

Oriënterend funderingsadvies en resultaten infiltratie onderzoek

t.b.v. nieuwbouw BMV Heerlerbaan aan de Vullingsweg 64 te Heerlen
GA200004.020.R01.V1.0

3 december 2020



Oriënterend funderingsadvies en resultaten infiltratie onderzoek

t.b.v. nieuwbouw BMV Heerlerbaan aan de Vullingsweg 64 te Heerlen

Documentnummer GA200004.020.R01.V1.0

3 december 2020

Opdrachtgever

Gemeente Heerlen
t.a.v. de heer Quaadvlieg
Postbus 1
6400AA Heerlen

Architect

T en W
Oude Middenweg 17
2491 AC 's-Gravenhage

Auteurs

Adviseur Geotechniek P. Stroosma MSc
Collegiale toets Ing. R.J.A. Huijts

+31 88 130 06 00
info@geonius.nl
Postbus 1097
6160 BB Geleen

Geonius.nl

Functie	Naam	Paraaf
Adviseur Geotechniek	P. Stroosma MSc	
Collegiale toets	Ing. R.J.A. Huijts	

Inhoud

1	Inleiding	4
2	Projectbeschrijving	5
2.1	Beschrijving	5
2.2	Geotechnische uitgangspunten	5
3	Grondonderzoek	7
3.1	Algemeen	7
3.2	Diepsonderingen	7
3.3	Slagsonderingen	7
3.4	Boringen	8
3.5	Doorlatendheidsmetingen	8
3.6	Inmeting	8
4	Grondslag	9
4.1	Terreingesteldheid	9
4.2	Bodemopbouw	9
4.3	Grondwater	9
4.4	Doorlatendheid	10
5	Infiltratie hemelwater	11
5.1	Toetsing	11
5.2	Conclusie	12
6	Oriënterend funderingsadvies	13
6.1	Algemeen	13
6.2	Fundering op palen	13
6.3	Vloeren	14
7	Uitvoering	15
7.1	Ontgravingen	15
7.2	Mortelschroefpalen	15

Bijlagen

- Bijlage 1 Situatietekening
- Bijlage 2 Sondeergrafieken
- Bijlage 3 Boringen
- Bijlage 4 Doorlatendheidsmetingen
- Bijlage 5 Paalberekningen
- Bijlage 6 Richtlijnen uitvoering

1 Inleiding

Door Gemeente Heerlen werd aan Geonius Geotechniek B.V. opdracht gegeven om een oriënterend geotechnisch grondonderzoek en infiltratieonderzoek uit te voeren en een oriënterend ontwerpadvies voor de fundering op te stellen. Dit onderzoek was nodig voor de nieuwbouw van de Brede Maatschappelijke Voorziening (BMV) Heerlerbaan te Heerlen. Het geotechnisch onderzoek wordt uitgevoerd in twee fasen, waarvan één voor sloop en één na sloop. Het geotechnisch onderzoek in fase 1 is reeds uitgevoerd en is gepresenteerd in voorliggend oriënterend advies.

Tevens is op locatie een infiltratieonderzoek uitgevoerd om de mogelijkheden te bepalen voor het verwerken en infiltreren van hemelwater. De resultaten van het infiltratieonderzoek zijn tevens gepresenteerd in voorliggend advies.

Voorliggend rapport bevat de resultaten van het tot op heden uitgevoerde grondonderzoek en het oriënterende ontwerpadvies voor de fundering. Het ontwerpadvies is uitgewerkt conform NEN 9997-1 (Geotechnisch ontwerp Deel 1: Algemene regels) en NEN 9997-2 (Geotechnisch ontwerp Deel 2: Grondonderzoek en beproeving). Beide delen vormen de basis van Eurocode 7.

2 Projectbeschrijving

2.1 Beschrijving

Aan de Vullingsweg 64 te Heerlen is de nieuwbouw gepland van een Brede Maatschappelijke Voorziening (BMV), locatie Heerlerbaan. In de nieuwbouw worden diverse voorzieningen ondergebracht, waaronder onderwijsinstellingen, dagbesteding en zorg.

Voor het ontwerpadvies voor de funderingen van de geplande nieuwbouw zijn door ons de onderstaande uitgangspunten gehanteerd:

- De nieuwbouw bestaat uit maximaal 3 bovengrondse bouwlagen met plat dak;
- De nieuwbouw wordt niet voorzien van een kelder of kruipruimte;
- Het bouwpeil is op basis van de door opdrachtgever verstrekte tekening door ons aangenomen op ca. NAP +143,5 m;
- Het aanlegniveau is door ons geschat op ca. 0,8 m- bouwpeil. Dit komt overeen met ca. NAP +142,7 m;
- De maximale rekenwaarde voor de belastingen op de funderingen zijn door constructeur aangegeven op puntlasten F_d van ca. 1.200 à 1.800 kN;
- In dit rapport is uitgegaan van verticaal en centrische belaste funderingen alsmede een horizontaal maaiveld;
- Eventuele beperkingen of randvoorwaarden als gevolg van milieukundige aspecten zijn buiten beschouwing gelaten.

Indien wordt afgeweken van voornoemde uitgangspunten dan dient ons bureau te worden gecontacteerd daar dan het ontwerpadvies mogelijk moet worden aangepast.

Voor het overige verwijzen wij naar de bestektekeningen van de architect.

2.2 Geotechnische uitgangspunten

Gezien de belastingen als gevolg van de nieuwbouw en de te verwachten bodemopbouw is het project door ons bureau conform NEN 9997 ingedeeld in de geotechnische categorie 2 (GC2). Dit betekent dat het terrein- en bodemonderzoek moet worden uitgevoerd volgens hoofdstuk 3.2 van NEN 9997 en een onderzoeksrapport dient te worden overlegd conform hoofdstuk 3.4 van NEN 9997.

Voor het ontwerp van een fundering op palen voldoet het grondonderzoek sec niet aan de NEN9997, omdat het aantal sonderingen dat de minimale diepte beneden het paalpuntniveau haalt zeer beperkt danwel afwezig is. Gezien het beperkt aantal sonderingen dat tot voldoende diep reikt is in het ontwerp rekening gehouden met bepaalde conservatieve aannamen. Voorliggend advies moet tevens als oriënterend worden beschouwd als gevolg van het beperkte geotechnische onderzoek.

De conservatieve aannamen voor het funderingsontwerp zijn:

- De gemeten conusweestand in de diepere zand/zandgrindlagen (dieper dan NAP +139,0 m) wordt afgesneden op maximaal 15 MPa, terwijl er slagenaantallen worden gemeten van > 200 slagen per 20 cm indringing voor de zware slagsondering (ZS01 en ZS09);

- Voor de bepaling van de veiligheidscoëfficiënt die het aantal sonderingen in rekening brengt (ξ_3 en ξ_4) wordt uitgegaan van één sondering en is derhalve voor een factor van 1,39 toegepast;

Het ontwerp van een funderingsconstructie op palen dient getoetst te worden aan de eisen betreffende constructieve veiligheid en bruikbaarheid conform hoofdstuk 7 van NEN 9997-1.

3 Grondonderzoek

3.1 Algemeen

Ten behoeve van het grondonderzoek zijn in november 2020 3 diepsonderingen, 2 lichte slagsonderingen, 4 zware slagsonderingen, 3 handboringen en 2 machinale boringen uitgevoerd. In de boorgaten zijn vervolgens doorlatendheidsmetingen uitgevoerd. Hieronder is het uitgevoerde onderzoek verder beschreven.

3.2 Diepsonderingen

De sonderingen zijn genummerd GA200004.020 SW05 t/m SW07. De diepsonderingen zijn gemaakt met een elektrische conus waarbij de conusweerstand continu wordt gemeten, elektrisch geregistreerd en digitaal vastgelegd. De sonderingen zijn uitgevoerd conform NEN-EN-ISO 22476-1.

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

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

Tabel 3.1: interpretatie van het wrijvingsgetal

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

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

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

3.3 Slagsonderingen

Ter plaatse van de slecht bereikbare gedeelten zijn in totaal 2 lichte slagsonderingen en 4 zware slagsonderingen uitgevoerd om de ondergrond nader te verkennen. De zware slagsonderingen zijn genummerd GA200004.020 ZS01, ZS04, ZS08 en ZS09, de lichte slagsonderingen zijn genummerd GA200005.020 LS02 en LS03.

De slagsonderingen zijn uitgevoerd conform NEN-EN-ISO 22476-2. De slagsonderingen zijn uitgevoerd conform NEN-EN-ISO 22476-2. 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. Waarbij de zware slagsondering een conus met een

oppervlak van 15 cm² de grond in wordt gedreven door middel van een valgewicht van 50 kg. Het benodigde aantal slagen per 0,2 m penetratie wordt genoteerd. Deze aantallen worden tegen de diepte in een sondeergrafiek uitgezet en vormen een sterktebeeld van de bodem.

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

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

3.4 Boringen

Om de toplagen nader te verkennen en de doorlatendheidsmetingen uit te kunnen voeren, zijn op de locatie 3 handboringen (genummerd GA200004.020 DB01 t/m DB03) en 2 machinale boringen (genummerd GA200004.020 DB04(A) en DB05(A)) uitgevoerd. De handboringen zijn op een diepte van respectievelijk 2,4 m- mv, 0,9 m- mv en 1,0 m- mv voortijdig gestrand op het aanwezige grindpakket. De machinale boringen zijn uitgevoerd tot een diepte van 7,0 m -mv. Tevens is zware slagsondering ZS01 voorgeboord tot een diepte van 1,5 m- mv en is genummerd GA200004.020 VB01.

Tijdens de boorwerkzaamheden is het bodemmateriaal lithologisch onderzocht. Bij het lithologisch onderzoek worden de grondsoorten geïdentificeerd volgens NEN 5104. De boorstaten zijn opgenomen in de bijlagen.

3.5 Doorlatendheidsmetingen

In de boorgaten zijn doorlatendheidsmetingen uitgevoerd. Deze zijn genummerd GA200004.020 DM01 t/m DM04, DM04A en DM05A en zijn opgenomen in bijlage 4. Door technische omstandigheden is de doorlatendheidsmeting DM05 niet goed opgeslagen en zijn derhalve de resultaten onbekend. Omdat de doorlatendheidsproeven boven het grondwaterniveau zijn uitgevoerd, is volgens de omgekeerde open-boorgatmethode (Porchet) gemeten. Om de meting te kunnen uitvoeren, wordt allereerst een gat geboord tot de onderkant van de te beproeven laag. Vervolgens wordt in het boorgat water toegevoegd en wordt de daling van de grondwaterstand per tijdseenheid gemeten, hieruit kan de doorlatendheid worden berekend.

3.6 Inmeting

De ligging van de onderzoekspunten is op situatietekening GA200004.020.T01 weergegeven. De resultaten van het grondonderzoek zijn in de bijlagen toegevoegd. De sondeergrafieken zijn getekend ten opzichte van NAP. Ter referentie is tevens de hoogte van Put A (=NAP +143,45 m) ingemeten, zoals aangegeven op situatietekening GA200004.020.T01.

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.

4 Grondslag

4.1 Terreingesteldheid

Het terrein betreft een bebouwd terrein met omliggende groenvoorziening. Voor het uitvoeren van het grondonderzoek zijn lokaal de aanwezige verhardingen ter plaatse van de onderzoekspunten, klinkers en tegels, (tijdelijk) verwijderd. Ten tijde van het grondonderzoek lag het maaiveld ter plaatse ca. NAP +146,7 m à +141,9 m. Het terrein kent hiermee hoogteverschillen van ca. 4,8 m.

4.2 Bodemopbouw

De bodemopbouw kan op basis van de sonderingen en (hand)boringen door middel van het volgende lagensysteem worden beschreven:

Toplaag:

Vanaf maaiveld wordt tot een variabele diepte van ca. NAP +144,0 m à +139,5 m een slap tot matig vast, zettingsgevoelig löss-leempakket aangetroffen. De conusweerstand variëren tussen ca. 0,5 à 2 MPa en de slagenaantallen variëren van ca. 10 à 20 slagen per 20 cm indringing voor de lichte slagsondering en ca. 5 à 10 slagen per 20 cm indringing voor de zware slagsondering. Tot een diepte van ca. 0,5 m à 0,7 m-mv wordt een geroerde toplaag aangetroffen. Lokaal wordt tot een diepte van ca. 1,0 m- mv het funderingspakket aangetroffen van de bestaande verharding, zoals terug te vinden bij LS03 en SW07.

Onderlaag:

Onder bovengenoemd pakket wordt tot de maximaal verkende diepte van ca. NAP +139,0 m à +138,0 m een vast tot zeer vast gepakt zand en/of zandgrindpakket aangetroffen. Voornamelijk aan de onderzijde van deze laag bevindt zich meer grindhoudend materiaal. In dit pakket zijn de sonderingen gestrand als gevolg van het bereiken van de totaal druk of het maximum aantal slagen. De conusweertanden lopen op van ca. 10 tot >30 MPa en de slagenaantallen variëren van >50 slagen per 20 cm indringing voor de lichte slagsondering en ca. 30 tot >200 slagen per 20 cm indringing voor de zware slagsondering.

Op basis van onderzoeken in de buurt blijkt dat dit pakket doorzet tot minimaal ca. NAP 134,0 m. Op dit niveau wordt tot ca. NAP +131,0 m een matig vast lemig pakket aangetroffen. Hieronder worden wederom zeer vaste lagen aangetroffen.

4.3 Grondwater

Tijdens het grondonderzoek is in de sondeergaten naar de actuele grondwaterstand gepeild. Tot een niveau van ca. 7,0 m- maaiveld werd geen grondwater aangetroffen. Dit komt overeen met ca. NAP +137,7 m. Het betreft hierbij slechts een eenmalige meting, waardoor deze waarneming slechts als indicatie kan gelden. Daarnaast kan als gevolg van spanningswater, lagenopbouw en lokale omstandigheden een afwijkende waarde worden aangetroffen.

Wij wijzen erop dat de grondwaterstand van seizoen tot seizoen kan verschillen en in nattere jaargetijden mogelijk hoger wordt aangetroffen dan thans het geval is. Exacte grondwaterstanden kunnen alleen middels peilbuismetingen worden verkregen. De grondwaterstand heeft echter geen invloed op de keuze van het funderingssysteem.

4.4 Doorlatendheid

Om de doorlatendheid van de bodem te berekenen zijn 6 proeven uitgevoerd. Omdat de proeven boven het grondwaterniveau zijn uitgevoerd, is volgens de omgekeerde open-boorgatmethode (Porchet) gemeten.

Bij de doorlatendheidsmetingen worden drie metingen uitgevoerd. De eerste meting geeft meestal een hogere doorlatendheid omdat de aanwezige grond dan nog niet verzadigd is. Bij de volgende twee metingen raakt de grond langzaam verzadigd. De derde meting is meestal maatgevend voor de doorlatendheid. De range van gemeten doorlatendheden is opgenomen in Tabel 4.1 De resultaten van de metingen zijn opgenomen in de bijlagen.

Tabel 4.1: gemeten doorlatendheid

Meting	Traject [m- maaiveld]	Traject [m t.o.v. NAP]	Grondsoort	Doorlatendheid [m/d]
DM01	1,3 - 2,3	+140,6 tot +139,6	Leem, sterk zandig	0,2 - 0,5
DM02	0,1- 0,85	+144,7 tot +143,9	Zand, zwak grindig	5,6 – 8,2
DM03	0,1- 1,0	+145,7 tot +144,8	Zand, zwak grindig	1,7 – 1,8
DM04A	3,0 - 4,0	+141,7 tot +140,7	Zand, zwak grindig	65,9 – 80,1*
DM04	6,0 - 7,0	+138,7 tot +137,7	Grind, matig zandig	5,6 – 6,5
DM05A	3,0 - 4,0	+141,7 tot +140,7	Zand	19,6 – 25,2*

* Berekende doorlatendheid is zeer hoog en niet meer representatief voor het aanwezige materiaal.

5 Infiltratie hemelwater

Over het algemeen wordt gesteld dat infiltratie van hemelwater interessant is indien:

- de doorlatendheid groter is dan ca. 0,2 m/d*;
- de grondwaterstand dieper dan 0,5 à 0,7 m minus maaiveld aanwezig is;
- het in te leiden hemelwater niet is verontreinigd.

* Infiltratie van hemelwater behoort bij lagere doorlatendheden ook tot de mogelijkheden mits hiervoor voldoende ruimte gereserveerd wordt om de geringe doorlatendheid te compenseren. Bij lagere doorlatendheden zal een voorziening voornamelijk als buffer functioneren.

5.1 Toetsing

In Tabel 5.1 zijn de maatgevende doorlatendheden weergegeven ter plaatse van de boringen. De bodem is geclassificeerd en tevens is weergegeven of de doorlatendheid aan de 1^{ste} eis voldoet.

Tabel 5.1: toetsing waterdoorlatendheid conform Cultuurtechnisch Vademecum (2008)

Meting	Traject [m- maaiveld]	Traject [m t.o.v. NAP]	Maatgevend doorlatendheid [m/d]	Classificatie doorlatendheid bodem	Gunstige mogelijkheden voor infiltratie
DM01	1,3 - 2,3	+140,6 tot +139,6	0,2	Slecht	Nee
DM02	0,1- 0,9	+144,7 tot +143,9	5,6	Goed	Ja
DM03	0,1- 1,0	+145,7 tot +144,8	1,7	Goed	Ja
DM04A	3,0 - 4,0	+141,7 tot +140,7	65,9	Zeer goed	Ja
DM04	6,0 - 7,0	+138,7 tot +137,7	5,6	Goed	Ja
DM05A	3,0 - 4,0	+141,7 tot +140,7	19,6	Zeer goed	Ja

Aan de tweede eis wordt voldaan aangezien het grondwater niet is aangetroffen tot een diepte van ca. 7,0 m-maaiveld ofwel NAP +137,7 m.

Aan de derde eis kan worden voldaan door alleen het schone regenwater te infiltreren. Voor infiltratie van het water zal een zand- en slibvangsysteem moeten worden aangebracht.

De mogelijkheden voor infiltratie zijn als volgt:

1. Infiltratie in de bovengrond (tot ca. 1,0 m- maaiveld) door middel van oppervlakkige infiltratie via doorlatende verharde oppervlakten. Dit behoort tot de mogelijkheden, maar is geen economisch aantrekkelijke oplossing en zeer gevoelig voor dichtslibben (met name in de aangetroffen silthoudende ondergrond). Doorlatende verhardingen kunnen wel toegepast worden om het af te koppelen oppervlak (en dus de toestroom van hemelwater) te beperken, bijvoorbeeld door de verhardingen met grind of grasbetontegels uit te voeren. Tevens zal rekening gehouden moeten worden met de geroerde toplaag, deze zal moeten worden verwijderd en vervangen door goed doorlatend materiaal.

2. Infiltratie in de bovengrond (tot ca. 1,0 m- maaiveld) middels een open bovengronds systeem zoals een infiltratieveld, wadi of greppel. Dit behoort tot de mogelijkheden, maar zal ten koste gaan van de beschikbare ruimte. Bij dit type infiltratievoorziening zal rekening gehouden moeten worden met het hellende maaiveld om uittredend water benedenstrooms te voorkomen. Afhankelijk van de beschikbare ruimte is dit wel een economisch aantrekkelijk, robuust en goed onderhoudbaar systeem.
3. Infiltratie in de ondiepe ondergrond (tot ca. 3,5 m- maaiveld) middels een ondergronds systeem. Hierbij valt te denken aan infiltratie via infiltratiekratten, infiltratiekoffers, putten en/of infiltratieriool. Dit behoort tot de mogelijkheden. Bij dit type infiltratievoorziening zal eveneens rekening gehouden moeten worden met het hellende maaiveld om uittredend water benedenstrooms te voorkomen
4. Infiltratie naar de diepere ondergrond (dieper dan ca. 3,5 m- maaiveld). Dit behoort tot de mogelijkheden. Dit kan middels grindpalen naar het diepere zand-grindpakket vanaf ca. NAP +140 à +138 m. Aangezien de bovenzijde van het zandgrindpakket vaak lagere doorlatendheden vertoont door inspoeling van de hierboven gelegen fijnere fractie wordt geadviseerd de grindpalen minimaal 2,0 m in het zandgrindpakket te plaatsen.

5.2 Conclusie

Uit de gemeten doorlatendheden en grondwaterstand blijkt dat infiltratie van hemelwater tot de mogelijkheden behoort. De doorlatendheid van de ondergrond is met uitzondering van DM01 goed. Wij adviseren een infiltratievoorziening in de ondiepe ondergrond bijvoorbeeld middels kratten, grindkoffers en/of een infiltratieriool. Als alternatief kan ervoor gekozen worden om een diepe infiltratievoorziening te ontwerpen middels grindpalen, eventueel in combinatie met een ondiepe bufferende infiltratievoorziening.

Door middel van grindpalen kan het hemelwater worden geïnfiltreerd in het aangetroffen grindpakket, waarmee de leeglooptijd van de infiltratievoorziening kan worden verkort. Er wordt geadviseerd een ondiep infiltratiesysteem aan te leggen (wadi of kratten) in combinatie met grindpalen naar het dieper gelegen grindpakket en/of een leegloopvoorziening. Aangezien het aanlegniveau van de infiltratievoorziening boven de grondwaterstand dient te worden aangelegd, wordt tevens geadviseerd ter plaatse van de projectlocatie een peilbuis te plaatsen waarmee een duidelijk beeld van de grondwaterstanden wordt verkregen.

Ongeacht het type infiltratievoorziening zal rekening gehouden moeten worden met het hellende maaiveld om uittredend water benedenstrooms te voorkomen. Indien gewenst kan een infiltratievoorziening in het kader van een vervolgoedracht voor u worden uitgewerkt.

6 Oriënterend funderingsadvies

6.1 Algemeen

Gezien de aard van het project en de aangetroffen bodemopbouw adviseren wij een fundering op palen toe te passen. Een fundering op staal is vanwege de weinig draagkrachtige en/of zettingsgevoelige toplagen zonder ingrijpende maatregelen als bijvoorbeeld een dikke grondverbetering (plaatselijk tot ca. NAP +140 m à +141 m) geen optie.

De paalfundering dient plaatselijk diep in de vaste zand/zandgrindlagen geplaatst te worden. De boormotor dient, in combinatie met het gewicht van de stelling, voldoende capaciteit te hebben om de avegaar op diepte te brengen en ook weer te kunnen trekken.

Onderstaand is de fundering op palen verder uitgewerkt.

6.2 Fundering op palen

In verband met de aanwezige bebouwing in de directe omgeving en de aanwezigheid van vaste (tussen)lagen komt een trillingsvrij funderingssysteem zoals in de grond gevormde mortelschroefpalen in aanmerking.

In voorliggend ontwerpadvies zijn onderstaande paalklassefactoren gehanteerd. Indien de uiteindelijke paalleverancier afwijkende paalklassefactoren moet hanteren, zal het ontwerpadvies opnieuw beschouwd moeten worden. Voor de berekening van de draagkracht zijn de volgende factoren aangehouden:

- | | |
|--------------------------|--------------------|
| • paalklasse punt | $\alpha_p = 0,56$ |
| • paalvoetvorm | $\beta = 1,0$ |
| • paalvoetdwarsdoorsnede | $s = 1,0$ |
| • paalklasse schacht | $\alpha_s = 0,006$ |

Gegevens over de stijfheid van het bouwwerk zijn niet bij ons bekend, deze zijn daarom niet in rekening gebracht (conservatief). In de berekening zijn we uitgegaan van een paalkopniveau van ca. NAP +142,8 m en een minimale paallengte van 8 maal de paaldiameter.

Hierbij dient te worden opgemerkt dat er een minimale diepte van 8 maal paaldiameter onder het paalpuntniveau benodigd is om aan de norm te voldoen. In voorliggende oriënterende berekening is dit niet het geval en derhalve dient het resterende grondonderzoek uitgevoerd te worden om een definitief funderingsadvies op te kunnen stellen.

In Tabel 6.1 zijn de paalpuntniveaus sec ter plaatse van de sondeerpunten aangegeven ten opzichte van NAP. Tevens is de rekenwaarde voor de draagkracht $R_{c,net;d}$ aangegeven in kN bij toepassing van alleenstaande mortelschroefpalen met verschillende diameters. Op basis van het huidige onderzoek is het doorrekenen van grotere diameters en/of een dieper paalpuntniveau niet gewenst, aangezien het oriënterende grondonderzoek niet voldoende diep kon worden doorgezet. Bij het aanvullend onderzoek zal de diepere ondergrond nader

onderzocht moeten worden. De opgegeven puntlasten zullen vooralsnog over meerdere palen verdeeld moeten worden.

Tabel 6.1: paalpuntniveau en draagvermogen alleenstaande mortelschroefpalen

Sondering Nr.	Maaiveldhoogte [m t.o.v. NAP]	Paalpuntniveau** [m t.o.v. NAP]	R _{c,net,d} in kN bij toepassing van diameters [mm]**		
			Ø 400	Ø 500	Ø 600
ZS01	+141,53	+138,0	480	705	975
LS02	+143,01	+138,0			
LS03*	+144,68	+138,0			
ZS04	+144,85	+138,0			
SW05	+144,52	+138,0			
SW06	+146,66	+138,0			
SW07	+144,48	+138,0			
ZS08	+145,58	+138,0			
ZS09	+143,41	+138,0			

* Paalpuntniveau en draagvermogen o.b.v. omliggende sonderingen.

** Het paalpuntniveau en paal draagvermogen kan nog wijzigen naar aanleiding van de resultaten van het aanvullend onderzoek.

De berekening van de rekenwaarden van de maximaal toelaatbare paalbelastingen per sondering worden gegeven in bijlage 5. Bij de berekeningen is geen rekening gehouden met negatieve kleef als gevolg van zettingen door aanvullingen/ophogingen. Dit omdat er ten tijde van de rapportage geen noemenswaardige ophogingen zijn gepland. Tevens is in bijlage 5 het lastzakingsdiagram voor een mortelschroefpaal 500 mm bij de maatgevende sondering gegeven.

De in dit rapport berekende draagkracht betreft het geotechnisch draagvermogen dat wordt ontleend aan de ondergrond. Door de constructeur moeten constructieve aspecten van de funderingspalen, waaronder de sterkte, worden beoordeeld.

De eventuele effecten van additionele zettingen (s_2), door het groepseffect bij gebruik van meerpaals poeren, zijn in dit stadium van het onderzoek nog niet berekend gezien de beperkte beschikbare gegevens. Indien meerpaals poeren worden toegepast zullen additionele zettingen (s_2) in het definitieve advies moeten worden beschouwd.

6.3 Vloeren

De vloeren kunnen, nadat de teelaarde, losse geroerde grond en andere ongerechtigdheden zijn verwijderd, op een goed verdichte grondverbetering van ca. 0,5 m worden aangebracht. Het is mogelijk dat afhankelijk van de aangetroffen grondslag, de uiteindelijke bouwpeilvoering en de nog uit te voeren sloopwerkzaamheden de dikte afwijkt van voornoemde waarde. Zie ook de richtlijnen uitvoering grondverbeteringen welke zijn opgenomen in de bijlagen. Eventuele kunnen de vloer ook vrijdragend worden uitgevoerd.

In hoeverre de vloeren nog van wapening dienen te worden voorzien is ter competentie van de constructeur. Wij adviseren de vloeren los te houden van de overige constructies, zodat de eventuele zettingen ongestoord kunnen optreden.

7 Uitvoering

7.1 Ontgravingen

Voor een juiste uitvoering van de funderingswerkzaamheden is het noodzakelijk dat de grondwaterstand tenminste 0,5 m- het ontgravingsvlak staat. Aangezien er geen grondwater op de betreffende niveaus is aangetroffen, verwachten wij dat er normaliter geen bemaling nodig zal zijn. Wel kan tijdens natte perioden wateroverlast in de bouwput ontstaan als gevolg van regenwater dat zeer traag in de ondergrond wordt opgenomen. Dit stagnerend regenwater kan echter worden afgepompt.

Bij het loodrecht uitgraven van de sleuven en/of de bouwput moet rekening worden gehouden met het inkalven van de wanden als gevolg van de weinig cohesieve en geroerde bovengrond.

Bij het ontgraven van de bouwput en het aanbrengen van de funderingen dient rekening gehouden te worden met de stabiliteit van de fundering van de belendende bebouwing alsmede mogelijk aanwezige ondergrondse infrastructuur. Het is aanbevelenswaardig om vooraf de aard van de bestaande funderingen (op palen/op staal, aanlegdiepte) vast te stellen middels het graven van enkele (kleine) proefgaten vlak naast deze funderingen. In geen geval mag de gehele fundering worden vrij gegraven. Desgewenst kan ons bureau in dat stadium nader adviseren omtrent de uitvoeringswijze van de nieuwe fundering om stabiliteitsverlies van de bestaande funderingen en infrastructuur te voorkomen.

Wellicht dat het zand dat vrijkomt bij het ontgraven voor de funderingen elders hergebruikt kan worden als materiaal voor grondverbetering. Het verdient aanbeveling dit materiaal door Geonius te laten keuren alvorens het te gebruiken als materiaal voor grondverbetering. Zie ook de richtlijnen grondverbetering in de bijlagen.

Bij de ontgravingswerkzaamheden ten behoeve van de funderingen zal het vrijkomend materiaal uit puin, leem, zand, etc. bestaan. Bij eventuele afvoer van de grond van de bouwlocatie zal er rekening moeten worden gehouden dat de benodigde milieukundige verklaringen (b.v. AP04) aanwezig zijn. Indien gewenst kunnen wij dit voor u verzorgen.

7.2 Mortelschroefpalen

De werkzaamheden dienen conform de NVN6724:2001 te worden uitgevoerd. De belangrijkste punten zijn in de bijlage uitvoering mortelschroefpalen opgesomd.

De palen zullen gezien de weke grondslag in de top laag ($q_c < 1 \text{ MPa}$) over voldoende lengte, zoals in de NEN-normen aangegeven, van wapening moeten worden voorzien. Dit is ter competentie van de constructeur.

In verband met de aanwezigheid van zeer vaste lagen dient de boormotor, in combinatie met het gewicht van de stelling, voldoende capaciteit te hebben om de avegaar op diepte te brengen en ook weer te kunnen trekken.

Bij het op diepte brengen van avegaarpalen adviseren wij een zo laag mogelijke schraapfactor te hanteren. Op deze wijze wordt de hoeveelheid af te voeren grond, alsmede de ontspanning in de ondergrond tot een minimum beperkt. De schraapfactor is het aantal omwentelingen van de avegaar dat nodig is om de avegaar over de lengte van 1 ´ de spoed te doen zakken.

Bij vastere zandlagen bestaat de kans dat de verhouding tussen de penetratiesnelheid en de draaisnelheid te klein wordt, waardoor meer grond mee naar boven komt dan nodig. Gevolg hiervan is dat de grond meer ontspannen wordt. Een zwaardere boormotor kan ervoor zorgen dat dit verschijnsel voorkomen wordt.

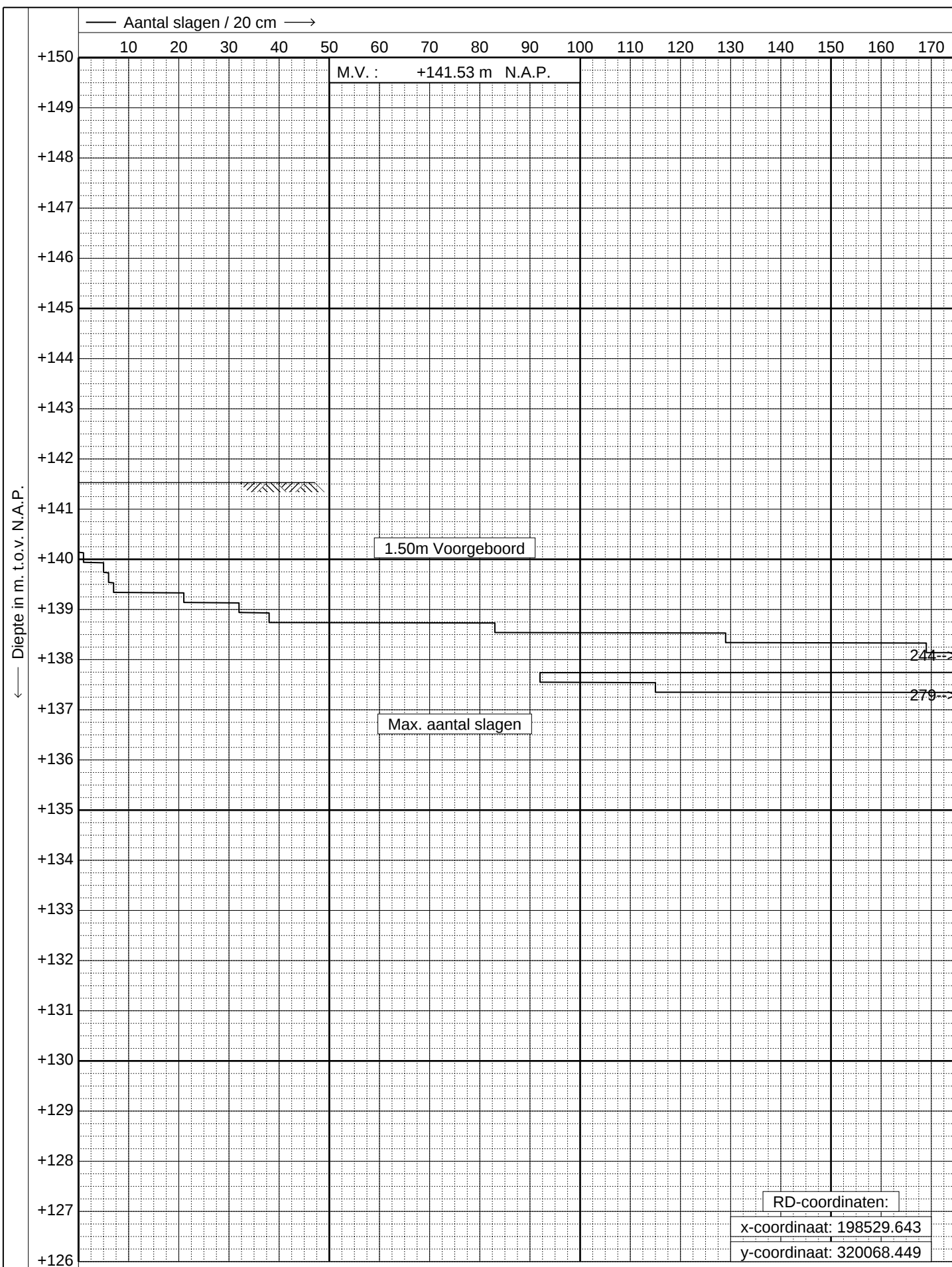
Conform de NVN6724:2001, adviseren wij om minimaal 25 % (met een minimum van 5) van de funderingspalen akoestisch door te meten, zodat de palen op discontinuïteiten worden gecontroleerd. Door Geonius kunnen deze akoestische metingen (digitaal m.b.v. het SIT-systeem) voor U worden verzorgd. Indien het bestek conform BRL richtlijnen wordt opgesteld merken wij op dat 100% van de palen dient te worden doorgemeten.

Bijlagen

Bijlage 1 Situatietekening



Bijlage 2 Sondeergrafieken



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 : **BMV Heerlerbaan**

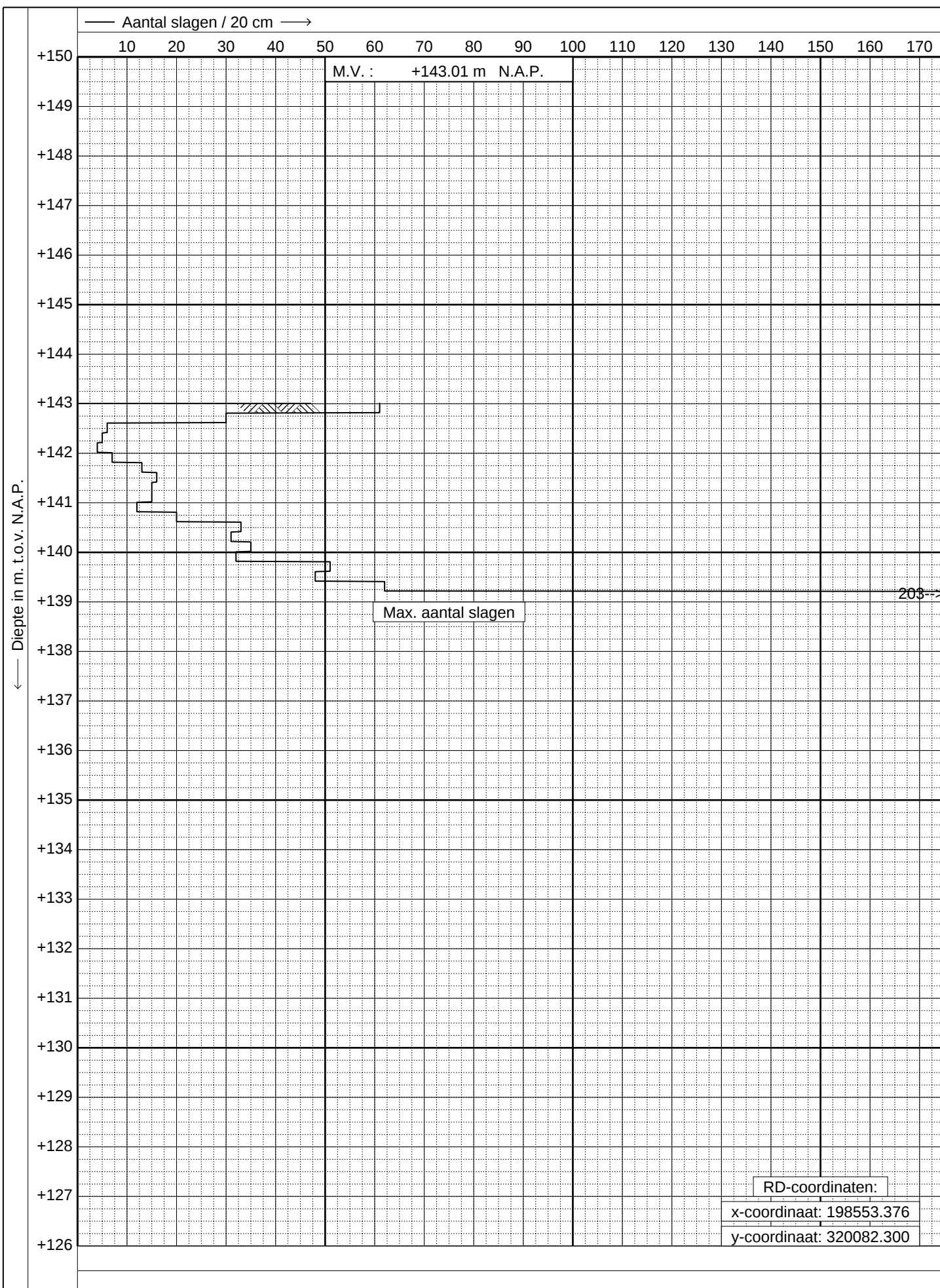
Locatie : **Vullingsweg 64 te Heerlen**

Datum : **11-11-2020**

Conus : **Z**

Opdracht : **GA200004.020**

Sondering : **01**



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 : **BMV Heerlerbaan**

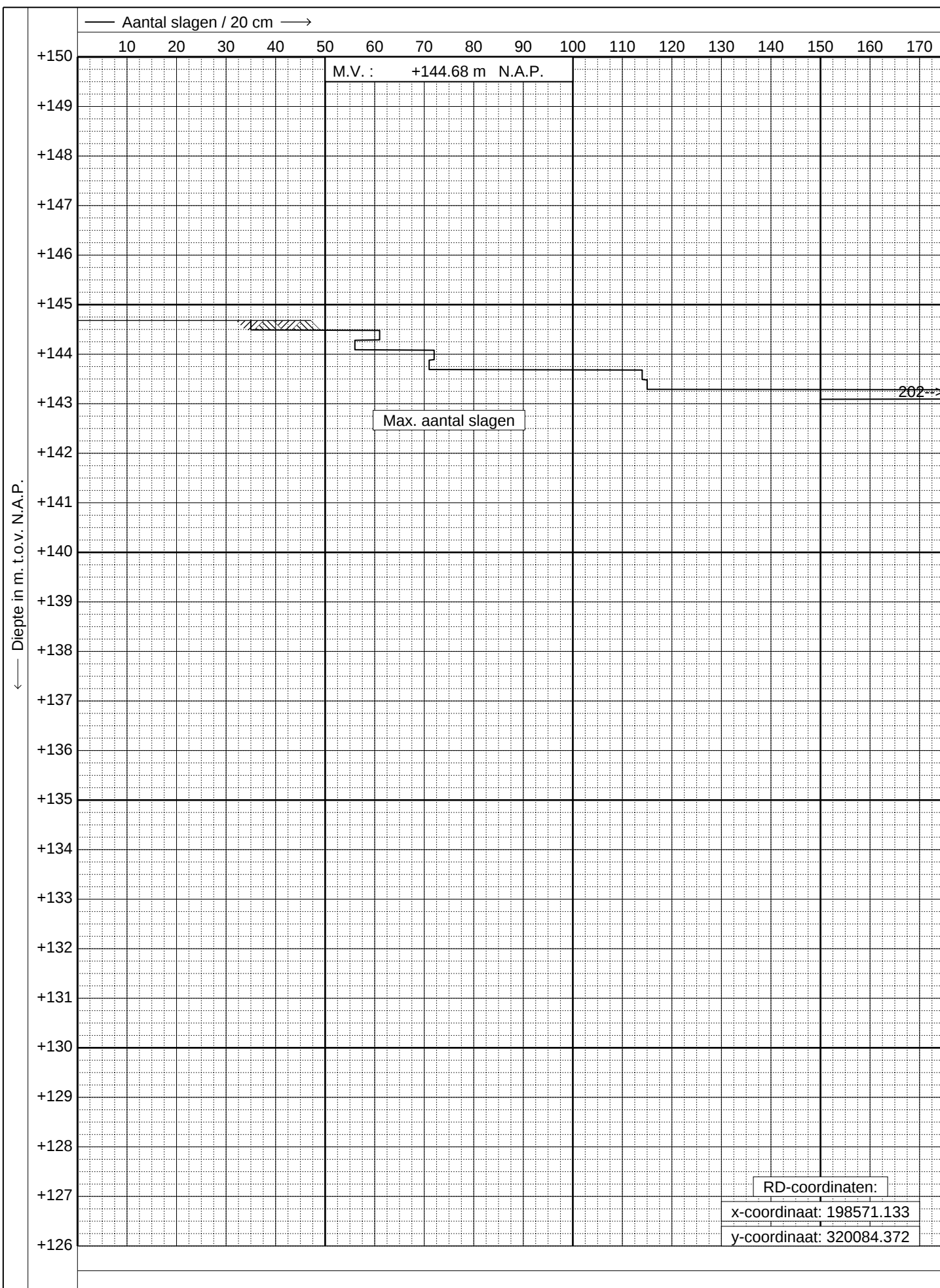
Locatie : **Vullingsweg 64 te Heerlen**

Datum : **11-11-2020**

Conus : **L**

Opdracht : **GA200004.020**

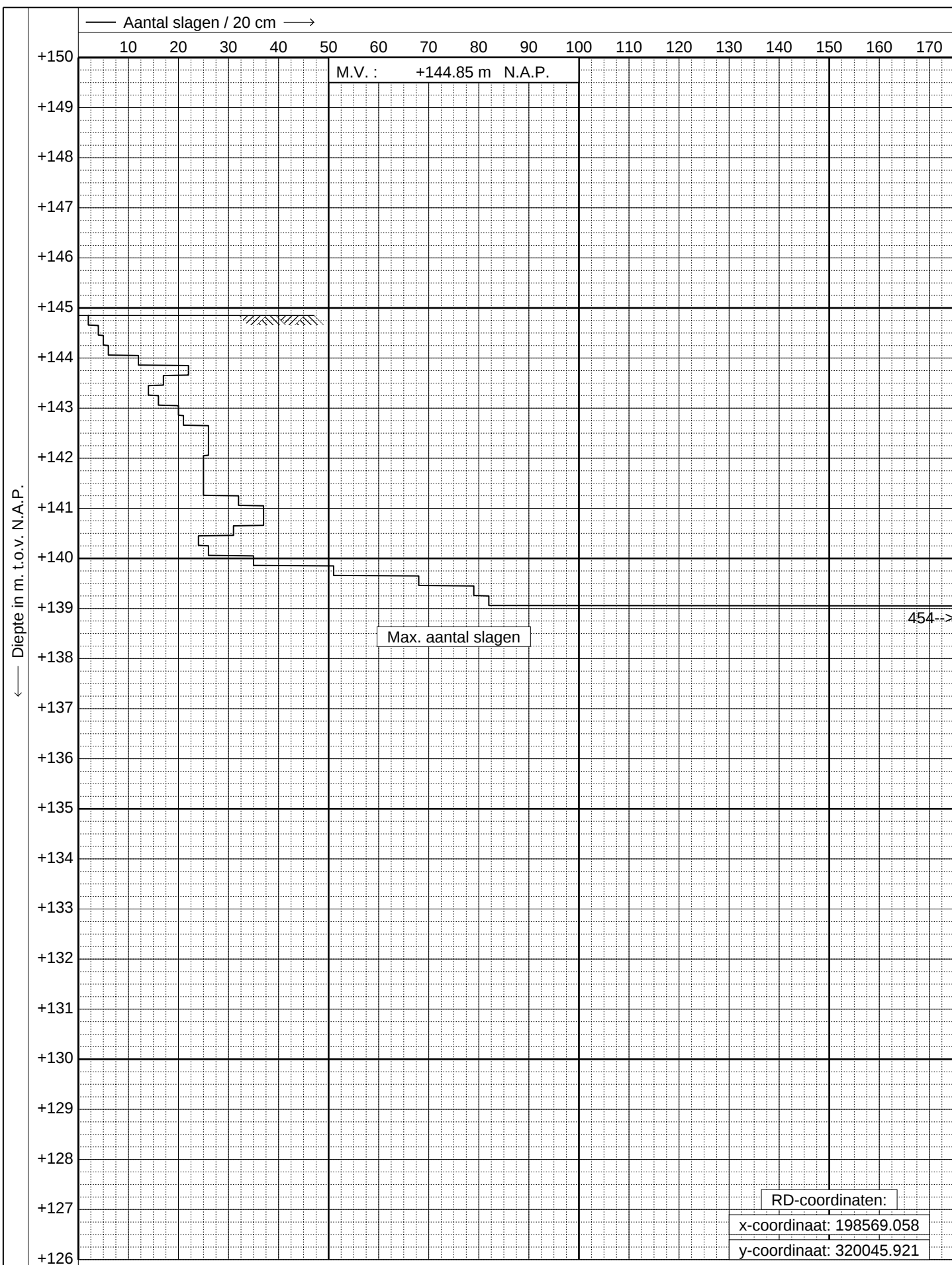
Sondering : **02**



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 : **BMV Heerlerbaan**
 Locatie : **Vullingsweg 64 te Heerlen**

Datum : **11-11-2020**
 Conus : **L**
 Opdracht : **GA200004.020**
 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 : **BMV Heerlerbaan**

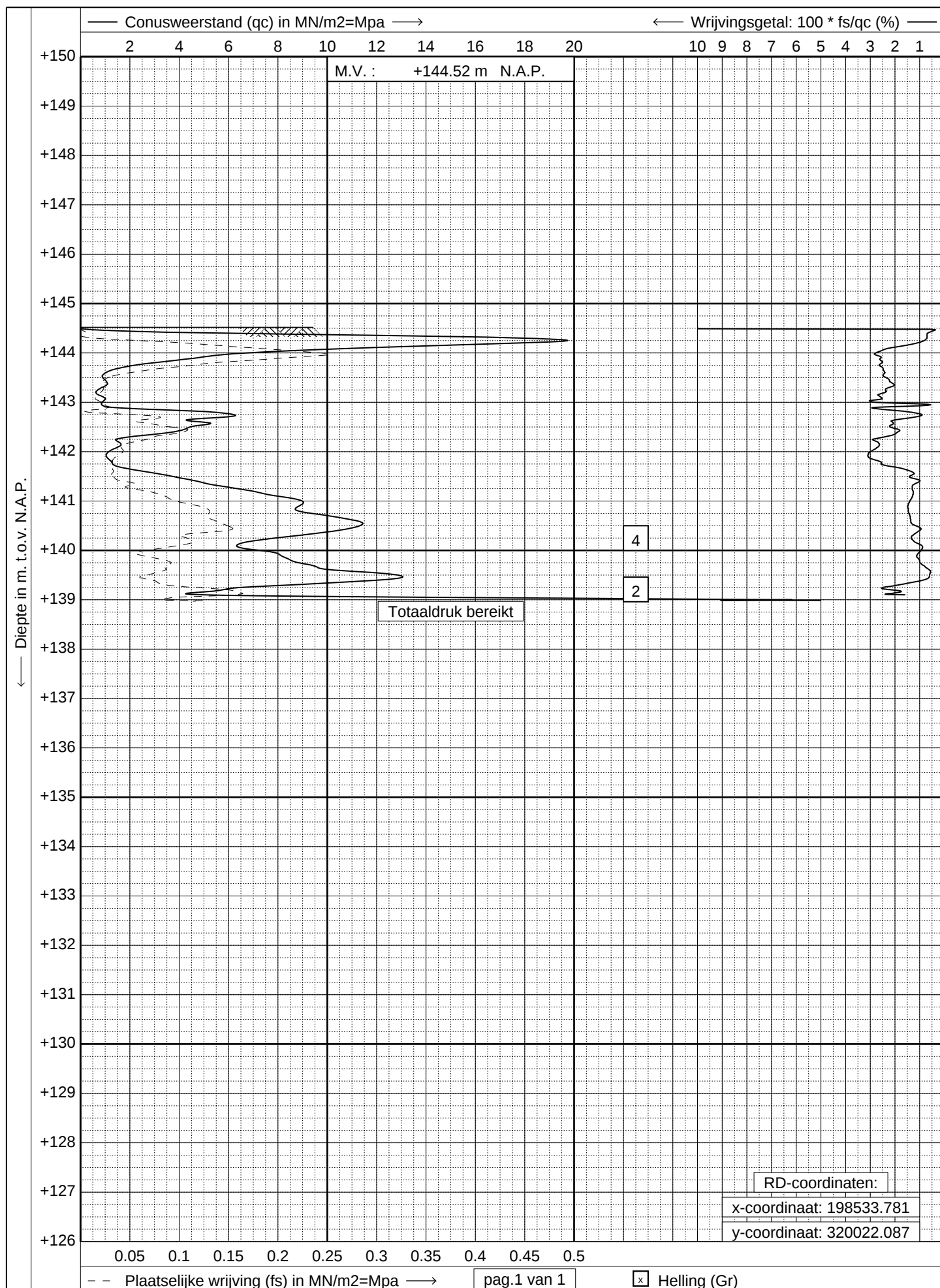
Locatie : **Vullingsweg 64 te Heerlen**

Datum : **12-11-2020**

Conus : **Z**

Opdracht : **GA200004.020**

Sondering : **04**



GEONIUS

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

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

Project : **BMV Heerlerbaan**

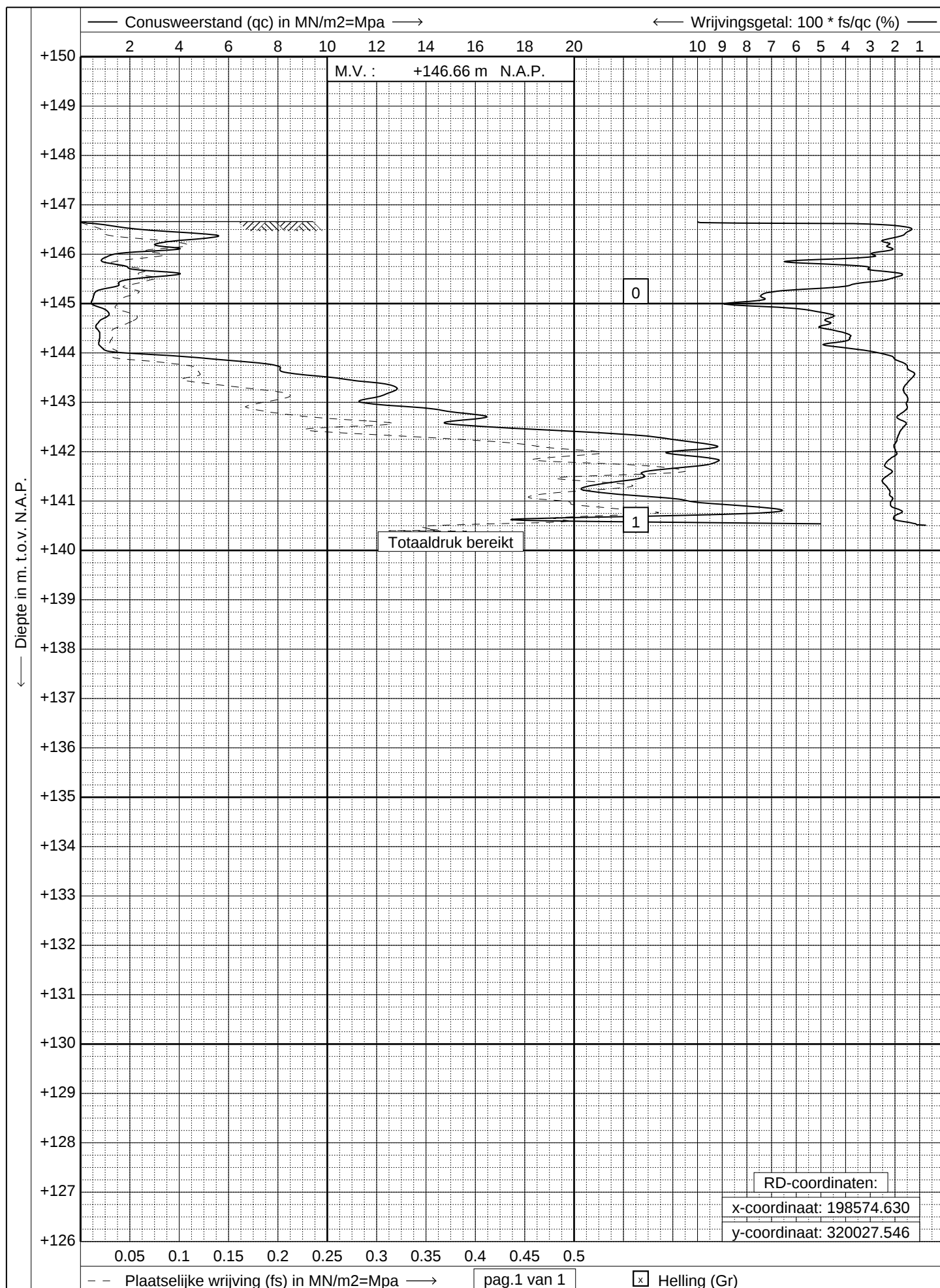
Locatie : **Vullingsweg 64 te Heerlen**

Datum : **03-11-2020**

Conus : **S15-CFI.1522**

Opdracht : **GA200004.020**

Sondering : **05**



GEONIUS

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

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

Project : **BMV Heerlerbaan**

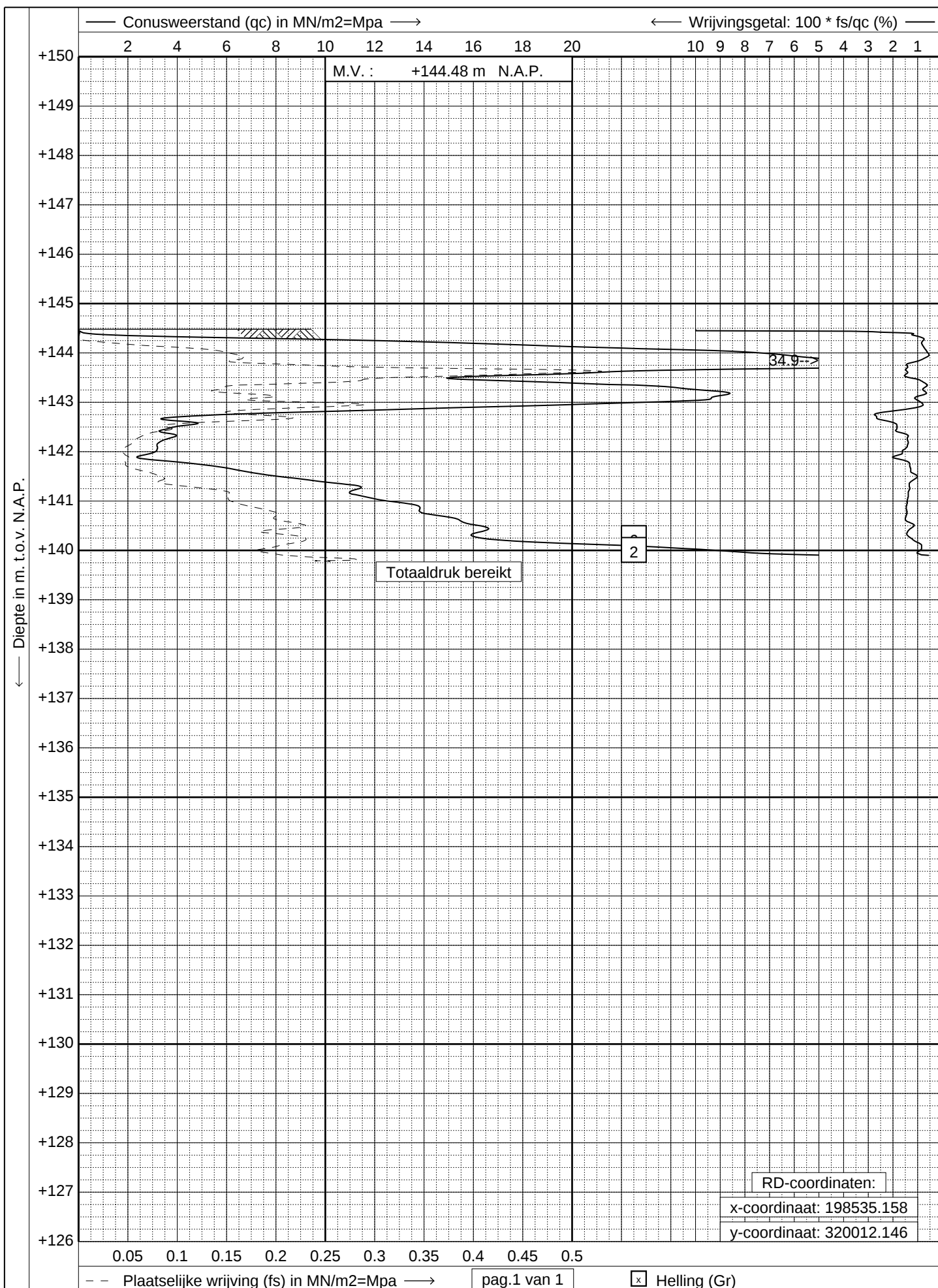
Locatie : **Vullingsweg 64 te Heerlen**

Datum : **03-11-2020**

Conus : **S15-CFI.1522**

Opdracht : **GA200004.020**

Sondering : **06**



GEONIUS

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

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

Project : **BMV Heerlerbaan**

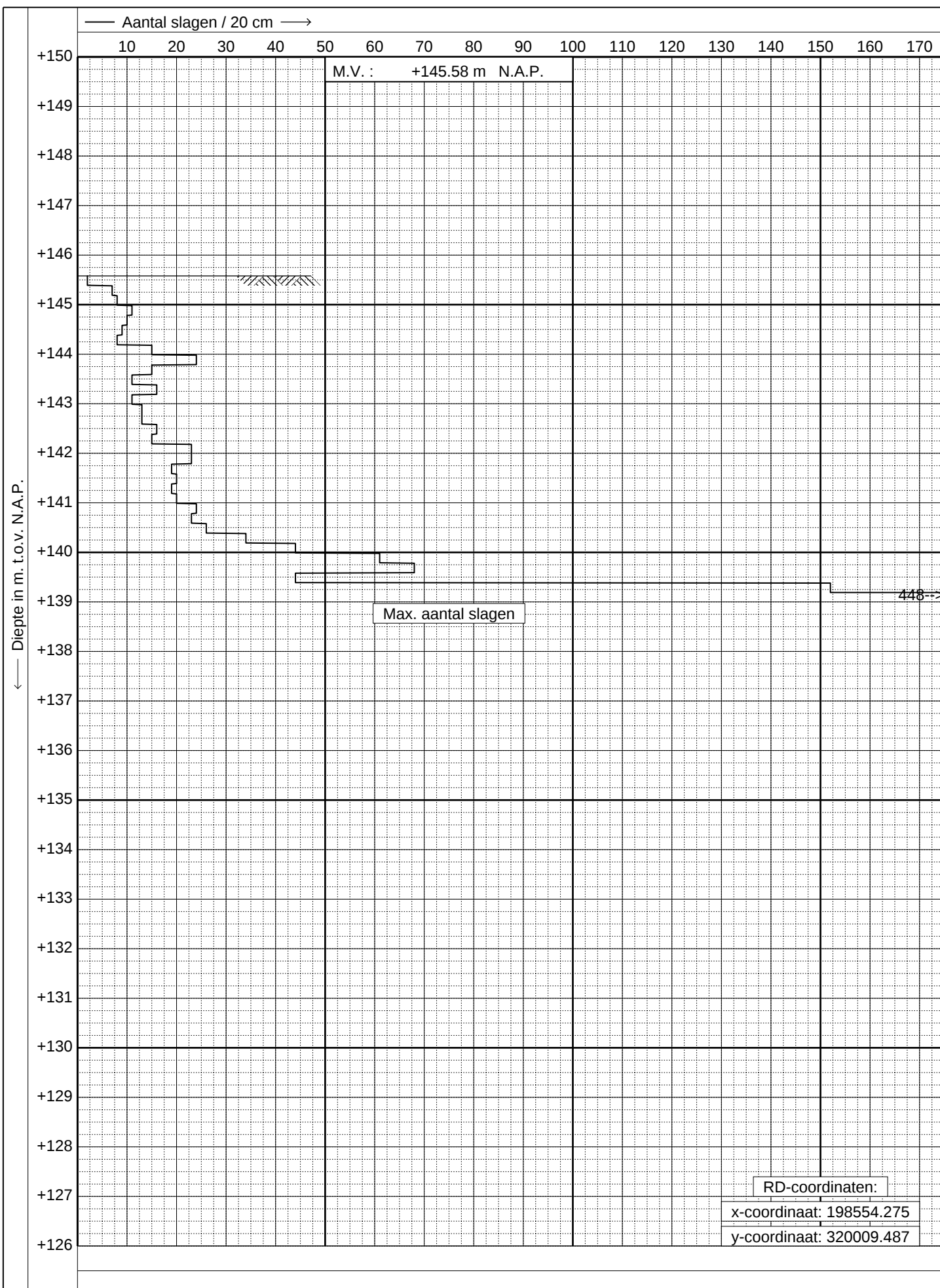
Locatie : **Vullingsweg 64 te Heerlen**

Datum : **03-11-2020**

Conus : **S15-CFI.1522**

Opdracht : **GA200004.020**

Sondering : **07**



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 : **BMV Heerlerbaan**

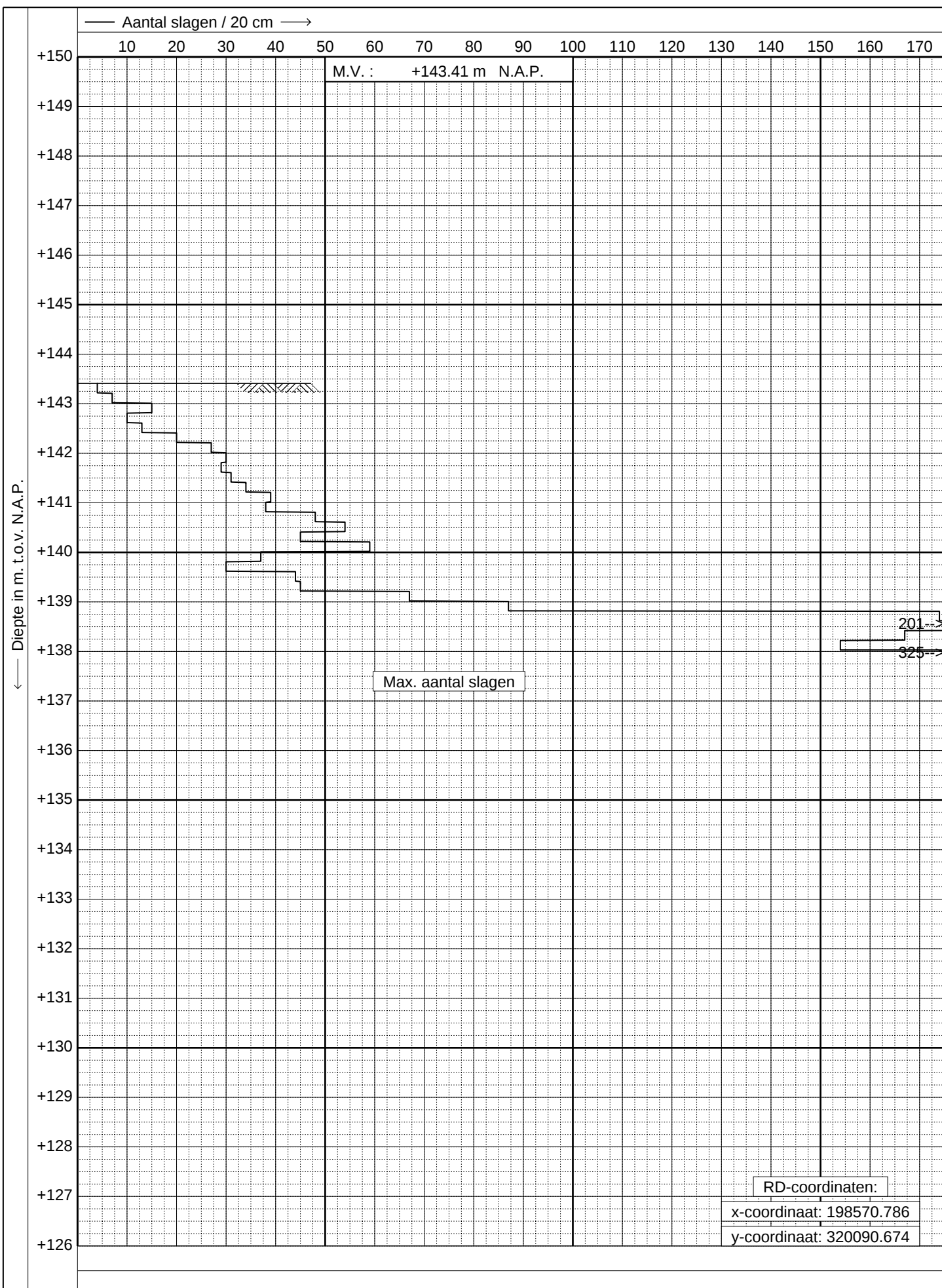
Locatie : **Vullingsweg 64 te Heerlen**

Datum : **12-11-2020**

Conus : **Z**

Opdracht : **GA200004.020**

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 : **BMV Heerlerbaan**

Locatie : **Vullingsweg 64 te Heerlen**

Datum : **12-11-2020**

Conus : **Z**

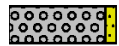
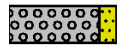
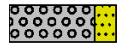
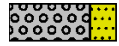
Opdracht : **GA200004.020**

Sondering : **09**

Bijlage 3 Boringen

Legenda (conform NEN 5104)

grind

	Grind, siltig
	Grind, zwak zandig
	Grind, matig zandig
	Grind, sterk zandig
	Grind, uiterst zandig

zand

	Zand, kleiig
	Zand, zwak siltig
	Zand, matig siltig
	Zand, sterk siltig
	Zand, uiterst siltig

veen

	Veen, mineraalarm
	Veen, zwak kleiig
	Veen, sterk kleiig
	Veen, zwak zandig
	Veen, sterk zandig

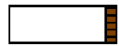
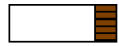
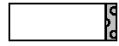
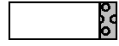
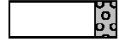
klei

	Klei, zwak siltig
	Klei, matig siltig
	Klei, sterk siltig
	Klei, uiterst siltig
	Klei, zwak zandig
	Klei, matig zandig
	Klei, sterk zandig

leem

	Leem, zwak zandig
	Leem, sterk zandig

overige toevoegingen

	zwak humeus
	matig humeus
	sterk humeus
	zwak grindig
	matig grindig
	sterk grindig

geur

	geen geur
	zwakke geur
	matige geur
	sterke geur
	uiterste geur

olie

	geen olie-water reactie
	zwakke olie-water reactie
	matige olie-water reactie
	sterke olie-water reactie
	uiterste olie-water reactie

p.i.d.-waarde

	>0
	>1
	>10
	>100
	>1000
	>10000

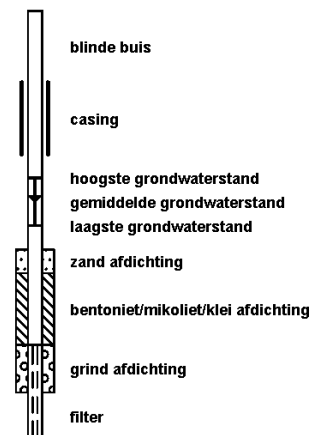
monsters

	geroerd monster
	ongeroid monster
	volumering

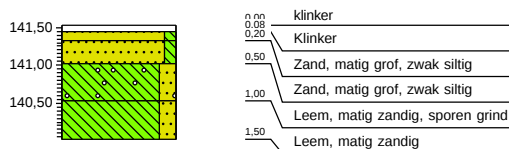
overig

	bijzonder bestanddeel
	Gemiddeld hoogste grondwaterstand
	grondwaterstand
	Gemiddeld laagste grondwaterstand
	slib
	water

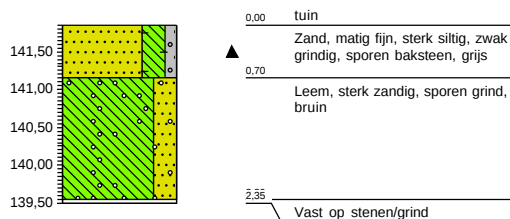
peilbuis



boring: VB01
Maaiveldhoogte: 141,53 m.t.o.v. N.A.P.
cm.-mv.
Datum: 17-11-2020
Opmerking: Bij ZS01



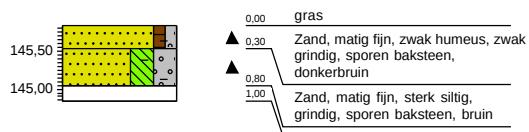
boring: DB01
Maaiveldhoogte: 141,85 m.t.o.v. N.A.P.
cm.-mv.
Datum: 11-11-2020



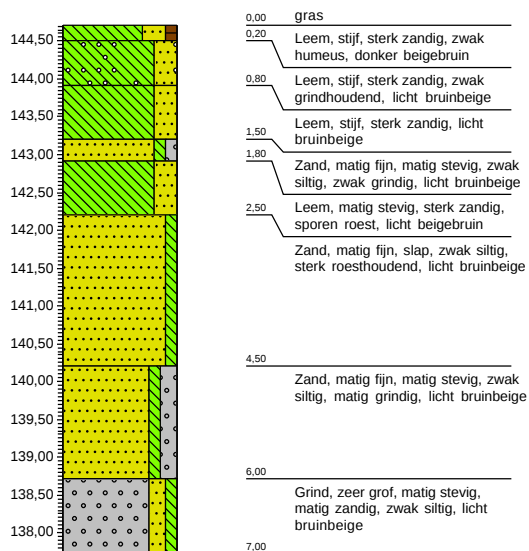
boring: DB02
Maaiveldhoogte: 144,82 m.t.o.v. N.A.P.
cm.-mv.
Datum: 11-11-2020



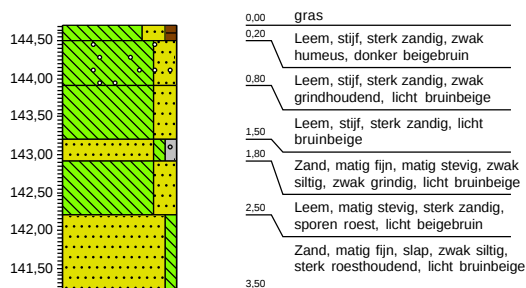
boring: DB03
Maaiveldhoogte: 145,84 m.t.o.v. N.A.P.
cm.-mv.
Datum: 11-11-2020
Opmerking: Na 6 pogingen nergens dieper dan 1m mogelijk



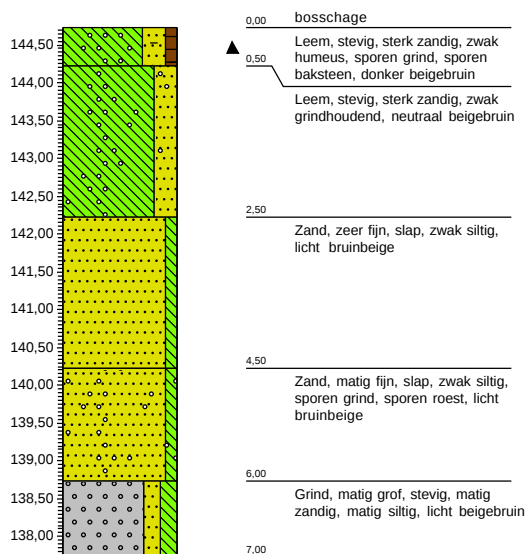
boring: DB04
Maaiveldhoogte: 144,71 m.t.o.v. N.A.P.
cm. -mv.
Datum: 13-11-2020



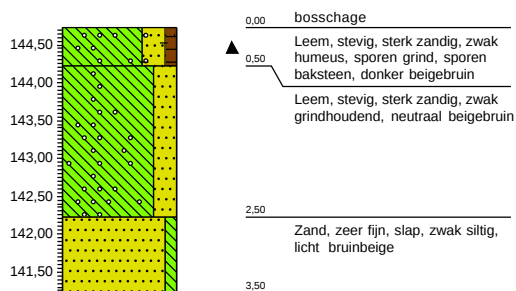
boring: DB04A
Maaiveldhoogte: 144,71 m.t.o.v. N.A.P.
cm. -mv.
Datum: 13-11-2020



boring: Db05
Maaiveldhoogte: 144,73 m.t.o.v. N.A.P.
cm. -mv.
Datum: 13-11-2020



boring: DB05A
Maaiveldhoogte: 144,73 m.t.o.v. N.A.P.
cm. -mv.
Datum: 13-11-2020



Bijlage 4 Doorlatendheidsmetingen

Projectomschrijving: Nieuwbouw BMV
 Locatie: Heerlerbaan
 Boornummer: DB01

Opdrachtnr. GA200004.020
 Traject (m-mv) 1,3 - 2,3
 Meting DM01

Formule om de doorlatendheid volgens Porchet te bepalen :

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

Hierbij is :

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

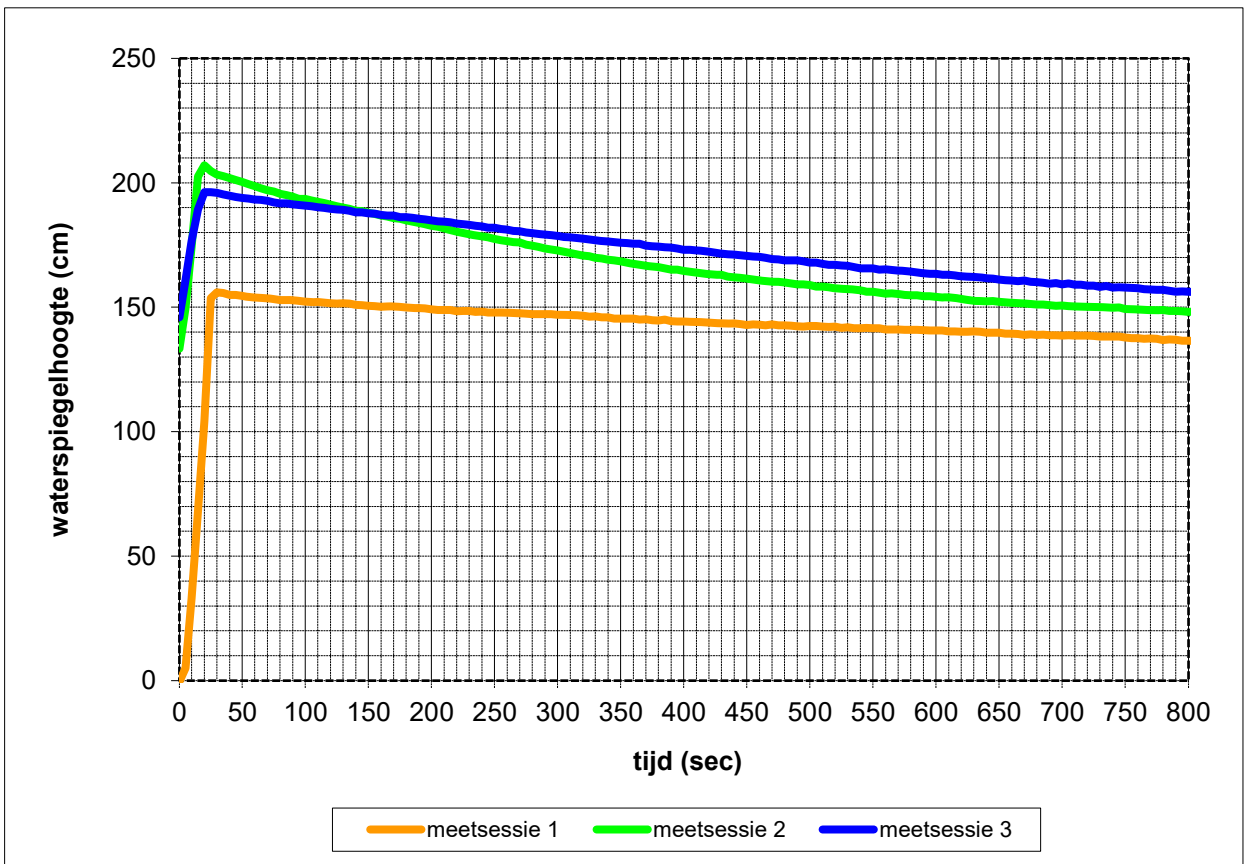
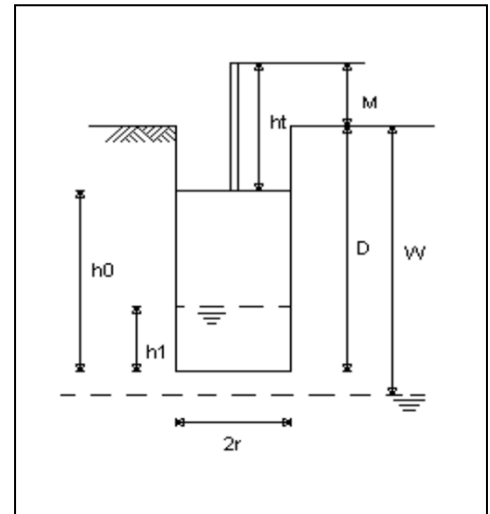
h_1 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_1$

r = boogtradius

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

Onderzoekswaarden

Diepte boorgat	D :	270	cm
Standaardhoogte	M :	10	cm
Radius boorgat	R :	3,5	cm
Grondwater	W :	0	cm



Meetsessie 1

t_0 =	150	sec
h_0 =	150,62	cm
t_1 =	800	sec
h_1 =	136,50	cm
k_f =	2,61E-06	m/s
k_f =	0,23	m/dag
rc =	-2,17E-04	m/s

Meetsessie 2

t_0 =	200	sec
h_0 =	182,76	cm
t_1 =	800	sec
h_1 =	148,11	cm
k_f =	6,06E-06	m/s
k_f =	0,52	m/dag
rc =	-5,78E-04	m/s

Meetsessie 3

t_0 =	200	sec
h_0 =	184,86	cm
t_1 =	800	sec
h_1 =	156,28	cm
k_f =	4,84E-06	m/s
k_f =	0,42	m/dag
rc =	-4,76E-04	m/s

Formule om de doorlatendheid volgens Porchet te bepalen :

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

Hierbij is :

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

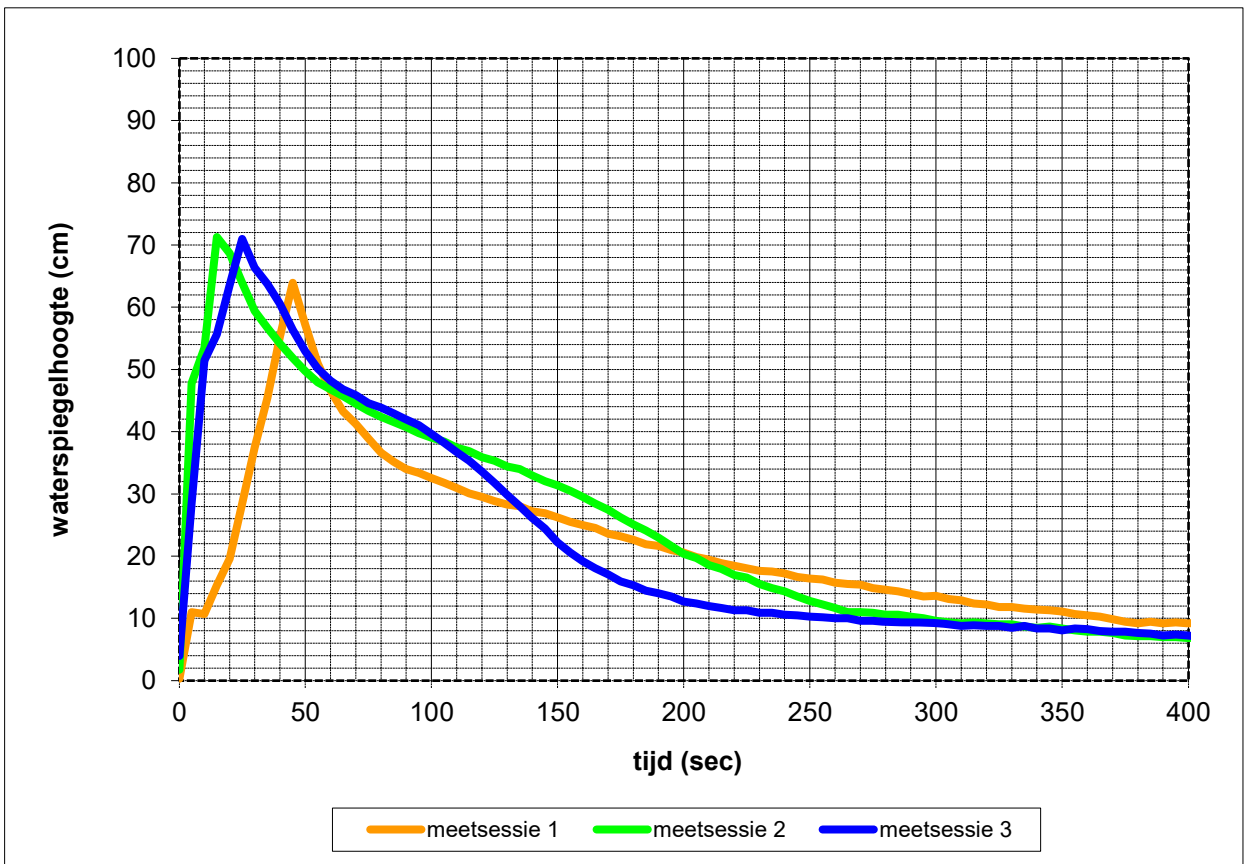
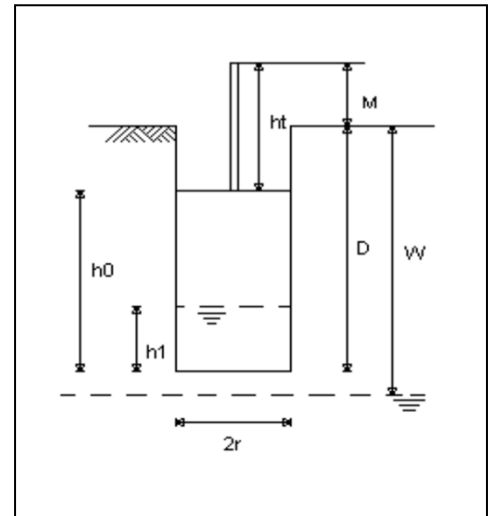
h_1 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_1$

r = boogtradius

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

Onderzoekswaarden

Diepte boorgat	D :	85	cm
Standaardhoogte	M :	15	cm
Radius boorgat	R :	3,5	cm
Grondwater	W :	0	cm



Meetsessie 1

t_0 =	200	sec
h_0 =	20,56	cm
t_1 =	300	sec
h_1 =	13,62	cm
k_f =	6,52E-05	m/s
k_f =	5,63	m/dag
rc =	-6,94E-04	m/s

Meetsessie 2

t_0 =	50	sec
h_0 =	49,72	cm
t_1 =	350	sec
h_1 =	8,37	cm
k_f =	9,48E-05	m/s
k_f =	8,19	m/dag
rc =	-1,38E-03	m/s

Meetsessie 3

t_0 =	150	sec
h_0 =	22,19	cm
t_1 =	300	sec
h_1 =	9,18	cm
k_f =	9,13E-05	m/s
k_f =	7,89	m/dag
rc =	-8,67E-04	m/s

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 $t = t_0$

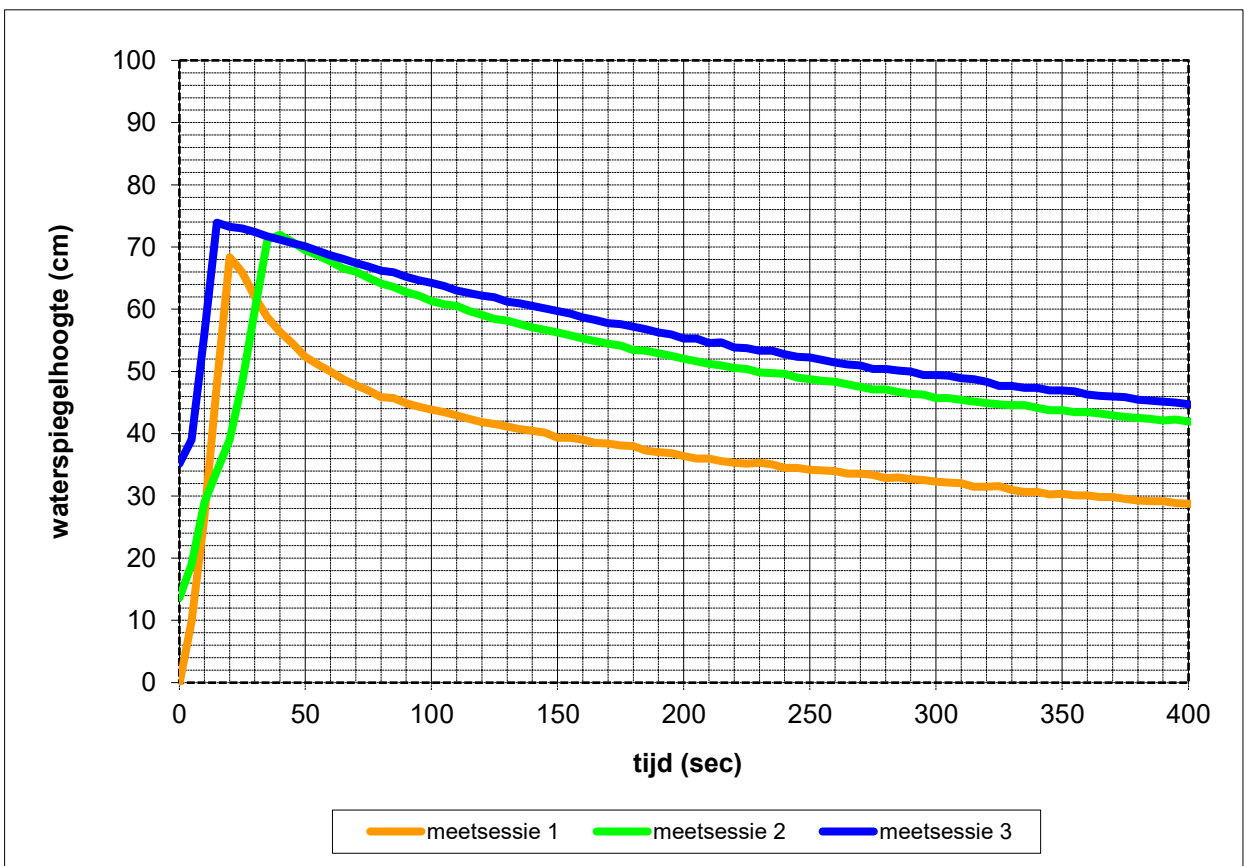
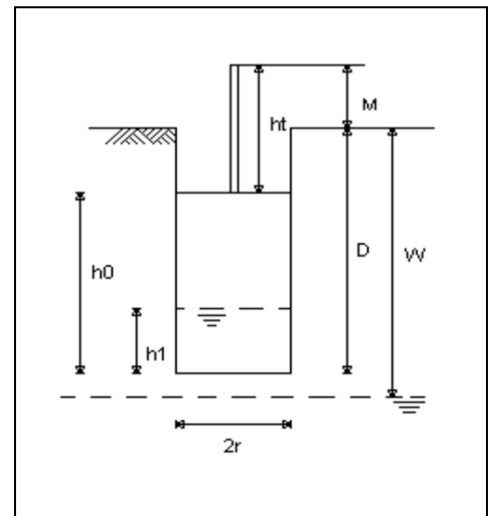
h_1 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_1$

r = boorgatradius

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

Onderzoekswaarden

Diepte boorgat	D :	100	cm
Standaardhoogte	M :	0	cm
Radius boorgat	R :	3,5	cm
Grondwater	W :	0	cm



Meetsessie 1

t_0 =	150	sec
h_0 =	39,34	cm
t_1 =	400	sec
h_1 =	28,72	cm
k_f =	2,09E-05	m/s
k_f =	1,81	m/dag
rc =	-4,25E-04	m/s

Meetsessie 2

t_0 =	150	sec
h_0 =	56,26	cm
t_1 =	400	sec
h_1 =	41,97	cm
k_f =	1,98E-05	m/s
k_f =	1,71	m/dag
rc =	-5,72E-04	m/s

Meetsessie 3

t_0 =	150	sec
h_0 =	59,70	cm
t_1 =	400	sec
h_1 =	44,77	cm
k_f =	1,95E-05	m/s
k_f =	1,68	m/dag
rc =	-5,97E-04	m/s

Formule om de doorlatendheid volgens Porchet te bepalen :

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

Hierbij is :

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

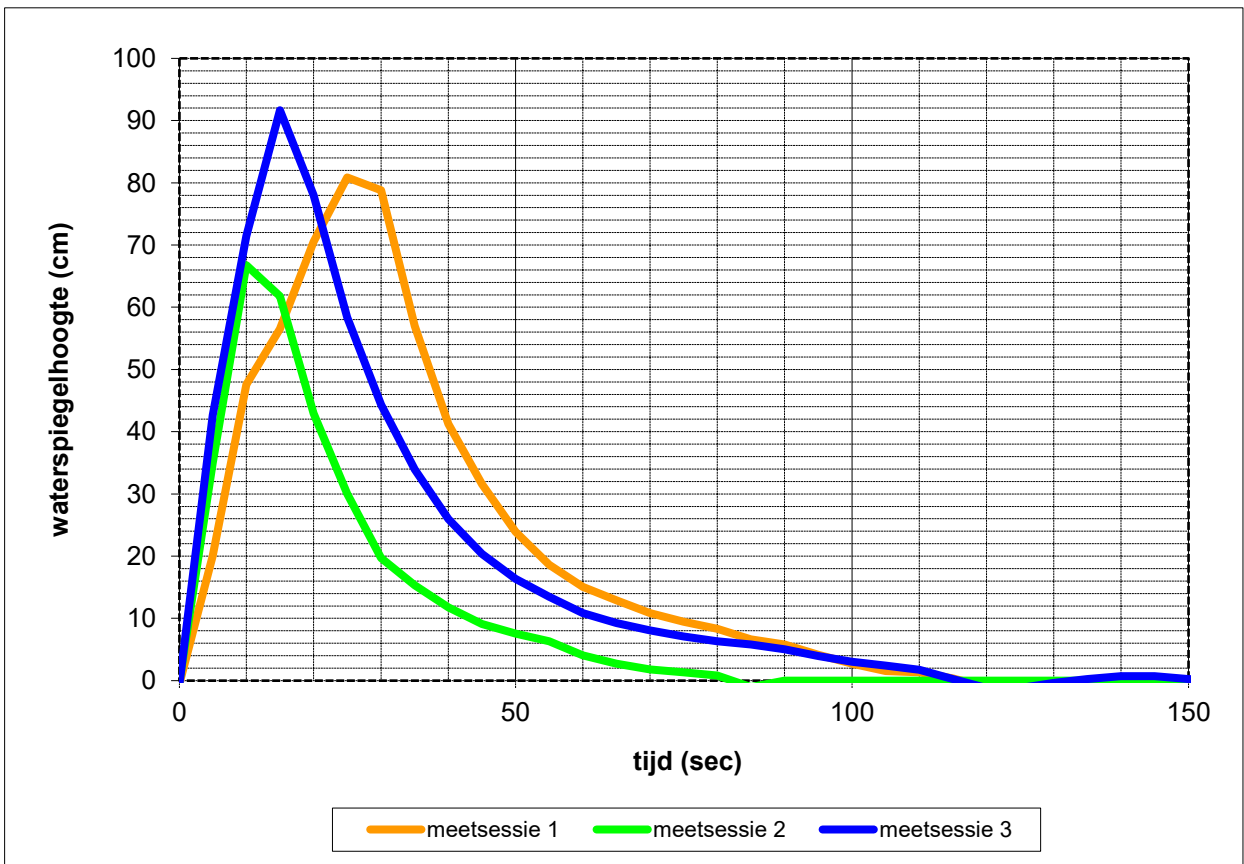
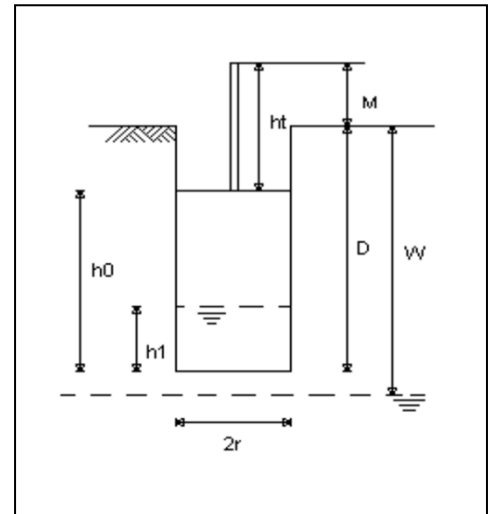
h_1 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_1$

r = boogtradius

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

Onderzoekswaarden

Diepte boorgat	D :	400	cm
Standaardhoogte	M :	0	cm
Radius boorgat	R :	5	cm
Grondwater	W :	0	cm



Meetsessie 1

t_0 =	60	sec
h_0 =	15,04	cm
t_1 =	100	sec
h_1 =	2,73	cm
k_f =	7,55E-04	m/s
k_f =	65,25	m/dag
rc =	-3,08E-03	m/s

Meetsessie 2

t_0 =	50	sec
h_0 =	7,58	cm
t_1 =	80	sec
h_1 =	0,81	cm
k_f =	9,27E-04	m/s
k_f =	80,10	m/dag
rc =	-2,26E-03	m/s

Meetsessie 3

t_0 =	30	sec
h_0 =	44,33	cm
t_1 =	100	sec
h_1 =	3,03	cm
k_f =	7,62E-04	m/s
k_f =	65,87	m/dag
rc =	-5,90E-03	m/s

Formule om de doorlatendheid volgens Porchet te bepalen :

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

Hierbij is :

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

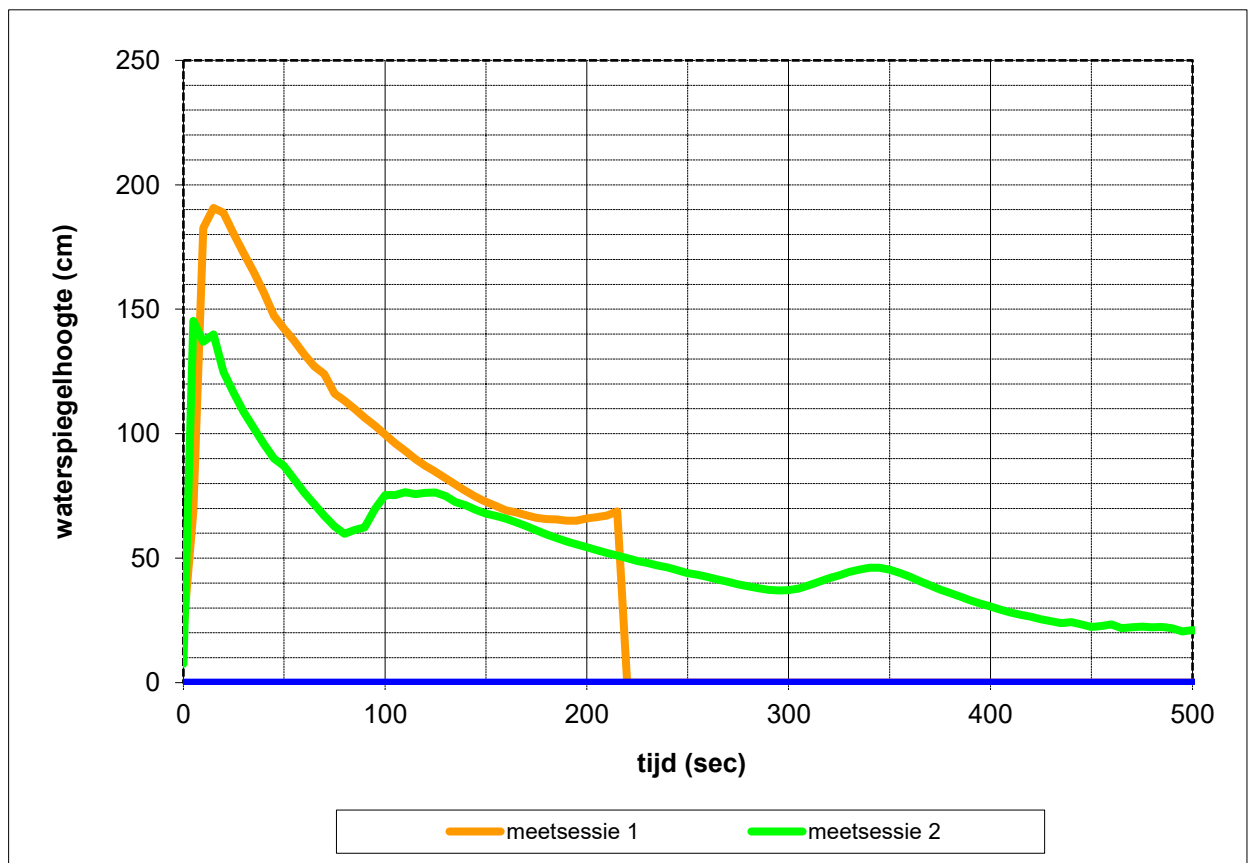
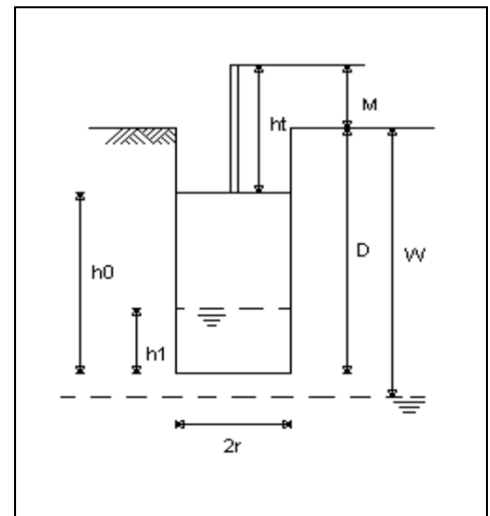
h_1 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_1$

r = boogtradius

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

Onderzoekswaarden

Diepte boorgat	D :	700	6-
Standaardhoogte	M :	0	cm
Radiusboorgat	R :	5	cm
Grondwater	W :	0	cm



Meetsessie 1

t_0 =	130	sec
h_0 =	81,97	cm
t_1 =	200	sec
h_1 =	65,98	cm
k_f =	7,48E-05	m/s
k_f =	6,47	m/dag
rc =	-2,28E-03	m/s

Meetsessie 2

t_0 =	85	sec
h_0 =	61,38	cm
t_1 =	450	sec
h_1 =	22,41	cm
k_f =	6,44E-05	m/s
k_f =	5,57	m/dag
rc =	-1,07E-03	m/s

Formule om de doorlatendheid volgens Porchet te bepalen :

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

Hierbij is :

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

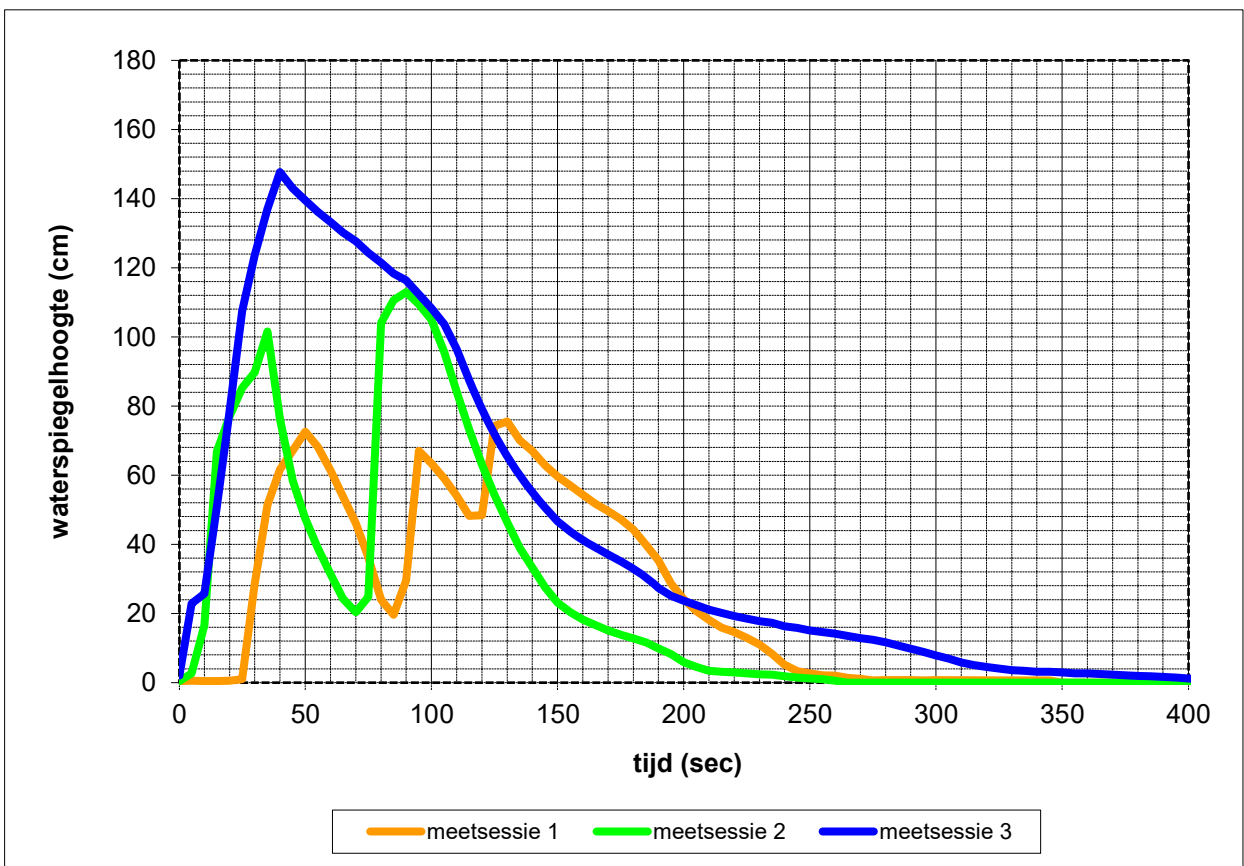
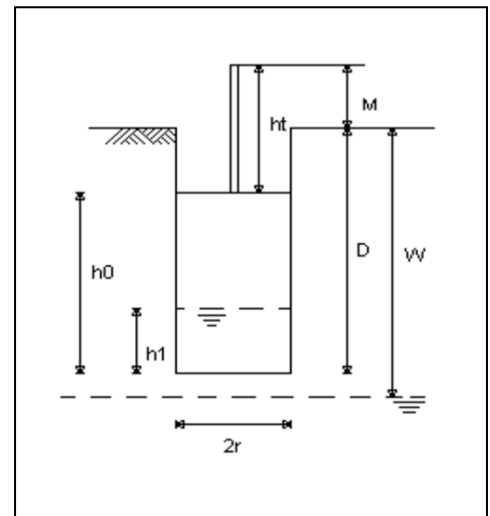
h_1 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_1$

r = boogtradius

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

Onderzoekswaarden

Diepte boorgat	D :	400	cm
Standaardhoogte	M :	10	cm
Radius boorgat	R :	5	cm
Grondwater	W :	0	cm



Meetsessie 1

t_0 =	100	sec
h_0 =	63,37	cm
t_1 =	200	sec
h_1 =	24,11	cm
k_f =	2,26E-04	m/s
k_f =	19,56	m/dag
rc =	-3,93E-03	m/s

Meetsessie 2

t_0 =	60	sec
h_0 =	31,40	cm
t_1 =	250	sec
h_1 =	1,18	cm
k_f =	2,92E-04	m/s
k_f =	25,21	m/dag
rc =	-1,59E-03	m/s

Meetsessie 3

t_0 =	200	sec
h_0 =	23,64	cm
t_1 =	300	sec
h_1 =	7,89	cm
k_f =	2,30E-04	m/s
k_f =	19,90	m/dag
rc =	-1,58E-03	m/s

Bijlage 5 Paalberekeningen

Rapport voor D-Foundations 19.1

Ontwerp en Verificatie volgens Eurocode 7 van Stroom- en Paalfunderingen
Ontwikkeld door Deltares



Bedrijfsnaam: Geonius Geotechniek B.V.

Datum van rapport: 1-12-2020
Tijd van rapport: 13:22:29
Rapport met versie: 19.1.1.23780

Datum van berekening: 1-12-2020
Tijd van berekening: 13:21:50
Berekend met versie: 19.1.1.23780

Bestandsnaam: C:\Users\p.stroosma\Desktop\GA200004.020

Projectbeschrijving: BMV Heerlerbaan
Vullingsweg 64 te Heerlen
D-Foundations GA200004.020

1 Inhoudsopgave

1 Inhoudsopgave	2
2 Invoergegevens	3
2.1 Algemene Invoergegevens	3
2.2 Rapportage Gegevens	3
2.3 Toepassingsgebied Model Bearing Piles	3
2.4 Bovenbouw	3
2.5 Paaltypen	3
2.5.1 Paaltype : Round 400	3
2.5.2 Paaltype : Round 500	3
2.5.3 Paaltype : Round 600	4
2.6 Opgegeven Parameters	4
2.7 Model Opties	4
2.8 Model Opties	5
3 Bearing Piles (EC7-NL): Resultaten van de optie Voorontwerp-Draagkracht bij vaste PPN's	6
3.1 Rekenparameters	6
3.1.1 Factoren Paal	6
3.1.2 Paaltype : Round 400	6
3.1.3 Paaltype : Round 500	6
3.1.4 Paaltype : Round 600	7
3.2 Overzicht bij paaltype : Round 400	8
3.3 Overzicht bij paaltype : Round 500	8
3.4 Overzicht bij paaltype : Round 600	8
3.5 Samenvatting Rekenwaarde Draagkracht in kN	8

2 Invoergegevens

2.1 Algemene Invoergegevens

Model Bearing Piles (EC7-NL)

2.2 Rapportage Gegevens

Geotechnisch adviseur : Geonius Geotechniek B.V.
 Constructeur bovenbouw :
 Opdrachtgever :
 Titel 1 : BMV Heerlerbaan
 Titel 2 : Vullingsweg 64 te Heerlen
 Titel 3 : D-Foundations GA200004.020
 Nummer project : GA200004.020
 Locatie project :

2.3 Toepassingsgebied Model Bearing Piles

De toetsingen uitgevoerd door het model BEARING PILES van D-FOUNDATIONS hebben betrekking op paalfunderingen waarop statische of quasi-statische belastingen werken die drukkrachten in de palen veroorzaken met dien verstande dat de berekening van de paalkrachten en de vervormingen is gebaseerd op sonderingen. Eventuele rijzing van (trek-)palen en mogelijke horizontale verplaatsingen van palen zijn niet in deze toetsingen opgenomen.

2.4 Bovenbouw

Stijfheidskarakteristiek : Slap

2.5 Paaltypen

2.5.1 Paaltype : Round 400

Paaltype : Eigen paaltype (trillings-arm)
 Nota Bene: Dit user defined paaltype wordt beschouwd als een in de grondgevormd paaltype.
 Daarom zal voor de karakteristieke waarde van de wrijfinghoek (delta) $1.0 \cdot \phi$ worden aangehouden.

Paaltype voor bepaling uitvoeringsfactor α_s in zand/grind:
 Avegaarpaal

Paaltype voor bepaling uitvoeringsfactor α_s in klei/leem/veen:
 Eigen paaltype
 α_s klei/leem/veen : 0.0060
 Een van de norm afwijkend type, onderbouwing gekozen α_s nodig.

Paaltype voor bepaling paalklasse factor α_p :
 Avegaarpaal

Paaltype voor gebruik in last-/zakkingsdiagrammen : 2
 Materiaaltype paal : Beton
 Gladheidsbehandeling voor paal : Geen gladheidsbehandeling
 Paalvorm : Ronde paal
 beta (Paalvoetvormfactor) conform figuur 7.i, NEN 9997-1:2016.
 s (factor voor de invloed vorm dwarsdoorsnede paalvoet) conform NEN 9997-1:2016.

Paalafmetingen :
 Diameter [m] : 0.400

2.5.2 Paaltype : Round 500

Paaltype : Eigen paaltype (trillings-arm)
 Nota Bene: Dit user defined paaltype wordt beschouwd als een in de grondgevormd paaltype.

Daarom zal voor de karakteristieke waarde van de wrijvingshoek (δ) $1.0 \cdot \phi$ worden aangehouden.

Paaltype voor bepaling uitvoeringsfactor α_s in zand/grind:
Avegapaal

Paaltype voor bepaling uitvoeringsfactor α_s in klei/leem/veen:

Eigen paaltype

α_s klei/leem/veen :

0.0060

Een van de norm afwijkend type, onderbouwing gekozen α_s nodig.

Paaltype voor bepaling paalklasse factor α_p :

Avegapaal

Paaltype voor gebruik in last-/zakkingsdiagrammen :

2

Materiaaltype paal :

Beton

Gladheidsbehandeling voor paal :

Geen gladheidsbehandeling

Paalvorm :

Ronde paal

beta (Paalvoetvormfactor) conform figuur 7.i, NEN 9997-1:2016.

s (factor voor de invloed vorm dwarsdoorsnede paalvoet) conform NEN 9997-1:2016.

Paalafmetingen :

Diameter [m] :

0.500

2.5.3 Paaltype : Round 600

Paaltype :

Eigen paaltype (trillings-arm)

Nota Bene: Dit user defined paaltype wordt beschouwd als een in de grond gevormd paaltype.

Daarom zal voor de karakteristieke waarde van de wrijvingshoek (δ) $1.0 \cdot \phi$ worden aangehouden.

Paaltype voor bepaling uitvoeringsfactor α_s in zand/grind:

Avegapaal

Paaltype voor bepaling uitvoeringsfactor α_s in klei/leem/veen:

Eigen paaltype

α_s klei/leem/veen :

0.0060

Een van de norm afwijkend type, onderbouwing gekozen α_s nodig.

Paaltype voor bepaling paalklasse factor α_p :

Avegapaal

Paaltype voor gebruik in last-/zakkingsdiagrammen :

2

Materiaaltype paal :

Beton

Gladheidsbehandeling voor paal :

Geen gladheidsbehandeling

Paalvorm :

Ronde paal

beta (Paalvoetvormfactor) conform figuur 7.i, NEN 9997-1:2016.

s (factor voor de invloed vorm dwarsdoorsnede paalvoet) conform NEN 9997-1:2016.

Paalafmetingen :

Diameter [m] :

0.600

2.6 Opgegeven Parameters

Opgegeven ksi3-factor [-] :

1.39

Opgegeven ksi4-factor [-] :

1.39

2.7 Model Opties

Onderdruk gebruik paalgroep (bij negatieve kleeft)

Gebruik tussenresultaten file

Pas reductie toe bij avegaar (standaard)

Gebruik de invloed van ontgravingen (standaard).

2.8 Model Opties

Geselecteerde paaltypen :

- Round 400
- Round 500
- Round 600

Geselecteerde profielen :

- 01
- 02
- 04
- 05
- 06
- 07
- 08
- 09

3 Bearing Piles (EC7-NL): Resultaten van de optie Voorontwerp-Draagkracht bij vaste PPN

3.1 Rekenparameters

3.1.1 Factoren Paal

gamma;b (NEN 9997-1:2016, tabel A.6 A.7 A.8, Grenstoestand EQU/STR/GEO) :	1.20
gamma;b (NEN 9997-1:2016, tabel A.6 A.7 A.8, de Bruikbaarheidsgrenstoestand) :	1.00
gamma;s (NEN 9997-1:2016, tabel A.6 A.7 A.8, Grenstoestand EQU/STR/GEO) :	1.20
gamma;s (NEN 9997-1:2016, tabel A.6 A.7 A.8, de Bruikbaarheidsgrenstoestand) :	1.00
ksi3 (naar eigen opgave) :	1.39
ksi4 (naar eigen opgave) :	1.39

3.1.2 Paaltype : Round 400

Paaltype : Eigen paaltype (trillings-arm)
 Nota Bene: Dit user defined paaltype wordt beschouwd als een in de grond gevormd paaltype.
 Daarom zal voor de karakteristieke waarde van de wrijvingshoek (delta) $1.0 \cdot \phi$ worden aangehouden.

Paaltype voor bepaling uitvoeringsfactor alpha_s in zand/grind:
 Avegaarpaal

Paaltype voor bepaling uitvoeringsfactor alpha_s in klei/leem/veen:
 Eigen paaltype
 alpha_s klei/leem/veen : 0.0060
 Een van de norm afwijkend type, onderbouwing gekozen alpha_s nodig.

Paaltype voor bepaling paalklasse factor alpha_p :
 Avegaarpaal

Paaltype voor gebruik in last-/zakingsdiagrammen : 2
 Materiaaltype paal : Beton
 Gladheidsbehandeling voor paal : Geen gladheidsbehandeling
 Paalvorm : Ronde paal
 beta (Paalvoetvormfactor; figuur 7.i, NEN 9997-1:2016 art. 7.6.2.3(g) : 1.00
 s (NEN 9997-1:2016 art. 7.6.2.3(h) : factor voor invloed vorm dwarsdoorsnede paalvoet) : 1.00

Paalafmetingen :
 Diameter [m] : 0.400

Nummer/Naam Sondering	Alpha_s Zand/ Grind	Alpha_s Klei/Leem Veen	Alpha_p
0:01	0.0060	0.0060	0.5600
1:02	0.0060	0.0060	0.5600
2:04	0.0060	--	0.5600
3:05	0.0060	0.0060	0.5600
4:06	0.0060	--	0.5600
5:07	0.0060	0.0060	0.5600
6:08	0.0060	--	0.5600
7:09	0.0060	--	0.5600

3.1.3 Paaltype : Round 500

Paaltype : Eigen paaltype (trillings-arm)
 Nota Bene: Dit user defined paaltype wordt beschouwd als een in de grond gevormd paaltype.

Daarom zal voor de karakteristieke waarde van de wrijvingshoek (δ) $1.0 \cdot \phi$ worden aangehouden.

Paaltype voor bepaling uitvoeringsfactor α_s in zand/grind:
Avegaarpaal

Paaltype voor bepaling uitvoeringsfactor α_s in klei/leem/veen:

Eigen paaltype

α_s klei/leem/veen :

0.0060

Een van de norm afwijkend type, onderbouwing gekozen α_s nodig.

Paaltype voor bepaling paalklasse factor α_p :

Avegaarpaal

Paaltype voor gebruik in last-/zakkingsdiagrammen :

2

Materiaaltype paal :

Beton

Gladheidsbehandeling voor paal :

Geen gladheidsbehandeling

Paalvorm :

Ronde paal

beta (Paalvoetvormfactor; figuur 7.i, NEN 9997-1:2016

art. 7.6.2.3(g) :

1.00

s (NEN 9997-1:2016 art. 7.6.2.3(h) : factor voor

invloed vorm dwarsdoorsnede paalvoet) :

1.00

Paalafmetingen :

Diameter [m] :

0.500

Nummer/Naam Sondering	Alpha_s Zand/ Grind	Alpha_s Klei/Leem Veen	Alpha_p
0:01	0.0060	0.0060	0.5600
1:02	0.0060	0.0060	0.5600
2:04	0.0060	--	0.5600
3:05	0.0060	0.0060	0.5600
4:06	0.0060	--	0.5600
5:07	0.0060	0.0060	0.5600
6:08	0.0060	--	0.5600
7:09	0.0060	--	0.5600

3.1.4 Paaltype : Round 600

Paaltype :

Eigen paaltype (trillings-arm)

Nota Bene: Dit user defined paaltype wordt beschouwd als een in de grond gevormd paaltype.

Daarom zal voor de karakteristieke waarde van de wrijvingshoek (δ) $1.0 \cdot \phi$ worden aangehouden.

Paaltype voor bepaling uitvoeringsfactor α_s in zand/grind:

Avegaarpaal

Paaltype voor bepaling uitvoeringsfactor α_s in klei/leem/veen:

Eigen paaltype

α_s klei/leem/veen :

0.0060

Een van de norm afwijkend type, onderbouwing gekozen α_s nodig.

Paaltype voor bepaling paalklasse factor α_p :

Avegaarpaal

Paaltype voor gebruik in last-/zakkingsdiagrammen :

2

Materiaaltype paal :

Beton

Gladheidsbehandeling voor paal :

Geen gladheidsbehandeling

Paalvorm :

Ronde paal

beta (Paalvoetvormfactor; figuur 7.i, NEN 9997-1:2016

art. 7.6.2.3(g) :

1.00

s (NEN 9997-1:2016 art. 7.6.2.3(h) : factor voor

invloed vorm dwarsdoorsnede paalvoet) :

1.00

Paalafmetingen :

Diameter [m] :

0.600

Nummer/Naam Sondering	Alpha_s Zand/ Grind	Alpha_s Klei/Leem Veen	Alpha_p
0:01	0.0060	0.0060	0.5600
1:02	0.0060	0.0060	0.5600
2:04	0.0060	--	0.5600
3:05	0.0060	0.0060	0.5600
4:06	0.0060	--	0.5600
5:07	0.0060	0.0060	0.5600
6:08	0.0060	--	0.5600
7:09	0.0060	--	0.5600

3.2 Overzicht bij paaltype : Round 400

Nummer/Naam Sondering	PPN [m R.N.]	Maaiveld [m R.N.]	Rb;cal;max [kN]	Rs;cal;max [kN]	Rc;cal;max [kN]	Rc;d [kN]	F;nk;k [kN]	Fnk;d [kN]
0:01	138.00	141.53	631	174	805	483	0	0
1:02	138.00	143.01	594	250	844	506	0	0
2:04	138.00	144.85	598	532	1130	677	0	0
3:05	138.00	144.52	598	280	878	526	0	0
4:06	138.00	146.66	539	477	1016	609	0	0
5:07	138.00	144.48	598	414	1013	607	0	0
6:08	138.00	145.58	571	475	1046	627	0	0
7:09	138.00	143.41	614	491	1106	663	0	0

3.3 Overzicht bij paaltype : Round 500

Nummer/Naam Sondering	PPN [m R.N.]	Maaiveld [m R.N.]	Rb;cal;max [kN]	Rs;cal;max [kN]	Rc;cal;max [kN]	Rc;d [kN]	F;nk;k [kN]	Fnk;d [kN]
0:01	138.00	141.53	961	218	1179	707	0	0
1:02	138.00	143.01	923	313	1236	741	0	0
2:04	138.00	144.85	935	664	1599	959	0	0
3:05	138.00	144.52	935	350	1285	770	0	0
4:06	138.00	146.66	843	596	1439	863	0	0
5:07	138.00	144.48	935	518	1453	871	0	0
6:08	138.00	145.58	892	594	1486	891	0	0
7:09	138.00	143.41	955	614	1569	941	0	0

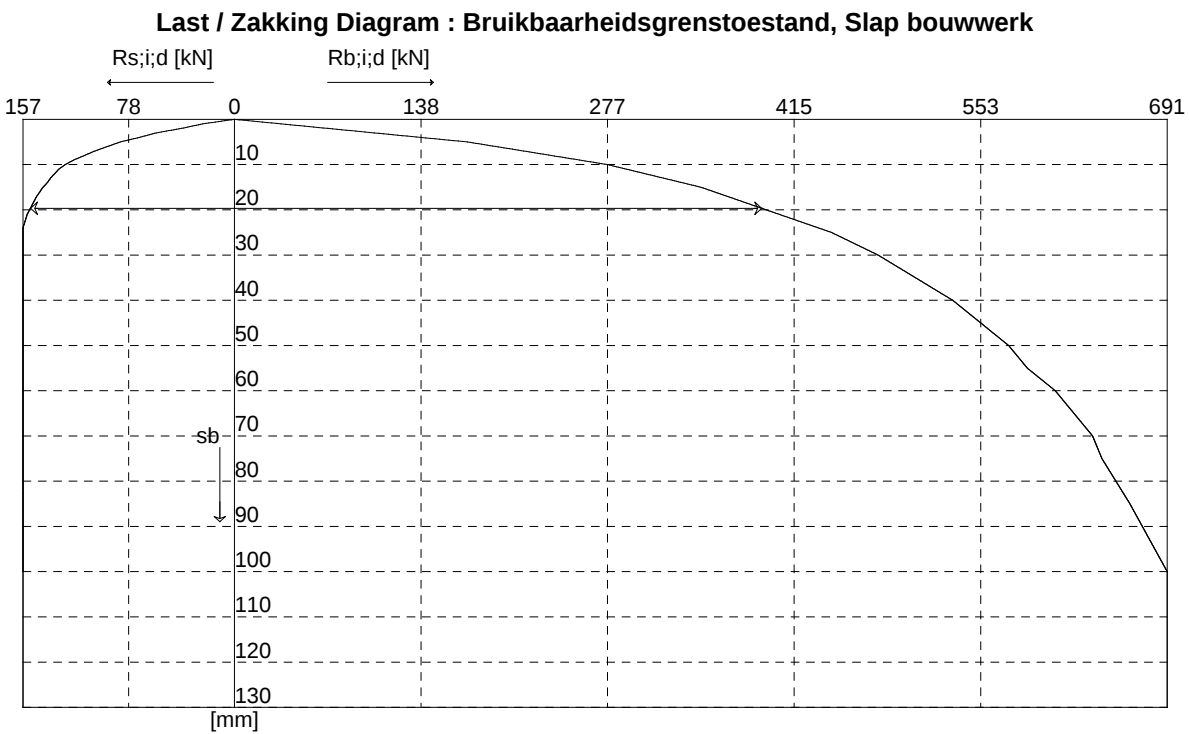
3.4 Overzicht bij paaltype : Round 600

Nummer/Naam Sondering	PPN [m R.N.]	Maaiveld [m R.N.]	Rb;cal;max [kN]	Rs;cal;max [kN]	Rc;cal;max [kN]	Rc;d [kN]	F;nk;k [kN]	Fnk;d [kN]
0:01	138.00	141.53	1366	261	1627	976	0	0
1:02	138.00	143.01	1330	375	1705	1022	0	0
2:04	138.00	144.85	1346	797	2143	1285	0	0
3:05	138.00	144.52	1346	420	1766	1059	0	0
4:06	138.00	146.66	1215	715	1930	1157	0	0
5:07	138.00	144.48	1346	622	1967	1180	0	0
6:08	138.00	145.58	1285	713	1997	1197	0	0
7:09	138.00	143.41	1370	737	2107	1263	0	0

3.5 Samenvatting Rekenwaarde Draagkracht in kN

Nummer/Naam Sondering	Maaiveld [m R.N.]	PPN [m R.N.]	Round 400 Rc;net;d [kN]	Round 500 Rc;net;d [kN]	Round 600 Rc;net;d [kN]
0:01	141.53	138.00	483.00	707.00	976.00
1:02	143.01	138.00	506.00	741.00	1022.00
2:04	144.85	138.00	677.00	959.00	1285.00
3:05	144.52	138.00	526.00	770.00	1059.00
4:06	146.66	138.00	609.00	863.00	1157.00
5:07	144.48	138.00	607.00	871.00	1180.00
6:08	145.58	138.00	627.00	891.00	1197.00
7:09	143.41	138.00	663.00	941.00	1263.00

Einde Rapport



Paal 1 Sond. 01, maatgevende situatie, paaltype : Eigen paaltype (trillings-arm)
 Ronde paal, paalpuntniveau = 138.00 [m], D = 0.500 [m]

Fc;tot;i;d = 542.0 kN sb = 19.7 mm
Rs;i;d = 151.1 kN Rb;i;d = 390.9 kN



De Asseken Kuil
6160 BB Geleen

Tel +31 88 130 0600
Fax

D-Foundations 19.1 : GA200004.020 tel

datum
30-11-2020

get
PSA

BMV Heerlerbaan

Vullingsweg 64 te Heerlen

D-Foundations GA200004.020

GA200004.020

Bijl. B01

form.
A4

Bijlage 6 Richtlijnen uitvoering

Uitvoering

Als richtlijn voor de uitvoering van mortelschroefpalen adviseren we, de weliswaar ingetrokken, voornorm NVN 6724:2001 te hanteren. Hieronder worden nog enkele relevante punten gegeven.

- Palen dienen op een afstand van tenminste 2 m van een bestaande op staal gefundeerde fundering te worden geboord. Een kleinere afstand is toelaatbaar, mits vooraf is vast komen te staan dat door de werkzaamheden geen schade kan ontstaan aan de bestaande fundering en zo nodig ondervangende maatregelen zijn genomen;
- Om beïnvloeding van het draagvermogen van een bestaande paalfundering te voorkomen adviseren wij, bij toepassing van avegapalen met een gelijk of een hoger paalpuntniveau een minimale h.o.h. afstand van 4,5 x de nominale diameter van de bestaande palen vermeerderd met 1,5 x de nominale diameter van de nieuwe palen te hanteren. Indien de nieuwe palen een lager paalpuntniveau hebben adviseren wij een h.o.h. afstand van 6 x de nominale diameter van de bestaande paal vermeerderd met 1,5 x de nominale diameter van de nieuwe paal aan te houden;
- De eerste paal moet zo dicht mogelijk bij een sondering worden gemaakt met het diepste inboorniveau. Indien de opgeboorde grond bedenkingen geeft ten aanzien van het gekozen paalpuntniveau dient onmiddellijk contact te worden opgenomen met de constructeur of Geonius Geotechniek B.V.;
- Indien de palen binnen 4 uur na elkaar worden vervaardigd dient de onderlinge hart op hart afstand tenminste 4x de paaldiameter te bedragen. Indien deze tijd meer dan 4 uur bedraagt mag een minimale hart op hart afstand van 2,5x de paaldiameter worden aangehouden. Na een periode van ca. 24 uur is de specie voldoende uitgehard dat voor deformaties of een doorbraak niet meer hoeft te worden gevreesd;
- De boormotor dient, in combinatie met het gewicht van de stelling, voldoende capaciteit te hebben om de avegaar op diepte te brengen en ook weer te kunnen trekken;
- De inboorsnelheid en de spoed van de avegaar dienen zodanig op elkaar te zijn afgestemd dat de boor zo min mogelijk grond omhoog zal brengen. Opvoer die minimaal gelijk is aan het volume van de avegaar is echter niet te vermijden;
- De grond die tijdens het inboren naar boven komt dient direct te worden verwijderd. De reeds gemaakte palen dienen op een doelmatige wijze te worden afgedekt, om verontreiniging van de onverharde mortel in de kop te voorkomen;
- De draairichting moet tijdens het boren steeds neerwaarts gericht zijn;
- Als de avegaar op diepte is dient gestopt te worden met het draaien van de avegaar. Alvorens met het trekken wordt begonnen dient de specie het puntniveau bereikt te hebben en onder overdruk te staan. Tijdens het trekken van de avegaar dient men er op toe te zien dat een continue overdruk op de mortel gehandhaafd blijft. De avegaar mag tijdens het trekken nimmer worden teruggedraaid;
- Het boren in een reeds geheel of gedeeltelijk vervaardigde paal is, behoudens bijzondere omstandigheden niet toegestaan. Bij onderbrekingen van het trekken, b.v. bij onderbreking van de mortelaanvoer, moet voor de hervatting van het trekken de avegaar eerst ca. 0.25 à 0.50 m naar beneden in de verse specie worden geboord.

Controle op de uitvoering

Een deskundige controle tijdens het inbrengen van de palen is gewenst. De controle dient betrekking te hebben op :

- verticaal stelling van de boorstelling;
- inboorsnelheid;
- soort uitkomende grond, met name aan de punt;
- snelheid van het trekken;
- morteldruk;
- verticaal stelling van de wapening;
- nabehandeling.

Het te gebruiken materiaal

Onderstaand zijn de eisen omschreven waaraan het materiaal moet voldoen dat voor een grondverbetering wordt gebruikt. De genoemde percentages zijn gewichtspercentages.

- Het materiaal moet bestaan uit schoon en goed gegradeerd zand en/of grind. Verschillende korrelgroottes (fracties) moeten ieder in voldoende hoeveelheid aanwezig zijn.
- De uniformiteitscoëfficiënt $U = D_{60} / D_{10}$ dient minimaal 2,0 te bedragen. Hierin is D_{10} de korreldiameter met een zeefdoorval van 10 % en D_{60} de korreldiameter met een zeefdoorval van 60%.
- De korrelfractie kleiner dan $63 \mu\text{m}$ (silt en klei) mag in het algemeen niet meer bedragen dan 5 %. Indien minder strenge eisen aan de grondverbetering worden gesteld is een percentage van 10 % < $63 \mu\text{m}$ toelaatbaar.
- Het humusgehalte (gehalte organische stof) mag ten hoogste 2 % bedragen.
- De korrelvorm is bij voorkeur hoekig.
- De curve van de (verzwaarde) proctorproef van het watergehalte versus de maximaal te bereiken (droge) dichtheid dient bij voorkeur een flauw verloop te hebben rond het optimale watergehalte. Hierdoor kan een goede verdichting worden verkregen bij verschillende watergehalten.

Controle op het te gebruiken materiaal

Voordat met de uitvoering wordt begonnen zal, afhankelijk van de te stellen eisen aan de grondverbetering, het te gebruiken materiaal moeten worden onderzocht op korrelgrootteverdeling, korrelvorm en verdichtbaarheid.

Dit geldt zowel voor het van nature aanwezige zand als voor eventueel aan te voeren zand. Na een eventuele visuele inspectie waarmee een eerste algehele indruk wordt verkregen, kan het onderzoek geschieden door middel van respectievelijk een zeefanalyse, microscopisch onderzoek en de (verzwaarde) proctorproef.

Aanbrengen en verdichten

- Voor het aanbrengen van de grondverbetering dient de grondwaterstand minimaal ca. **50 cm** onder het ontgravingsvlak te staan. Zonodig zal de grondwaterstand verlaagd moeten worden. Bij een hogere grondwaterstand kunnen, afhankelijk van de doorlatendheid van de ondergrond en het te gebruiken materiaal, alsmede van de trilapparatuur, drijfzandcondities optreden (liquefaction).
- De aanlegbreedte van de grondverbetering zal zodanig moeten zijn dat een spreiding van de funderingsdrukken mogelijk is onder een hoek van 45° met de horizontaal vanaf de onderste randen van de fundering.
- Indien de grondslag uit niet-cohesief materiaal zoals zand of grind (met een laag leemgehalte) bestaat, dient het ontgravingsvlak met een lichte trilplaat te worden afgetrild, voordat de grondverbetering wordt aangebracht. Cohesief materiaal zoals leem/löss kan niet of nauwelijks worden verdicht.

- Middels een (verzwaarde) proctorproef kan het optimale watergehalte van het materiaal worden bepaald in relatie tot de hoogst verkregen dichtheid bij een constante hoeveelheid toegevoerde energie. Het watergehalte zal in de regel tijdens het verdichten tussen de ca. 8 en 15 % moeten bedragen. **Indien het materiaal óf te nat óf te droog is wordt zelden de vereiste verdichting verkregen.**
- De grondverbetering dient laagsgewijs te worden opgebouwd. De laagdikte moet in overeenstemming zijn met de verdichtingsapparatuur. Het volgende schema geeft een globale indicatie bij de toepassing van trilplaten :

Centrifugaal- kracht (kN)	Gewicht (kg)	Laagdikte (cm)
-----	-----	-----
10 - 20	< 100	20
25 - 40	150 - 300	30
50 - 80	400 - 600	40
> 100	> 650	50 - 60

Opgemerkt wordt dat de volgens fabrieksspecificatie opgegeven dieptewerking geen maatstaf is voor de toe te passen laagdikte.

Elke laag moet zorgvuldig worden verdicht. Hiervoor zijn minimaal 4 gangen nodig, elkaar kruisend en overlappend. Aangezien de effectiviteit van de apparatuur zeer snel met de diepte afneemt, moet bij grotere laagdikte rekening worden gehouden met een forse toename van het aantal benodigde gangen. De effectiviteit en daarmee van het aantal benodigde gangen is ook afhankelijk van het onderhoud en de slijtage van de apparatuur.

Wanneer zware trilapparatuur wordt gebruikt, dient het funderingsniveau nagetrild te worden met een lichte trilplaat, omdat een zware trilplaat of -wals de bovenste laag (ca. 15 cm) niet verdicht of losschudt.

Controle op het aanbrengen en verdichten

Controle op de kwaliteit van de aangebrachte grondverbetering kan geschieden op onderstaande wijze :

- Verkenning met het visiteerijzer. Hiermee kan een indruk worden verkregen van de bovenste laag van het grondverbeteringspakket.
- Mechanische (lichte) slagsonderingen. Hierbij kan het volledige grondverbeteringspakket worden gecontroleerd.
- Hydraulische sonderingen. Indien de aangebrachte grondverbetering berijdbaar is voor een sondeertruck kan op deze wijze het volledige pakket worden doorgelicht.
- Handsonderingen. Vanwege de beperkte mogelijkheden met betrekking tot de te meten conusweerstand en de te bereiken diepte kan hiermee een pakket van maximaal ca. 0,5 à 1,0 m dikte worden gecontroleerd.
- In-situ-dichtheidsbepalingen. Met behulp van volume-steekringen worden monsters genomen waarvan de dichtheid wordt bepaald. Ook nucleaire dichtheidsmetingen kunnen worden gebruikt.
- Plaatdrukproeven. Hiermee wordt een indruk verkregen van het zettingsgedrag van een grondverbeteringspakket en daarmee van de kwaliteit.

Te stellen eisen aan de aangebrachte grondverbetering

Bij de controle van de kwaliteit van de aangebrachte grondverbetering worden de volgende kwalitatieve maatstaven gehanteerd:

- De indringing van een visiteerijzer met een doorsnede van 8 mm mag niet meer bedragen dan 10 à 15 cm.
- De conusweerstand moeten tot een diepte van 60 cm gelijkmatig oplopen tot ca. 6 MN/m² bij hydraulische of handsonderingen of 25 à 30 slagen per 20 cm bij lichte slagsonderingen (10 kg). Hieronder moeten de conusweerstand een waarde bereiken van minimaal ca. 10 MN/m² of 45 à 50 slagen per 20 cm bij lichte slagsonderingen.
- De dichtheid moet ca. 95 à 98 % bedragen van de maximale dichtheid, zoals bepaald met de proctorproef.

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