

Modelonderzoek

Geohydrologische effecten Corio Glana HL20 fase 2
GC180167.R02.V3.0

3 november 2022



Modelonderzoek

Geohydrologische effecten Corio Glana HL20 fase 2

Documentnummer GC180167.R02.V3.0

3 november 2022

Opdrachtgever

Waterschap Limburg

Postbus 2207

6040CC Roermond

Projectleiding

ViForis

Boven de Wolfskuil 3-B9

6049LX Roermond

Auteurs

Adviseur geotechniek ir T.W. Snel

Adviseur geotechniek ir A.K. Bach

Adviseur geohydrologie D.J. van der Merwe MSc

Projectleider K. Lange MSc

+31 88 130 06 00

info@geonius.nl

Postbus 1097

6160 BB Geleen

Geonius.nl

Functie	Naam	Paraaf
Adviseur geotechniek	ir T.W. Snel	
Projectleider	K. Lange MSc	

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	26
7	Stabiliteit	28
7.1	Algemeen	28
7.2	Uitgangspunten	28
7.3	Resultaten stabiliteitsberekeningen	29
7.4	Conclusies en aanbevelingen	30
8	Milieukundige aspecten	31
9	Conclusies en aanbevelingen	33
9.1	Geohydrologische effecten en zettingen	33
9.2	Taludstabiliteit	34
9.3	Milieukundige aspecten	34
9.4	Mitigerende maatregelen	34
9.4.1	Zuidelijk deel (Agricolastraat – Engelenkampstraat)	34
9.4.2	Noordelijk deel (Engelenkampstraat - Brandstraat)	35

Bijlagen

Bijlage 1	Situatietekening
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
Bijlage 9	Inventarisatie archiefgegevens funderingen (Fugro)

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. Deze kanalisatie van de beek is uitgevoerd in de jaren '60 van de vorige eeuw. 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 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 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 en is betegeling/beton op een deel van de bodem verwijderd.

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 en de stapelmuren;
- 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.

Update v3.0:

In oktober 2022 is door Fugro een archiefonderzoek naar het type en niveau van de funderingen aan de Parklaan uitgevoerd. Op basis hiervan zijn de zettingsberekeningen in H6 opnieuw beschouwd. Het archiefonderzoek door Fugro is in de bijlagen opgenomen.

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

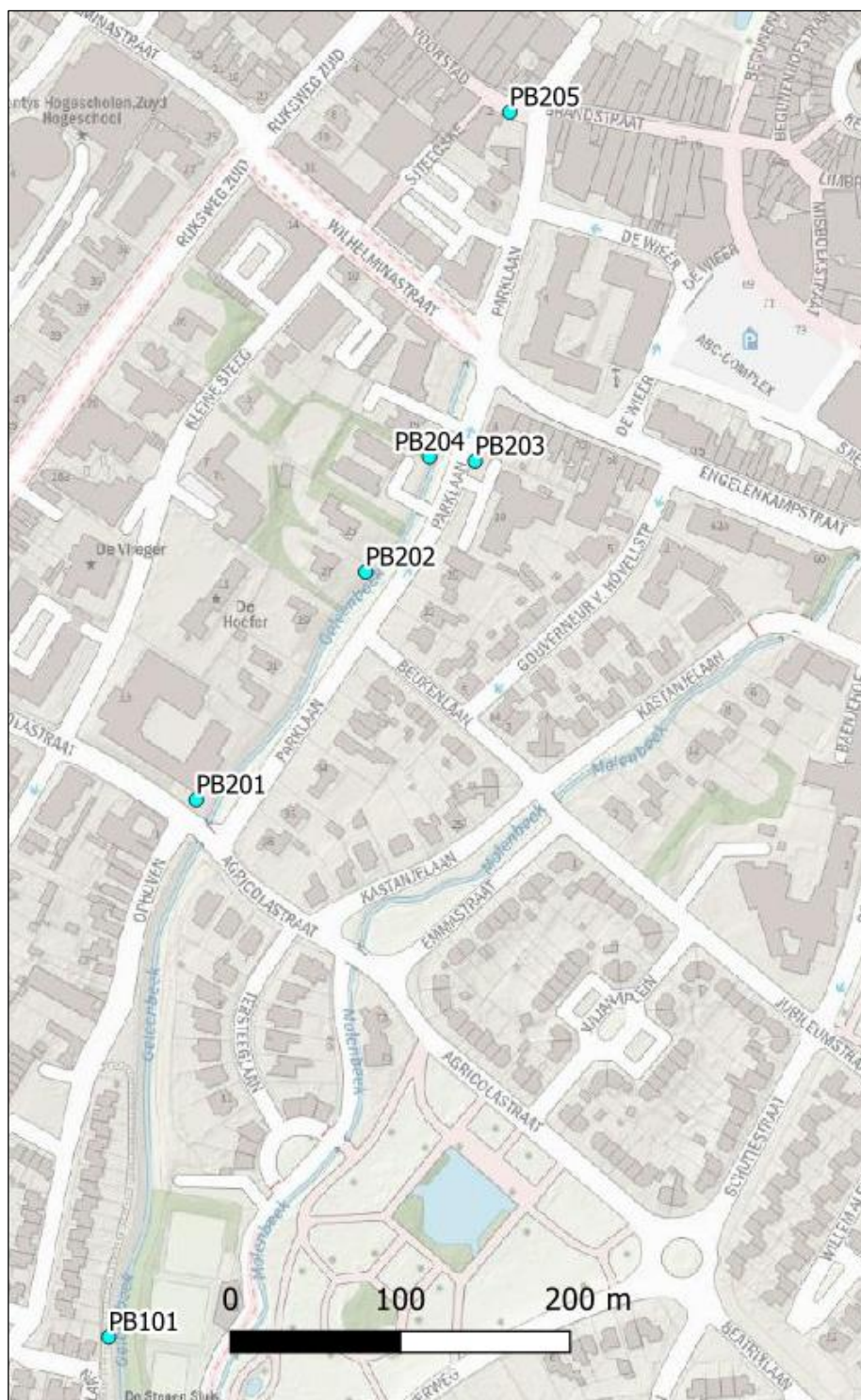
In de peilbuizen en handboringen zijn doorlatendheidsmetingen uitgevoerd. Aangezien de doorlatendheid van de verzadigde lagen is bepaald zijn de doorlatendheidsmetingen conform de methode Hooghoudt uitgevoerd. De doorlatendheidsmetingen zijn genummerd GA180167 DM01 t/m DM07 en PB201 t/m PB205 (zie tabel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

3.2 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 geohydrologische 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.

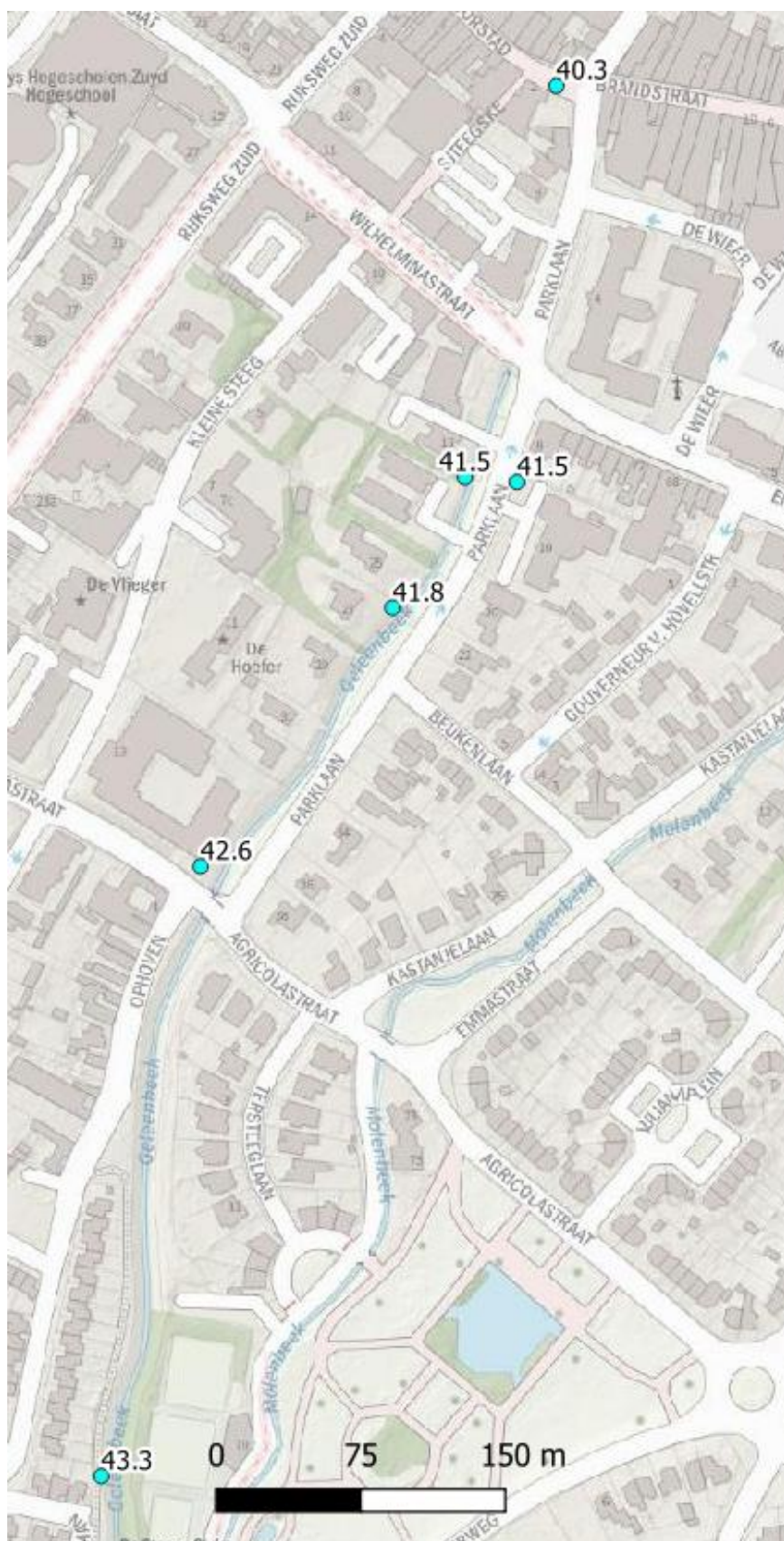
4.3 Grondwaterstanden

4.3.1 Algemeen

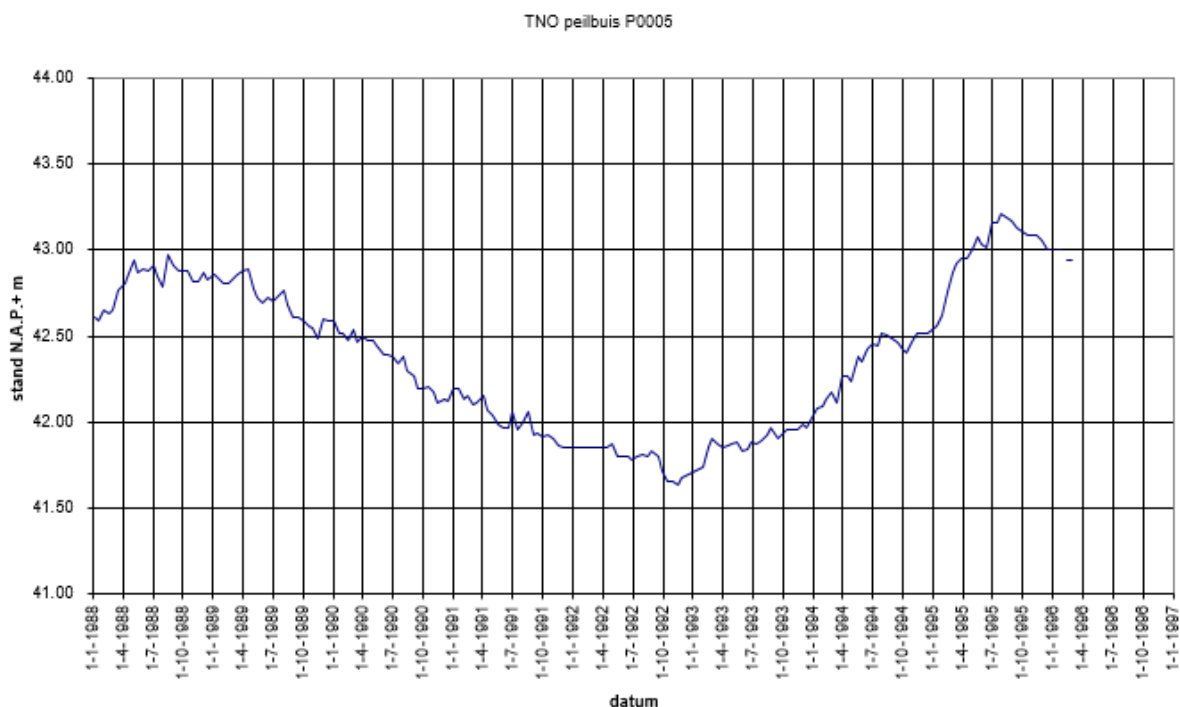
De beschikbare grondwatermeetreeksen van de in 2021 geplaatste peilbuizen, zijn onvoldoende voor het betrouwbaar bepalen van de GLG. Hiervoor is een meetreeks van ten minste 8 jaar benodigd. Om die reden is ook gebruik gemaakt van PB101 uit het meetnet van Fase 1, welke vanaf 2019 data beschikbaar heeft. 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.

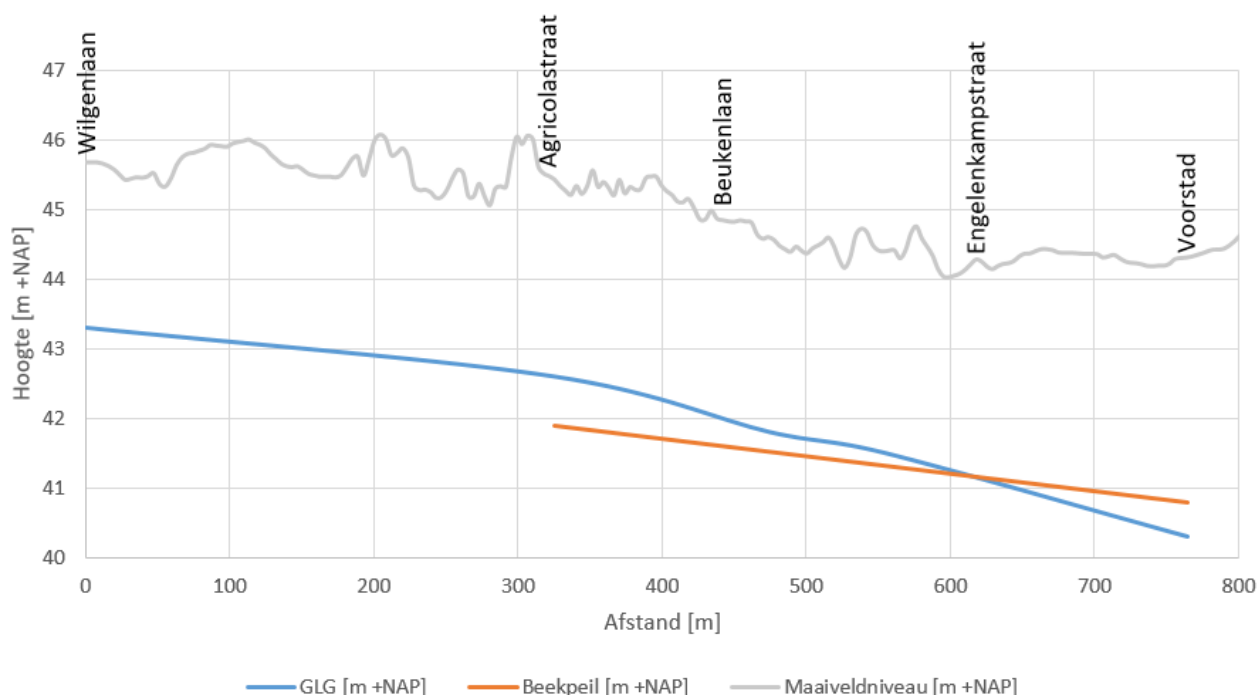
4.3.2 Samenvattend

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. De gegeven bandbreedten aan transmissiviteiten zijn bepaald op basis van de variatie in laagdikte en de doorlatendheden zoals beschreven in §3.3.

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 entreweerstand 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)

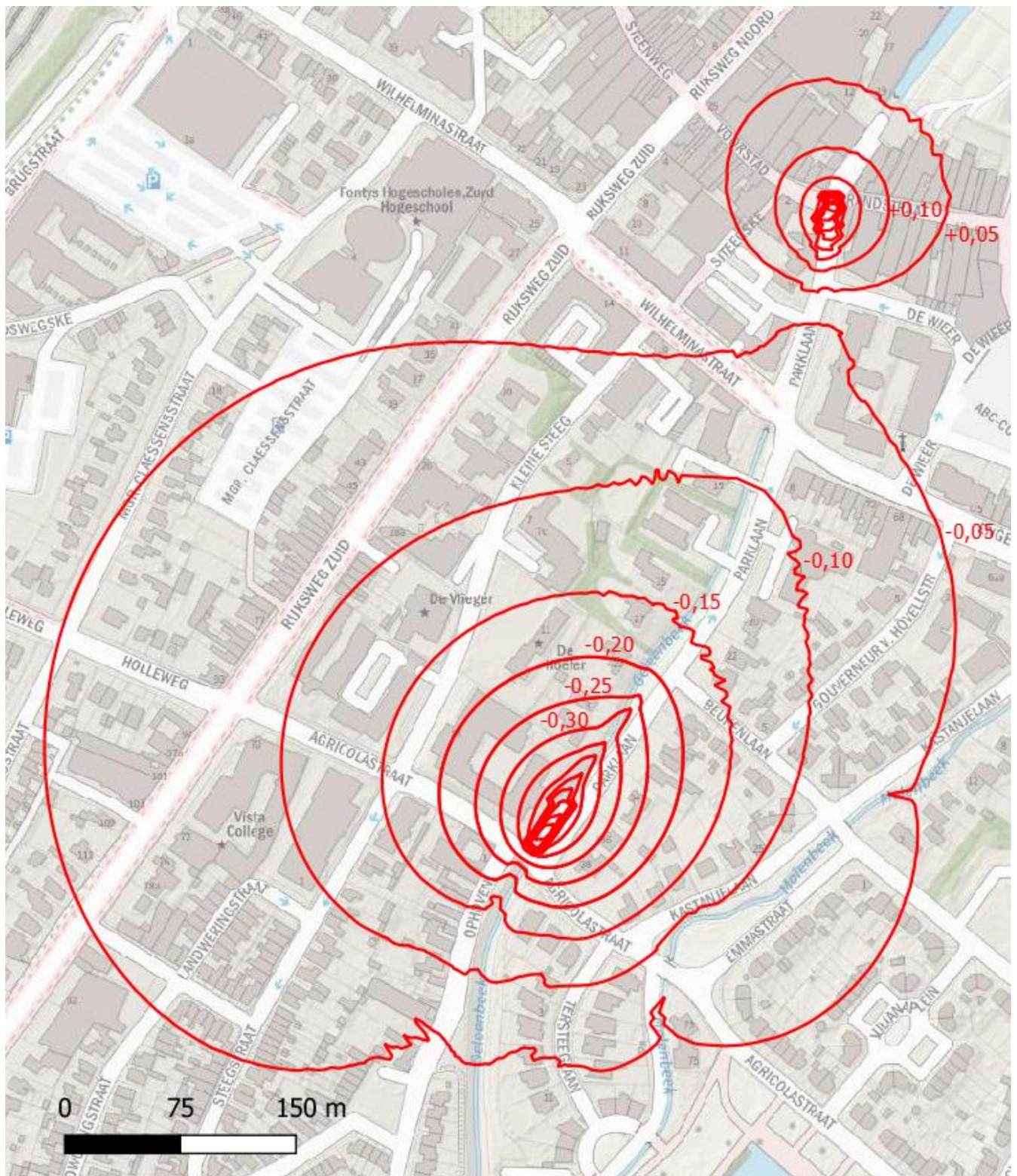
Ter plaatse van de bebouwing wordt de grootste verlaging in grondwaterstand (0,4 m) berekend bij de westgevel van Kleine Steeg 13. Gezien de aangetroffen leem- en plaatselijk veenlagen, is er een risico op zetting van op staal gefundeerde panden. Aangezien alleen een verlaging van de grondwaterstand 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 (zie de toelichting in §4.2.2). 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. Hiervoor zijn in §9.4.2 aanbevelingen opgenomen.



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.

Update v3.0:

Op basis van archiefonderzoek (Referentie: Fugro, Samenvatting archiefgegevens Parklaan Sittard d.d. 27-10-22, Bijlage 9) van de woningen is nader inzicht verkregen in de funderingniveaus en verschillen hierin. Hieruit volgt dat een deel van de woningen gedeeltelijk is onderkelderd of dat verschillende funderingsniveaus- en systemen zijn toegepast. Ter controle van de eerdere berekeningen is hierbij een aanvullende berekening uitgevoerd voor de theoretisch maatgevende situatie. Dit betreft Parklaan 13, daar hier enige invloed door de GLG-verlaging wordt verwacht en er verschilzettingen kunnen ontstaan door verschillende funderingsniveaus en de later aangebouwde garages. Dit pand is gebouwd in 1924 met poeren en stroken op verschillende constructieniveaus, met enerzijds aangebouwde appartementen op palen gefundeerd (avegaar Ø550) en anderzijds op poeren gefundeerde aangebouwde garages op ca. 1,07 m- peil. Voor het vergelijk is de funderingsdruk op 120 kN/m² aangehouden.

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 kruipnelheid (secondaire zetting) aangenomen. In het geval er geen spanningsverhoging optreedt zou deze waarde theoretisch 0 zijn. De berekende achtergrondzetting betreft dus geen bodemdaling.

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
13 (update v3.0)	+44,50	+43,43	+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
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_{α} [-]	C_v [m ² /s]	POP [kPa]
Veen, kleilig	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 het huidige 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 verschilzetting over 30 jaar [mm]
Parklaan				
5	+0,20	26	26	0
9	+0,10	37	37	0
13 NEN-Bjerrum	-0,10	56	57	<1
13 Koppejan	-0,10	0	<1	<1
13 NEN-Bjerrum (update v3.0)	-0,10	49	50	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 de resultaten uit Tabel 6.2 is tevens een berekening uitgevoerd ter plaatse van Parklaan 13 middels het Koppejan zettingsmodel. Via deze rekenmethode worden vergelijkbare theoretische verschilzettingen berekend. 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.

Update v3.0

Uit de beschikbare resultaten van het archiefonderzoek volgt dat de funderingen dieper aangrijpen dan in aangenomen in eerdere versies van voorliggend rapport. Hieruit volgt in de meeste gevallen een lagere zetting. Voor de beschouwde maatgevende situatie van Parklaan 13 ligt het daadwerkelijke aanlegniveau echter dicht bij een kleilaag, maar alsnog boven de GLG, waardoor dit geen effect heeft voor de theoretische verschilzetting ten gevolg van de GLG-daling.

Er valt niet uit te sluiten, dat recent (< 30 jaar) gerealiseerde uitbreidingen/aanbouwen niet nog restzettingen ondervinden. Dit zal zich uiten in directe verschilzettingen met eerder gerealiseerde, uitgezette fundaties.

Gezien de huidige staat van de bebouwing (met scheuren), lijken de resultaten verrassend. De bebouwing is immers zettingsgevoelig, getuige de huidige schades. De huidige schades vinden echter oorzaak in:

- eerdere verlagingen van het beekpeil (de kanalisatie in de jaren '60);
- hierdoor reeds opgetreden zettingen en oxidatie van de aangetroffen veenresten, en;
- zettingen a.g.v. de belastingen uit de fundering op de slappe lagen (welke mogelijk nog niet volledig zijn opgetreden).

De huidige GLG ligt grotendeels onder de zettingsgevoelige lagen, waardoor een verdere grondwaterstandsverlaging in weinig additionele zettingen resulteert. Doorgaande oxidatie van veenresten, en nog niet volledig opgetreden zettingen van de bestaande bouw, kunnen echter wel leiden tot een toename van de bestaande schades (en daarmee tot discussie over de oorzaak van deze schades). De reststerkte van de bebouwing is gezien de bestaande schades beperkt. Gelet op de gevoelige omgeving en de beperkte reststerkte, verdient het de aanbeveling mitigerende maatregelen (zie §9.4) te nemen en deskundige monitoring uit te voeren. Zodoende wordt onzekerheid over de oorzaak van nieuwe schadegevallen beperkt, en kunnen eventuele schadeclaims deskundig worden afgehandeld.

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.

In huidig ontwerp wordt aan de westzijde van de watergang een grondkerende stapelmuur toegepast. Ter controle van de globale macrostabiliteit is hier een berekend uitgevoerd bij de maatgevende grondslag.

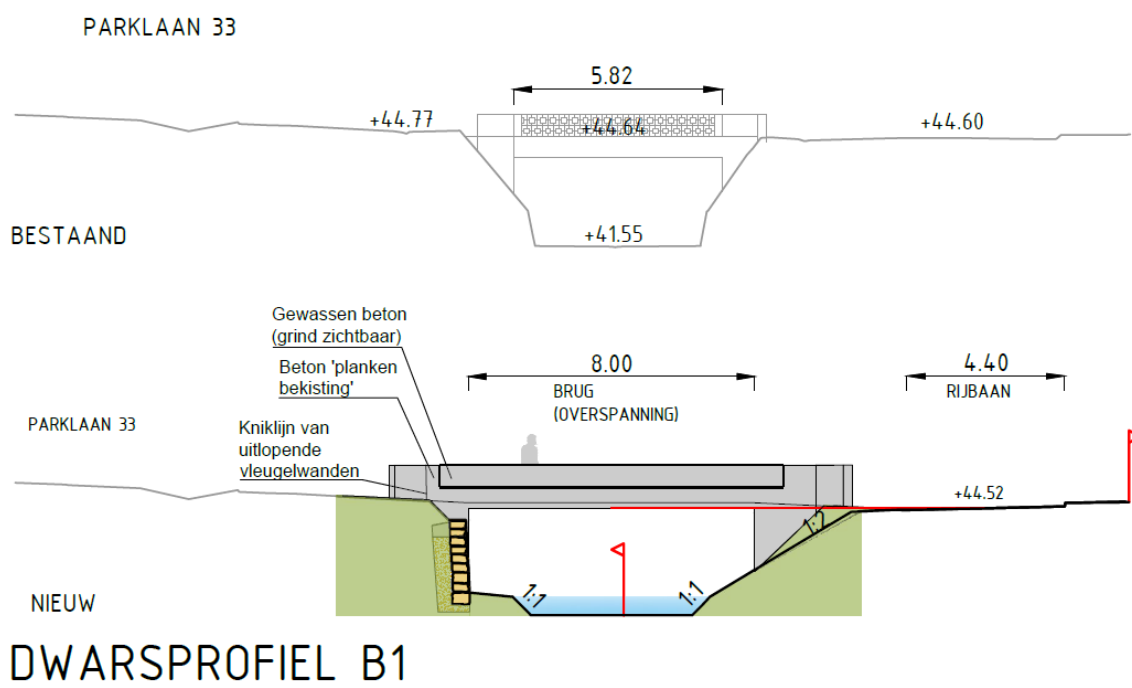
7.2 Uitgangspunten

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;
- 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 B1 zoals weergegeven op de tekening onder kenmerk *1290-OW-T06-05-1*, d.d. 28-07-2022. In deze tekening is een dwarsprofiel ter plaatse van Parklaan 33 weergegeven voor zowel huidige als toekomstige situatie (zie Figuur 7.1);
- De macrostabiliteit van de ondergrond wordt getoetst; de constructieve integriteit (sterkte en stabiliteit) van de stapelmuur dient nog gecontroleerd te worden;
- 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. Om die reden is de stabiliteit getoetst aan de huidige situatie: de stabiliteit dient minimaal gelijk te zijn aan de actuele situatie;
- 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

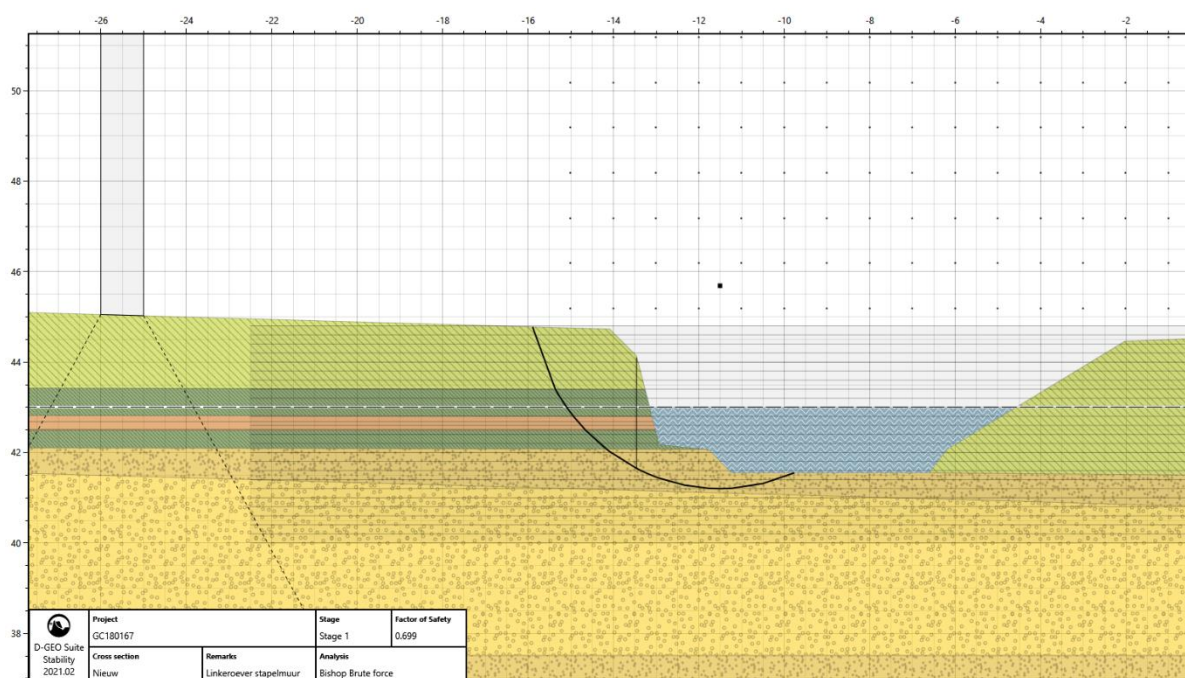
Grondsoort	γ_{nat} [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	ϕ'_d [°]	c'_d [kPa]
Veen, kleilig	11,0	11,0	15	1,9
Klei, zandig	15,0	15,0	17,5	1
Leem, zwak zandig	19,0	19,0	27,5	0,8
Zand, sterk siltig	18,0	20,0	30	0
Zand, zwak siltig	18,0	20,0	30	0
Zand, matig vast	18,0	20,0	30	0
Grind, sterk zandig	19,0	21,0	35	0



Figuur 7.1 Bestaande (boven) en nieuwe (onder) situatie

7.3 Resultaten stabiliteitsberekeningen

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 7.2 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.



Figuur 7.2: Stabiliteitsberekening nieuwe situatie

Tabel 7.2: Resultaten stabiliteitsberekeningen

Situatie	Berekende stabiliteitsfactor		Toetsing SF	
	Bestaand	Nieuw		
Linkeroever (west)	0,65	0,70	$0,65 > 0,70$	Voldoet
Rechteroever (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 waarborgen.

Voor de linker (westelijke) oever wordt de stabiliteitsfactor groter. Door toepassing van een grondkerende stapelmuur wordt een nieuwe obstructie gemaakt die het glijvlak verhindert. Een eventueel glijvlak (bij bezwijken van de stapelmuur), blijft deze op voldoende afstand van de fundering van de woning, zie Figuur 7.2. Hierdoor zal deze aanpassing geen invloed hebben op de fundering van de woning.

De stabiliteit en sterkte van de stapelmuur, zijnde een grondkerende gewichtswand, dient in een volgende fase nog wel getoetst te worden. Erosie van de leemlaag onder de beekbodem kan negatief van invloed zijn op de stabiliteit van de stapelmuur, en (indien aanwezig) op staal gefundeerde belendende constructies zoals brughoofden. Daarom dient een bodembescherming van stortsteen te worden voorzien.

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 uitgevoerde 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 theoretische berekende verschilzettingen 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 theoretisch 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 resterende (verschil)zettingsrisico's gebleken.

Gezien de gevoelige omgeving en beperkte reststerkte, verdient echter het de aanbeveling mitigerende maatregelen (zie §9.4) te nemen en deskundige monitoring uit te voeren. Zie ook §6.4.

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 en beperkte reststerkte) 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).

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 linkerzijde (westoever) zijn in het ontwerp inmiddels vervangen door een stapelmuur. De stabiliteit van is hier ook voldoende. Wel dient:

- de constructieve integriteit van de stapelmuur, zijnde een grondkerende gewichtswand, in een volgende fase getoetst te worden.

Erosie van de leemlaag onder de beekbodem kan negatief van invloed zijn op de stabiliteit van de stapelmuur, en (indien aanwezig) op staal gefundeerde belendende constructies zoals brughoofden. Daarom dient:

- een bodembescherming van stortsteen te worden voorzien. Indien dit niet wordt opgenomen in het ontwerp, dan dient de leemlaag als steunberm of gronddekking in de berekeningen buiten beschouwing te worden gelaten.

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 vanwege de bestaande zettingsschades, liggen de (beperkte) risico's gevoelig 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. Door de bodem van de betonnen bak te laten zitten, wordt het drainerend effect van de beek in de toekomstige situatie beperkt. Aanvullend kan de stapelmuur waterdicht worden afgewerkt tot het niveau van de huidige betonnen bak. Door op dit niveau openingen in de stapelmuur aan te brengen en aanvullingen aan de landzijde van de stapelmuur uit te voeren in silex (of ander goed doorlatend materiaal), kan de beek tijdens hoge grondwaterstanden alsnog draineren.

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	188539.053	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	188528.511	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			



Project	Corio Glana HL20 fase 2				
Locatie	Parklaan e.o. Sittard				
Onderdeel	Situatietekening				
Projectnr	GC180167	Projectleider	K. Lange	Schaal 1:750	
Bijlagenr	T01	Getekend	M. Vankan		
Datum	13-9-2022	Formaat	A2		
				0 7 14 21 28 35 m	

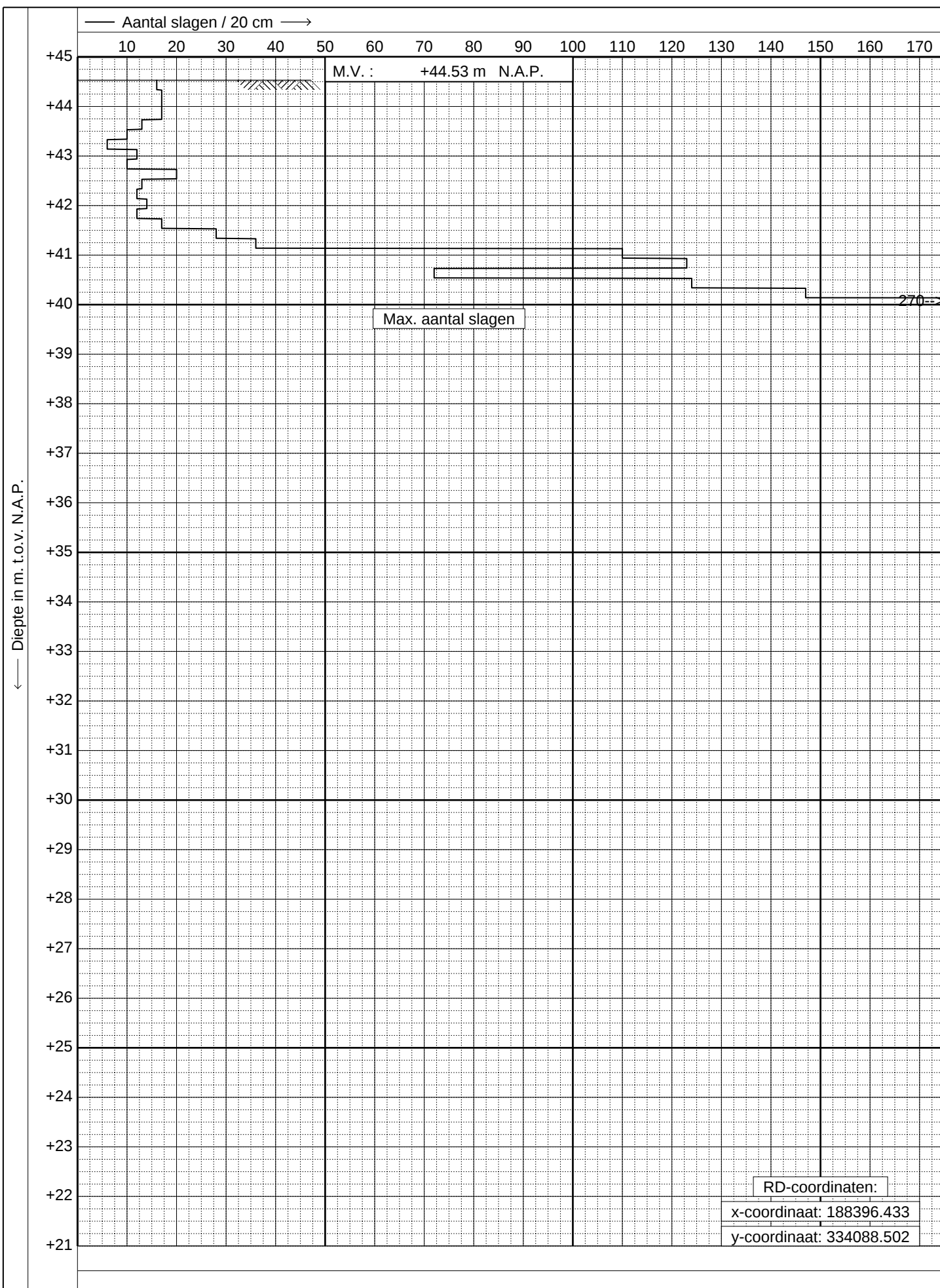
GEONIUS

Geonius Geotechniek
+31 (0) 88 1300 600

De Asselen Kuil 10

6161 RD Geleen
www.geonius.nl

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

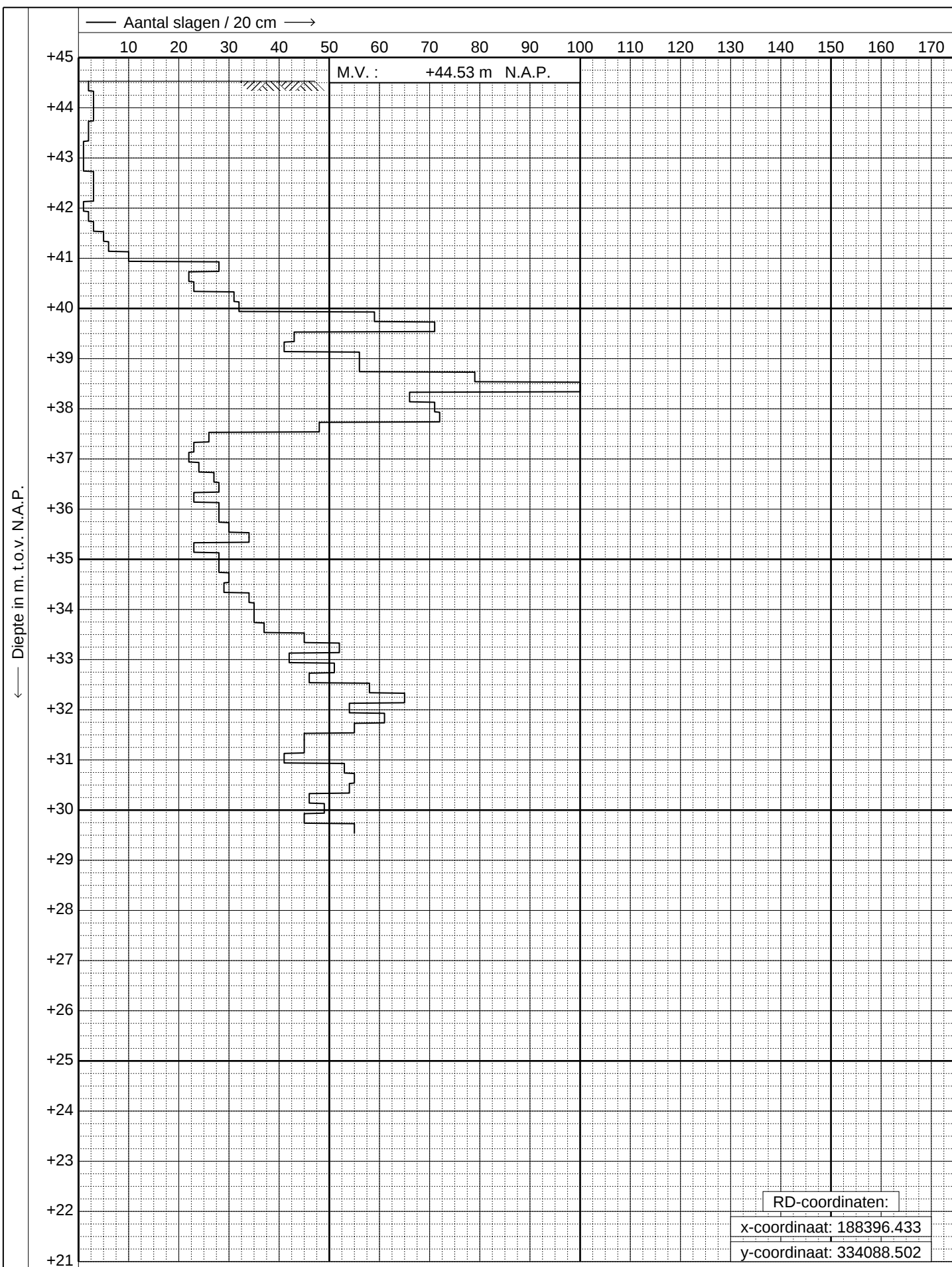
Locatie : Parklaan e.o. Sittard

Datum : 07-06-2021

Conus : L

Opdracht : GC180167

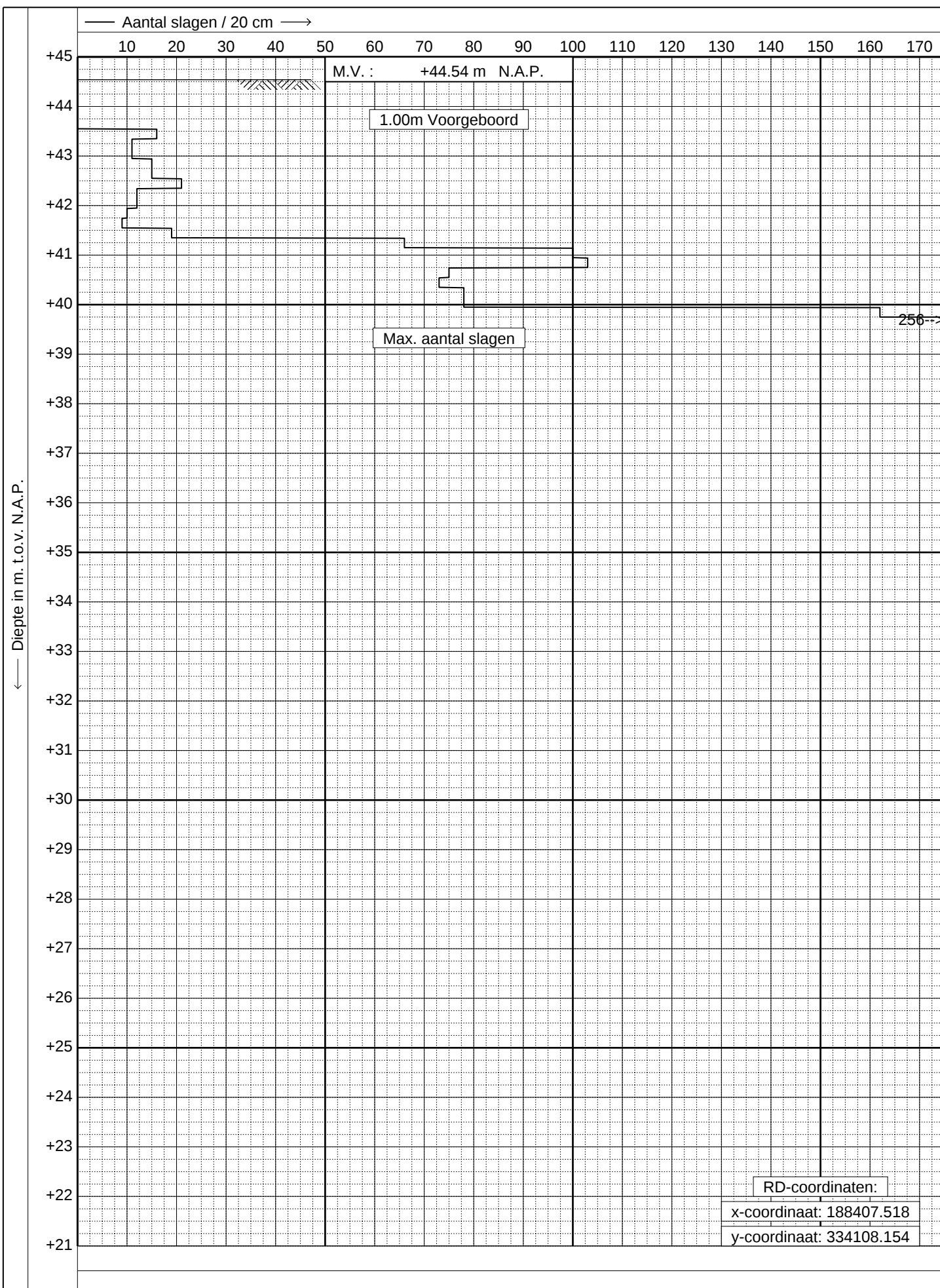
Sondering : 01



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**

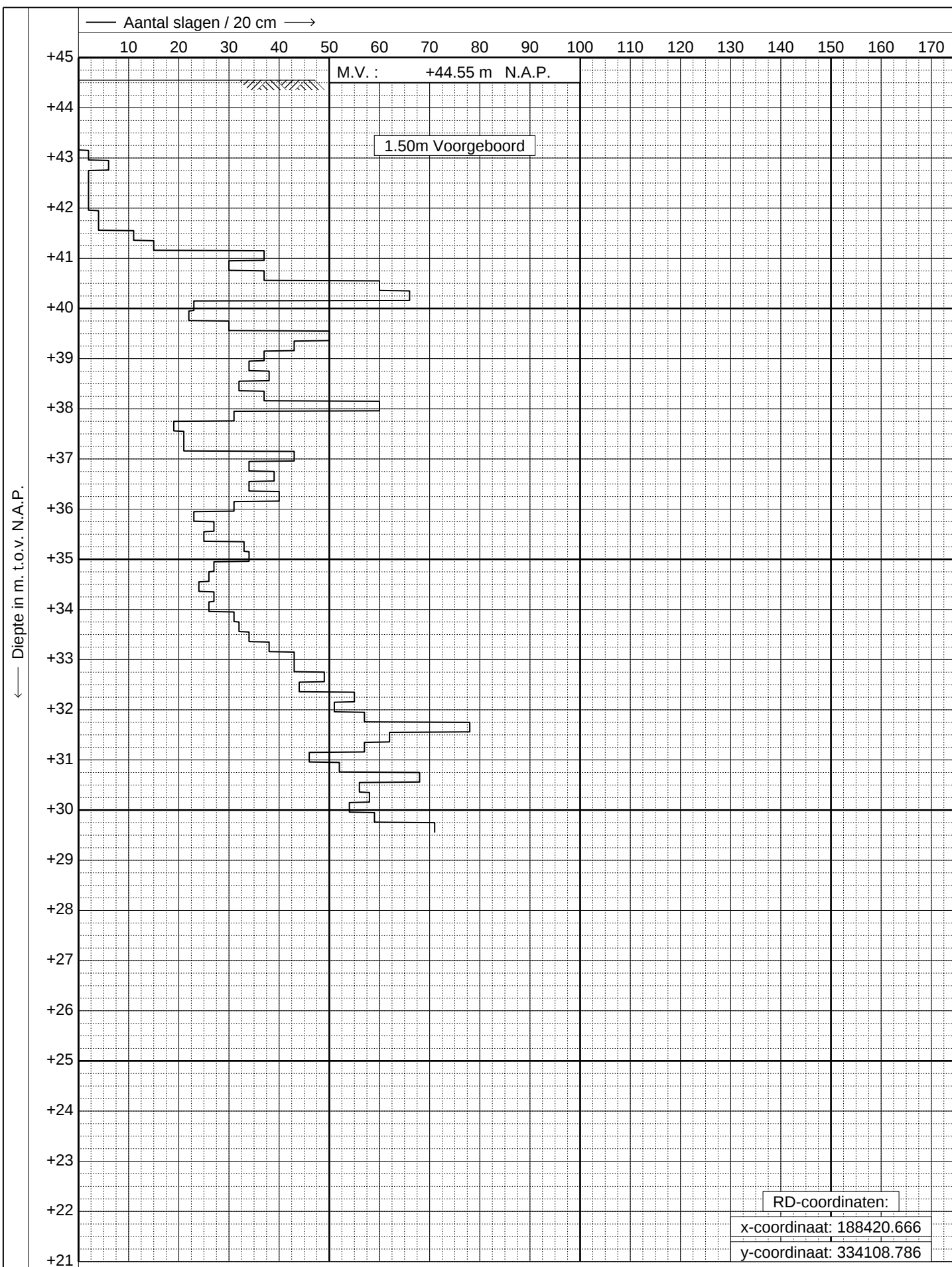
Datum : **07-06-2021**
Conus : **Z**
Opdracht : **GC180167**
Sondering : **02**



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

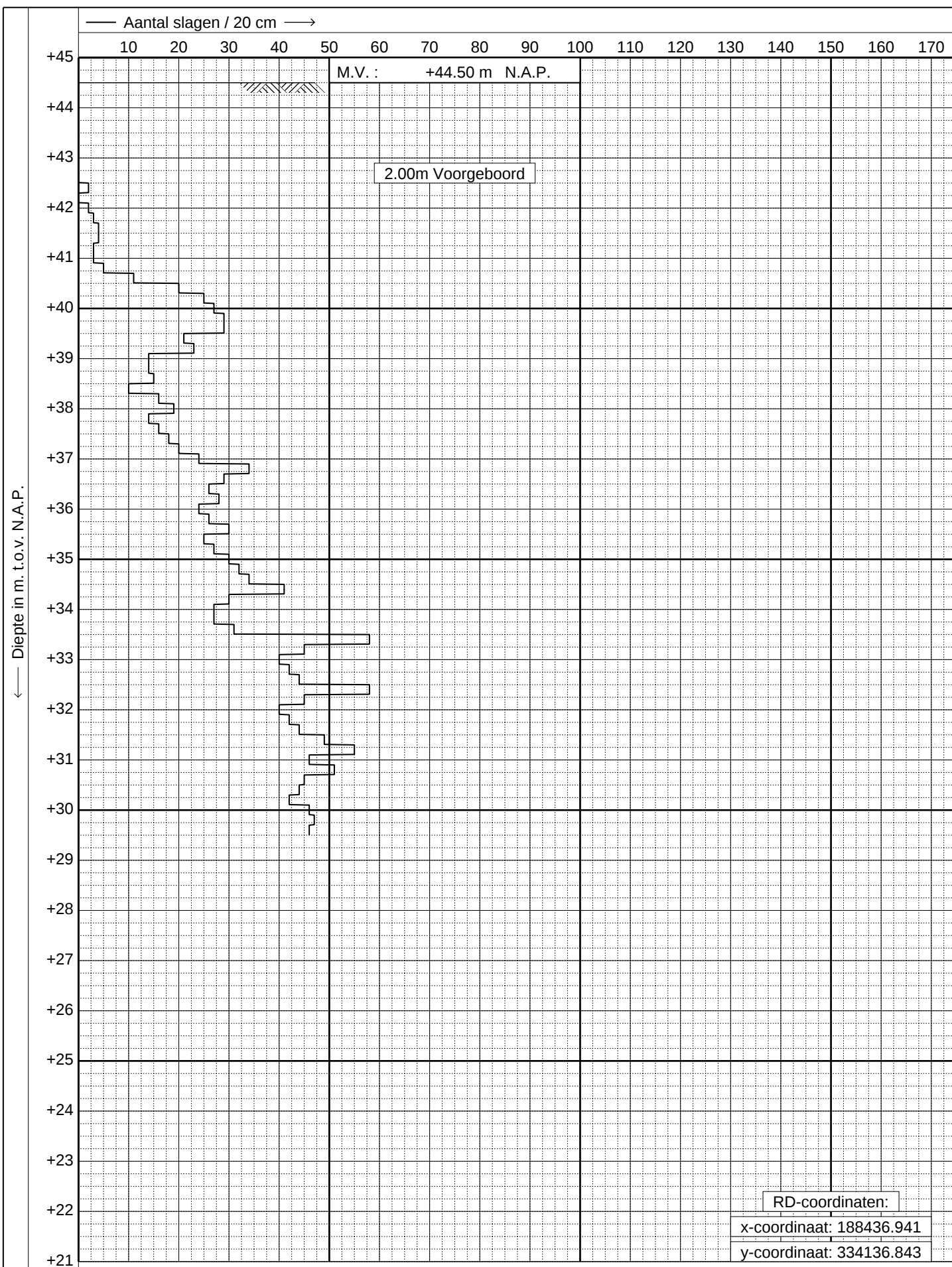
Datum : 07-06-2021
 Conus : L
 Opdracht : GC180167
 Sondering : 03



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

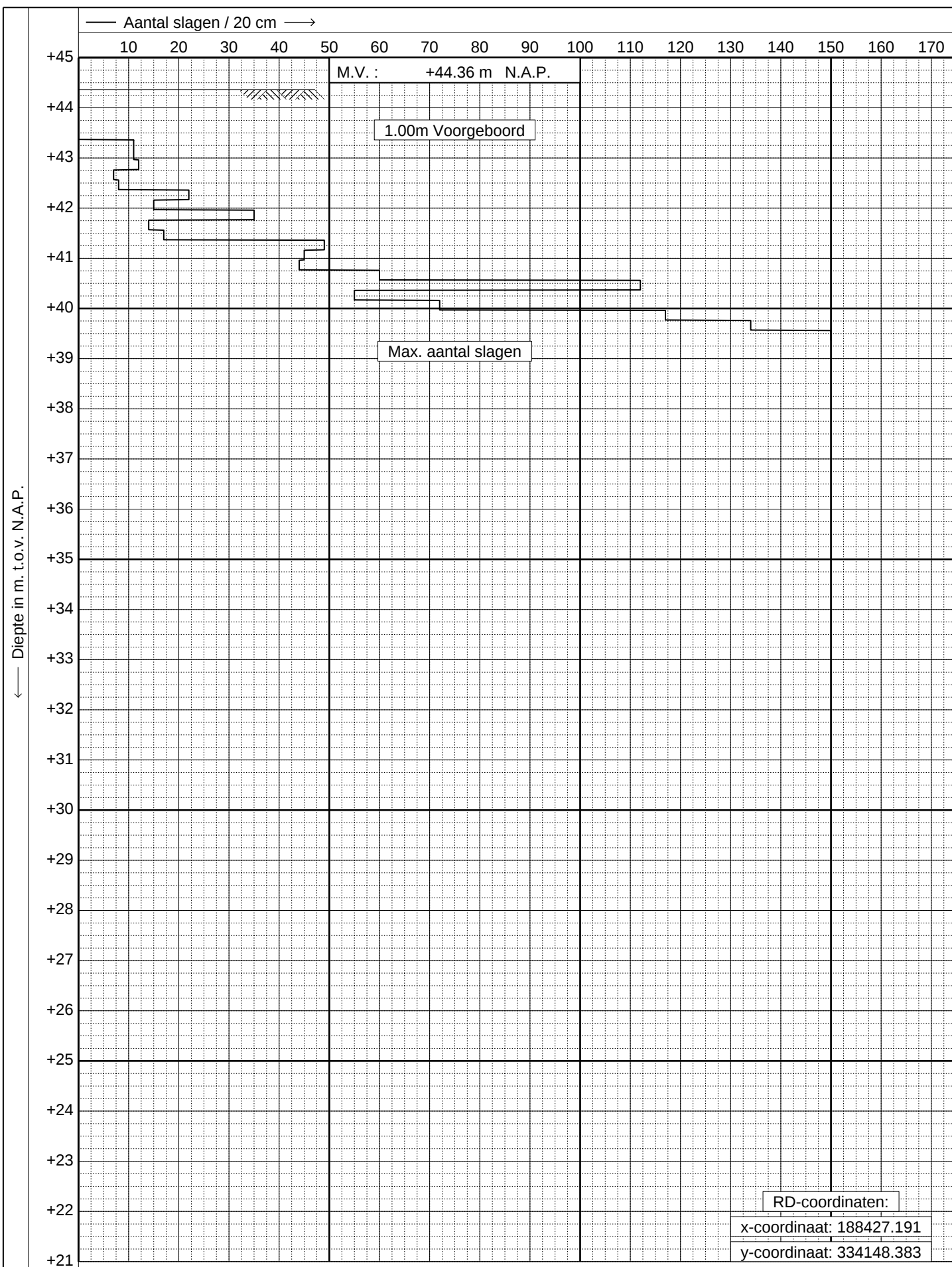
Locatie : Parklaan e.o. Sittard

Datum : 07-06-2021

Conus : Z

Opdracht : GC180167

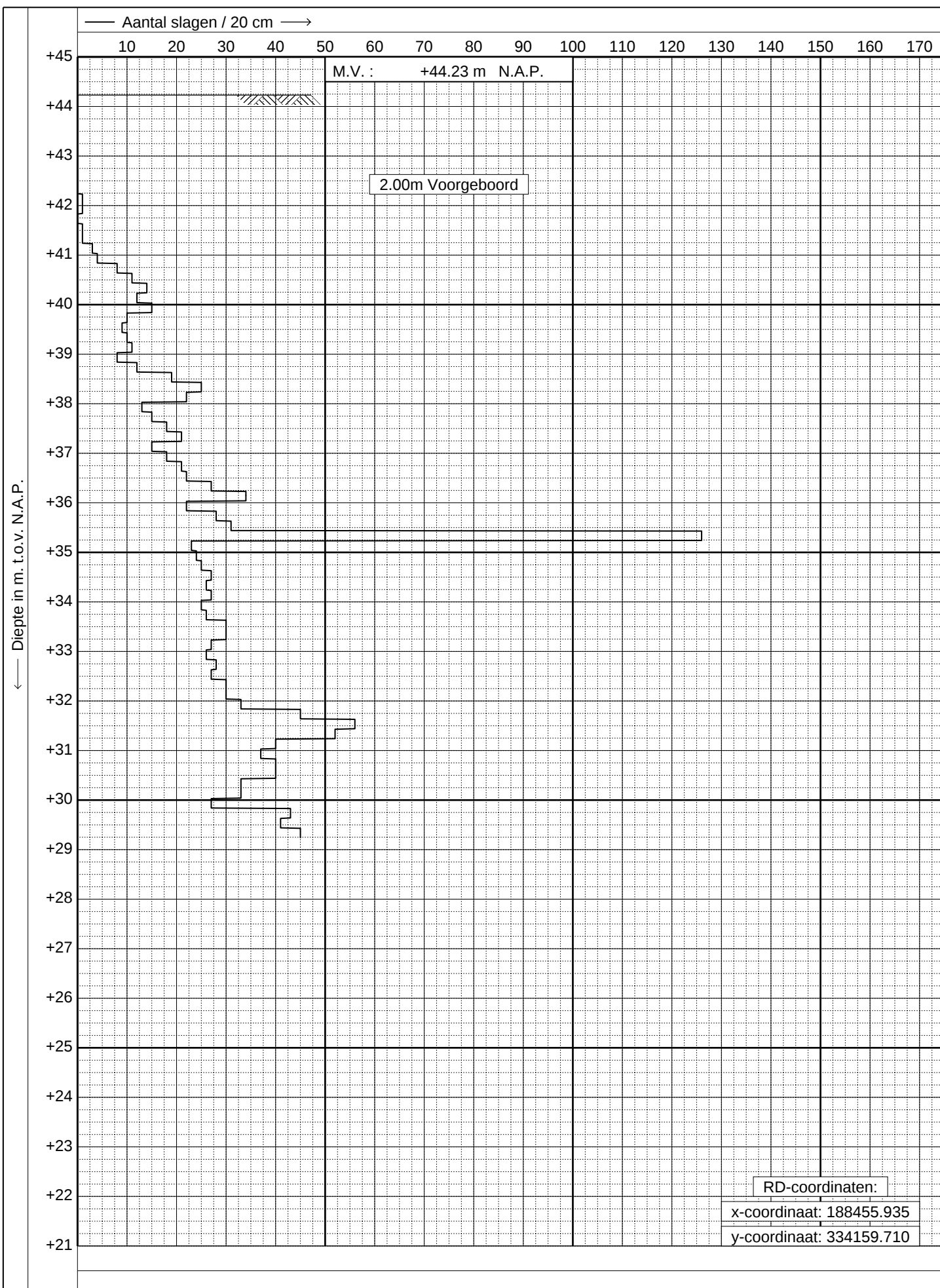
Sondering : 05



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

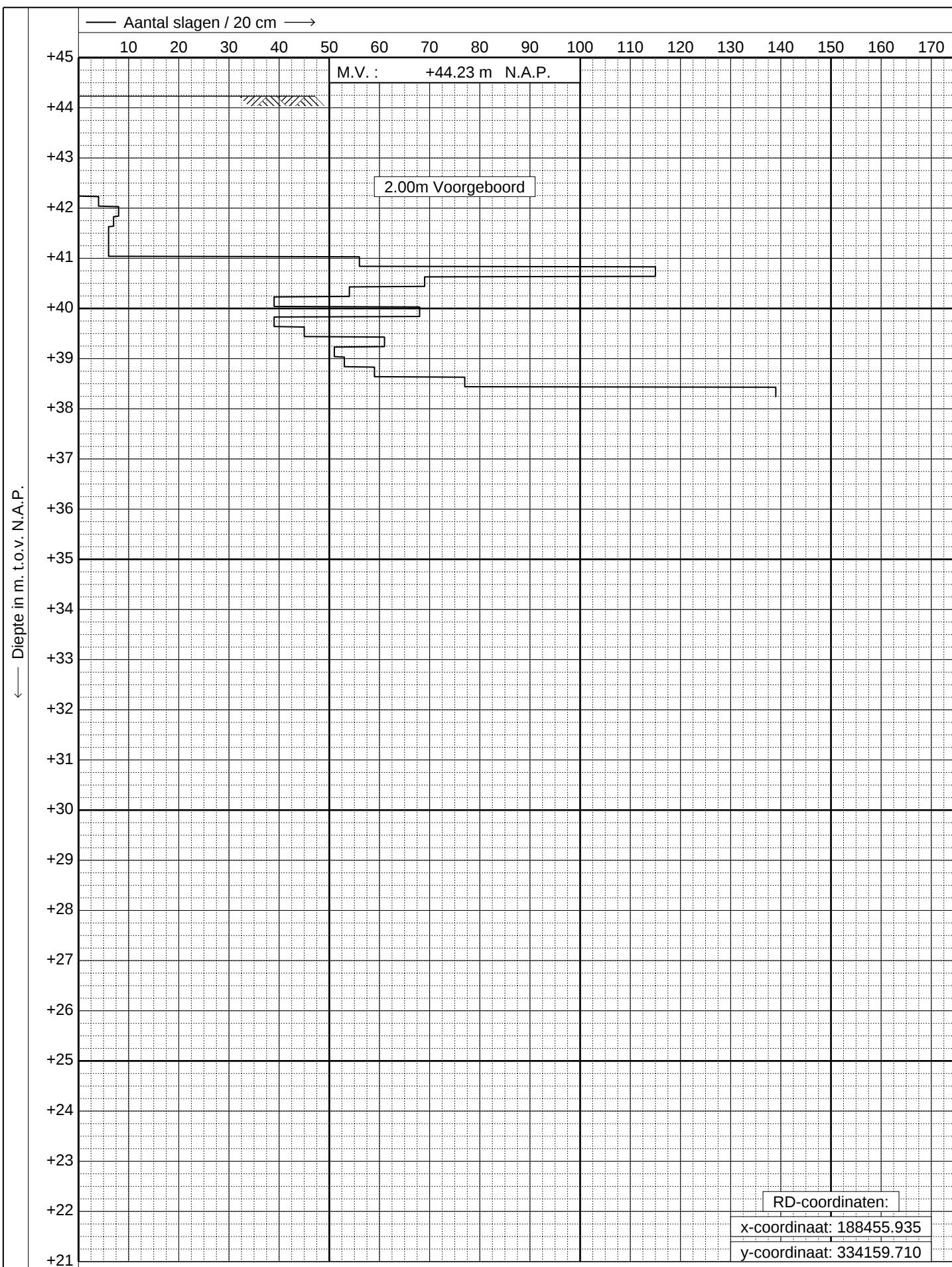
Locatie : Parklaan e.o. Sittard

Datum : 08-06-2021

Conus : Z

Opdracht : GC180167

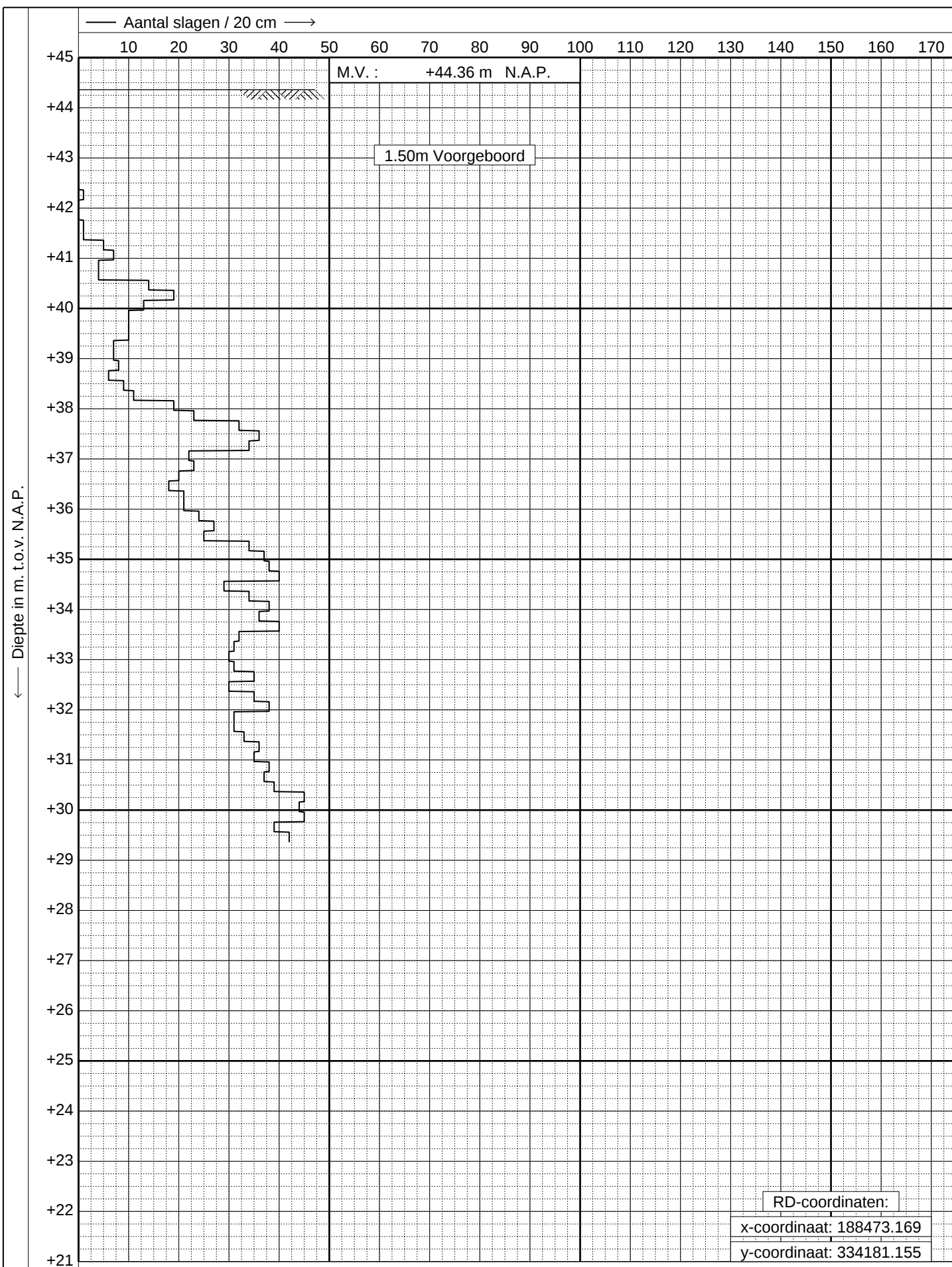
Sondering : 07



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

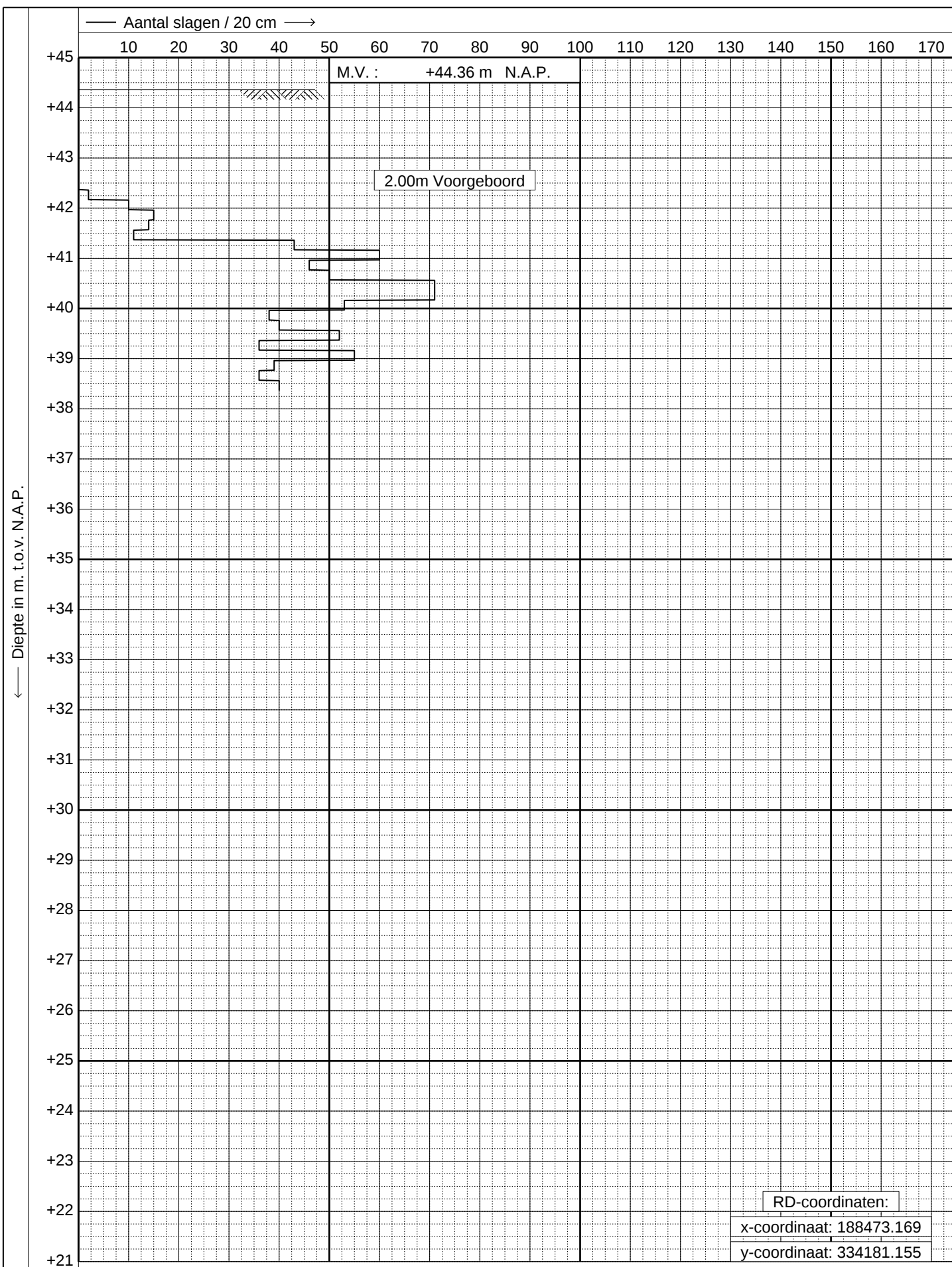
Locatie : Parklaan e.o. Sittard

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

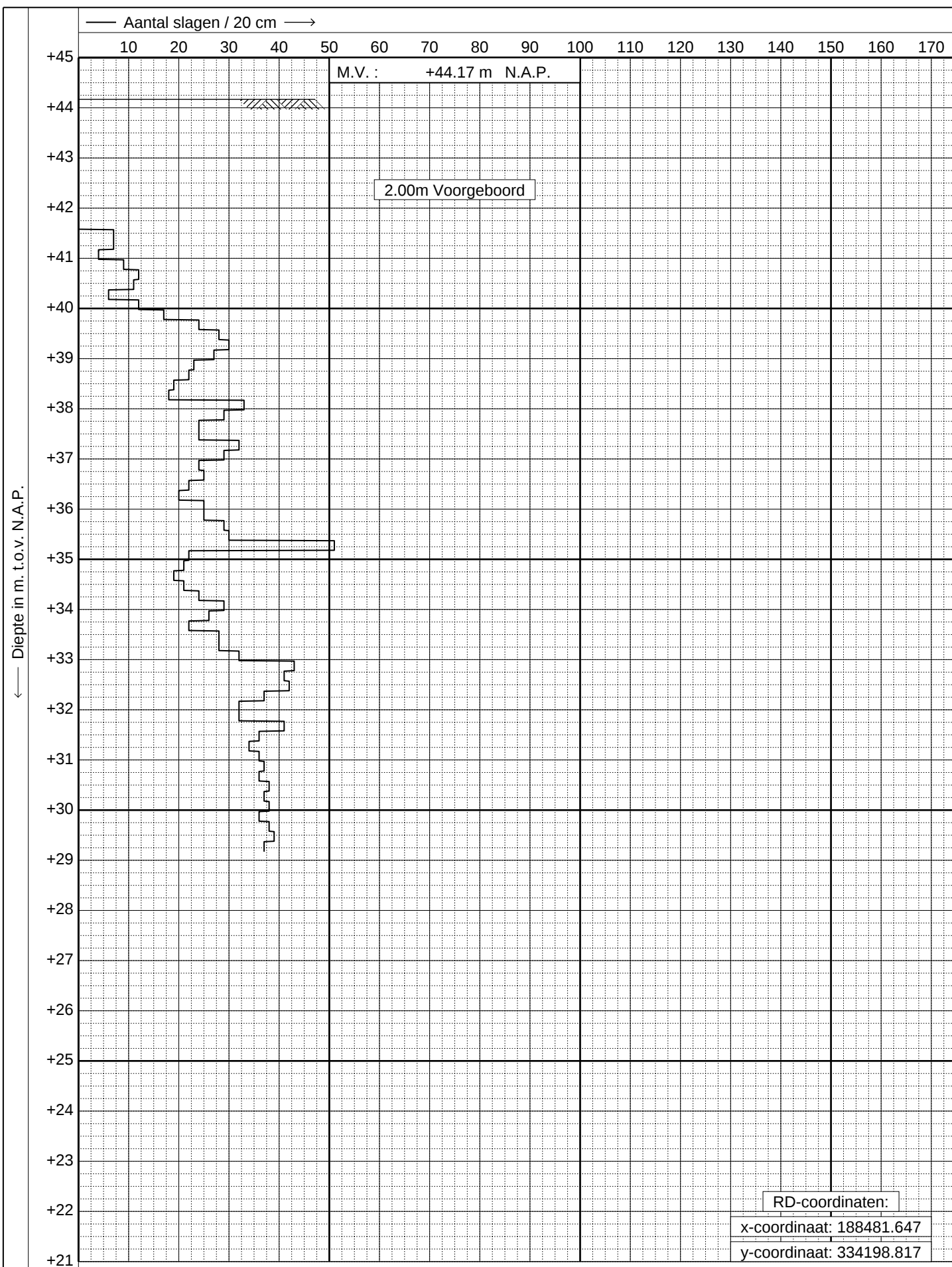
Locatie : Parklaan e.o. Sittard

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

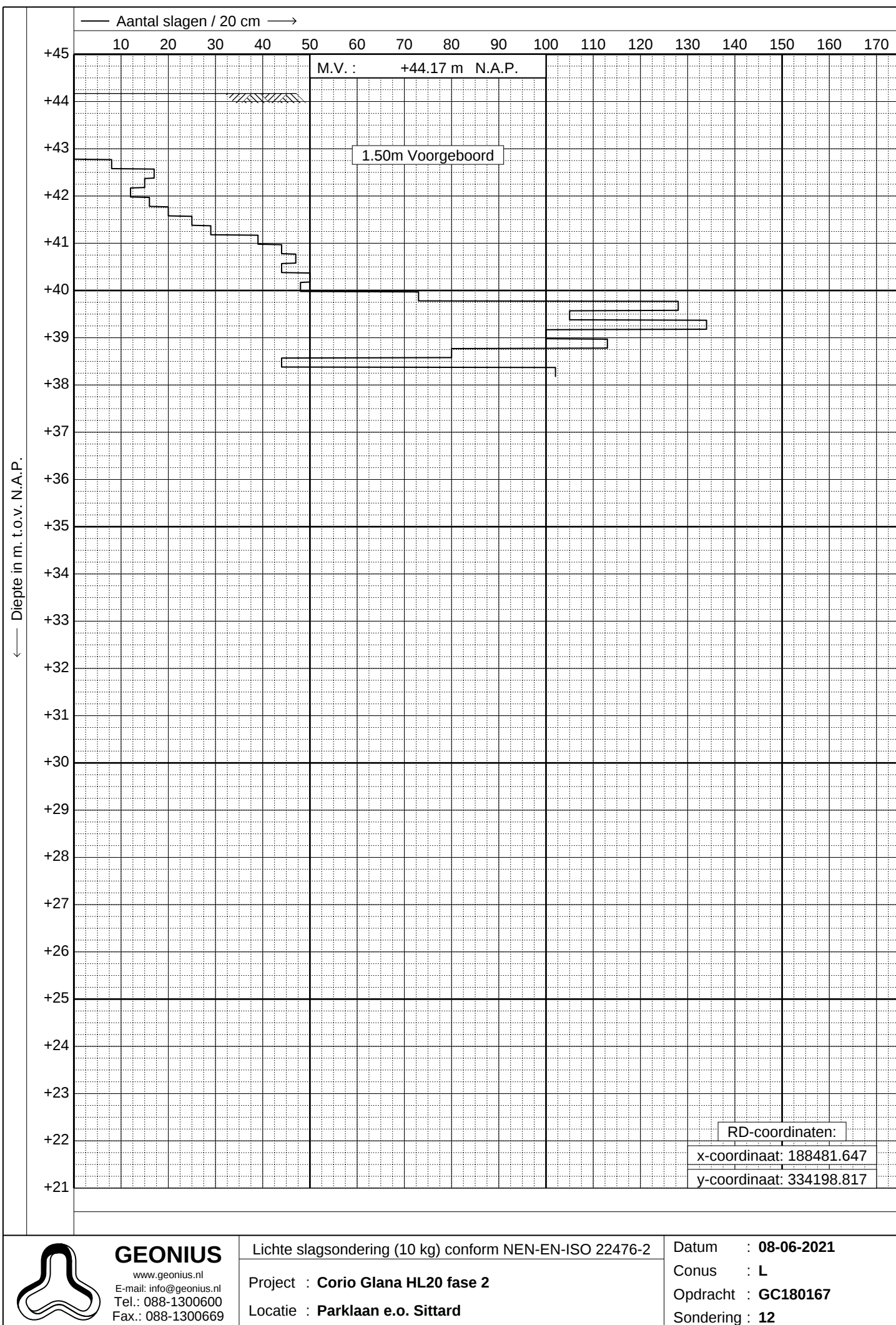
Locatie : Parklaan e.o. Sittard

Datum : 10-06-2021

Conus : Z

Opdracht : GC180167

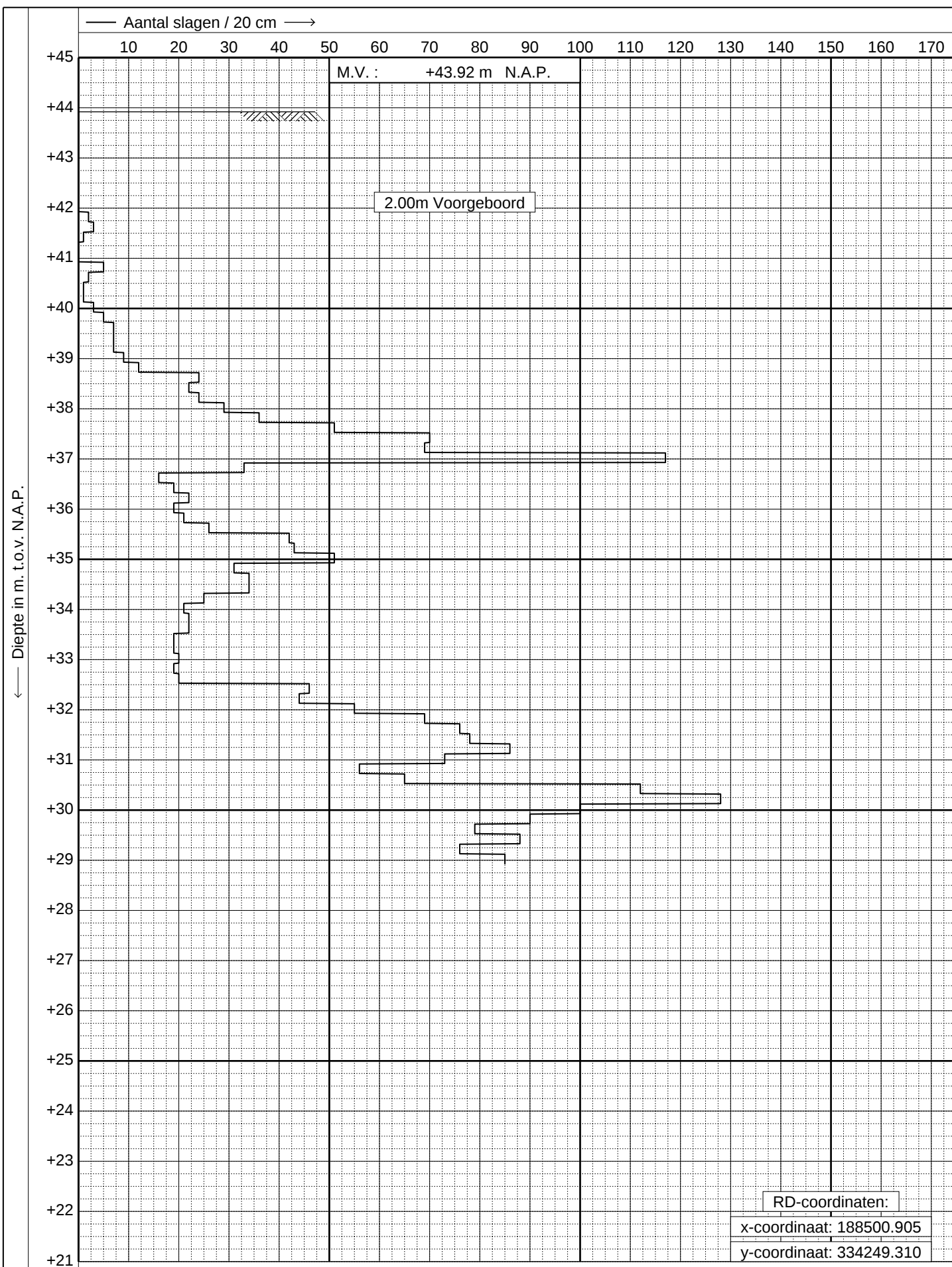
Sondering : 11



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

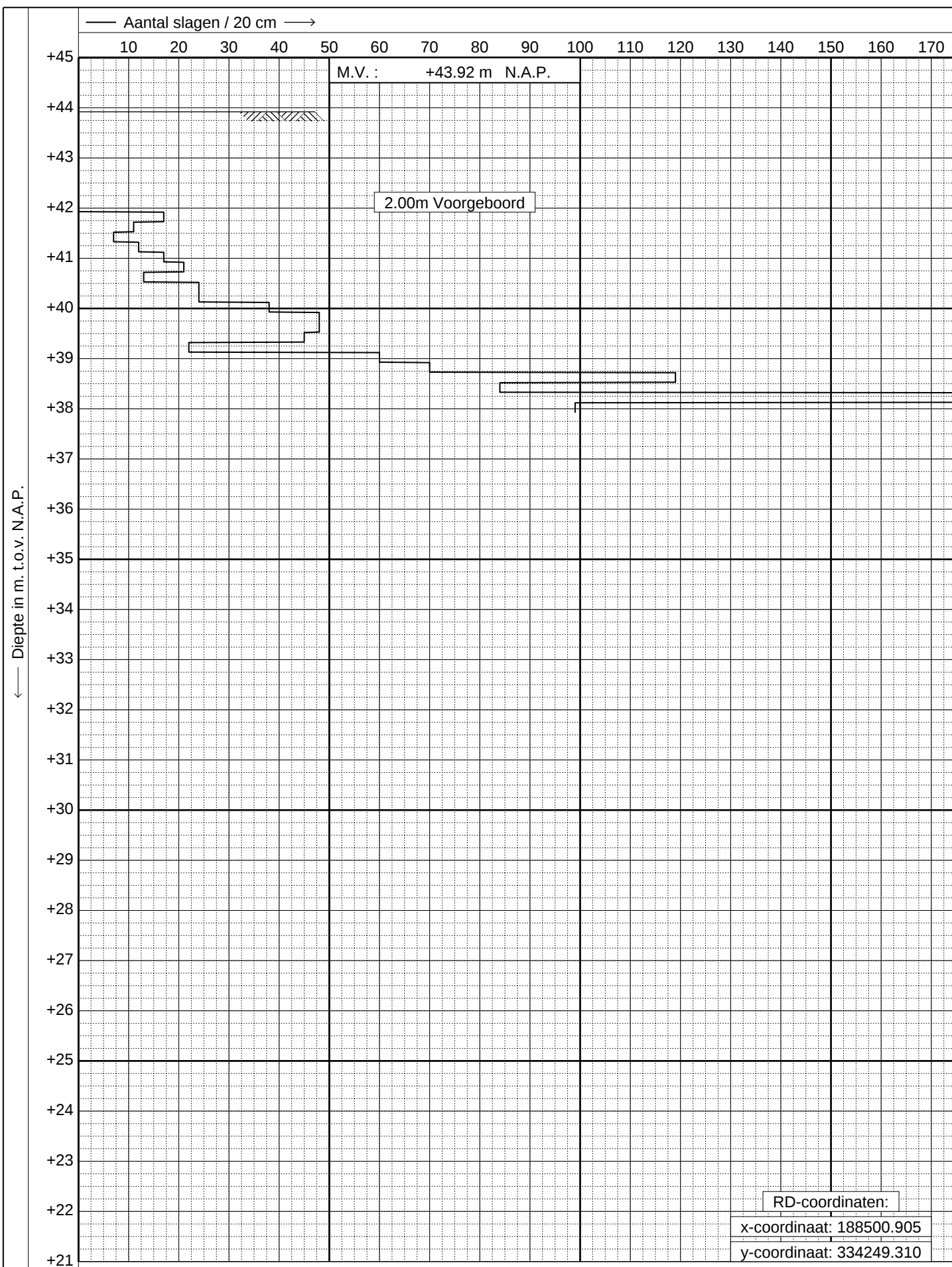
Locatie : Parklaan e.o. Sittard

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

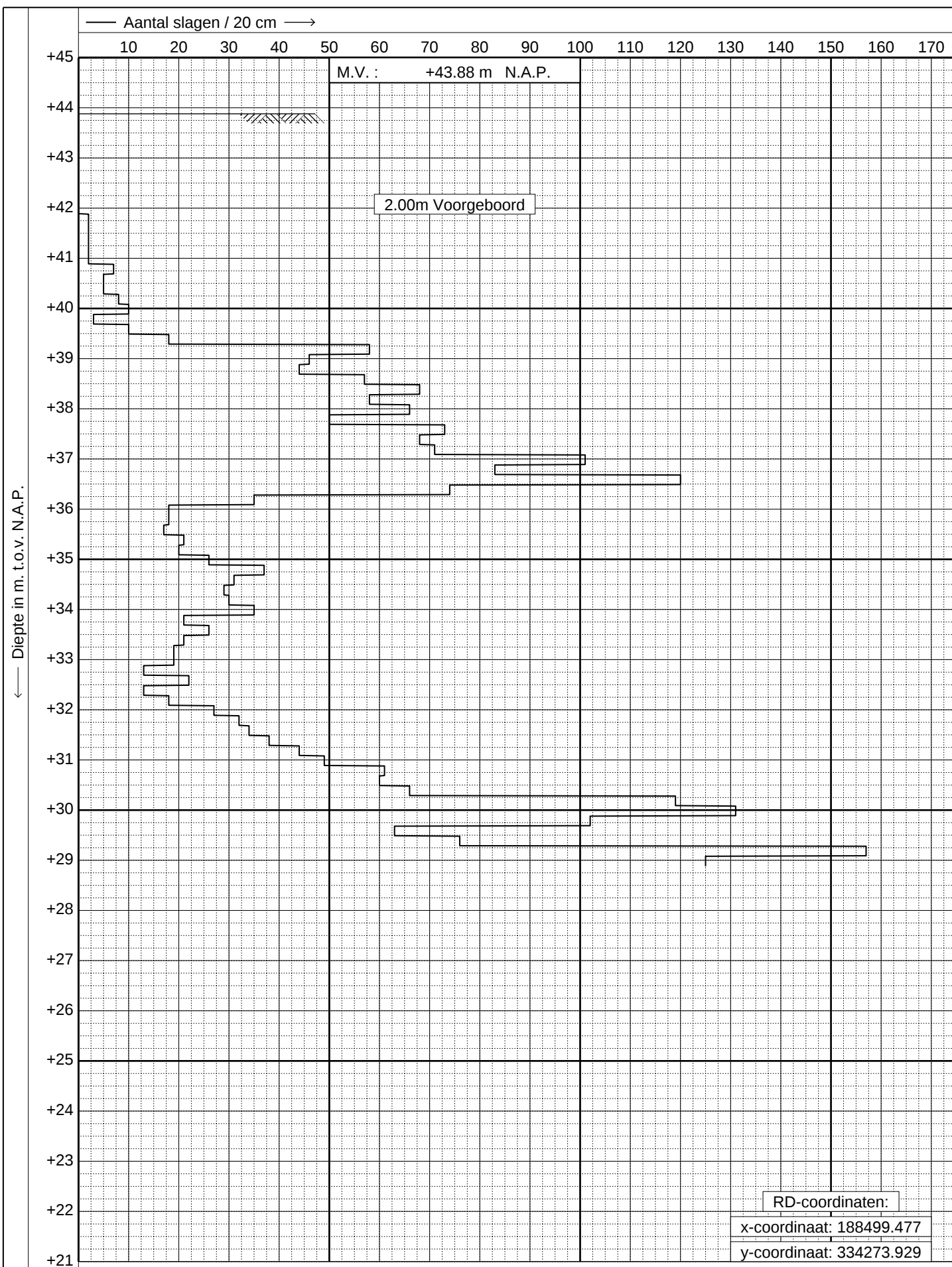
Locatie : Parklaan e.o. Sittard

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

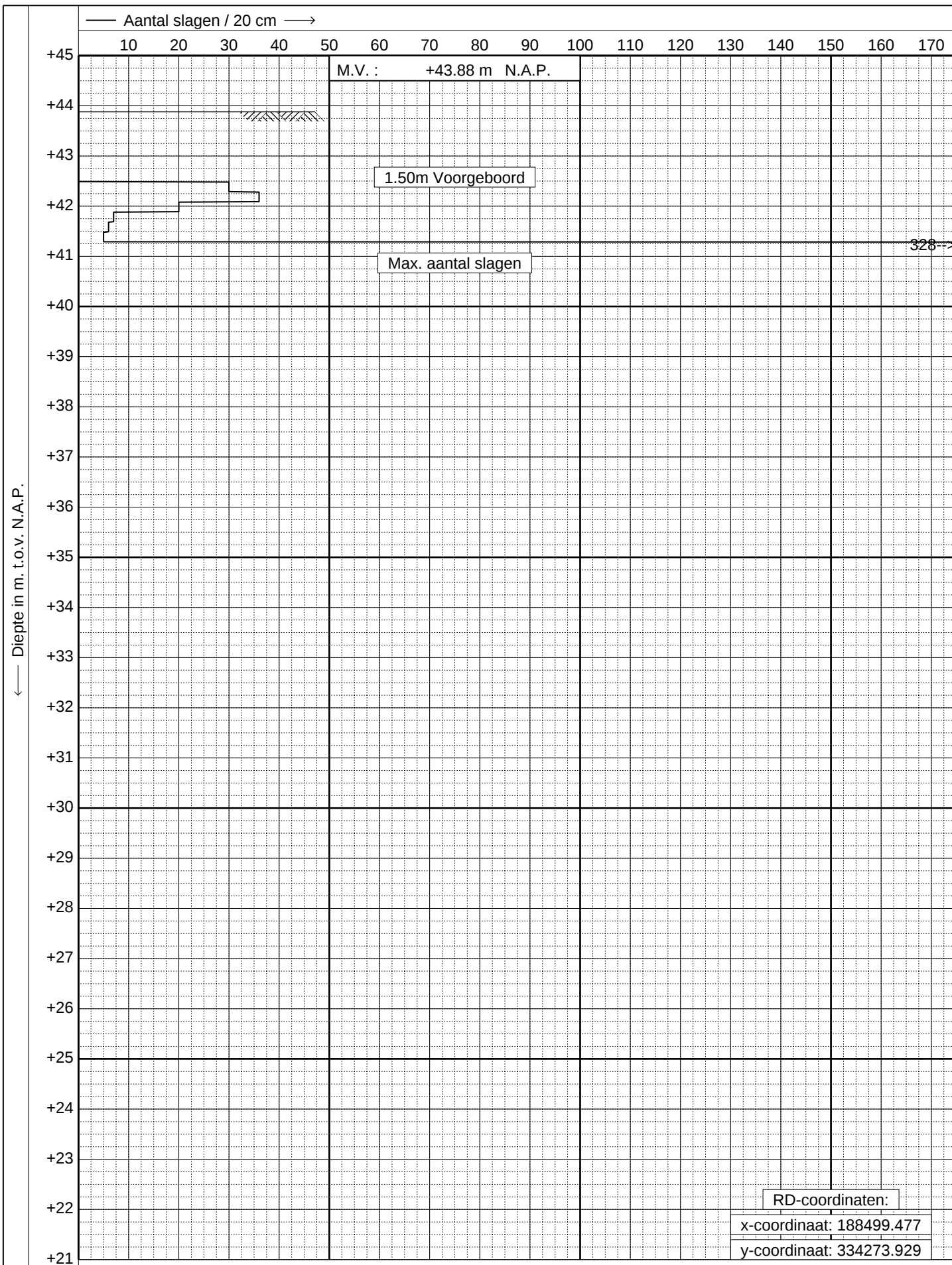
Locatie : Parklaan e.o. Sittard

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

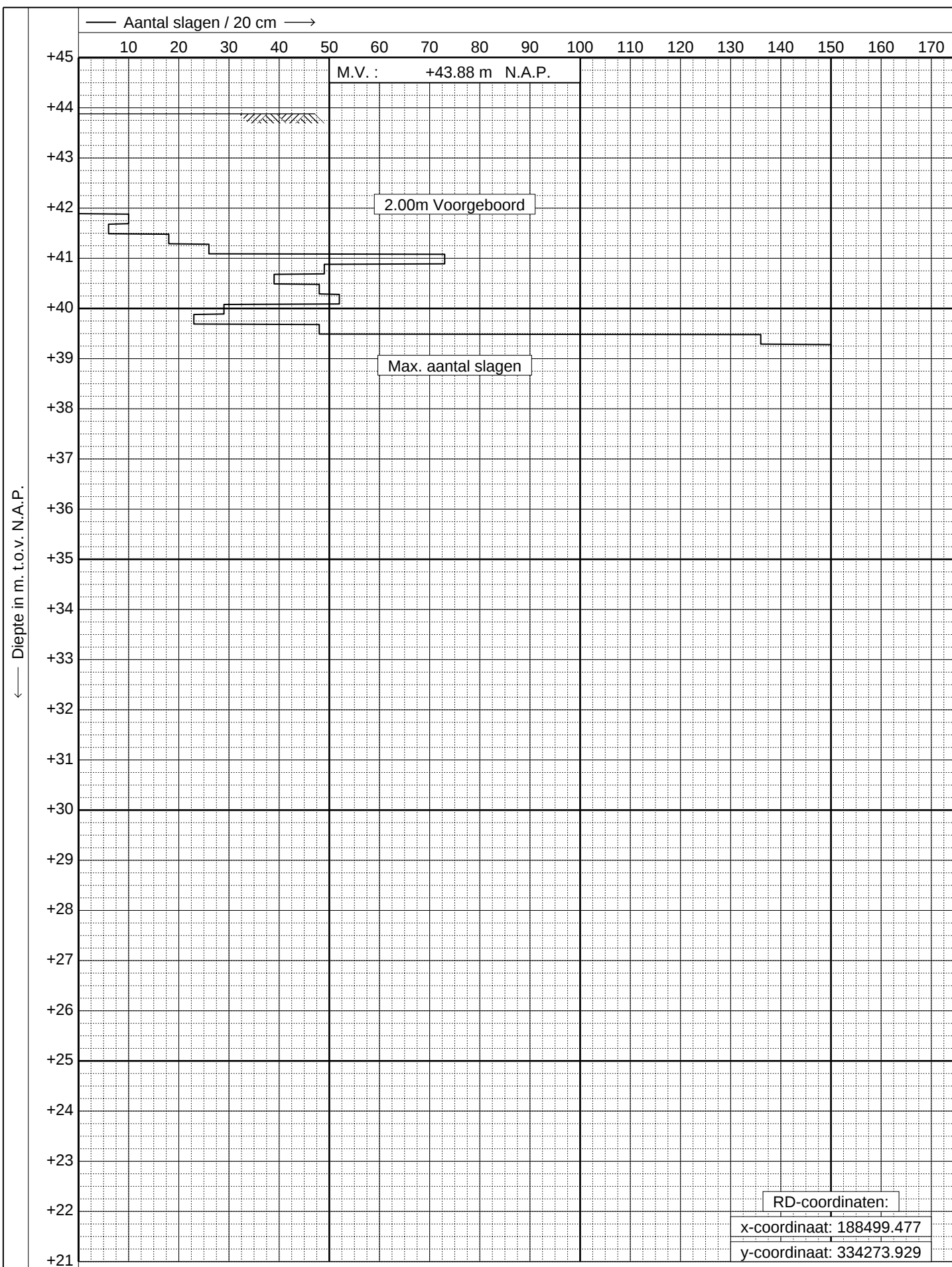
Locatie : Parklaan e.o. Sittard

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

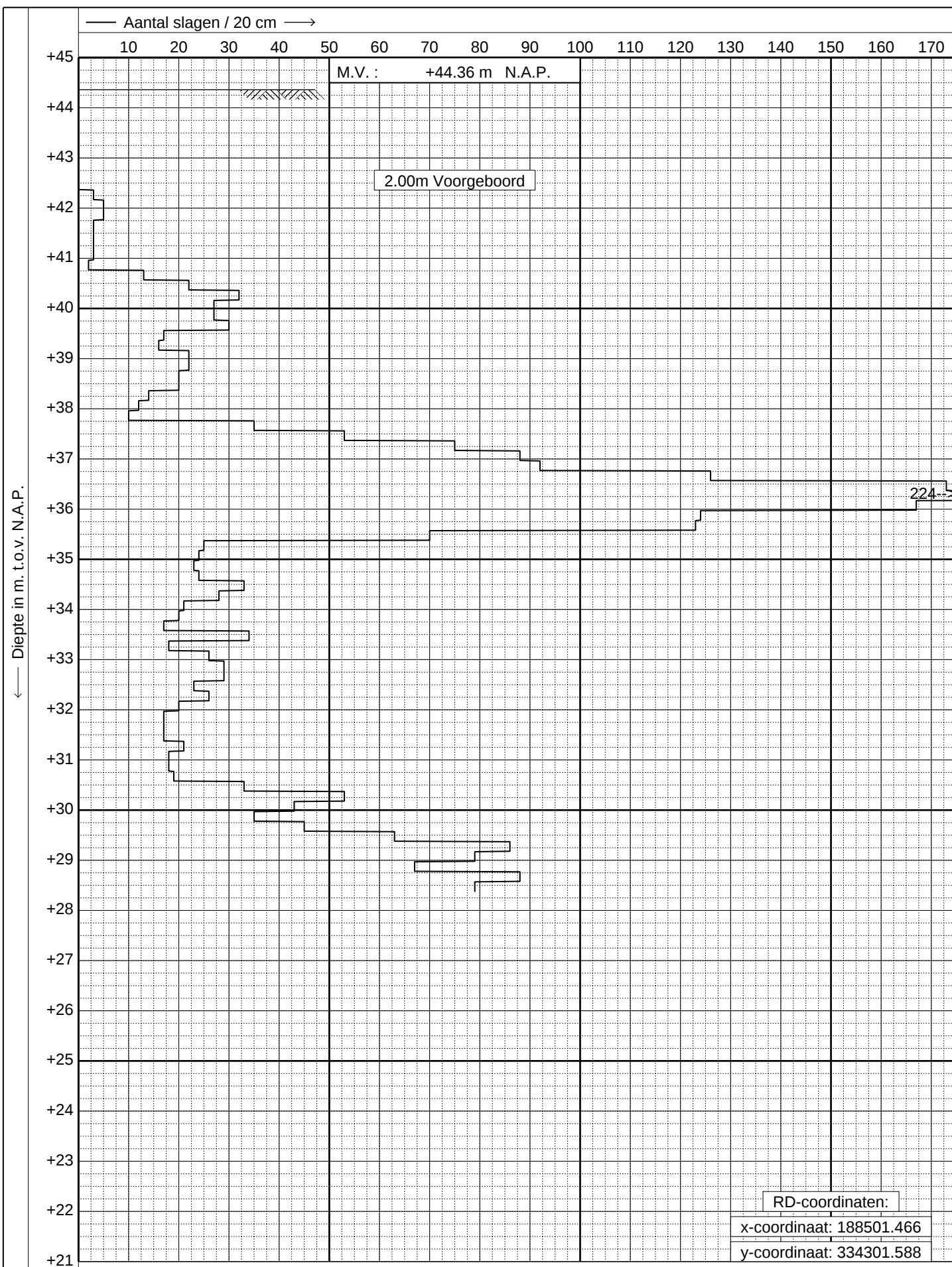
Locatie : Parklaan e.o. Sittard

Datum : 16-06-2021

Conus : L

Opdracht : GC180167

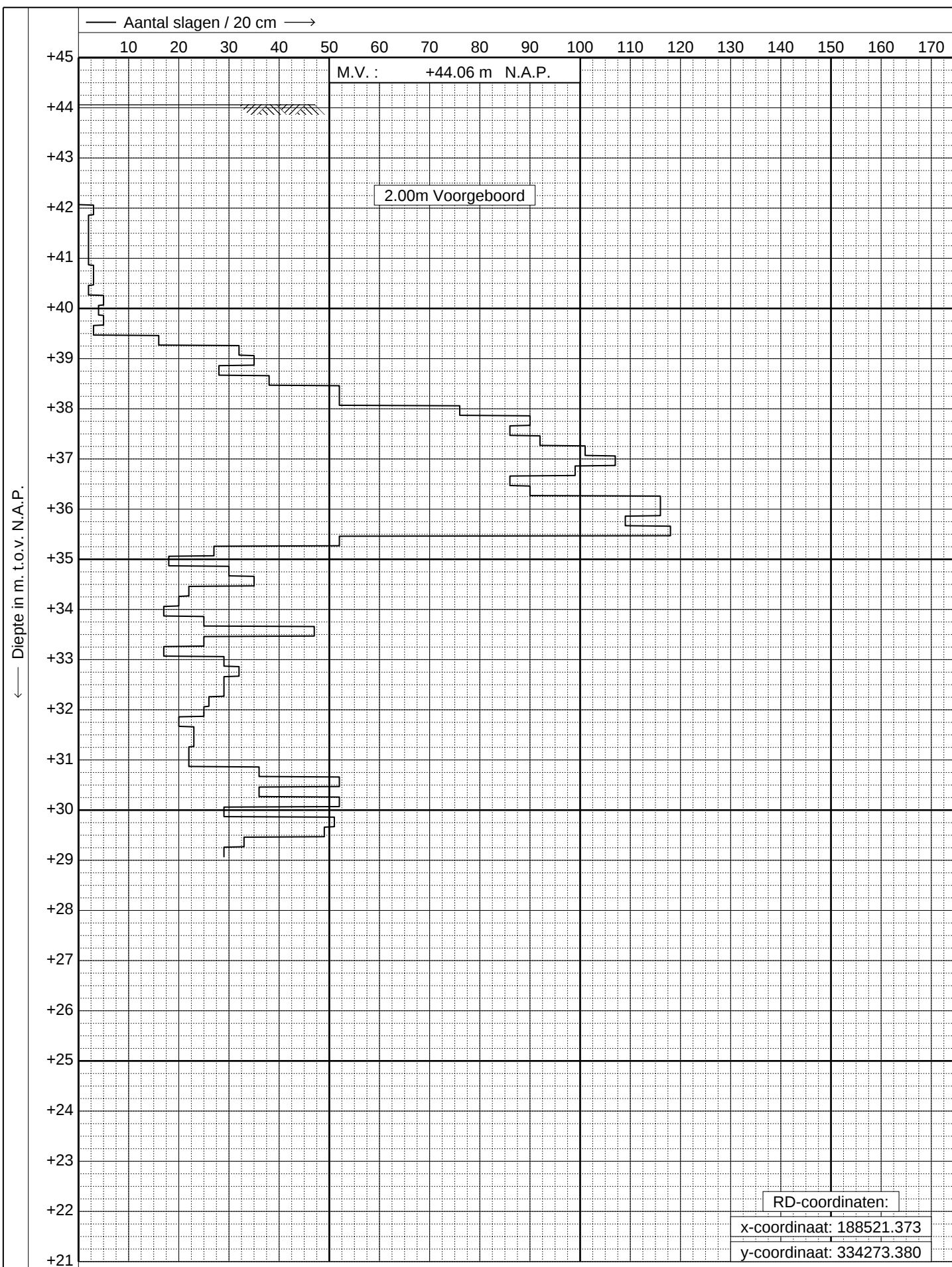
Sondering : 16A



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**

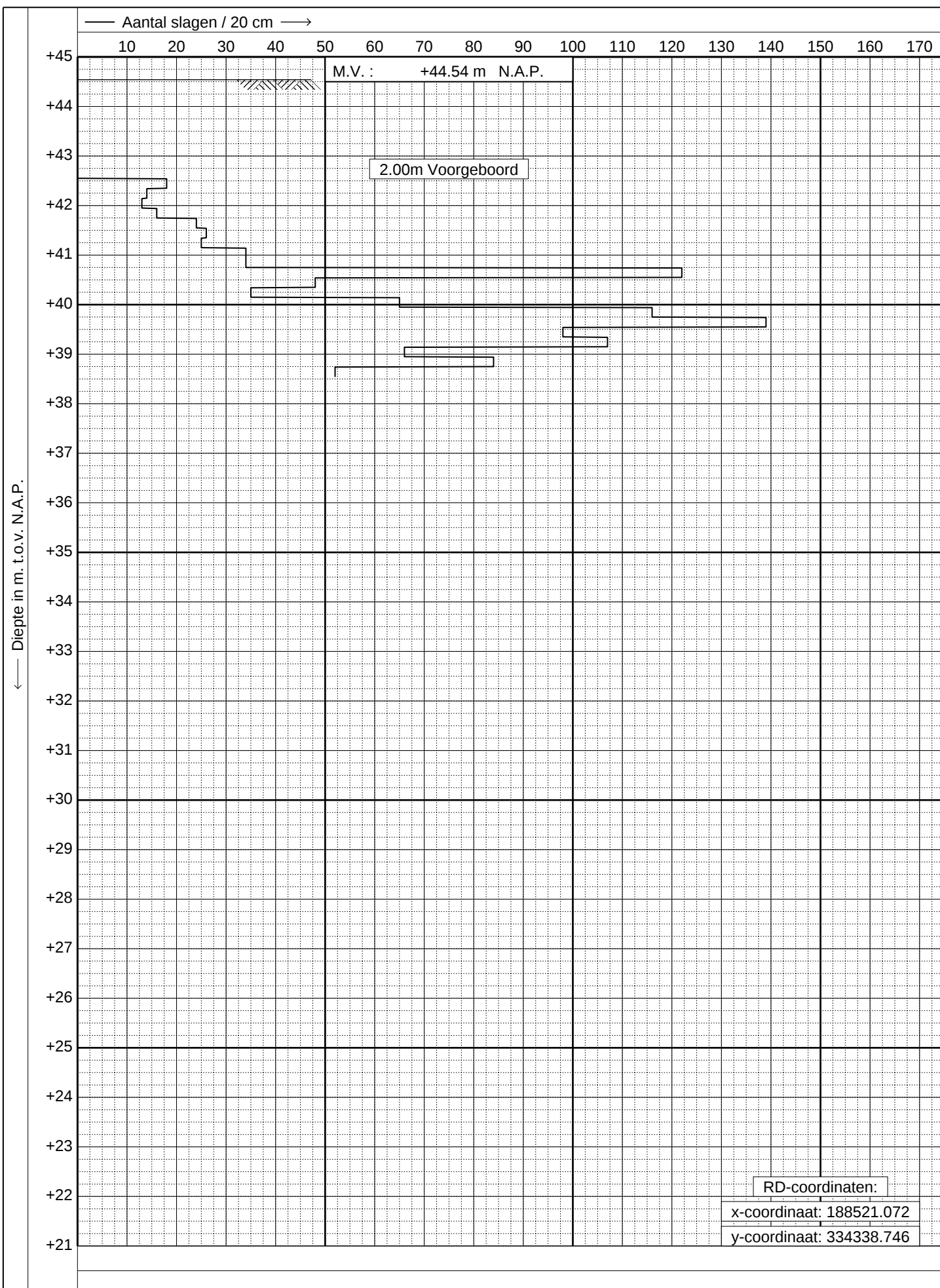
Datum : **16-06-2021**
 Conus : **Z**
 Opdracht : **GC180167**
 Sondering : **17**



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

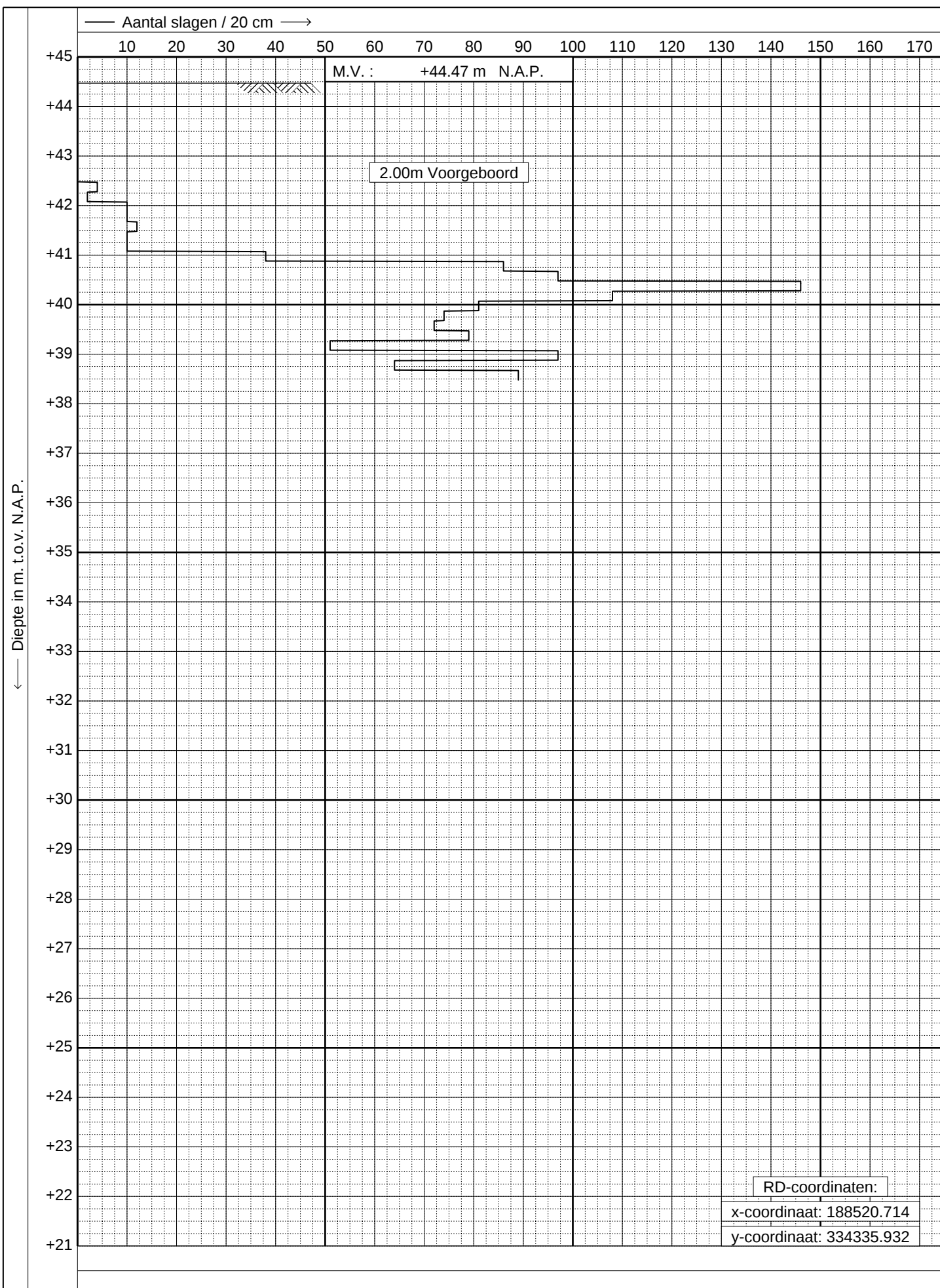
Locatie : Parklaan e.o. Sittard

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

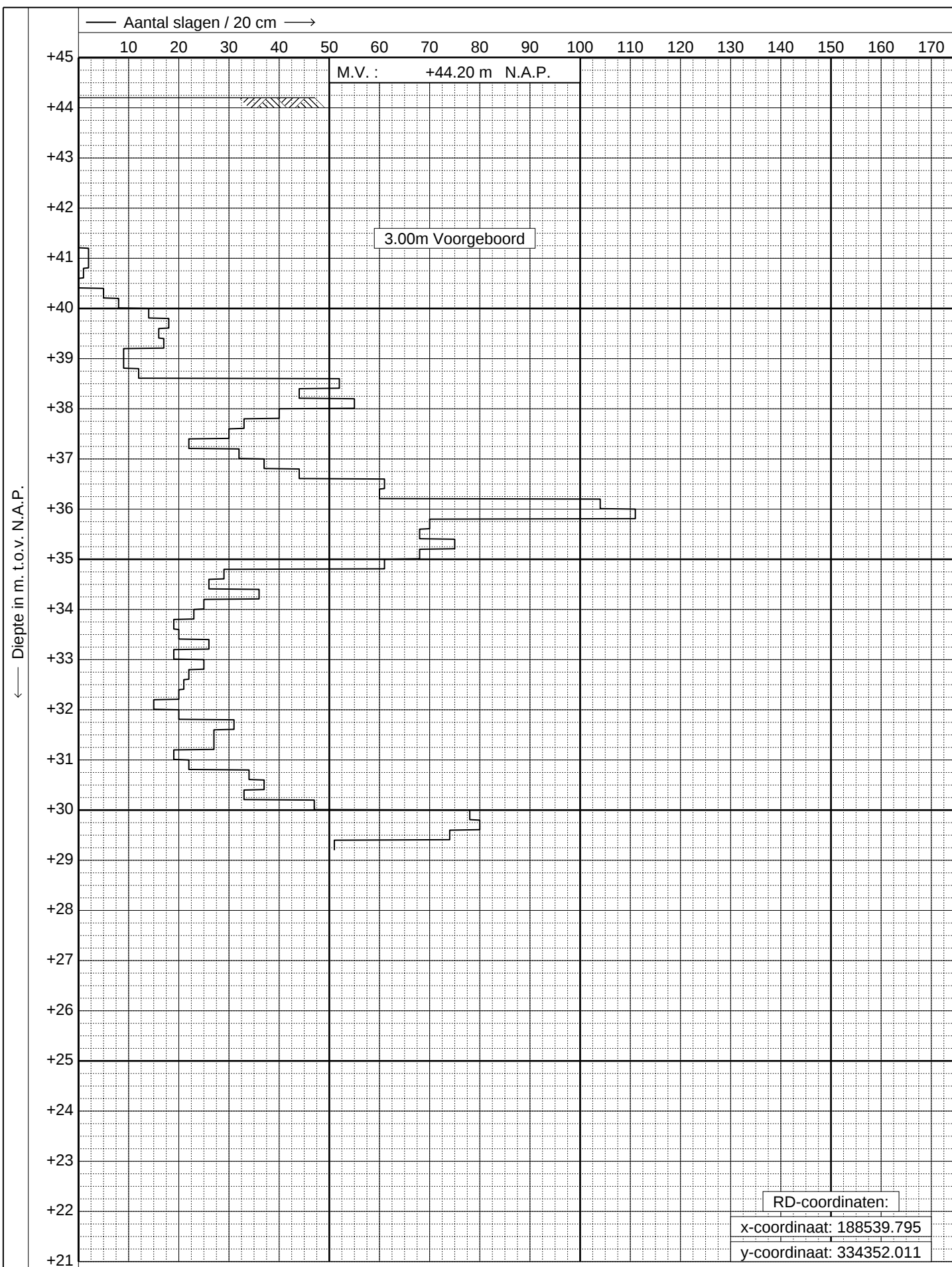
Locatie : Parklaan e.o. Sittard

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

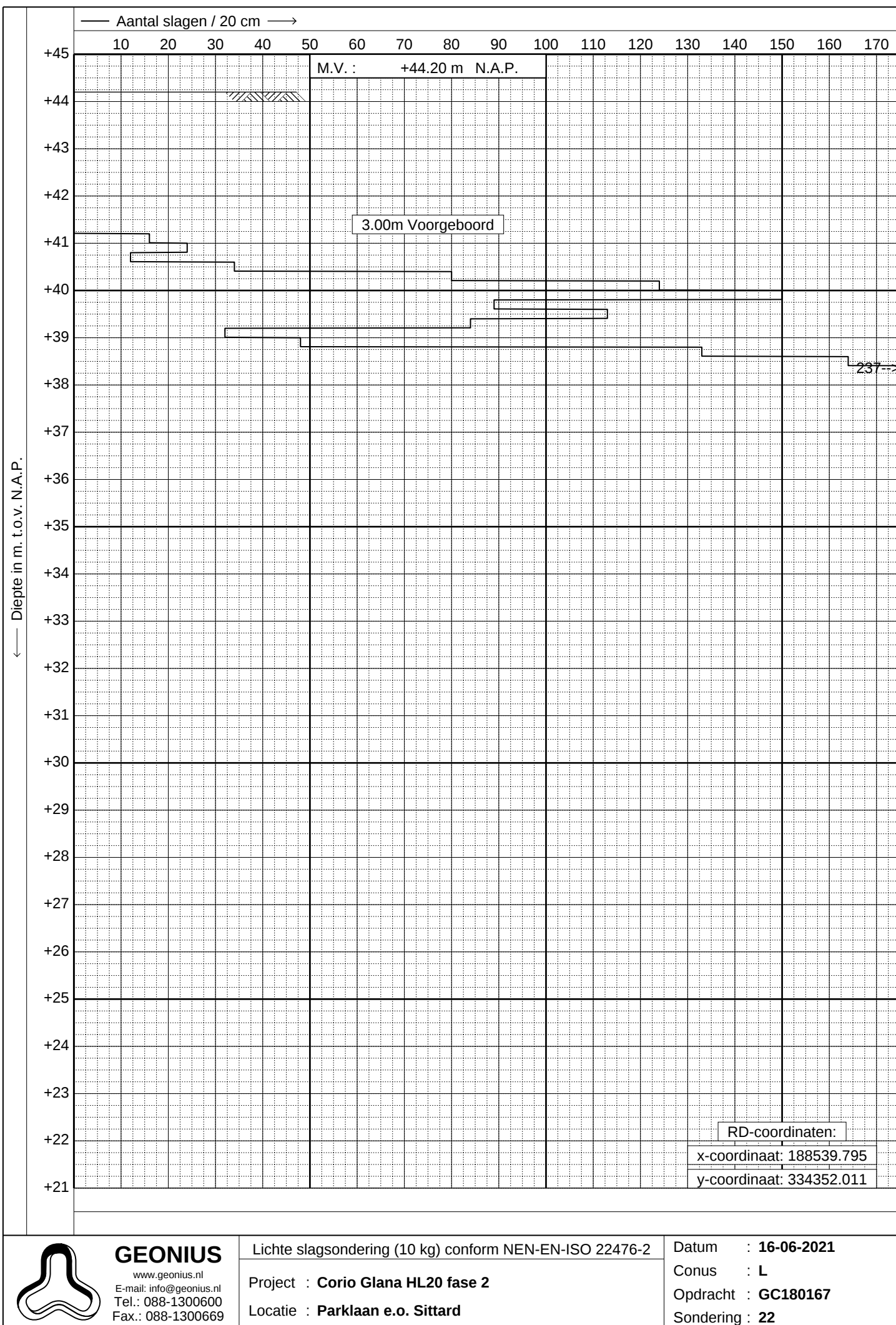
Locatie : Parklaan e.o. Sittard

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

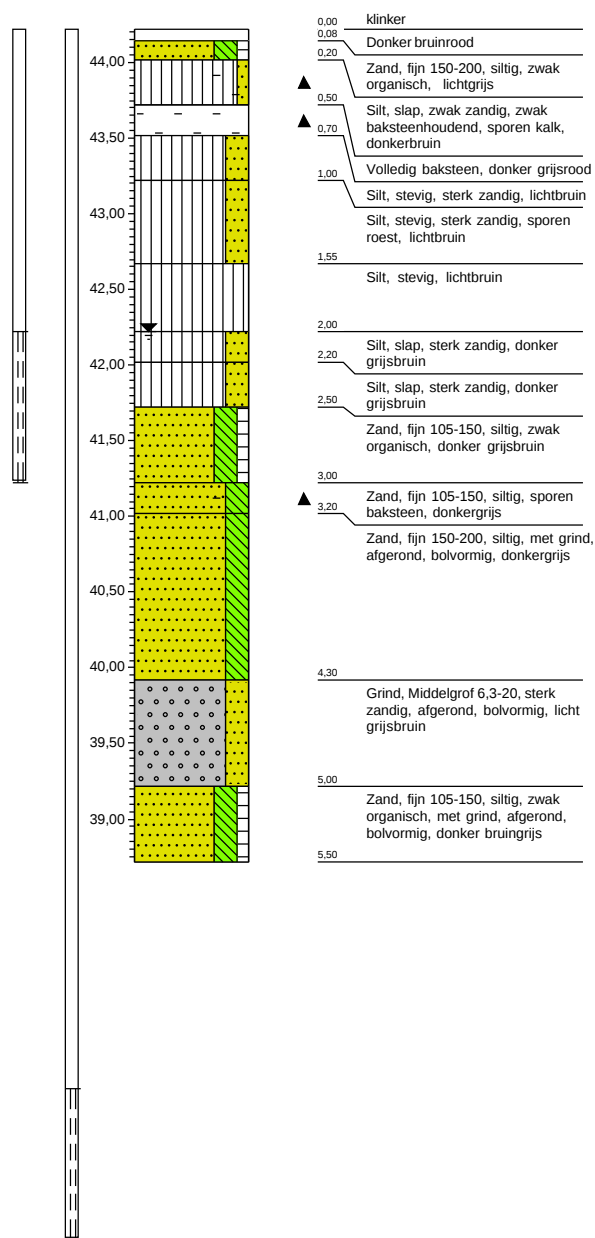
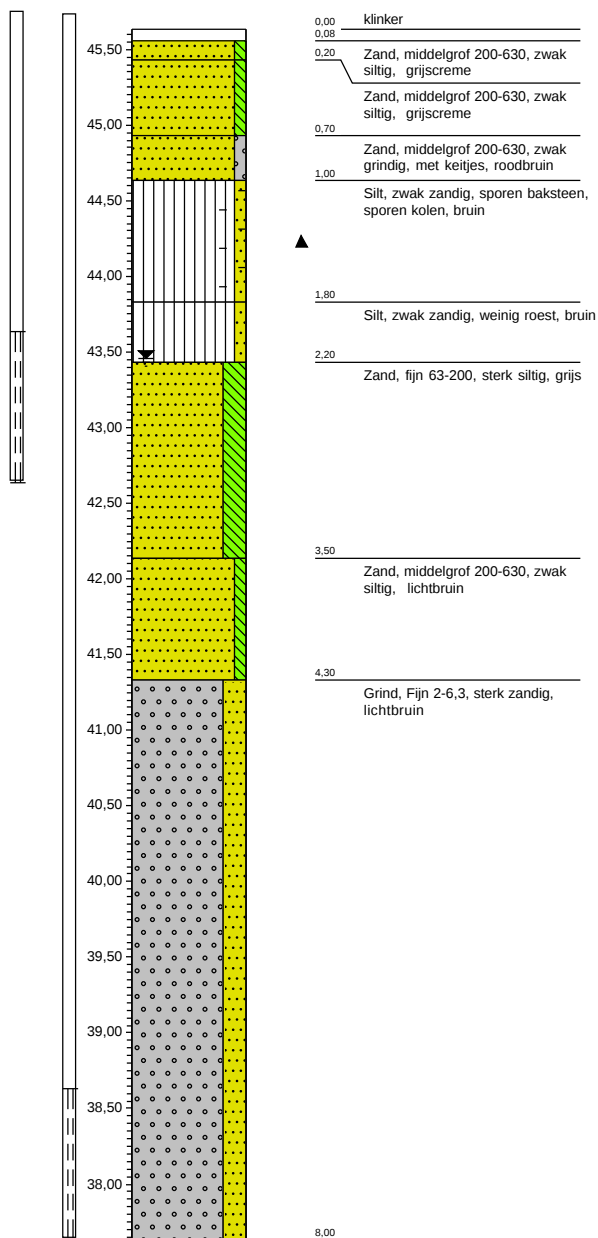
Bijlage 3 Boringen

boring: PB201
Maaiveldhoogte: 45,634 m.t.o.v. N.A.P.
GWS: 218 cm.-mv.
Datum: 8-2-2021

X-coördinaat: 188347,10
Y-coördinaat: 334036,00

boring: PB202
Maaiveldhoogte: 44,22 m.t.o.v. N.A.P.
GWS: 200 cm.-mv.
Datum: 17-3-2021

X-coördinaat: 188446,80
Y-coördinaat: 334170,20

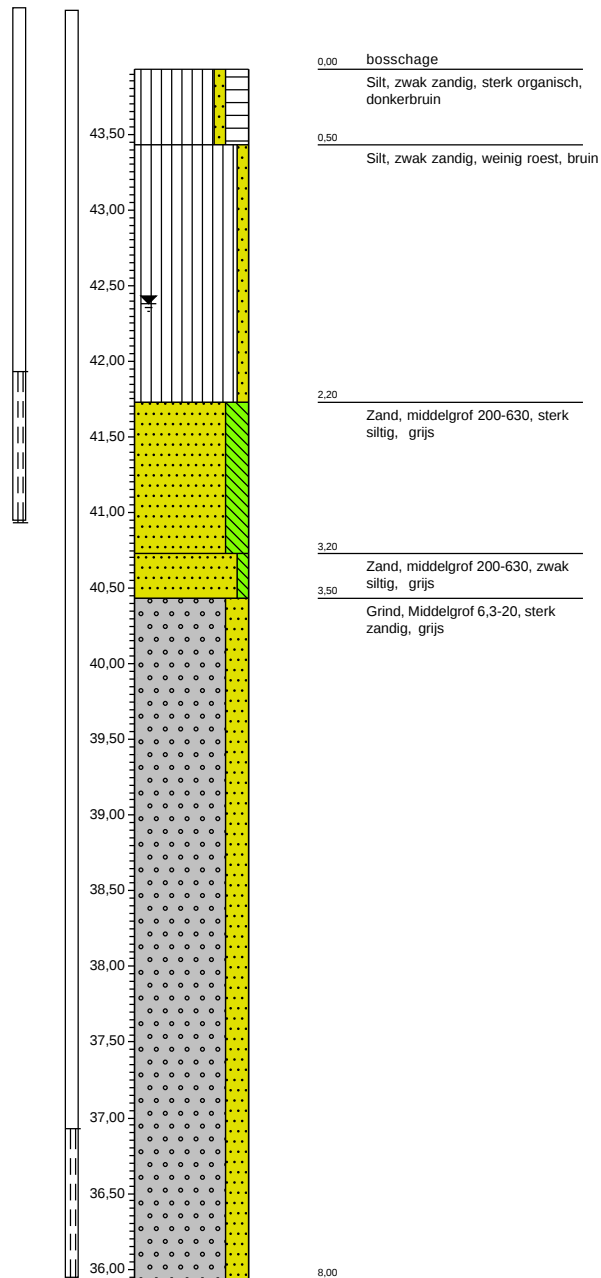
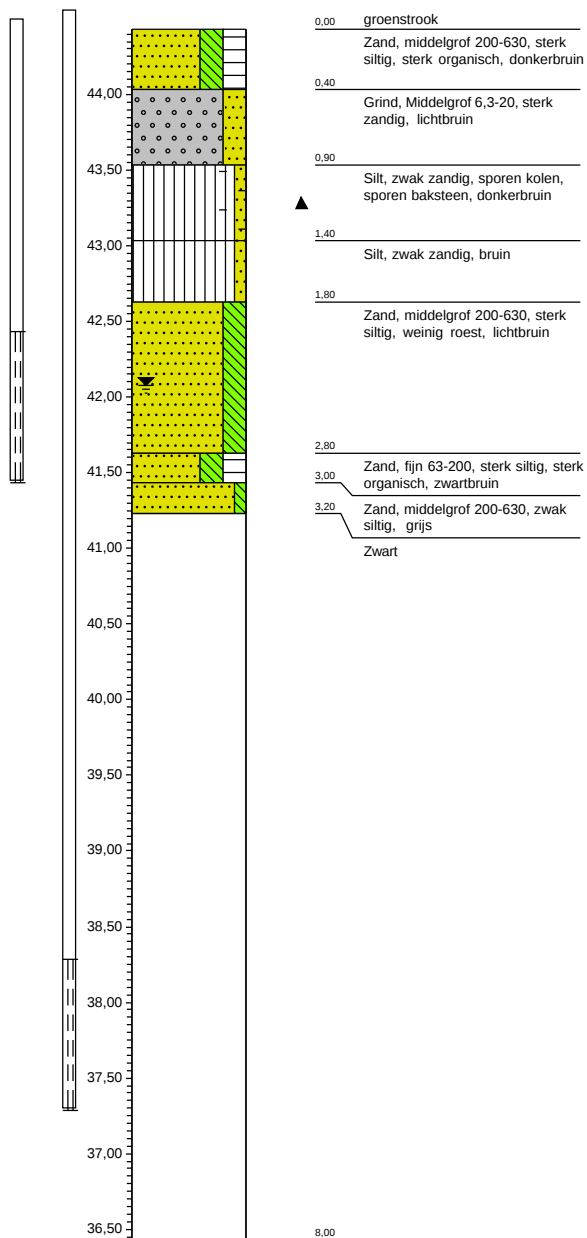


boring: PB203
 Maaiveldhoogte: 44,432 m.t.o.v. N.A.P.
 GWS: 235 cm.-mv.
 Datum: 8-2-2021

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

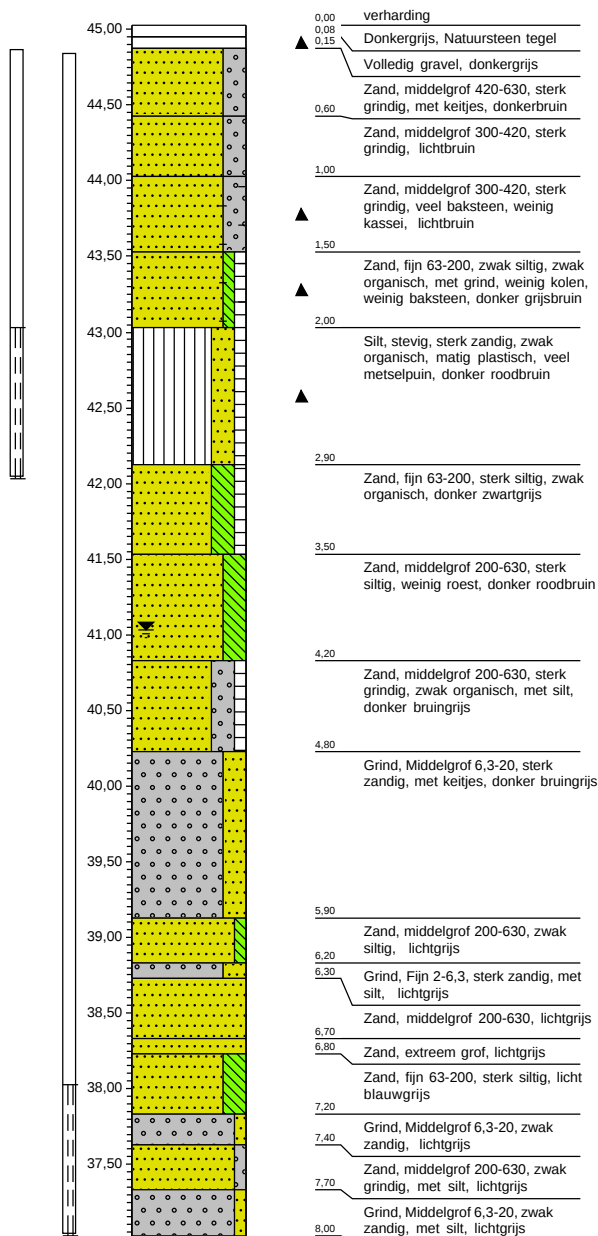
boring: PB204
 Maaiveldhoogte: 43,93 m.t.o.v. N.A.P.
 GWS: 155 cm.-mv.
 Datum: 9-2-2021

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

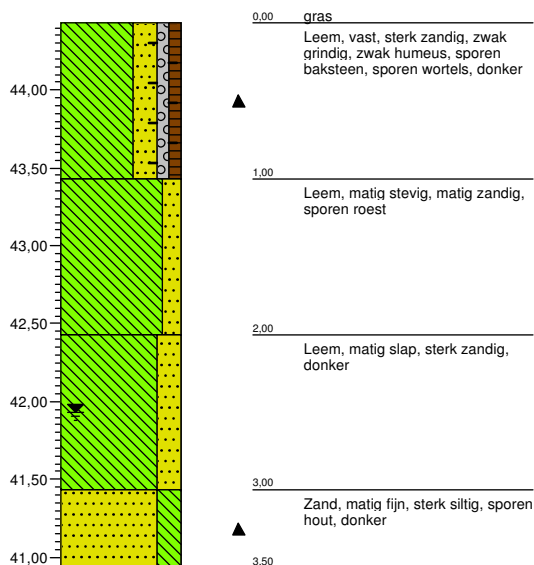


boring: PB205
 Maaiveldhoogte: 45,029 m.t.o.v. N.A.P.
 GWS: 400 cm.-mv.
 Datum: 5-3-2021

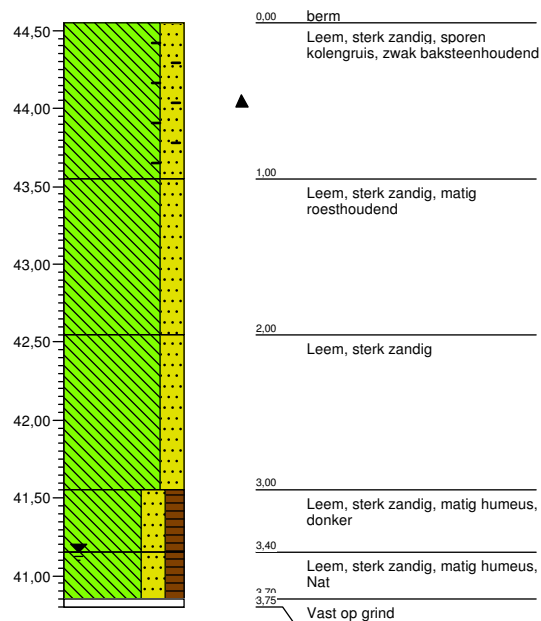
X-coördinaat: 188531,70
 Y-coördinaat: 334441,10



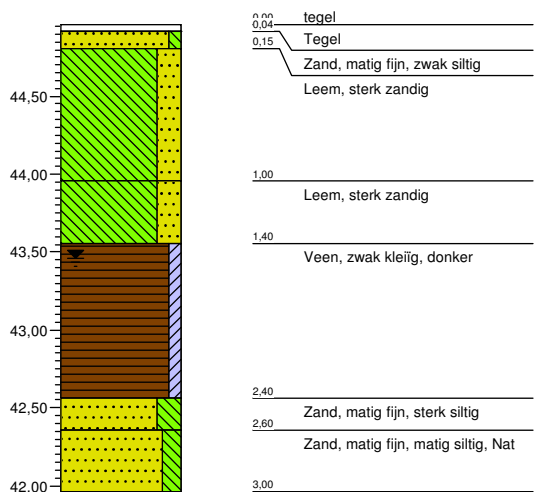
boring: DB01
 Maaiveldhoogte : 44,43 m. t.o.v. N.A.P.
 GWS : 250 cm. - mv.
 Datum : 09-06-2021 12:35:01



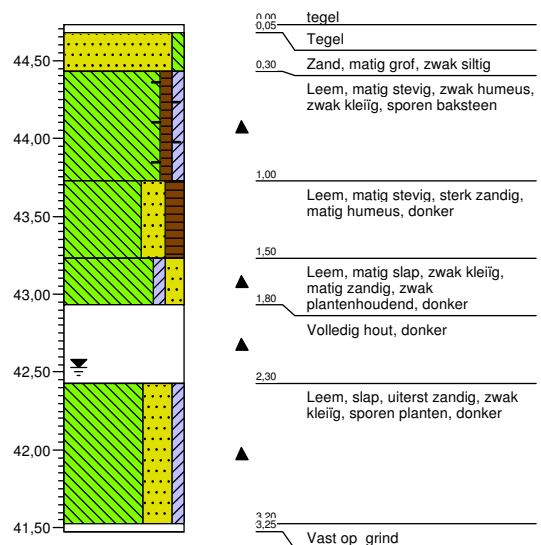
boring: DB02
 Maaiveldhoogte : 44,55 m. t.o.v. N.A.P.
 GWS : 340 cm. - mv.
 Datum : 09-06-2021 12:52:16



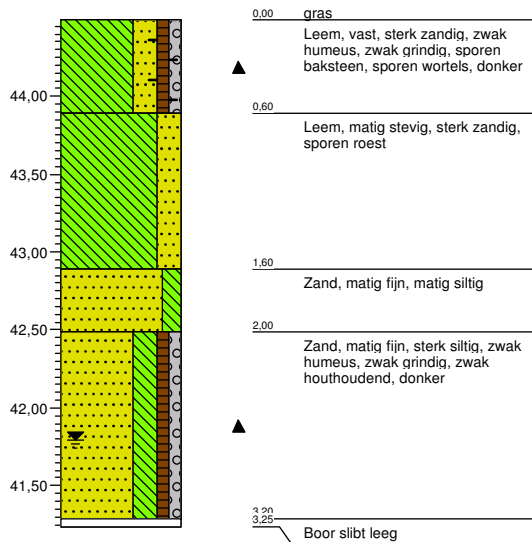
boring: DB03
 Maaiveldhoogte : 44,96 m. t.o.v. N.A.P.
 GWS : 150 cm. - mv.
 Datum : 10-06-2021 10:15:47



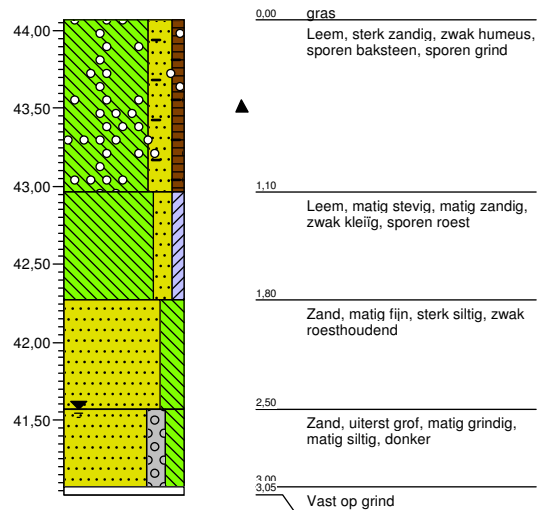
boring: DB04
 Maaiveldhoogte : 44,73 m. t.o.v. N.A.P.
 GWS : 220 cm. - mv.
 Datum : 10-06-2021 8:26:46



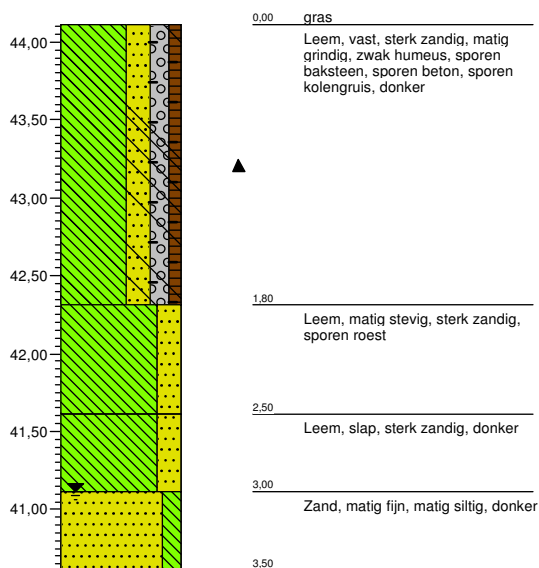
boring: DB05
 Maaiveldhoogte : 44,49 m. t.o.v. N.A.P.
 GWS : 270 cm. - mv.
 Datum : 10-06-2021 7:30:12



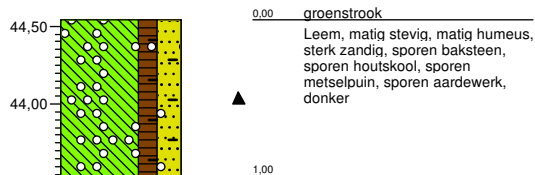
boring: DB06
 Maaiveldhoogte : 44,07 m. t.o.v. N.A.P.
 GWS : 250 cm. - mv.
 Datum : 10-06-2021 11:02:25



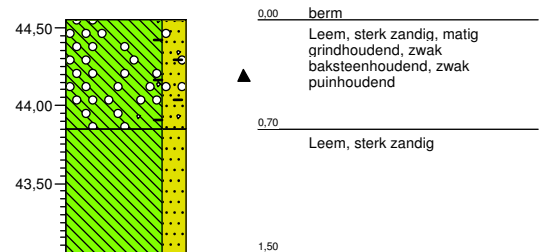
boring: DB07
 Maaiveldhoogte : 44,11 m. t.o.v. N.A.P.
 GWS : 300 cm. - mv.
 Datum : 09-06-2021 11:16:12



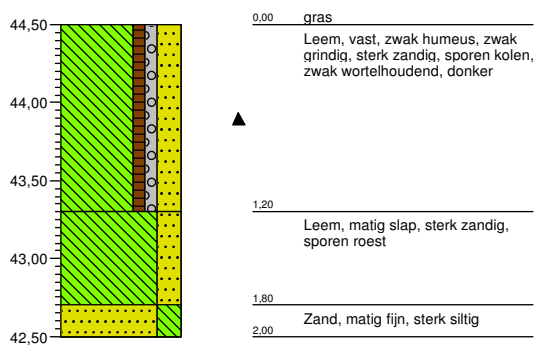
boring: VB03
 Maaiveldhoogte : 44,54 m. t.o.v. N.A.P.
 cm. - mv.
 Datum : 07-06-2021 12:20:47
 Opmerking: Bij LS03



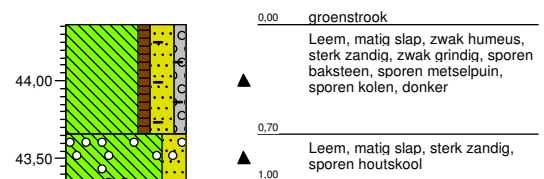
boring: VB04
 Maaiveldhoogte : 44,55 m. t.o.v. N.A.P.
 cm. - mv.
 Datum : 07-06-2021 12:16:16
 Opmerking: Bij ZS04



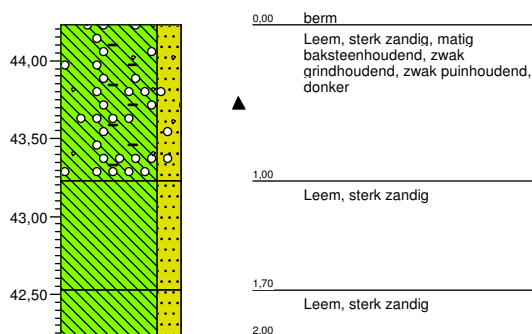
boring: VB05
 Maaiveldhoogte : 44,5 m. t.o.v. N.A.P.
 cm. - mv.
 Datum : 07-06-2021 14:16:45
 Opmerking: Bij ZS05



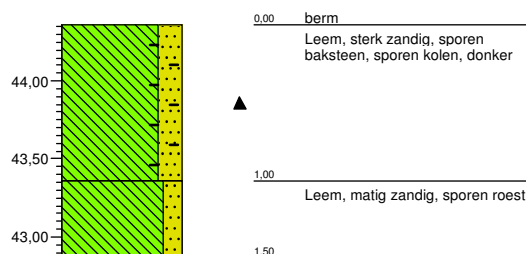
boring: VB06
 Maaiveldhoogte : 44,36 m. t.o.v. N.A.P.
 cm. - mv.
 Datum : 07-06-2021 13:34:34
 Opmerking: Bij LS06



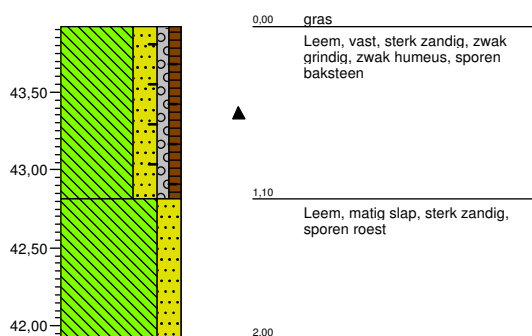
boring: VB07
 Maaiveldhoogte : 44,23 m. t.o.v. N.A.P.
 cm. - mv.
 Datum : 08-06-2021 9:51:26
 Opmerking: Bij ZS07 en LS08



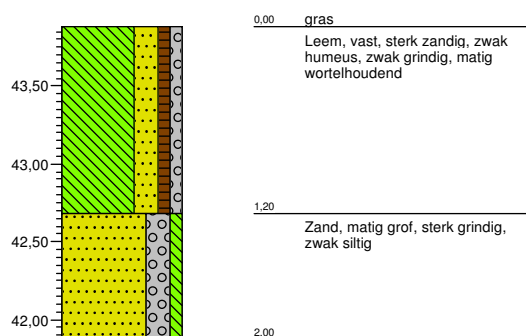
boring: VB09
 Maaiveldhoogte : 44,36 m. t.o.v. N.A.P.
 cm. - mv.
 Datum : 08-06-2021 9:54:39
 Opmerking: Bij ZS09 en LS10



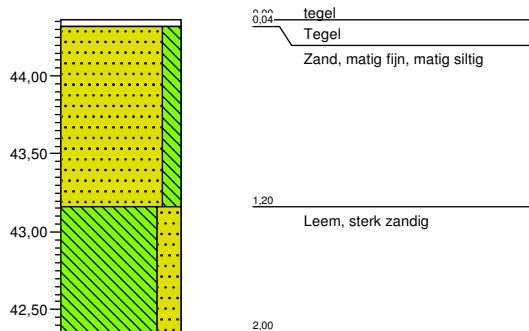
boring: VB13
 Maaiveldhoogte : 43,92 m. t.o.v. N.A.P.
 cm. - mv.
 Datum : 08-06-2021 14:54:16
 Opmerking: Bij ZS13 en LS14



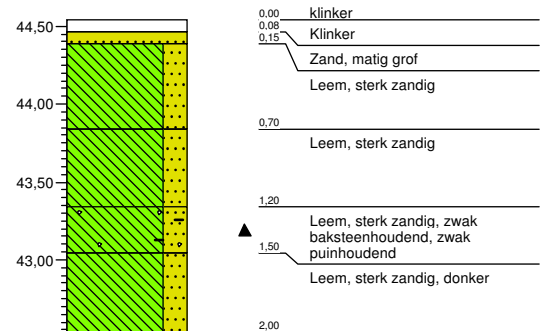
boring: VB15
 Maaiveldhoogte : 43,88 m. t.o.v. N.A.P.
 cm. - mv.
 Datum : 10-06-2021 12:11:32
 Opmerking: Bij ZS15, LS16 en LS16A



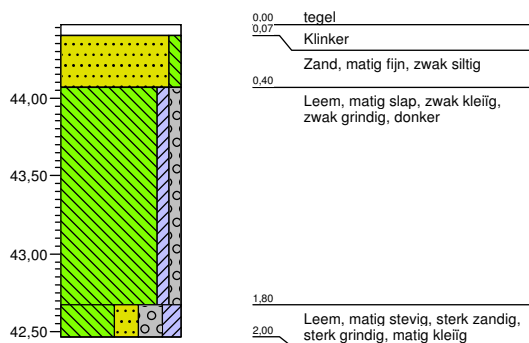
boring: VB17
 Maaiveldhoogte : 44,36 m. t.o.v. N.A.P.
 cm. - mv.
 Datum : 15-06-2021 6:53:21
 Opmerking: Bij ZS17



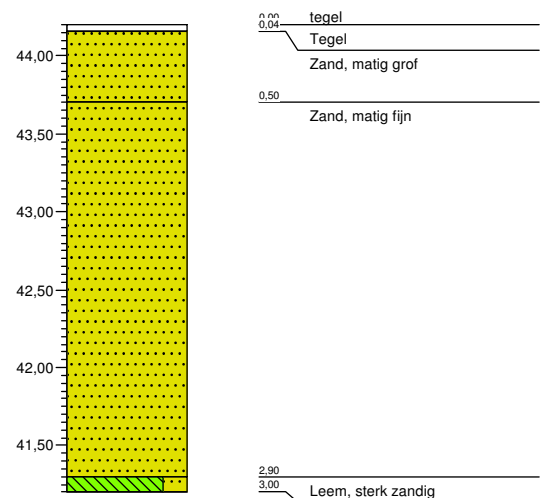
boring: VB19
 Maaiveldhoogte : 44,54 m. t.o.v. N.A.P.
 cm. - mv.
 Datum : 15-06-2021 7:33:31
 Opmerking: Bij LS19



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

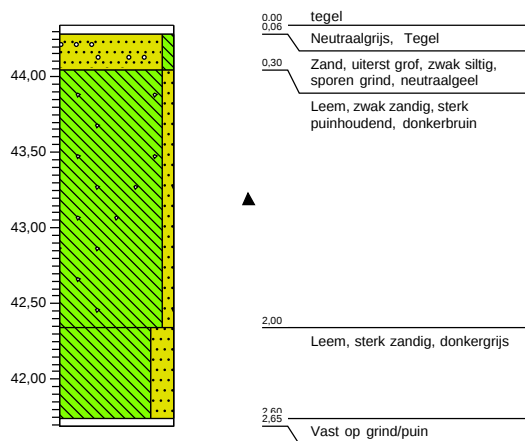


Boring: HB101

Maaiveldhoogte: 44,34 m.t.o.v. N.A.P.

X-coördinaat: 188539,05
Y-coördinaat: 334399,24

Datum: 18-1-2022

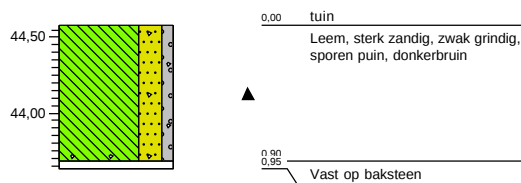


Boring: HB102-1

Maaiveldhoogte: 44,58 m.t.o.v. N.A.P.

X-coördinaat: 188528,90
Y-coördinaat: 334386,38

Datum: 18-1-2022

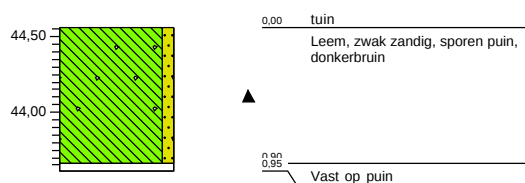


Boring: HB102-2

Maaiveldhoogte: 44,56 m.t.o.v. N.A.P.

X-coördinaat: 188528,51
Y-coördinaat: 334386,63

Datum: 18-1-2022

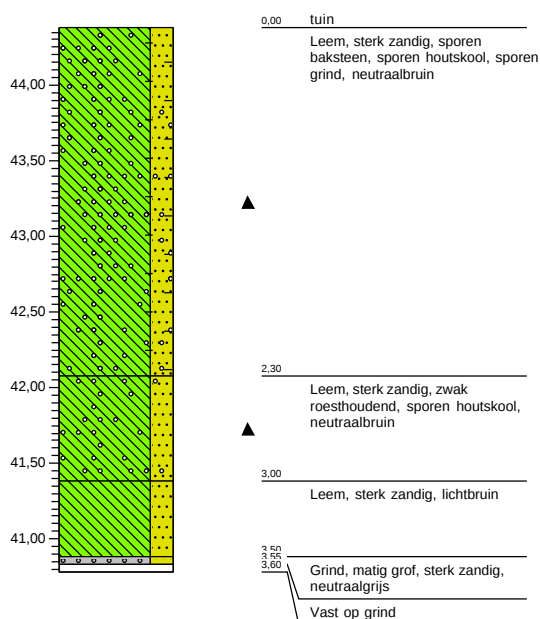


Boring: HB102-3

Maaiveldhoogte: 44,38 m.t.o.v. N.A.P.

X-coördinaat: 188531,59
Y-coördinaat: 334384,50

Datum: 18-1-2022



Boring: HB103

Maaiveldhoogte: 44,52 m.t.o.v. N.A.P.

X-coördinaat: 188484,19
Y-coördinaat: 334287,78

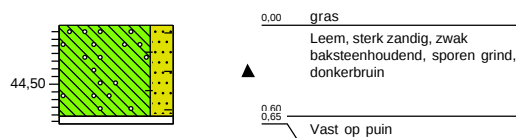
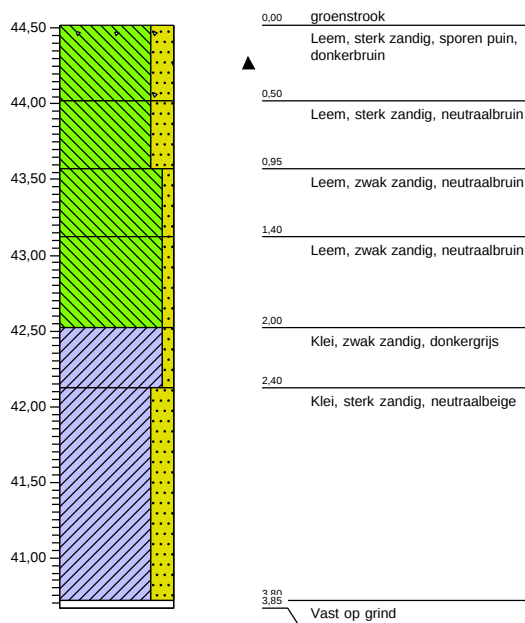
Datum: 18-1-2022

Boring: HB106-1

Maaiveldhoogte: 44,89 m.t.o.v. N.A.P.

X-coördinaat: 188458,25
Y-coördinaat: 334217,86

Datum: 18-1-2022



Boring: HB106-2

Maaiveldhoogte: 44,96 m.t.o.v. N.A.P.

X-coördinaat: 188459,74
Y-coördinaat: 334218,57

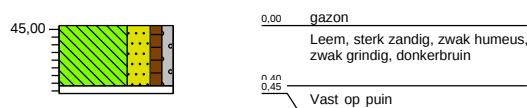
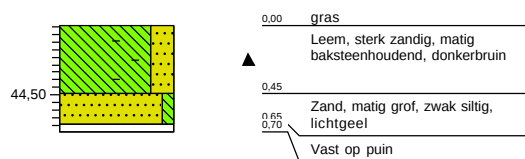
Datum: 18-1-2022

Boring: HB106-3

Maaiveldhoogte: 45,03 m.t.o.v. N.A.P.

X-coördinaat: 188451,47
Y-coördinaat: 334212,21

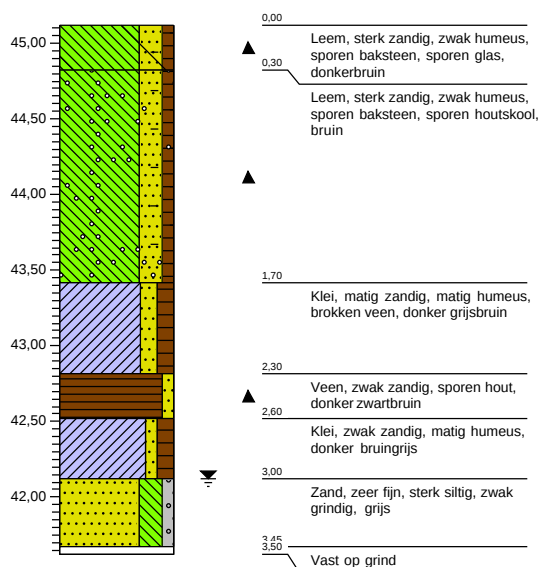
Datum: 18-1-2022



Boring: HB111

Maaiveldhoogte: 45,12 m.t.o.v. N.A.P.
 Grondwaterstand (cm. - mv.): 300
 Datum: 19-1-2022

X-coördinaat: 188388,55
 Y-coördinaat: 334088,95

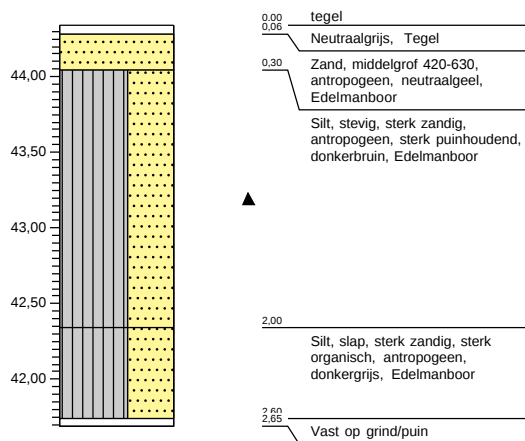


Boring: HB101

Maaiveldhoogte: 44,34 m.t.o.v. N.A.P.

X-coördinaat: 188539,05
Y-coördinaat: 334399,24

Datum: 18-1-2022

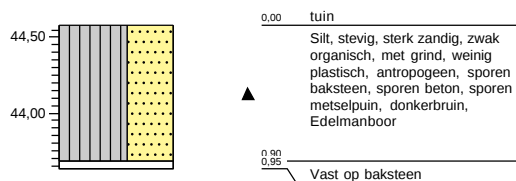


Boring: HB102-1

Maaiveldhoogte: 44,58 m.t.o.v. N.A.P.

X-coördinaat: 188528,90
Y-coördinaat: 334386,38

Datum: 18-1-2022

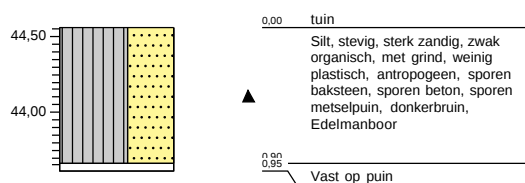


Boring: HB102-2

Maaiveldhoogte: 44,56 m.t.o.v. N.A.P.

X-coördinaat: 188528,51
Y-coördinaat: 334386,63

Datum: 18-1-2022

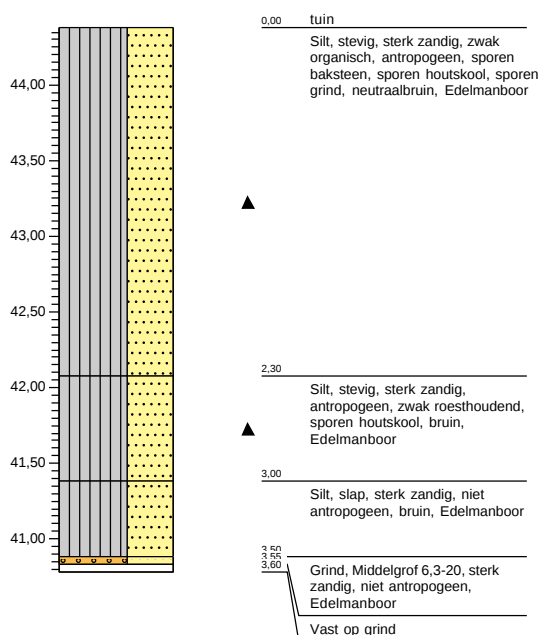


Boring: HB102-3

Maaiveldhoogte: 44,38 m.t.o.v. N.A.P.

X-coördinaat: 188531,59
Y-coördinaat: 334384,50

Datum: 18-1-2022

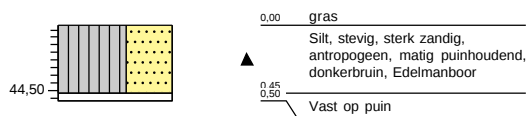
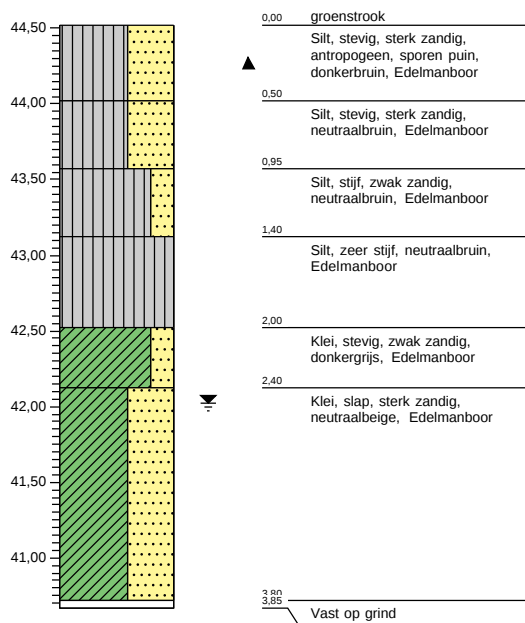


Boring: HB103

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

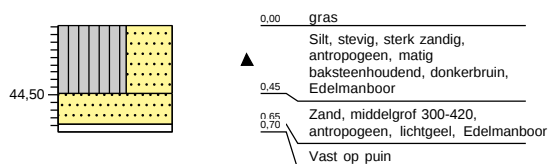
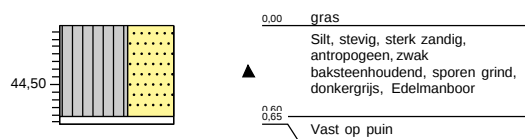


Boring: HB106-1

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

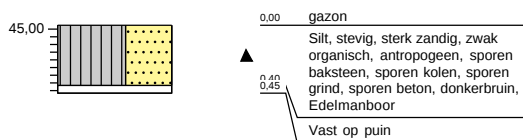


Boring: HB106-3

Maaiveldhoogte: 45,03 m.t.o.v. N.A.P.

X-coördinaat: 188451,47
Y-coördinaat: 334212,20

Datum: 18-1-2022

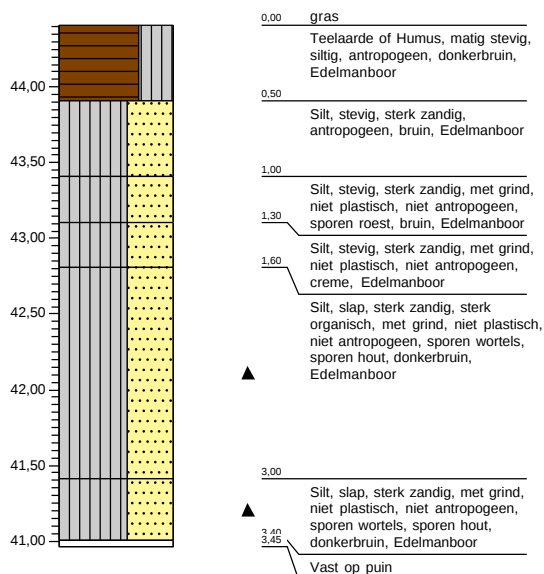


Boring: HB109

Maaiveldhoogte: 44,41 m.t.o.v. N.A.P.

X-coördinaat: 188414,80
Y-coördinaat: 334136,54

Datum: 19-1-2022

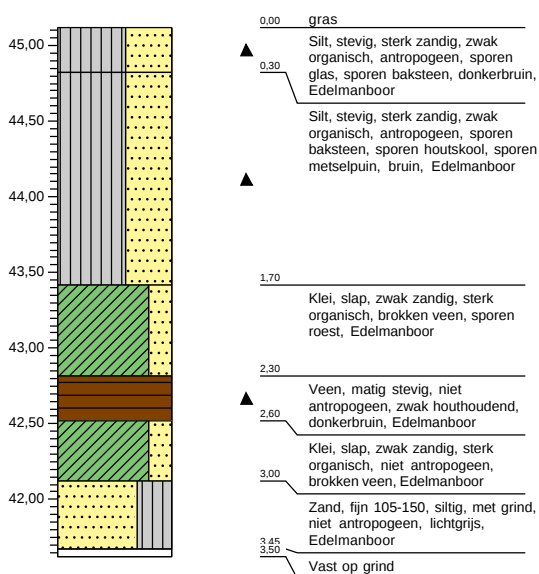


Boring: HB111

Maaiveldhoogte: 45,12 m.t.o.v. N.A.P.

X-coördinaat: 188388,55
Y-coördinaat: 334088,95

Datum: 19-1-2022



Boring: HB104

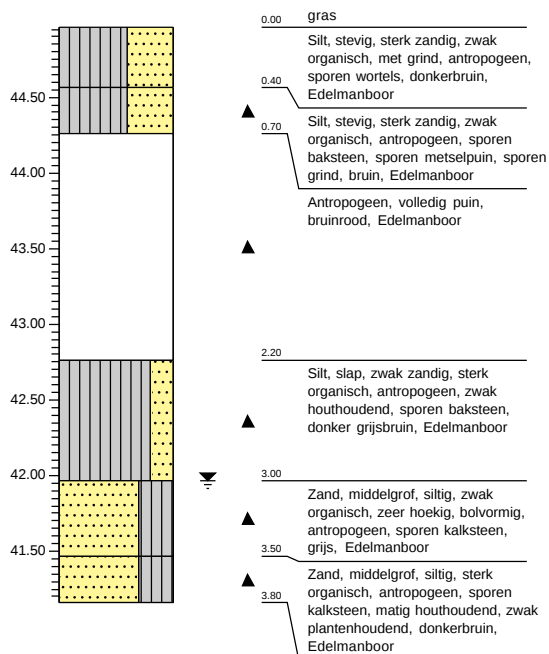
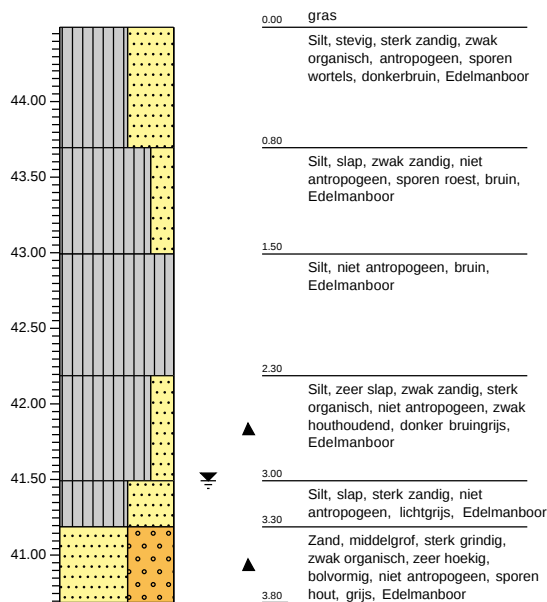
Maaiveldhoogte: 44.492 m.t.o.v. N.A.P.
 Grondwaterstand (cm. - mv.): 300
 Datum: 20-6-2022

X-coördinaat: 188479.08
 Y-coördinaat: 334249.60

Boring: HB201

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

X-coördinaat: 188477.25
 Y-coördinaat: 334144.81



Boring: HB104

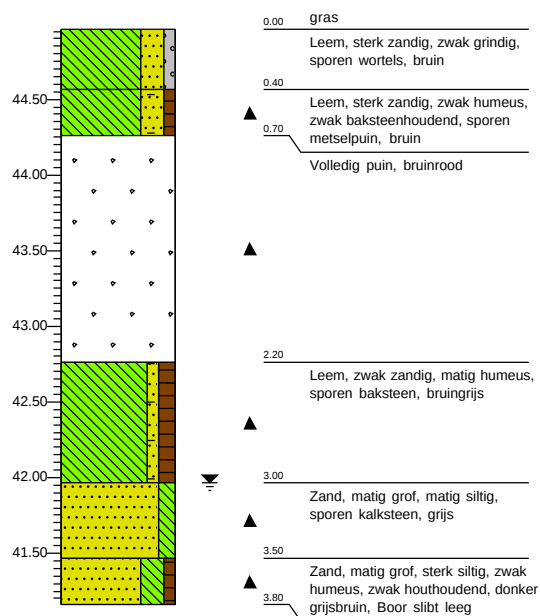
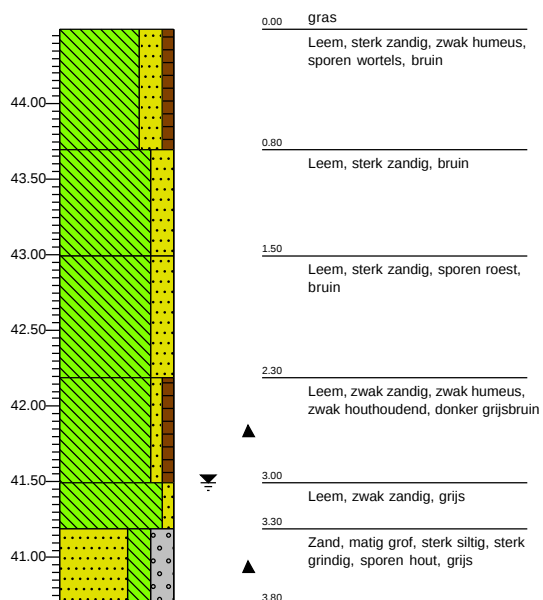
Maaiveldhoogte: 44.492 m.t.o.v. N.A.P.
 Grondwaterstand (cm. - mv.): 300
 Datum: 20-6-2022

X-coördinaat: 188479.08
 Y-coördinaat: 334249.60

Boring: HB201

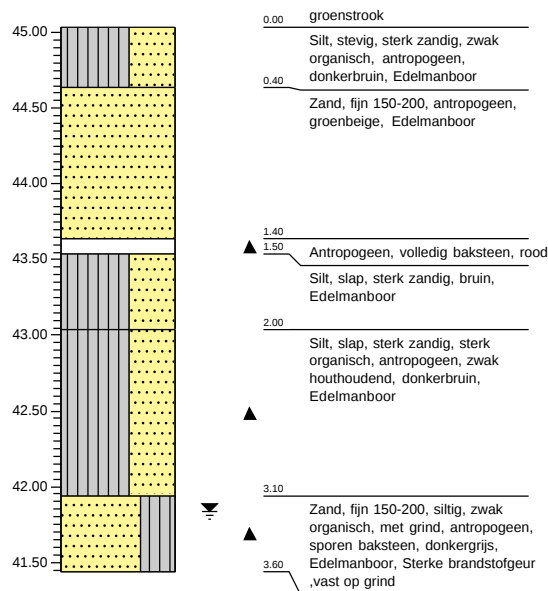
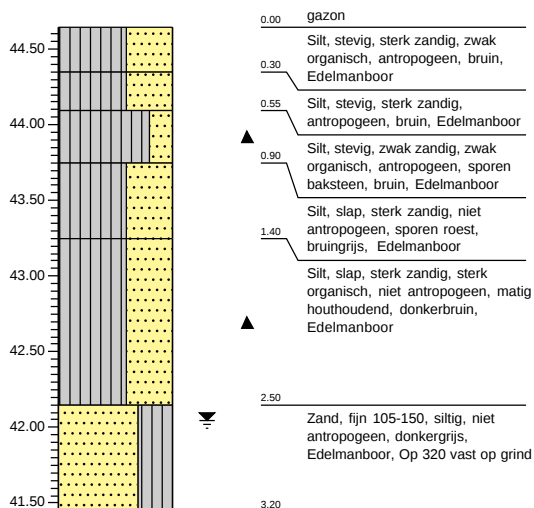
Maaiveldhoogte: 44.963 m.t.o.v. N.A.P.
 Grondwaterstand (cm. - mv.): 300
 Datum: 20-6-2022

X-coördinaat: 188477.25
 Y-coördinaat: 334144.81



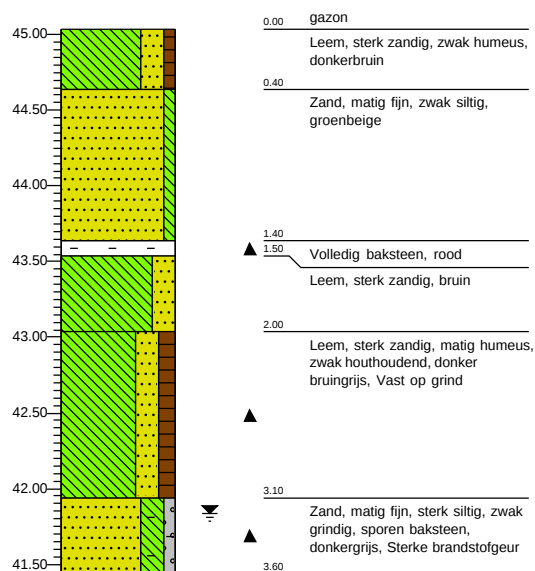
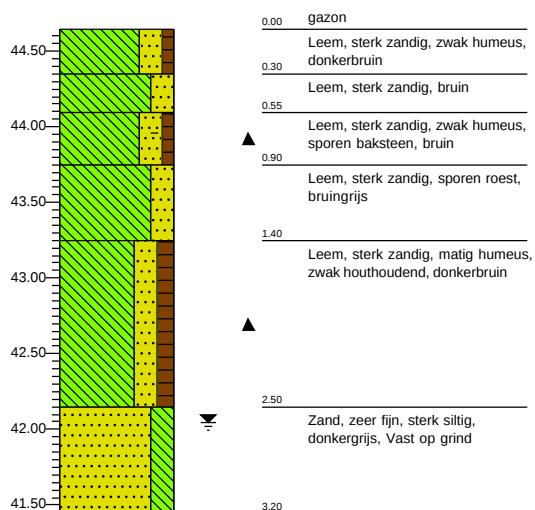
Boring: HB301
 Maaiveldhoogte: 44.645 m.t.o.v. N.A.P.
 Grondwaterstand (cm. -mv.): 260
 Datum: 15-8-2022

Boring: HB302
 Maaiveldhoogte: 45.037 m.t.o.v. N.A.P.
 Grondwaterstand (cm. -mv.): 320
 Datum: 15-8-2022



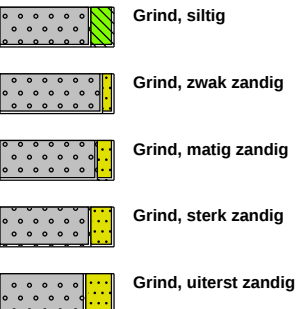
Boring: HB301
 Maaiveldhoogte: 44.645 m.t.o.v. N.A.P.
 Grondwaterstand (cm. - mv.): 260
 Datum: 15-8-2022

Boring: HB302
 Maaiveldhoogte: 45.037 m.t.o.v. N.A.P.
 Grondwaterstand (cm. - mv.): 320
 Datum: 15-8-2022

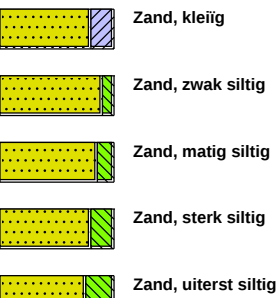


Legenda (conform NEN 5104)

grind



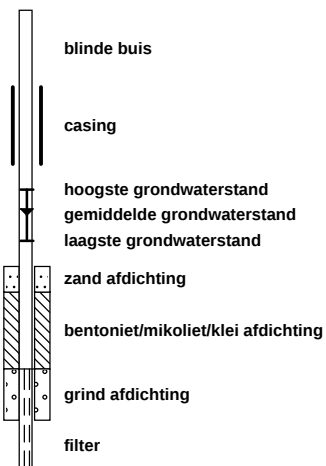
zand



veen



peilbuis



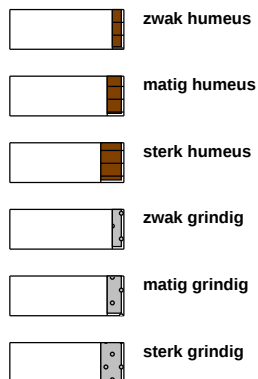
klei



leem



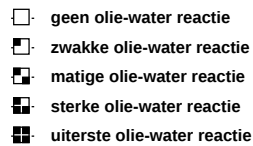
overige toevoegingen



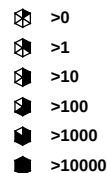
geur



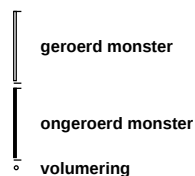
olie



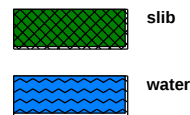
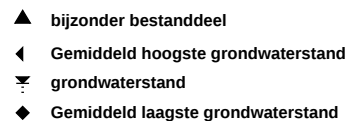
p.i.d.-waarde



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 :

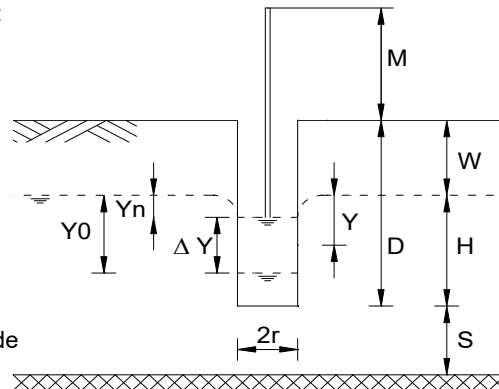
$$k = ((4000r^2)/((H+20r)*((2-(Y/H))*Y)))*(\Delta Y/\Delta t)$$

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
 Δt = verlopen tijd
 ΔY = stijging van de waterstand in boorgat over de gehele meetperiode

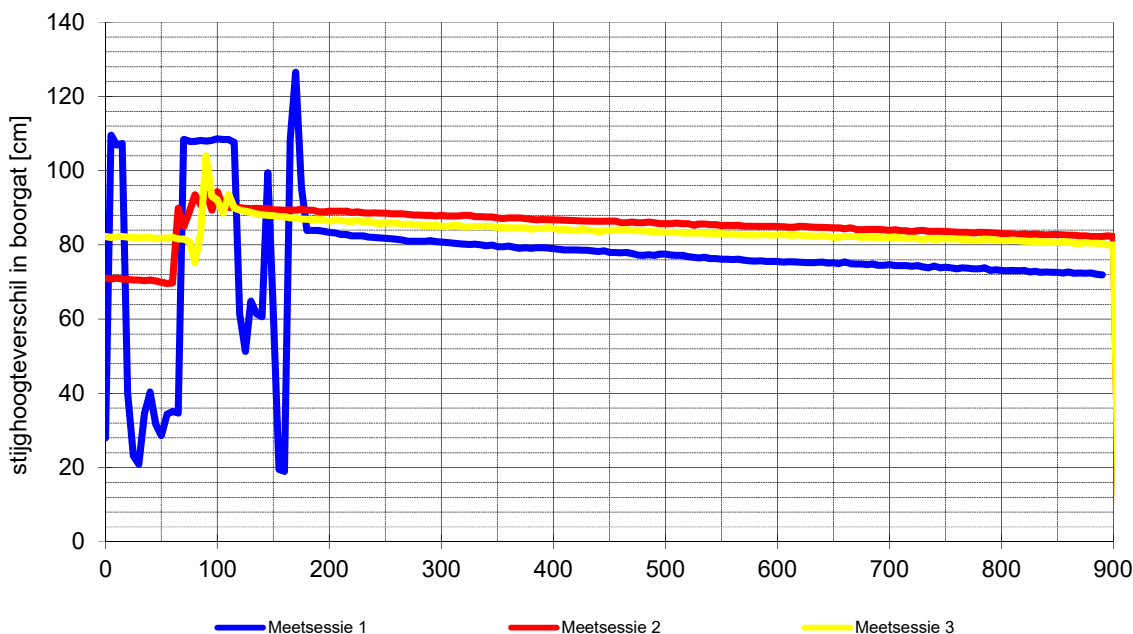


onderzoekswaarden

diepte boorgat beneden grondwaterspiegel
 standaardhoogte
 radiusboorgat
 grondwater

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

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



meetsessie 1	
t0 =	185 sec
Y0 =	83.92 cm
tn =	195 sec
Yn =	83.68 cm
ΔY =	0.23 cm
r =	3.50 cm
H =	120.00 cm
Y =	83.80 cm
Δt =	10 sec

k = 0.06 m/dag

meetsessie 2	
t0 =	125 sec
Y0 =	89.87 cm
tn =	150 sec
Yn =	89.46 cm
ΔY =	0.41 cm
r =	3.50 cm
H =	120.00 cm
Y =	89.66 cm
Δt =	25 sec

k = 0.04 m/dag

meetsessie 3	
t0 =	120 sec
Y0 =	89.34 cm
tn =	150 sec
Yn =	87.88 cm
ΔY =	1.46 cm
r =	3.50 cm
H =	120.00 cm
Y =	88.61 cm
Δt =	30 sec

k = 0.11 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 :

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

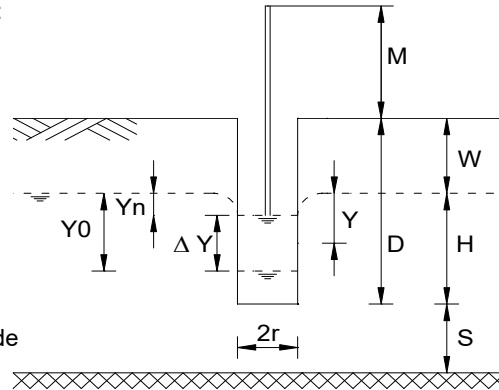
Hierbij is :

$\bar{Y}$ = 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

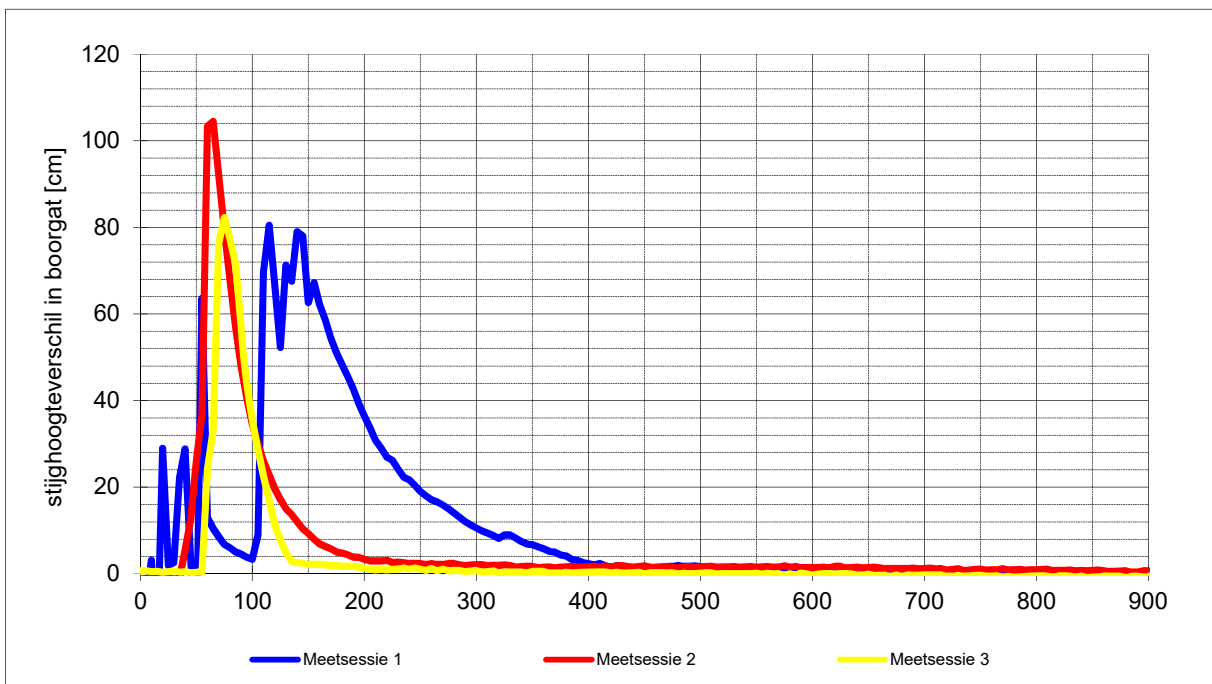
standaardhoogte

radiusboorgat

grondwater

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

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



meet sessie 1		
t0 =	155	sec
Y0 =	67.27	cm
tn =	165	sec
Yn =	58.52	cm
ΔY =	8.75	cm
r =	3.50	cm
H =	138.00	cm
Y =	62.89	cm
Δt =	10	sec

$$k = 2.12 \text{ m/dag}$$

meet sessie 2	
t0 =	70 sec
Y0 =	92.23 cm
tn =	80 sec
Yn =	68.08 cm
ΔY =	24.15 cm
r =	3.50 cm
H =	138.00 cm
Y =	80.16 cm
Δt =	10 sec

k = 5.00 m/dag

meet sessie 3		
t0 =	85	sec
Y0 =	71.41	cm
tn =	95	sec
Yn =	44.17	cm
ΔY =	27.24	cm
r =	3.50	cm
H =	138.00	cm
Y =	57.79	cm
Δt =	10	sec

k = 7.02 m/dag

projektschrijving: Corio Glana Fase 2
 lokatie : Sittard
 boring : DB03

opdr.nr : GC180167
 datum: 04-06-21
 meting: DM03

formule om de doorlatendheid volgens Hooghoudt te bepalen :

voor $S > 0,5H$ geldt :

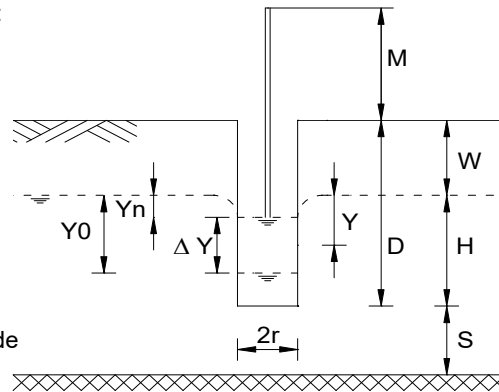
$$k = ((4000r^2)/((H+20r)*((2-(Y/H))*Y)))*(\Delta Y/\Delta t)$$

voor $S = 0$ geldt :

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

Hierbij is :

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

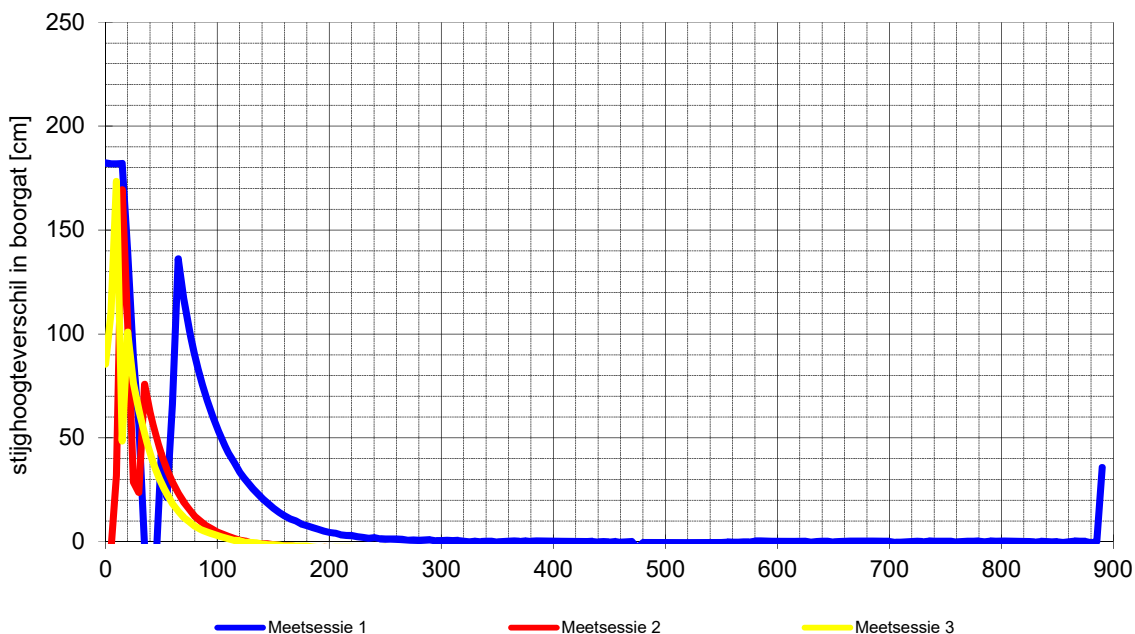


onderzoekswaarden

diepte boorgat beneden grondwaterspiegel
 standaardhoogte
 radiusboorgat
 grondwater

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

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



meetsessie 1	
t0 =	65 sec
Y0 =	136.14 cm
tn =	70 sec
Yn =	117.13 cm
ΔY =	19.02 cm
r =	3.50 cm
H =	184.00 cm
Y =	126.63 cm
Δt =	5 sec

k = 4.42 m/dag

meetsessie 2	
t0 =	20 sec
Y0 =	105.66 cm
tn =	25 sec
Yn =	28.78 cm
ΔY =	76.88 cm
r =	3.50 cm
H =	184.00 cm
Y =	67.22 cm
Δt =	5 sec

k = 27.00 m/dag (NB)

meetsessie 3	
t0 =	25 sec
Y0 =	76.43 cm
tn =	30 sec
Yn =	63.43 cm
ΔY =	13.01 cm
r =	3.50 cm
H =	184.00 cm
Y =	69.93 cm
Δt =	5 sec

k = 4.43 m/dag

projektschrijving: Corio Glana Fase 2
lokatie : Sittard
boring : DB04

opdr.nr : GC180167
datum: 10-06-21
meting: DM04

formule om de doorlatendheid volgens Hooghoudt te bepalen :

voor $S > 0,5H$ geldt :

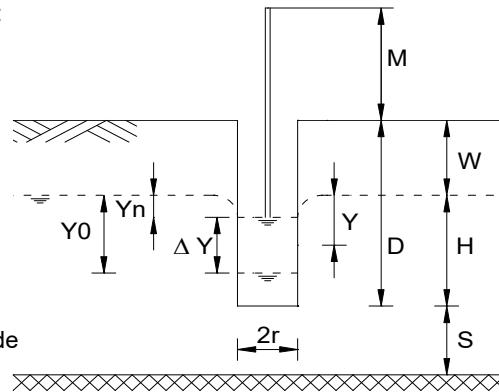
$$k = ((4000r^2)/((H+20r)*((2-(Y/H))*Y)))*(\Delta Y/\Delta t)$$

voor $S = 0$ geldt :

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

Hierbij is :

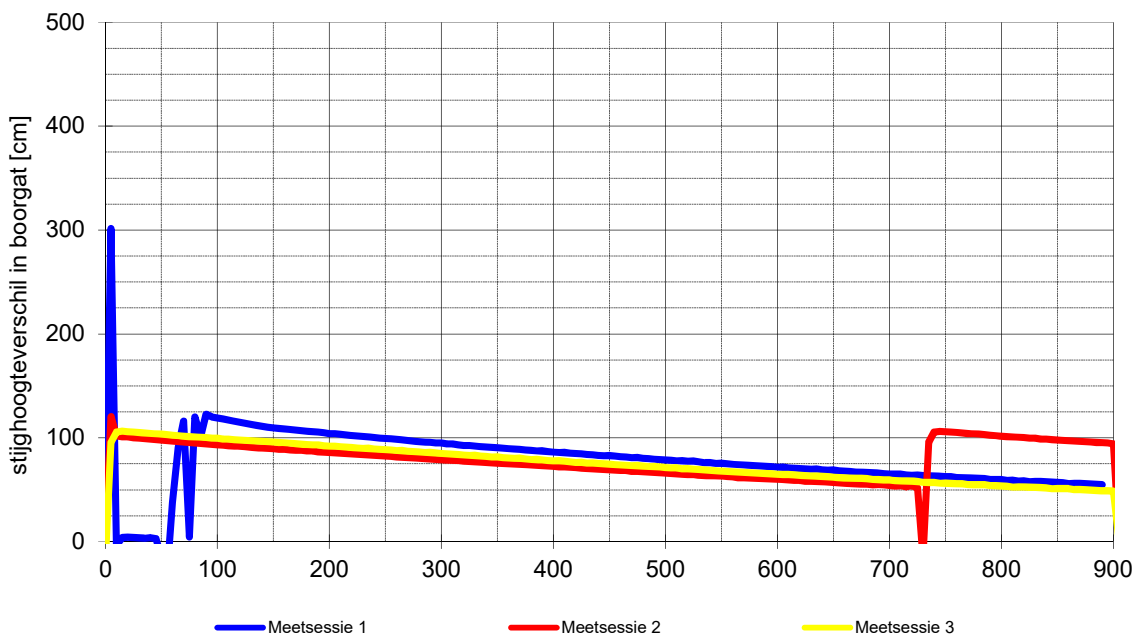
Y = gemiddelde waterstand over de gehele meetperiode
r = boorgatradius
H = diepte boorgat beneden grondwaterspiegel
 Δt = verlopen tijd
 ΔY = stijging van de waterstand in boorgat over de gehele meetperiode



onderzoekswaarden

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

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



meetsessie 1	
t0 =	100 sec
Y0 =	119.10 cm
tn =	150 sec
Yn =	109.77 cm
ΔY =	9.33 cm
r =	3.50 cm
H =	155.00 cm
Y =	114.43 cm
Δt =	50 sec

k = 0.28 m/dag

meetsessie 2	
t0 =	50 sec
Y0 =	97.87 cm
tn =	100 sec
Yn =	93.14 cm
ΔY =	4.72 cm
r =	3.50 cm
H =	155.00 cm
Y =	95.50 cm
Δt =	50 sec

k = 0.16 m/dag

meetsessie 3	
t0 =	50 sec
Y0 =	103.64 cm
tn =	100 sec
Yn =	99.68 cm
ΔY =	3.97 cm
r =	3.50 cm
H =	155.00 cm
Y =	101.66 cm
Δt =	50 sec

k = 0.13 m/dag

projektschrijving: Corio Glana Fase 2
 lokatie : Sittard
 boring : DB05

opdr.nr : GC180167
 datum: 10-06-21
 meting: DM05

formule om de doorlatendheid volgens Hooghoudt te bepalen :

voor $S > 0,5H$ geldt :

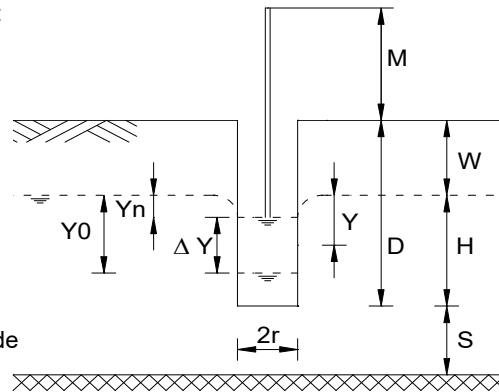
$$k = ((4000r^2)/((H+20r)*((2-(Y/H))*Y)))*(\Delta Y/\Delta t)$$

voor $S = 0$ geldt :

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

Hierbij is :

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

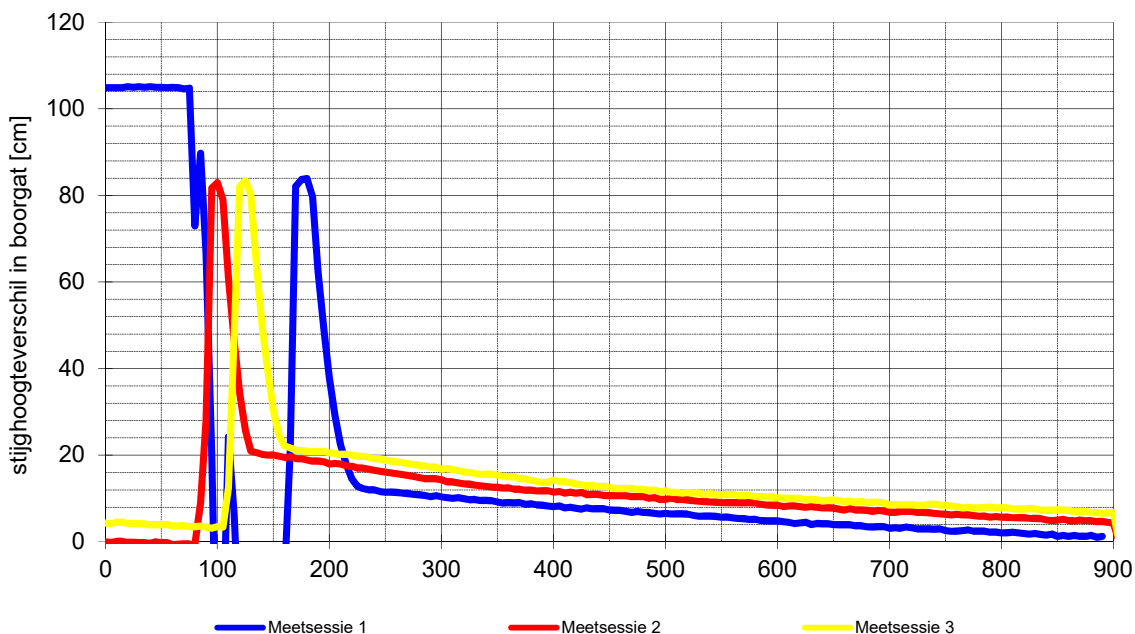


onderzoekswaarden

diepte boorgat beneden grondwaterspiegel
 standaardhoogte
 radiusboorgat
 grondwater

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

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



meetsessie 1	
t0 =	185 sec
Y0 =	79.55 cm
tn =	195 sec
Yn =	49.22 cm
ΔY =	30.33 cm
r =	3.50 cm
H =	110.00 cm
Y =	64.38 cm
Δt =	10 sec

k = 9.07 m/dag

meetsessie 2	
t0 =	100 sec
Y0 =	82.93 cm
tn =	110 sec
Yn =	60.94 cm
ΔY =	21.99 cm
r =	3.50 cm
H =	110.00 cm
Y =	71.94 cm
Δt =	10 sec

k = 6.18 m/dag

meetsessie 3	
t0 =	130 sec
Y0 =	80.08 cm
tn =	140 sec
Yn =	50.21 cm
ΔY =	29.87 cm
r =	3.50 cm
H =	110.00 cm
Y =	65.14 cm
Δt =	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 :

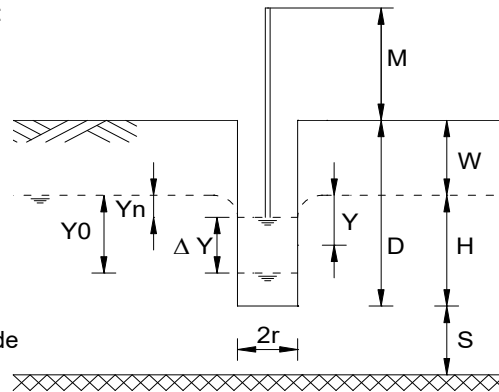
$$k = ((3600r^2)/((H+10r)*((2-(Y/H))*Y)))*(\Delta Y/\Delta t)$$

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

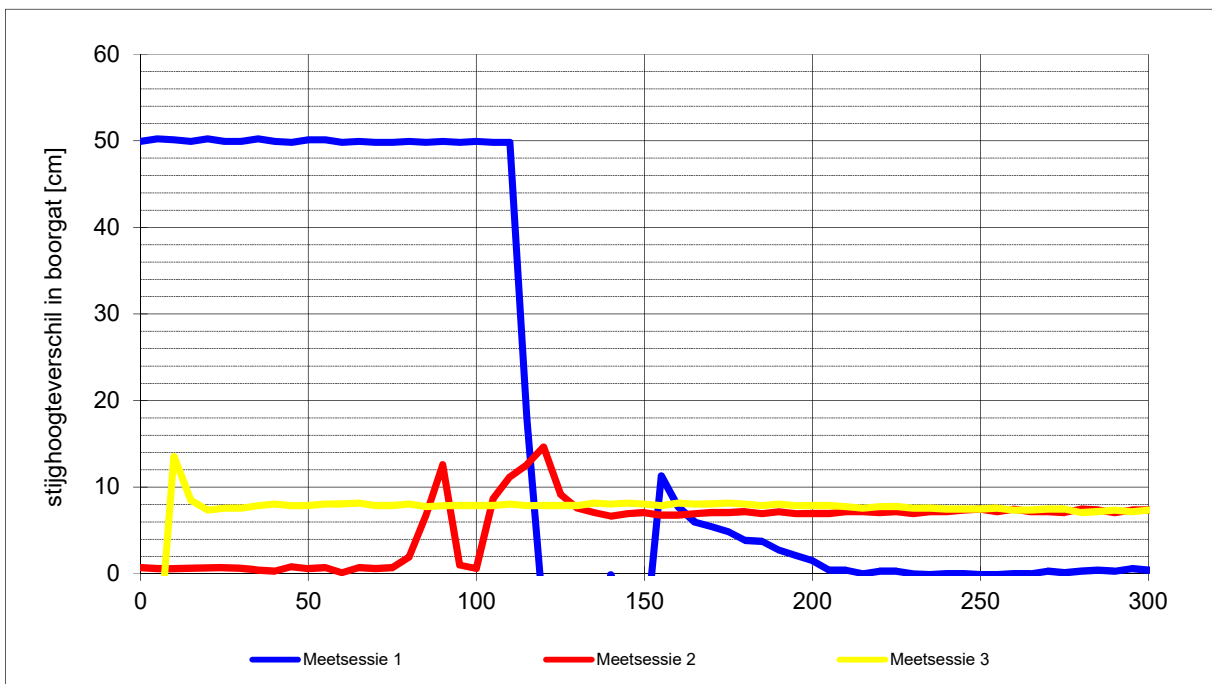
standaardhoogte

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 :

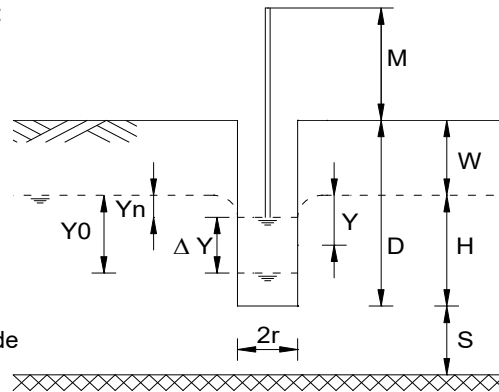
$$k = ((4000r^2)/((H+20r)*((2-(Y/H))*Y)))*(\Delta Y/\Delta t)$$

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
 Δt = verlopen tijd
 ΔY = stijging van de waterstand in boorgat over de gehele meetperiode

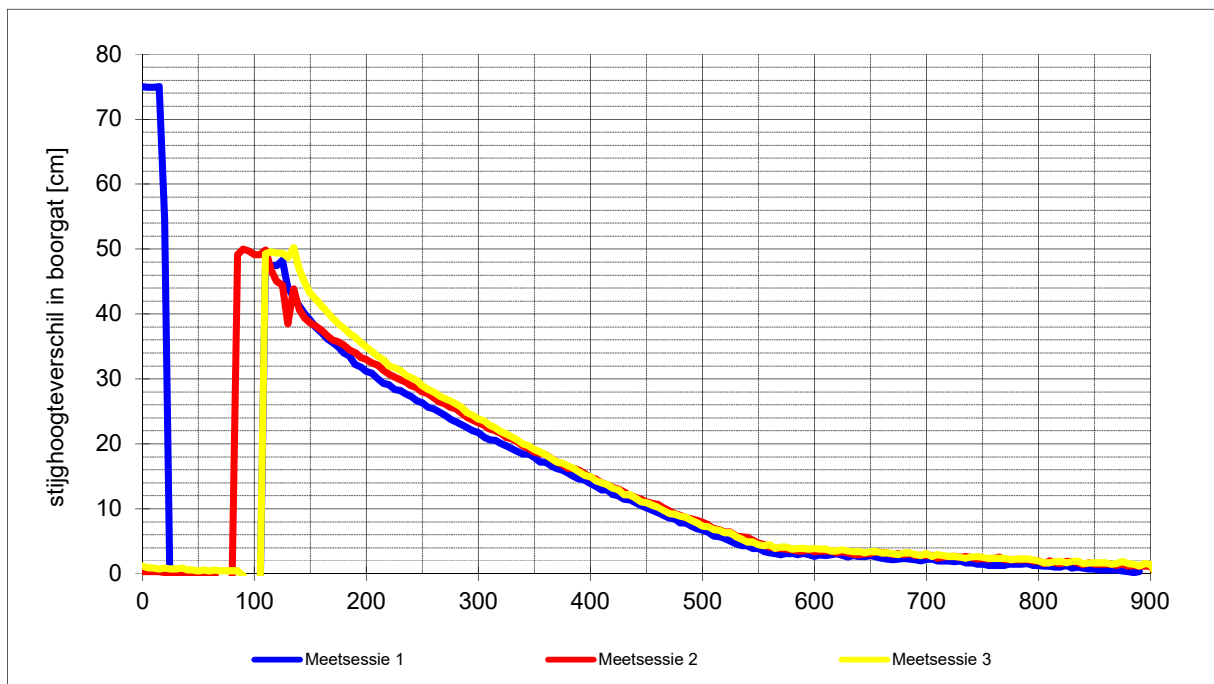


onderzoekswaarden

diepte boorgat beneden grondwaterspiegel
 standaardhoogte
 radiusboorgat
 groundwater

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

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



meetsessie 1	
t0 =	140 sec
Y0 =	41.23 cm
tn =	150 sec
Yn =	39.02 cm
ΔY =	2.22 cm
r =	5.00 cm
H =	100.00 cm
Y =	40.13 cm
Δt =	10 sec

k = 1.73 m/dag

meetsessie 2	
t0 =	155 sec
Y0 =	38.08 cm
tn =	165 sec
Yn =	36.68 cm
ΔY =	1.40 cm
r =	5.00 cm
H =	100.00 cm
Y =	37.38 cm
Δt =	10 sec

k = 1.15 m/dag

meetsessie 3	
t0 =	140 sec
Y0 =	46.95 cm
tn =	150 sec
Yn =	43.16 cm
ΔY =	3.79 cm
r =	5.00 cm
H =	100.00 cm
Y =	45.05 cm
Δt =	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 :

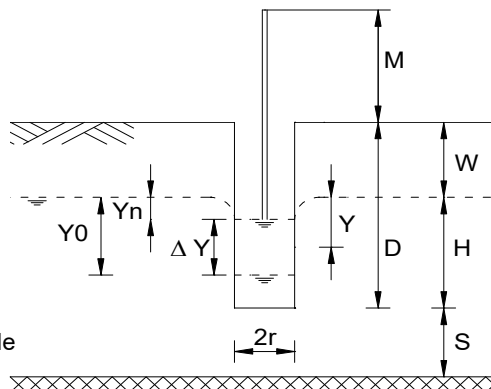
$$k = ((4000r^2)/((H+20r)*((2-(Y/H))*Y)))*(\Delta Y/\Delta t)$$

voor $S = 0$ geldt :

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

Hierbij is :

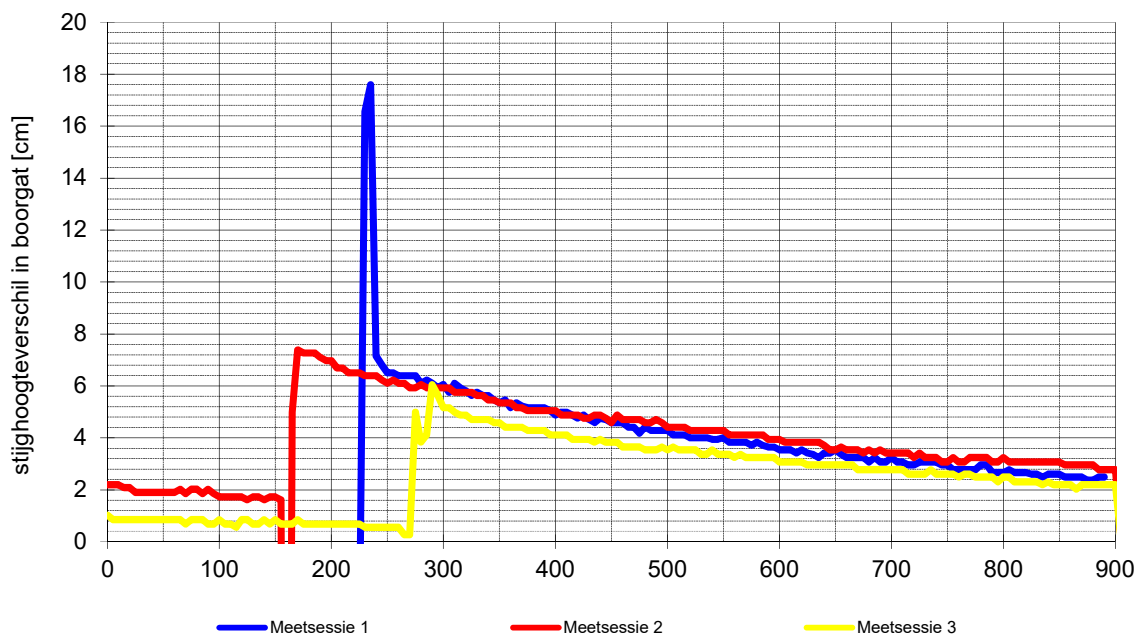
Y = gemiddelde waterstand over de gehele meetperiode
 r = boorgatradius
 H = diepte boorgat beneden grondwaterspiegel
 Δt = verlopen tijd
 ΔY = stijging van de waterstand in boorgat over de gehele meetperiode



onderzoekswaarden

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

H :	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
 ΔY = 1.17 cm
 r = 5.00 cm
 H = 55.00 cm
 Y = 5.93 cm
 Δt = 100 sec

k = 0.67 m/dag

meetsessie 2
 t0 = 200 sec
 Y0 = 6.97 cm
 tn = 300 sec
 Yn = 5.92 cm
 ΔY = 1.05 cm
 r = 5.00 cm
 H = 55.00 cm
 Y = 6.45 cm
 Δt = 100 sec

k = 0.56 m/dag

meetsessie 3
 t0 = 350 sec
 Y0 = 4.58 cm
 tn = 450 sec
 Yn = 3.83 cm
 ΔY = 0.76 cm
 r = 5.00 cm
 H = 55.00 cm
 Y = 4.20 cm
 Δt = 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 :

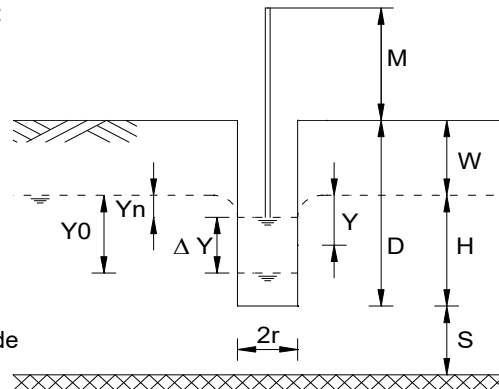
$$k = ((4000r^2)/((H+20r)*((2-(Y/H))*Y)))*(\Delta Y/\Delta t)$$

voor $S = 0$ geldt :

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

Hierbij is :

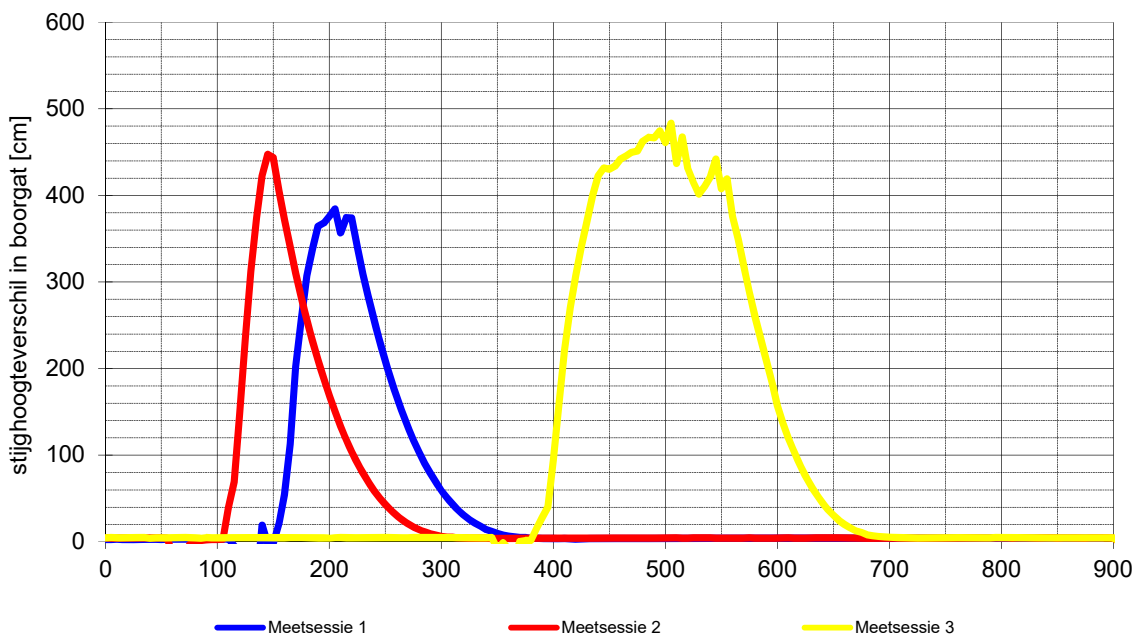
Y = gemiddelde waterstand over de gehele meetperiode
 r = boorgatradius
 H = diepte boorgat beneden grondwaterspiegel
 Δt = verlopen tijd
 ΔY = stijging van de waterstand in boorgat over de gehele meetperiode



onderzoekswaarden

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

H :	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
 ΔY = 64.58 cm
 r = 5.00 cm
 H = 550.00 cm
 Y = 341.80 cm
 Δt = 10 sec

k = 2.11 m/dag

meetsessie 2
 t0 = 155 sec
 Y0 = 405.00 cm
 tn = 165 sec
 Yn = 340.25 cm
 ΔY = 64.75 cm
 r = 5.00 cm
 H = 550.00 cm
 Y = 372.63 cm
 Δt = 10 sec

k = 2.02 m/dag

meetsessie 3
 t0 = 550 sec
 Y0 = 407.51 cm
 tn = 560 sec
 Yn = 375.37 cm
 ΔY = 32.14 cm
 r = 5.00 cm
 H = 550.00 cm
 Y = 391.44 cm
 Δt = 10 sec

k = 0.98 m/dag

projektschrijving: 0
 lokatie : 0
 boring : DB202-1

opdr.nr : GC180167
 datum: 11-06-21
 meting: DM202-1

formule om de doorlatendheid volgens Hooghoudt te bepalen :

voor $S > 0,5H$ geldt :

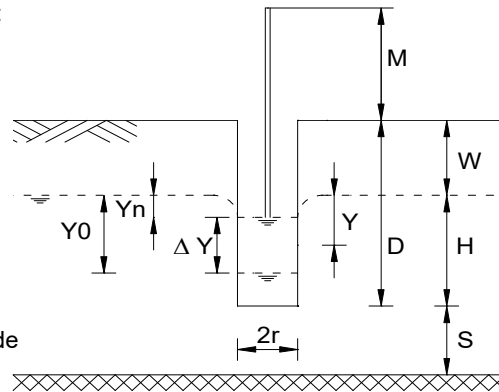
$$k = ((4000r^2)/((H+20r)*((2-(Y/H))*Y)))*(\Delta Y/\Delta t)$$

voor $S = 0$ geldt :

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

Hierbij is :

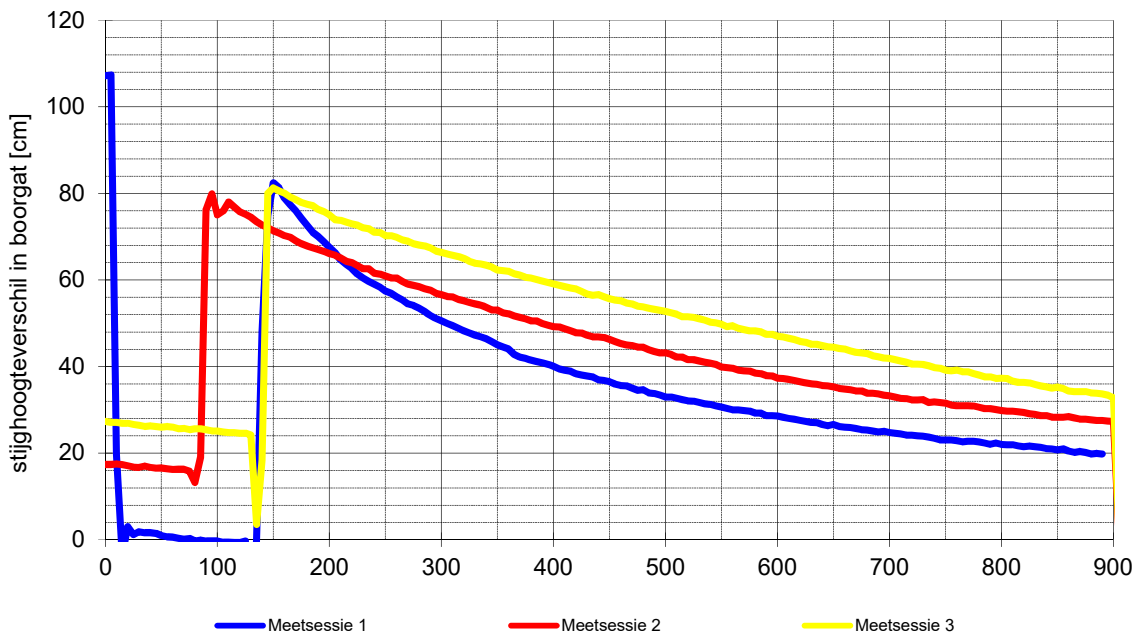
Y = gemiddelde waterstand over de gehele meetperiode
 r = boorgatradius
 H = diepte boorgat beneden grondwaterspiegel
 Δt = verlopen tijd
 ΔY = stijging van de waterstand in boorgat over de gehele meetperiode



onderzoekswaarden

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

H :	96.0	cm
M :	0.0	cm
r :	3.5	cm
W :	214.0	cm
S :	1000.0	cm



meetsessie 1
 t0 = 150 sec
 Y0 = 82.43 cm
 tn = 200 sec
 Yn = 67.56 cm
 ΔY = 14.88 cm
 r = 3.50 cm
 H = 96.00 cm
 Y = 75.00 cm
 Δt = 50 sec

k = 0.96 m/dag

meetsessie 2
 t0 = 115 sec
 Y0 = 76.78 cm
 tn = 150 sec
 Yn = 71.35 cm
 ΔY = 5.43 cm
 r = 3.50 cm
 H = 96.00 cm
 Y = 74.06 cm
 Δt = 35 sec

k = 0.50 m/dag

meetsessie 3
 t0 = 150 sec
 Y0 = 81.27 cm
 tn = 200 sec
 Yn = 75.03 cm
 ΔY = 6.24 cm
 r = 3.50 cm
 H = 96.00 cm
 Y = 78.15 cm
 Δt = 50 sec

k = 0.40 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 :

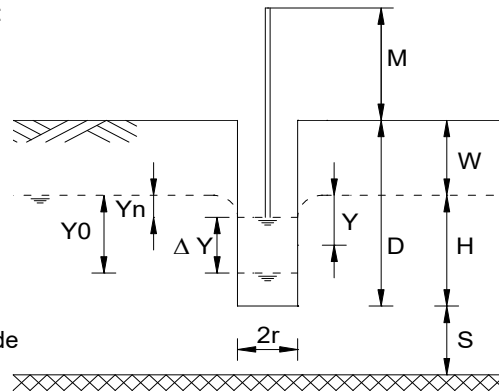
$$k = ((4000r^2)/((H+20r)*((2-(Y/H))*Y)))*(\Delta Y/\Delta t)$$

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
 Δt = verlopen tijd
 ΔY = stijging van de waterstand in boorgat over de gehele meetperiode

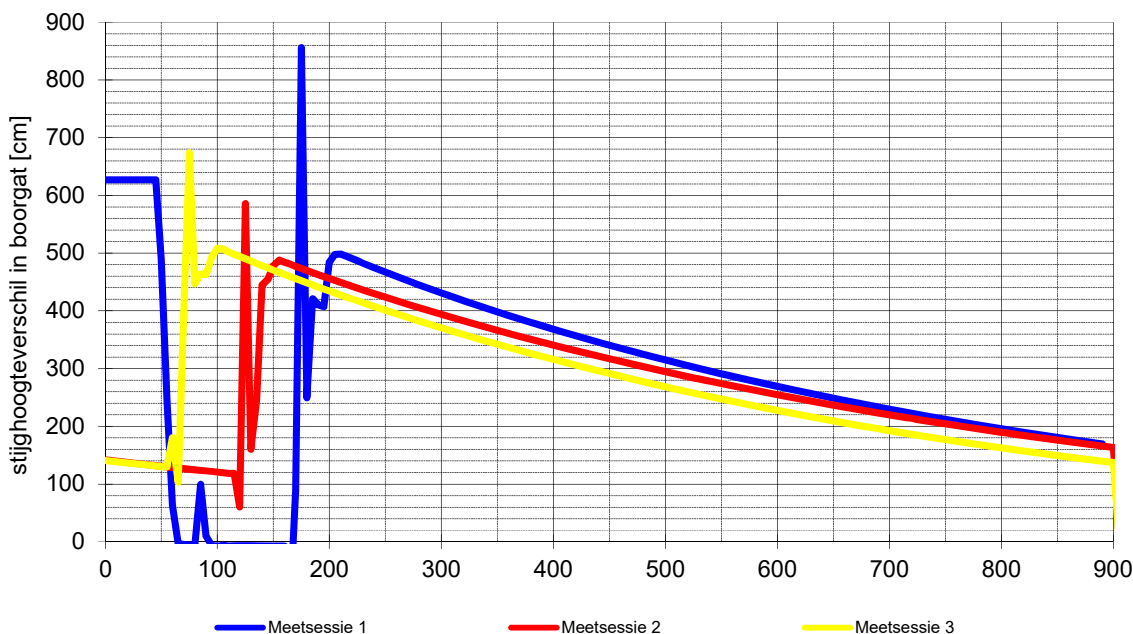


onderzoekswaarden

diepte boorgat beneden grondwaterspiegel
 standaardhoogte
 radiusboorgat
 grondwater

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

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



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

projektschrijving: Corio Glana Fase 2
lokatie : Sittard
boring : DB203-1

opdr.nr : GC180167
datum: 04-06-21
meting: DB203-1

formule om de doorlatendheid volgens Hooghoudt te bepalen :

voor $S > 0,5H$ geldt :

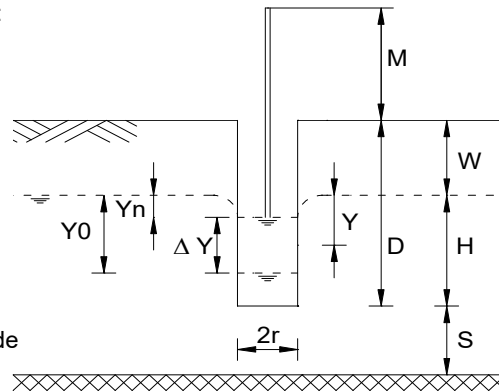
$$k = ((4000r^2)/((H+20r)*((2-(Y/H))*Y)))*(\Delta Y/\Delta t)$$

voor $S = 0$ geldt :

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

Hierbij is :

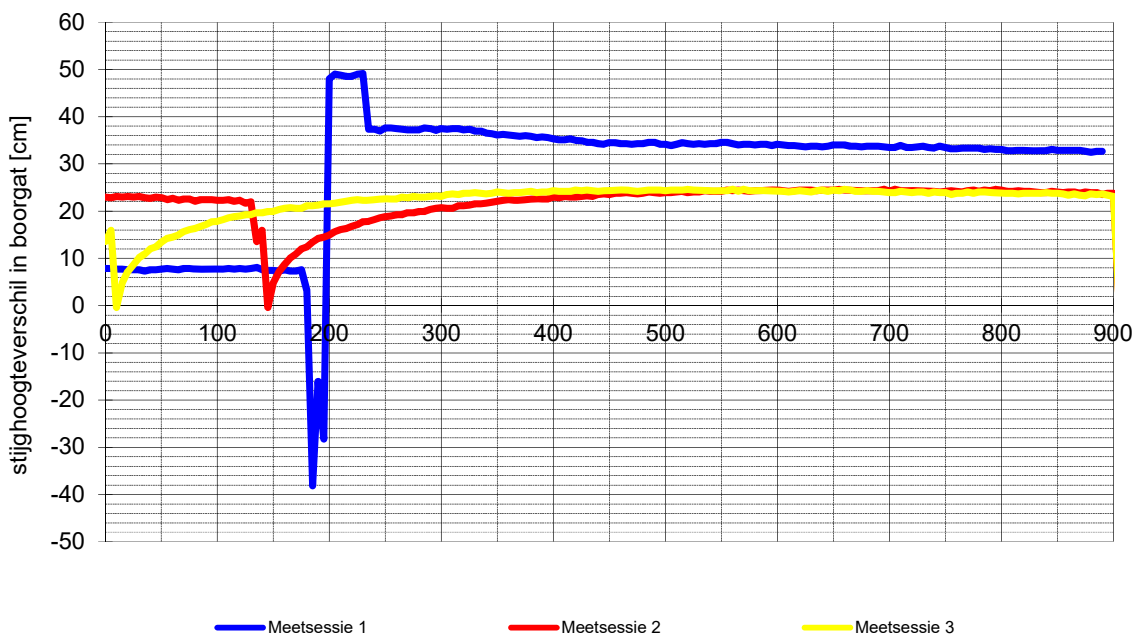
Y = gemiddelde waterstand over de gehele meetperiode
r = boorgatradius
H = diepte boorgat beneden grondwaterspiegel
 Δt = verlopen tijd
 ΔY = stijging van de waterstand in boorgat over de gehele meetperiode



onderzoekswaarden

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

H :	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
ΔY =	4.38 cm
r =	5.00 cm
H =	50.00 cm
Y =	5.40 cm
Δt =	5 sec

k = 57.14 m/dag

meet sessie 2	
t0 =	140 sec
Y0 =	15.93 cm
tn =	150 sec
Yn =	4.84 cm
ΔY =	11.08 cm
r =	5.00 cm
H =	50.00 cm
Y =	10.38 cm
Δt =	10 sec

k = 39.70 m/dag

meet sessie 3	
t0 =	0 sec
Y0 =	13.53 cm
tn =	10 sec
Yn =	-0.41 cm
ΔY =	13.94 cm
r =	5.00 cm
H =	50.00 cm
Y =	6.56 cm
Δt =	10 sec

k = 75.78 m/dag

projektschrijving: Corio Glana Fase 2
lokatie : Sittard
boring : DB203-2

opdr.nr : GC180167
datum: 04-06-21
meting: DM203-2

formule om de doorlatendheid volgens Hooghoudt te bepalen :

voor $S > 0,5H$ geldt :

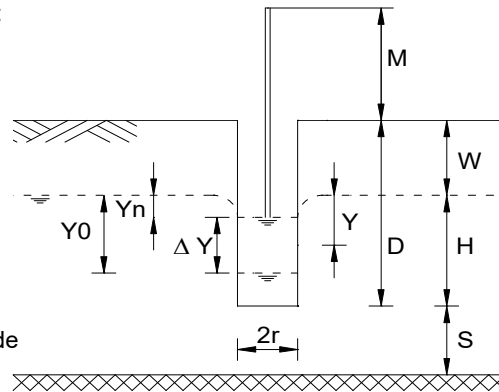
$$k = ((4000r^2)/((H+20r)*((2-(Y/H))*Y)))*(\Delta Y/\Delta t)$$

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
 Δt = verlopen tijd
 ΔY = stijging van de waterstand in boorgat over de gehele meetperiode

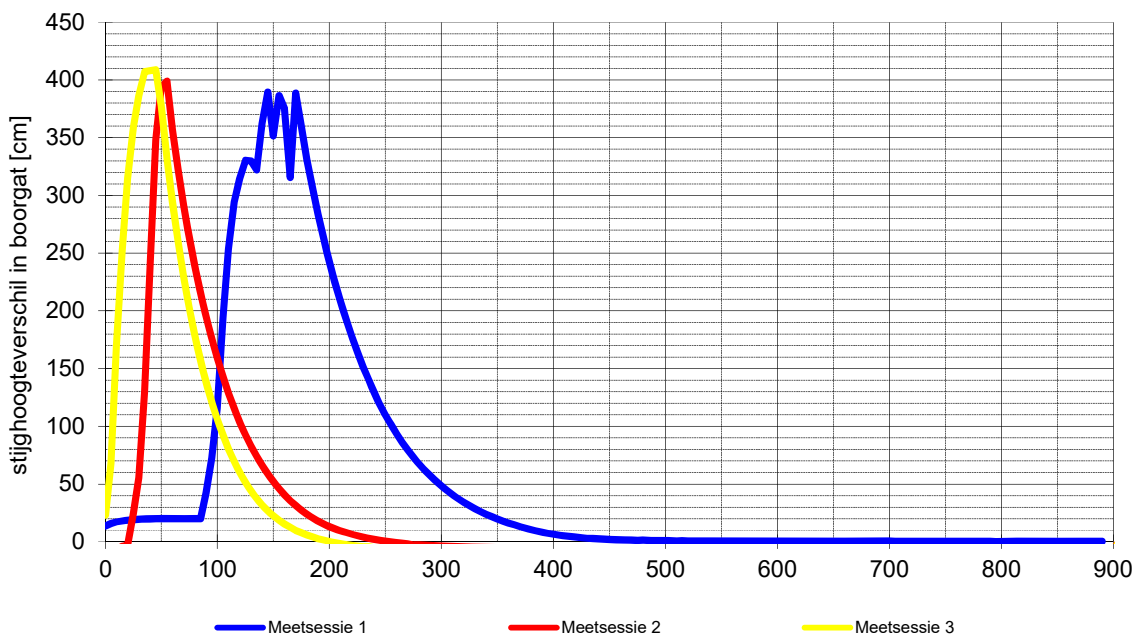


onderzoekswaarden

diepte boorgat beneden grondwaterspiegel
standaardhoogte
radiusboorgat
grondwater

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

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



meetsessie 1	
t0 =	180 sec
Y0 =	331.11 cm
tn =	190 sec
Yn =	283.45 cm
ΔY =	47.66 cm
r =	5.00 cm
H =	430.00 cm
Y =	307.28 cm
Δt =	10 sec

k = 2.28 m/dag

meetsessie 2	
t0 =	55 sec
Y0 =	398.89 cm
tn =	70 sec
Yn =	291.27 cm
ΔY =	107.63 cm
r =	5.00 cm
H =	430.00 cm
Y =	345.08 cm
Δt =	15 sec

k = 3.28 m/dag

meetsessie 3	
t0 =	50 sec
Y0 =	377.83 cm
tn =	60 sec
Yn =	293.66 cm
ΔY =	84.18 cm
r =	5.00 cm
H =	430.00 cm
Y =	335.75 cm
Δt =	10 sec

k = 3.88 m/dag

projektschrijving: Gcorio Glana Fase 2
 lokatie : Sittard
 boring : DB204-1

opdr.nr : GC180167
 datum: 09-06-21
 meting: DM204-1

formule om de doorlatendheid volgens Hooghoudt te bepalen :

voor $S > 0,5H$ geldt :

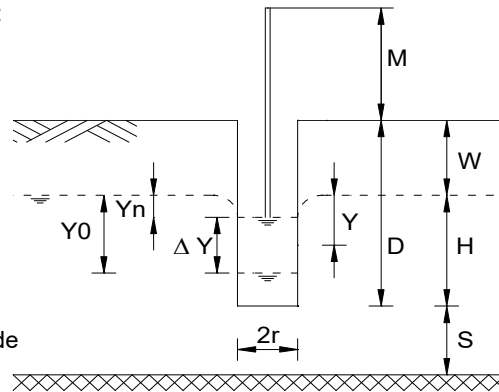
$$k = ((4000r^2)/((H+20r)*((2-(Y/H))*Y)))*(\Delta Y/\Delta t)$$

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
 Δt = verlopen tijd
 ΔY = stijging van de waterstand in boorgat over de gehele meetperiode

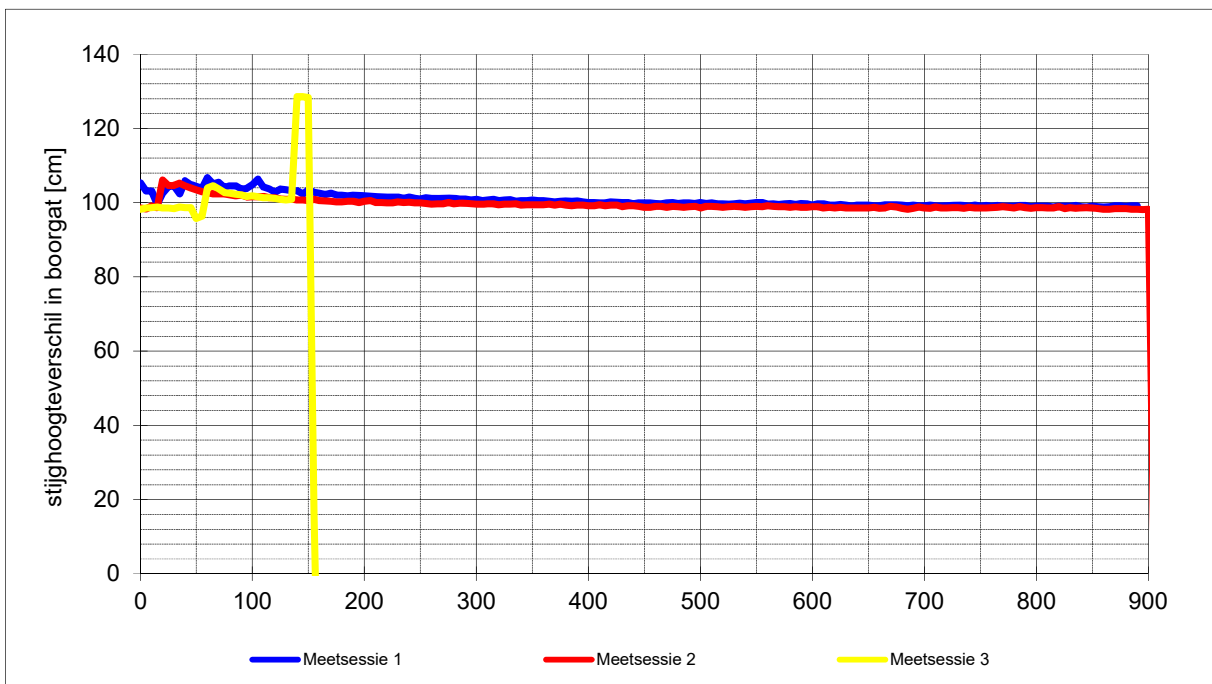


onderzoekswaarden

diepte boorgat beneden grondwaterspiegel
 standaardhoogte
 radiusboorgat
 grondwater

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

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



meetsessie 1	
t0 =	105 sec
Y0 =	106.31 cm
tn =	110 sec
Yn =	104.21 cm
ΔY =	2.10 cm
r =	5.00 cm
H =	100.00 cm
Y =	105.26 cm
Δt =	5 sec

k = 2.11 m/dag

meetsessie 2	
t0 =	40 sec
Y0 =	104.50 cm
tn =	50 sec
Yn =	103.39 cm
ΔY =	1.11 cm
r =	5.00 cm
H =	100.00 cm
Y =	103.95 cm
Δt =	10 sec

k = 0.55 m/dag

meetsessie 3	
t0 =	75 sec
Y0 =	102.69 cm
tn =	80 sec
Yn =	102.58 cm
ΔY =	0.12 cm
r =	5.00 cm
H =	100.00 cm
Y =	102.63 cm
Δt =	5 sec

k = 0.12 m/dag

projektschrijving: Corio Glana Fase 2
 lokatie : Sittard
 boring : DB204-2

opdr.nr : CG180167
 datum: 09-06-21
 meting: DM204-2

formule om de doorlatendheid volgens Hooghoudt te bepalen :

voor $S > 0,5H$ geldt :

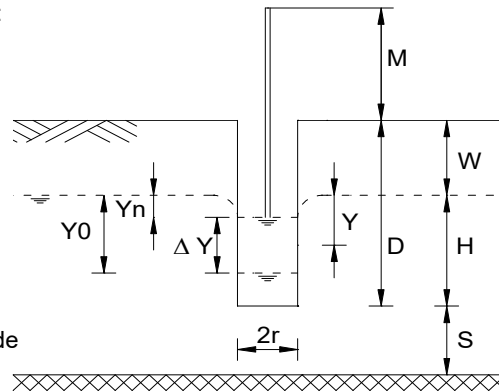
$$k = ((4000r^2)/((H+20r)*((2-(Y/H))*Y)))*(\Delta Y/\Delta t)$$

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
 Δt = verlopen tijd
 ΔY = stijging van de waterstand in boorgat over de gehele meetperiode

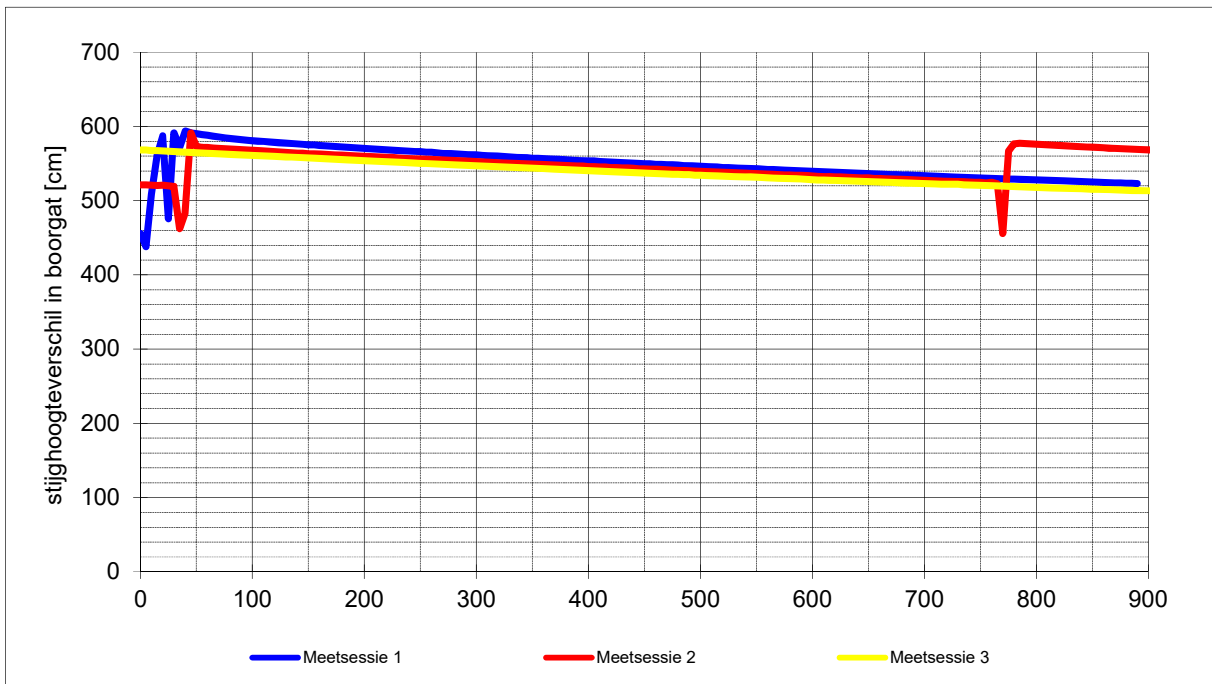


onderzoekswaarden

diepte boorgat beneden grondwaterspiegel
 standaardhoogte
 radiusboorgat
 grondwater

H :	610.0	cm
M :	40.0	cm
r :	5.0	cm
W :	180.0	cm
S :	1000.0	cm

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



meet sessie 1	
t0 =	100 sec
Y0 =	580.77 cm
tn =	300 sec
Yn =	561.63 cm
ΔY =	19.13 cm
r =	5.00 cm
H =	610.00 cm
Y =	571.20 cm
Δt =	200 sec

k = 0.02 m/dag

meet sessie 2	
t0 =	100 sec
Y0 =	567.99 cm
tn =	300 sec
Yn =	552.71 cm
ΔY =	15.28 cm
r =	5.00 cm
H =	610.00 cm
Y =	560.35 cm
Δt =	200 sec

k = 0.02 m/dag

meet sessie 3	
t0 =	100 sec
Y0 =	561.05 cm
tn =	300 sec
Yn =	546.88 cm
ΔY =	14.18 cm
r =	5.00 cm
H =	610.00 cm
Y =	553.96 cm
Δt =	200 sec

k = 0.02 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 $t = t_0$

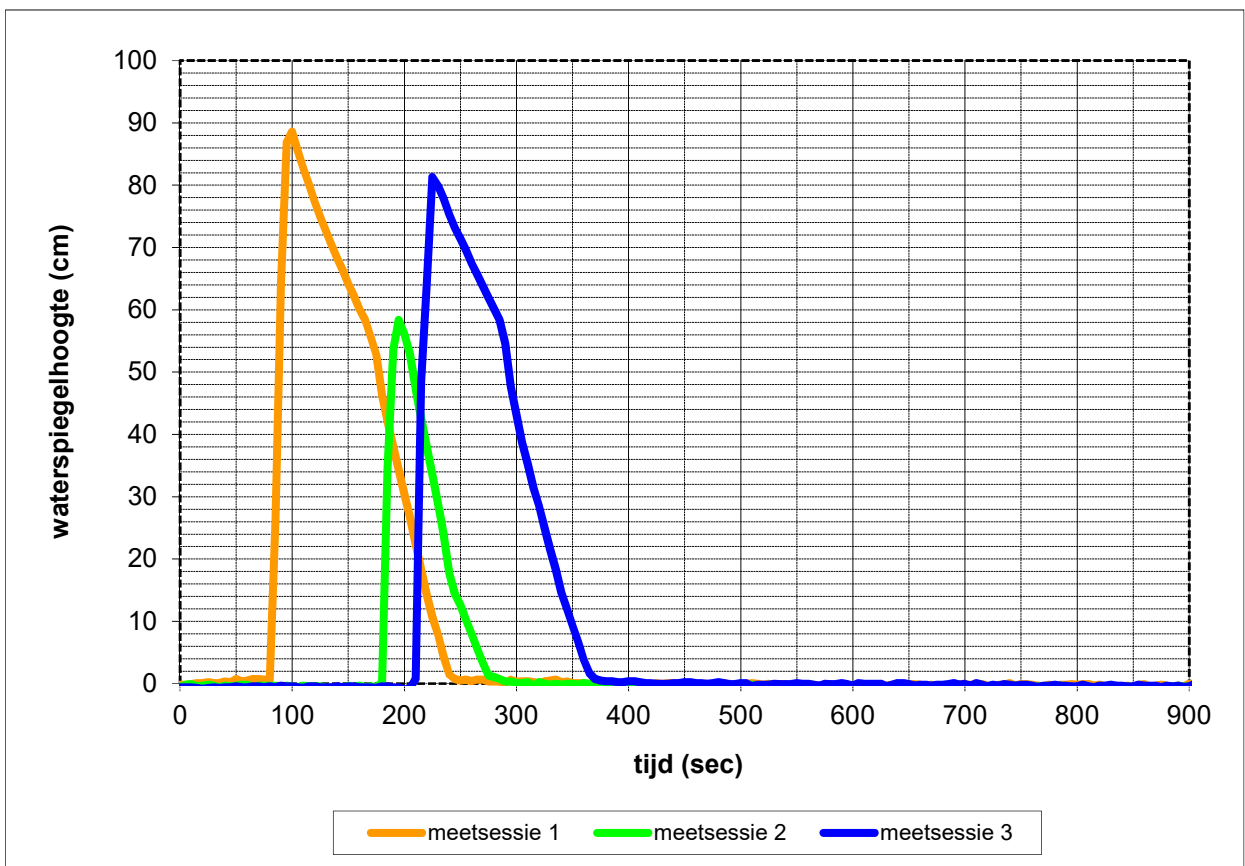
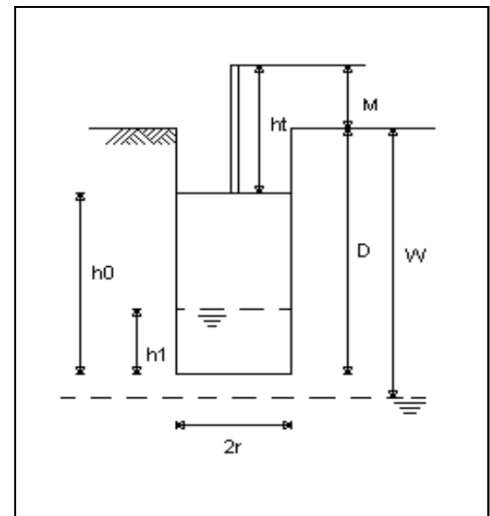
h_1 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_1$

r = boorgatradius

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 :

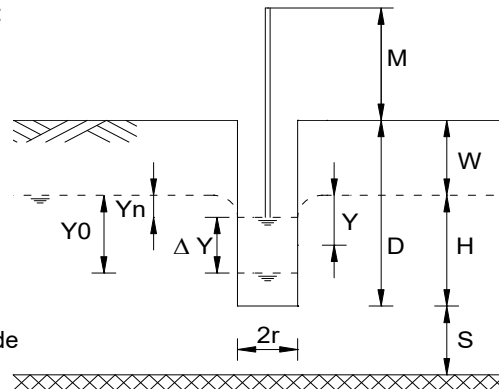
$$k = ((4000r^2)/((H+20r)*((2-(Y/H))*Y)))*(\Delta Y/\Delta t)$$

voor $S = 0$ geldt :

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

Hierbij is :

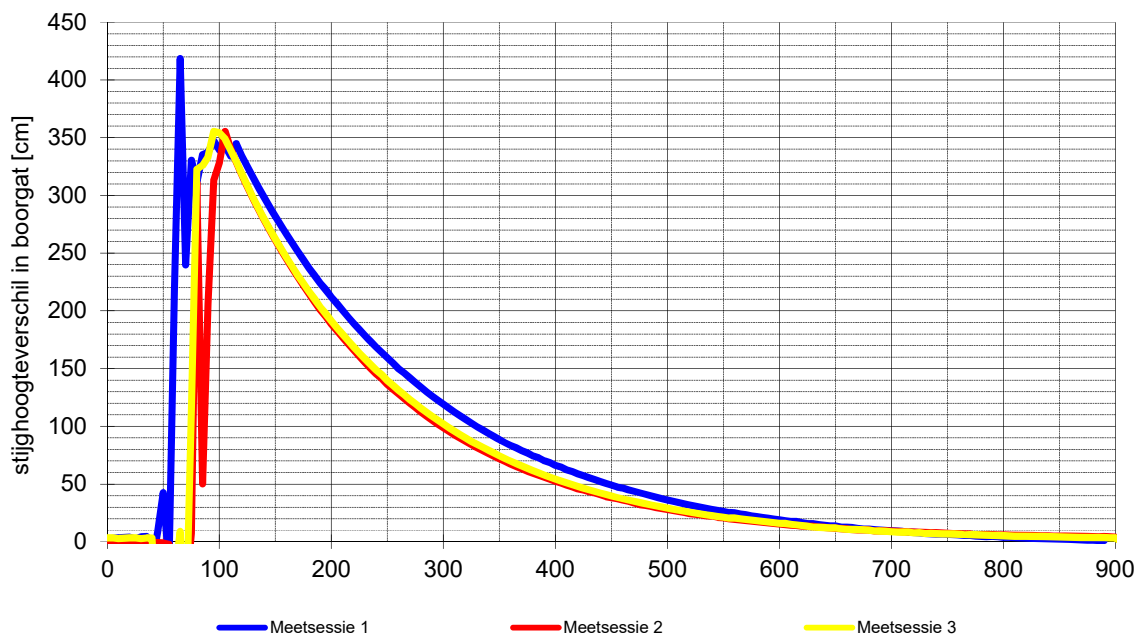
Y = gemiddelde waterstand over de gehele meetperiode
 r = boorgatradius
 H = diepte boorgat beneden grondwaterspiegel
 Δt = verlopen tijd
 ΔY = stijging van de waterstand in boorgat over de gehele meetperiode



onderzoekswaarden

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

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



meet sessie 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

meet sessie 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

meet sessie 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 [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [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 [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [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 [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [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 [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [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 [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
45.000	120.434	45.000	0.000	0.069
44.900	121.382	44.900	0.000	0.069

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [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 [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [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 [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [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

Report for D-Settlement 21.2

Settlement Calculations
Developed by Deltares



Company: Geonius Geotechniek B.V.

Date of report: 3-11-2022
Time of report: 13:32:10
Report with version: 21.2.1.34213

Date of calculation: 3-11-2022
Time of calculation: 13:31:05
Calculated with version: 21.2.1.34213

File name: GC180167 Zettingen (parklaan 13) aangepast AN

Project identification: Zettingsberekening Sittard
GC180167
Parklaan 13 AN NAP +43.43 m



1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Echo of the Input	3
2.1 Layer Boundaries	3
2.2 Pl-lines	3
2.3 General Data	3
2.4 Soil Profiles	3
2.5 Soil Properties	3
2.6 Non-Uniform Loads	4
2.7 Water Loads	4
2.7.1 Water Load: Water load (2)	4
2.8 Verticals	4
3 Results per Vertical	5
3.1 Results for Vertical 1 (X = -60.00 m; Z = 0.00 m)	5
3.2 Results for Vertical 2 (X = 0.00 m; Z = 0.00 m)	5
3.3 Results for Vertical 3 (X = 60.00 m; Z = 0.00 m)	6
4 Settlements	7
4.1 Settlements	7
4.2 Residual Times	7

2 Echo of the Input

2.1 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]				
3 - X -	-100.000	-60.250	-60.250	-59.750	-59.750
3 - Y -	44.500	44.500	43.430	43.430	44.500
3 - X -	-0.250	-0.250	0.250	0.250	59.750
3 - Y -	44.500	43.430	43.430	44.500	44.500
3 - X -	59.750	60.250	60.250	100.000	
3 - Y -	43.430	43.430	44.500	44.500	
2 - X -	-100.000	100.000			
2 - Y -	42.500	42.500			
1 - X -	-100.000	100.000			
1 - Y -	40.700	40.700			
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 -	41.400	41.400			
2 - X -	-100.000	-30.000	-30.000	30.000	30.000
2 - Y -	41.400	41.400	41.350	41.350	41.300
2 - X -	100.000				
2 - Y -	41.300				

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
3	Leem, zwak zandig	1	1
2	Klei, slap, zandig	1	1
1	Grind, sterk zandig	1	1

2.5 Soil Properties

Layer number	Drained	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
3	No	19.00	19.00
2	No	15.00	15.00

Layer number	Drained	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
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]
3	Vert. cons.	5.00E-07	-	-	-
2	Vert. cons.	1.00E-08	-	-	-
1	Vert. cons.	-	-	-	-

Layer number	POP [kN/m²]	OCR [-]	Equiv. age [days]
3	5.00	-	-
2	10.00	-	-
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) [-]
3	0.0307000	0.0920000	0.0037000	-	-	-
2	0.0076700	0.2300000	0.0092000	-	-	-
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

Load number	Co-ordinates [m]				
1 - X -	-0.25	-0.25	0.25	0.25	
1 - Y -	44.50	44.63	44.63	44.50	
2 - X -	-60.25	-60.25	-59.75	-59.75	
2 - Y -	44.50	44.63	44.63	44.50	
3 - X -	59.75	59.75	60.25	60.25	
3 - Y -	44.50	44.63	44.63	44.50	

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
3	2	2
2	2	2
1	2	2

2.8 Verticals

Vertical number	X co-ordinates [m]			
1 - 3	-60.000	0.000	60.000	

3 Results per Vertical

3.1 Results for Vertical 1 (X = -60.00 m; Z = 0.00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
43.430	120.000	43.430	0.000	0.049
43.330	120.995	43.331	0.000	0.048
43.230	115.776	43.231	0.000	0.046
43.130	105.174	43.132	0.000	0.045
43.030	94.046	43.032	0.000	0.044
42.965	87.677	42.967	0.000	0.043
42.930	84.607	42.933	0.000	0.042
42.830	77.189	42.833	0.000	0.041
42.730	71.526	42.733	0.000	0.040
42.630	67.263	42.633	0.000	0.039
42.530	64.089	42.534	0.000	0.037
42.500	63.311	42.504	0.000	0.037
42.500	63.311	42.504	0.000	0.037
42.430	61.453	42.437	0.000	0.035
41.600	55.170	41.622	0.000	0.018
41.400	55.862	41.420	0.000	0.014
40.700	54.172	41.400	0.000	0.000
40.700	54.172	41.400	0.000	0.000
40.200	57.261	41.400	0.000	0.000
39.650	61.414	41.400	0.000	0.000
38.650	70.135	41.400	0.000	0.000
37.850	77.746	41.400	0.000	0.000
37.000	86.196	41.400	0.000	0.000
36.000	96.447	41.400	0.000	0.000
35.000	106.920	41.400	0.000	0.000

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

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
43.430	120.000	43.430	0.000	0.050
43.330	120.995	43.331	0.000	0.048
43.230	115.776	43.231	0.000	0.047
43.130	105.174	43.132	0.000	0.046
43.030	94.046	43.032	0.000	0.044
42.965	87.676	42.967	0.000	0.044
42.930	84.607	42.933	0.000	0.043
42.830	77.188	42.833	0.000	0.042
42.730	71.526	42.733	0.000	0.040
42.630	67.263	42.633	0.000	0.039
42.530	64.089	42.534	0.000	0.038
42.500	63.311	42.504	0.000	0.037
42.500	63.311	42.504	0.000	0.037
42.430	61.453	42.437	0.000	0.036
41.600	55.168	41.622	0.000	0.019
41.400	55.860	41.421	0.000	0.015
41.350	56.104	41.420	0.490	0.014
40.700	54.663	41.400	0.490	0.000
40.700	54.663	41.400	0.490	0.000
40.200	57.751	41.400	0.490	0.000
39.650	61.905	41.400	0.490	0.000
38.650	70.626	41.400	0.490	0.000
37.850	78.236	41.400	0.490	0.000

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
37.000	86.686	41.400	0.490	0.000
36.000	96.938	41.400	0.490	0.000
35.000	107.411	41.400	0.490	0.000

3.3 Results for Vertical 3 (X = 60.00 m; Z = 0.00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
43.430	120.000	43.430	0.000	0.050
43.330	120.995	43.331	0.000	0.049
43.230	115.776	43.231	0.000	0.048
43.130	105.174	43.132	0.000	0.046
43.030	94.046	43.032	0.000	0.045
42.965	87.676	42.967	0.000	0.044
42.930	84.607	42.933	0.000	0.044
42.830	77.188	42.833	0.000	0.042
42.730	71.526	42.733	0.000	0.041
42.630	67.263	42.634	0.000	0.040
42.530	64.089	42.534	0.000	0.038
42.500	63.311	42.504	0.000	0.038
42.500	63.311	42.504	0.000	0.038
42.430	61.452	42.437	0.000	0.036
41.600	55.167	41.622	0.000	0.019
41.400	55.858	41.421	0.000	0.015
41.300	56.369	41.419	0.981	0.013
40.700	55.153	41.400	0.981	0.000
40.700	55.153	41.400	0.981	0.000
40.200	58.242	41.400	0.981	0.000
39.650	62.395	41.400	0.981	0.000
38.650	71.116	41.400	0.981	0.000
37.850	78.727	41.400	0.981	0.000
37.000	87.177	41.400	0.981	0.000
36.000	97.428	41.400	0.981	0.000
35.000	107.901	41.400	0.981	0.000

4 Settlements

4.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Z co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	-60.00	0.00	43.43	0.049
2	0.00	0.00	43.43	0.050
3	60.00	0.00	43.43	0.050

4.2 Residual Times

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
1	10	0.002	3.143	0.048
2	10	0.002	3.105	0.048
3	10	0.002	3.069	0.049

End of Report

Report for D-Settlement 21.2

Settlement Calculations
Developed by Deltares



Company: Geonius Geotechniek B.V.

Date of report: 3-11-2022
Time of report: 13:37:50
Report with version: 21.2.1.34213

Date of calculation: 3-11-2022
Time of calculation: 13:37:40
Calculated with version: 21.2.1.34213

File name: GC180167 Zettingen (parklaan 13)

Project identification: Zettingsberekening Sittard
GC180167
Parklaan 13 AN NAP +43,90 m



1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Echo of the Input	3
2.1 Layer Boundaries	3
2.2 Pl-lines	3
2.3 General Data	3
2.4 Soil Profiles	3
2.5 Soil Properties	3
2.6 Non-Uniform Loads	4
2.7 Water Loads	4
2.7.1 Water Load: Water load (2)	4
2.8 Verticals	4
3 Results per Vertical	5
3.1 Results for Vertical 1 (X = -60.00 m; Z = 0.00 m)	5
3.2 Results for Vertical 2 (X = 0.00 m; Z = 0.00 m)	5
3.3 Results for Vertical 3 (X = 60.00 m; Z = 0.00 m)	6
4 Settlements	7
4.1 Settlements	7
4.2 Residual Times	7
5 Warnings and errors	8

2 Echo of the Input

2.1 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]					
3 - X -	-100.000	-60.250	-60.250	-59.750	-59.750	
3 - Y -	44.500	44.500	43.900	43.900	44.500	
3 - X -	-0.250	-0.250	0.250	0.250	59.750	
3 - Y -	44.500	43.900	43.900	44.500	44.500	
3 - X -	59.750	60.250	60.250	100.000		
3 - Y -	43.900	43.900	44.500	44.500		
2 - X -	-100.000	100.000				
2 - Y -	42.500	42.500				
1 - X -	-100.000	100.000				
1 - Y -	40.700	40.700				
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 -	41.400	41.400				
2 - X -	-100.000	-30.000	-30.000	30.000	30.000	
2 - Y -	41.400	41.400	41.350	41.350	41.300	
2 - X -	100.000					
2 - Y -	41.300					

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
3	Leem, zwak zandig	1	1
2	Klei, slap, zandig	1	1
1	Grind, sterk zandig	1	1

2.5 Soil Properties

Layer number	Drained	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
3	No	19.00	19.00
2	No	15.00	15.00

Layer number	Drained	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
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]
3	Vert. cons.	5.00E-07	-	-	-
2	Vert. cons.	1.00E-08	-	-	-
1	Vert. cons.	-	-	-	-

Layer number	POP [kN/m²]	OCR [-]	Equiv. age [days]
3	5.00	-	-
2	10.00	-	-
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) [-]
3	0.0307000	0.0920000	0.0037000	-	-	-
2	0.0076700	0.2300000	0.0092000	-	-	-
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

Load number	Co-ordinates [m]					
1 - X -	-0.25	-0.25	0.25	0.25		
1 - Y -	44.50	45.10	45.10	44.50		
2 - X -	-60.25	-60.25	-59.75	-59.75		
2 - Y -	44.50	45.10	45.10	44.50		
3 - X -	59.75	59.75	60.25	60.25		
3 - Y -	44.50	45.10	45.10	44.50		

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
3	2	2
2	2	2
1	2	2

2.8 Verticals

Vertical number	X co-ordinates [m]			
1 - 3	-60.000	0.000	60.000	

3 Results per Vertical

3.1 Results for Vertical 1 (X = -60.00 m; Z = 0.00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
43.900	120.000	43.900	0.000	0.056
43.800	120.994	43.801	0.000	0.055
43.700	115.774	43.701	0.000	0.054
43.600	105.171	43.602	0.000	0.052
43.500	94.042	43.503	0.000	0.051
43.400	84.602	43.403	0.000	0.049
43.300	77.183	43.303	0.000	0.048
43.200	71.521	43.204	0.000	0.047
43.100	67.257	43.104	0.000	0.046
43.000	64.082	43.004	0.000	0.044
42.900	61.754	42.905	0.000	0.043
42.500	57.861	42.506	0.000	0.038
42.500	57.861	42.506	0.000	0.038
41.600	59.239	41.624	0.000	0.019
41.400	60.732	41.422	0.000	0.015
40.700	60.724	41.400	0.000	0.000
40.700	60.725	41.400	0.000	0.000
40.200	64.444	41.400	0.000	0.000
39.650	69.040	41.400	0.000	0.000
38.650	78.228	41.400	0.000	0.000
37.850	86.052	41.400	0.000	0.000
37.000	94.651	41.400	0.000	0.000
36.000	105.018	41.400	0.000	0.000
35.000	115.569	41.400	0.000	0.000

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

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
43.900	120.000	43.900	0.000	0.057
43.800	120.994	43.801	0.000	0.055
43.700	115.774	43.701	0.000	0.054
43.600	105.171	43.602	0.000	0.053
43.500	94.042	43.503	0.000	0.051
43.400	84.602	43.403	0.000	0.050
43.300	77.183	43.303	0.000	0.049
43.200	71.520	43.204	0.000	0.047
43.100	67.257	43.104	0.000	0.046
43.000	64.082	43.004	0.000	0.045
42.900	61.754	42.905	0.000	0.044
42.500	57.861	42.506	0.000	0.039
42.500	57.860	42.506	0.000	0.039
41.600	59.237	41.624	0.000	0.020
41.400	60.730	41.423	0.000	0.016
41.350	61.143	41.422	0.490	0.015
40.700	61.215	41.400	0.490	0.000
40.700	61.215	41.400	0.490	0.000
40.200	64.935	41.400	0.490	0.000
39.650	69.531	41.400	0.490	0.000
38.650	78.718	41.400	0.490	0.000
37.850	86.543	41.400	0.490	0.000
37.000	95.141	41.400	0.490	0.000
36.000	105.508	41.400	0.490	0.000

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
35.000	116.060	41.400	0.490	0.000

3.3 Results for Vertical 3 (X = 60.00 m; Z = 0.00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
43.900	120.000	43.900	0.000	0.057
43.800	120.994	43.801	0.000	0.056
43.700	115.774	43.701	0.000	0.055
43.600	105.171	43.602	0.000	0.053
43.500	94.042	43.503	0.000	0.052
43.400	84.602	43.403	0.000	0.051
43.300	77.183	43.303	0.000	0.049
43.200	71.520	43.204	0.000	0.048
43.100	67.257	43.104	0.000	0.047
43.000	64.082	43.004	0.000	0.045
42.900	61.754	42.905	0.000	0.044
42.500	57.860	42.506	0.000	0.039
42.500	57.860	42.506	0.000	0.039
41.600	59.235	41.624	0.000	0.020
41.400	60.728	41.423	0.000	0.016
41.300	61.568	41.421	0.981	0.014
40.700	61.705	41.400	0.981	0.000
40.700	61.706	41.400	0.981	0.000
40.200	65.425	41.400	0.981	0.000
39.650	70.021	41.400	0.981	0.000
38.650	79.209	41.400	0.981	0.000
37.850	87.033	41.400	0.981	0.000
37.000	95.632	41.400	0.981	0.000
36.000	105.999	41.400	0.981	0.000
35.000	116.550	41.400	0.981	0.000

4 Settlements

4.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Z co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	-60.00	0.00	43.90	0.056
2	0.00	0.00	43.90	0.057
3	60.00	0.00	43.90	0.057

4.2 Residual Times

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
1	10	0.002	2.736	0.055
2	10	0.002	2.710	0.055
3	10	0.002	2.686	0.056

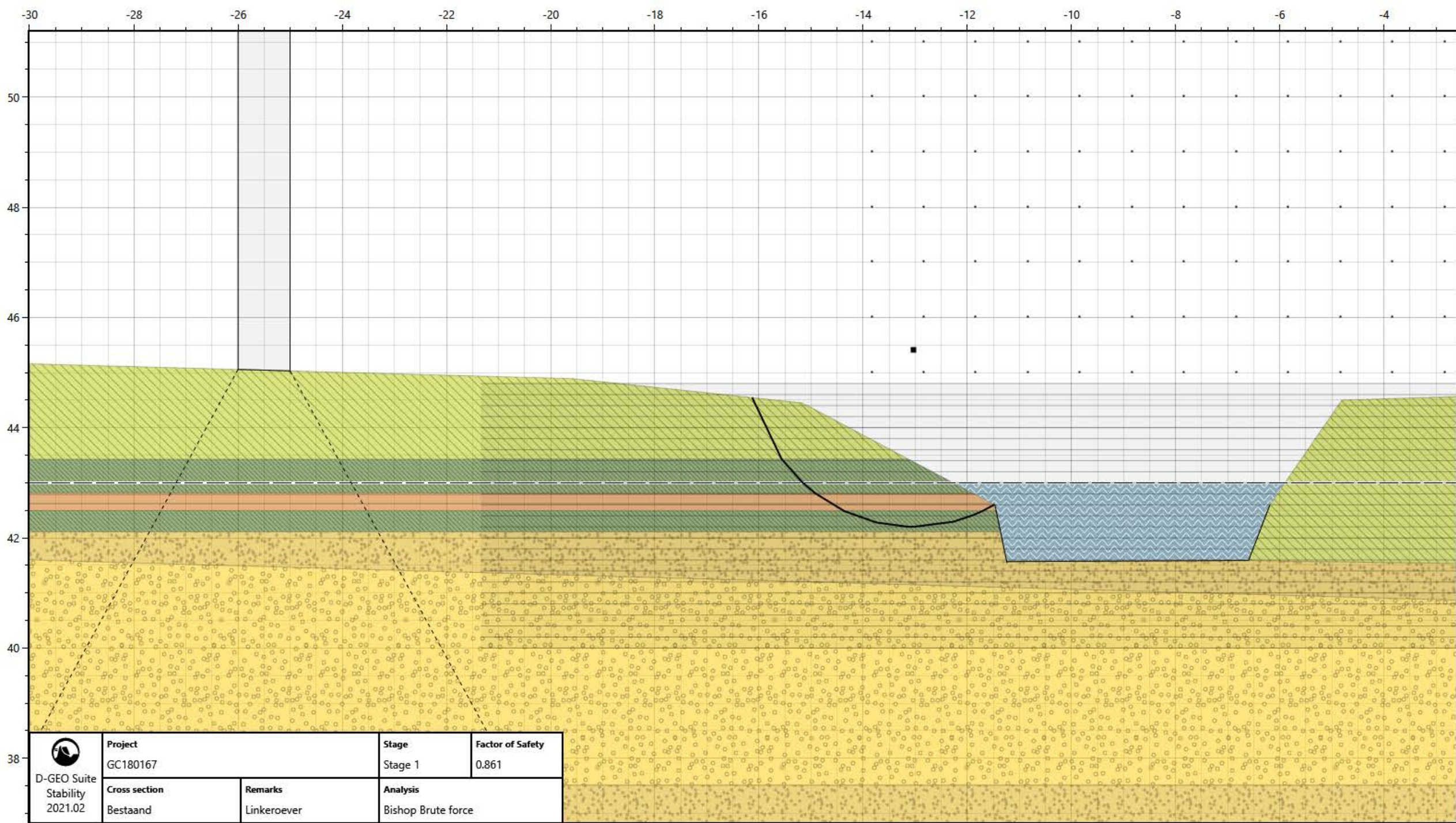
5 Warnings and errors

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

1 If multiple layers, that are designated as 'drained' in the 'Materials' window, are used in the subsurface schematisation, the (effective) stresses in these layers are immediately adapted to the water pressure in the layer to which the Water Loads are applied if that layer is also designated as a drained layer. For more information, the user manual can be consulted.

End of Report

Bijlage 6 Stabiliteitsberekeningen



D-GEO Suite
Stability
2021.02

Project
GC180167

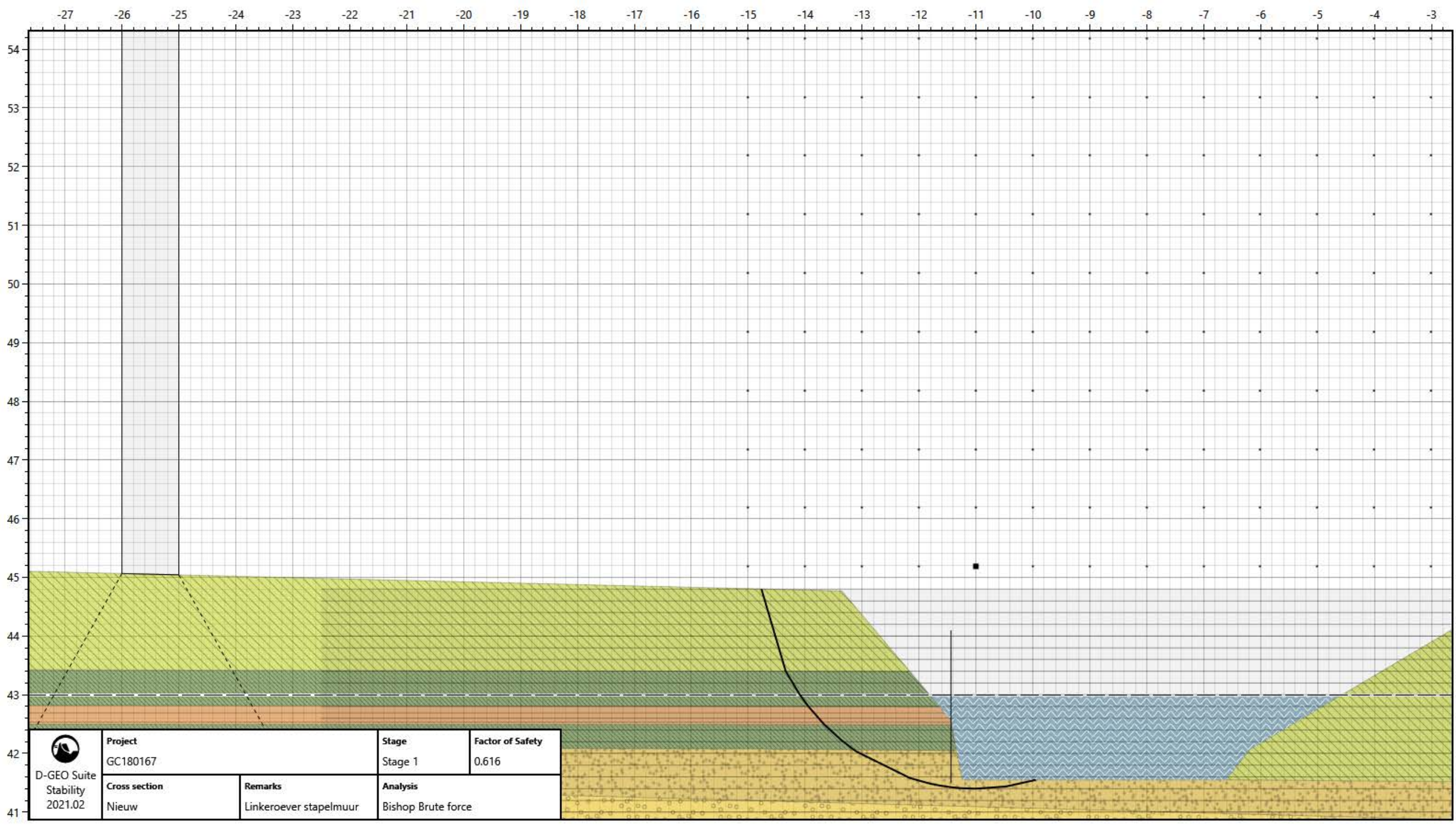
Stage
Stage 1

Factor of Safety
0.861

Cross section
Bestaand

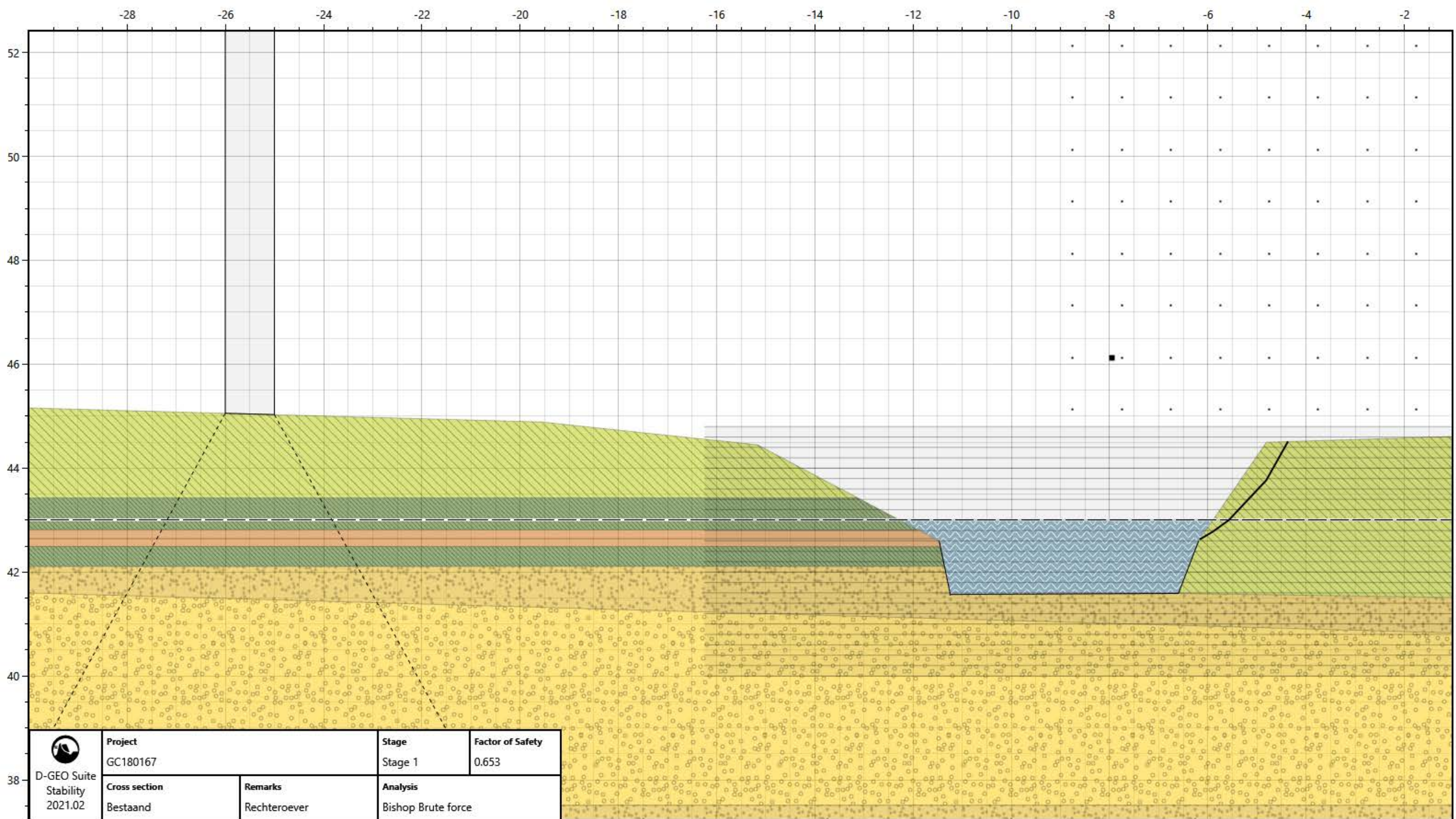
Remarks
Linkeroever

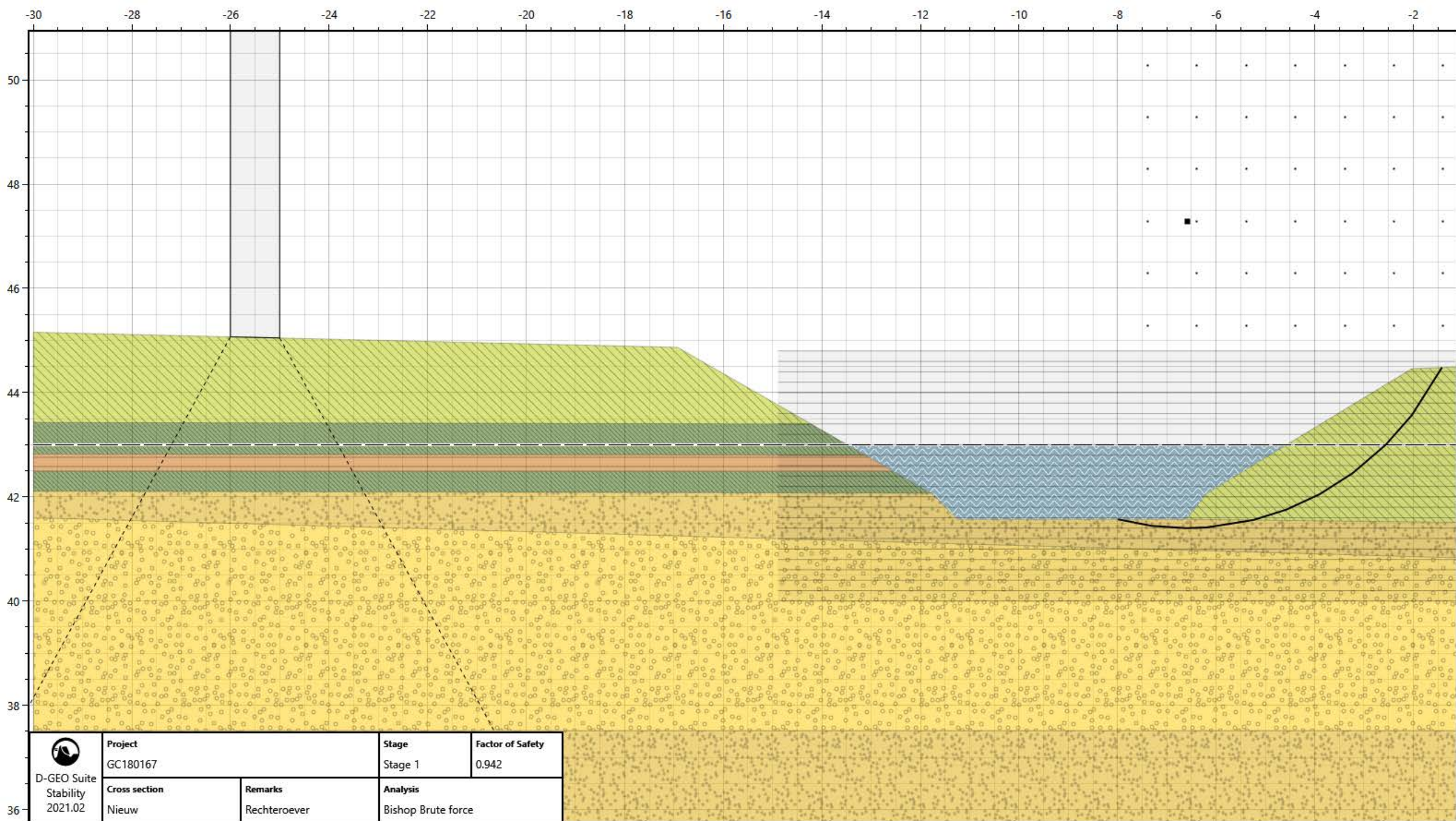
Analysis
Bishop Brute force



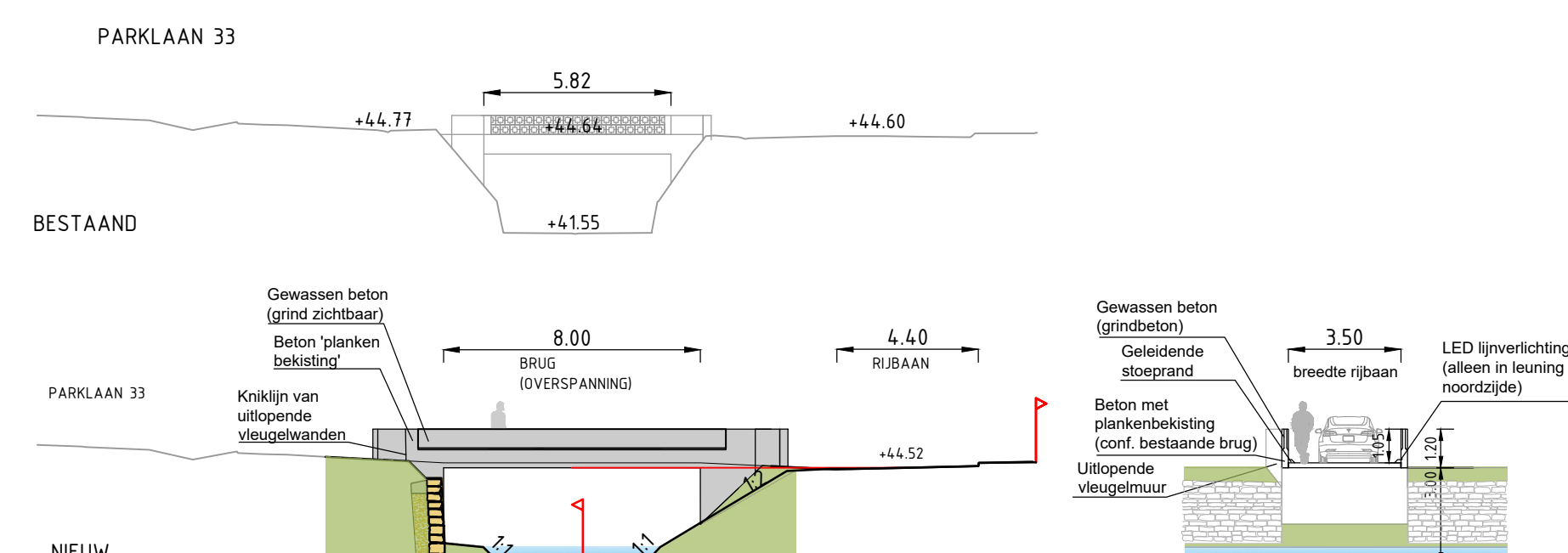
D-GEO Suite
Stability
2021.02

Project		Stage	Factor of Safety
GC180167		Stage 1	0.616
Cross section	Remarks	Analysis	
Nieuw	Linkeroever stapelmuur	Bishop Brute force	

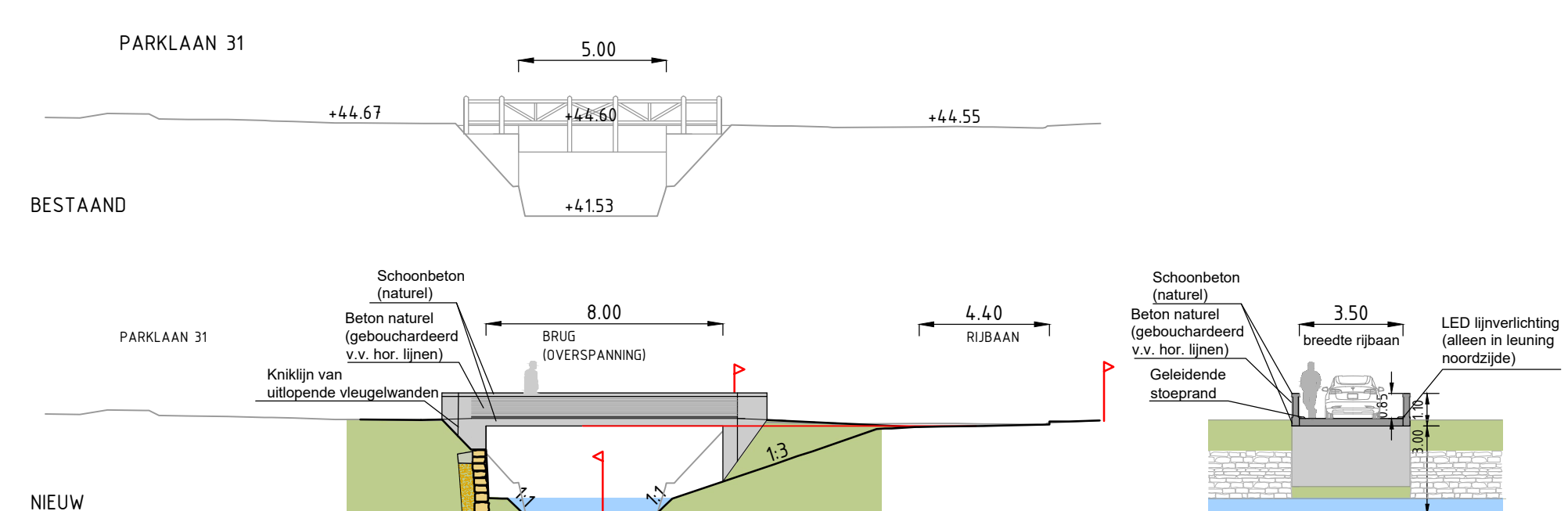




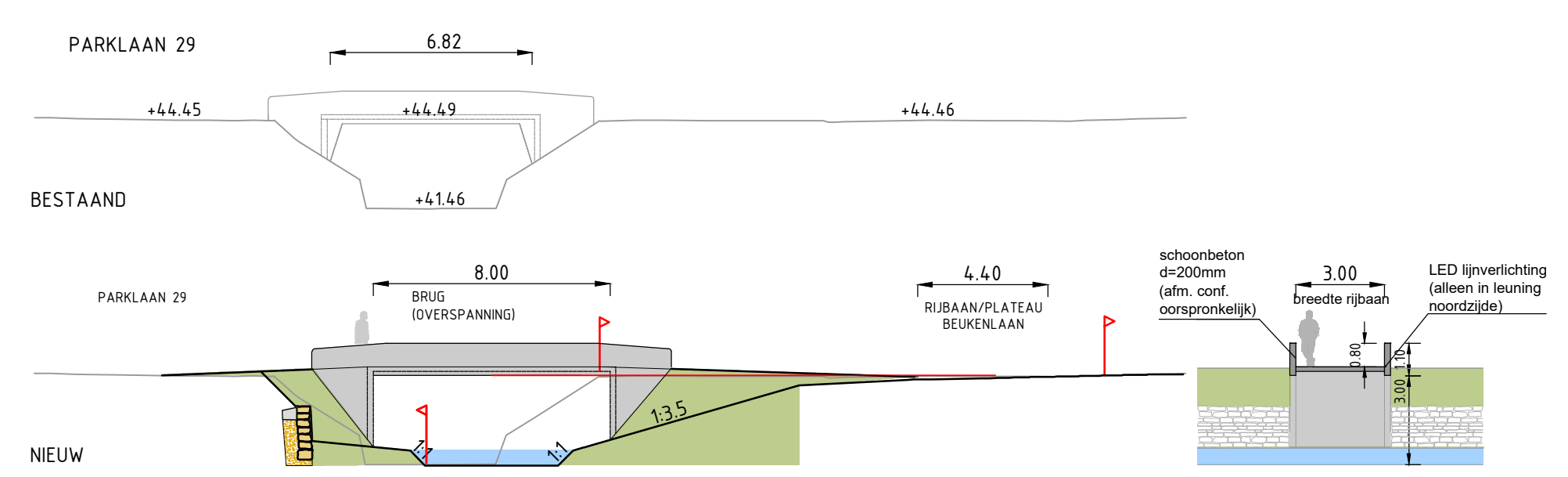
Bijlage 7 Lengte- en dwarsprofielen



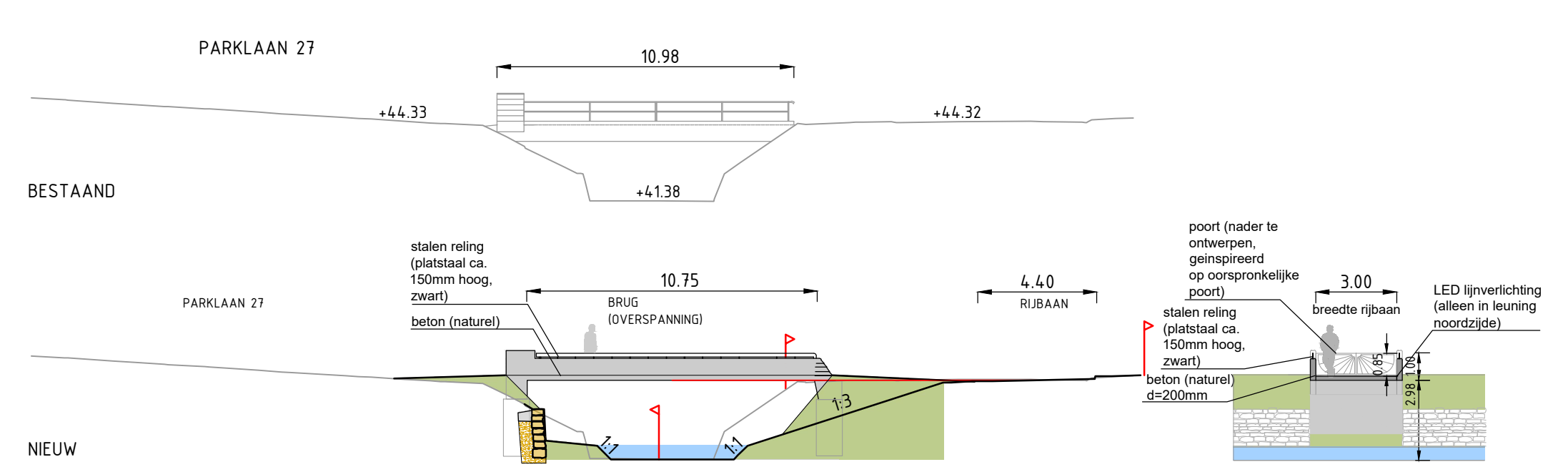
DWARSPROFIEL B1



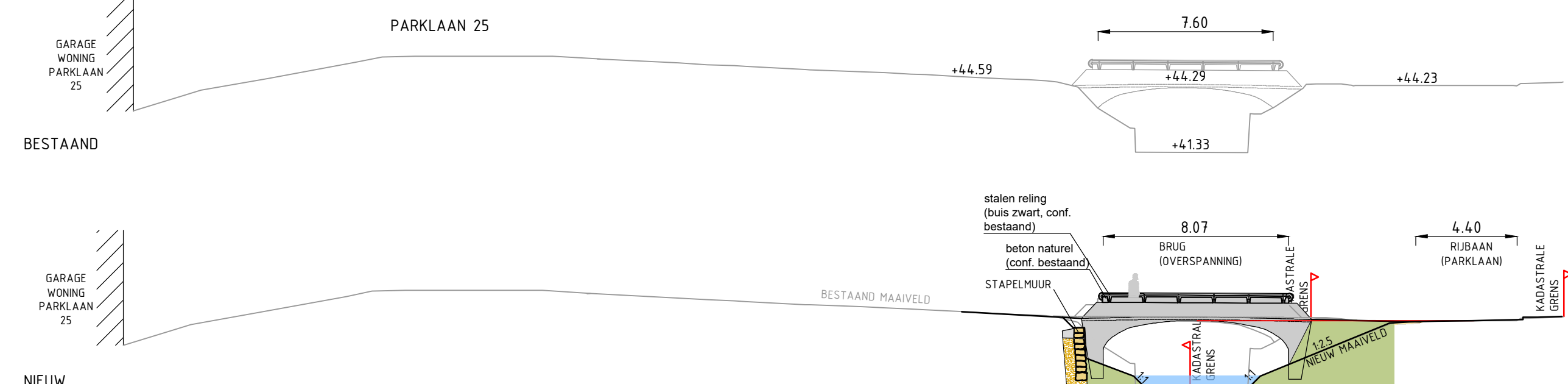
DWARSPROFIEL B2



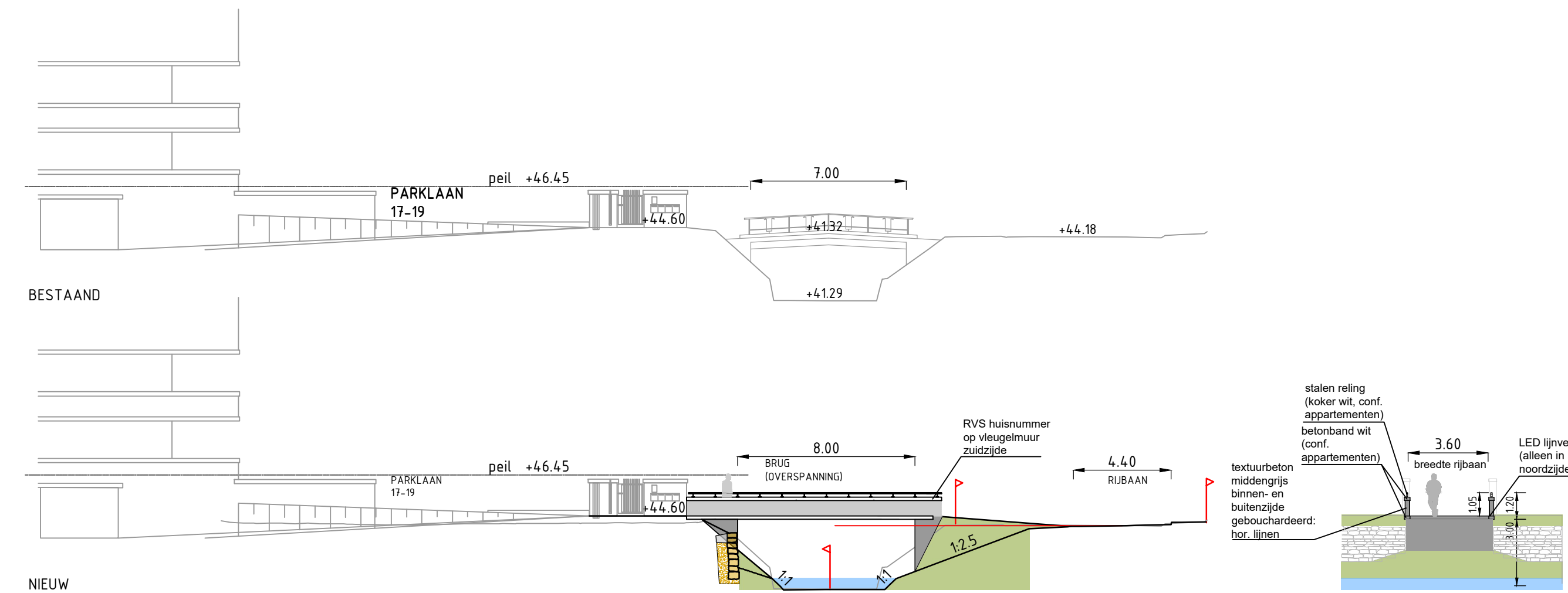
DWARSPROFIEL B3



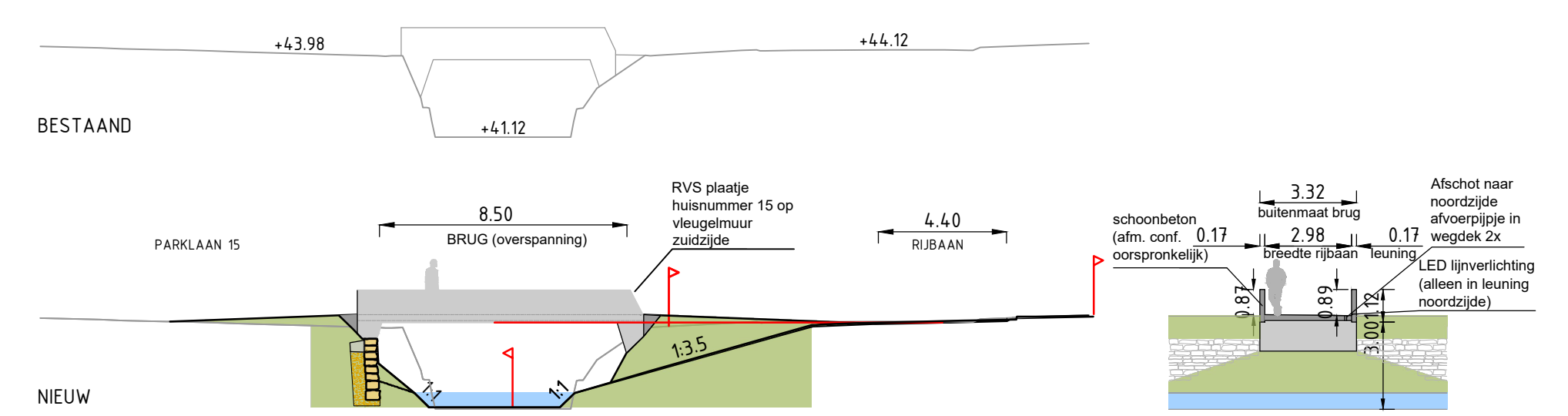
DWARSPROFIEL B4



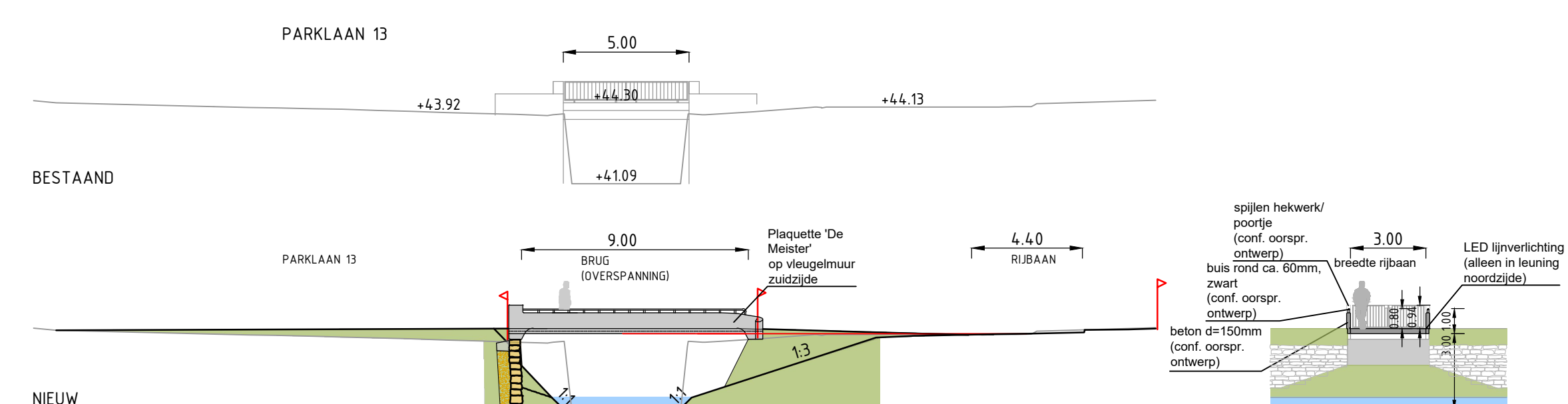
DWARSPROFIEL B5



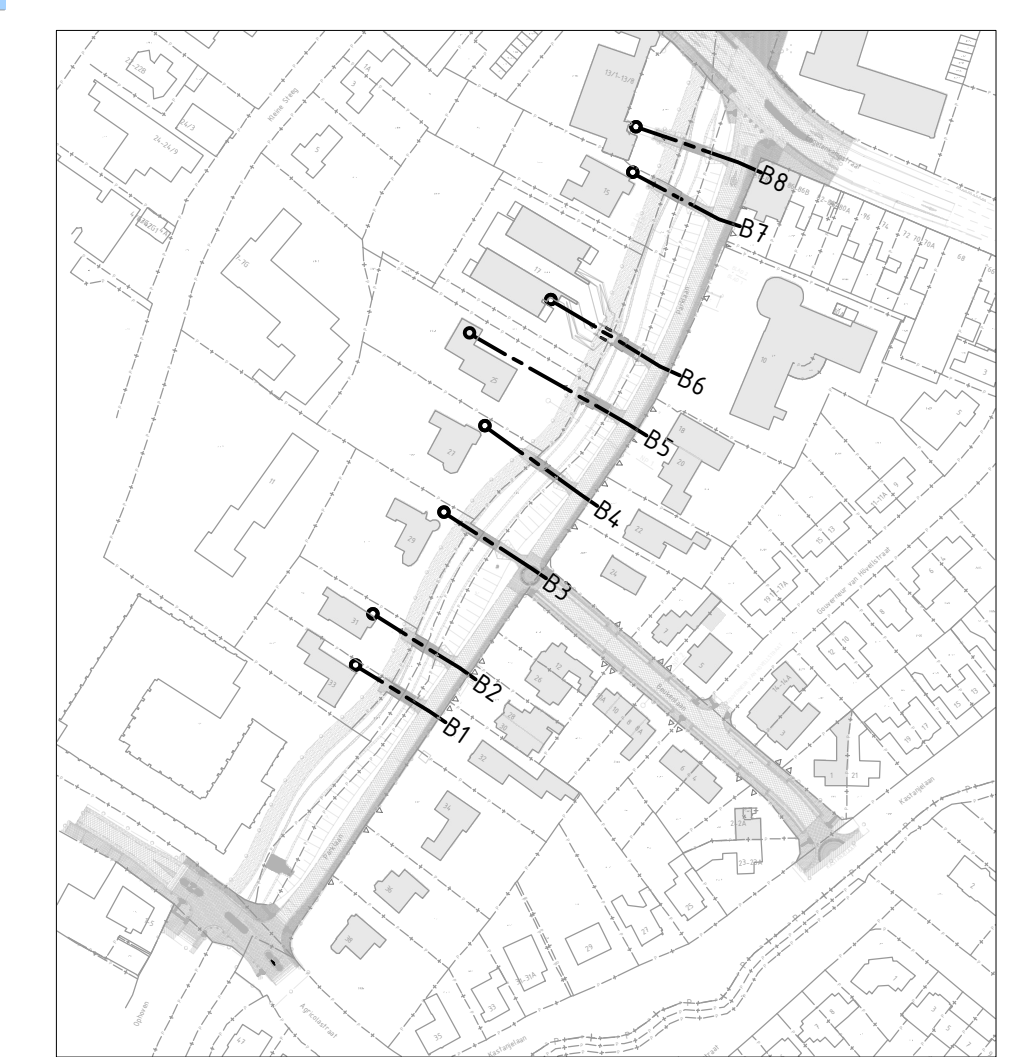
DWARSPROFIEL B6



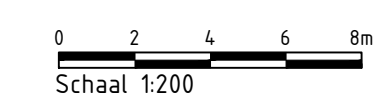
DWARSPROFIEL B7



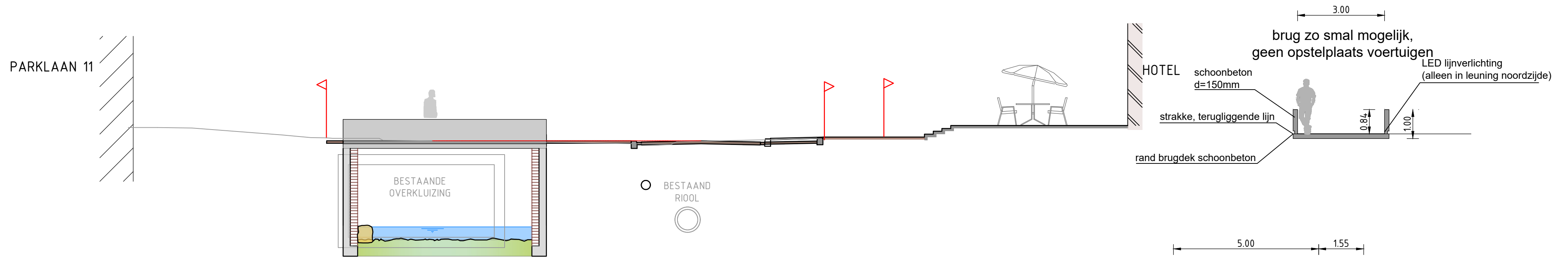
DWARSPROFIEL B8



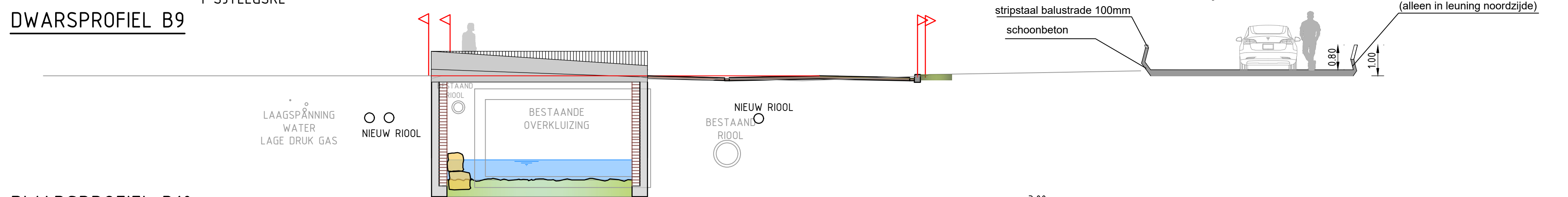
LOCATIE PROFIELEN



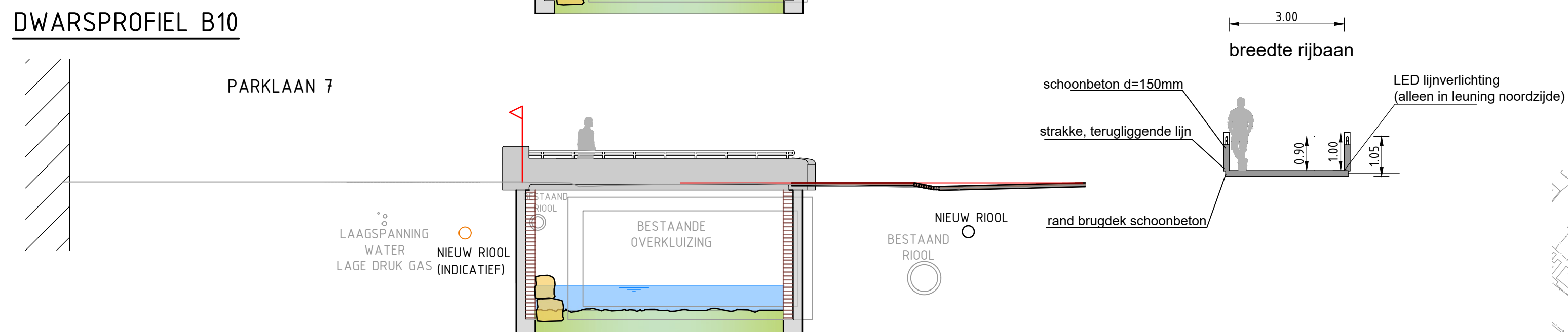
ViForis HANTEERDE VERBODEN		opdrachtgever GEMEENTE SITTARD-GELEEN	
project CORIO GLANA HL20-B		datum uitgave 28-07-2022	
nadere omschrijving BRUGGEN DEFINITIEF ONTWERP PARKLAAN ZUID		status DEFINITIEF	blad van
getekend P. REINDERS		projectnummer 1290	documentsoort TEKENING
vrijgegeven D. MAAS		tekening nummer 1290-OW-T06-05-1	versie 1.0
© 2022 - www.viforis.nl		1290-OW-T06-05.dwg	



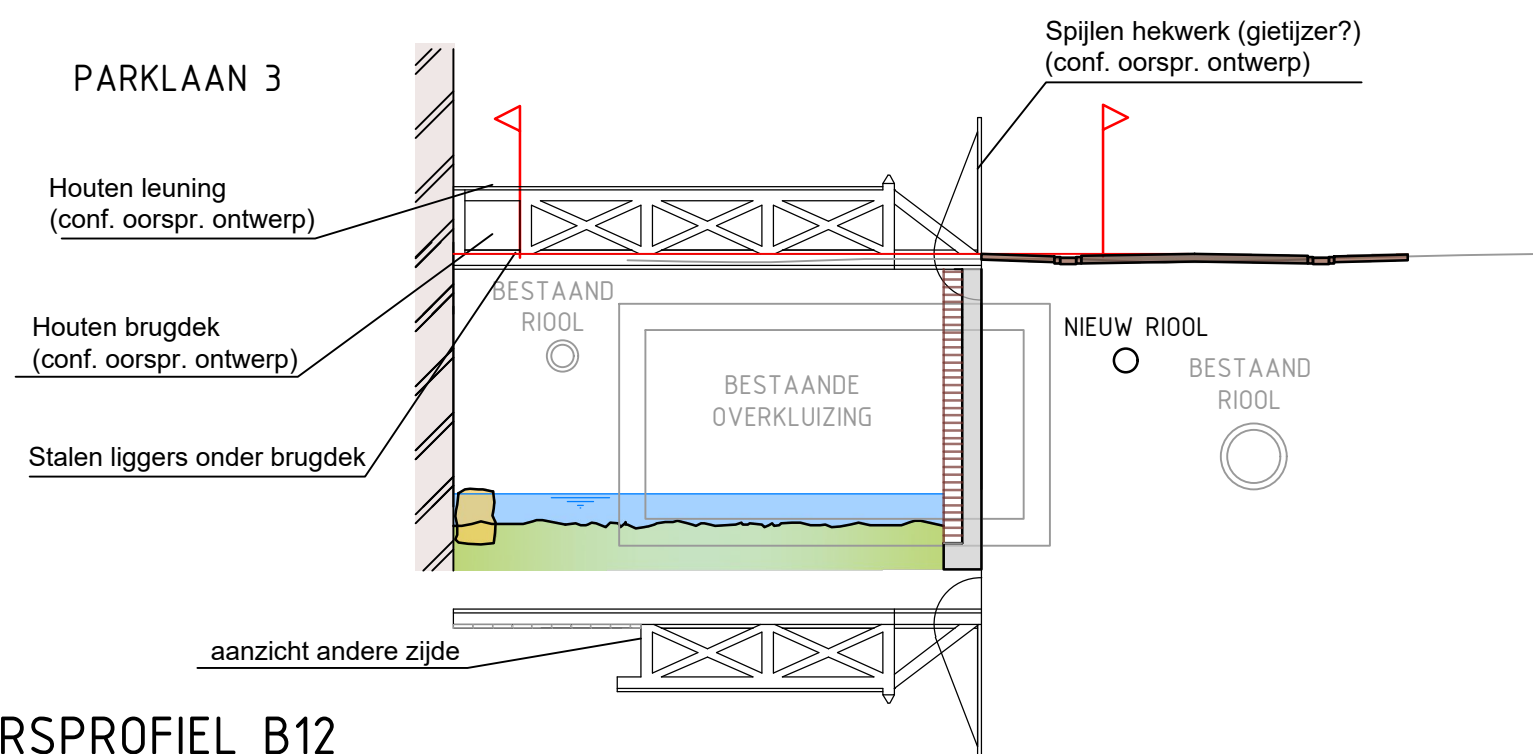
DWARSPROFIEL B9
't SJTEEGSKE



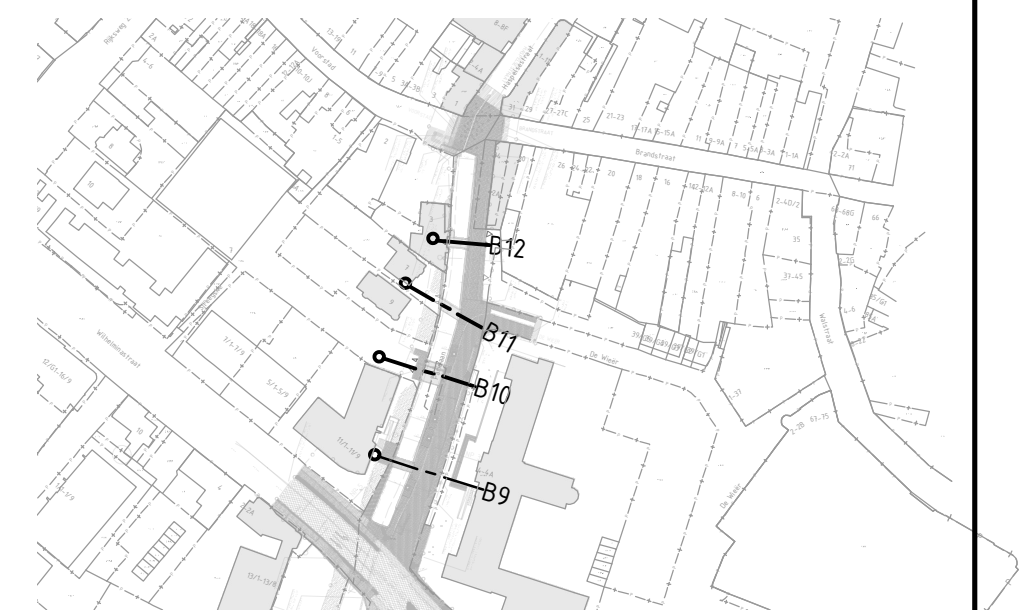
DWARSPROFIEL B10



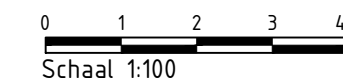
DWARSPROFIEL B11



DWARSPROFIEL B12



LOCATIE PROFIELEN



ViForis
RUIMTE VOOR BUITENLEVEN

project
CORIO GLANA HL20-B

nadere omschrijving
**BRUGGEN
DEFINITIEF ONTWERP
PARKLAAN NOORD**

getekend
P. REINDERS

vrijgegeven
D. MAAS

paraaf

paraaf

formaat
A2

opdrachtgever
GEMEENTE SITTARD-GELEEN

status
DEFINITIEF

datum uitgave
28-07-2022

projectnummer
1290

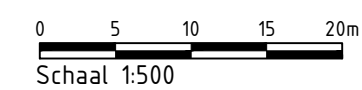
documentsoort
TEKENING

tekening nummer
1290-OW-T06-05-2

versie
1.0

© 2022 - www.viforis.nl

1290-OW-T06-05.dwg



Bijlage 8 Inventarisatie en beschrijving grondwaterverontreinigingen

Projectnaam

Corio Glana

Onderwerp

Inventarisatie en beschrijving grondwaterverontreinigingen rondom
Projectgebied Corio Glana

Datum

21 maart 2022

Ons kenmerk

MA220005.024

Behandeld door

G. Hofma

Telefoon

06- 25050349

E-mail

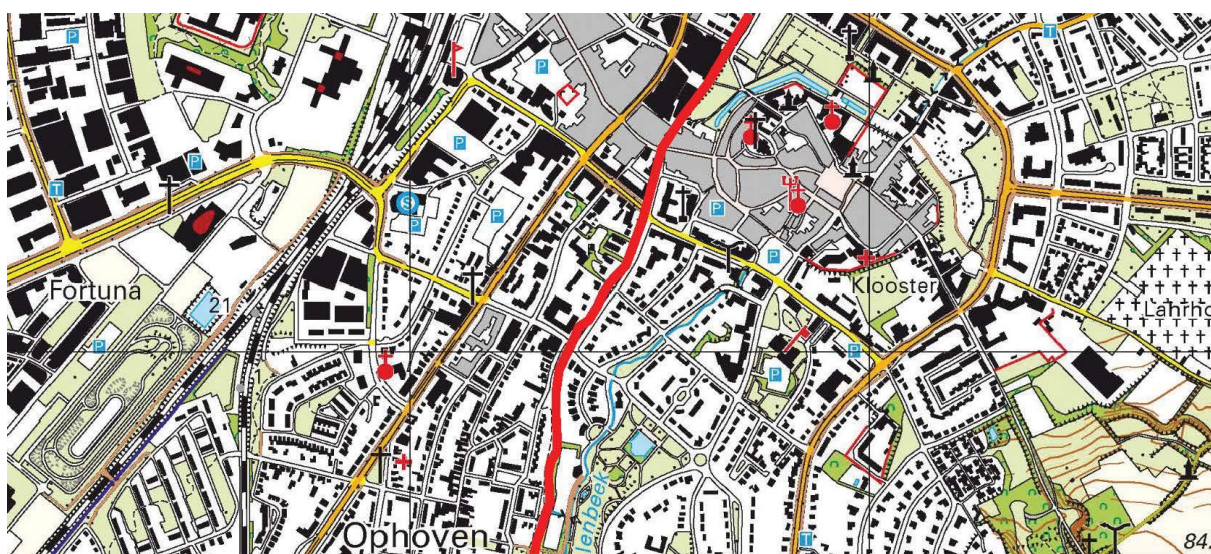
g.hofma@geonius.nl

Bijlagen

Bijlage A - Overzicht mobiele
verontreinigingen

1 Inleiding

Naar aanleiding van de geplande werkzaamheden aan de Keutelbeek/Cötelbeek is inzicht gewenst in de aanwezige grondwaterverontreinigingen in de nabijheid van deze beek. De loop van de beek is weergegeven in figuur 1.1. In het ondergrondportaal van de Provincie Limburg zijn verschillende grondwaterverontreinigingen bekend om en nabij de beek zoals weergegeven in figuur 1.1. De grondwaterverontreinigingen en bijbehorende LI-codes zijn beschreven in tabel 1.1. De genoemde grondwaterverontreinigingen worden in onderstaande paragraaf beschreven. De ligging van de verontreinigingen ten opzichte van de onderzoekslocatie is weergegeven in bijlage A.



Figuur 1.1: Locatie Keutelbeek/Geleenbeek (rood) te Sittard.

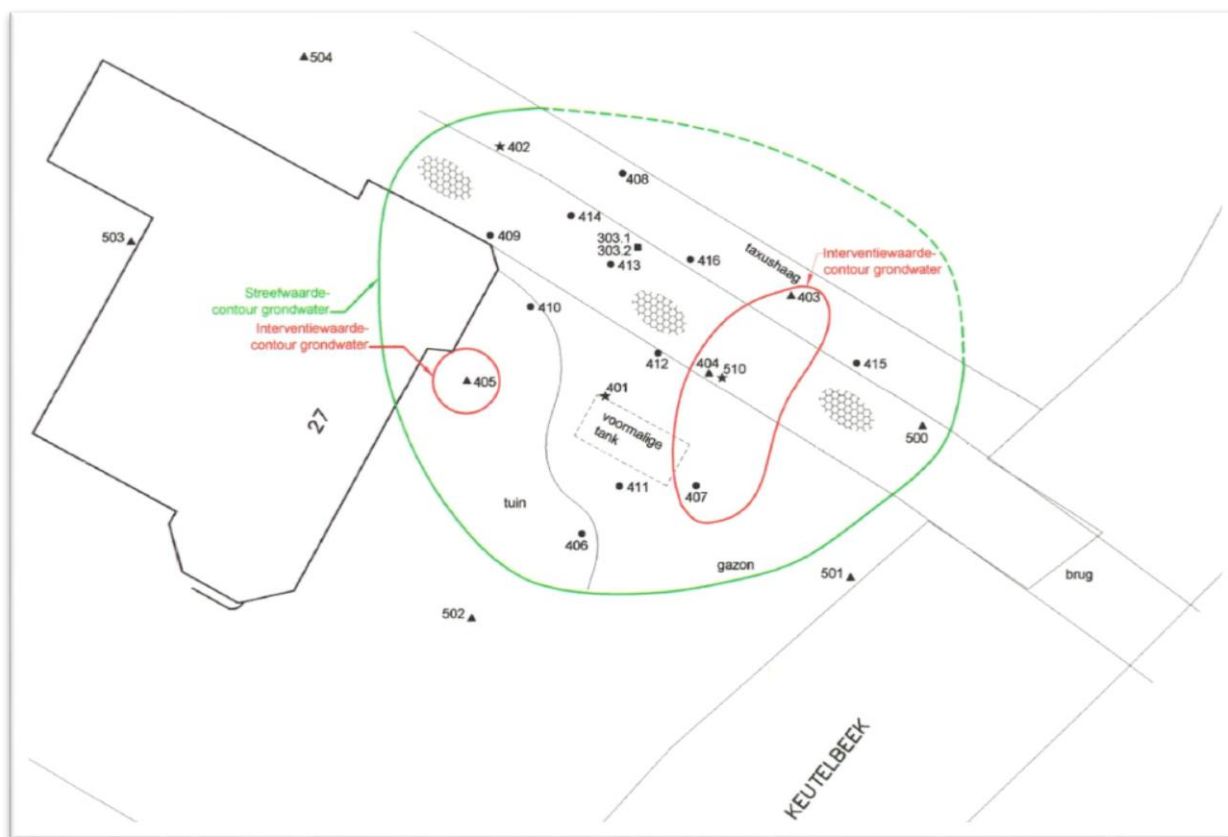
Tabel 1.1: overzicht grondwaterverontreinigingen nabij de beek

Locatie nummer (LI-nummer)	Adres/Naam
LI188300403	Parklaan 27
LI188300304	Rosmolenstraat
LI188300957	Rijksweg Zuid 90-100
LI188300349	Ophoven
LI188601565	Agricolastraat 73
LI188302596	Rijksweg Noord 27 en Haspelsestraat

2 Verontreiniging situatie

Parklaan 27 - LI188300403

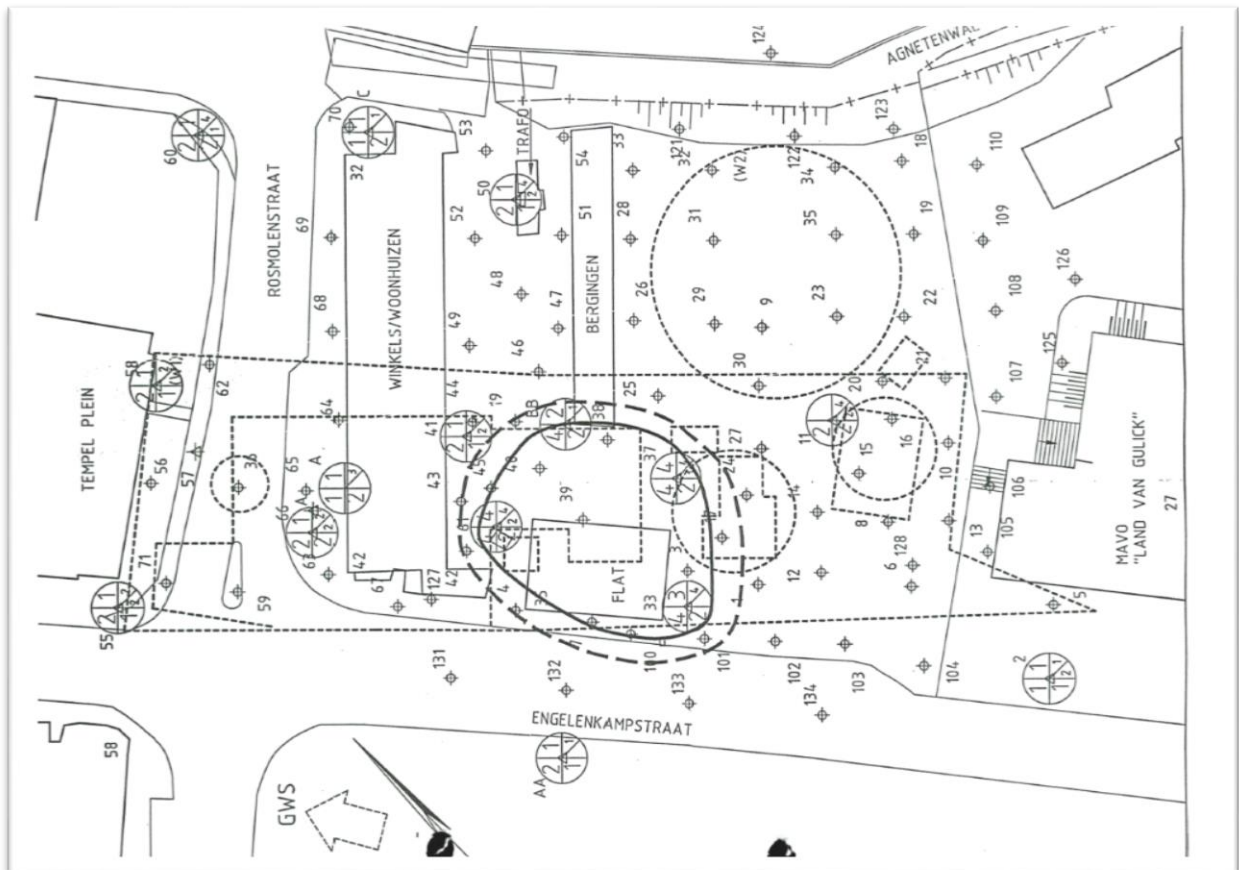
Ter plaatse van de Parklaan 27 is een verontreiniging met minerale olie en vluchtige aromaten aanwezig in de grond en in het grondwater. De verontreinigingen zijn volledig ingekaderd en beschikt als een niet spoedeisend ernstig geval van bodemverontreiniging. In figuur 2.1 is de locatie van de verontreiniging weergegeven. Over een oppervlakte van circa 30 m² is de grond van circa 2,0-4,0 m-mv sterk verontreinigd. Het volume sterk verontreinigde grond wordt geschat op circa 60 m³. Het grondwater is over circa 140 m² verontreinigd, waarbij het volume circa 50 m³ betreft. De grondwaterverontreiniging is niet beschikt als ernstig geval. De grondwaterstromingsrichting is noordwestelijk. In maart 2008 is alleen in peilbuis 404 nog een sterk verhoogde concentratie minerale olie aangetroffen. De concentratie minerale olie bedroeg toen 810 µg/l. De stromingsrichting van het grondwater is volgens het onderzoek uit 2005 in noordwestelijke richting.



Figuur 2.1: Verontreinigingscontouren Parklaan 27 (oude situatie 21-04-2005)

Rosmolenstraat - LI188300304

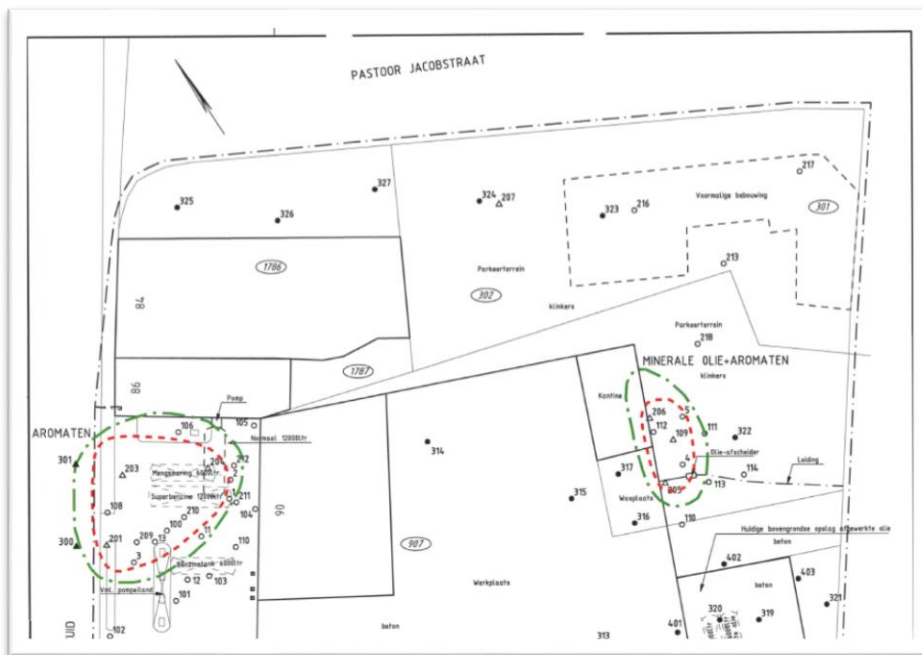
Deze locatie betreft het terrein van de voormalige gasfabriek. De gasfabriek was in gebruik van 1868 tot 1921. In 1955 zijn de laatste gebouwen afgebroken waarna winkels en woningen zijn gebouwd. Het terrein van de gasfabriek liep ongeveer vanaf het Tempelplein tot aan de Engelenkampstraat 25 (Mavo Land van Gulick). Ter plaatse van de Engelenkampstraat is een grondwaterverontreiniging met vluchtige aromaten en minerale olie aanwezig. In figuur 2.2 is de verontreinigingscontour weergegeven zoals deze in 1997 aanwezig was. De locatie ligt op circa 350 m afstand van de beek. De stroming van het grondwater is in noordwestelijke richting.



Figuur 2.2: Verontreinigingscontour grondwater Rosmolenstraat - voormalig gasfabriek terrein (1997)

Rijksweg Zuid 90-100 - LI188300957

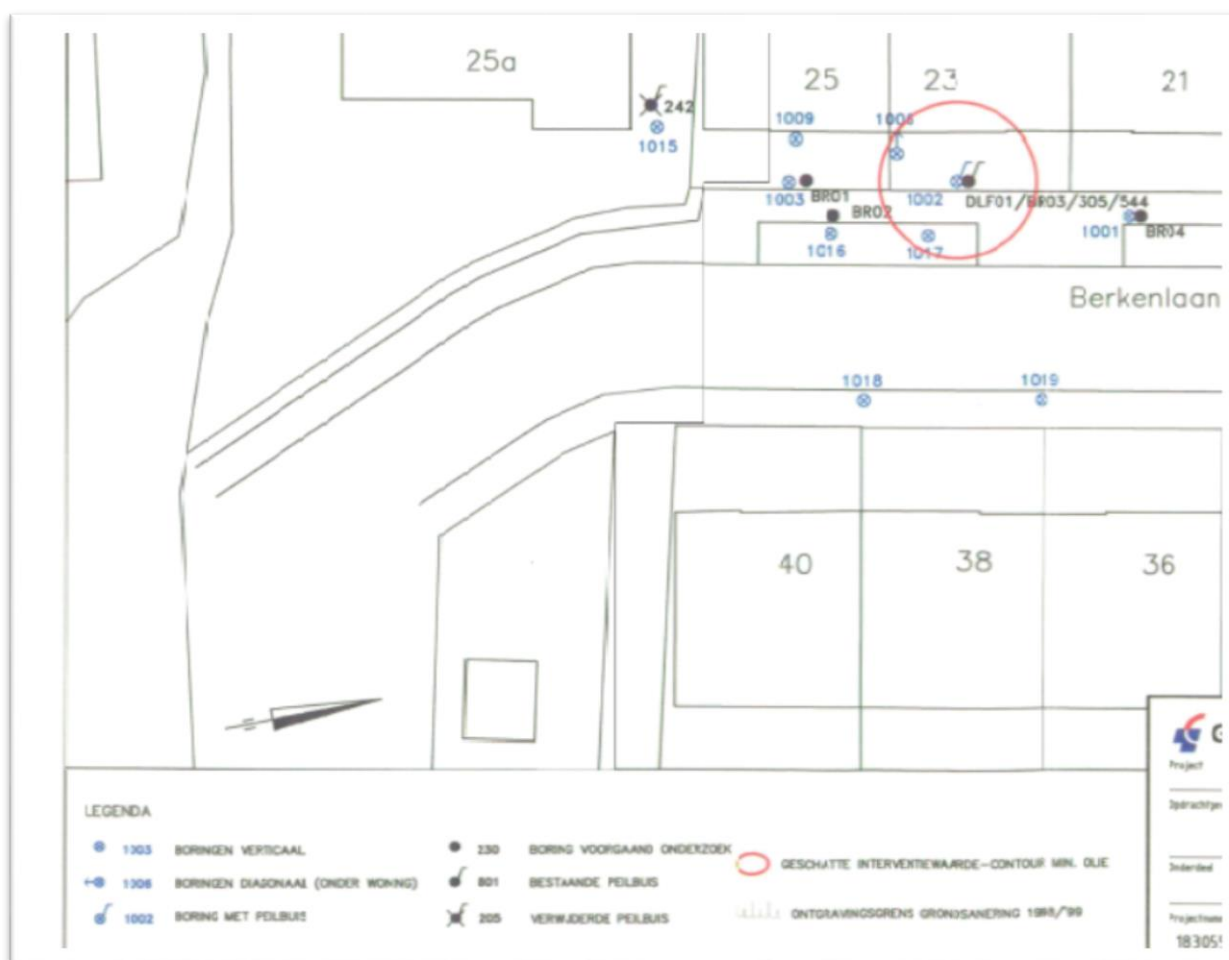
Ten zuiden van de kruising Pastoor Jacobstraat en de Rijksweg Zuid 90-100 zijn twee grondwaterverontreinigingen met vluchtige aromaten en minerale olie. De westelijke verontreiniging bestaat voornamelijk uit benzeen (3.700 µg/l in 2008) en de oostelijke verontreiniging bestaat uit minerale olie (690 µg/l in 2008) en xylenen (260 µg/l in 2008). De oostelijke verontreiniging ligt op circa 220 m afstand van de beek. Het grondwater stroomt in noordoostelijke richting. In figuur 2.3 zijn de verontreinigingscontouren van het grondwater weergegeven.



Figuur 2.3: Verontreinigingscontour Rijksweg Zuid 90-100 grondwater (2008)

Ophoven - LI188300349

Deze locatie betreft een voormalige in-situ sanering van VOCl, minerale olie en vluchtige aromaten. De verontreinigingen zijn afzonderlijk van elkaar gesaneerd. In 2014 is de monitoring van de VOCl verontreiniging afgerond, omdat een stabiele eindsituatie is ontstaan. Er is destijds gesaneerd middels injectiefilters/schermen, zoals is afgebeeld in figuur 2.5. Onder de huizen aan de Berkenlaan 21 t/m 25 is een restverontreiniging achtergebleven met minerale olie, CIS en PER in het grondwater (zie figuur 2.4). Vanaf maart 1999 is ter plaatse van de restverontreiniging een in-situ grondsanering uitgevoerd door het injecteren van bioslurry. Deze sanering is in juni 2002 geëvalueerd. Hieruit blijkt dat de saneringsdoelstelling (streven naar volledige verwijdering maar minimaal tot $\frac{1}{4}$ * de interventiewaarde) niet overal is gehaald. De in 2014 aangetoond concentraties VOCl overschrijden enkel de streefwaarde. Voor deze locatie is een nazorgplan aanwezig waarin beschreven wordt dat er in de omgeving geen intensieve grondwateronttrekkingen moeten/mogen worden opgestart zij invloed hebben op de (grond)waterhuishouding. De grondwaterstromingsrichting is oostelijk.



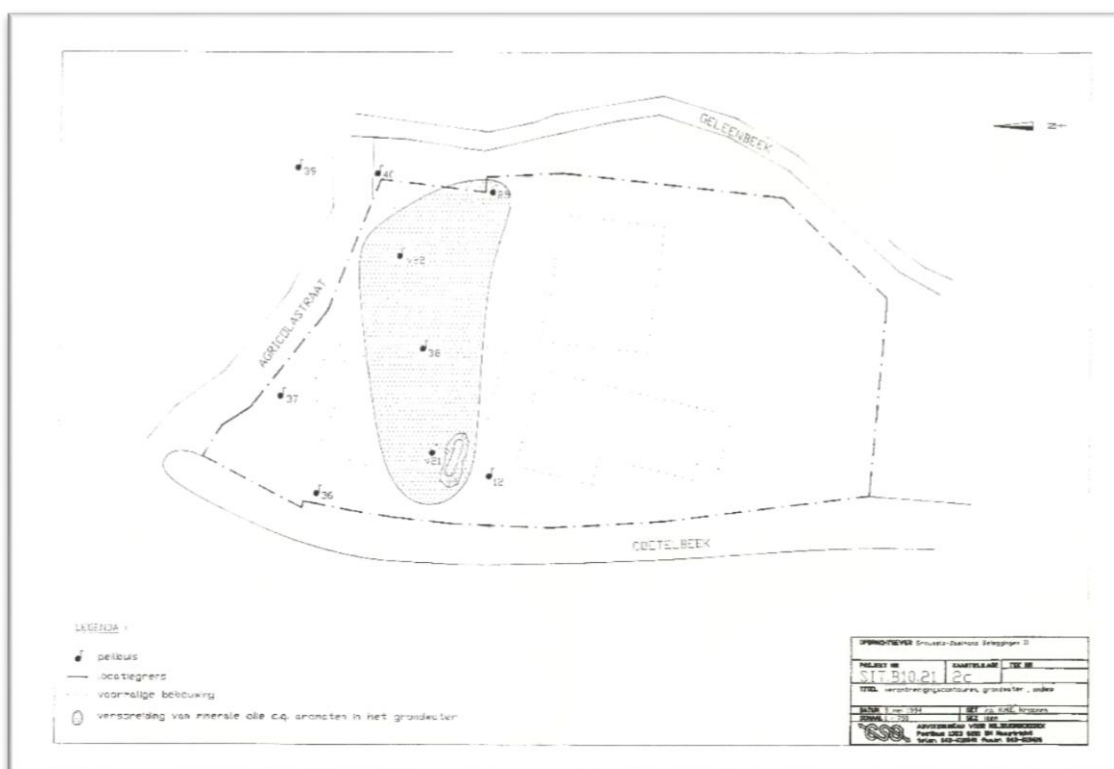
Figuur 2.4: contour restverontreiniging grondwater Berkenlaan 23/25 (2005)



Figuur 2.6: Sanerings- monitoringsopstelling Ophoven (2009)

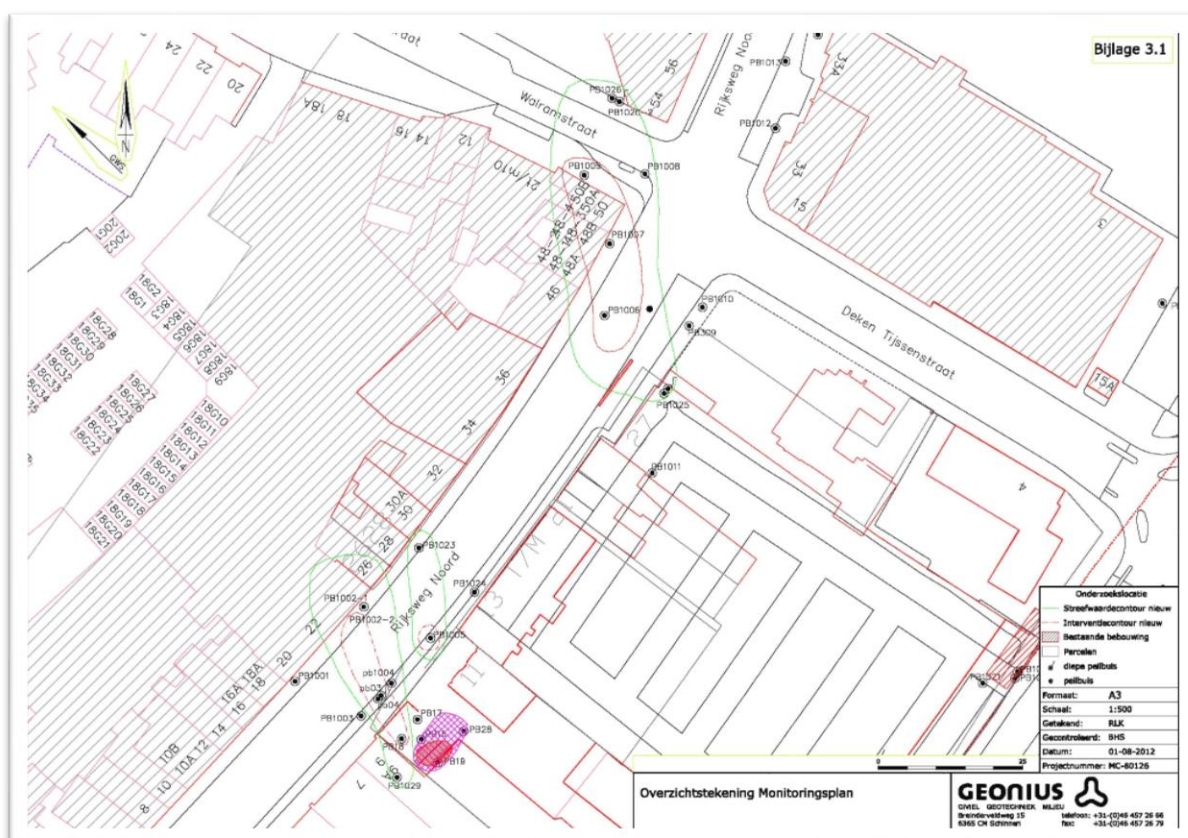
Agricolastraat 73 - LI188601565

Deze locatie betreft het voormalige bedrijfsterrein van DMV Campina. Van 1914 tot 1992 heeft de fabriek hier gestaan. In 1993 en 1994 zijn meerdere bodemonderzoeken uitgevoerd waaruit blijkt dat het noordelijk deel van de locatie sterk verontreinigd is met minerale olie. Het ondiepe grondwater is hier sterk verontreinigd met minerale olie en vluchtige aromaten. Het oppervlak van de grondwaterverontreiniging werd in 1994 geschat op ongeveer 3.200 m² en is doorgedrongen tot een diepte van ongeveer 9,0 meter. Met een gemiddelde grondwaterstand van circa 2.0 m -mv resulteert dit in een volume van ongeveer 22.400 m³ in de verzadigde zone. Daar het verontreinigde grondwater zich bevindt in een pakket zandige leem en zand, met een geschat poriënvolume van 40%, zijn ongeveer 8.960 m³ grondwater verontreinigd met aromaten en minerale olie. Onderstaand figuur is uit een saneringsplan uit juli 1994. Er zijn geen gegevens bekend over de uitvoering van de sanering. Op basis van deze informatie is het onduidelijk of deze verontreiniging nog aanwezig is. De grondwaterstroming is noord tot noordwestelijk.



Figuur 2.7: Verontreinigingscontour grondwater Agricolastraat 73 (1994)

Uit het saneringsplan uit 2012 blijkt dat er twee verontreinigingen aanwezig zijn in het grondwater. Het advies voor deze verontreinigingen is dat ze gesaneerd dienen te worden op een logisch moment (bij verbouwing/reconstructie). Omdat de verontreinigingen stabiel/stationair zijn was enkel monitoring noodzakelijk. In 2014 heeft een sanering plaatsgevonden ter plaatse van de Rijksweg Noord 11 en 27. De verontreinigingen zijn veroorzaakt door een voormalig benzinstation (nr. 27) en een ondergrondse HBO tank (nr. 11). Het grondwater nabij Rijksweg Noord 11 bevatte na de sanering nog een sterk verhoogde concentratie minerale olie (51.000 microgram/liter). Ter plaatse van Rijksweg Noord 27 is over een oppervlakte van circa 290 m² nog minerale olie aanwezig met een maximale concentratie van 2.400 µg/l. In figuur 2.7 zijn de grondwaterverontreinigingen weergegeven. De grondwaterstromingsrichting is noordelijk.



Figuur 2.8: verontreinigingscontouren grondwater Rijksweg Noord 11 & 27 (2012)

3 Conclusies en aanbevelingen

Aanleiding van het dossieronderzoek zijn de geplande werkzaamheden aan de Keutelbeek/Cötelbeek. Hiermee is inzicht gewenst in de aanwezige grondwaterverontreinigingen in de nabijheid van deze beek. In onderstaande tabel zijn de verontreinigingen samengevat en worden de aanbevelingen gedaan.

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.
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). 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 uitgevoerde 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.

Bijlage 9 Inventarisatie archiefgegevens funderingen (Fugro)



GEONIUS

Auteur: Fugro
Datum: 27 oktober 2022
Projectnummer: 6422-220114

Origineel gebouw: poeren en stroken op verschillende constructieniveau's (t.o.v. PEIL onbekend).
Aangebouwde appartementen op palen (Avegaar rond 550). Aangebouwde garages Poeren 1,07 m - PEIL.

Parklaan 13

Parklaan 15
Funderingsniveau 1,5 m - PEIL
Keldervloer 2,05 m - PEIL

Parklaan 25
Funderingsniveau
2,38 m - PEIL

Parklaan 27
Keldervloer 2,2, - 2,4 m - PEIL
Poeren 4,8 m - PEIL

Parklaan 29
Poeren 3,
5 m - PEIL

Parklaan 31
Funderingsniveau poeren onbekend
Keldervloer 2,4 m - PEIL

Parklaan 33
Funderingsniveau poeren onbekend
Keldervloer 2,4 m - PEIL

0 5 10 20 Meters

Sources: Esri, Airbus DS, USGS, NGA, NASA, CGIAR, N Robinson, NCEAS, NLS, OS, NMA, Geodatastyrelsen, Rijkswaterstaat, GSA, Geoland, FEMA, Intermap and the GIS user community; Esri Community Maps Contributors, Kadaster, Esri, HERE, Garmin, Foursquare, GeoTechnologies, Inc, METI/NASA, USGS

Adres	Postcode	Bouwjaar	Maaiveldniveau	Funderingsniveaus
Parklaan 13	6131 KE Sittard	1924	PEIL = NAP +44,92 m	Origineel gebouw: poeren en stroken op verschillende constructieniveaus (t.o.v. PEIL onbekend). Aangebouwde appartementen op palen (Avegaar rond 550). Aangebouwde garages Poeren 1,07 m - PEIL.
Parklaan 15	6131 KE Sittard	1933	0,72 m - PEIL	Funderingsniveau 1,5 m - PEIL Keldervloer 2,05 m - PEIL
Parklaan 17	6132 KE Sittard	2021	Geen gegevens aangeleverd	
Parklaan 25	6131 KE Sittard	1935	1,78 m - PEIL	Funderingsniveau 2,38 m - PEIL
Parklaan 27	6131 KE Sittard	1925	1,3 m - PEIL	Keldervloer 2,2, - 2,4 m - PEIL
Parklaan 29	6131 KE Sittard	1923	1,0 m - PEIL	Poeren 4,8 m - PEIL Poeren 3,5 m - PEIL
Parklaan 31	6131 KE Sittard	1924	PEIL onbekend	Funderingsniveau poeren onbekend Keldervloer 2,4 m - PEIL
Parklaan 33	6131 KE Sittard	1967	PEIL = NAP +45,50 m	Funderingsniveau poeren onbekend Keldervloer 2,4 m - PEIL

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