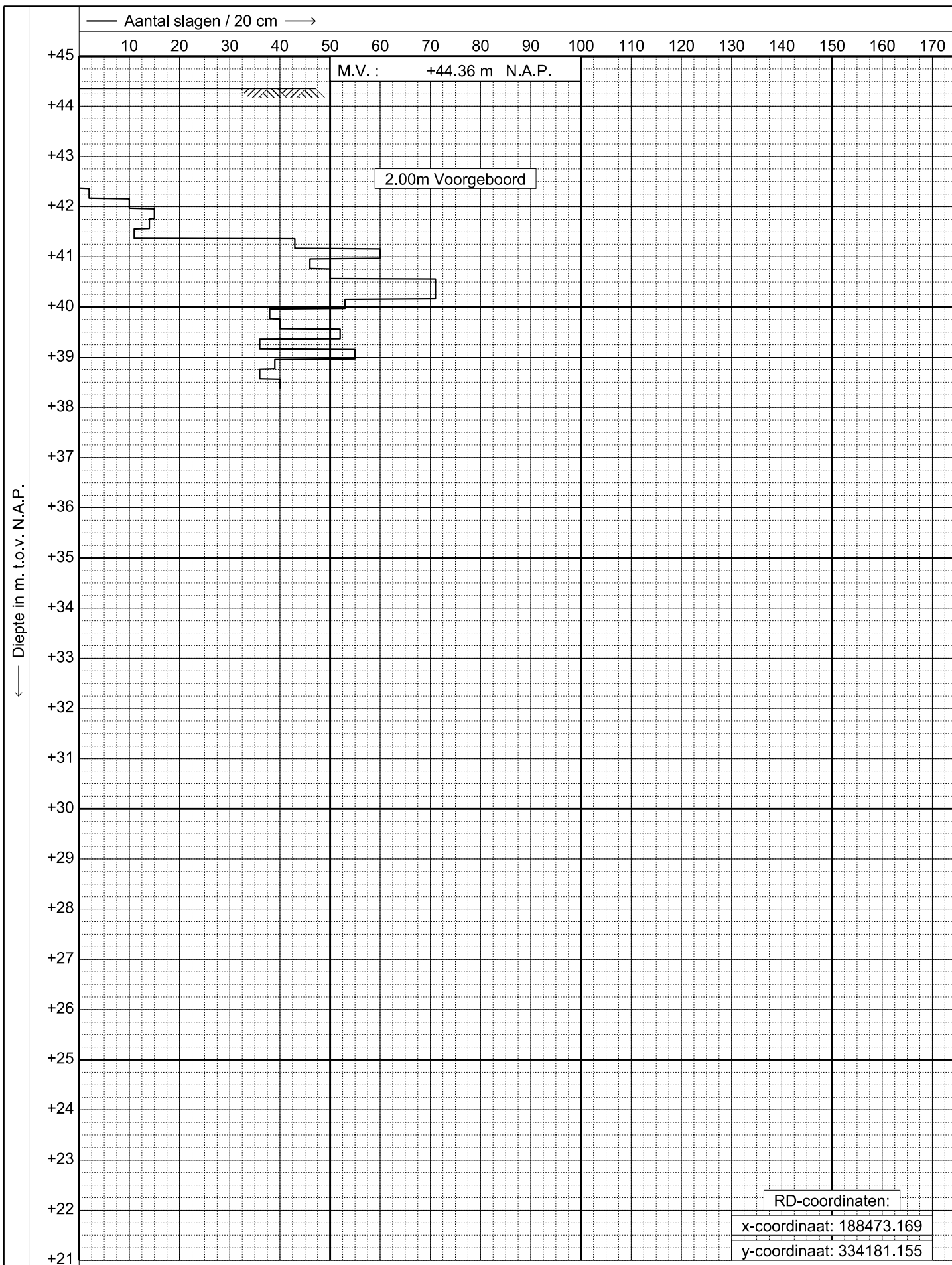
Datum : **08-06-2021**

Conus : **Z**

Opdracht : **GC180167**

Sondering : **09**

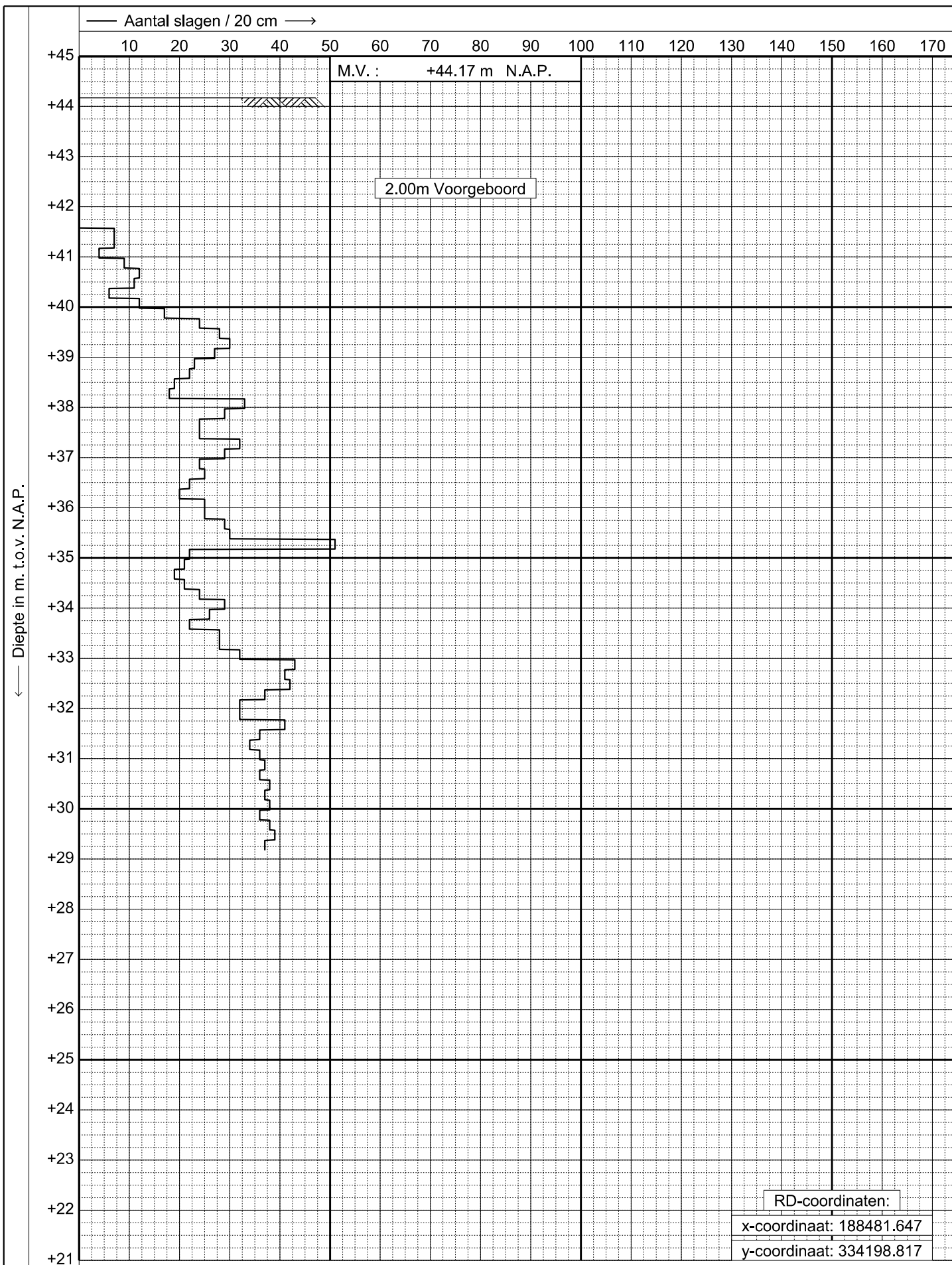




**GEONIUS**  
 www.geonius.nl  
 E-mail: info@geonius.nl  
 Tel.: 088-1300600  
 Fax.: 088-1300669

Lichte slagsondering (10 kg) conform NEN-EN-ISO 22476-2  
 Project : **Corio Glana HL20 fase 2**  
 Locatie : **Parklaan e.o. Sittard**

Datum : **08-06-2021**  
 Conus : **L**  
 Opdracht : **GC180167**  
 Sondering : **10**



**GEONIUS**

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

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

Project : **Corio Glana HL20 fase 2**

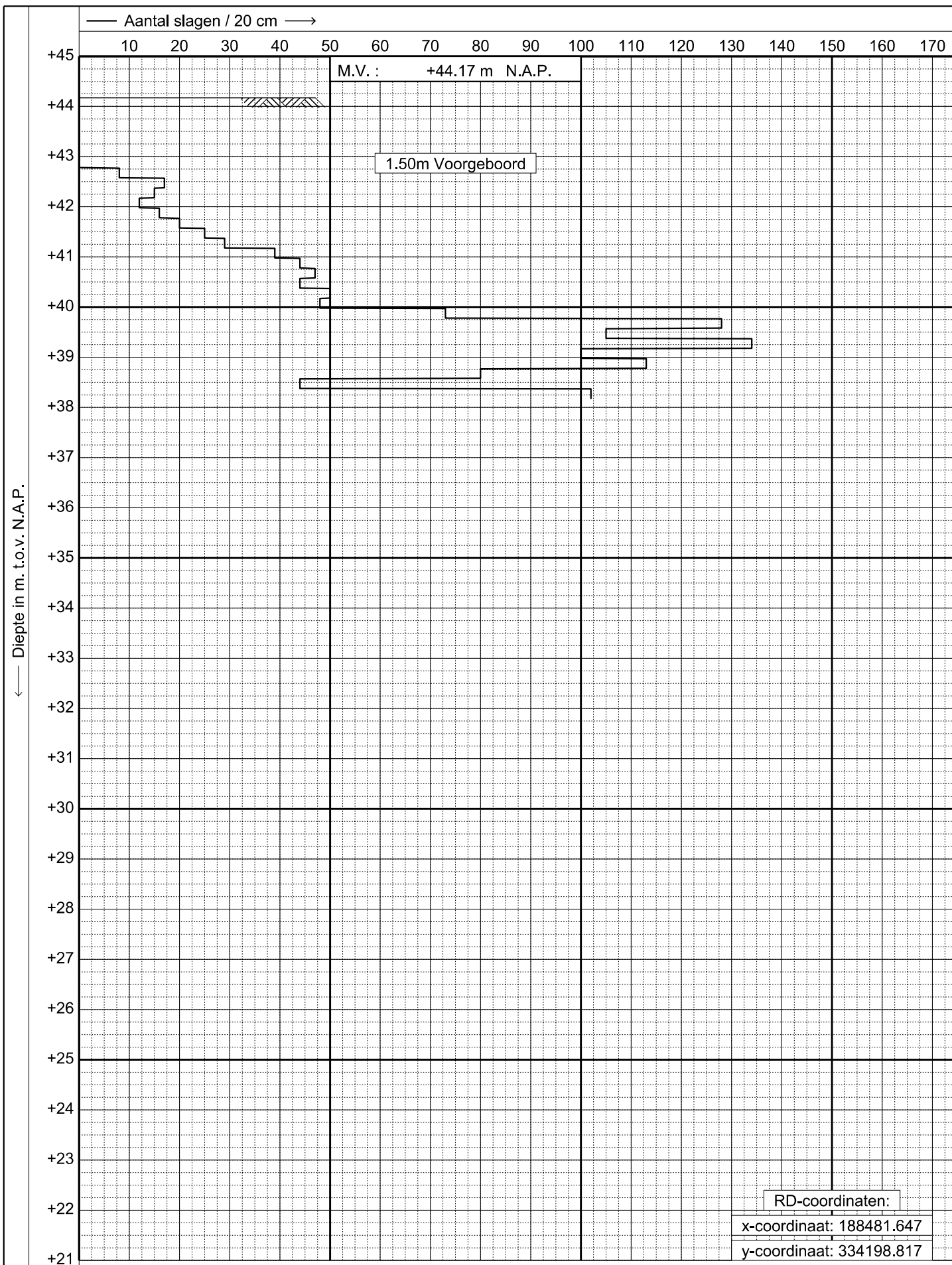
Locatie : **Parklaan e.o. Sittard**

Datum : **10-06-2021**

Conus : **Z**

Opdracht : **GC180167**

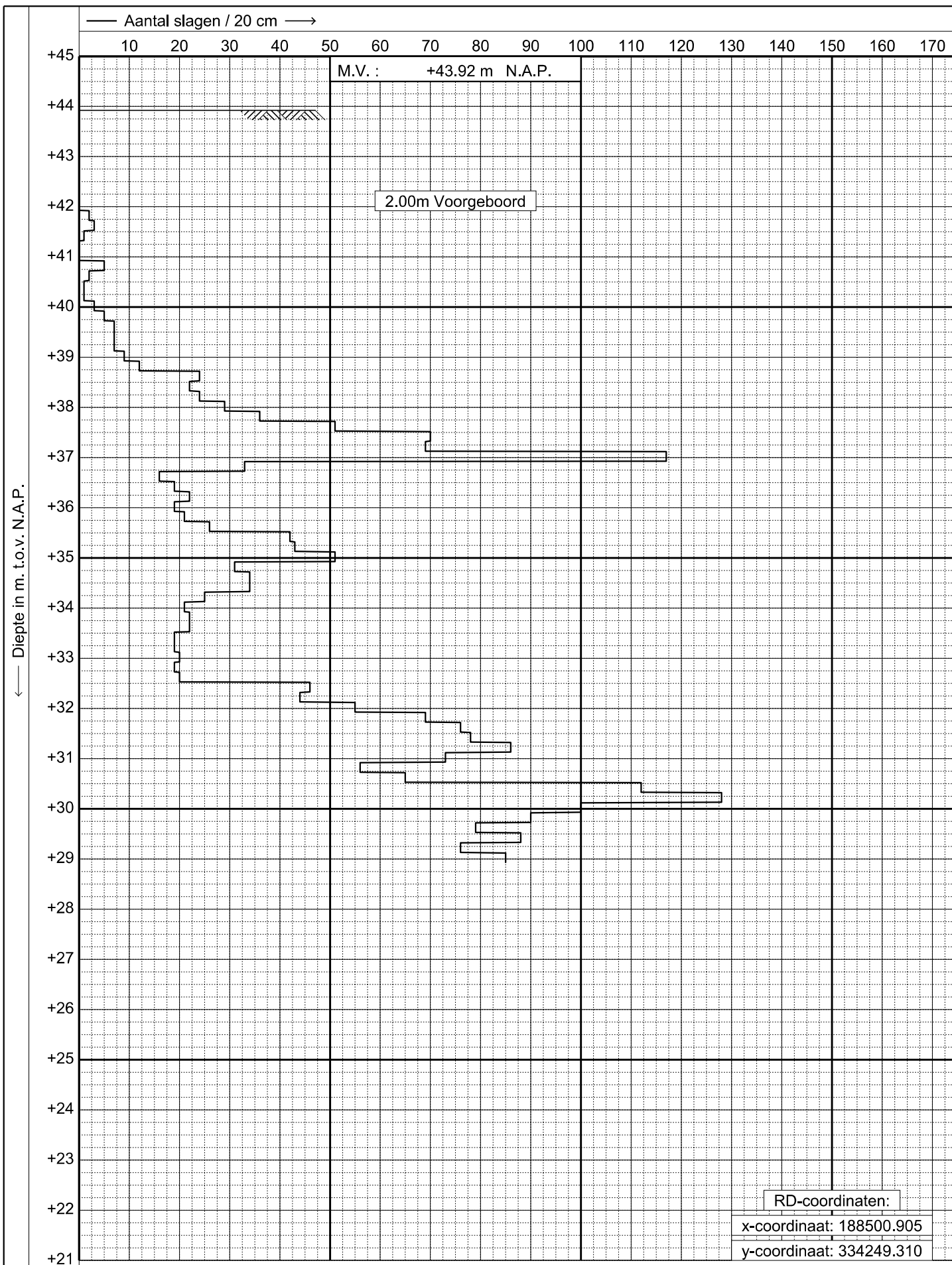
Sondering : **11**



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

Lichte slagsondering (10 kg) conform NEN-EN-ISO 22476-2  
 Project : **Corio Glana HL20 fase 2**  
 Locatie : **Parklaan e.o. Sittard**

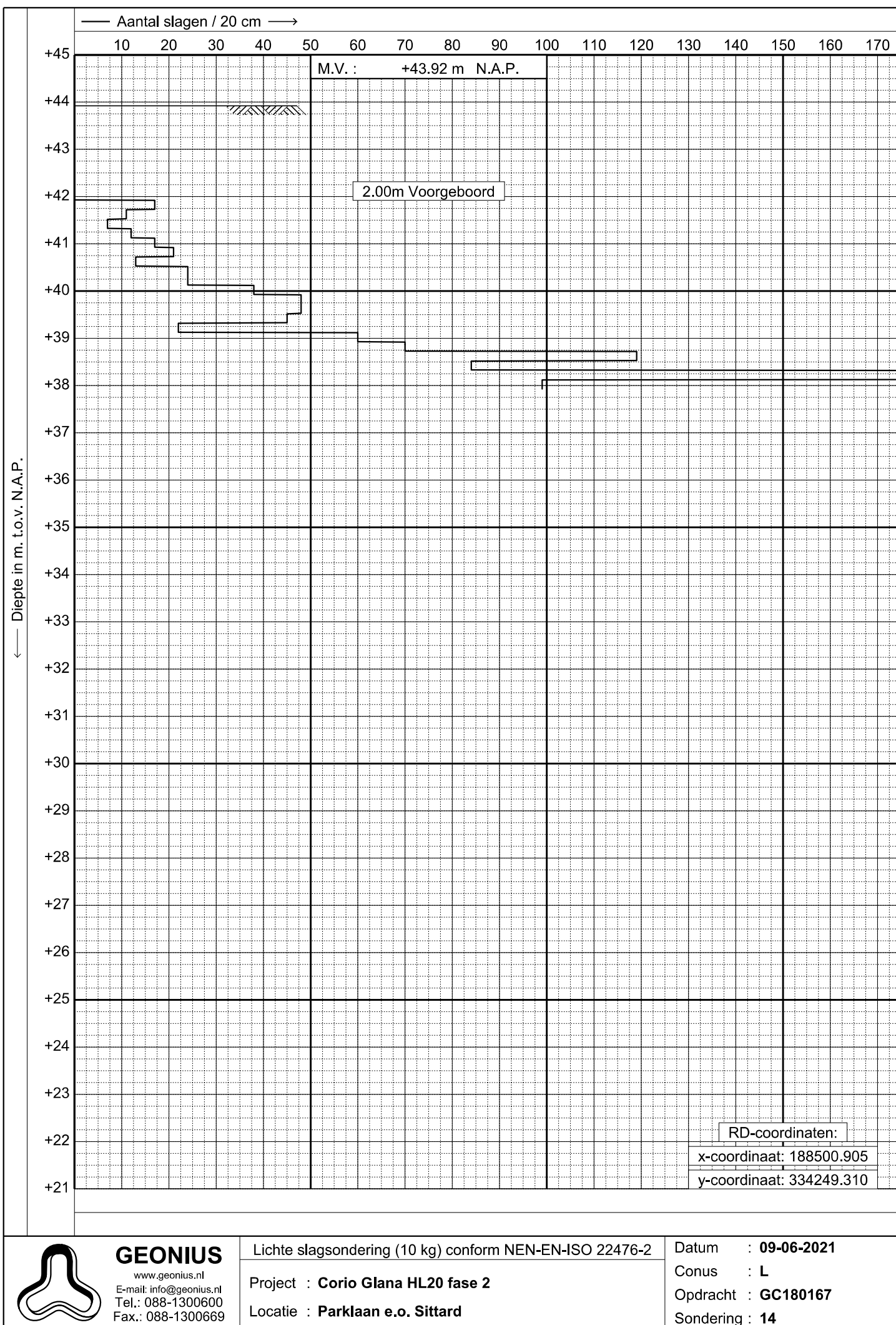
Datum : **08-06-2021**  
 Conus : **L**  
 Opdracht : **GC180167**  
 Sondering : **12**



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

Zware slagsondering (50 kg) conform NEN-EN-ISO 22476-2  
 Project : **Corio Glana HL20 fase 2**  
 Locatie : **Parklaan e.o. Sittard**

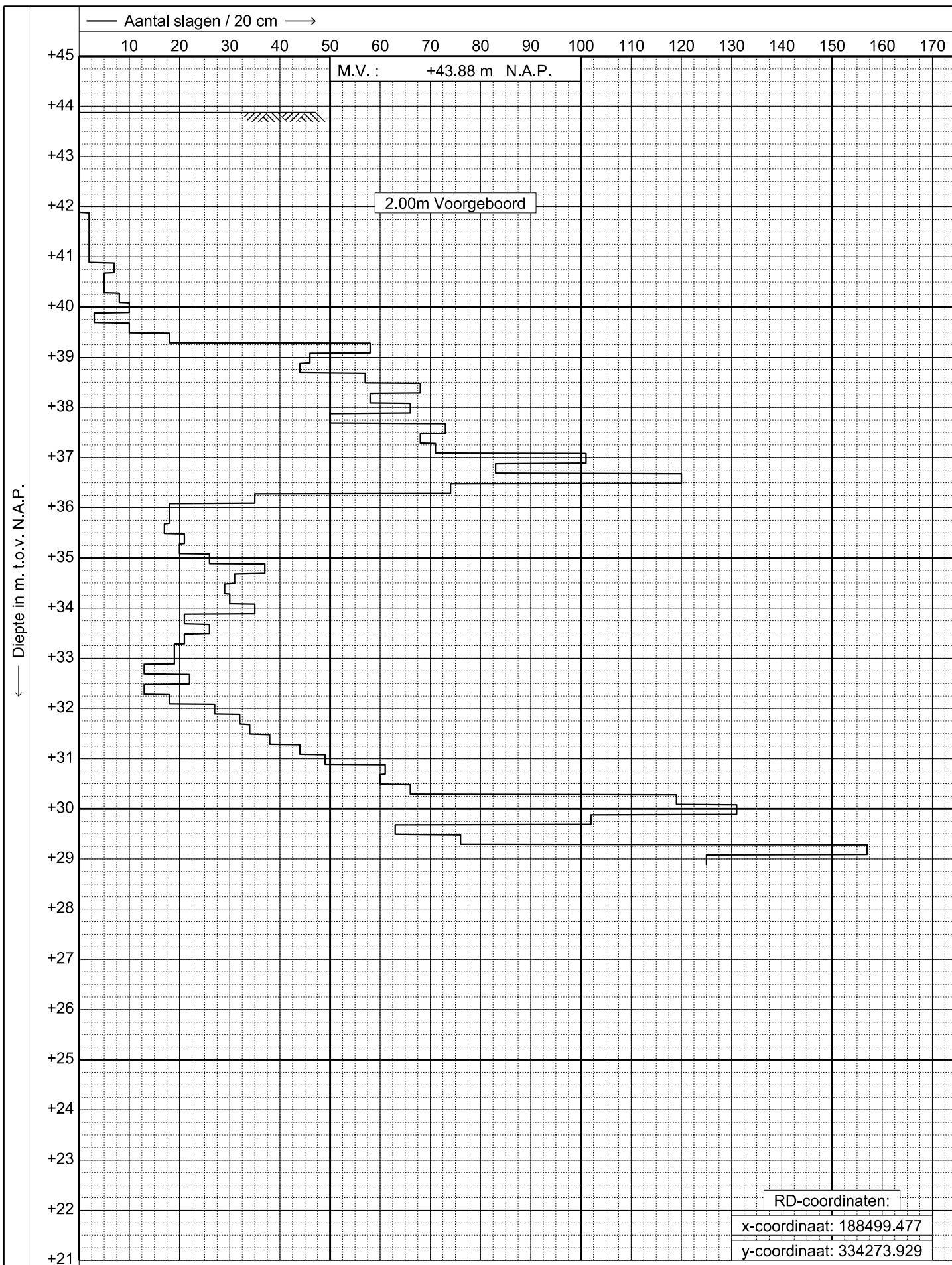
Datum : **11-06-2021**  
 Conus : **Z**  
 Opdracht : **GC180167**  
 Sondering : **13**



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

Lichte slagsondering (10 kg) conform NEN-EN-ISO 22476-2  
Project : **Corio Glana HL20 fase 2**  
Locatie : **Parklaan e.o. Sittard**

Datum : **09-06-2021**  
Conus : **L**  
Opdracht : **GC180167**  
Sondering : **14**



**GEONIUS**

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

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

Project : **Corio Glana HL20 fase 2**

Locatie : **Parklaan e.o. Sittard**

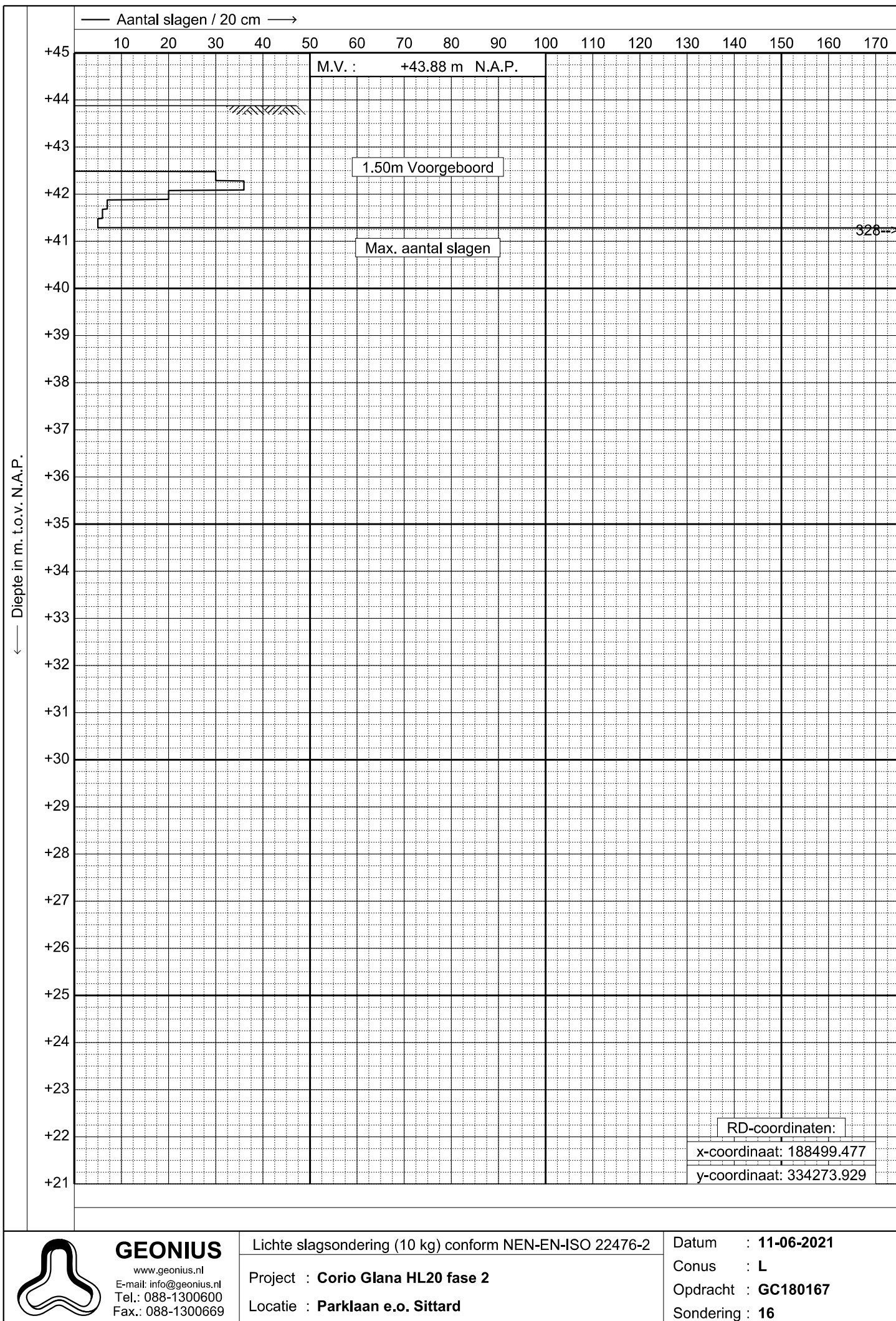
Datum : **16-06-2021**

Conus : **Z**

Opdracht : **GC180167**

Sondering : **15**

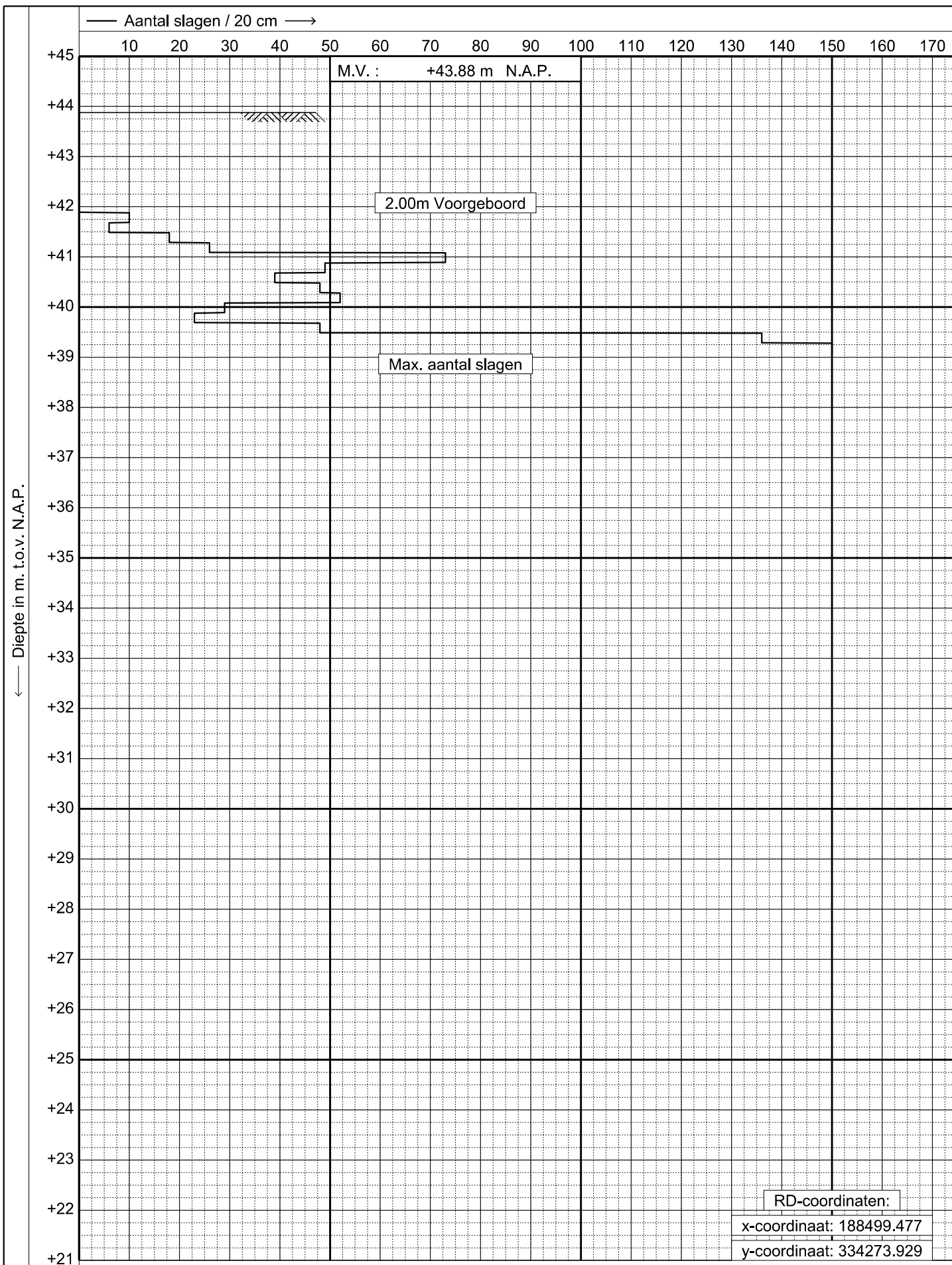




**GEONIUS**  
 www.geonius.nl  
 E-mail: info@geonius.nl  
 Tel.: 088-1300600  
 Fax.: 088-1300669

Lichte slagsondering (10 kg) conform NEN-EN-ISO 22476-2  
 Project : **Corio Glana HL20 fase 2**  
 Locatie : **Parklaan e.o. Sittard**

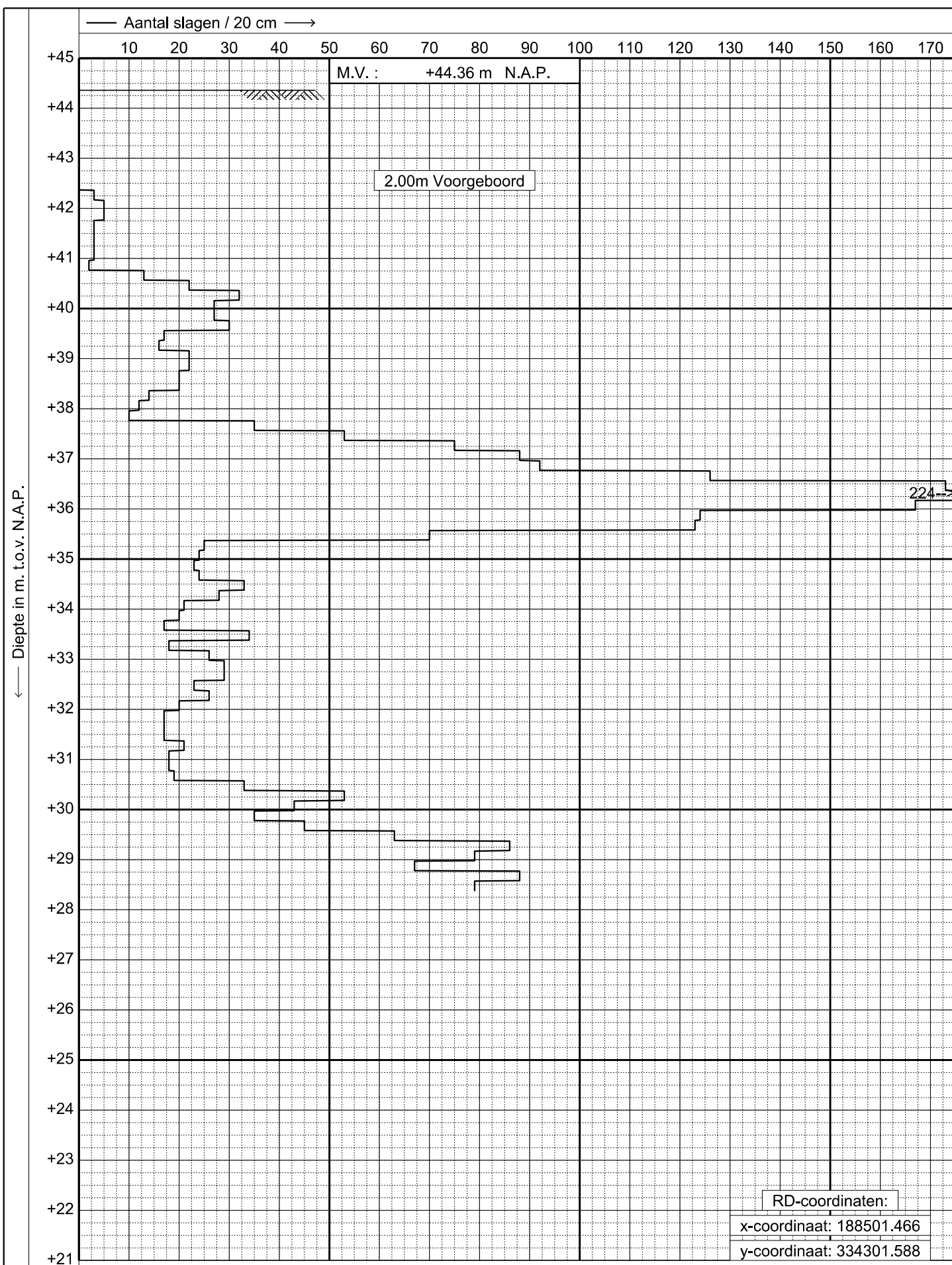
Datum : **11-06-2021**  
 Conus : **L**  
 Opdracht : **GC180167**  
 Sondering : **16**



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

Lichte slagsondering (10 kg) conform NEN-EN-ISO 22476-2  
 Project : **Corio Glana HL20 fase 2**  
 Locatie : **Parklaan e.o. Sittard**

Datum : **16-06-2021**  
 Conus : **L**  
 Opdracht : **GC180167**  
 Sondering : **16A**



**GEONIUS**

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

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

Project : **Corio Glana HL20 fase 2**

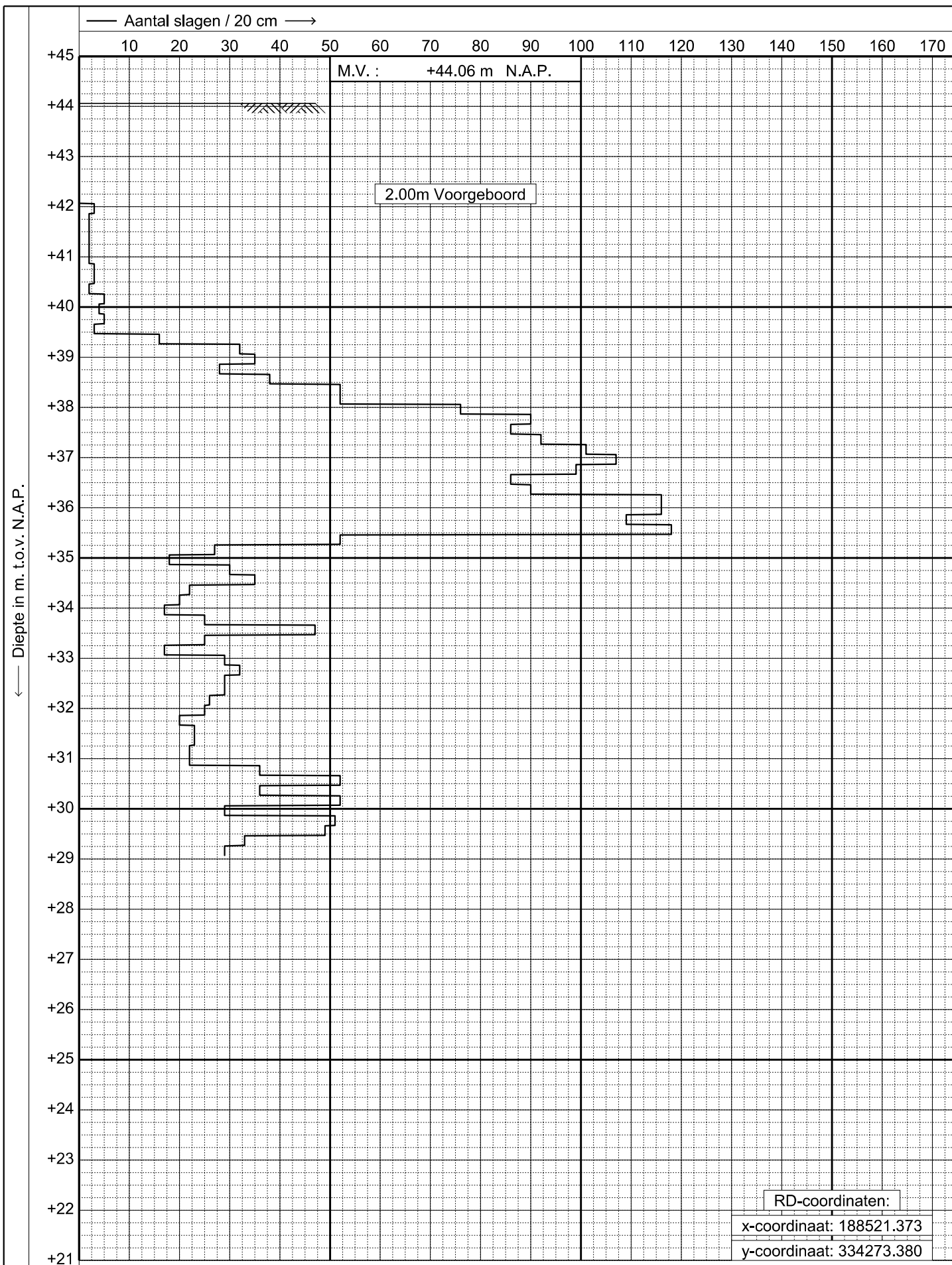
Locatie : **Parklaan e.o. Sittard**

Datum : **16-06-2021**

Conus : **Z**

Opdracht : **GC180167**

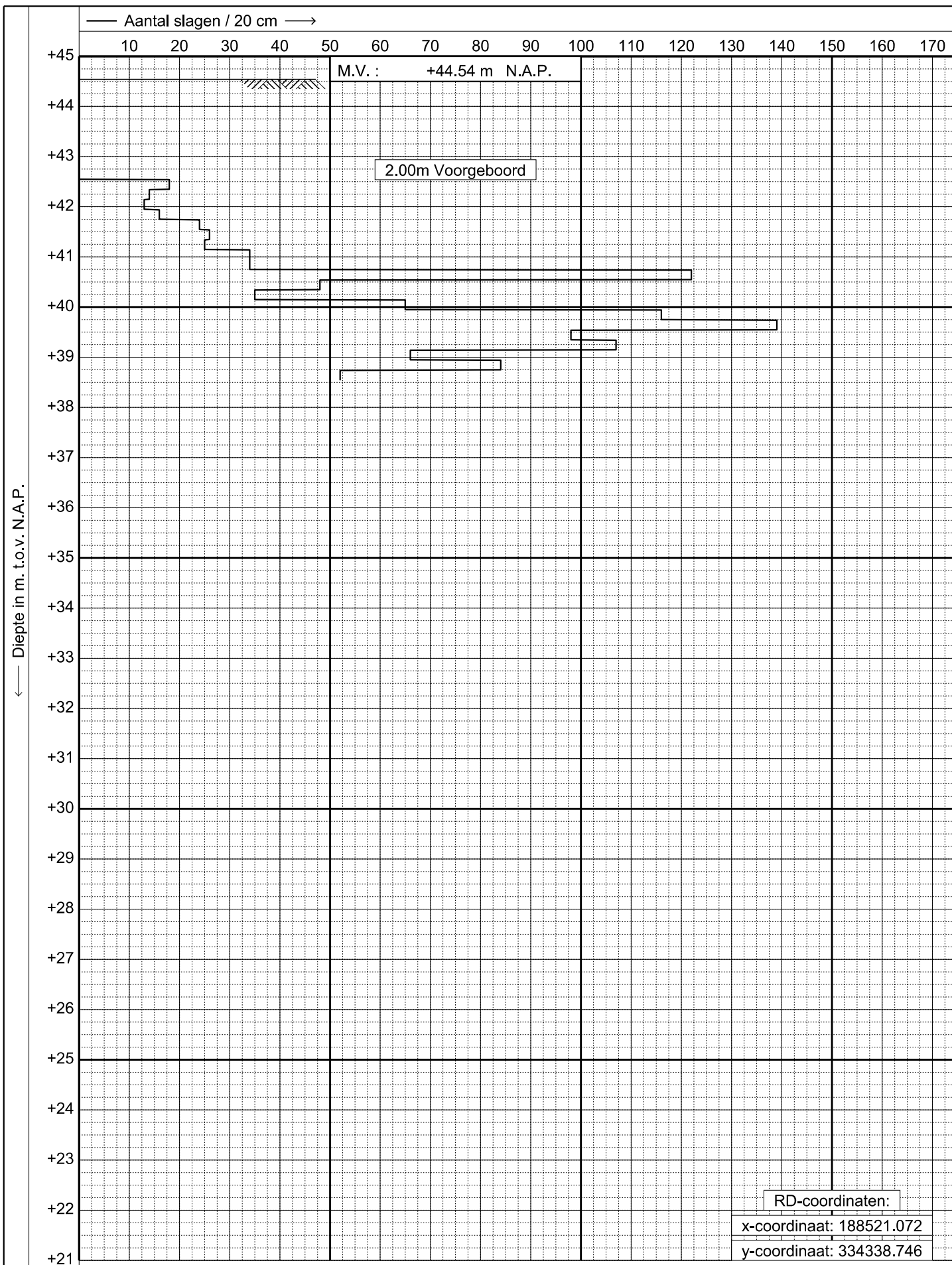
Sondering : **17**



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

Zware slagsondering (50 kg) conform NEN-EN-ISO 22476-2  
 Project : **Corio Glana HL20 fase 2**  
 Locatie : **Parklaan e.o. Sittard**

Datum : **10-06-2021**  
 Conus : **Z**  
 Opdracht : **GC180167**  
 Sondering : **18**

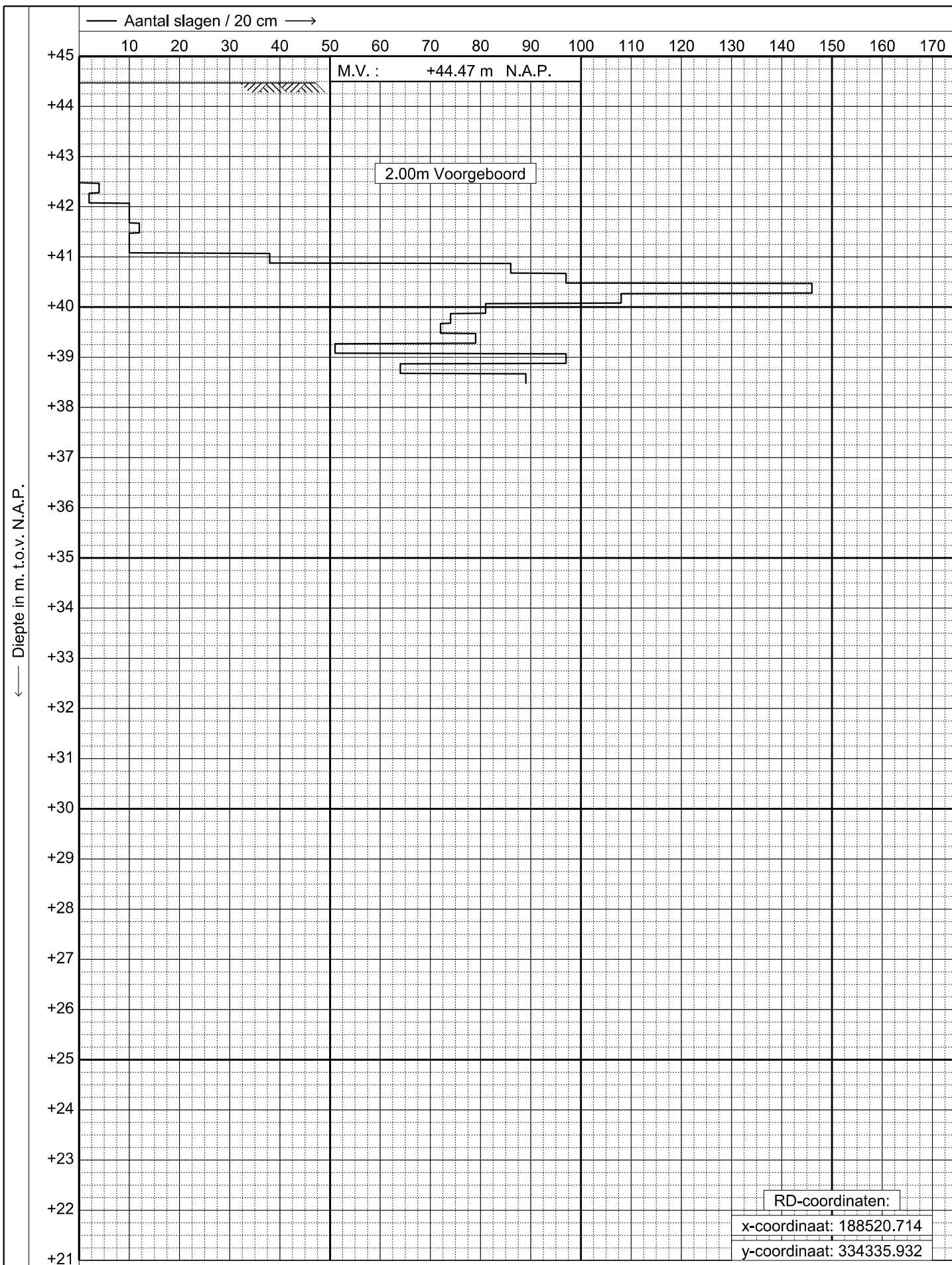


**GEONIUS**  
 www.geonius.nl  
 E-mail: info@geonius.nl  
 Tel.: 088-1300600  
 Fax.: 088-1300669

Lichte slagsondering (10 kg) conform NEN-EN-ISO 22476-2  
 Project : **Corio Glana HL20 fase 2**  
 Locatie : **Parklaan e.o. Sittard**

Datum : **15-06-2021**  
 Conus : **L**  
 Opdracht : **GC180167**  
 Sondering : **19**

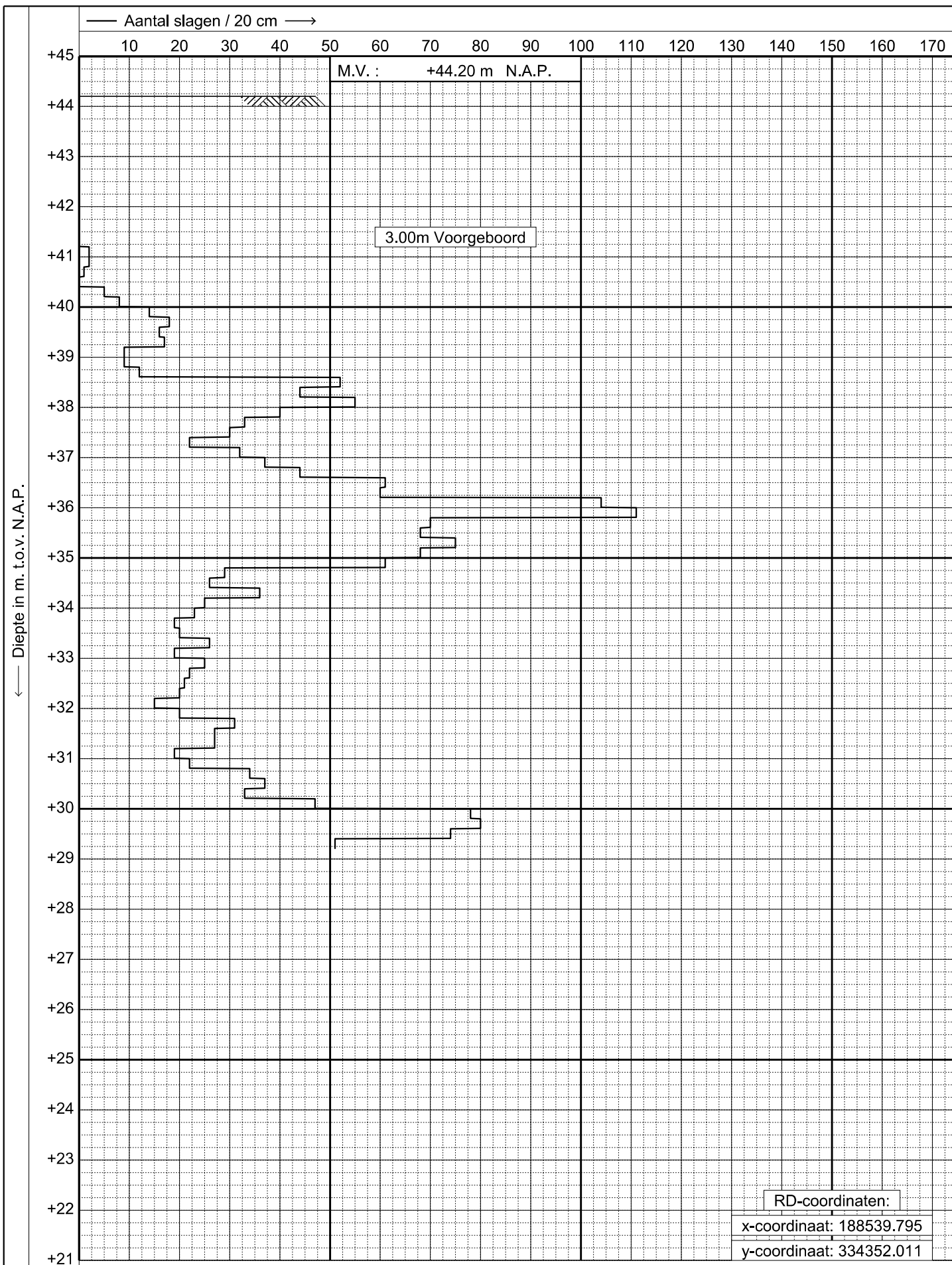




**GEONIUS**  
 www.geonius.nl  
 E-mail: info@geonius.nl  
 Tel.: 088-1300600  
 Fax.: 088-1300669

Lichte slagsondering (10 kg) conform NEN-EN-ISO 22476-2  
 Project : **Corio Glana HL20 fase 2**  
 Locatie : **Parklaan e.o. Sittard**

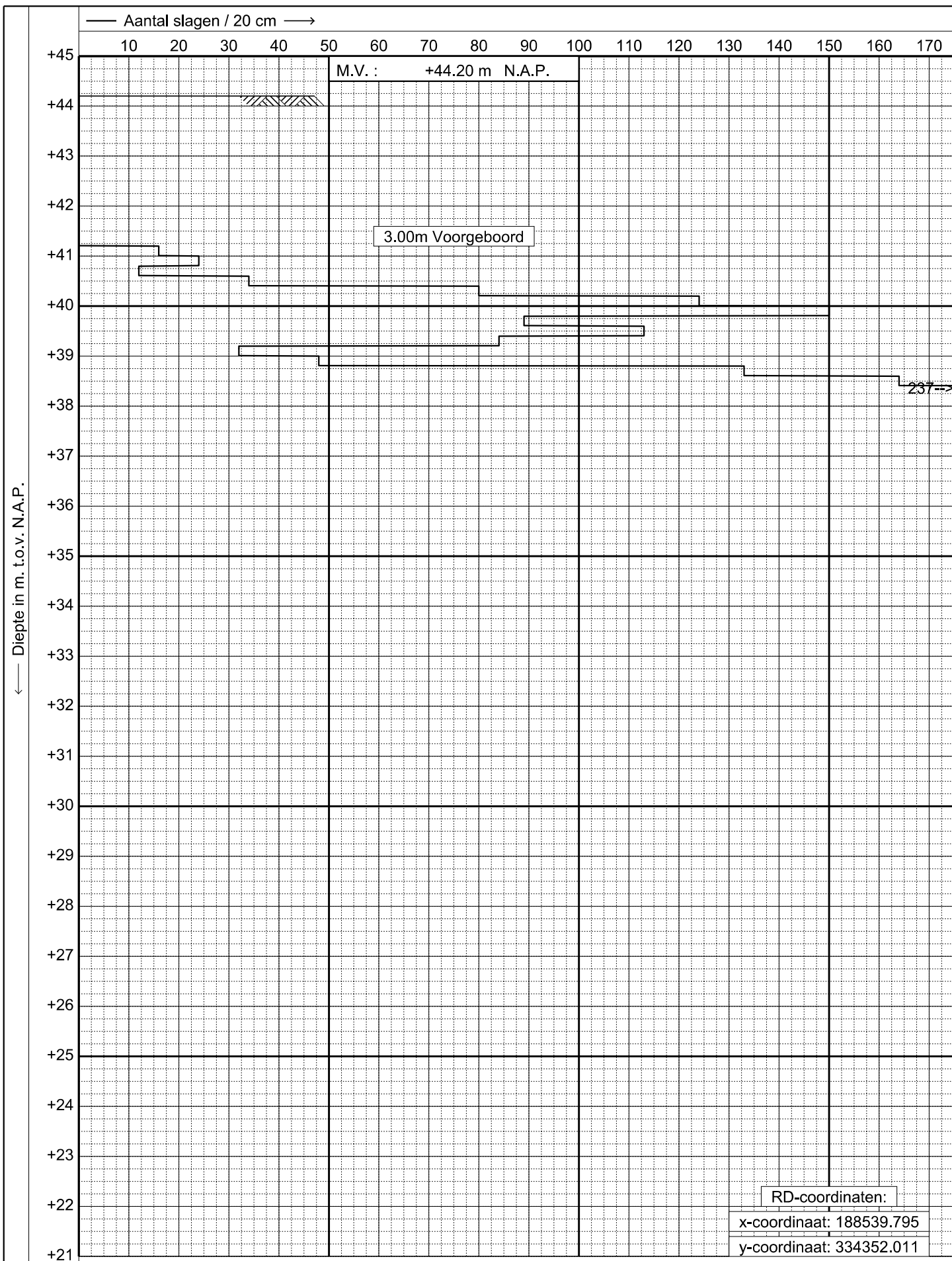
Datum : **15-06-2021**  
 Conus : **L**  
 Opdracht : **GC180167**  
 Sondering : **20**



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

Zware slagsondering (50 kg) conform NEN-EN-ISO 22476-2  
 Project : **Corio Glana HL20 fase 2**  
 Locatie : **Parklaan e.o. Sittard**

Datum : **16-06-2021**  
 Conus : **Z**  
 Opdracht : **GC180167**  
 Sondering : **21**



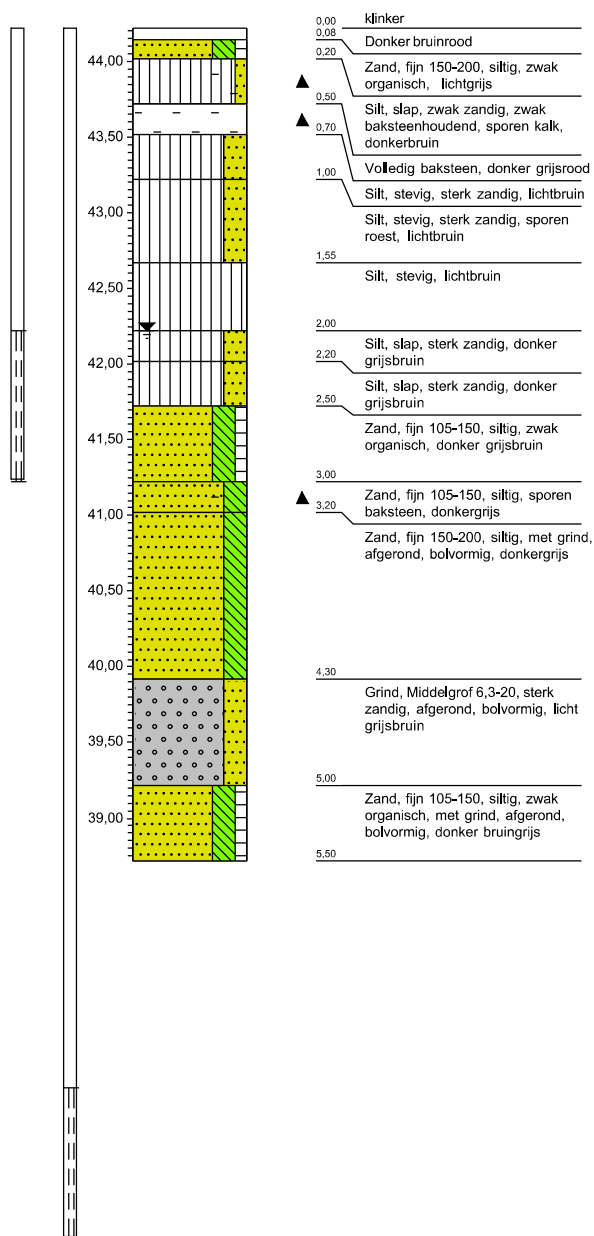
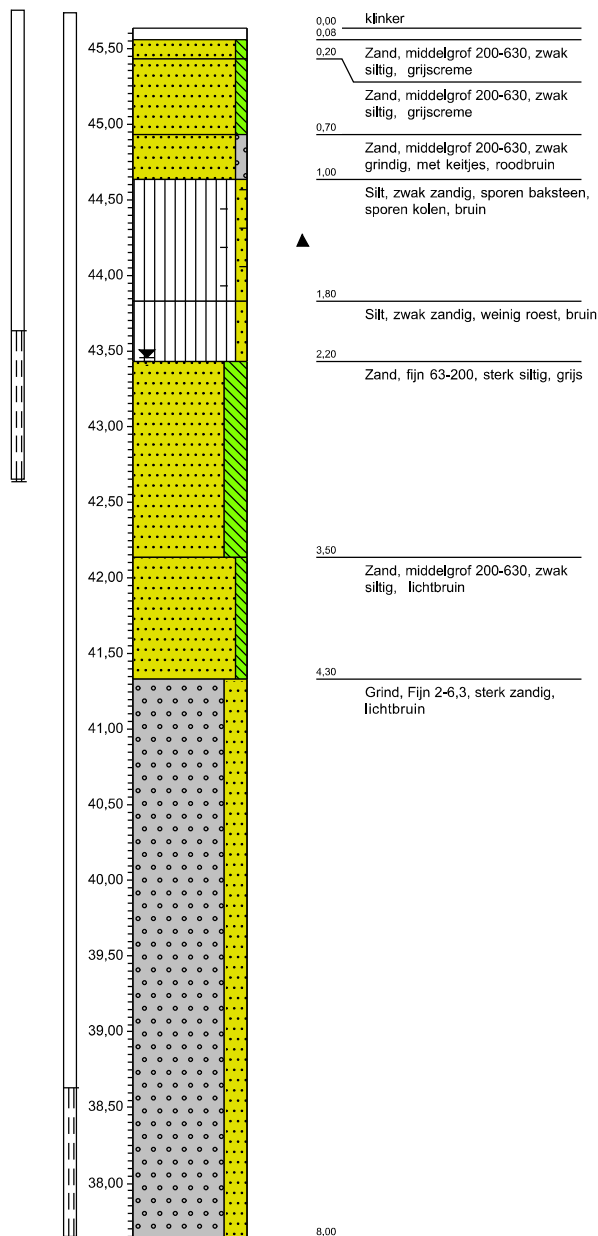
**GEONIUS**  
 www.geonius.nl  
 E-mail: info@geonius.nl  
 Tel.: 088-1300600  
 Fax.: 088-1300669

Lichte slagsondering (10 kg) conform NEN-EN-ISO 22476-2  
 Project : **Corio Glana HL20 fase 2**  
 Locatie : **Parklaan e.o. Sittard**

Datum : **16-06-2021**  
 Conus : **L**  
 Opdracht : **GC180167**  
 Sondering : **22**

## Bijlage 3 Boringen

|                 |                        |                         |                 |                       |                         |
|-----------------|------------------------|-------------------------|-----------------|-----------------------|-------------------------|
| <b>boring:</b>  | <b>PB201</b>           |                         | <b>boring:</b>  | <b>PB202</b>          |                         |
| Maaiveldhoogte: | 45,634 m.t.o.v. N.A.P. | X-coördinaat: 188347,10 | Maaiveldhoogte: | 44,22 m.t.o.v. N.A.P. | X-coördinaat: 188446,80 |
| GWS:            | 218 cm.-mv.            | Y-coördinaat: 334036,00 | GWS:            | 200 cm.-mv.           | Y-coördinaat: 334170,20 |
| Datum:          | 8-2-2021               |                         | Datum:          | 17-3-2021             |                         |



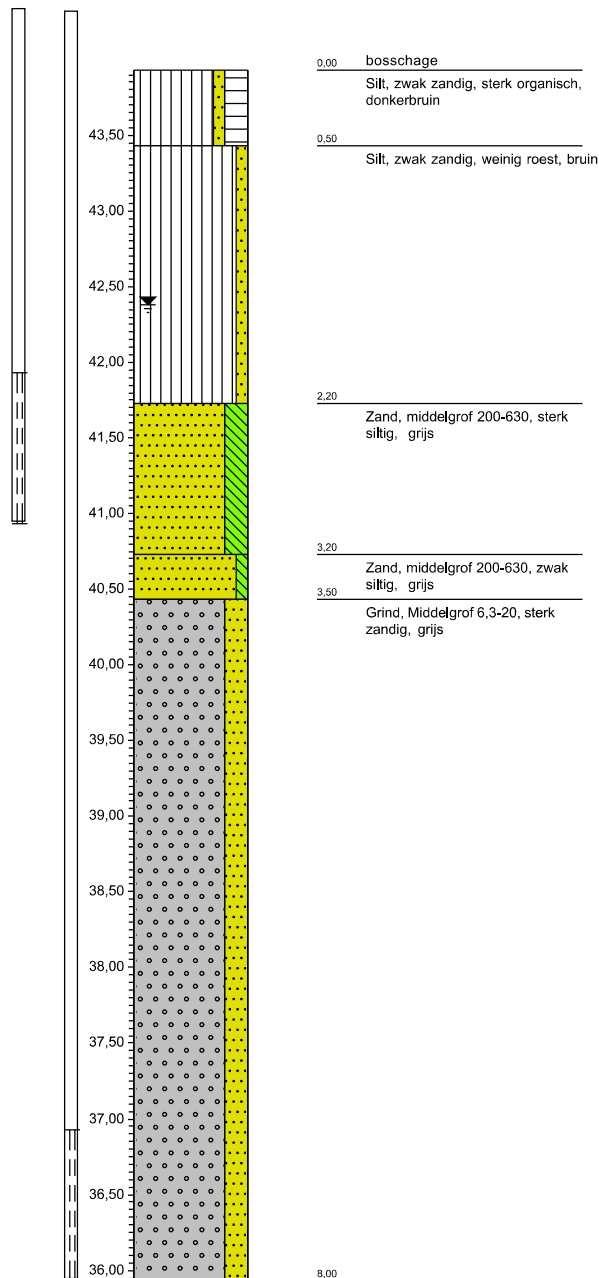
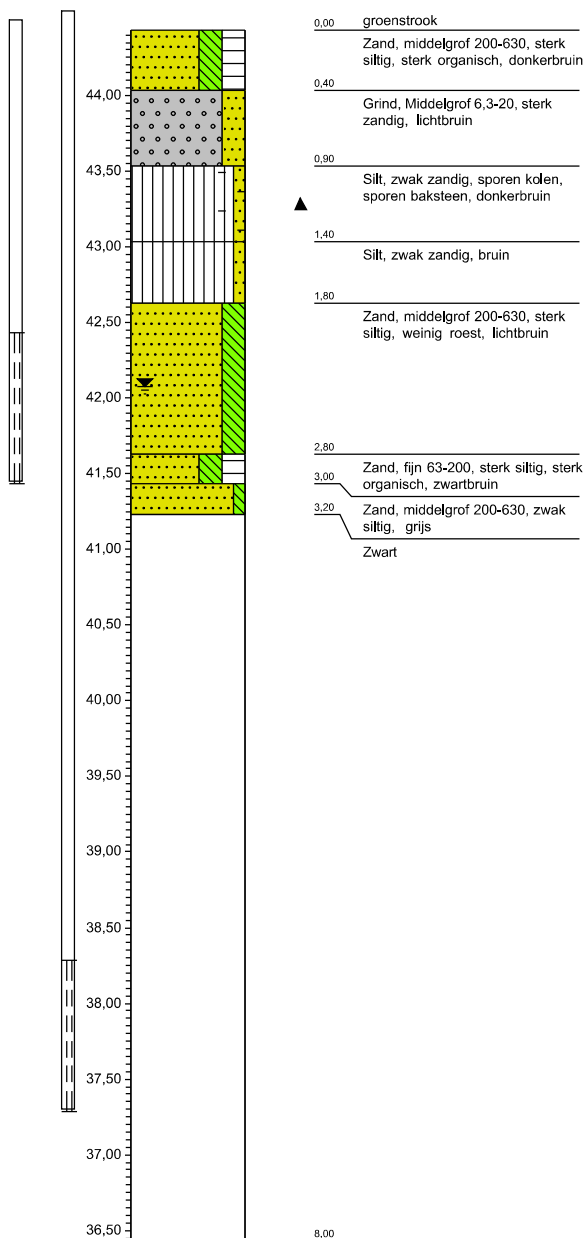


boring: PB203  
Maaiveldhoogte: 44,432 m.t.o.v. N.A.P.  
GWS: 235 cm.-mv.  
Datum: 8-2-2021

X-coördinaat: 188511,30  
Y-coördinaat: 334235,50

boring: PB204  
Maaiveldhoogte: 43,93 m.t.o.v. N.A.P.  
GWS: 155 cm.-mv.  
Datum: 9-2-2021

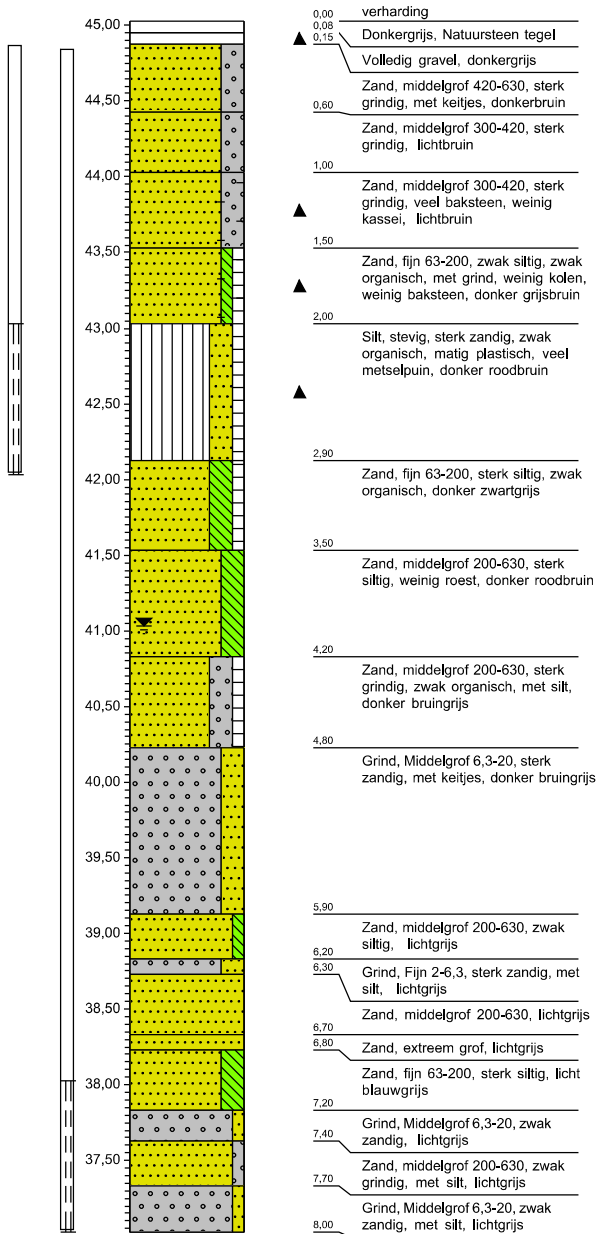
X-coördinaat: 188484,40  
Y-coördinaat: 334238,00



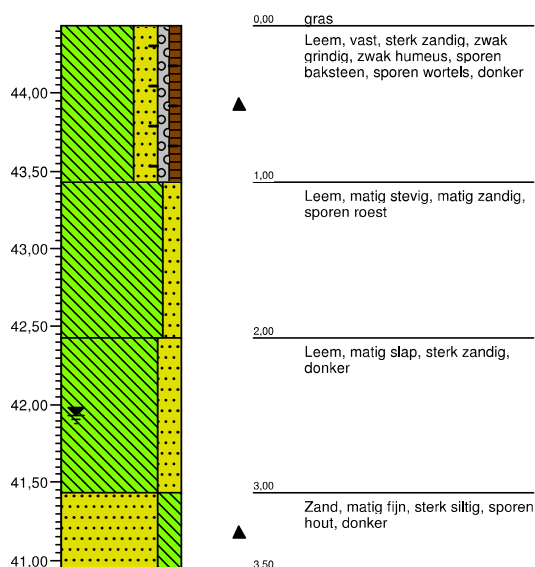
boring: PB205

Maaiveldhoogte: 45,029 m.t.o.v. N.A.P.  
GWS: 400 cm.-mv.  
Datum: 5-3-2021

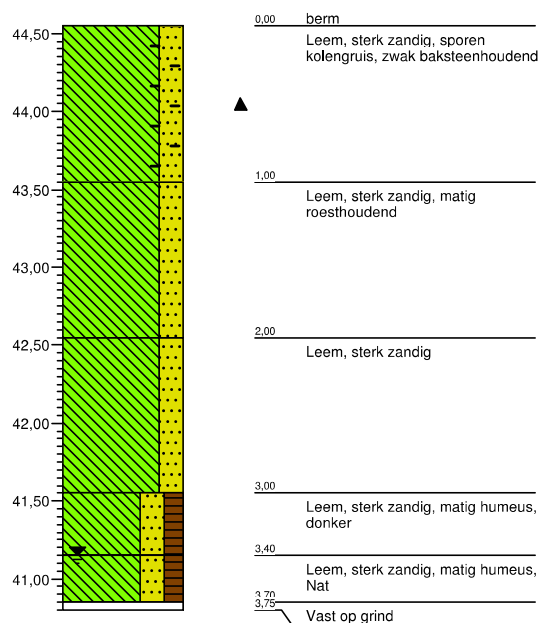
X-coördinaat: 188531,70  
Y-coördinaat: 334441,10



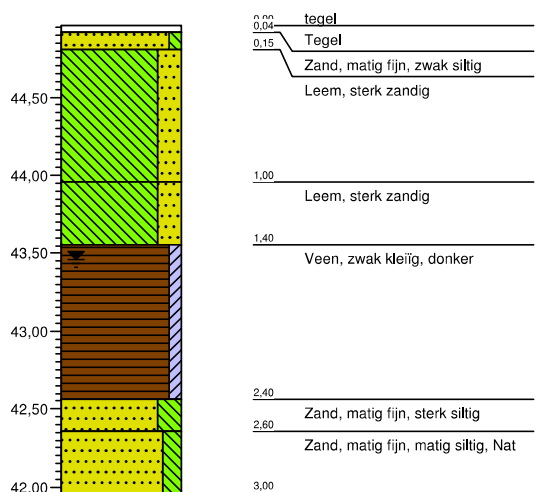
**boring:** DB01  
 Maaiveldhoogte : 44,43 m. t.o.v. N.A.P.  
 GWS : 250 cm. - mv.  
 Datum : 09-06-2021 12:35:01



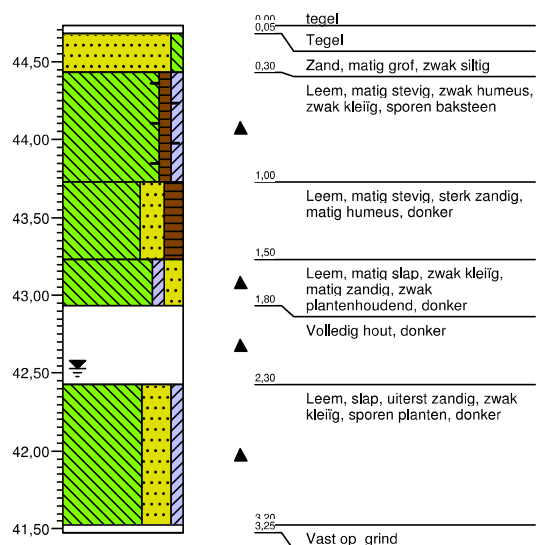
**boring:** DB02  
 Maaiveldhoogte : 44,55 m. t.o.v. N.A.P.  
 GWS : 340 cm. - mv.  
 Datum : 09-06-2021 12:52:16



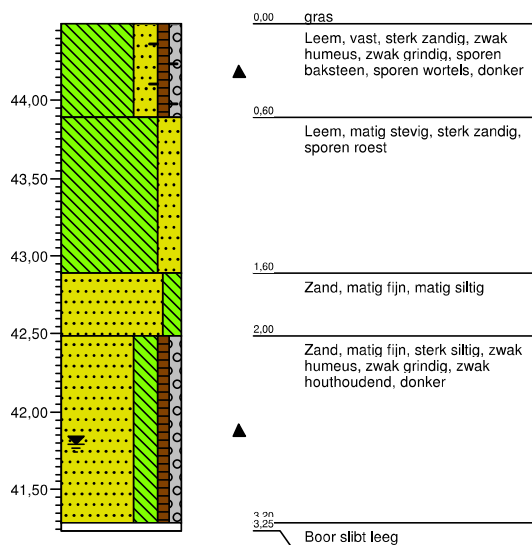
**boring:** DB03  
 Maaiveldhoogte : 44,96 m. t.o.v. N.A.P.  
 GWS : 150 cm. - mv.  
 Datum : 10-06-2021 10:15:47



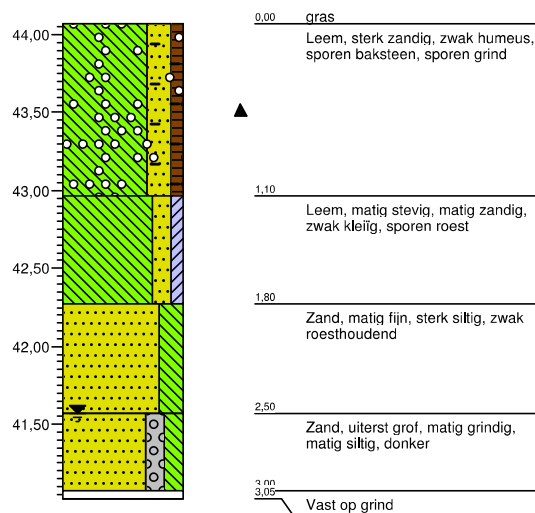
**boring:** DB04  
 Maaiveldhoogte : 44,73 m. t.o.v. N.A.P.  
 GWS : 220 cm. - mv.  
 Datum : 10-06-2021 8:26:46



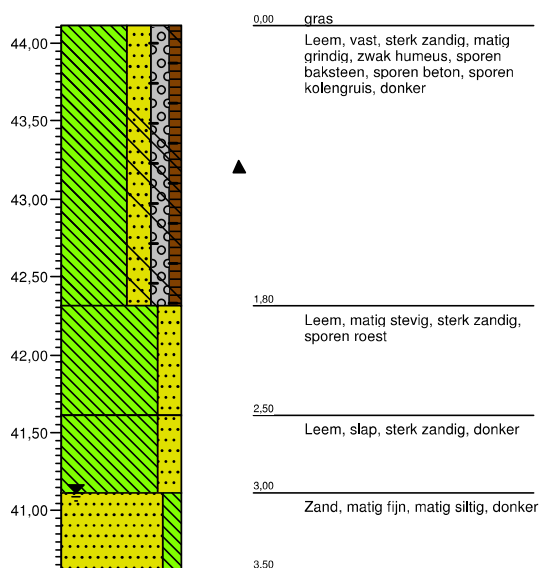
**boring:** DB05  
 Maaiveldhoogte : 44,49 m. t.o.v. N.A.P.  
 GWS : 270 cm. - mv.  
 Datum : 10-06-2021 7:30:12



**boring:** DB06  
 Maaiveldhoogte : 44,07 m. t.o.v. N.A.P.  
 GWS : 250 cm. - mv.  
 Datum : 10-06-2021 11:02:25



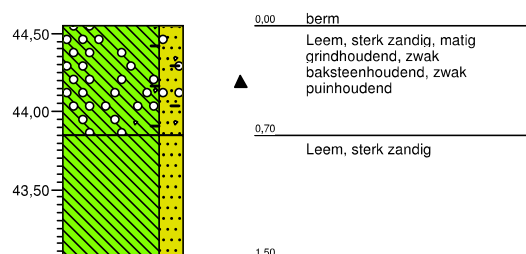
**boring:** DB07  
 Maaiveldhoogte : 44,11 m. t.o.v. N.A.P.  
 GWS : 300 cm. - mv.  
 Datum : 09-06-2021 11:16:12



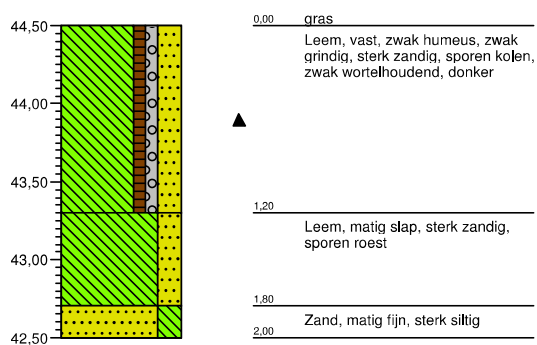
**boring:** VB03  
 Maaiveldhoogte : 44,54 m. t.o.v. N.A.P.  
 cm. - mv.  
 Datum : 07-06-2021 12:20:47  
 Opmerking: Bij LS03



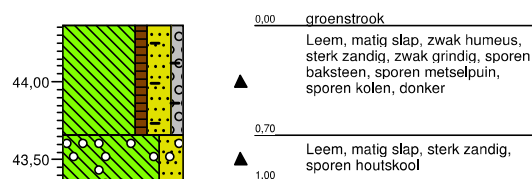
**boring:** VB04  
 Maaiveldhoogte : 44,55 m. t.o.v. N.A.P.  
 cm. - mv.  
 Datum : 07-06-2021 12:16:16  
 Opmerking: Bij ZS04



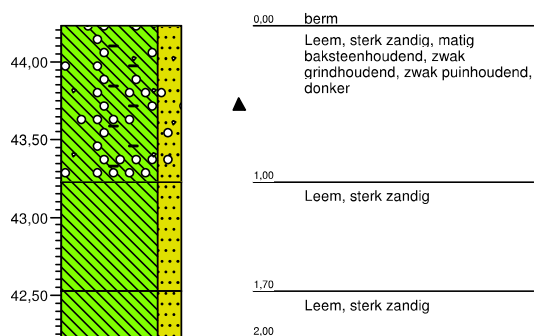
**boring:** VB05  
 Maaiveldhoogte : 44,5 m. t.o.v. N.A.P.  
 cm. - mv.  
 Datum : 07-06-2021 14:16:45  
 Opmerking: Bij ZS05



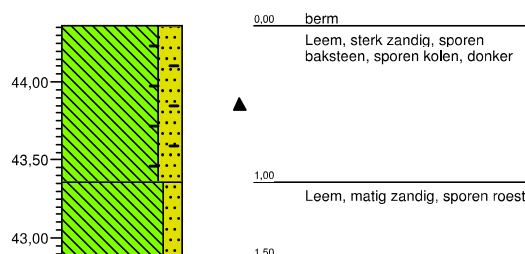
**boring:** VB06  
 Maaiveldhoogte : 44,36 m. t.o.v. N.A.P.  
 cm. - mv.  
 Datum : 07-06-2021 13:34:34  
 Opmerking: Bij LS06



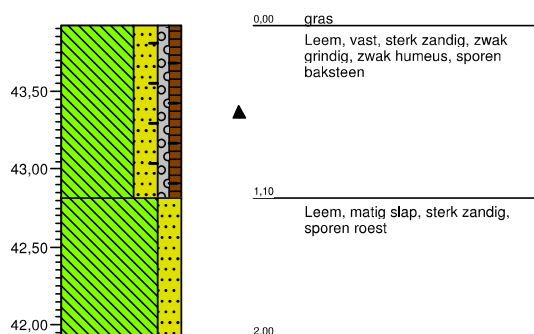
**boring:** VB07  
 Maaiveldhoogte : 44,23 m. t.o.v. N.A.P.  
 cm. - mv.  
 Datum : 08-06-2021 9:51:26  
 Opmerking: Bij ZS07 en LS08



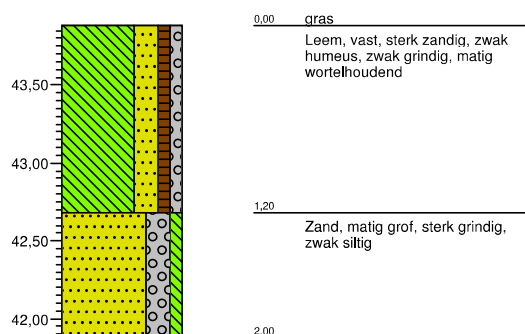
**boring:** VB09  
 Maaiveldhoogte : 44,36 m. t.o.v. N.A.P.  
 cm. - mv.  
 Datum : 08-06-2021 9:54:39  
 Opmerking: Bij ZS09 en LS10



**boring:** VB13  
 Maaiveldhoogte : 43,92 m. t.o.v. N.A.P.  
 cm. - mv.  
 Datum : 08-06-2021 14:54:16  
 Opmerking: Bij ZS13 en LS14

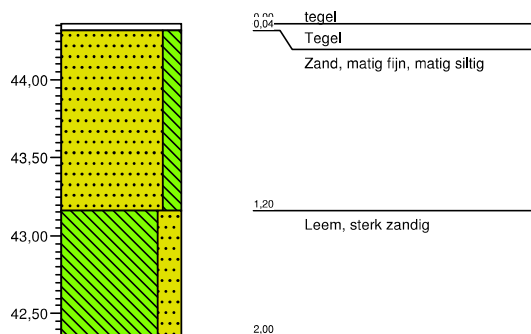


**boring:** VB15  
 Maaiveldhoogte : 43,88 m. t.o.v. N.A.P.  
 cm. - mv.  
 Datum : 10-06-2021 12:11:32  
 Opmerking: Bij ZS15, LS16 en LS16A

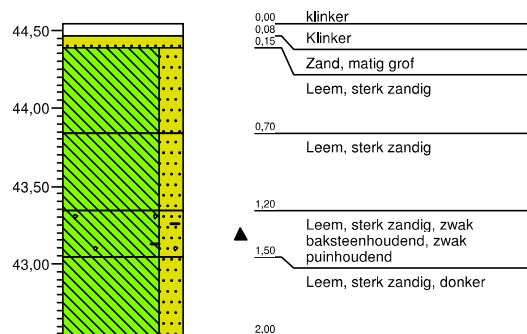




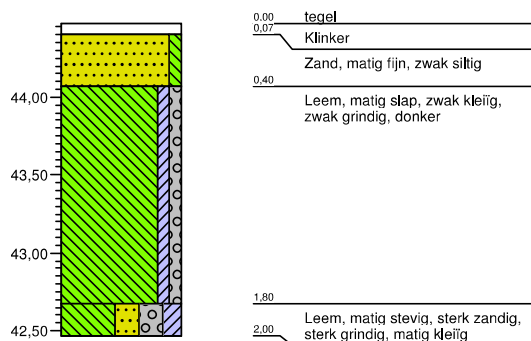
**boring:** VB17  
 Maaiveldhoogte : 44,36 m. t.o.v. N.A.P.  
 cm. - mv.  
 Datum : 15-06-2021 6:53:21  
 Opmerking: Bij ZS17



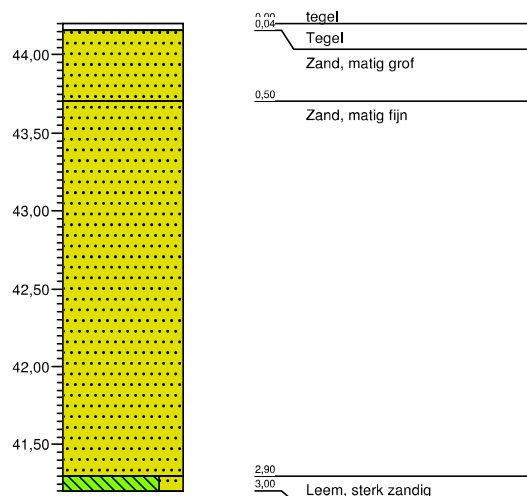
**boring:** VB19  
 Maaiveldhoogte : 44,54 m. t.o.v. N.A.P.  
 cm. - mv.  
 Datum : 15-06-2021 7:33:31  
 Opmerking: Bij LS19



**boring:** VB20  
 Maaiveldhoogte : 44,47 m. t.o.v. N.A.P.  
 cm. - mv.  
 Datum : 15-06-2021 7:17:43  
 Opmerking: Bij LS20

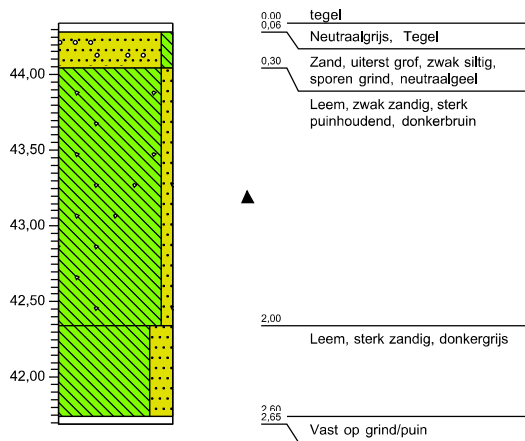


**boring:** VB22  
 Maaiveldhoogte : 44,2 m. t.o.v. N.A.P.  
 cm. - mv.  
 Datum : 15-06-2021 8:19:55  
 Opmerking: Bij ZS21 en LS22



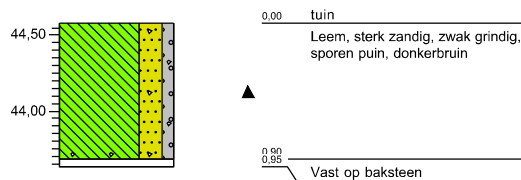
**Boring:** HB101

Maaiveldhoogte: 44,34 m.t.o.v. N.A.P. X-coördinaat:188539,05  
Datum: 18-1-2022 Y-coördinaat:334399,24



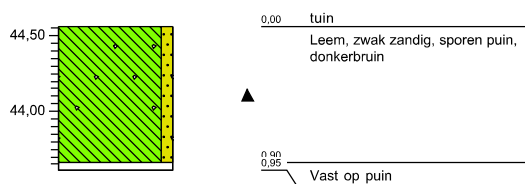
**Boring:** HB102-1

Maaiveldhoogte: 44,58 m.t.o.v. N.A.P. X-coördinaat:188528,90  
Datum: 18-1-2022 Y-coördinaat:334386,38



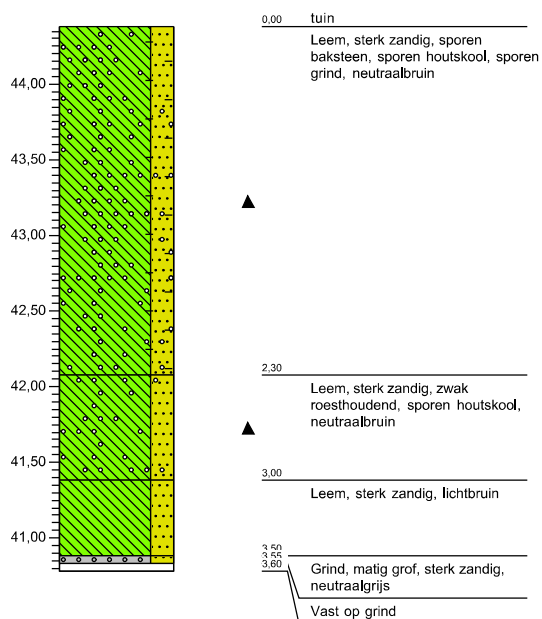
**Boring:** HB102-2

Maaiveldhoogte: 44,56 m.t.o.v. N.A.P. X-coördinaat:188528,51  
Datum: 18-1-2022 Y-coördinaat:334386,63



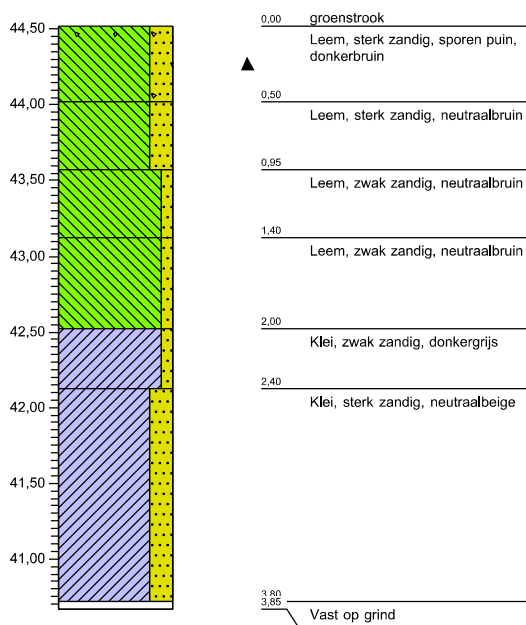
**Boring:** HB102-3

Maaiveldhoogte: 44,38 m.t.o.v. N.A.P. X-coördinaat:188531,59  
Datum: 18-1-2022 Y-coördinaat:334384,50



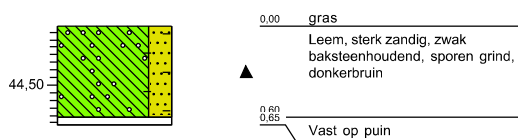
**Boring:** HB103

Maaiveldhoogte: 44,52 m.t.o.v. N.A.P. X-coördinaat:188484,19  
 Datum: 18-1-2022 Y-coördinaat:334287,78



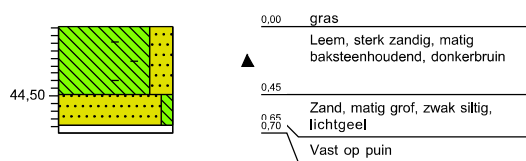
**Boring:** HB106-1

Maaiveldhoogte: 44,89 m.t.o.v. N.A.P. X-coördinaat:188458,25  
 Datum: 18-1-2022 Y-coördinaat:334217,86



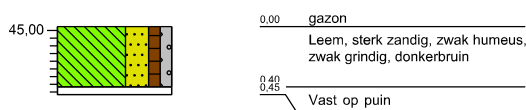
**Boring:** HB106-2

Maaiveldhoogte: 44,96 m.t.o.v. N.A.P. X-coördinaat:188459,74  
 Datum: 18-1-2022 Y-coördinaat:334218,57



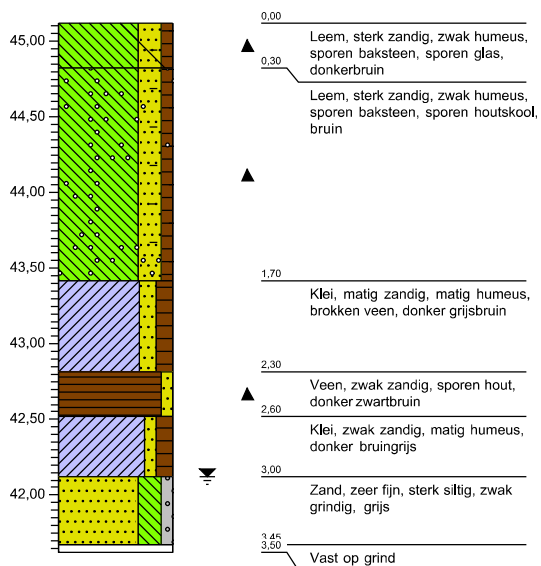
**Boring:** HB106-3

Maaiveldhoogte: 45,03 m.t.o.v. N.A.P. X-coördinaat:188451,47  
 Datum: 18-1-2022 Y-coördinaat:334212,21



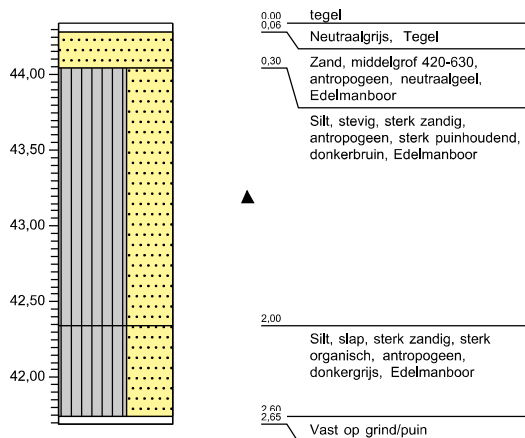
**Boring:** HB111

Maaiveldhoogte: 45,12 m. t.o.v. N.A.P. X-coördinaat: 188388,55  
Grondwaterstand (cm. - mv.): 300 Y-coördinaat: 334088,95  
Datum: 19-1-2022



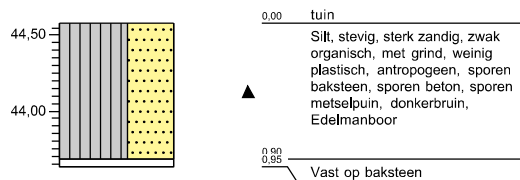
**Boring:** HB101

Maaiveldhoogte: 44,34 m.t.o.v. N.A.P. X-coördinaat:188539,05  
Datum: 18-1-2022 Y-coördinaat:334399,24



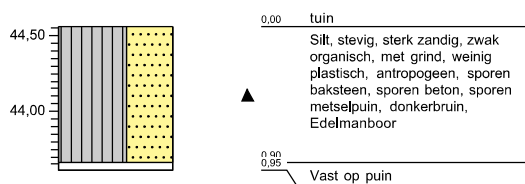
**Boring:** HB102-1

Maaiveldhoogte: 44,58 m.t.o.v. N.A.P. X-coördinaat:188528,90  
Datum: 18-1-2022 Y-coördinaat:334386,38



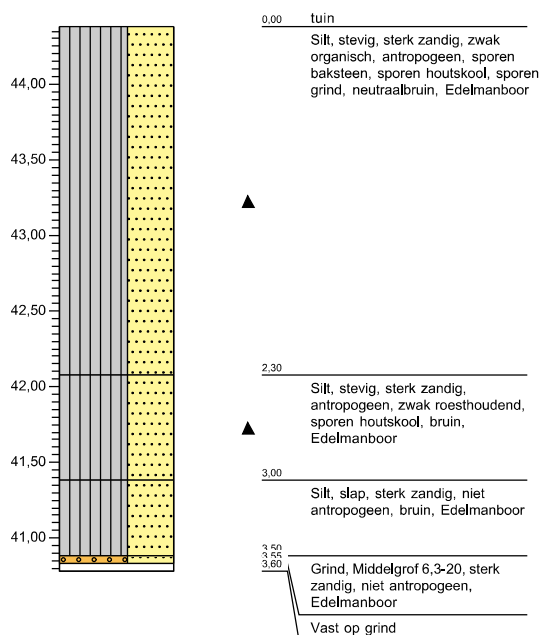
**Boring:** HB102-2

Maaiveldhoogte: 44,56 m.t.o.v. N.A.P. X-coördinaat:188528,51  
Datum: 18-1-2022 Y-coördinaat:334386,63



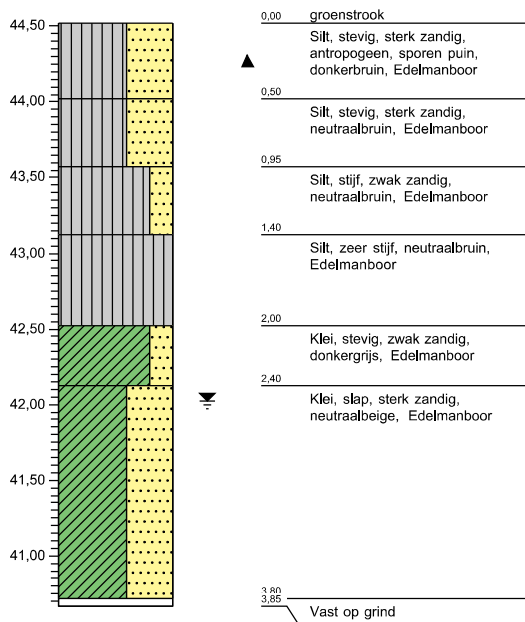
**Boring:** HB102-3

Maaiveldhoogte: 44,38 m.t.o.v. N.A.P. X-coördinaat:188531,59  
Datum: 18-1-2022 Y-coördinaat:334384,50



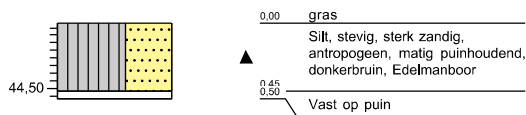
**Boring:** HB103

Maaiveldhoogte: 44,52 m.t.o.v. N.A.P. X-coördinaat: 188484,19  
 Grondwaterstand (cm. - mv.): 250 Y-coördinaat: 334287,78  
 Datum: 18-1-2022



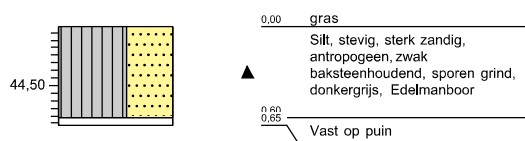
**Boring:** HB105

Maaiveldhoogte: 44,93 m.t.o.v. N.A.P. X-coördinaat: 188468,83  
 Datum: 18-1-2022 Y-coördinaat: 334230,00



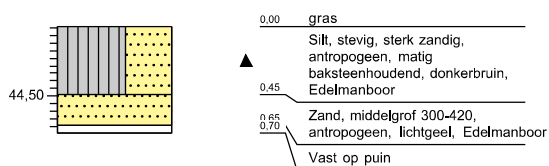
**Boring:** HB106-1

Maaiveldhoogte: 44,89 m.t.o.v. N.A.P. X-coördinaat: 188458,25  
 Datum: 18-1-2022 Y-coördinaat: 334217,86



**Boring:** HB106-2

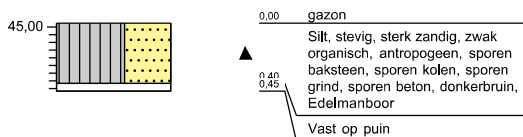
Maaiveldhoogte: 44,96 m.t.o.v. N.A.P. X-coördinaat: 188459,74  
 Datum: 18-1-2022 Y-coördinaat: 334218,57





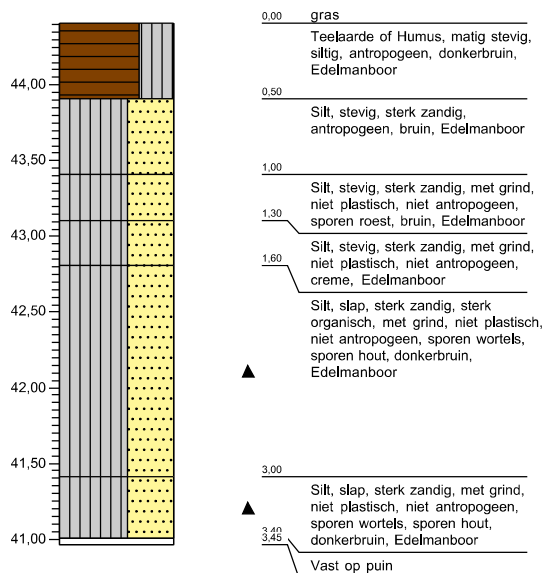
**Boring:** HB106-3

Maaiveldhoogte: 45,03 m.t.o.v. N.A.P. X-coördinaat:188451,47  
Datum: 18-1-2022 Y-coördinaat:334212,20



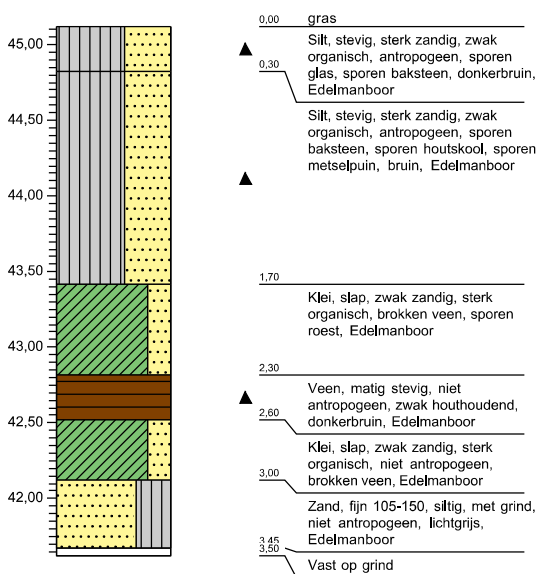
**Boring:** HB109

Maaiveldhoogte: 44,41 m.t.o.v. N.A.P. X-coördinaat:188414,80  
Datum: 19-1-2022 Y-coördinaat:334136,54



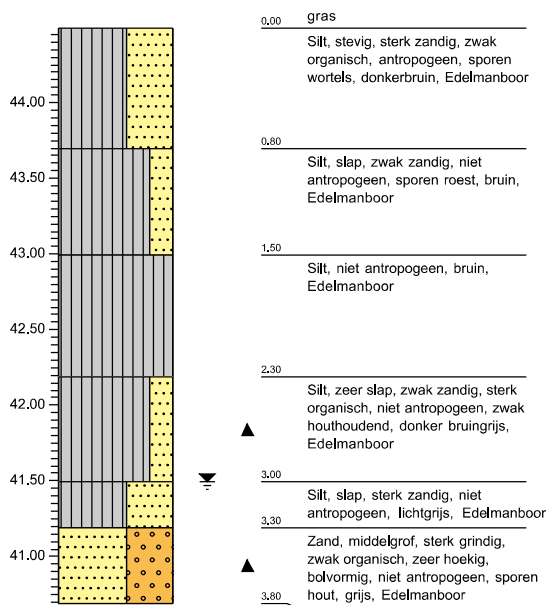
**Boring:** HB111

Maaiveldhoogte: 45,12 m.t.o.v. N.A.P. X-coördinaat:188388,55  
Datum: 19-1-2022 Y-coördinaat:334088,95



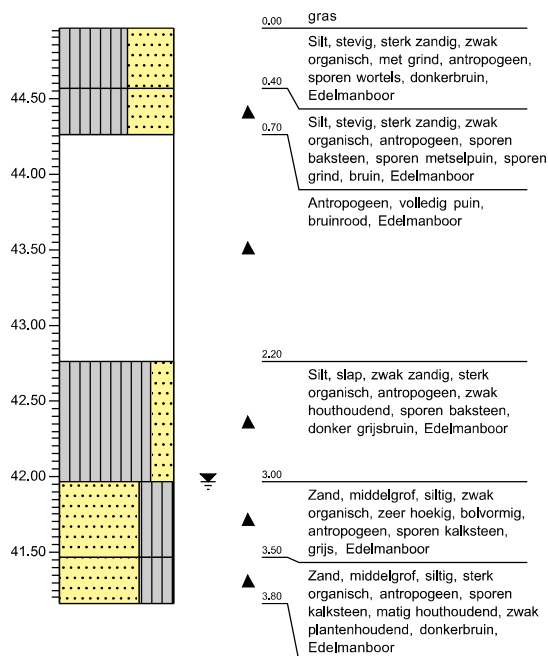
**Boring: HB104**

Maaiveldhoogte: 44.492 m.t.o.v. N.A.P. X-coördinaat: 188479.08  
 Grondwaterstand (cm. - mv.): 300 Y-coördinaat: 334249.60  
 Datum: 20-6-2022



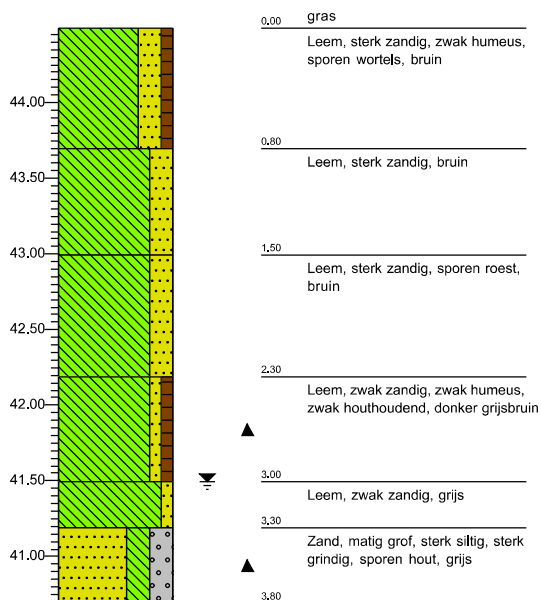
**Boring: HB201**

Maaiveldhoogte: 44.963 m.t.o.v. N.A.P. X-coördinaat: 188477.25  
 Grondwaterstand (cm. - mv.): 300 Y-coördinaat: 334144.81  
 Datum: 20-6-2022



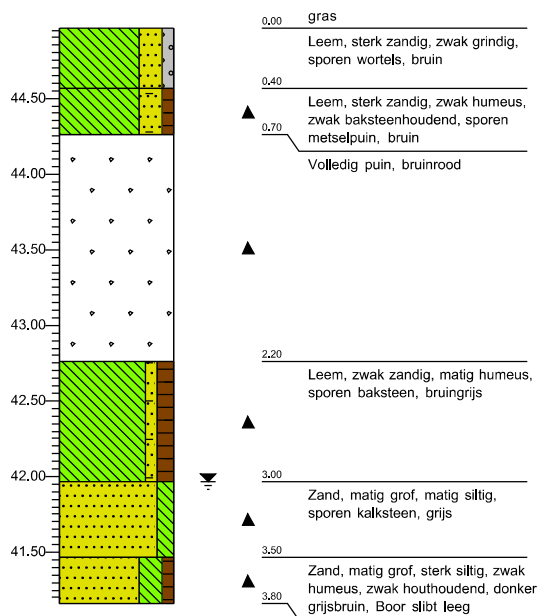
**Boring: HB104**

Maaiveldhoogte: 44.492 m. t.o.v. N.A.P. X-coördinaat: 188479.08  
 Grondwaterstand (cm. - mv.): 300 Y-coördinaat: 334249.60  
 Datum: 20-6-2022



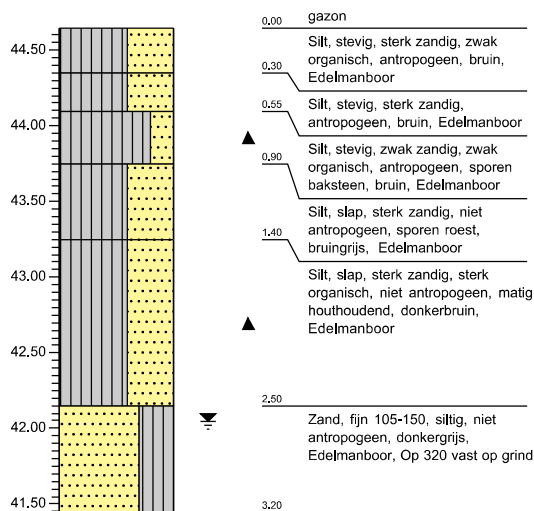
**Boring: HB201**

Maaiveldhoogte: 44.963 m. t.o.v. N.A.P. X-coördinaat: 188477.25  
 Grondwaterstand (cm. - mv.): 300 Y-coördinaat: 334144.81  
 Datum: 20-6-2022



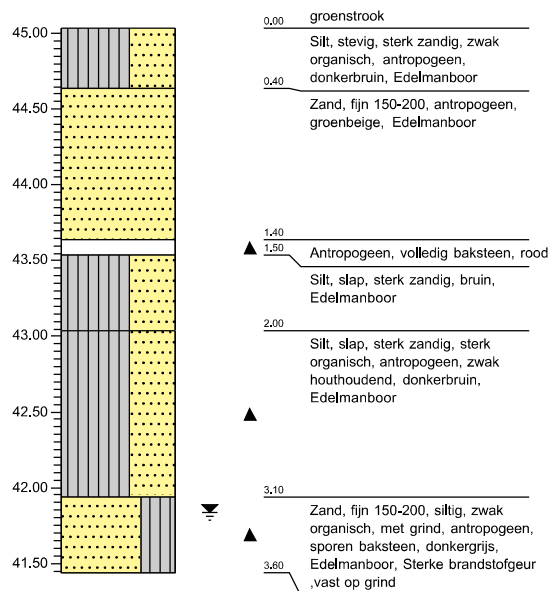
**Boring:** HB301

Maaiveldhoogte: 44.645 m.t.o.v. N.A.P.  
 Grondwaterstand (cm. - mv.): 260  
 Datum: 15-8-2022



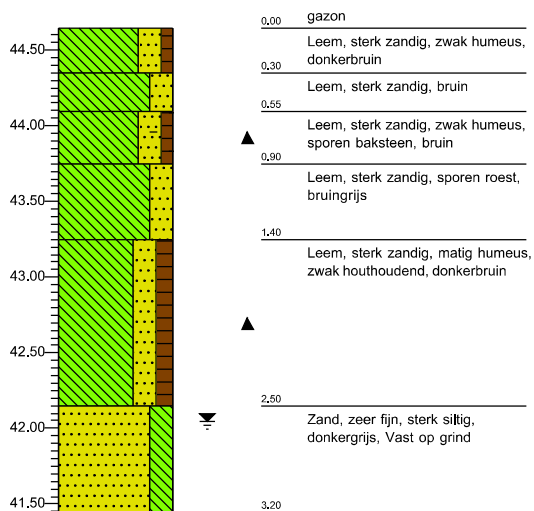
**Boring:** HB302

Maaiveldhoogte: 45.037 m.t.o.v. N.A.P.  
 Grondwaterstand (cm. - mv.): 320  
 Datum: 15-8-2022



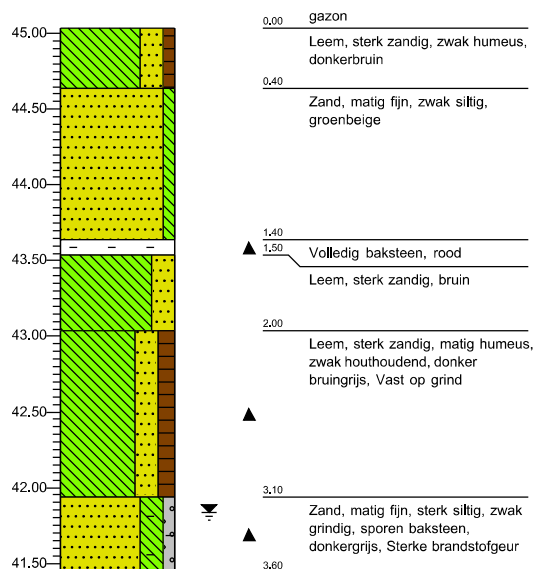
**Boring:** HB301

Maaiveldhoogte: 44.645 m.t.o.v. N.A.P.  
 Grondwaterstand (cm. - mv.): 260  
 Datum: 15-8-2022

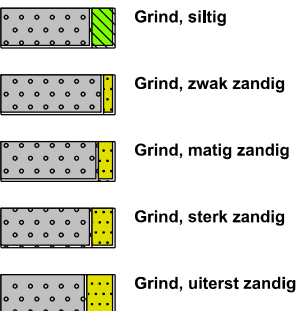


**Boring:** HB302

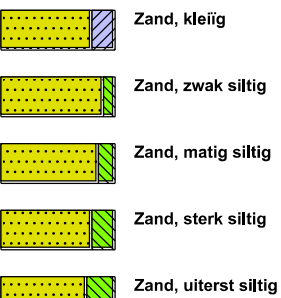
Maaiveldhoogte: 45.037 m.t.o.v. N.A.P.  
 Grondwaterstand (cm. - mv.): 320  
 Datum: 15-8-2022



## grind



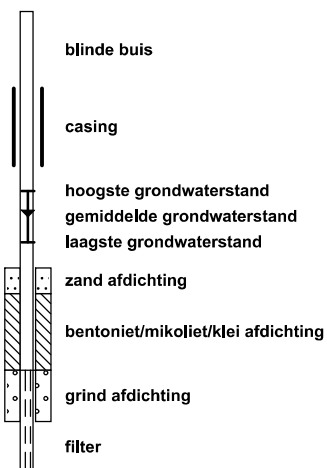
## zand



## veen



## peilbuis



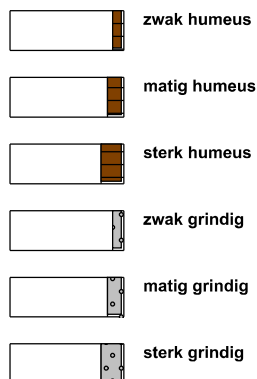
## klei



## leem



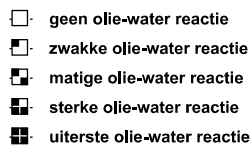
## overige toevoegingen



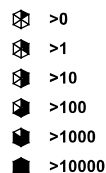
## geur



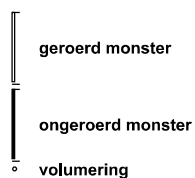
## olie



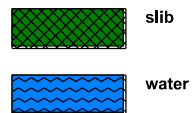
## p.i.d.-waarde



## monsters



## overig





## Bijlage 4 Doorlatendheidsmetingen

projektschrijving: Corio Glana Fase 2  
 lokatie : Sittard  
 boring : DB01

opdr.nr : GC180167  
 datum: 10-06-21  
 meting: DM01

formule om de doorlatendheid volgens Hooghoudt te bepalen :

voor  $S > 0,5H$  geldt :

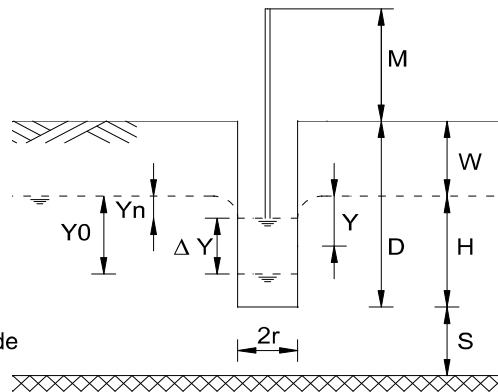
$$k = ((4000r^2)/((H+20r)*((2-(Y/H))*Y)))*(\Delta Y/\Delta t)$$

voor  $S = 0$  geldt :

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

Hierbij is :

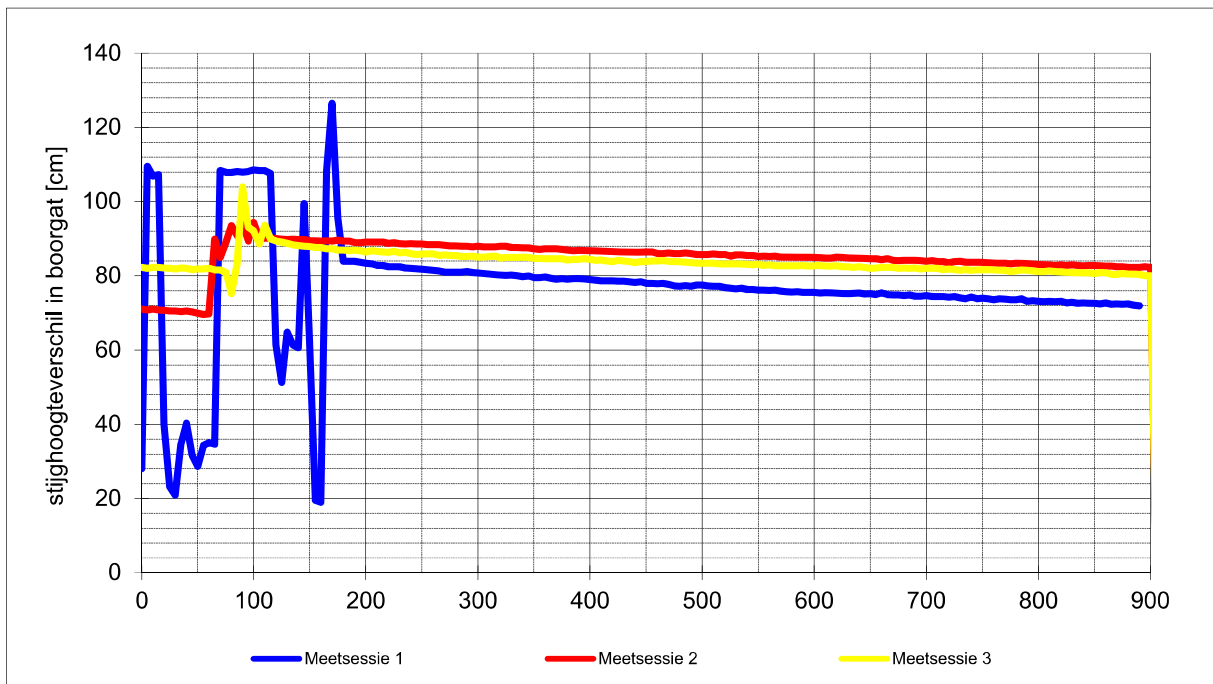
Y = gemiddelde waterstand over de gehele meetperiode  
 r = boorgatradius  
 H = diepte boorgat beneden grondwaterspiegel  
 $\Delta t$  = verlopen tijd  
 $\Delta Y$  = stijging van de waterstand in boorgat over de gehele meetperiode



### onderzoekswaarden

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

|     |        |    |
|-----|--------|----|
| H : | 120.0  | cm |
| M : | 0.0    | cm |
| r : | 3.5    | cm |
| W : | 180.0  | cm |
| S : | 1000.0 | cm |



| meetsessie 1 |           |
|--------------|-----------|
| t0 =         | 185 sec   |
| Y0 =         | 83.92 cm  |
| tn =         | 195 sec   |
| Yn =         | 83.68 cm  |
| $\Delta Y$ = | 0.23 cm   |
| r =          | 3.50 cm   |
| H =          | 120.00 cm |
| Y =          | 83.80 cm  |
| $\Delta t$ = | 10 sec    |

k = 0.06 m/dag

| meetsessie 2 |           |
|--------------|-----------|
| t0 =         | 125 sec   |
| Y0 =         | 89.87 cm  |
| tn =         | 150 sec   |
| Yn =         | 89.46 cm  |
| $\Delta Y$ = | 0.41 cm   |
| r =          | 3.50 cm   |
| H =          | 120.00 cm |
| Y =          | 89.66 cm  |
| $\Delta t$ = | 25 sec    |

k = 0.04 m/dag

| meetsessie 3 |           |
|--------------|-----------|
| t0 =         | 120 sec   |
| Y0 =         | 89.34 cm  |
| tn =         | 150 sec   |
| Yn =         | 87.88 cm  |
| $\Delta Y$ = | 1.46 cm   |
| r =          | 3.50 cm   |
| H =          | 120.00 cm |
| Y =          | 88.61 cm  |
| $\Delta t$ = | 30 sec    |

k = 0.11 m/dag

projektschrijving: Corio Glana Fase 2  
lokatie : Sittard  
boring : DB02

opdr.nr : GC180167  
datum: 04-06-21  
meting: DM02

formule om de doorlatendheid volgens Hooghoudt te bepalen :

voor  $S > 0,5H$  geldt :

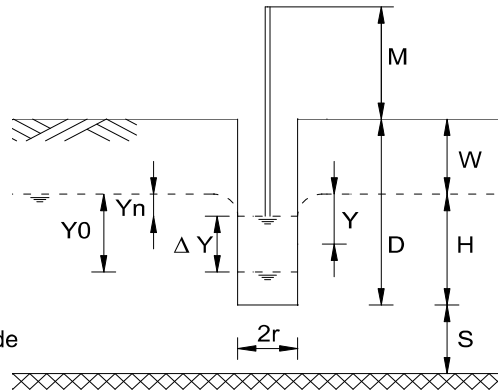
$$k = ((4000r^2)/((H+20r)*((2-(Y/H))*Y)))*(\Delta Y/\Delta t)$$

voor  $S = 0$  geldt :

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

Hierbij is :

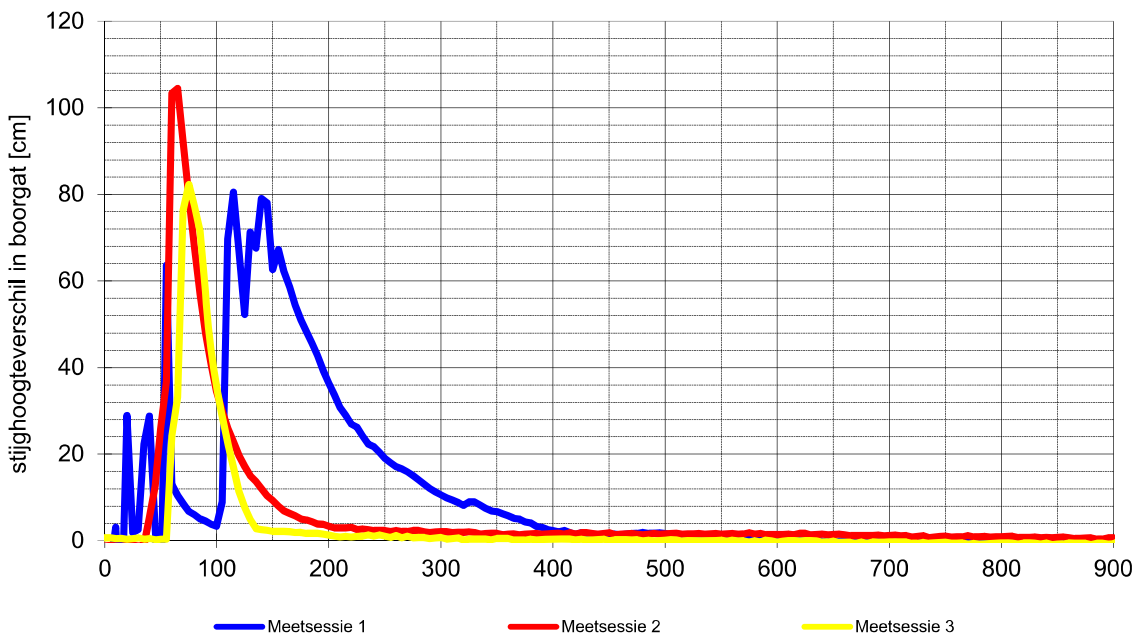
Y = gemiddelde waterstand over de gehele meetperiode  
r = boorgatradius  
H = diepte boorgat beneden grondwaterspiegel  
 $\Delta t$  = verlopen tijd  
 $\Delta Y$  = stijging van de waterstand in boorgat over de gehele meetperiode



#### onderzoekswaarden

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

|     |        |    |
|-----|--------|----|
| H : | 138.0  | cm |
| M : | 0.0    | cm |
| r : | 3.5    | cm |
| W : | 192.0  | cm |
| S : | 1000.0 | cm |



meetsessie 1  
t0 = 155 sec  
Y0 = 67.27 cm  
tn = 165 sec  
Yn = 58.52 cm  
 $\Delta Y$  = 8.75 cm  
r = 3.50 cm  
H = 138.00 cm  
Y = 62.89 cm  
 $\Delta t$  = 10 sec

k = 2.12 m/dag

meetsessie 2  
t0 = 70 sec  
Y0 = 92.23 cm  
tn = 80 sec  
Yn = 68.08 cm  
 $\Delta Y$  = 24.15 cm  
r = 3.50 cm  
H = 138.00 cm  
Y = 80.16 cm  
 $\Delta t$  = 10 sec

k = 5.00 m/dag

meetsessie 3  
t0 = 85 sec  
Y0 = 71.41 cm  
tn = 95 sec  
Yn = 44.17 cm  
 $\Delta Y$  = 27.24 cm  
r = 3.50 cm  
H = 138.00 cm  
Y = 57.79 cm  
 $\Delta t$  = 10 sec

k = 7.02 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 :

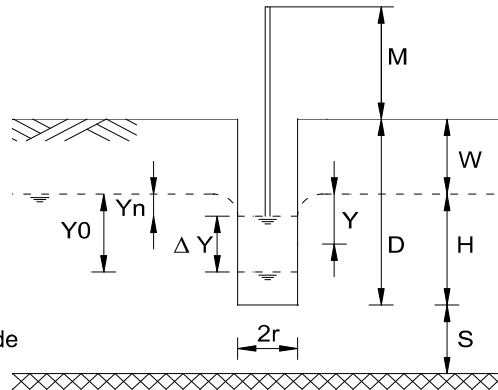
$$k = ((3600r^2)/((H+10r)*((2-(Y/H))*Y)))*(\Delta Y/\Delta t)$$

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

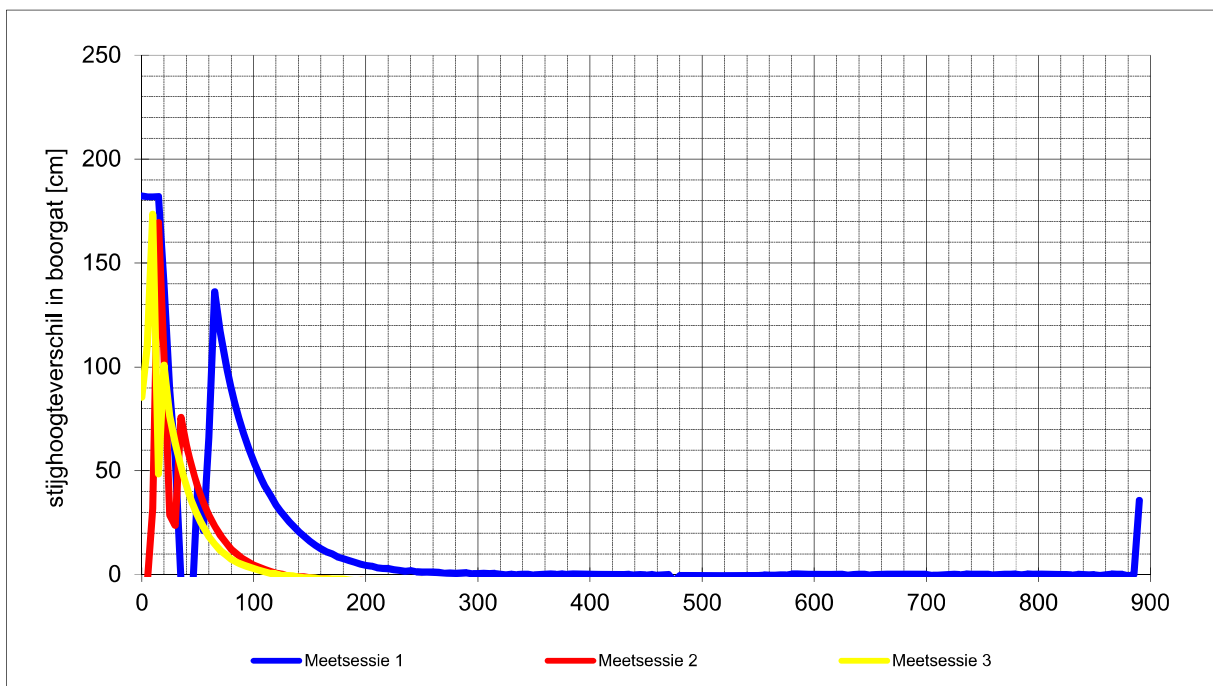
standaardhoogte

radiusboorgat

grondwater

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

|    |        |    |
|----|--------|----|
| H: | 184.0  | cm |
| M: | 0.0    | cm |
| r: | 3.5    | cm |
| W: | 116.0  | cm |
| S: | 1000.0 | cm |



| meet sessie 1 |        |     |
|---------------|--------|-----|
| t0 =          | 65     | sec |
| Y0 =          | 136.14 | cm  |
| tn =          | 70     | sec |
| Yn =          | 117.13 | cm  |
| $\Delta Y =$  | 19.02  | cm  |
| r =           | 3.50   | cm  |
| H =           | 184.00 | cm  |
| Y =           | 126.63 | cm  |
| $\Delta t =$  | 5      | sec |

$$k = 4.42 \text{ m/dag}$$

| meet sessie 2 |        |     |
|---------------|--------|-----|
| t0 =          | 20     | sec |
| Y0 =          | 105.66 | cm  |
| tn =          | 25     | sec |
| Yn =          | 28.78  | cm  |
| $\Delta Y =$  | 76.88  | cm  |
| r =           | 3.50   | cm  |
| H =           | 184.00 | cm  |
| Y =           | 67.22  | cm  |
| $\Delta t =$  | 5      | sec |

k = 27.00 m/dag (NB)

| meet sessie 3 |        |     |
|---------------|--------|-----|
| t0 =          | 25     | sec |
| Y0 =          | 76.43  | cm  |
| tn =          | 30     | sec |
| Yn =          | 63.43  | cm  |
| $\Delta Y =$  | 13.01  | cm  |
| r =           | 3.50   | cm  |
| H =           | 184.00 | cm  |
| Y =           | 69.93  | cm  |
| $\Delta t =$  | 5      | sec |

k = 4.43 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 :

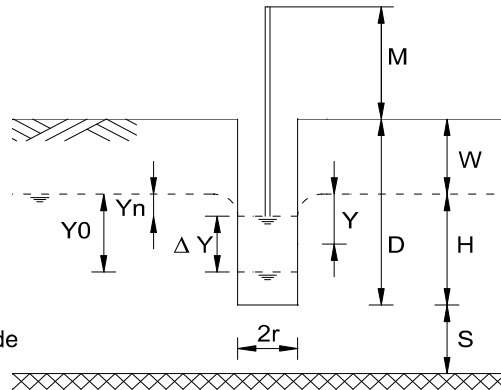
$$k = ((3600r^2)/((H+10r)*((2-(Y/H))*Y)))*(\Delta Y/\Delta t)$$

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

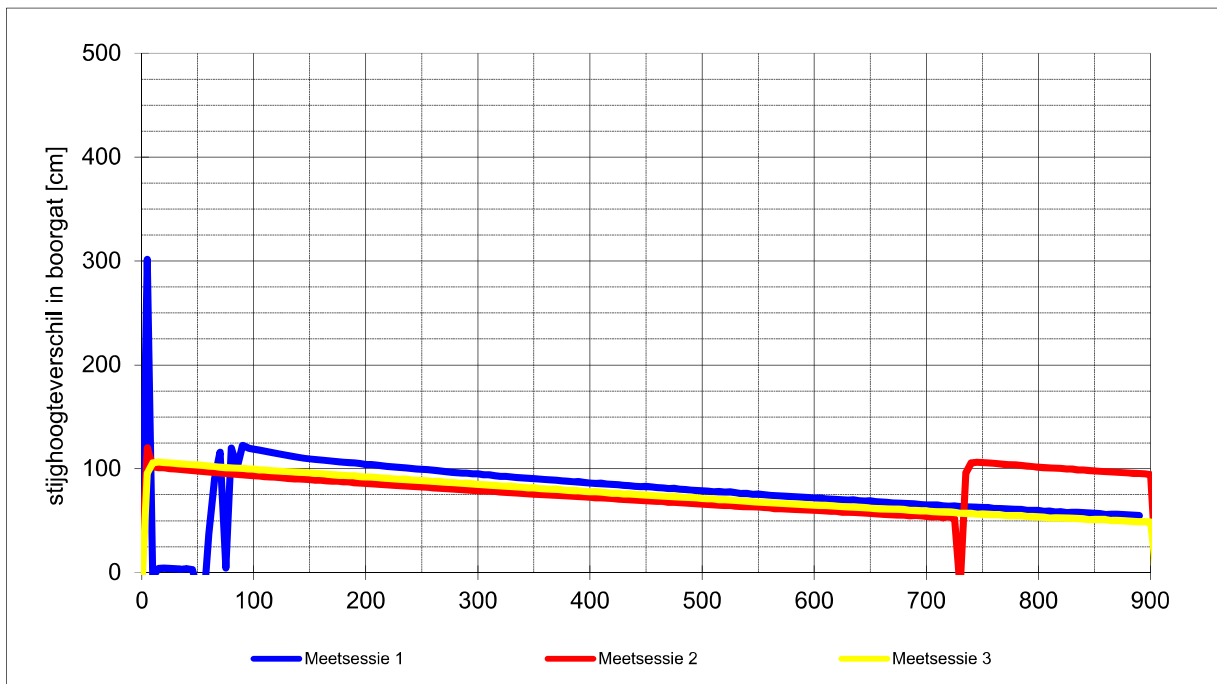
standaardhoogte

radiusboorgat

grondwater

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

|    |        |    |
|----|--------|----|
| H: | 155.0  | cm |
| M: | 0.0    | cm |
| r: | 3.5    | cm |
| W: | 155.0  | cm |
| S: | 1000.0 | cm |



| meet sessie 1 |        |     |
|---------------|--------|-----|
| t0 =          | 100    | sec |
| Y0 =          | 119.10 | cm  |
| tn =          | 150    | sec |
| Yn =          | 109.77 | cm  |
| $\Delta Y =$  | 9.33   | cm  |
| r =           | 3.50   | cm  |
| H =           | 155.00 | cm  |
| Y =           | 114.43 | cm  |
| $\Delta t =$  | 50     | sec |

$$k = 0.28 \text{ m/dag}$$

| meet sessie 2 |        |     |
|---------------|--------|-----|
| t0 =          | 50     | sec |
| Y0 =          | 97.87  | cm  |
| tn =          | 100    | sec |
| Yn =          | 93.14  | cm  |
| $\Delta Y =$  | 4.72   | cm  |
| r =           | 3.50   | cm  |
| H =           | 155.00 | cm  |
| Y =           | 95.50  | cm  |
| $\Delta t =$  | 50     | sec |

$$k = 0.16 \text{ m/dag}$$

| meet sessie 3 |        |     |
|---------------|--------|-----|
| t0 =          | 50     | sec |
| Y0 =          | 103.64 | cm  |
| tn =          | 100    | sec |
| Yn =          | 99.68  | cm  |
| $\Delta Y =$  | 3.97   | cm  |
| r =           | 3.50   | cm  |
| H =           | 155.00 | cm  |
| Y =           | 101.66 | cm  |
| $\Delta t =$  | 50     | sec |

k = 0.13 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 :

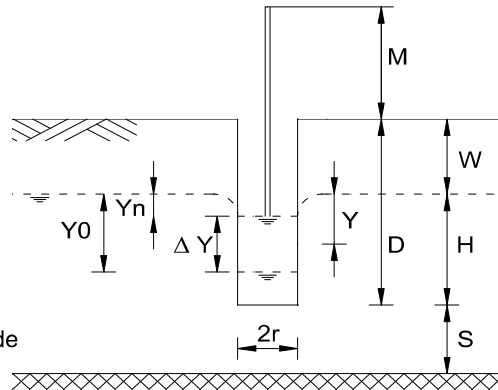
$$k = ((3600r^2)/((H+10r)*((2-(Y/H))*Y)))*(\Delta Y/\Delta t)$$

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

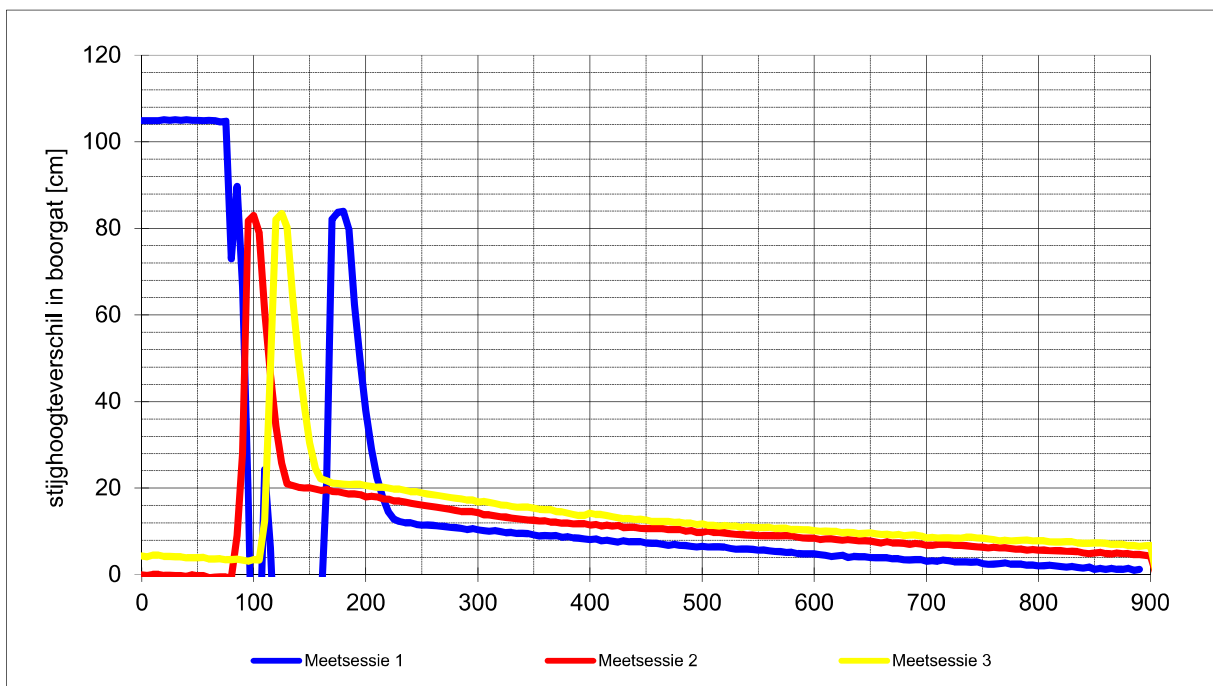
standaardhoogte

radiusboorgat

grondwater

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

|    |        |    |
|----|--------|----|
| H: | 110.0  | cm |
| M: | 0.0    | cm |
| r: | 3.5    | cm |
| W: | 200.0  | cm |
| S: | 1000.0 | cm |



|              | meet sessie 1 |     |
|--------------|---------------|-----|
| t0 =         | 185           | sec |
| Y0 =         | 79.55         | cm  |
| tn =         | 195           | sec |
| Yn =         | 49.22         | cm  |
| $\Delta Y =$ | 30.33         | cm  |
| r =          | 3.50          | cm  |
| H =          | 110.00        | cm  |
| Y =          | 64.38         | cm  |
| $\Delta t =$ | 10            | sec |

$$k = 9.07 \text{ m/dag}$$

| meet sessie 2 |        |     |
|---------------|--------|-----|
| t0 =          | 100    | sec |
| Y0 =          | 82.93  | cm  |
| tn =          | 110    | sec |
| Yn =          | 60.94  | cm  |
| $\Delta Y =$  | 21.99  | cm  |
| r =           | 3.50   | cm  |
| H =           | 110.00 | cm  |
| Y =           | 71.94  | cm  |
| $\Delta t =$  | 10     | sec |

$$k = 6.18 \text{ m/dag}$$

| meet sessie 3 |        |     |
|---------------|--------|-----|
| t0 =          | 130    | sec |
| Y0 =          | 80.08  | cm  |
| tn =          | 140    | sec |
| Yn =          | 50.21  | cm  |
| $\Delta Y =$  | 29.87  | cm  |
| r =           | 3.50   | cm  |
| H =           | 110.00 | cm  |
| Y =           | 65.14  | cm  |
| $\Delta t =$  | 10     | sec |

k = 8.87 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 :

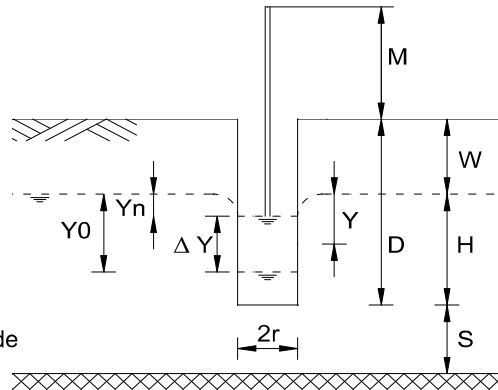
$$k = ((3600r^2)/((H+10r)*((2-(Y/H))*Y)))*(\Delta Y/\Delta t)$$

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

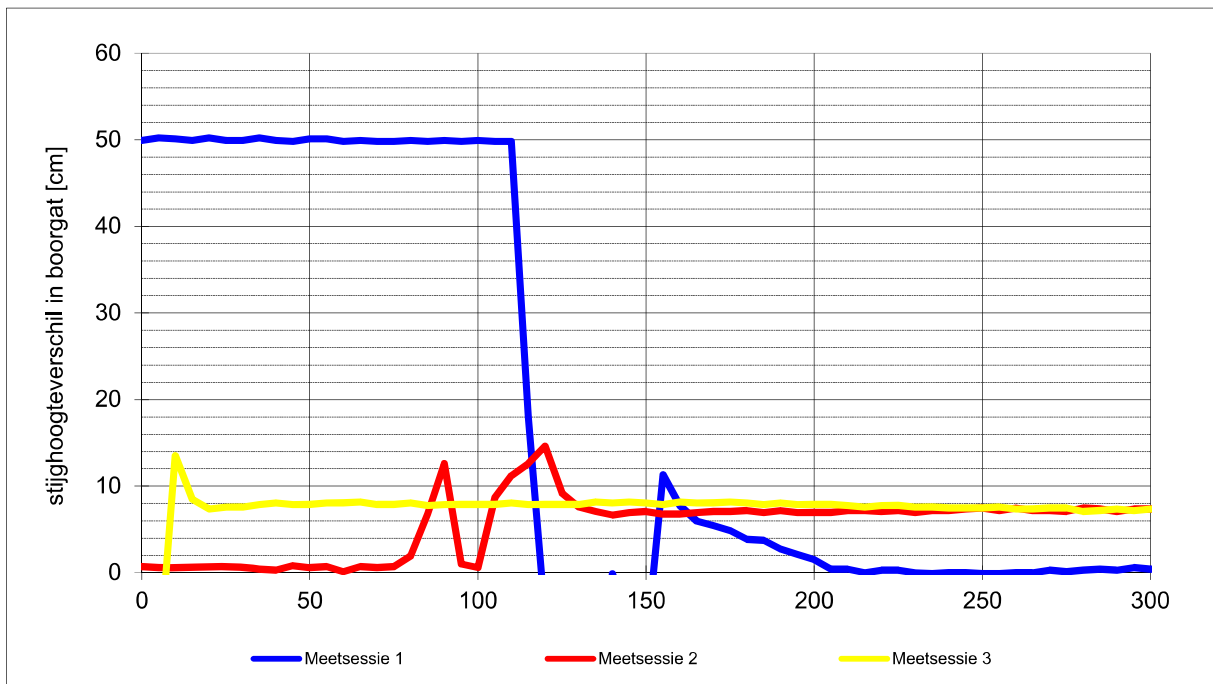
standaardhoogte

radiusboorgat

grondwater

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

|    |        |    |
|----|--------|----|
| H: | 57.0   | cm |
| M: | 0.0    | cm |
| r: | 3.5    | cm |
| W: | 243.0  | cm |
| S: | 1000.0 | cm |



|              | meet sessie 1 |     |
|--------------|---------------|-----|
| t0 =         | 155           | sec |
| Y0 =         | 11.32         | cm  |
| tn =         | 200           | sec |
| Yn =         | 1.52          | cm  |
| $\Delta Y =$ | 9.80          | cm  |
| r =          | 3.50          | cm  |
| H =          | 57.00         | cm  |
| Y =          | 6.42          | cm  |
| $\Delta t =$ | 45            | sec |

$$k = 6.94 \text{ m/dag}$$

| meet sessie 2 |       |     |
|---------------|-------|-----|
| t0 =          | 115   | sec |
| Y0 =          | 12.60 | cm  |
| tn =          | 130   | sec |
| Yn =          | 7.58  | cm  |
| $\Delta Y =$  | 5.02  | cm  |
| r =           | 3.50  | cm  |
| H =           | 57.00 | cm  |
| Y =           | 10.09 | cm  |
| $\Delta t =$  | 15    | sec |

$$k = 7.01 \text{ m/dag}$$

| meet sessie 3 |       |     |
|---------------|-------|-----|
| t0 =          | 10    | sec |
| Y0 =          | 13.53 | cm  |
| tn =          | 30    | sec |
| Yn =          | 7.58  | cm  |
| $\Delta Y =$  | 5.95  | cm  |
| r =           | 3.50  | cm  |
| H =           | 57.00 | cm  |
| Y =           | 10.56 | cm  |
| $\Delta t =$  | 20    | sec |

k = 5.99 m/dag

projektschrijving: Corio Glana Fase 2  
 lokatie : Sittard  
 boring : DB07

opdr.nr : GC180167  
 datum: 09-06-21  
 meting: DM07

formule om de doorlatendheid volgens Hooghoudt te bepalen :

voor  $S > 0,5H$  geldt :

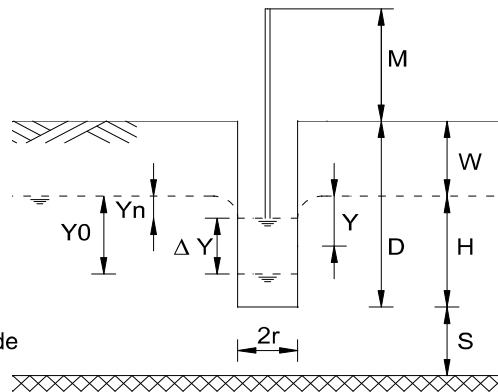
$$k = ((4000r^2)/((H+20r)*((2-(Y/H))*Y)))*(\Delta Y/\Delta t)$$

voor  $S = 0$  geldt :

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

Hierbij is :

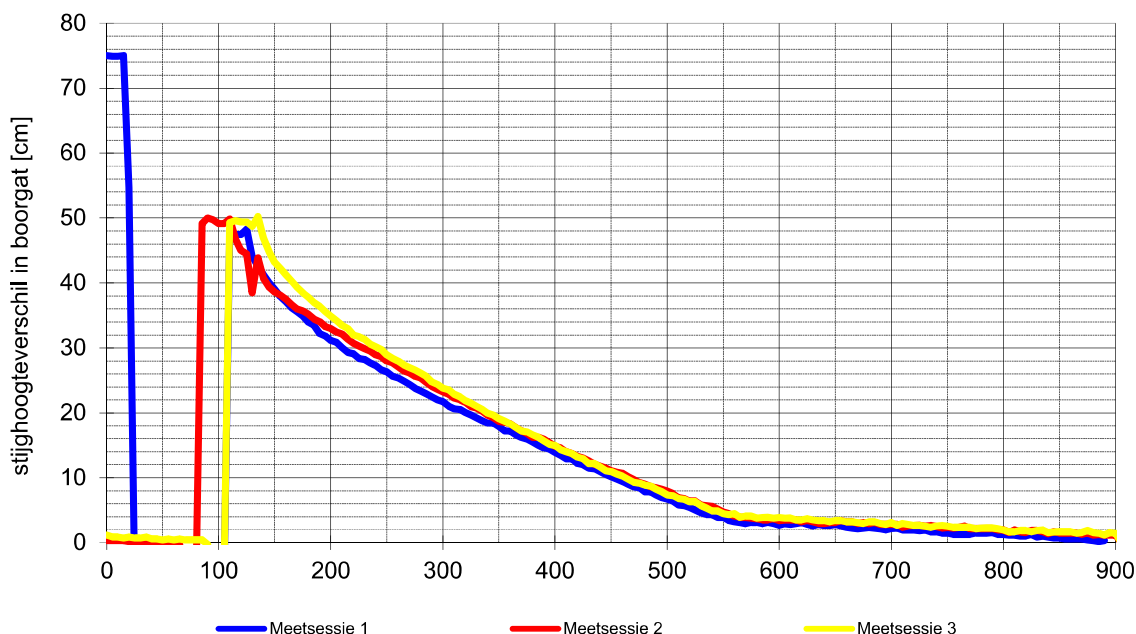
Y = gemiddelde waterstand over de gehele meetperiode  
 r = boorgatradius  
 H = diepte boorgat beneden grondwaterspiegel  
 $\Delta t$  = verlopen tijd  
 $\Delta Y$  = stijging van de waterstand in boorgat over de gehele meetperiode



#### onderzoekswaarden

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

|     |        |    |
|-----|--------|----|
| H : | 100.0  | cm |
| M : | 30.0   | cm |
| r : | 5.0    | cm |
| W : | 270.0  | cm |
| S : | 1000.0 | cm |



| meetsessie 1 |           |
|--------------|-----------|
| t0 =         | 140 sec   |
| Y0 =         | 41.23 cm  |
| tn =         | 150 sec   |
| Yn =         | 39.02 cm  |
| $\Delta Y$ = | 2.22 cm   |
| r =          | 5.00 cm   |
| H =          | 100.00 cm |
| Y =          | 40.13 cm  |
| $\Delta t$ = | 10 sec    |

k = 1.73 m/dag

| meetsessie 2 |           |
|--------------|-----------|
| t0 =         | 155 sec   |
| Y0 =         | 38.08 cm  |
| tn =         | 165 sec   |
| Yn =         | 36.68 cm  |
| $\Delta Y$ = | 1.40 cm   |
| r =          | 5.00 cm   |
| H =          | 100.00 cm |
| Y =          | 37.38 cm  |
| $\Delta t$ = | 10 sec    |

k = 1.15 m/dag

| meetsessie 3 |           |
|--------------|-----------|
| t0 =         | 140 sec   |
| Y0 =         | 46.95 cm  |
| tn =         | 150 sec   |
| Yn =         | 43.16 cm  |
| $\Delta Y$ = | 3.79 cm   |
| r =          | 5.00 cm   |
| H =          | 100.00 cm |
| Y =          | 45.05 cm  |
| $\Delta t$ = | 10 sec    |

k = 2.72 m/dag

projektschrijving: 0  
 lokatie : 0  
 boring : DB201-1

opdr.nr : GC180167  
 datum: 04-06-21  
 meting: DM201-1

formule om de doorlatendheid volgens Hooghoudt te bepalen :

voor  $S > 0,5H$  geldt :

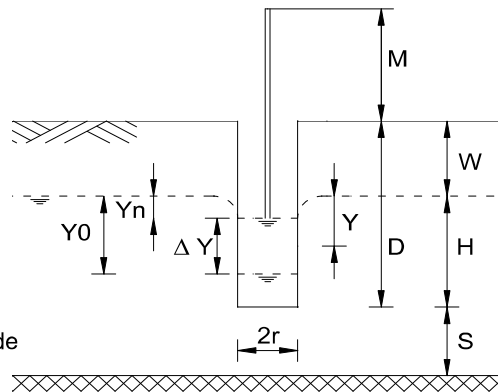
$$k = ((4000r^2)/((H+20r)*((2-(Y/H))*Y)))*(\Delta Y/\Delta t)$$

voor  $S = 0$  geldt :

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

Hierbij is :

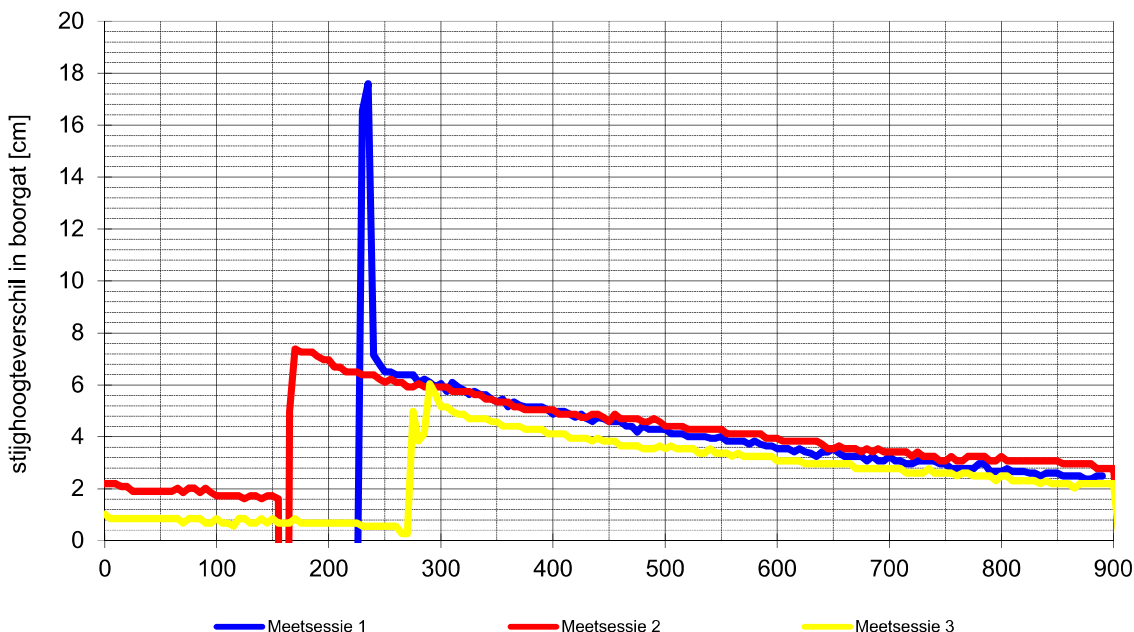
Y = gemiddelde waterstand over de gehele meetperiode  
 r = boorgatradius  
 H = diepte boorgat beneden grondwaterspiegel  
 $\Delta t$  = verlopen tijd  
 $\Delta Y$  = stijging van de waterstand in boorgat over de gehele meetperiode



#### onderzoekswaarden

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

|     |        |    |
|-----|--------|----|
| H : | 55.0   | cm |
| M : | 0.0    | cm |
| r : | 5.0    | cm |
| W : | 245.0  | cm |
| S : | 1000.0 | cm |



meetsessie 1  
 t0 = 250 sec  
 Y0 = 6.51 cm  
 tn = 350 sec  
 Yn = 5.34 cm  
 $\Delta Y$  = 1.17 cm  
 r = 5.00 cm  
 H = 55.00 cm  
 Y = 5.93 cm  
 $\Delta t$  = 100 sec

k = 0.67 m/dag

meetsessie 2  
 t0 = 200 sec  
 Y0 = 6.97 cm  
 tn = 300 sec  
 Yn = 5.92 cm  
 $\Delta Y$  = 1.05 cm  
 r = 5.00 cm  
 H = 55.00 cm  
 Y = 6.45 cm  
 $\Delta t$  = 100 sec

k = 0.56 m/dag

meetsessie 3  
 t0 = 350 sec  
 Y0 = 4.58 cm  
 tn = 450 sec  
 Yn = 3.83 cm  
 $\Delta Y$  = 0.76 cm  
 r = 5.00 cm  
 H = 55.00 cm  
 Y = 4.20 cm  
 $\Delta t$  = 100 sec

k = 0.60 m/dag

projektschrijving: 0  
 lokatie : 0  
 boring : DB201-2

opdr.nr : GC180167  
 datum: 04-06-21  
 meting: DM201-2

formule om de doorlatendheid volgens Hooghoudt te bepalen :

voor  $S > 0,5H$  geldt :

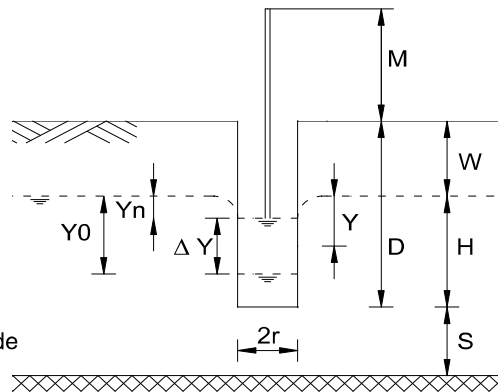
$$k = ((4000r^2)/((H+20r)*((2-(Y/H))*Y)))*(\Delta Y/\Delta t)$$

voor  $S = 0$  geldt :

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

Hierbij is :

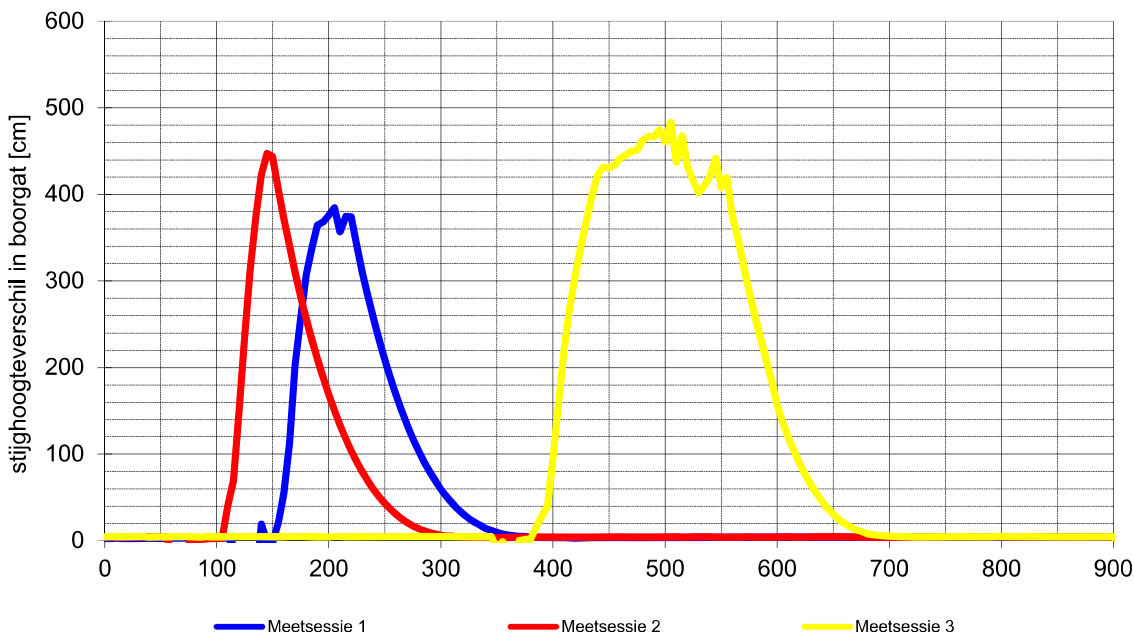
$Y$  = gemiddelde waterstand over de gehele meetperiode  
 $r$  = boorgatradius  
 $H$  = diepte boorgat beneden grondwaterspiegel  
 $\Delta t$  = verlopen tijd  
 $\Delta Y$  = stijging van de waterstand in boorgat over de gehele meetperiode



#### onderzoekswaarden

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

|     |        |    |
|-----|--------|----|
| H : | 550.0  | cm |
| M : | 0.0    | cm |
| r : | 5.0    | cm |
| W : | 250.0  | cm |
| S : | 1000.0 | cm |



| meetsessie 1 |           |
|--------------|-----------|
| t0 =         | 220 sec   |
| Y0 =         | 374.08 cm |
| tn =         | 230 sec   |
| Yn =         | 309.51 cm |
| $\Delta Y$ = | 64.58 cm  |
| r =          | 5.00 cm   |
| H =          | 550.00 cm |
| Y =          | 341.80 cm |
| $\Delta t$ = | 10 sec    |

k = 2.11 m/dag

| meetsessie 2 |           |
|--------------|-----------|
| t0 =         | 155 sec   |
| Y0 =         | 405.00 cm |
| tn =         | 165 sec   |
| Yn =         | 340.25 cm |
| $\Delta Y$ = | 64.75 cm  |
| r =          | 5.00 cm   |
| H =          | 550.00 cm |
| Y =          | 372.63 cm |
| $\Delta t$ = | 10 sec    |

k = 2.02 m/dag

| meetsessie 3 |           |
|--------------|-----------|
| t0 =         | 550 sec   |
| Y0 =         | 407.51 cm |
| tn =         | 560 sec   |
| Yn =         | 375.37 cm |
| $\Delta Y$ = | 32.14 cm  |
| r =          | 5.00 cm   |
| H =          | 550.00 cm |
| Y =          | 391.44 cm |
| $\Delta t$ = | 10 sec    |

k = 0.98 m/dag



projektschrijving: 0  
 lokatie : 0  
 boring : DB202-2

opdr.nr : GC180167  
 datum: 11-06-21  
 meting: DM202-2

formule om de doorlatendheid volgens Hooghoudt te bepalen :

voor  $S > 0,5H$  geldt :

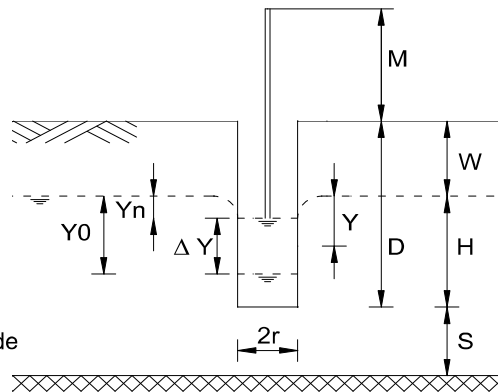
$$k = ((4000r^2)/((H+20r)*((2-(Y/H))*Y)))*(\Delta Y/\Delta t)$$

voor  $S = 0$  geldt :

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

Hierbij is :

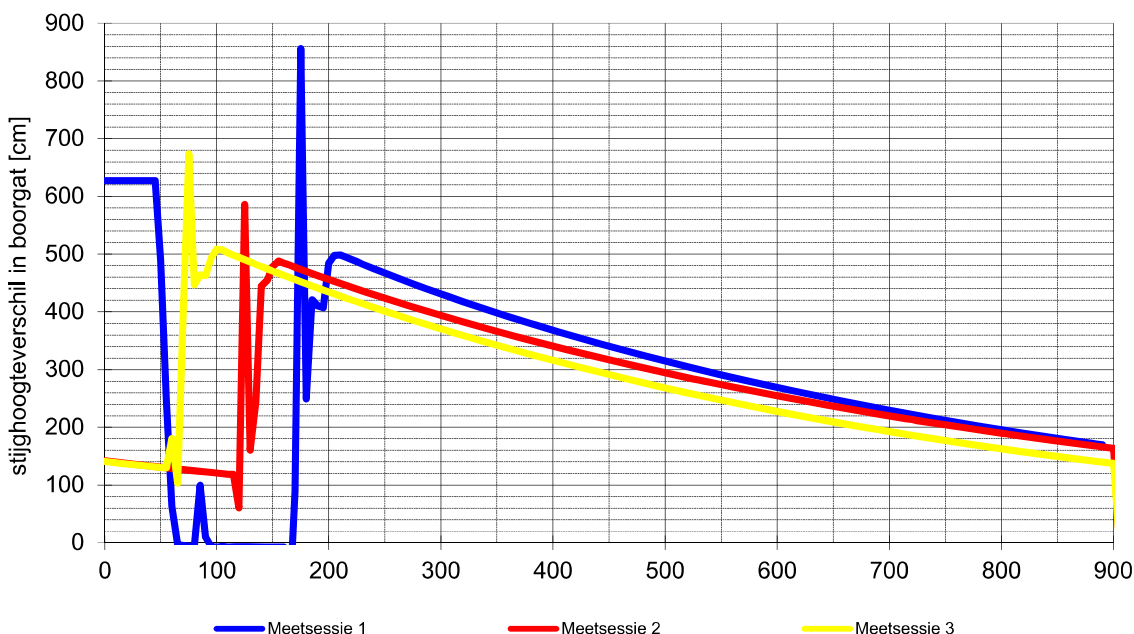
$Y$  = gemiddelde waterstand over de gehele meetperiode  
 $r$  = boorgatradius  
 $H$  = diepte boorgat beneden grondwaterspiegel  
 $\Delta t$  = verlopen tijd  
 $\Delta Y$  = stijging van de waterstand in boorgat over de gehele meetperiode



#### onderzoekswaarden

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

|     |        |    |
|-----|--------|----|
| H : | 617.0  | cm |
| M : | 0.0    | cm |
| r : | 5.0    | cm |
| W : | 174.0  | cm |
| S : | 1000.0 | cm |



| meetsessie 1 |           |
|--------------|-----------|
| t0 =         | 220 sec   |
| Y0 =         | 490.43 cm |
| tn =         | 250 sec   |
| Yn =         | 466.81 cm |
| ΔY =         | 23.63 cm  |
| r =          | 5.00 cm   |
| H =          | 617.00 cm |
| Y =          | 478.62 cm |
| Δt =         | 30 sec    |

k = 0.19 m/dag

| meetsessie 2 |           |
|--------------|-----------|
| t0 =         | 150 sec   |
| Y0 =         | 478.30 cm |
| tn =         | 200 sec   |
| Yn =         | 455.43 cm |
| ΔY =         | 22.87 cm  |
| r =          | 5.00 cm   |
| H =          | 617.00 cm |
| Y =          | 466.87 cm |
| Δt =         | 50 sec    |

k = 0.11 m/dag

| meetsessie 3 |           |
|--------------|-----------|
| t0 =         | 100 sec   |
| Y0 =         | 508.17 cm |
| tn =         | 150 sec   |
| Yn =         | 470.31 cm |
| ΔY =         | 37.86 cm  |
| r =          | 5.00 cm   |
| H =          | 617.00 cm |
| Y =          | 489.24 cm |
| Δt =         | 50 sec    |

k = 0.18 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 :

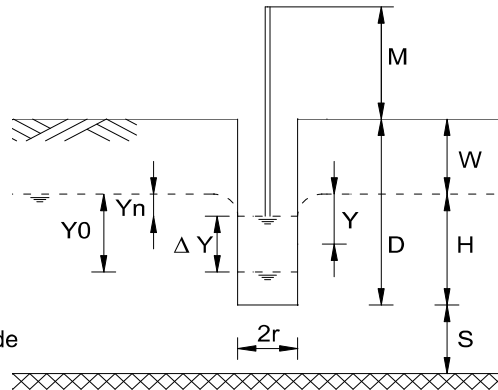
$$k = ((3600r^2)/((H+10r)*((2-(Y/H))*Y)))*(\Delta Y/\Delta t)$$

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

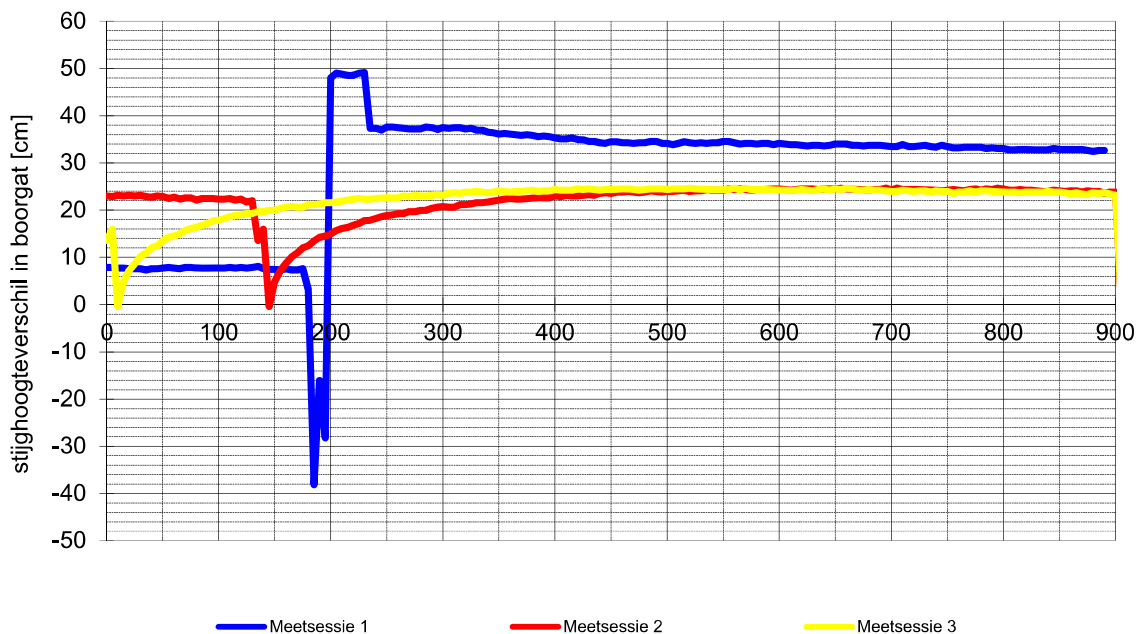
standaardhoogte

radiusboorgat

grondwater

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

|    |        |    |
|----|--------|----|
| H: | 50.0   | cm |
| M: | 0.0    | cm |
| r: | 5.0    | cm |
| W: | 240.0  | cm |
| S: | 1000.0 | cm |



| meet sessie 1 |       |     |
|---------------|-------|-----|
| t0 =          | 175   | sec |
| Y0 =          | 7.58  | cm  |
| tn =          | 180   | sec |
| Yn =          | 3.21  | cm  |
| $\Delta Y =$  | 4.38  | cm  |
| r =           | 5.00  | cm  |
| H =           | 50.00 | cm  |
| Y =           | 5.40  | cm  |
| $\Delta t =$  | 5     | sec |

$$k = 57.14 \text{ m/dag}$$

| meet sessie 2 |       |     |
|---------------|-------|-----|
| t0 =          | 140   | sec |
| Y0 =          | 15.93 | cm  |
| tn =          | 150   | sec |
| Yn =          | 4.84  | cm  |
| $\Delta Y =$  | 11.08 | cm  |
| r =           | 5.00  | cm  |
| H =           | 50.00 | cm  |
| Y =           | 10.38 | cm  |
| $\Delta t =$  | 10    | sec |

k = 39.70 m/dag

| meet sessie 3 |          |
|---------------|----------|
| t0 =          | 0 sec    |
| Y0 =          | 13.53 cm |
| tn =          | 10 sec   |
| Yn =          | -0.41 cm |
| $\Delta Y =$  | 13.94 cm |
| r =           | 5.00 cm  |
| H =           | 50.00 cm |
| Y =           | 6.56 cm  |
| $\Delta t =$  | 10 sec   |

k = 75.78 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 :

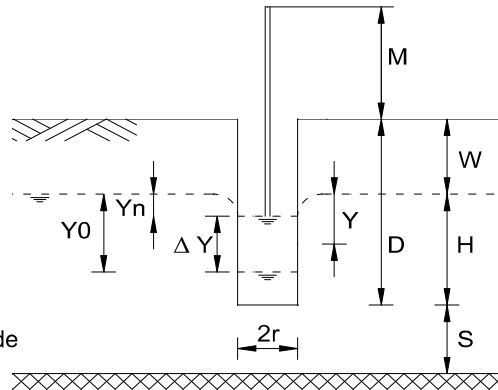
$$k = ((3600r^2)/((H+10r)*((2-(Y/H))*Y)))*(\Delta Y/\Delta t)$$

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

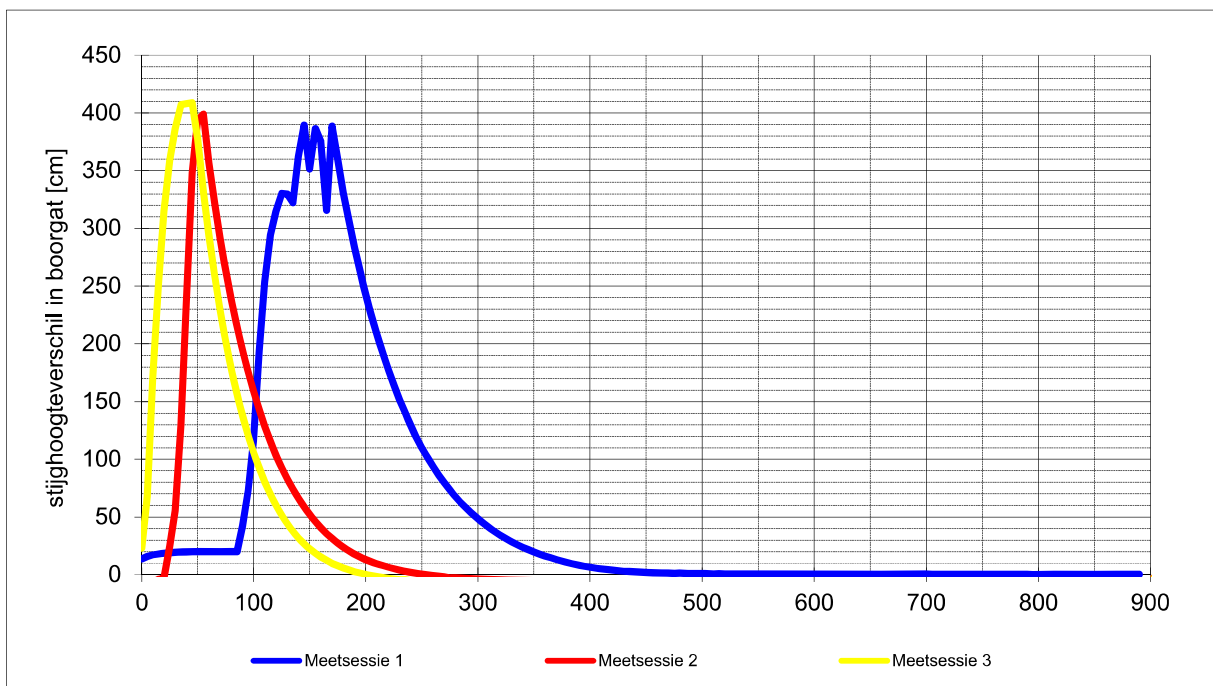
standaardhoogte

radiusboorgat

grondwater

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

|    |        |    |
|----|--------|----|
| H: | 430.0  | cm |
| M: | 0.0    | cm |
| r: | 5.0    | cm |
| W: | 270.0  | cm |
| S: | 1000.0 | cm |



| meet sessie 1 |        |     |
|---------------|--------|-----|
| t0 =          | 180    | sec |
| Y0 =          | 331.11 | cm  |
| tn =          | 190    | sec |
| Yn =          | 283.45 | cm  |
| $\Delta Y =$  | 47.66  | cm  |
| r =           | 5.00   | cm  |
| H =           | 430.00 | cm  |
| Y =           | 307.28 | cm  |
| $\Delta t =$  | 10     | sec |

$$k = 2.28 \text{ m/dag}$$

| meet sessie 2 |        |     |
|---------------|--------|-----|
| t0 =          | 55     | sec |
| Y0 =          | 398.89 | cm  |
| tn =          | 70     | sec |
| Yn =          | 291.27 | cm  |
| $\Delta Y =$  | 107.63 | cm  |
| r =           | 5.00   | cm  |
| H =           | 430.00 | cm  |
| Y =           | 345.08 | cm  |
| $\Delta t =$  | 15     | sec |

$$k = 3.28 \text{ m/dag}$$

| meet sessie 3 |        |     |
|---------------|--------|-----|
| t0 =          | 50     | sec |
| Y0 =          | 377.83 | cm  |
| tn =          | 60     | sec |
| Yn =          | 293.66 | cm  |
| $\Delta Y =$  | 84.18  | cm  |
| r =           | 5.00   | cm  |
| H =           | 430.00 | cm  |
| Y =           | 335.75 | cm  |
| $\Delta t =$  | 10     | sec |

k = 3.88 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 :

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

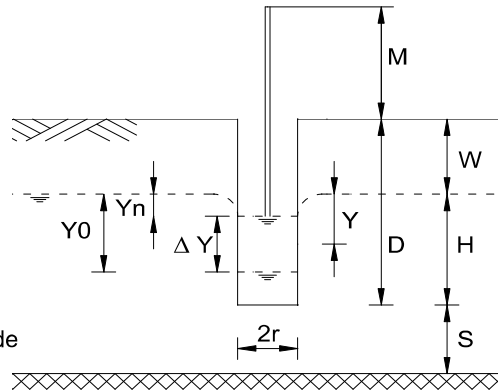
Hierbij is :

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

$r =$  boorgatradius

H = diepte boorgat beneden grondwaterspiegel

$\Delta t =$  verlopen tijd

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


**onderzoekswaarden**

diepte boorgat beneden grondwaterspiegel

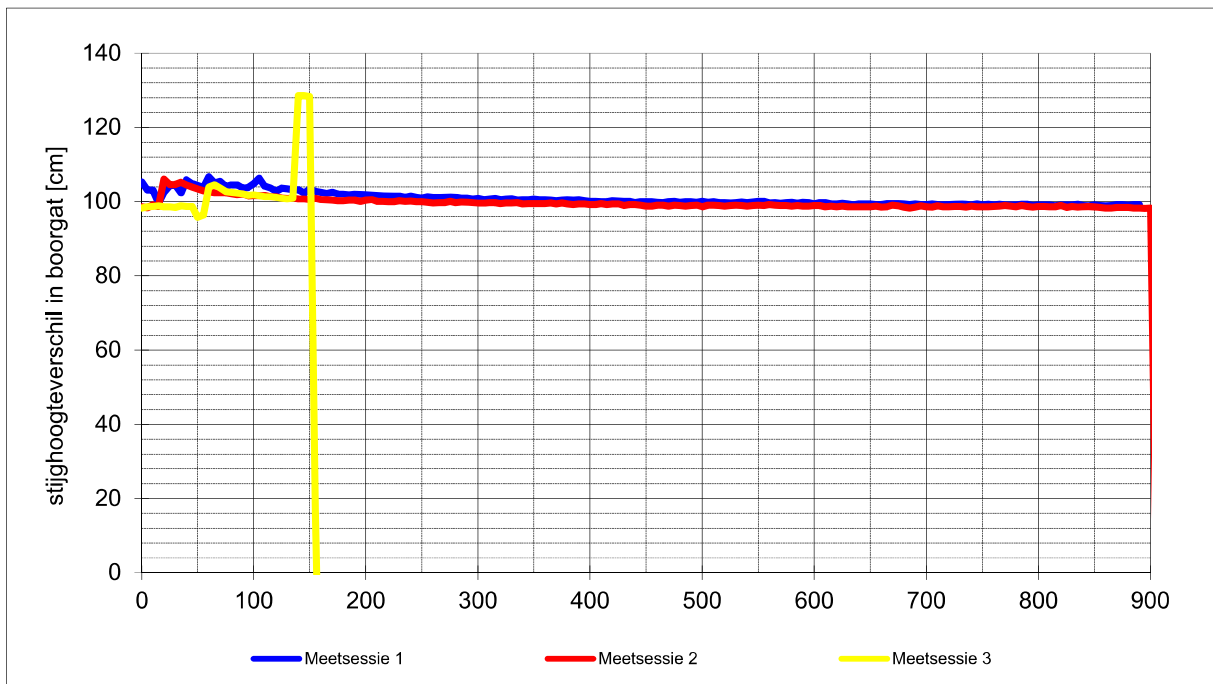
standaardhoogte

radiusboorgat

grondwater

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

|    |        |    |
|----|--------|----|
| H: | 100.0  | cm |
| M: | 40.0   | cm |
| r: | 5.0    | cm |
| W: | 190.0  | cm |
| S: | 1000.0 | cm |



|              | meet sessie 1 |     |
|--------------|---------------|-----|
| t0 =         | 105           | sec |
| Y0 =         | 106.31        | cm  |
| tn =         | 110           | sec |
| Yn =         | 104.21        | cm  |
| $\Delta Y =$ | 2.10          | cm  |
| r =          | 5.00          | cm  |
| H =          | 100.00        | cm  |
| Y =          | 105.26        | cm  |
| $\Delta t =$ | 5             | sec |

$$k = 2.11 \text{ m/dag}$$

| meet sessie 2 |        |     |
|---------------|--------|-----|
| t0 =          | 40     | sec |
| Y0 =          | 104.50 | cm  |
| tn =          | 50     | sec |
| Yn =          | 103.39 | cm  |
| $\Delta Y =$  | 1.11   | cm  |
| r =           | 5.00   | cm  |
| H =           | 100.00 | cm  |
| Y =           | 103.95 | cm  |
| $\Delta t =$  | 10     | sec |

 $k = 0.55 \text{ m/dag}$ 

| meet sessie 3 |        |     |
|---------------|--------|-----|
| t0 =          | 75     | sec |
| Y0 =          | 102.69 | cm  |
| tn =          | 80     | sec |
| Yn =          | 102.58 | cm  |
| $\Delta Y =$  | 0.12   | cm  |
| r =           | 5.00   | cm  |
| H =           | 100.00 | cm  |
| Y =           | 102.63 | cm  |
| $\Delta t =$  | 5      | sec |

k = 0.12 m/dag



Formule om de doorlatendheid volgens Porchet te bepalen :

$$k_f = 1,15 * r * (\log(h_0 + r/2) - \log(h_1 + r/2)) / dt \text{ [cm/s]}$$

Hierbij is :

$h_0$  = waterhoogte in boorgat op tijdstip  $t = t_0$

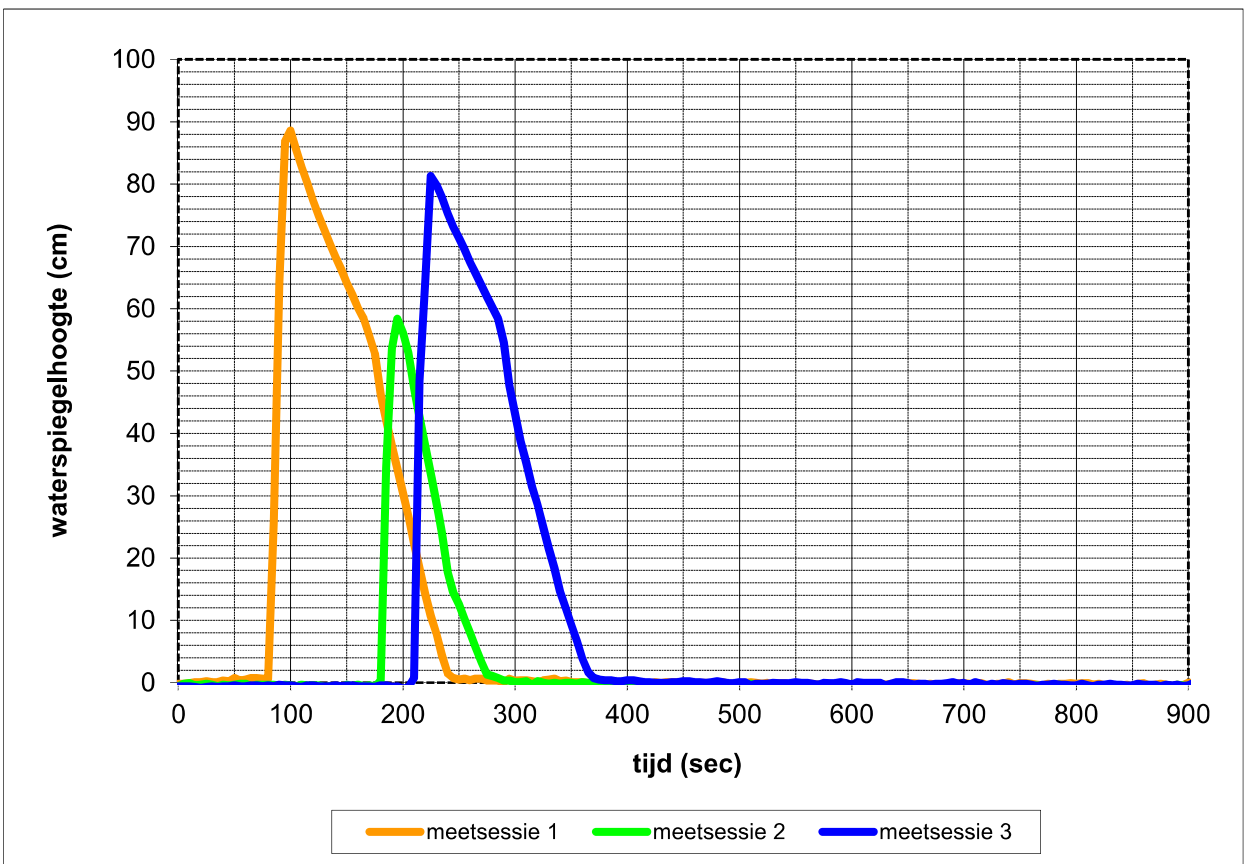
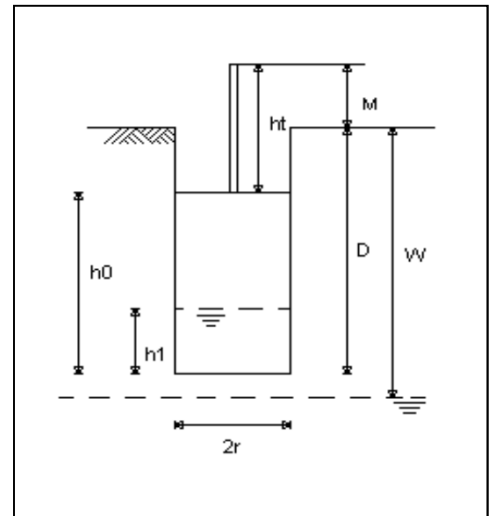
$h_1$  = waterhoogte in boorgat op tijdstip  $t = t_1$

$r$  = boogtradius

$dt$  = verlopen tijd van  $t = t_0$  tot  $t = t_1$

Onderzoekswaarden

|                 |     |     |    |
|-----------------|-----|-----|----|
| Diepte boorgat  | D : | 320 | cm |
| Standaardhoogte | M : | 0   | cm |
| Radius boorgat  | R : | 5   | cm |
| Grondwater      | W : | 0   | cm |



| Meetsessie 1 |           |       |
|--------------|-----------|-------|
| $t_0 =$      | 175       | sec   |
| $h_0 =$      | 52.78     | cm    |
| $t_1 =$      | 185       | sec   |
| $h_1 =$      | 42.17     | cm    |
| $k_f =$      | 5.32E-04  | m/s   |
| $k_f =$      | 46.01     | m/dag |
| $rc =$       | -1.06E-02 | m/s   |

| Meetsessie 2 |           |       |
|--------------|-----------|-------|
| $t_0 =$      | 205       | sec   |
| $h_0 =$      | 52.90     | cm    |
| $t_1 =$      | 210       | sec   |
| $h_1 =$      | 47.36     | cm    |
| $k_f =$      | 5.26E-04  | m/s   |
| $k_f =$      | 45.48     | m/dag |
| $rc =$       | -1.11E-02 | m/s   |

| Meetsessie 3 |           |       |
|--------------|-----------|-------|
| $t_0 =$      | 285       | sec   |
| $h_0 =$      | 58.38     | cm    |
| $t_1 =$      | 295       | sec   |
| $h_1 =$      | 47.71     | cm    |
| $k_f =$      | 4.81E-04  | m/s   |
| $k_f =$      | 41.59     | m/dag |
| $rc =$       | -1.07E-02 | m/s   |

projektschrijving: 0  
 lokatie : 0  
 boring : DB205-2

opdr.nr : GC180167  
 datum: 15-06-21  
 meting: DM205-2

formule om de doorlatendheid volgens Hooghoudt te bepalen :

voor  $S > 0,5H$  geldt :

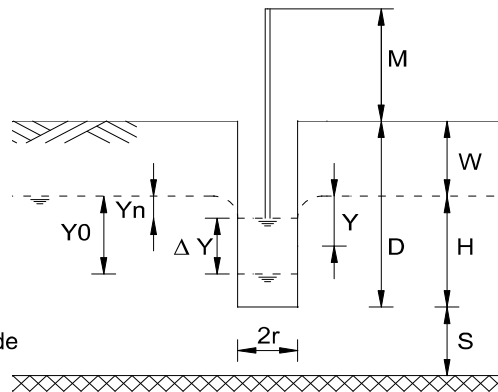
$$k = ((4000r^2)/((H+20r)*((2-(Y/H))*Y)))*(\Delta Y/\Delta t)$$

voor  $S = 0$  geldt :

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

Hierbij is :

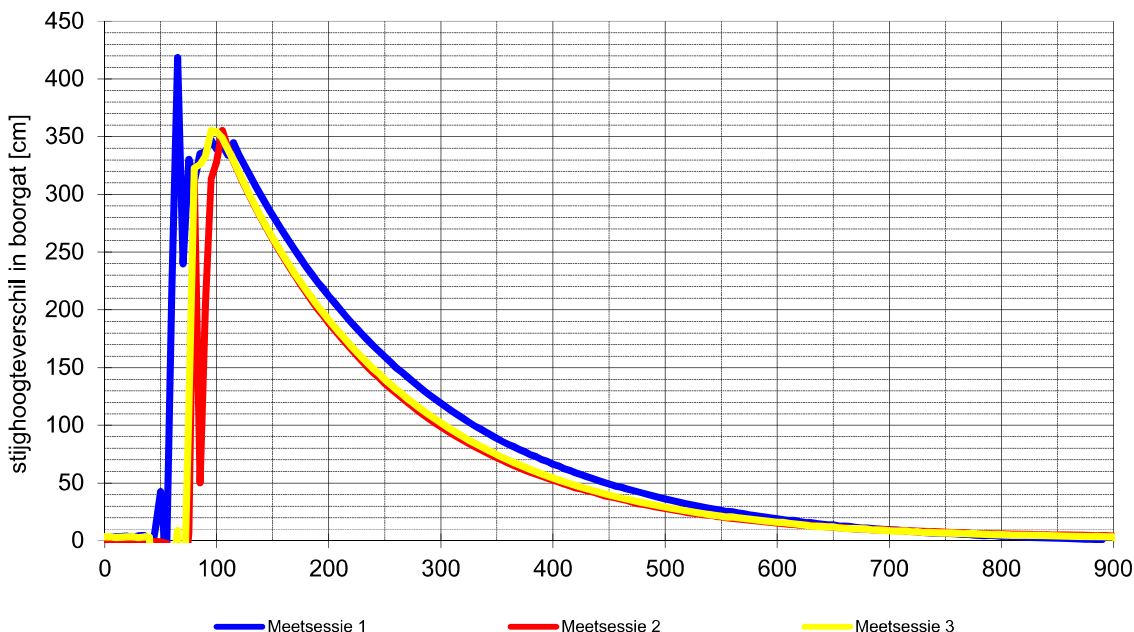
$Y$  = gemiddelde waterstand over de gehele meetperiode  
 $r$  = boorgatradius  
 $H$  = diepte boorgat beneden grondwaterspiegel  
 $\Delta t$  = verlopen tijd  
 $\Delta Y$  = stijging van de waterstand in boorgat over de gehele meetperiode



#### onderzoekswaarden

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

|     |        |    |
|-----|--------|----|
| H : | 380.0  | cm |
| M : | 0.0    | cm |
| r : | 5.0    | cm |
| W : | 430.0  | cm |
| S : | 1000.0 | cm |



meetsessie 1  
 t0 = 115 sec  
 Y0 = 344.71 cm  
 tn = 150 sec  
 Yn = 281.77 cm  
 ΔY = 62.94 cm  
 r = 5.00 cm  
 H = 380.00 cm  
 Y = 313.24 cm  
 Δt = 35 sec

k = 1.02 m/dag

meetsessie 2  
 t0 = 115 sec  
 Y0 = 328.73 cm  
 tn = 150 sec  
 Yn = 261.00 cm  
 ΔY = 67.72 cm  
 r = 5.00 cm  
 H = 380.00 cm  
 Y = 294.86 cm  
 Δt = 35 sec

k = 1.12 m/dag

meetsessie 3  
 t0 = 115 sec  
 Y0 = 329.66 cm  
 tn = 150 sec  
 Yn = 261.93 cm  
 ΔY = 67.72 cm  
 r = 5.00 cm  
 H = 380.00 cm  
 Y = 295.80 cm  
 Δt = 35 sec

k = 1.12 m/dag

## Bijlage 5 Zettingsberekeningen

## Report for D-Settlement 21.2

Settlement Calculations  
Developed by Deltares



Company: Geonius Geotechniek B.V.

Date of report: 22-9-2022  
Time of report: 09:06:13  
Report with version: 21.2.1.34213

Date of calculation: 22-9-2022  
Time of calculation: 09:04:26  
Calculated with version: 21.2.1.34213

File name: GC180167 Zettingen

Project identification: Zettingsberekening Sittard  
GC180167  
Kleine Steeg 13



## 1 Table of Contents

|                                                       |    |
|-------------------------------------------------------|----|
| 1 Table of Contents                                   | 2  |
| 2 Echo of the Input                                   | 3  |
| 2.1 Layer Boundaries                                  | 3  |
| 2.2 PI-lines                                          | 3  |
| 2.3 General Data                                      | 3  |
| 2.4 Soil Profiles                                     | 3  |
| 2.5 Soil Properties                                   | 4  |
| 2.6 Non-Uniform Loads                                 | 4  |
| 2.7 Water Loads                                       | 5  |
| 2.7.1 Water Load: Water load (2)                      | 5  |
| 2.8 Verticals                                         | 5  |
| 3 Results per Vertical                                | 6  |
| 3.1 Results for Vertical 1 (X = -80.00 m; Z = 0.00 m) | 6  |
| 3.2 Results for Vertical 2 (X = -40.00 m; Z = 0.00 m) | 6  |
| 3.3 Results for Vertical 3 (X = 0.00 m; Z = 0.00 m)   | 7  |
| 3.4 Results for Vertical 4 (X = 40.00 m; Z = 0.00 m)  | 7  |
| 3.5 Results for Vertical 5 (X = 80.00 m; Z = 0.00 m)  | 8  |
| 4 Settlements                                         | 10 |
| 4.1 Settlements                                       | 10 |
| 4.2 Residual Times                                    | 10 |

## 2 Echo of the Input

### 2.1 Layer Boundaries

| Boundary number | Co-ordinates [m] |         |         |         |         |
|-----------------|------------------|---------|---------|---------|---------|
| 6 - X -         | -100.000         | -80.250 | -80.250 | -79.750 | -79.750 |
| 6 - Y -         | 45.600           | 45.600  | 45.000  | 45.000  | 45.600  |
| 6 - X -         | -40.250          | -40.250 | -39.750 | -39.750 | -0.250  |
| 6 - Y -         | 45.595           | 45.000  | 45.000  | 45.600  | 45.600  |
| 6 - X -         | -0.250           | 0.250   | 0.250   | 39.757  | 39.757  |
| 6 - Y -         | 45.000           | 45.000  | 45.600  | 45.600  | 45.000  |
| 6 - X -         | 40.250           | 40.250  | 79.750  | 79.750  | 80.250  |
| 6 - Y -         | 45.000           | 45.600  | 45.600  | 45.000  | 45.000  |
| 6 - X -         | 80.250           | 100.000 |         |         |         |
| 6 - Y -         | 45.600           | 45.600  |         |         |         |
| 5 - X -         | -100.000         | 100.000 |         |         |         |
| 5 - Y -         | 44.800           | 44.800  |         |         |         |
| 4 - X -         | -100.000         | 100.000 |         |         |         |
| 4 - Y -         | 43.600           | 43.600  |         |         |         |
| 3 - X -         | -100.000         | 100.000 |         |         |         |
| 3 - Y -         | 42.600           | 42.600  |         |         |         |
| 2 - X -         | -100.000         | 100.000 |         |         |         |
| 2 - Y -         | 42.200           | 42.200  |         |         |         |
| 1 - X -         | -100.000         | 100.000 |         |         |         |
| 1 - Y -         | 41.300           | 41.300  |         |         |         |
| 0 - X -         | -100.000         | 100.000 |         |         |         |
| 0 - Y -         | 35.000           | 35.000  |         |         |         |

### 2.2 PI-lines

| PI-line number | Co-ordinates [m] |         |         |         |         |
|----------------|------------------|---------|---------|---------|---------|
| 1 - X -        | -100.000         | 100.000 |         |         |         |
| 1 - Y -        | 42.600           | 42.600  |         |         |         |
| 2 - X -        | -100.000         | -60.000 | -60.000 | -20.000 | -20.000 |
| 2 - Y -        | 42.600           | 42.600  | 42.500  | 42.500  | 42.400  |
| 2 - X -        | 20.000           | 20.000  | 60.000  | 60.000  | 100.000 |
| 2 - Y -        | 42.400           | 42.300  | 42.300  | 42.200  | 42.200  |

### 2.3 General Data

|                            |                                                     |
|----------------------------|-----------------------------------------------------|
| Soil model:                | NEN Bjerrum                                         |
| Consolidation model:       | Darcy                                               |
| Strain model:              | Linear                                              |
| Groundwater level:         | Initial determined by PI-line number 1              |
| Unit weight of water:      | 9.81 [kN/m³]                                        |
| Stress distribution        |                                                     |
| - Soil:                    | Buisman                                             |
| - Loads:                   | None                                                |
| End of consolidation:      | 10000.00 [days]                                     |
| No maintain profile        |                                                     |
| Pc (initial):              | Variable parallel to the initial effective stress   |
| Pc (per step):             | Automatic increased to the final effective stresses |
| Creep rate reference time: | 1.000 [days]                                        |
| No imaginary surface       |                                                     |
| No submerging              |                                                     |
| Load column width          |                                                     |
| - Non-Uniform Loads :      | 1.00 [m]                                            |
| - Trapeziform Loads :      | 1.00 [m]                                            |

### 2.4 Soil Profiles

| Layer number | Material name    | PI-line top | PI-line bottom |
|--------------|------------------|-------------|----------------|
| 6            | Zand, matig vast | 1           | 1              |

| Layer number | Material name       | PI-line top | PI-line bottom |
|--------------|---------------------|-------------|----------------|
| 5            | Leem, zwak zandig   | 1           | 1              |
| 4            | Veen                | 1           | 1              |
| 3            | Zand, sterk siltig  | 1           | 1              |
| 2            | Zand, zwak siltig   | 1           | 1              |
| 1            | Grind, sterk zandig | 1           | 1              |

## 2.5 Soil Properties

| Layer number | Drained | Unit weight         |                   |
|--------------|---------|---------------------|-------------------|
|              |         | Unsaturated [kN/m³] | Saturated [kN/m³] |
| 6            | Yes     | 18.00               | 20.00             |
| 5            | No      | 19.00               | 19.00             |
| 4            | No      | 11.50               | 11.50             |
| 3            | Yes     | 18.00               | 20.00             |
| 2            | Yes     | 18.00               | 20.00             |
| 1            | Yes     | 19.00               | 21.00             |

| Layer number | Storage type | Vert. consolid. coefficient Cv [m²/s] | Vertical permeability [m/s] | Permeability strain mod. [-] | Initial vertical permeability [m/s] |
|--------------|--------------|---------------------------------------|-----------------------------|------------------------------|-------------------------------------|
| 6            | Vert. cons.  | -                                     | -                           | -                            | -                                   |
| 5            | Vert. cons.  | 5.00E-07                              | -                           | -                            | -                                   |
| 4            | Vert. cons.  | 1.00E-07                              | -                           | -                            | -                                   |
| 3            | Vert. cons.  | -                                     | -                           | -                            | -                                   |
| 2            | Vert. cons.  | -                                     | -                           | -                            | -                                   |
| 1            | Vert. cons.  | -                                     | -                           | -                            | -                                   |

| Layer number | POP [kN/m²] | OCR [-] | Equiv. age [days] |
|--------------|-------------|---------|-------------------|
| 6            | -           | 1.00    | -                 |
| 5            | 5.00        | -       | -                 |
| 4            | 5.00        | -       | -                 |
| 3            | -           | 1.00    | -                 |
| 2            | -           | 1.00    | -                 |
| 1            | -           | 1.00    | -                 |

| Layer number | Reloading/swelling ratio RR [-] | Compression ratio CR [-] | Coeff. of sec. compression Ca [-] | Reloading/swelling index Cr [-] | Compression index Cc [-] | Initial void ratio (e0) [-] |
|--------------|---------------------------------|--------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| 6            | 0.0003000                       | 0.0040000                | 0.0000000                         | -                               | -                        | -                           |
| 5            | 0.0307000                       | 0.0920000                | 0.0037000                         | -                               | -                        | -                           |
| 4            | 0.1022000                       | 0.3067000                | 0.0153000                         | -                               | -                        | -                           |
| 3            | 0.0038000                       | 0.0115000                | 0.0000000                         | -                               | -                        | -                           |
| 2            | 0.0017000                       | 0.0051000                | 0.0000000                         | -                               | -                        | -                           |
| 1            | 0.0001000                       | 0.0023000                | 0.0000000                         | -                               | -                        | -                           |

## 2.6 Non-Uniform Loads

| Load number | Time [days] | Unit weight         |                   |
|-------------|-------------|---------------------|-------------------|
|             |             | Unsaturated [kN/m³] | Saturated [kN/m³] |
| 1           | -1          | 100.00              | 100.00            |
| 2           | -1          | 100.00              | 100.00            |
| 3           | -1          | 100.00              | 100.00            |
| 4           | -1          | 100.00              | 100.00            |
| 5           | -1          | 100.00              | 100.00            |

| Load number | Co-ordinates [m] |        |        |        |  |  |
|-------------|------------------|--------|--------|--------|--|--|
| 1 - X -     | -80.25           | -80.25 | -79.75 | -79.75 |  |  |
| 1 - Y -     | 45.60            | 46.20  | 46.20  | 45.60  |  |  |
| 2 - X -     | -40.25           | -40.25 | -39.75 | -39.75 |  |  |
| 2 - Y -     | 45.59            | 46.20  | 46.20  | 45.60  |  |  |
| 3 - X -     | -0.25            | -0.25  | 0.25   | 0.25   |  |  |
| 3 - Y -     | 45.60            | 46.20  | 46.20  | 45.60  |  |  |

| Load number | Co-ordinates [m] |       |       |       |  |  |
|-------------|------------------|-------|-------|-------|--|--|
| 4 - X -     | 39.75            | 39.75 | 40.25 | 40.25 |  |  |
| 4 - Y -     | 45.60            | 46.20 | 46.20 | 45.60 |  |  |
| 5 - X -     | 79.75            | 79.75 | 80.25 | 80.25 |  |  |
| 5 - Y -     | 45.60            | 46.20 | 46.20 | 45.60 |  |  |

## 2.7 Water Loads

### 2.7.1 Water Load: Water load (2)

Phreatic line 2  
Time: 10 [days]

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

## 2.8 Verticals

| Vertical number | X co-ordinates [m] |         |       |        |        |
|-----------------|--------------------|---------|-------|--------|--------|
| 1 - 5           | -80.000            | -40.000 | 0.000 | 40.000 | 80.000 |

### 3 Results per Vertical

#### 3.1 Results for Vertical 1 (X = -80.00 m; Z = 0.00 m)

| Depth<br>[m] | Effective<br>Stress<br>[kPa] | Hydraulic<br>head<br>[m] | Loading<br>[kPa] | Settlement<br>[m] |
|--------------|------------------------------|--------------------------|------------------|-------------------|
| 45.000       | 120.000                      | 45.000                   | 0.000            | 0.069             |
| 44.900       | 120.901                      | 44.900                   | 0.000            | 0.069             |
| 44.800       | 115.588                      | 44.800                   | 0.000            | 0.069             |
| 44.800       | 115.587                      | 44.800                   | 0.000            | 0.069             |
| 44.700       | 104.988                      | 44.700                   | 0.000            | 0.068             |
| 44.600       | 93.861                       | 44.601                   | 0.000            | 0.066             |
| 44.500       | 84.424                       | 44.501                   | 0.000            | 0.065             |
| 44.400       | 77.007                       | 44.401                   | 0.000            | 0.064             |
| 44.300       | 71.346                       | 44.301                   | 0.000            | 0.062             |
| 44.200       | 67.084                       | 44.201                   | 0.000            | 0.061             |
| 44.100       | 63.911                       | 44.101                   | 0.000            | 0.060             |
| 44.000       | 61.585                       | 44.002                   | 0.000            | 0.059             |
| 43.600       | 57.698                       | 43.602                   | 0.000            | 0.054             |
| 43.600       | 57.697                       | 43.602                   | 0.000            | 0.054             |
| 43.100       | 55.482                       | 43.102                   | 0.000            | 0.027             |
| 42.600       | 56.482                       | 42.600                   | 0.000            | 0.000             |
| 42.600       | 56.482                       | 42.600                   | 0.000            | 0.000             |
| 42.400       | 57.114                       | 42.600                   | 0.000            | 0.000             |
| 42.200       | 57.942                       | 42.600                   | 0.000            | 0.000             |
| 42.200       | 57.942                       | 42.600                   | 0.000            | 0.000             |
| 41.750       | 60.340                       | 42.600                   | 0.000            | 0.000             |
| 41.300       | 63.263                       | 42.600                   | 0.000            | 0.000             |
| 41.300       | 63.263                       | 42.600                   | 0.000            | 0.000             |
| 40.550       | 69.626                       | 42.600                   | 0.000            | 0.000             |
| 39.550       | 78.972                       | 42.600                   | 0.000            | 0.000             |
| 38.550       | 88.888                       | 42.600                   | 0.000            | 0.000             |
| 38.150       | 92.958                       | 42.600                   | 0.000            | 0.000             |
| 37.400       | 100.705                      | 42.600                   | 0.000            | 0.000             |
| 36.400       | 111.209                      | 42.600                   | 0.000            | 0.000             |
| 35.400       | 121.856                      | 42.600                   | 0.000            | 0.000             |
| 35.000       | 126.146                      | 42.600                   | 0.000            | 0.000             |

#### 3.2 Results for Vertical 2 (X = -40.00 m; Z = 0.00 m)

| Depth<br>[m] | Effective<br>Stress<br>[kPa] | Hydraulic<br>head<br>[m] | Loading<br>[kPa] | Settlement<br>[m] |
|--------------|------------------------------|--------------------------|------------------|-------------------|
| 45.000       | 120.000                      | 45.000                   | 0.000            | 0.069             |
| 44.900       | 120.901                      | 44.900                   | 0.000            | 0.069             |
| 44.800       | 115.588                      | 44.800                   | 0.000            | 0.069             |
| 44.800       | 115.587                      | 44.800                   | 0.000            | 0.069             |
| 44.700       | 104.988                      | 44.700                   | 0.000            | 0.068             |
| 44.600       | 93.861                       | 44.601                   | 0.000            | 0.066             |
| 44.500       | 84.424                       | 44.501                   | 0.000            | 0.065             |
| 44.400       | 77.007                       | 44.401                   | 0.000            | 0.064             |
| 44.300       | 71.346                       | 44.301                   | 0.000            | 0.063             |
| 44.200       | 67.084                       | 44.201                   | 0.000            | 0.061             |
| 44.100       | 63.911                       | 44.101                   | 0.000            | 0.060             |
| 44.000       | 61.585                       | 44.002                   | 0.000            | 0.059             |
| 43.600       | 57.698                       | 43.602                   | 0.000            | 0.054             |
| 43.600       | 57.697                       | 43.602                   | 0.000            | 0.054             |
| 43.100       | 55.482                       | 43.102                   | 0.000            | 0.027             |
| 42.600       | 56.482                       | 42.600                   | 0.000            | 0.000             |
| 42.600       | 56.483                       | 42.600                   | 0.000            | 0.000             |

| Depth<br>[m] | Effective<br>Stress<br>[kPa] | Hydraulic<br>head<br>[m] | Loading<br>[kPa] | Settlement<br>[m] |
|--------------|------------------------------|--------------------------|------------------|-------------------|
| 42.500       | 57.552                       | 42.600                   | 0.781            | 0.000             |
| 42.400       | 57.895                       | 42.600                   | 0.781            | 0.000             |
| 42.200       | 58.723                       | 42.600                   | 0.781            | 0.000             |
| 42.200       | 58.723                       | 42.600                   | 0.781            | 0.000             |
| 41.750       | 61.121                       | 42.600                   | 0.781            | 0.000             |
| 41.300       | 64.044                       | 42.600                   | 0.781            | 0.000             |
| 41.300       | 64.044                       | 42.600                   | 0.781            | 0.000             |
| 40.550       | 70.407                       | 42.600                   | 0.781            | 0.000             |
| 39.550       | 79.754                       | 42.600                   | 0.781            | 0.000             |
| 38.550       | 89.670                       | 42.600                   | 0.781            | 0.000             |
| 38.150       | 93.740                       | 42.600                   | 0.781            | 0.000             |
| 37.400       | 101.487                      | 42.600                   | 0.781            | 0.000             |
| 36.400       | 111.992                      | 42.600                   | 0.781            | 0.000             |
| 35.400       | 122.640                      | 42.600                   | 0.781            | 0.000             |
| 35.000       | 126.930                      | 42.600                   | 0.781            | 0.000             |

### 3.3 Results for Vertical 3 (X = 0.00 m; Z = 0.00 m)

| Depth<br>[m] | Effective<br>Stress<br>[kPa] | Hydraulic<br>head<br>[m] | Loading<br>[kPa] | Settlement<br>[m] |
|--------------|------------------------------|--------------------------|------------------|-------------------|
| 45.000       | 120.000                      | 45.000                   | 0.000            | 0.069             |
| 44.900       | 120.901                      | 44.900                   | 0.000            | 0.069             |
| 44.800       | 115.588                      | 44.800                   | 0.000            | 0.069             |
| 44.800       | 115.587                      | 44.800                   | 0.000            | 0.069             |
| 44.700       | 104.988                      | 44.700                   | 0.000            | 0.068             |
| 44.600       | 93.861                       | 44.601                   | 0.000            | 0.067             |
| 44.500       | 84.424                       | 44.501                   | 0.000            | 0.065             |
| 44.400       | 77.007                       | 44.401                   | 0.000            | 0.064             |
| 44.300       | 71.346                       | 44.301                   | 0.000            | 0.063             |
| 44.200       | 67.084                       | 44.201                   | 0.000            | 0.061             |
| 44.100       | 63.911                       | 44.101                   | 0.000            | 0.060             |
| 44.000       | 61.585                       | 44.002                   | 0.000            | 0.059             |
| 43.600       | 57.698                       | 43.602                   | 0.000            | 0.054             |
| 43.600       | 57.697                       | 43.602                   | 0.000            | 0.054             |
| 43.100       | 55.482                       | 43.102                   | 0.000            | 0.027             |
| 42.600       | 56.482                       | 42.600                   | 0.000            | 0.000             |
| 42.600       | 56.483                       | 42.600                   | 0.000            | 0.000             |
| 42.400       | 58.676                       | 42.600                   | 1.562            | 0.000             |
| 42.200       | 59.504                       | 42.600                   | 1.562            | 0.000             |
| 42.200       | 59.504                       | 42.600                   | 1.562            | 0.000             |
| 41.750       | 61.902                       | 42.600                   | 1.562            | 0.000             |
| 41.300       | 64.825                       | 42.600                   | 1.562            | 0.000             |
| 41.300       | 64.825                       | 42.600                   | 1.562            | 0.000             |
| 40.550       | 71.188                       | 42.600                   | 1.562            | 0.000             |
| 39.550       | 80.535                       | 42.600                   | 1.562            | 0.000             |
| 38.550       | 90.451                       | 42.600                   | 1.562            | 0.000             |
| 38.150       | 94.521                       | 42.600                   | 1.562            | 0.000             |
| 37.400       | 102.268                      | 42.600                   | 1.562            | 0.000             |
| 36.400       | 112.773                      | 42.600                   | 1.562            | 0.000             |
| 35.400       | 123.422                      | 42.600                   | 1.562            | 0.000             |
| 35.000       | 127.711                      | 42.600                   | 1.562            | 0.000             |

### 3.4 Results for Vertical 4 (X = 40.00 m; Z = 0.00 m)

| Depth<br>[m] | Effective<br>Stress<br>[kPa] | Hydraulic<br>head<br>[m] | Loading<br>[kPa] | Settlement<br>[m] |
|--------------|------------------------------|--------------------------|------------------|-------------------|
| 45.000       | 120.434                      | 45.000                   | 0.000            | 0.069             |
| 44.900       | 121.382                      | 44.900                   | 0.000            | 0.069             |

| Depth<br>[m] | Effective<br>Stress<br>[kPa] | Hydraulic<br>head<br>[m] | Loading<br>[kPa] | Settlement<br>[m] |
|--------------|------------------------------|--------------------------|------------------|-------------------|
| 44.800       | 115.824                      | 44.800                   | 0.000            | 0.069             |
| 44.800       | 115.823                      | 44.800                   | 0.000            | 0.069             |
| 44.700       | 104.943                      | 44.700                   | 0.000            | 0.068             |
| 44.600       | 93.661                       | 44.601                   | 0.000            | 0.067             |
| 44.500       | 84.163                       | 44.501                   | 0.000            | 0.065             |
| 44.400       | 76.734                       | 44.401                   | 0.000            | 0.064             |
| 44.300       | 71.082                       | 44.301                   | 0.000            | 0.063             |
| 44.200       | 66.836                       | 44.201                   | 0.000            | 0.061             |
| 44.100       | 63.682                       | 44.101                   | 0.000            | 0.060             |
| 44.000       | 61.374                       | 44.002                   | 0.000            | 0.059             |
| 43.600       | 57.544                       | 43.602                   | 0.000            | 0.054             |
| 43.600       | 57.544                       | 43.602                   | 0.000            | 0.054             |
| 43.100       | 55.372                       | 43.102                   | 0.000            | 0.027             |
| 42.600       | 56.398                       | 42.600                   | 0.000            | 0.000             |
| 42.600       | 56.398                       | 42.600                   | 0.000            | 0.000             |
| 42.400       | 58.599                       | 42.600                   | 1.562            | 0.000             |
| 42.300       | 59.775                       | 42.600                   | 2.343            | 0.000             |
| 42.200       | 60.214                       | 42.600                   | 2.343            | 0.000             |
| 42.200       | 60.214                       | 42.600                   | 2.343            | 0.000             |
| 41.750       | 62.623                       | 42.600                   | 2.343            | 0.000             |
| 41.300       | 65.555                       | 42.600                   | 2.343            | 0.000             |
| 41.300       | 65.555                       | 42.600                   | 2.343            | 0.000             |
| 40.550       | 71.927                       | 42.600                   | 2.343            | 0.000             |
| 39.550       | 81.282                       | 42.600                   | 2.343            | 0.000             |
| 38.550       | 91.204                       | 42.600                   | 2.343            | 0.000             |
| 38.150       | 95.277                       | 42.600                   | 2.343            | 0.000             |
| 37.400       | 103.026                      | 42.600                   | 2.343            | 0.000             |
| 36.400       | 113.534                      | 42.600                   | 2.343            | 0.000             |
| 35.400       | 124.185                      | 42.600                   | 2.343            | 0.000             |
| 35.000       | 128.475                      | 42.600                   | 2.343            | 0.000             |

### 3.5 Results for Vertical 5 (X = 80.00 m; Z = 0.00 m)

| Depth<br>[m] | Effective<br>Stress<br>[kPa] | Hydraulic<br>head<br>[m] | Loading<br>[kPa] | Settlement<br>[m] |
|--------------|------------------------------|--------------------------|------------------|-------------------|
| 45.000       | 120.000                      | 45.000                   | 0.000            | 0.069             |
| 44.900       | 120.901                      | 44.900                   | 0.000            | 0.069             |
| 44.800       | 115.588                      | 44.800                   | 0.000            | 0.069             |
| 44.800       | 115.587                      | 44.800                   | 0.000            | 0.069             |
| 44.700       | 104.988                      | 44.700                   | 0.000            | 0.068             |
| 44.600       | 93.861                       | 44.601                   | 0.000            | 0.067             |
| 44.500       | 84.424                       | 44.501                   | 0.000            | 0.065             |
| 44.400       | 77.007                       | 44.401                   | 0.000            | 0.064             |
| 44.300       | 71.346                       | 44.301                   | 0.000            | 0.063             |
| 44.200       | 67.084                       | 44.201                   | 0.000            | 0.061             |
| 44.100       | 63.911                       | 44.101                   | 0.000            | 0.060             |
| 44.000       | 61.585                       | 44.002                   | 0.000            | 0.059             |
| 43.600       | 57.698                       | 43.602                   | 0.000            | 0.054             |
| 43.600       | 57.697                       | 43.602                   | 0.000            | 0.054             |
| 43.100       | 55.482                       | 43.102                   | 0.000            | 0.027             |
| 42.600       | 56.482                       | 42.600                   | 0.000            | 0.000             |
| 42.600       | 56.482                       | 42.600                   | 0.000            | 0.000             |
| 42.400       | 58.676                       | 42.600                   | 1.562            | 0.000             |
| 42.200       | 61.066                       | 42.600                   | 3.124            | 0.000             |
| 42.200       | 61.066                       | 42.600                   | 3.124            | 0.000             |
| 41.750       | 63.464                       | 42.600                   | 3.124            | 0.000             |
| 41.300       | 66.387                       | 42.600                   | 3.124            | 0.000             |
| 41.300       | 66.387                       | 42.600                   | 3.124            | 0.000             |
| 40.550       | 72.750                       | 42.600                   | 3.124            | 0.000             |
| 39.550       | 82.096                       | 42.600                   | 3.124            | 0.000             |
| 38.550       | 92.012                       | 42.600                   | 3.124            | 0.000             |



| Depth<br>[m] | Effective<br>Stress<br>[kPa] | Hydraulic<br>head<br>[m] | Loading<br>[kPa] | Settlement<br>[m] |
|--------------|------------------------------|--------------------------|------------------|-------------------|
| 38.150       | 96.082                       | 42.600                   | 3.124            | 0.000             |
| 37.400       | 103.829                      | 42.600                   | 3.124            | 0.000             |
| 36.400       | 114.333                      | 42.600                   | 3.124            | 0.000             |
| 35.400       | 124.980                      | 42.600                   | 3.124            | 0.000             |
| 35.000       | 129.270                      | 42.600                   | 3.124            | 0.000             |

## 4 Settlements

### 4.1 Settlements

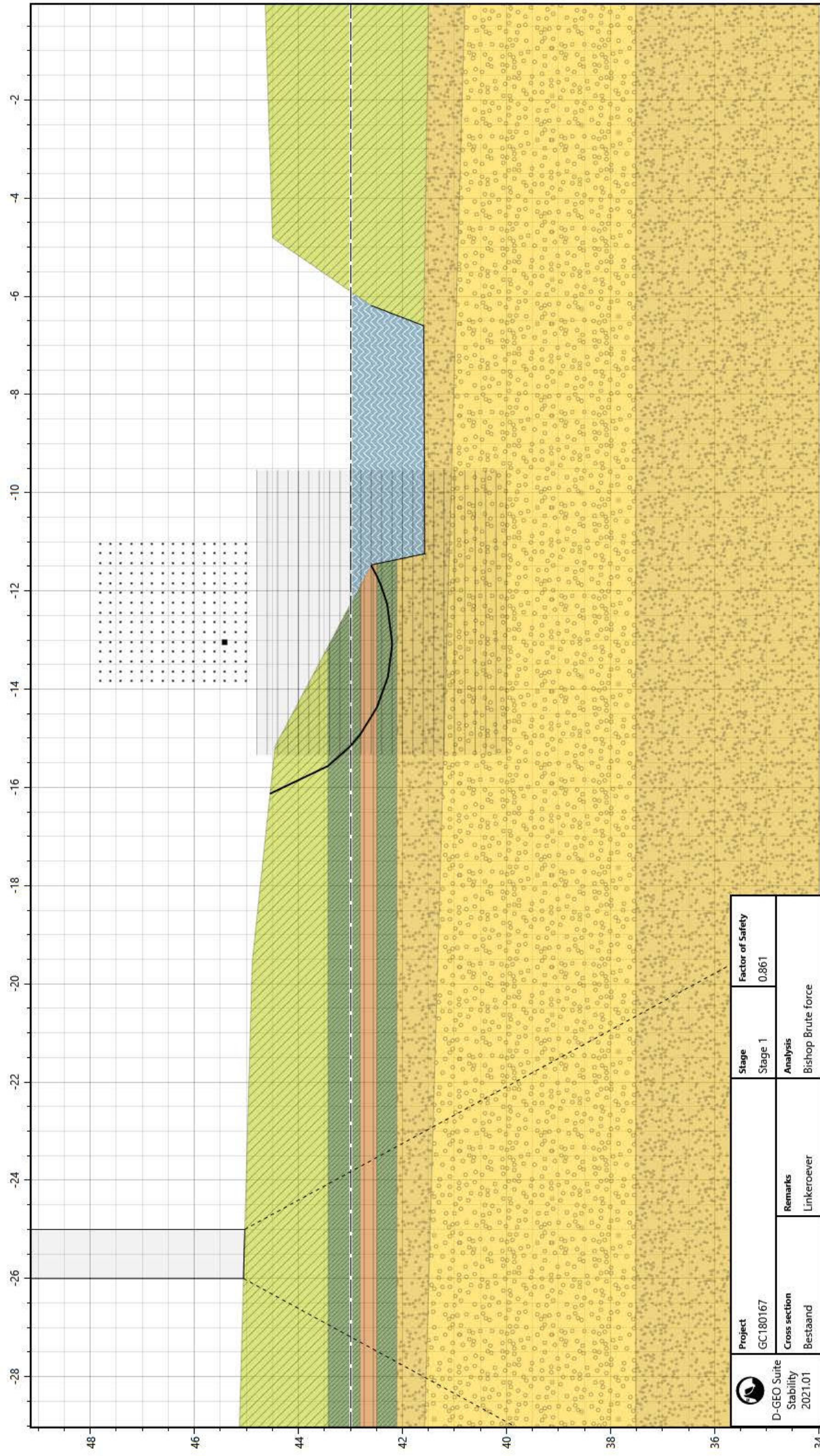
| Vertical number | X co-ordinate [m] | Z co-ordinate [m] | Surface level [m] | Settlement [m] |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|----------------|
| 1               | -80.00            | 0.00              | 45.00             | 0.069          |
| 2               | -40.00            | 0.00              | 45.00             | 0.069          |
| 3               | 0.00              | 0.00              | 45.00             | 0.069          |
| 4               | 40.00             | 0.00              | 45.00             | 0.069          |
| 5               | 80.00             | 0.00              | 45.00             | 0.069          |


### 4.2 Residual Times

| Vertical number | Time [days] | Settlement [m] | Part of final settlement [%] | Residual settlements [m] |
|-----------------|-------------|----------------|------------------------------|--------------------------|
| 1               | 10          | 0.004          | 6.184                        | 0.065                    |
| 2               | 10          | 0.004          | 6.175                        | 0.065                    |
| 3               | 10          | 0.004          | 6.166                        | 0.065                    |
| 4               | 10          | 0.004          | 6.152                        | 0.065                    |
| 5               | 10          | 0.004          | 6.151                        | 0.065                    |

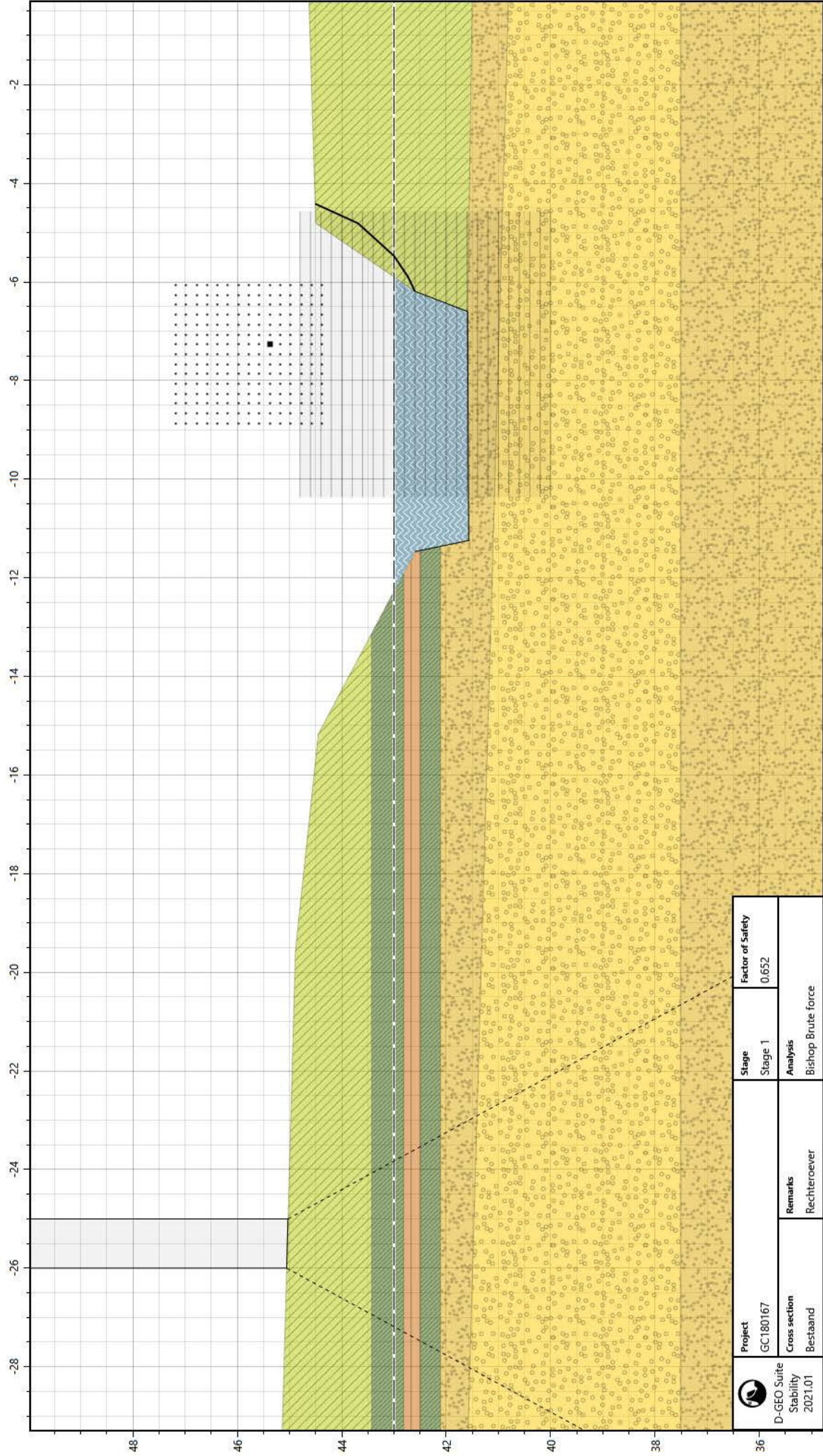
**End of Report**


## Bijlage 6 Stabiliteitsberekeningen



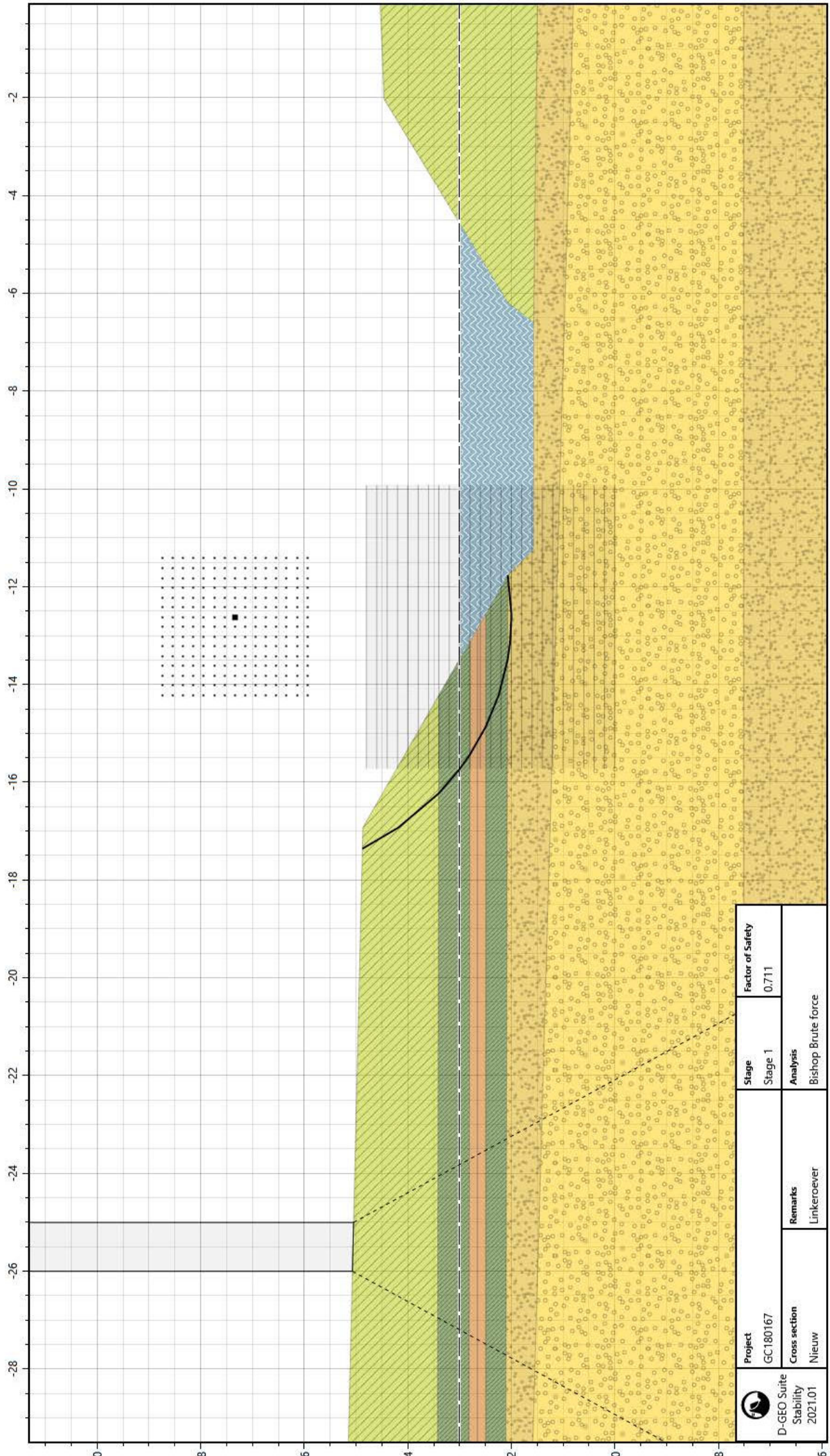
|                                                                                                                           |                           |                                |                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|--------------------------------|---------------------------|
|  D-GEO Suite<br>Stability<br>2021.01 | Project<br>GC180167       | Stage<br>Stage 1               | Factor of Safety<br>0.861 |
|                                                                                                                           | Cross section<br>Bestaand | Analysis<br>Bishop Brute force | Remarks<br>Linkeroever    |






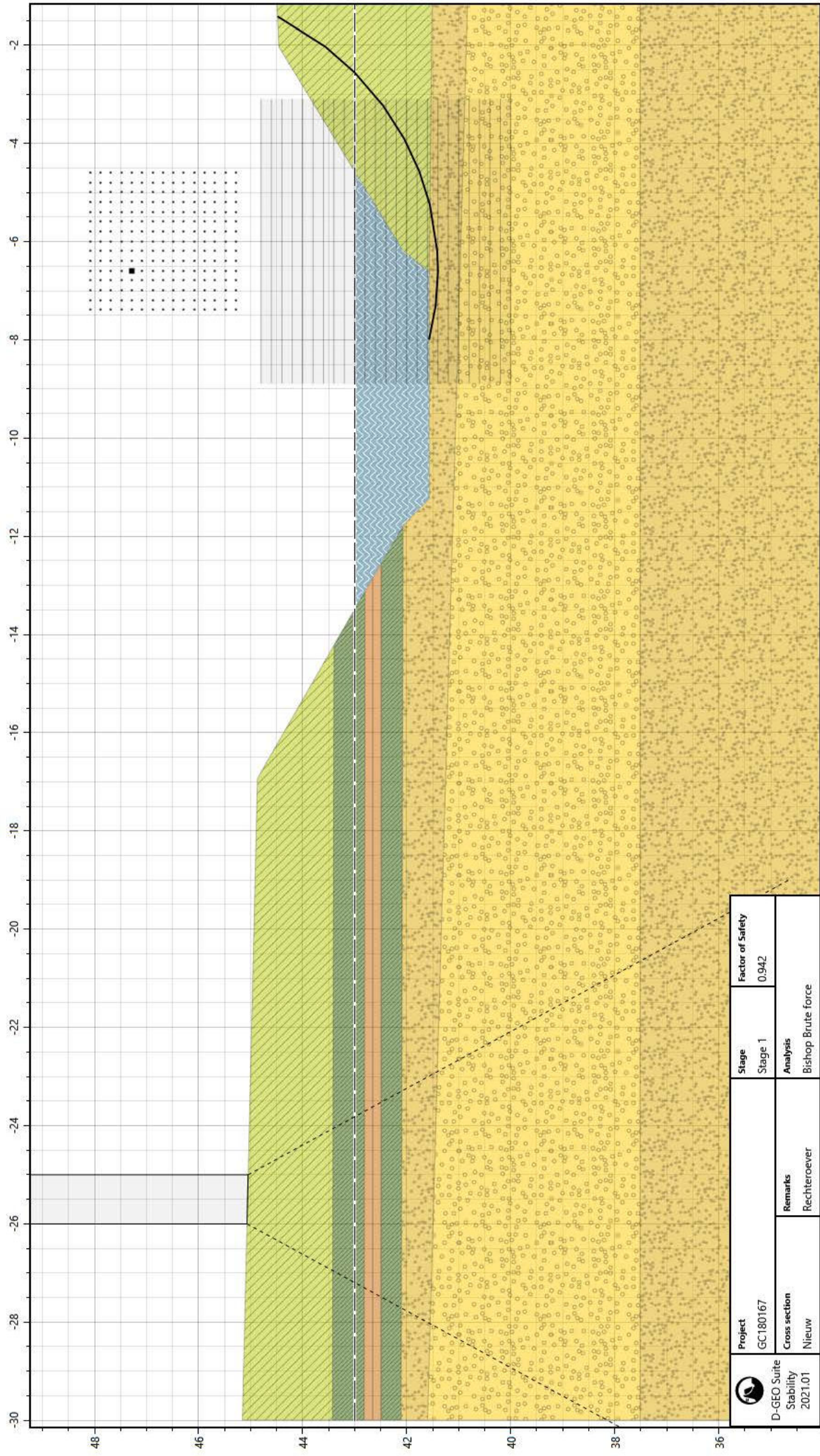
|                                                                                                                              |                           |                         |                                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------------------------|--------------------------------|
| <br>D-GEO Suite<br>Stability<br>2021.01 | Project<br>GC180167       | Stage<br>Stage 1        | Factor of Safety<br>0.652      |
|                                                                                                                              | Cross section<br>Bestaand | Remarks<br>Rechteroever | Analysis<br>Bishop Brute force |





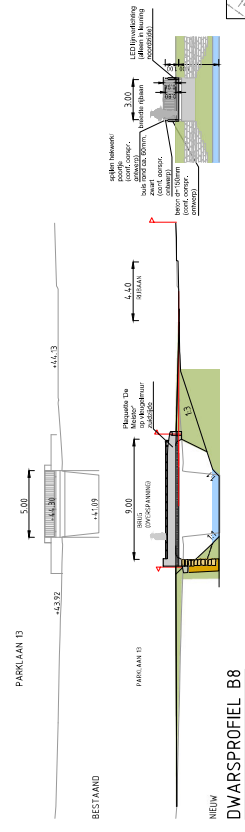
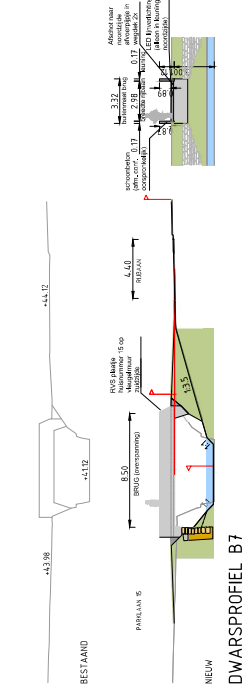
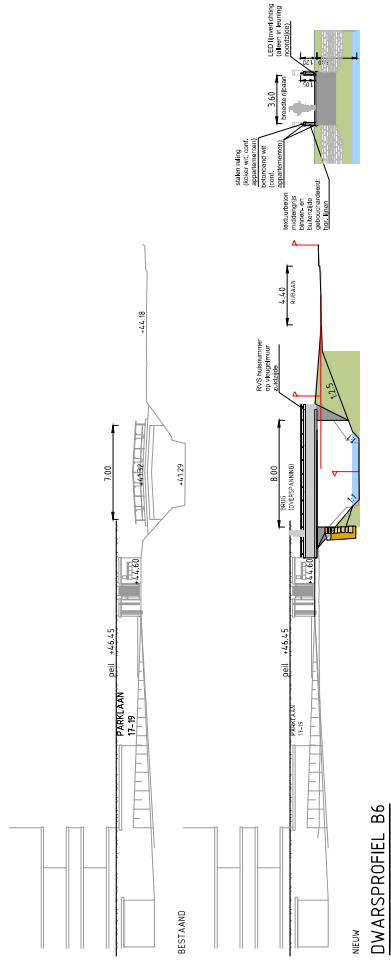
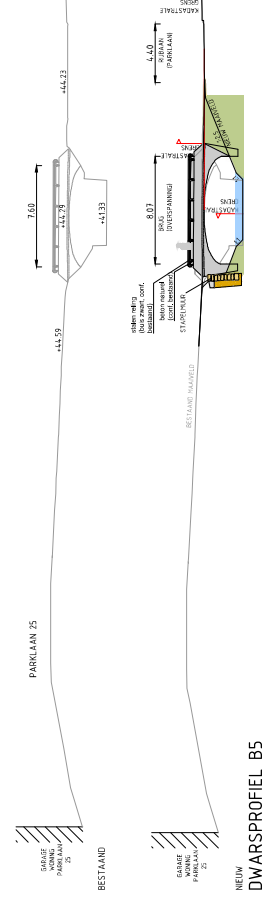
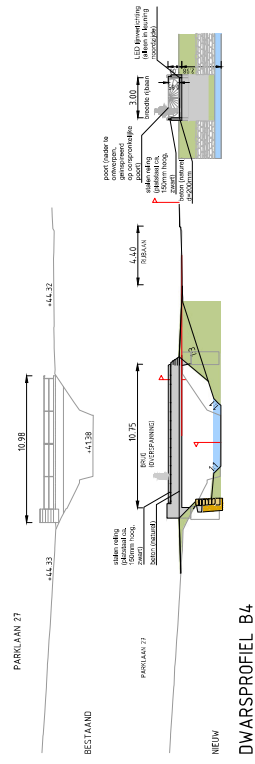
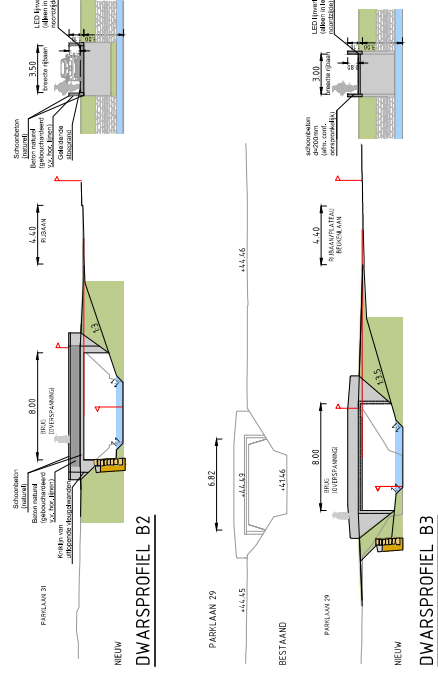
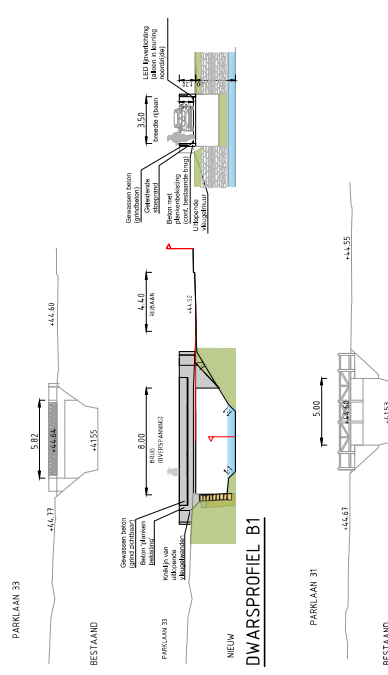
|                                                                                                                           |                        |                        |                                |                           |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|------------------------|--------------------------------|---------------------------|--|
|  D-GEO Suite<br>Stability<br>2021.01 | Project<br>GC180167    |                        | Stage<br>Stage 1               | Factor of Safety<br>0.711 |  |
|                                                                                                                           | Cross section<br>Nieuw | Remarks<br>Linkeroever | Analysis<br>Bishop Brute force |                           |  |




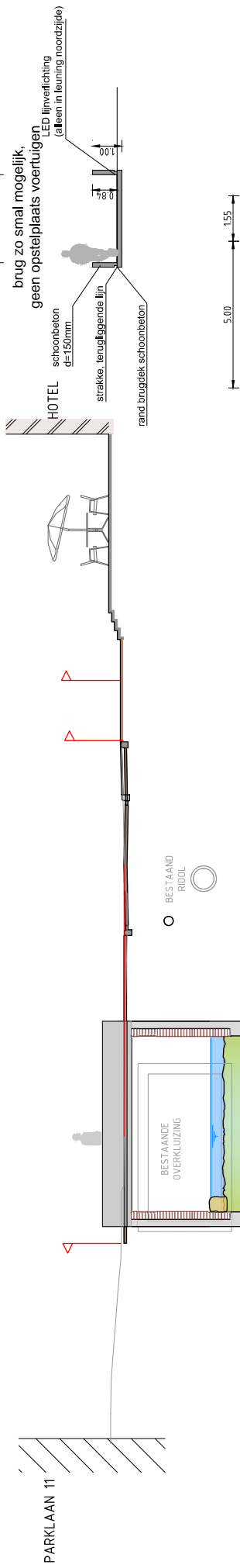




## Bijlage 7 Lengte- en dwarsprofielen

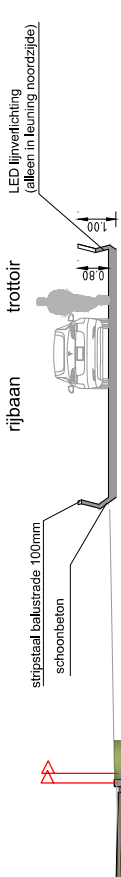


|                                                                                     |                                                                                                                |                                      |                                          |                                                           |               |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|---------------|
|  | Project<br><b>CORTIO GLIANA HL20-B</b><br>radure, recultivare<br>BRUGGEN<br>DEFINITIEF ONTWERP<br>PARCANT 2010 | toestand na<br>GEMEENTE SITARD-GELEN | status<br>28-07-2022<br>datum aflevering |                                                           | versie<br>1.0 |
|                                                                                     |                                                                                                                |                                      | definitief<br>1-200<br>schaal            | tekeningen<br>1390<br>tekening nummer<br>1390-OW-T06-05-1 |               |
|                                                                                     |                                                                                                                | projectnaam<br>A1                    | project<br>paraf<br>project<br>project   | 1390-OW-T06-05-1<br>1390-OW-T06-05-1                      |               |
| © 2022 - www.viris.nl                                                               |                                                                                                                |                                      |                                          |                                                           |               |



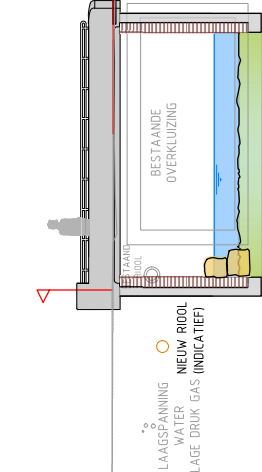
DWARSPROFIEL B9

't SJTEGSKE



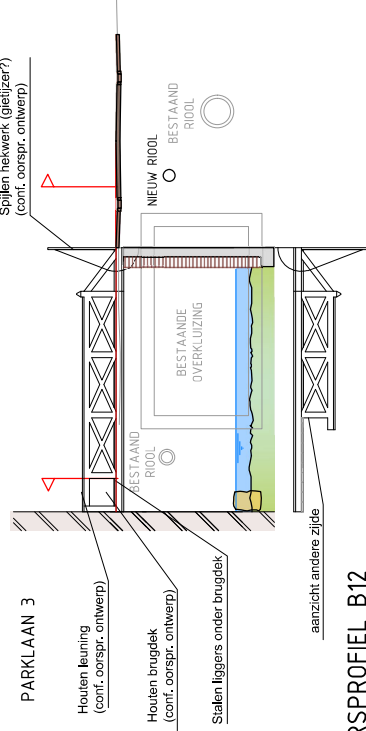
DWARSPROFIEL B10

PARKLAAN 7

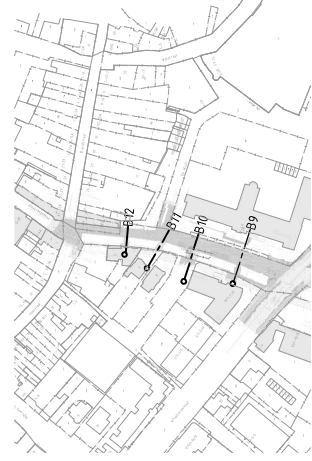


DWARSPROFIEL B11

PARKLAAN 3



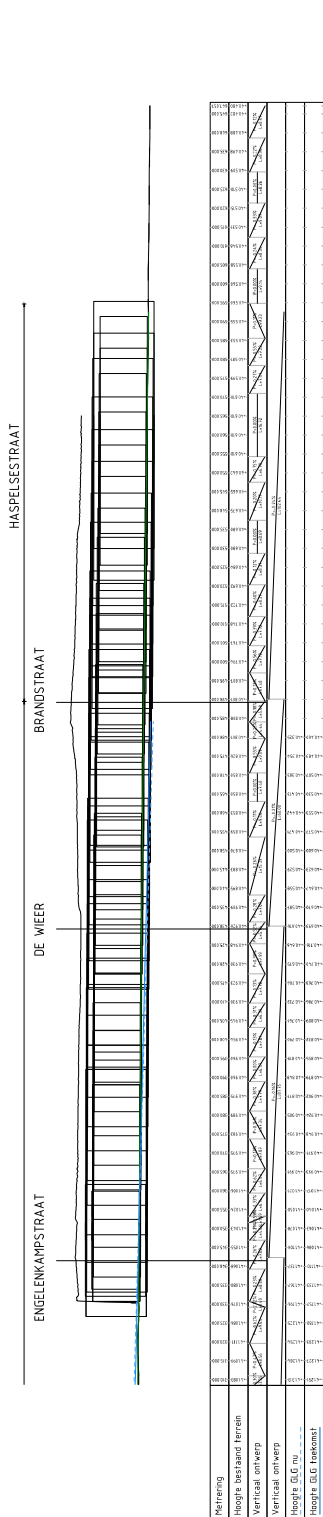
DWARSPROFIEL B12



LOCATIE PROFIELEN

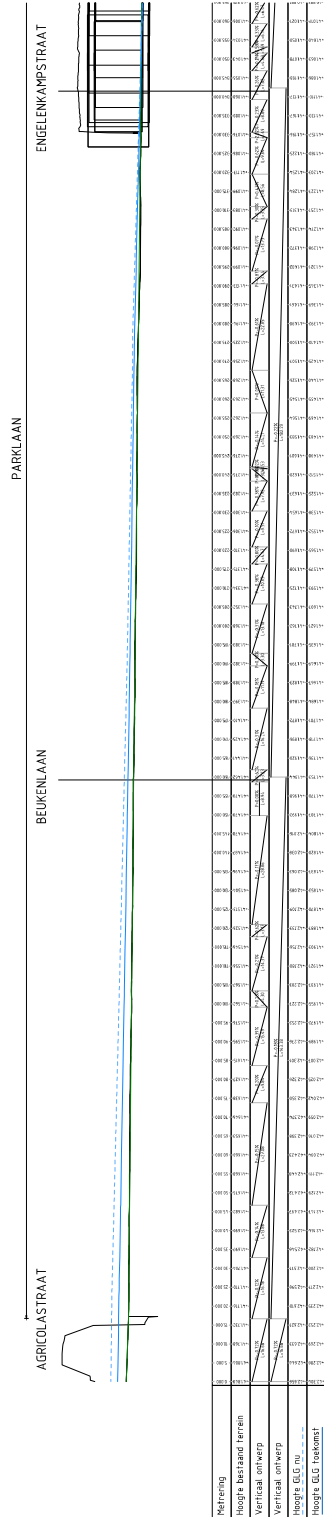
Schaal 1:100

|                                                                        |  |                                                 |  |
|------------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------------------|--|
| <b>VIForis</b><br>advies bv<br>Boven de Wolkel 30a<br>6649 LX Roermond |  | opdrachtgever<br><b>GEMEENTE SITTARD-GELEEN</b> |  |
| project<br><b>CORIO GLANA HL20-B</b>                                   |  | status<br><b>DEFINITIEF</b>                     |  |
| natuere omschrijving<br><b>BRUGGEN</b>                                 |  | datum uitgave<br><b>28-07-2022</b>              |  |
| DEFINITIEF ONTWERP<br><b>PARKLAAN NOORD</b>                            |  | schaal<br><b>1:100</b>                          |  |
| getekend                                                               |  | projectnummer<br><b>1290</b>                    |  |
| paraaf                                                                 |  | documentnaam<br><b>TEKENING</b>                 |  |
| vrijgegeven                                                            |  | tekening nummer<br><b>1290-OW-T06-05-2</b>      |  |
| © 2022 - www.viforis.nl                                                |  | versie<br><b>1.0</b>                            |  |



LENGTEPROFIEL OVERKLUIZING ENGELKAMPSTRAAT – HASPELSESTRAAT

Stapel: 10/2009, 1/1/2010



LENGTEPROFIEL GELEENBEEK AGRICOLA STRAAT – ENGELKAMPSTRAAT

Stapel: 10/2009, 1/1/2010

**CORIO GLANA H20-B**  
GEMEENTE EINDHOVEN  
IN BEPERKING  
LEIDTIPROFIEL

Projectnummer: 1348-2000  
In bestek: 3  
Schalen: 1:500  
Versie: 1.0  
Datum: 10-10-2009

Project: 1348-2000  
In bestek: 3  
Schalen: 1:500  
Versie: 1.0  
Datum: 10-10-2009

Project: 1348-2000  
In bestek: 3  
Schalen: 1:500  
Versie: 1.0  
Datum: 10-10-2009

Project: 1348-2000  
In bestek: 3  
Schalen: 1:500  
Versie: 1.0  
Datum: 10-10-2009

Project: 1348-2000  
In bestek: 3  
Schalen: 1:500  
Versie: 1.0  
Datum: 10-10-2009

# 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