

Ontwerpadvies fundering

Nieuwbouw appartementen aan de Zandkuilweg te Maasbracht

GA222418.R01.V1.0

6 december 2022



Ontwerpadvies fundering

Nieuwbouw appartementen aan de Zandkuilweg te Maasbracht

Documentnummer GA222418.R01.V1.0

6 december 2022

Opdrachtgever

Residentie de Zandkuil B.V.

Wilhelminalaan 6

6051BJ Maasbracht

Architect

HKL Architecten

Constructeur

Castermans Bertram Holten

+31 88 130 06 00

info@geonius.nl

Postbus 1097

6160 BB Geleen

Geonius.nl

| Functie | Naam | Paraaf |
|---------------------------|--------------------|--------|
| Projectleider Geotechniek | ing. M. Vankan | |
| Collegiale toets | ir. NPAW Kelleners | |

5.1.2e

Inhoud

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Inleiding | 4 |
| 2 | Projectuitgangspunten | 6 |
| 2.1 | Constructieve uitgangspunten..... | 6 |
| 2.2 | Geotechnische uitgangspunten..... | 7 |
| 3 | Grondonderzoek | 8 |
| 3.1 | Inmeting | 8 |
| 3.2 | Sonderingen | 8 |
| 3.3 | Slagsonderingen | 9 |
| 3.4 | Boringen..... | 9 |
| 4 | Bodemgesteldheid | 10 |
| 4.1 | Terreingesteldheid en projectomgeving..... | 10 |
| 4.2 | Bodemopbouw | 10 |
| 4.3 | Geohydrologische situatie | 11 |
| 5 | Funderingsadvies | 12 |
| 5.1 | Uitgangspunten paalberekening..... | 12 |
| 5.2 | Resultaten paalberekeningen | 13 |
| 6 | Uitvoeringsaspecten | 15 |
| 6.1 | Grondwerk en/of ontgravingen..... | 15 |
| 6.2 | Begaanbaarheid terrein | 15 |
| 6.3 | Specifieke paalaspecten..... | 16 |

Bijlagen

Bijlage 1 Situatietekening

Bijlage 2 Sondeergrafieken

Bijlage 3 Boringen

Bijlage 4 Paalberekeningen

Bijlage 5 Last-zakkingsdiagram

Bijlage 6 Uitvoering avegaar-/mortelschroefpalen

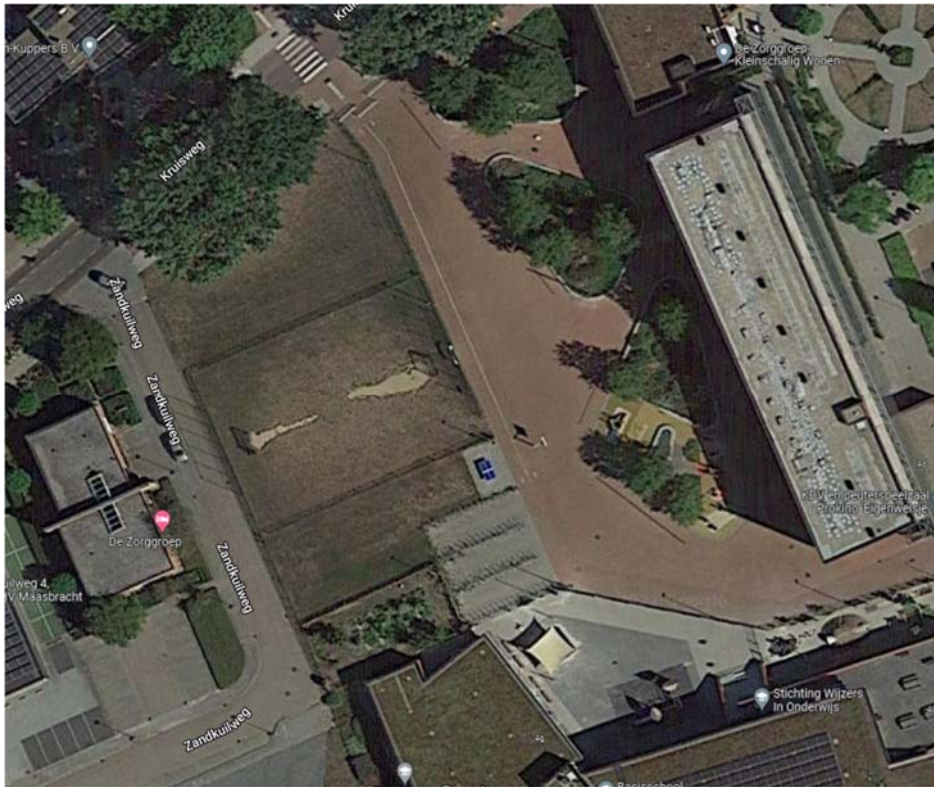
Bijlage 7 Richtlijnen voor het uitvoeren van grondverbeteringen/-verdichting

1 Inleiding

Door Residentie de Zandkuil B.V. werd op in november 2022 aan ^{5.1.2e} Geotechniek B.V. de opdracht gegeven om een geotechnisch grondonderzoek uit te voeren en een funderingsadvies op te stellen. Het onderzoek en advies zijn benodigd voor de nieuwbouw van appartementen aan de Zandkuilweg te Maasbracht. De ligging van de projectlocatie is weergegeven in

Figuur 1.1.

In voorliggend rapport zijn zowel de resultaten van het grondonderzoek als het funderingsadvies opgenomen. Het advies omvat een geotechnisch funderingsontwerp, welke als input dient voor een constructief DO/UO-funderingsplan/-tekening dat door de constructeur, architect en/of aannemer dient te worden opgesteld.



Figuur 1.1: Luchtfoto met ligging projectlocatie [bron: Google Earth]

2 Projectuitgangspunten

Vanuit geotechnisch oogpunt bevindt het project zich ten tijde van het opstellen van het rapport in een ontwerpfase. De projectuitgangspunten zijn op basis van de in Tabel 2.1 opgenomen documenten vastgesteld, welke door de architect zijn aangeleverd.

Tabel 2.1: Overzicht geraadpleegde projectgegevens

| Ref. | Document / Tekening / Grondonderzoek | Versie | Datum |
|------|--|--------|-------|
| [1] | 2009-_28-09-2022_ VO t.a.v. principe verzoek | | |
| [2] | Maasbracht-beganegrond-2022-11-15 | | |
| [3] | Maasbracht-doorsnede-2022-11-15 | | |
| [4] | Maasbracht-situatie-2022-11-15 | | |
| [5] | Maasbracht-kelder-2022-11-15 | | |

2.1 Constructieve uitgangspunten

Voor het funderingsadvies van de geplande nieuwbouw zijn door ons de onderstaande constructieve uitgangspunten gehanteerd en/of aangenomen:

- De nieuwbouw bestaat uit maximaal 4 bovengrondse bouwlagen en wordt daarnaast voorzien van een half verdiepte kelder;
- Het bouwpeil is conform op [4] voorzien op ca. 1,5 m boven het huidige maaiveld. Op basis hiervan is het peil door ons geschat op ca. NAP +28,2 m. Het aanlegniveau van de funderingen ter plaatse van de geplande kelder is door ons geschat op ca. 3,5 m- peil, hetgeen overeenkomt met ca. NAP +24,7 m;
- De rekenwaarden van de maximale belastingen uit de constructie zijn door ons geschat op lijnlasten q_d van ca. 500 kN/m¹ en kolomlasten F_d van ca. 1.000 à 2.000 kN. De rekenwaarden voor de paalbelastingen zijn door ons geschat op ca. 800 à 1.500 kN.
- In dit rapport is uitgegaan van verticaal en centrische belaste funderingen alsmede een horizontaal maaiveld.

Indien wordt afgeweken van deze uitgangspunten, dient contact opgenomen te worden met [5.1.2e](#). Hierbij dient dan de mogelijke gevolgen van de aanpassing te worden vastgesteld. Afhankelijk van deze gevolgen, kan het noodzakelijk zijn het funderingsadvies hierop aan te passen.

Gegevens over eventuele milieukundige aspecten zijn niet bekend. Indien gewenst kan [5.1.2e](#) dit met een aanvullend onderzoek in beeld brengen. Eventuele beperkingen of randvoorwaarden als gevolg van milieukundige aspecten zijn in voorliggend advies niet meegewogen in de funderingsopzet.

2.2 Geotechnische uitgangspunten

Voor aanvang van het grondonderzoek is het project ingedeeld in geotechnische categorie 2 (GC2) conform NEN 9997-1+C2:2017 [hierna NEN 9997-1]. Deze aanname is, op basis van de constructieve belastingen en de aangetroffen bodemopbouw, in lijn van de verwachting. Het terrein- en grondonderzoek is uitgevoerd en gepresenteerd conform hoofdstuk 3.2 en 3.4 van NEN 9997-1. Hierbij is tevens NEN-EN 1997-2:2007/NB:2011 [hierna NEN-EN 1997-2] gebruikt voor de bepaling van geotechnische parameters.

Het geotechnische ontwerp van de paalfundering is uitgewerkt conform de eisen betreffende constructieve veiligheid en bruikbaarheid conform de van toepassing zijnde onderdelen van hoofdstuk 7 van NEN 9997-1. Zowel NEN 9997-1 (Geotechnisch ontwerp Deel 1: Algemene regels + Nationale bijlage) en NEN-EN 1997-2 (Geotechnisch ontwerp Deel 2: Grondonderzoek en beproeving) vormen de basis van Eurocode 7.

Voor het uitvoeren van de berekeningen is gebruik gemaakt van een Deltares softwarepakket. Voor het voorliggende advies is dit het software programma D-Foundations, waarin de methode van Koppejan wordt toegepast. De specifieke uitgangspunten van de palen zijn opgenomen in het hoofdstuk 'Funderingsadvies'.

3 Grondonderzoek

Ten behoeve van het grondonderzoek zijn in november 2022 in totaal 7 sonderingen, 3 zware slagsonderingen en 2 handboringen uitgevoerd.

Om inzicht te verkrijgen in de ligging van mogelijke kabels en leidingen is een KLIC-melding uitgevoerd. Verder waren geen aanvullende maatregelen van toepassing voor de uitvoering van het grondonderzoek.

In de volgende paragrafen zijn de resultaten van het grondonderzoek omschreven, welke in de bijlagen 1 t/m 3 zijn opgenomen. In hoofdstuk 4 volgt de inhoudelijke interpretatie van de gegevens.

3.1 Inmeting

De ligging en de coördinaten van de ingemeten punten zijn op situatietekening GA222418T01 weergegeven en in Bijlage 1 opgenomen. De onderzoekspunten zijn met behulp van 06-GPS ingemeten t.o.v. het Rijksdriehoekstelsel en NAP met een nauwkeurigheid van ca. 0,1 m. Alle gegevens van de inmeting zijn een momentopname en alleen te gebruiken in voorliggend funderingsadvies.

3.2 Sonderingen

De sonderingen zijn gemaakt met een elektrische conus. Hierbij wordt de conusweerstand en de plaatselijke wrijving continu gemeten, elektrisch geregistreerd en digitaal vastgelegd. De sonderingen zijn uitgevoerd conform NEN-EN-ISO 22476-1:2012/C1:2013. De sonderingen zijn genummerd SW01 t/m SW07 en gepresenteerd ten opzichte van NAP. De resultaten van de sonderingen zijn opgenomen in Bijlage 2. Bij de sonderingen is tevens de helling ten opzichte van de verticaal gemeten. Bijzondere afwijkingen in de meetdata zijn niet vastgesteld.

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.

3.3 Slagsonderingen

Ter verkennen van de diepere ondergrond zijn 3 zware slagsonderingen uitgevoerd. De slagsonderingen zijn uitgevoerd conform NEN-EN-ISO 22476-2:2005 en zijn genummerd ZS08 t/m ZS10 en gepresenteerd ten opzichte van NAP. De resultaten van de sonderingen zijn opgenomen in Bijlage 2.

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

Op deze wijze wordt een indruk verkregen van de draagkracht van de lagen in de ondergrond. De slagenaantallen kunnen worden vertaald naar conusweerstand. De relatie tussen slagenaantallen per 0,2 m en conusweerstand is sterk afhankelijk van het aanwezige bodemmateriaal.

Door R.W.T.H. te Aken is dit verband middels proeven voor zand- en zandgrindlagen 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 zijn op de locatie tevens 2 handboringen (genummerd HB01 en HB02) tot ca. 3,2 m- maaiveld uitgevoerd. Tijdens de boorwerkzaamheden is het opgeboorde materiaal geïdentificeerd en beschreven conform NEN-EN-ISO 14688-1:2019+NEN 8990:2020: boorklasse B3. De boorstaten zijn gepresenteerd ten opzichte van maaiveld en NAP en opgenomen in Bijlage 3.

4 Bodemgesteldheid

4.1 Terreingesteldheid en projectomgeving

Het terrein was ten tijde van de uitvoering van het grondonderzoek in gebruik als grasveld / speelveld. De begaanbaarheid van het terrein was tijdens de uitvoering van het grondonderzoek voldoende voor het ingezette materieel.

Tijdens de uitvoering van het grondonderzoek lag het maaiveld ter plaatse van de onderzoekspunten op een niveau van NAP +26,7 m tot +26,6 m. Op basis van de ingemeten onderzoekspunten heeft het terrein een minimaal hoogteverschil van ca. 0,1 m. Tevens is de hoogte van een aantal referentiepunten ingemeten. De resultaten zijn in onderstaande Tabel 4.1 weergegeven.

Tabel 4.1: Ingemeten hoogte van referentiepunten

| Meetpunt | Hoogte in m t.o.v. NAP |
|----------|------------------------|
| Put A | +26,62 |
| Put B | +26,84 |

4.2 Bodemopbouw

De bodemopbouw is op basis van het uitgevoerde grondonderzoek geïnterpreteerd en beschreven in Tabel 4.2. Het aangehouden maaiveld is gelijk aan bovenkant laag 1.

Tabel 4.2: bodemopbouw

| Laag | van | tot | GRONDSOORT, conditie, bijmenging en (bijzonderheden) |
|------|-----------------|---------------------|---|
| | in m t.o.v. NAP | | |
| 1 | +26,7 à +26,6 | +19,0 à +17,0 | Zand, overwegend los tot matig vast gepakt; conusweerstand tussen ca. 2 en 8 MPa. Bij de sonderingen SW01, SW04 en SW06 is aan de onderzijde een kleiige zone aanwezig met lagere conusweerstand tot minder dan 1,0 MPa. |
| 2 | +19,0 à +17,0 | +11,5 ¹⁾ | Zandgrind. Vast tot zeer vast gepakt; conusweerstand ca. 30 tot 50 MPa. |

Index:

¹⁾ = maximaal verkende diepte ter plaatse van zware slagsonderingen

4.3 Geohydrologische situatie

Het grondwaterniveau is tijdens de uitvoering van het grondonderzoek in de sondeergaten niet vastgesteld tot op een diepte van ca. 5,4 m- maaiveld. Dit komt overeen met ca. NAP +21,0 m. Op dit niveau waren de sondeergaten ingestort waardoor niet dieper gepeild kon worden. Het betreft hier slechts een eenmalige meting, waardoor deze waarneming slechts een indicatie betreft.

De grondwaterstand verschilt van seizoen tot seizoen en wordt beïnvloed door zomer-/winterpeil, variërende neerslag, lagenopbouw en lokale omstandigheden (aanvoer van grondwater uit hoger gelegen gebieden, grondwateronttrekkingen, kwel en/of inzijging). Het is niet uit te sluiten dat in nattere of drogere jaargetijden een hogere of lagere grondwaterstand kan worden aangetroffen. Exacte vaststelling van de grondwaterpotentialen en fluctuatie hiervan, kan alleen middels frequente en/of langdurige peilbuismetingen worden verkregen.

Voor dit adviesrapport is voor de freatische grondwaterstand een niveau van ca. NAP +21,0 m gehanteerd.

5 Funderingsadvies

Geadviseerd wordt een fundering op palen toe te passen. Voor een fundering op staal is vanwege de op het aanlegniveau van de fundering aangetroffen overwegend los gepakte zandlagen een dikke grondverbetering noodzakelijk om de zettingen te beperken. Ondanks een dikke grondverbetering zal alsnog rekening gehouden moeten worden met zettingsverschillen onder meer door de aanwezigheid van de zeer slappe lagen bij SW01, SW04 en SW06. Deze slappe lagen worden bij de overige diepsonderingen niet aangetroffen.

Uitgegaan is van een fundering op geboorde trillingsvrij in de grond gevormde palen type avegaar (ook bekend als mortelschroefpalen). Dit op basis van:

- de aard van het project;
- de opzet van de constructie;
- de aangetroffen bodemopbouw;

De in dit rapport berekende draagkracht betreft de geotechnische draagkracht, welke wordt ontleend aan de ondergrond. Door de constructeur of leverancier moeten constructieve aspecten van de funderingspalen worden gecontroleerd en beoordeeld, waaronder sterkte, wapening, betonkwaliteit en dergelijke. Uitvoeringseffecten waar mogelijk rekening mee gehouden dient te worden zijn bijvoorbeeld: paalinstallatie, bovenbelasting vanuit materieel, (tijdelijke) gronddepots en/of ontgravingen.

5.1 Uitgangspunten paalberekening

In aanvulling op paragraaf 2.1 'constructieve uitgangspunten', zijn de in de berekening gehanteerde paalklassefactoren en uitgangspunten in Tabel 5.1 vermeld.

Tabel 5.1: paalklassefactoren en uitgangspunten paalberekening

| Omschrijving | Symbool | Waarde |
|---|-------------------|-----------------------------|
| Paalkopniveau | - | Ca. NAP +24,5 m |
| Minimale paallengte | - | 8 * D _{eq} |
| Groepseffect | - | Nee |
| Reductie traject q _{c,III} | - | Ja, tot 2 MPa |
| Stijfheid constructie | - | <u>Niet</u> -stijf bouwwerk |
| Correlatiefactor (N= 3 sonderingen tot op voldoende diepte) | ξ ₃ | 1,30 |
| | ξ ₄ | 1,30 |
| Partiële factor negatieve kleef | γ _{f,nk} | 1,00 |
| Partiële factor weerstand punt/schacht | γ _{b/s} | 1,20 |
| Paalklasse schachtwrijving (druk) | α _s | 0,006 |
| Paalklasse punt | α _p | 0,56 |
| Paalvoetvorm | β | 1,00 |
| Paalvoetdwarsdoorsnede | s | 1,00 |

5.2 Resultaten paalberekningen

5.2.1 Op druk belaste palen

In Tabel 5.2 is het paalpuntniveau ten opzichte van NAP ter plaatse van de sonderingen aangegeven, uitgaande van een alleenstaande paal. Hierbij is getracht een eenduidig paalpuntniveau te adviseren op basis van bodemopbouw, paalafmeting en beschikbare draagkracht ($R_{c,net;d}$).

Tabel 5.2: Paalpuntniveaus en geotechnisch toelaatbare draagkracht, paaltype: in de grond gevormde palen type avegaar

| Sondering nummer | Maaiveldniveau in m t.o.v. NAP | Paalpuntniveau in m t.o.v. NAP | $R_{c,net;d}$ in kN | | |
|------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------|-------|-------|
| | | | bij paalafmeting in mm | | |
| | | | Ø 500 | Ø 600 | Ø 700 |
| SW01 | +26,63 | +16,0 | 730 | 1.030 | 1.385 |
| SW02 | +26,58 | | | | |
| SW03 | +26,62 | | | | |
| SW04 | +26,65 | | | | |
| SW05 | +26,65 | | | | |
| SW06 | +26,69 | | | | |
| SW07 | +26,70 | | | | |
| ZS08 | +26,61 | | | | |
| ZS09 | +26,62 | | | | |
| ZS10 | +26,69 | | | | |

Index:

¹⁾ = n.t.b.

²⁾ = n.t.b.

De berekeningen van de rekenwaarden van de maximaal toelaatbare paalbelastingen per sondering zijn opgenomen in Bijlage 4 in de vorm van een D-Foundations rapport. In de berekening van het paal draagvermogen is geen negatieve kleeft in rekening gebracht ten gevolge van zettingen die groter zijn dan de (kop)paalzakking. Indien het in deze berekening gehanteerde maaiveld ten gevolge van ophogingen of ontgravingen wijzigt, kan dit effect hebben op de negatieve kleeft. Vooralsnog is uitgegaan dat geen noemenswaardige aanpassing van het maaiveld zal plaatsvinden.

Tevens zijn in Bijlage 5 de last-zakkingsdiagram opgenomen met de berekende paalpuntzakking (s_b), uitgaande van het geadviseerde paaltype, geadviseerde paalafmetingen, maatgevende sondering en bruikbaarheidstoestand. Opgemerkt wordt dat hierbij sprake is van een niet-lineaire veer karakteristiek.

Voor de statische secant veerstijfheid van de kop van een vrijstaande op druk belaste paal geldt $k_{v,rep} = F_{c,rep} / s_{1,bgt}$, waarbij de paalkopzakking ($s_{1,bgt}$) de som is van de elastische verkorting (s_{el}) van de paal en de zakking van de paalpunt (s_b) nodig voor het mobiliseren van het paal draagvermogen. De rekenwaarde van de veerstijfheid kan worden bepaald als $k_{v,d} = k_{v,rep} / \gamma_{m;k}$, waarbij $\gamma_{m;k} = 1,3$.

Bij concentraties van palen waarbij de hart-op-hart-afstand kleiner is dan tienmaal de kleinste paalvoetdoorsnede dient rekening te worden gehouden met 2^{de} orde zetting. Deze zetting treedt op als gevolg van samendrukking van de lagen onder het niveau van viermaal de kleinste dwarsafmeting van de paalpunt en dieper. Voor de veercoëfficiënt geldt in dat geval $k_{v,rep} = F_{c,rep} / (s_{1;bgt} + s_{2;bgt})$, waarbij s_2 de extra zakking is als gevolg van het groepseffect in de dieper gelegen lagen. Op basis van de constructie en de (verwachte) paalopzet is geen rekening gehouden met 2^{de} orde zetting. Het wordt geadviseerd deze aanname door de constructeur te laten verifiëren.

6 Uitvoeringsaspecten

6.1 Grondwerk en/of ontgravingen

Voor een juiste uitvoering van een grondverbetering ten behoeve van de fundering is het noodzakelijk dat de grondwaterstand ten minste 0,5 m onder het verdichtingsniveau ligt. Op deze wijze kan de ondergrond op een juiste wijze worden verdicht. Vervolgens kan de benodigde grondverbetering worden aangebracht en verdicht in lagen van 0,2 à 0,5 meter. De dikte van de laag is hierbij afhankelijk van het in te zetten materiaal. Zie ook Bijlage 7 voor richtlijnen omtrent de uitvoering van grondverbeteringen/-verdichting.

Bij het ontgraven van de kelder en de funderingselementen, dient rekening worden met het mogelijk inkalven van de wanden van de sleuven. Dit kan ook optreden bij de taluds van de eventuele bouwput. Oorzaken van het inkalven kunnen zijn:

- Weinig cohesieve, weke en/of plaatselijk geroerde toplagen;
- Steile taluds;
- Uitspoeling door regenwater/afstromend hellingwater;

Bij ontgravingswerkzaamheden dient rekening gehouden te worden met de stabiliteit van en/of horizontale grondbelasting op aanwezige objecten en/of situaties. Deze kunnen onder andere bestaan uit belendende funderingen, grondlichamen, aanwezige ondergrondse infrastructuur en/of binnen het project gerealiseerde bouwonderdelen. Het is aan te bevelen om vooraf de omvang en mogelijke beïnvloeding van dergelijke objecten vast te stellen. Dit is mogelijk middels: bureaustudie, inspecties, inmetingen, graven van enkele (kleine) proefgaten en dergelijke. Desgewenst kan ons bureau deze werkzaamheden uitvoeren/begeleiden en nader adviseren omtrent de uitvoeringswijze van de nieuwe fundering. Dit om de stabiliteit van de objecten te beheersen.

Afhankelijk van het vrijkomende materiaal (puin, leem, zand, etc) ten tijde van de ontgraving, kan een milieukundige verklaring (b.v. AP04) nodig zijn. Indien gewenst kan [5.1.2e](#) dit verzorgen.

6.2 Begaanbaarheid terrein

Voor de begaanbaarheid van het terrein en het manoeuvreren van een boorstelling is het noodzakelijk een draagkrachtige ondergrond te hebben. De benodigde draagkracht is afhankelijk van het gewicht van het materieel, terreinomstandigheden, de heersende grondwaterstand, weersomstandigheden en het wel of niet toepassen van (dragline)schotten. Het wordt te allen tijde aanbevolen om voorafgaand aan het aanvoeren van de heistelling de terreinomstandigheden te controleren en indien nodig voorzorgmaatregelen te treffen in overleg met de uitvoerende firma van de palen. Indien gewenst kan [5.1.2e](#) hiervoor een ontwerp opstellen, terreininspectie uitvoeren, metingen verrichten en dergelijke.

6.3 Specifieke paalaspecten

6.3.1 Relevante aspecten voor het opstellen van het palenplan

Geadviseerd wordt de paal over voldoende lengte te voorzien van wapening en dit af te stemmen op: de grondslag, belasting vanuit de constructie en mogelijke uitvoeringsbelastingen. Vanuit de grondslag moet worden gedacht aan de dikte van slappe lagen, weke ondergrond en/of grondlichamen op maaiveld. Bij constructieve belastingen zijn dit hoofdzakelijk druk-, trek- en horizontale belasting. De bovenbelasting vanuit het uitvoeringsmaterieel dicht bij de palen kan hierbij van invloed zijn, maar ook ontgravingen en aanvullingen ten tijde van de uitvoering. De mate van wapening is ter beoordeling van de constructeur.

Bij het opstellen van het palenplan dient rekening te worden gehouden met de ligging van de nieuwe palen ten opzichte van de bestaande fundering. Afhankelijk van de onderlinge afstand kan een zijdelingse belasting of extra zakking ontstaan ten gevolge van de installatie van de nieuwe palen. Een en ander is afhankelijk van diverse aspecten. Enkele voorbeelden zijn: type bestaande fundering, aanlegniveau en/of paalpuntniveau, wel/niet belast tijdens installatie, afmeting/type bestaande en nieuwe palen. Indien nodig kan hiervoor een aanvullende beschouwing worden gedaan.

6.3.2 Relevante aspecten voor de uitvoering

Het vervaardigen van geboorde trillingsvrij in de grond gevormde palen type avegaar (ook bekend als mortelschroefpalen) is een uitvoeringsgevoelig paalsysteem, vanwege met name de relatief beperkte controles tijdens de uitvoering. Voor relevante uitvoeringsaspecten wordt verwezen naar Bijlage 6. Het is dan ook belangrijk dat de palen worden geïnstalleerd door een ervaren gespecialiseerd boorbedrijf met ervaring van de lokale grondslag.

Gelet op de aangetroffen vaste tot zeer vaste zandgrindlagen waarin de palen geïnstalleerd moeten worden dient rekening gehouden te worden met de inzet van een boorstelling met voldoende capaciteit om de boor op diepte te krijgen.

Bij in de grond gevormde palen bestaat het risico op welvorming. Hierbij is de ligging van het werkniveau ten opzichte van de waterdruk in de ondergrond in het algemeen een bepalende factor. Te allen tijde dient het werkniveau hoger te liggen dan het grondwater en de stijghoogte in dieper gelegen watervoerende lagen zonder gebruik te maken van een (actieve) bemaling.

Van een dergelijke situatie kan sprake zijn indien in de grond gevormde palen worden geplaatst vanuit bijvoorbeeld een ontgraven bouwput of in poldersituaties. Dit geldt alleen over het traject van de toe te passen paallengte. Uitgaande van het feit dat de palen worden geïnstalleerd vanaf het huidige maaiveldniveau achten wij de kans op welvorming in dit geval niet aanwezig.

Afhankelijk van grondslag dient een zorgvuldige controle op de betondruk te worden gehouden. Het gebruik van toeslagmaterialen in het beton van bijvoorbeeld spramex, kan het extra betonverbruik minimaliseren en middels het regelen van de betondruk kan een kwalitatief betere paal worden gerealiseerd.

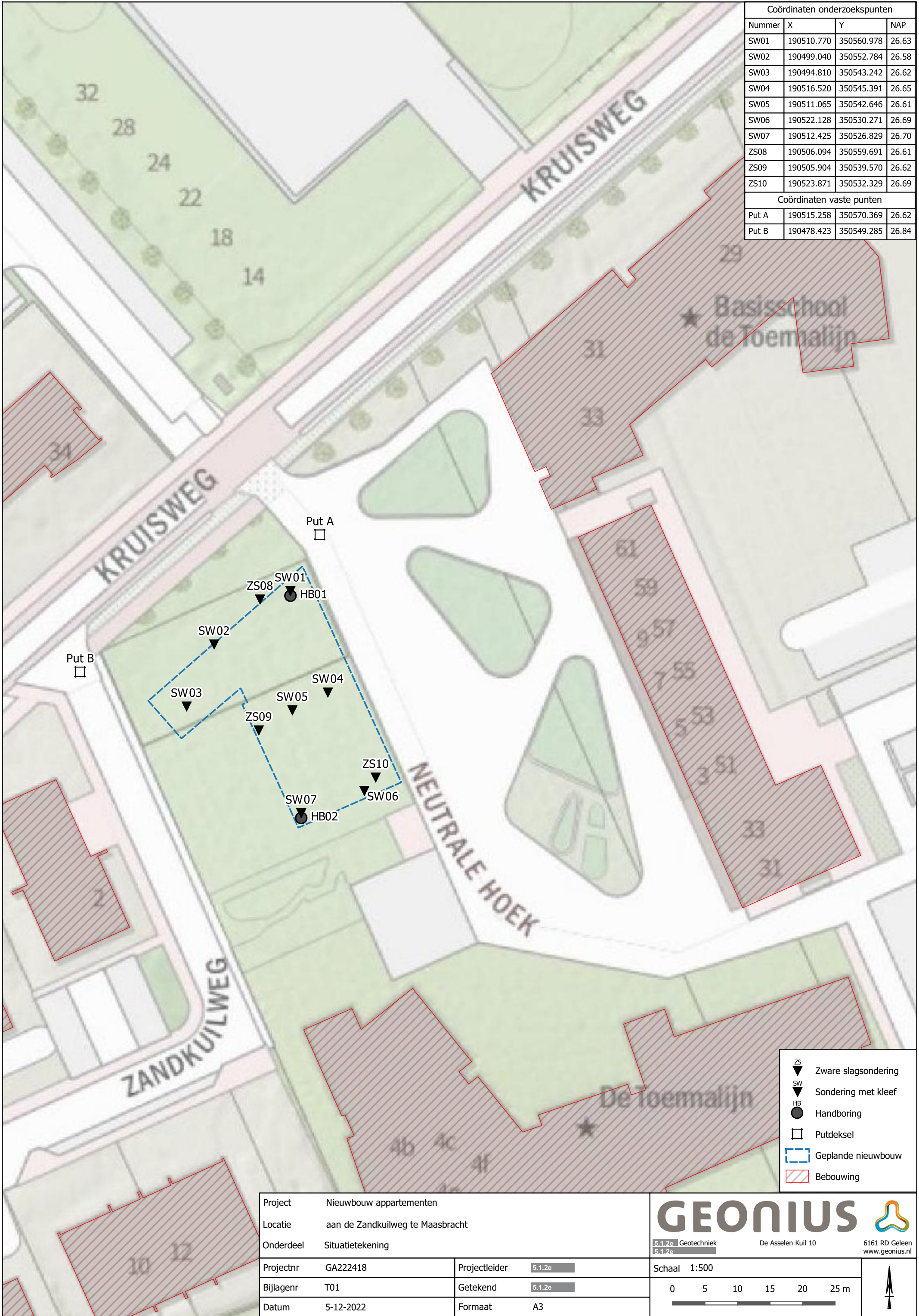
6.3.3 Controles tijdens of na paalinstallatie

Alle verzamelde gegevens tijdens de uitvoering moeten worden vastgelegd. De invulling van vast te leggen gegevens tijdens de uitvoering worden in de richtlijn CUR114 “Toezicht op de realisatie van paalfunderingen” gericht gegeven voor de verschillende paalsystemen. Een deskundig toezicht tijdens de uitvoering is een vereiste, teneinde de kwaliteit van de fundering en de uiteindelijke constructie te waarborgen. 5.1.2e kan deze werkzaamheden eventueel verzorgen.

Conform CUR-Aanbeveling 109:2007 (paragraaf 5.1.3) adviseren wij 100% van de funderingspalen akoestisch door te meten, zodat de palen op discontinuïteiten worden gecontroleerd. De te gebruiken methode is eveneens in CUR-Aanbeveling 109 (2007) beschreven. Het minimaal aantal te controleren funderingspalen conform de NVN6724:2001 (paragraaf 11.3.1.7) bedraagt 20 % met een minimum van 5 stuks. Door 5.1.2e kunnen deze akoestische metingen (digitaal m.b.v. het SIT-systeem) worden verzorgd.

Bijlagen


Bijlage 1 Situatietekening



| Coördinaten onderzoekspunten | | | |
|------------------------------|------------|------------|-------|
| Nummer | X | Y | NAP |
| SW01 | 190510.770 | 350560.978 | 26.63 |
| SW02 | 190499.040 | 350552.784 | 26.58 |
| SW03 | 190494.810 | 350543.242 | 26.62 |
| SW04 | 190516.520 | 350545.391 | 26.65 |
| SW05 | 190511.065 | 350542.646 | 26.61 |
| SW06 | 190522.128 | 350530.271 | 26.69 |
| SW07 | 190512.425 | 350526.829 | 26.70 |
| ZS08 | 190506.094 | 350559.691 | 26.61 |
| ZS09 | 190505.904 | 350539.570 | 26.62 |
| ZS10 | 190523.871 | 350532.329 | 26.69 |
| Coördinaten vaste punten | | | |
| Put A | 190515.258 | 350570.369 | 26.62 |
| Put B | 190478.423 | 350549.285 | 26.84 |

| | | |
|----|---|---------------------|
| ZS | ▼ | Zware slagsondering |
| SW | ▼ | Sondering met kleef |
| HB | ● | Handboring |
| | □ | Putdeksel |
| | ▭ | Geplande nieuwbouw |
| | ▨ | Bebouwing |


| | | | |
|-----------|----------------------------------|---------------|--------|
| Project | Nieuwbouw appartementen | | |
| Locatie | aan de Zandkuilweg te Maasbracht | | |
| Onderdeel | Situatietekening | | |
| Projectnr | GA222418 | Projectleider | 5.1.2e |
| Bijlagenr | T01 | Getekend | 5.1.2e |
| Datum | 5-12-2022 | Formaat | A3 |

GEONIUS 

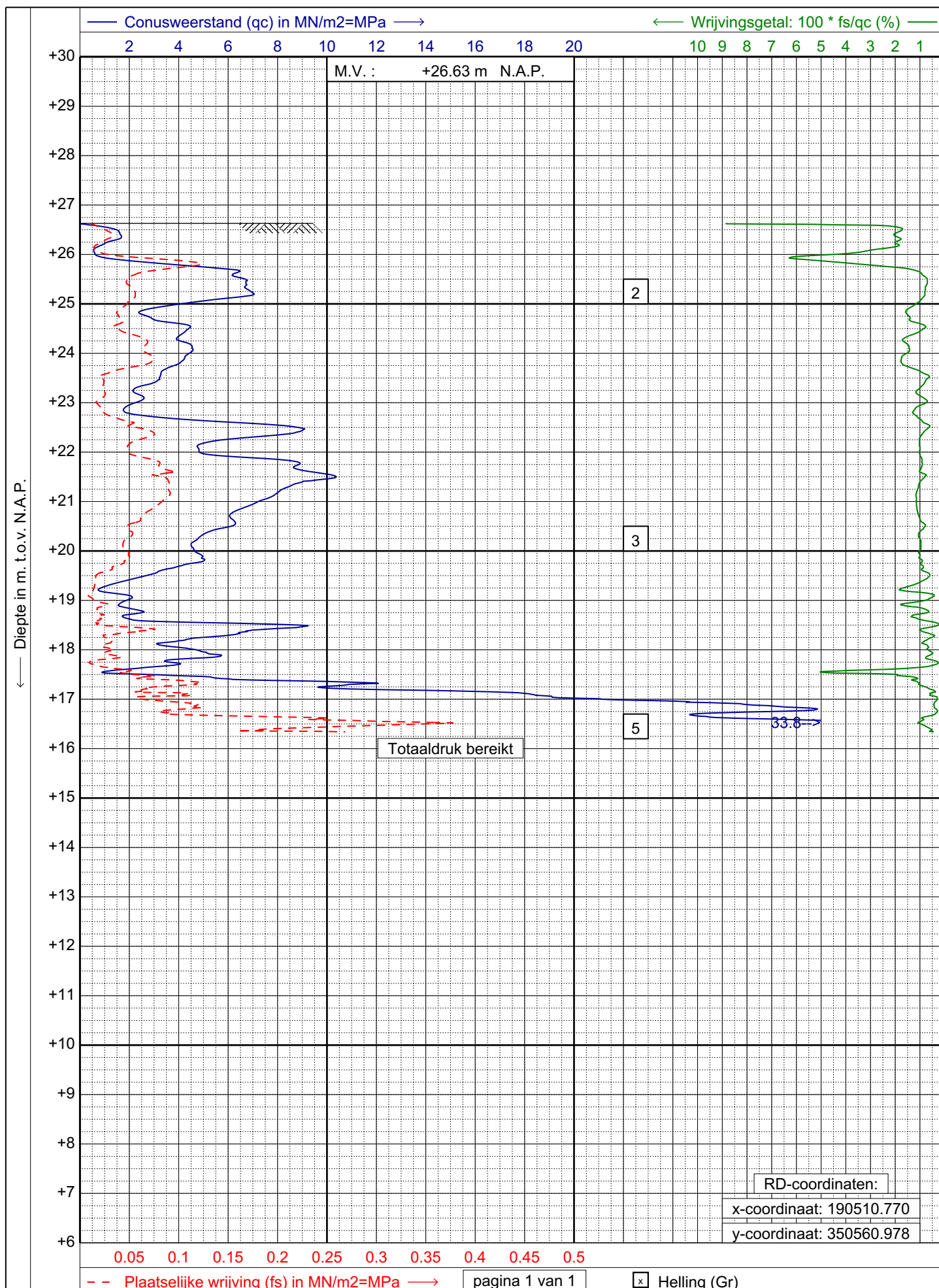
5.1.2e Geotechniek De Asselen Kuil 10 6161 RD Geleen
www.geonius.nl

Schaal 1:500

0 5 10 15 20 25 m



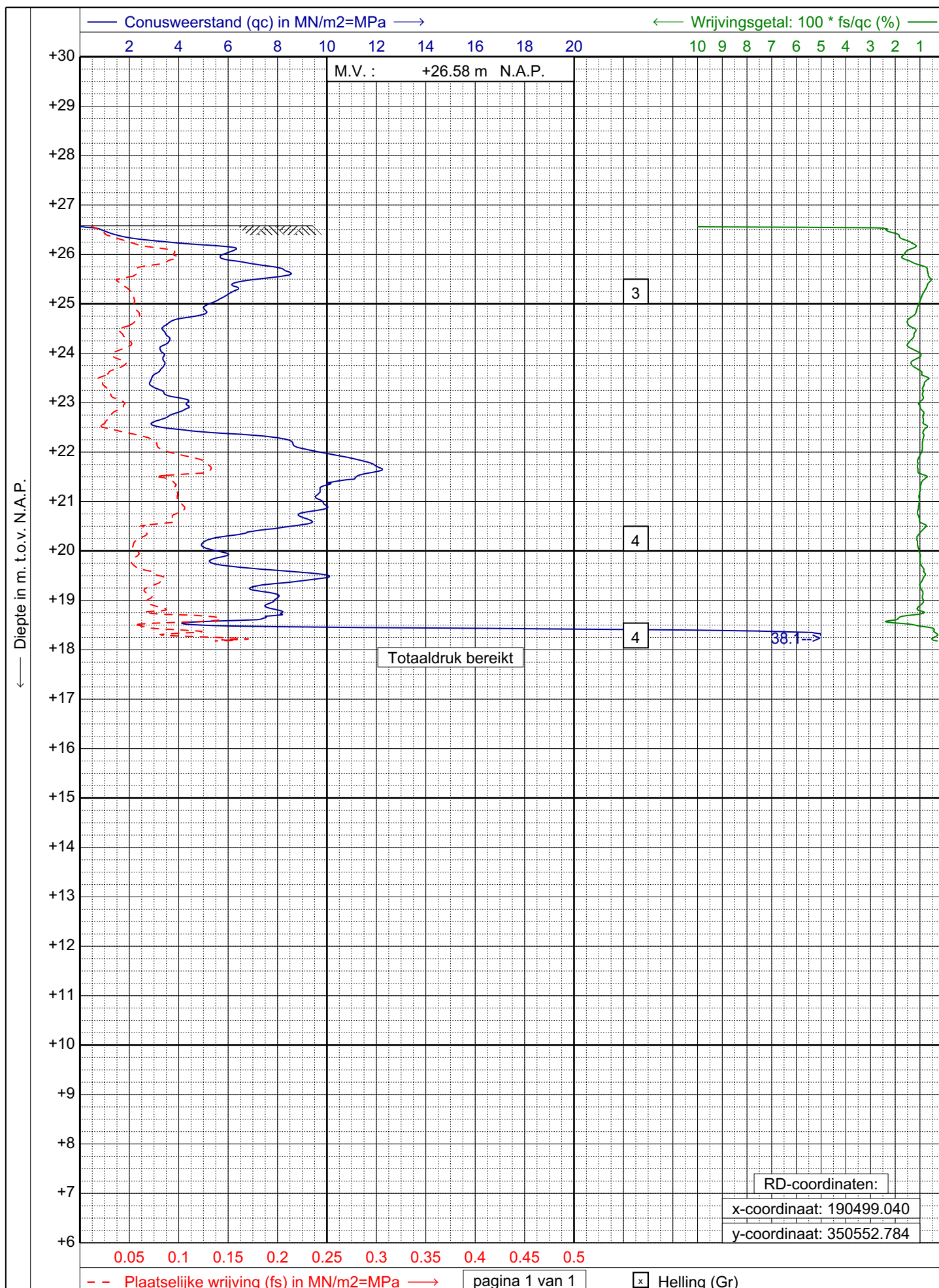
Bijlage 2 Sondeergrafieken

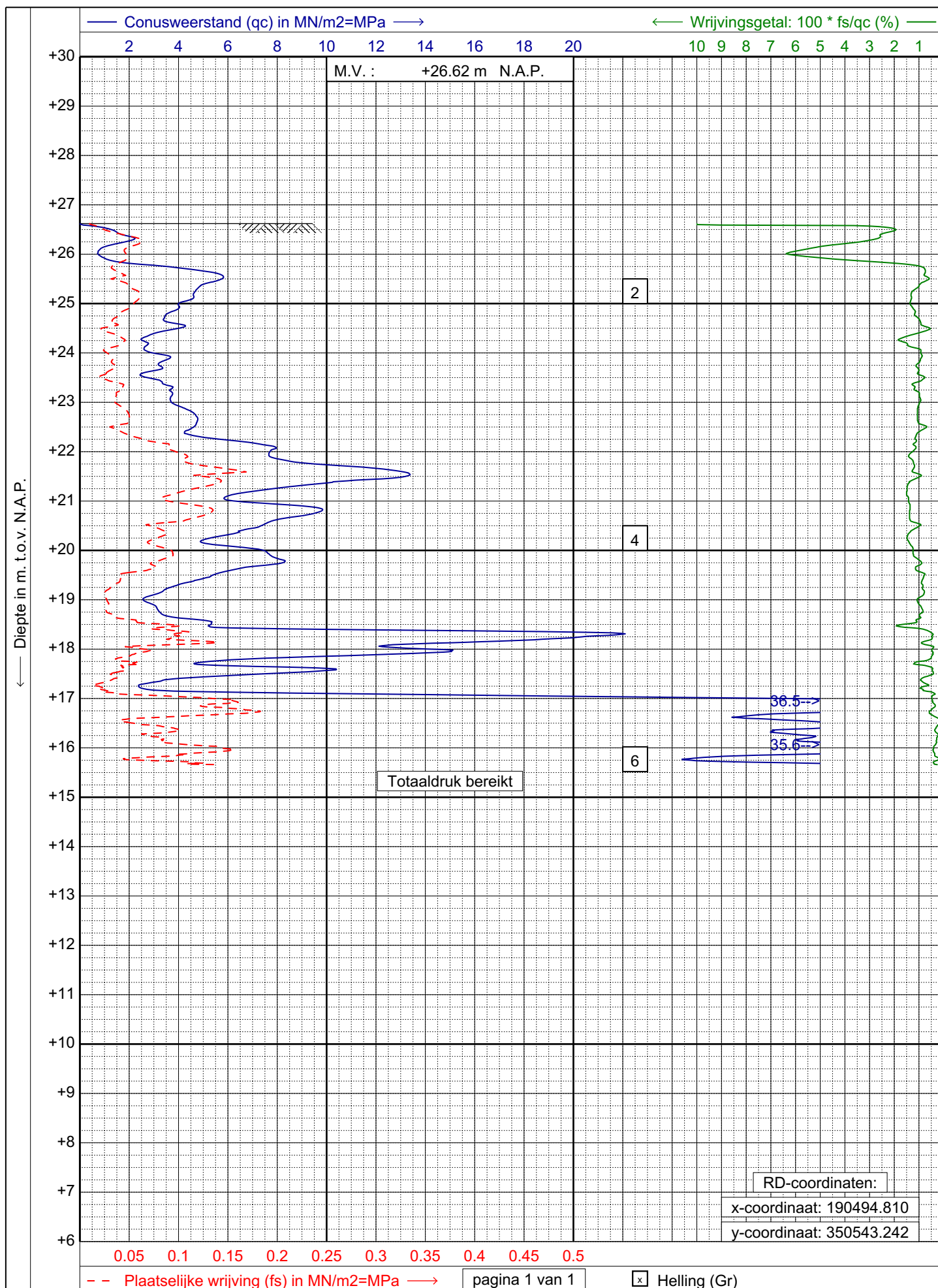


5.1.2e
 www.geonius.nl
 E-mail: info@geonius.nl
 Tel.: 5.1.2e

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1, klasse 2 Type: TE1
 Project : **Nieuwbouw appartementen**
 Locatie : **aan de Zandkuilweg te Maasbracht**

Datum : **29-11-2022**
 Conus : **S15-CFI.2081**
 Opdracht : **GA222418**
 Sondering : **01**

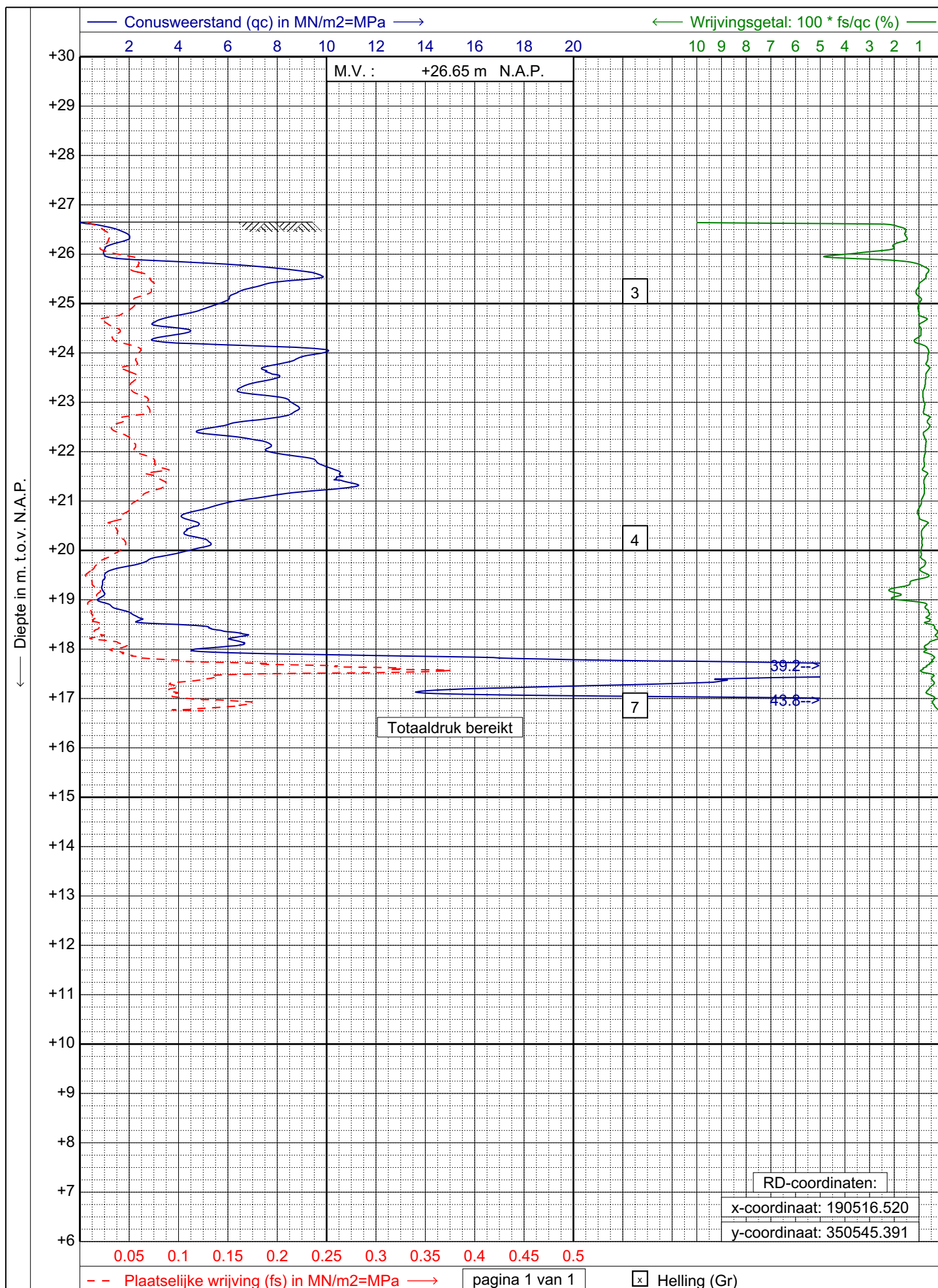




5.1.2e
 www.geonius.nl
 E-mail: info@geonius.nl
 Tel.: 5.1.2e

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1, klasse 2 Type: TE1
 Project : **Nieuwbouw appartementen**
 Locatie : **aan de Zandkuilweg te Maasbracht**

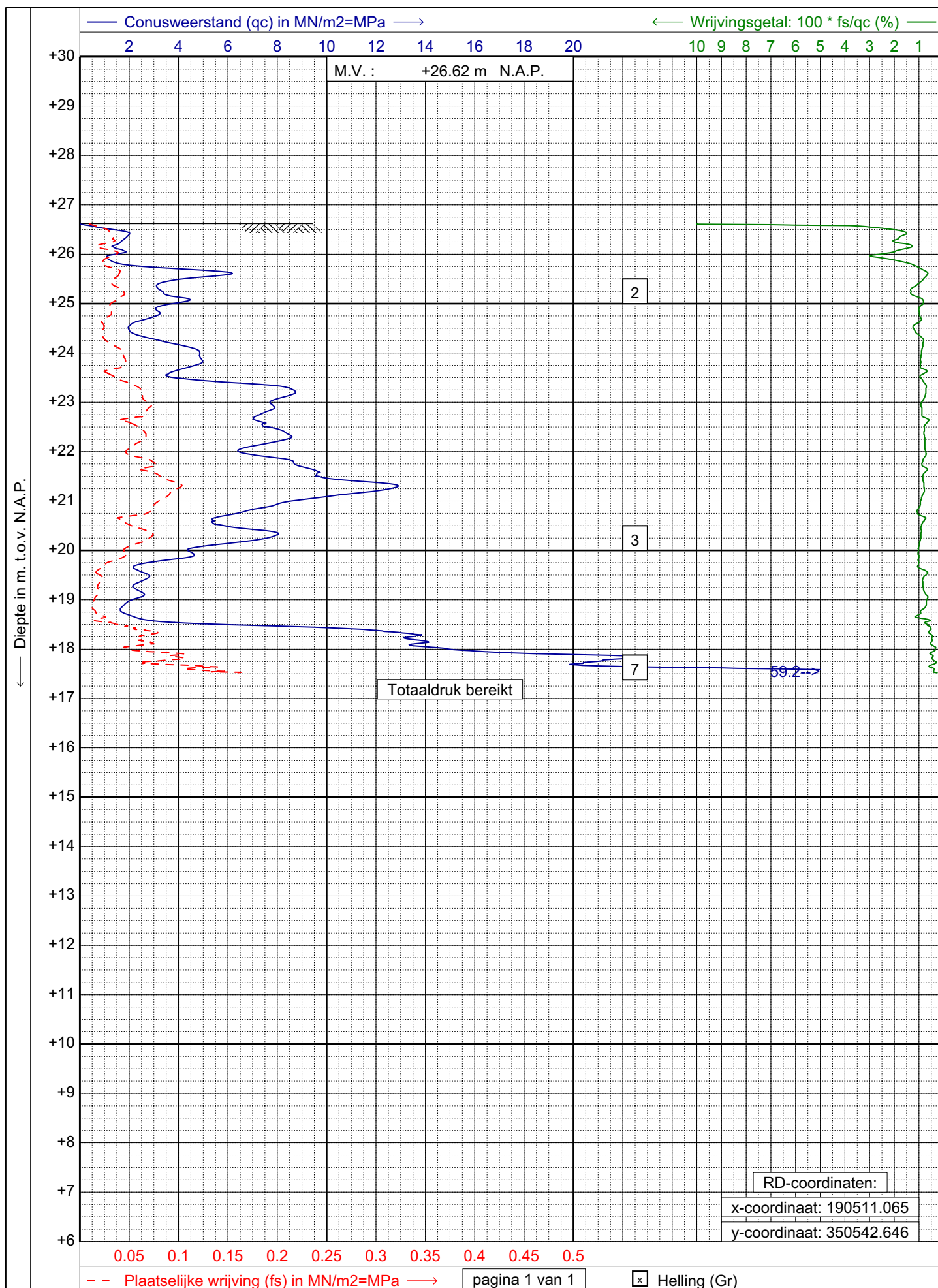
Datum : **29-11-2022**
 Conus : **S15-CFI.2081**
 Opdracht : **GA222418**
 Sondering : **03**



5.1.2e
 www.geonius.nl
 E-mail: info@geonius.nl
 Tel.: 5.1.2e

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1, klasse 2 Type: TE1
 Project : **Nieuwbouw appartementen**
 Locatie : **aan de Zandkuilweg te Maasbracht**

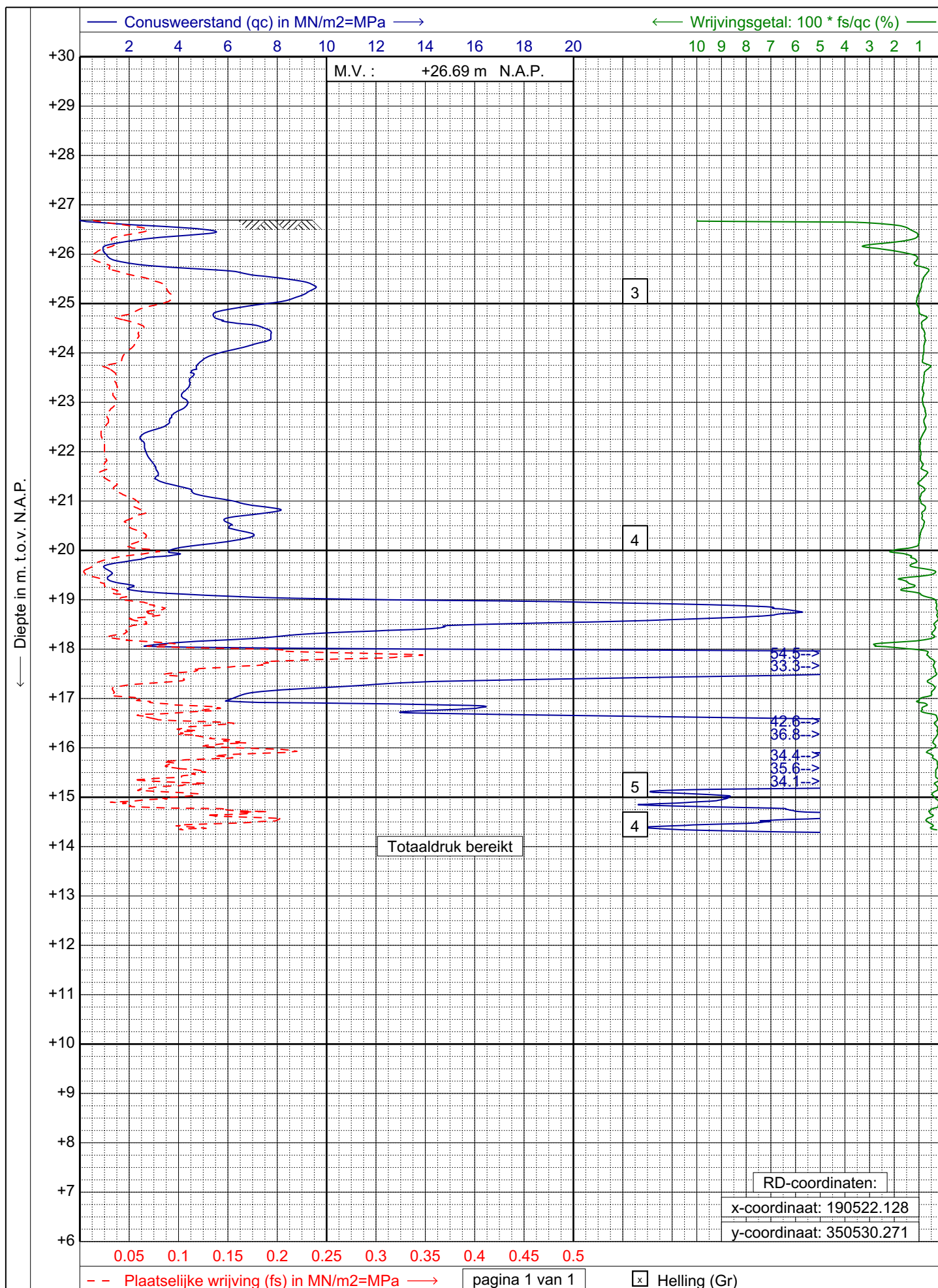
Datum : **29-11-2022**
 Conus : **S15-CFI.2081**
 Opdracht : **GA222418**
 Sondering : **04**



5.1.2e
 www.geonius.nl
 E-mail: info@geonius.nl
 Tel.: 5.1.2e

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1, klasse 2 Type: TE1
 Project : **Nieuwbouw appartementen**
 Locatie : **aan de Zandkuilweg te Maasbracht**

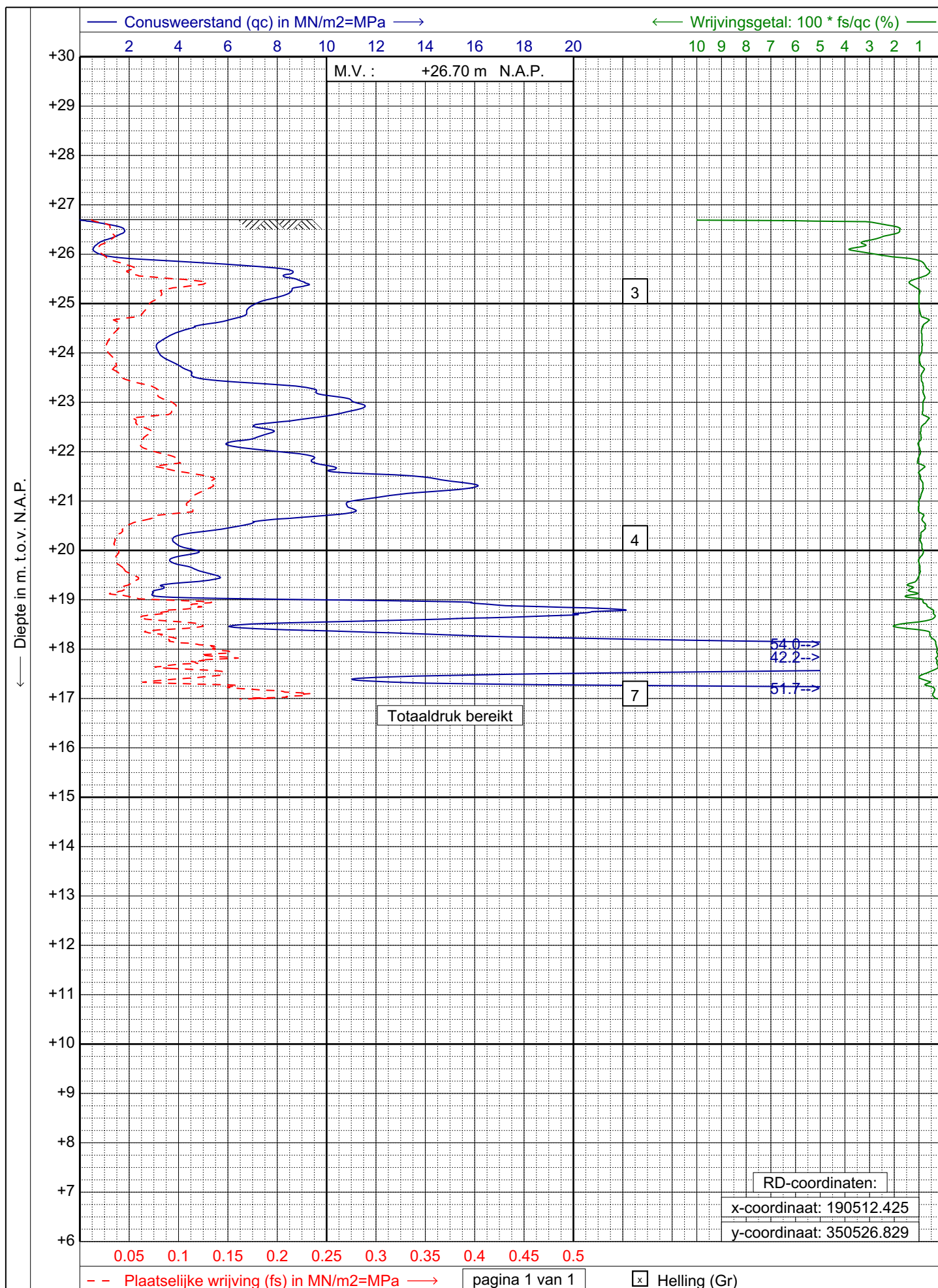
Datum : **29-11-2022**
 Conus : **S15-CFI.2081**
 Opdracht : **GA222418**
 Sondering : **05**



5.1.2e
 www.geonius.nl
 E-mail: info@geonius.nl
 Tel.: 5.1.2e

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1, klasse 2 Type: TE1
 Project : **Nieuwbouw appartementen**
 Locatie : **aan de Zandkuilweg te Maasbracht**

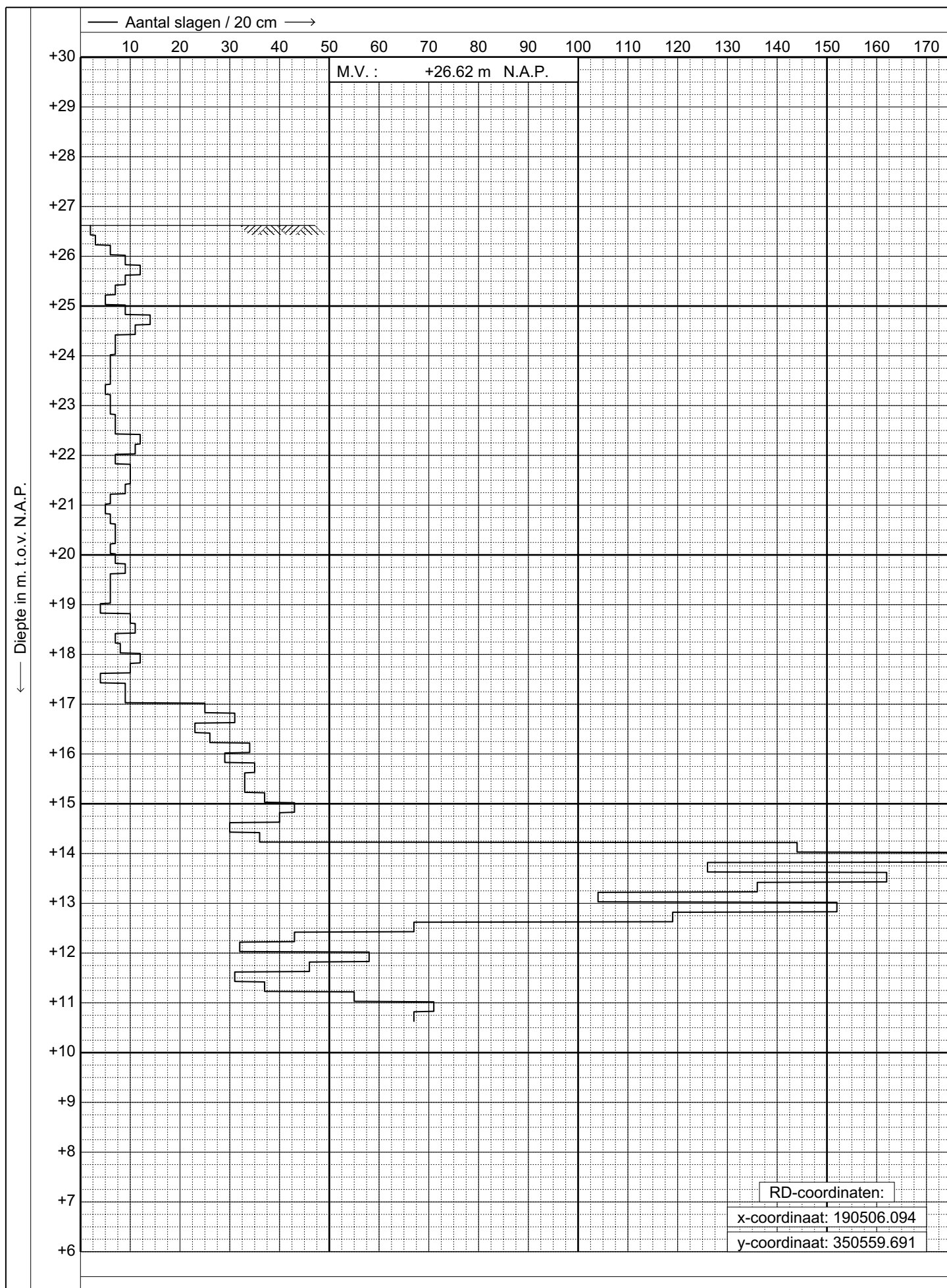
Datum : **29-11-2022**
 Conus : **S15-CFI.2081**
 Opdracht : **GA222418**
 Sondering : **06**



5.1.2e
www.geonius.nl
E-mail: info@geonius.nl
Tel.: 5.1.2e

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1, klasse 2 Type: TE1
Project : **Nieuwbouw appartementen**
Locatie : **aan de Zandkuilweg te Maasbracht**

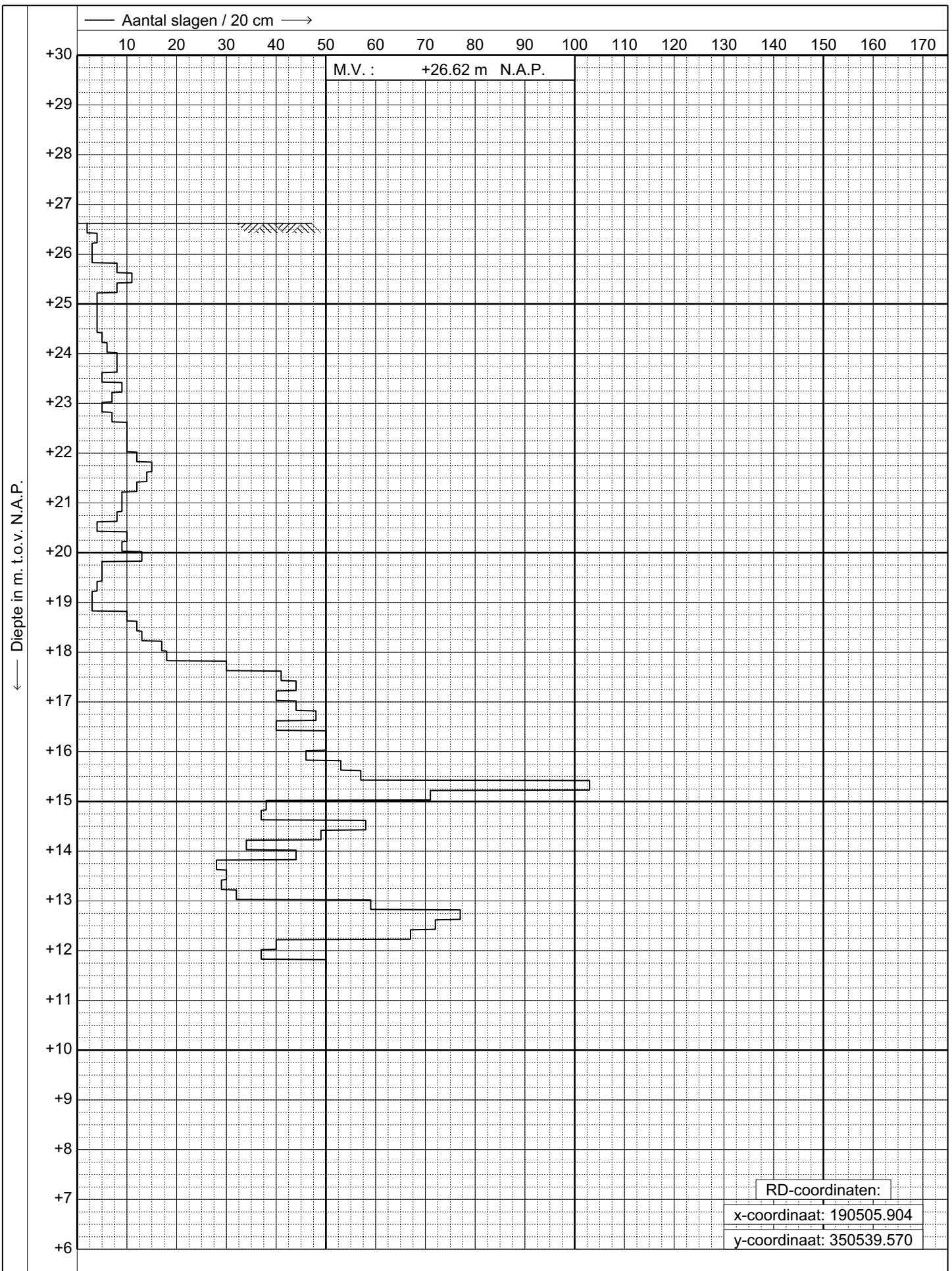
Datum : **29-11-2022**
Conus : **S15-CFI.2081**
Opdracht : **GA222418**
Sondering : **07**



5.1.2e
 www.geonius.nl
 E-mail: info@geonius.nl
 Tel.: 5.1.2e

Zware slagsondering (50 kg) conform NEN-EN-ISO 22476-2
 Project : **Nieuwbouw appartementen**
 Locatie : **aan de Zandkuilweg te Maasbracht**

Datum : **29-11-2022**
 Conus : **Z**
 Opdracht : **GA222418**
 Sondering : **08**



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

Project : **Nieuwbouw appartementen**

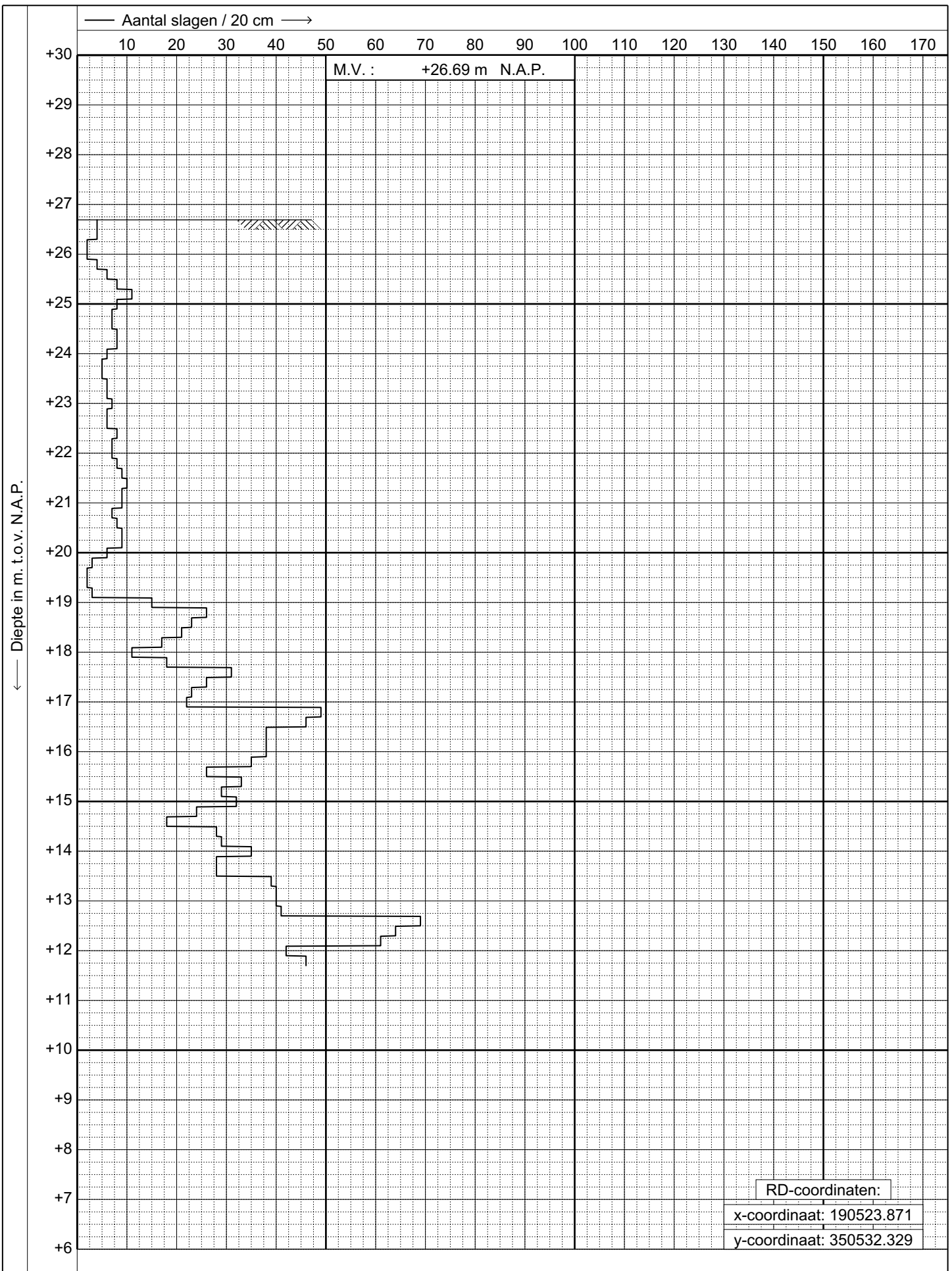
Locatie : **aan de Zandkuilweg te Maasbracht**

Datum : **29-11-2022**

Conus : **Z**

Opdracht : **GA222418**

Sondering : **09**



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

Project : **Nieuwbouw appartementen**

Locatie : **aan de Zandkuilweg te Maasbracht**

Datum : **29-11-2022**

Conus : **Z**

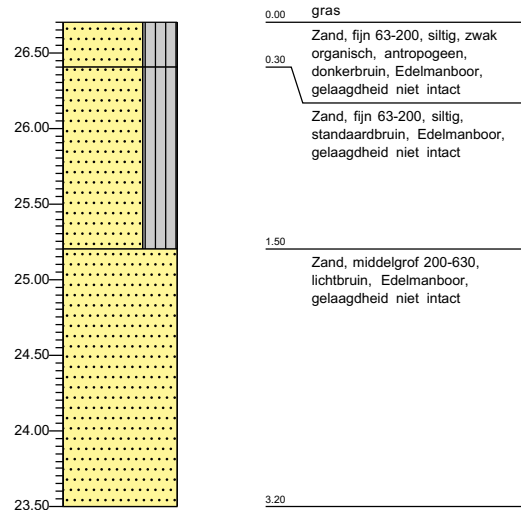
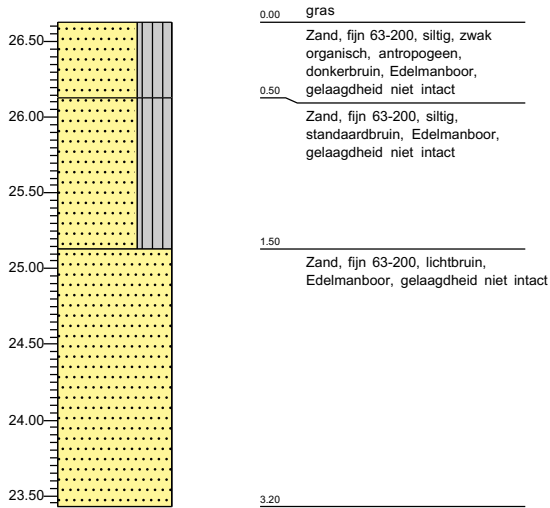
Opdracht : **GA222418**

Sondering : **10**

Bijlage 3 Boringen

Boring: HB01
 Maaiveldhoogte: 26.63 m.t.o.v. N.A.P.
 Datum: 29-11-2022
 Opmerking: T.p.v SW01

Boring: HB02
 Maaiveldhoogte: 26.7 m.t.o.v. N.A.P.
 Datum: 29-11-2022
 Opmerking: T.p.v SW07



Bijlage 4 Paalberekeningen

Report for D-Foundations 22.1

Design and Verification according to Eurocode 7 of Bearing/Tension Piles and Shallow Foundations
Developed by Deltares

Company: 5.1.2e Geotechniek bv

Date of report: 6-12-2022
Time of report: 09:40:10
Report with version: 22.1.1.36055

Date of calculation: 6-12-2022
Time of calculation: 09:39:53
Calculated with version: 22.1.1.36055

File name: GA222418.C01

Project identification: Nieuwbouw appartementen aan de Zandkuilweg
Maasbracht
D-Foundations GA222418.C01

1 Table of Contents

| | |
|---|---|
| 1 Table of Contents | 2 |
| 2 Input Data | 3 |
| 2.1 General Input Data | 3 |
| 2.2 General Report Data | 3 |
| 2.3 Application Area Model Bearing Piles | 3 |
| 2.4 Superstructure | 3 |
| 2.5 General CPT Data | 3 |
| 2.5.1 View of CPT's in Foundation Plan | 3 |
| 2.6 Pile Types | 4 |
| 2.6.1 Pile type : Round 700 | 4 |
| 2.6.2 Pile type : Round 600 | 4 |
| 2.6.3 Pile type : Round 500 | 5 |
| 2.7 Foundation Plan | 5 |
| 2.7.1 View of Foundation Plan | 5 |
| 2.8 Excavation Data | 6 |
| 2.9 Overruled Parameters | 6 |
| 3 Bearing Piles (EC7-NL): Results Preliminary Design, Bearing capacity at fixed pile tip levels | 7 |
| 3.1 Calculation Parameters | 7 |
| 3.1.1 Pile Factors | 7 |
| 3.1.2 Pile type : Round 600 | 7 |
| 3.1.3 Pile type : Round 500 | 7 |
| 3.2 Summary Net Bearing Capacity in kN | 8 |

2 Input Data

2.1 General Input Data

Model Bearing Piles (EC7-NL)

2.2 General Report Data

Geotechnical consultant :
Design engineer superstructure :
Principal :
Title 1 :
Title 2 :
Title 3 :
Number of project :
Location of project :

5.1.2e

Nieuwbouw appartementen aan de Zandkuilweg
Maasbracht
D-Foundations GA222418.C01
GA222418

2.3 Application Area Model Bearing Piles

The verifications performed by the model BEARING PILES of D-FOUNDATIONS concern pile foundations on which axial static or quasi-static loads cause pressures in the piles. The calculations of pile forces and pile displacements are based on Cone Penetration Tests. Possible rise of (tension-)piles and horizontal displacements of piles and/or pile groups are not taken into account.

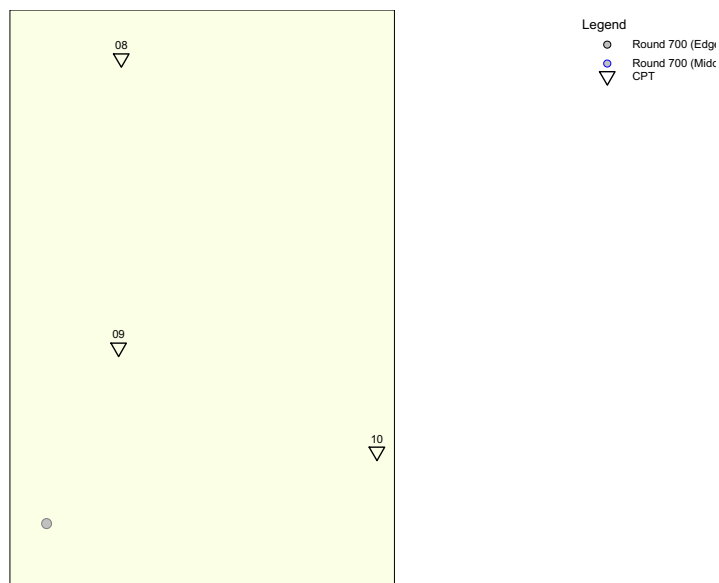
2.4 Superstructure

Rigidity of the superstructure : Non-Rigid

2.5 General CPT Data

Number of CPT's : 3
Timing of CPT's : CPT - Excavation - Install

2.5.1 View of CPT's in Foundation Plan



| Name CPT | Pile tip level [m R.L.] | Top of pos. friction zone [m R.L.] | Bottom of neg. friction zone [m R.L.] | X-coordinate [m] | Y-coordinate [m] |
|----------|-------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|------------------|------------------|
| 08 | 16,00 | 17,00 | 26,62 | 190506,09 | 350559,69 |
| 09 | 16,00 | 18,00 | 26,62 | 190505,90 | 350539,57 |
| 10 | 16,00 | 19,00 | 26,62 | 190523,87 | 350532,33 |

2.6 Pile Types

2.6.1 Pile type : Round 700

Pile type : User defined (low vibrating)

Note: This user defined pile type is considered to be of a in place formed type.

Hence the characteristic value of the friction angle at the pile shaft (δ) will be taken as $1.0 \cdot \phi$.

Pile type for determination of execution factor α_s in sand/gravel:

Continuous flight auger pile

Pile type for determination of execution factor α_s in clay/loam/peat:

User defined

α_s clay/loam/peat : 0,0060

Evidence to support chosen α_s should be provided.

Pile type for determination of pile class factor α_p :

Continuous flight auger pile

Pile type for use in load/settlement curves :

2

Materialtype for pile :

Concrete

Slip layer :

None

Pile shape :

Round pile

β (Shape factor) according to figure 7.i, NEN 9997-1:2016.

s (factor for the influence of the shape of the crosssection of the pile base) according to NEN 9997-1:2016.

Pile dimensions :

Diameter [m] : 0,700

2.6.2 Pile type : Round 600

Pile type : User defined (low vibrating)

Note: This user defined pile type is considered to be of a in place formed type.

Hence the characteristic value of the friction angle at the pile shaft (δ) will be taken as $1.0 \cdot \phi$.

Pile type for determination of execution factor α_s in sand/gravel:

Continuous flight auger pile

Pile type for determination of execution factor α_s in clay/loam/peat:

User defined

α_s clay/loam/peat : 0,0060

Evidence to support chosen α_s should be provided.

Pile type for determination of pile class factor α_p :

Continuous flight auger pile

Pile type for use in load/settlement curves :

2

Materialtype for pile :

Concrete

Slip layer :

None

Pile shape :

Round pile

β (Shape factor) according to figure 7.i, NEN 9997-1:2016.

s (factor for the influence of the shape of the crosssection of the pile base) according to NEN 9997-1:2016.

Pile dimensions :

Diameter [m] : 0,600

2.6.3 Pile type : Round 500

Pile type : User defined (low vibrating)

Note: This user defined pile type is considered to be of a in place formed type.

Hence the characteristic value of the friction angle at the pile shaft (δ) will be taken as $1.0 \cdot \phi$.

Pile type for determination of execution factor α_s in sand/gravel:

Continuous flight auger pile

Pile type for determination of execution factor α_s in clay/loam/peat:

User defined

α_s clay/loam/peat : 0,0060

Evidence to support chosen α_s should be provided.

Pile type for determination of pile class factor α_p :

Continuous flight auger pile

Pile type for use in load/settlement curves :

2

Materialtype for pile :

Concrete

Slip layer :

None

Pile shape :

Round pile

β (Shape factor) according to figure 7.i, NEN 9997-1:2016.

s (factor for the influence of the shape of the crosssection of the pile base) according to NEN 9997-1:2016.

Pile dimensions :

Diameter [m] : 0,500

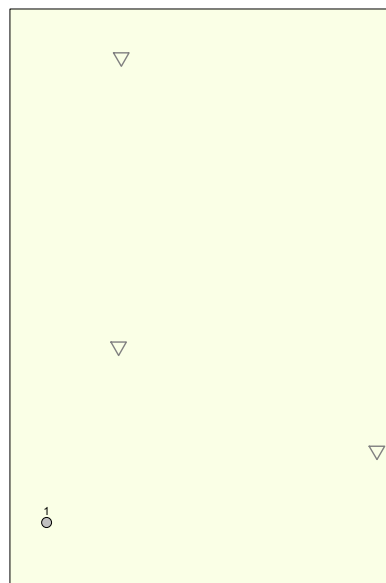
2.7 Foundation Plan

Number of piles : 1

Number of collaborating piles* : 1

* : 0 = not defined, 1 = non rigid superstructure, >1 = rigid superstructure

2.7.1 View of Foundation Plan



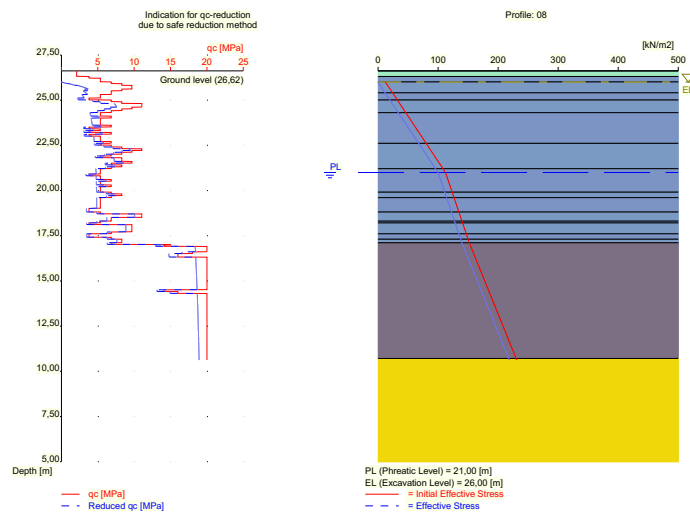
Legend
 ○ Round 700 (Edge)
 ● Round 700 (Midc)
 ▽ CPT

| Pile nr/name | X-coordinate [m] | Y-coordinate [m] | F _{c;d} (EQU/STR/GEO) [kN] | F _{c;d} (SLS) [kN] | P0 [kN/m ²] | Pile head level [m R.L.] |
|--------------|------------------|------------------|-------------------------------------|-----------------------------|-------------------------|--------------------------|
| 1: 1 | 190500,90 | 350527,33 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 24,50 |

2.8 Excavation Data

Excavation level in [m. reference level] :
Reduction model :

26,00
Safe (NEN)



2.9 Overruled Parameters

All parameters according to standard.

3 Bearing Piles (EC7-NL): Results Preliminary Design, Bearing capacity at fixed pile tip level

3.1 Calculation Parameters

3.1.1 Pile Factors

| | |
|--|------|
| gamma;b (NEN 9997-1:2016, table A.6 A.7 A.8, Limit State EQU/STR/GEO) : | 1,20 |
| gamma;b (NEN 9997-1:2016, table A.6 A.7 A.8, the Serviceability Limit State) : | 1,00 |
| gamma;s (NEN 9997-1:2016, table A.6 A.7 A.8, Limit State EQU/STR/GEO) : | 1,20 |
| gamma;s (NEN 9997-1:2016, table A.6 A.7 A.8, the Serviceability Limit State) : | 1,00 |
| xi3 (NEN 9997-1:2016, table A.10a, for N = 3) : | 1,30 |
| xi4 (NEN 9997-1:2016, table A.10a, for N = 3) : | 1,30 |

3.1.2 Pile type : Round 600

Pile type : User defined (low vibrating)

Note: This user defined pile type is considered to be of a in place formed type.

Hence the characteristic value of the friction angle at the pile shaft (δ) will be taken as $1.0 \cdot \phi$.

Pile type for determination of execution factor alpha_s in sand/gravel:

Continuous flight auger pile

Pile type for determination of execution factor alpha_s in clay/loam/peat:

User defined

alpha_s clay/loam/peat : 0,0060

Evidence to support chosen alpha_s should be provided.

Pile type for determination of pile class factor alpha_p :

Continuous flight auger pile

Pile type for use in load/settlement curves :

2

Materialtype for pile :

Concrete

Slip layer :

None

Pile shape :

Round pile

beta (Shape factor: figure 7.i, NEN 9997-1:2016

art. 7.6.2.3(g) : Pile tip) :

1,00

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

the influence of the shape of the crosssection of the pile base) :

1,00

Pile dimensions :

Diameter [m] :

0,600

| Number/Name CPT | Alpha_s Sand/ Gravel | Alpha_s Clay/Loam Peat | Alpha_p |
|--------------------|----------------------------|------------------------------|---------|
| 1:08 | 0,0060 | -- | 0,5600 |
| 2:09 | 0,0060 | -- | 0,5600 |
| 3:10 | 0,0060 | 0,0060 | 0,5600 |

3.1.3 Pile type : Round 500

Pile type : User defined (low vibrating)

Note: This user defined pile type is considered to be of a in place formed type.

Hence the characteristic value of the friction angle at the pile shaft (δ) will be taken as $1.0 \cdot \phi$.

Pile type for determination of execution factor alpha_s in sand/gravel:

Continuous flight auger pile

Pile type for determination of execution factor α_s in clay/loam/peat:

User defined

α_s clay/loam/peat : 0,0060

Evidence to support chosen α_s should be provided.

Pile type for determination of pile class factor α_p :

Continuous flight auger pile

Pile type for use in load/settlement curves :

2

Materialtype for pile :

Concrete

Slip layer :

None

Pile shape :

Round pile

beta (Shape factor: figure 7.i, NEN 9997-1:2016

art. 7.6.2.3(g) : Pile tip) :

1,00

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

the influence of the shape of the crosssection of the pile base) :

1,00

Pile dimensions :

Diameter [m] :

0,500

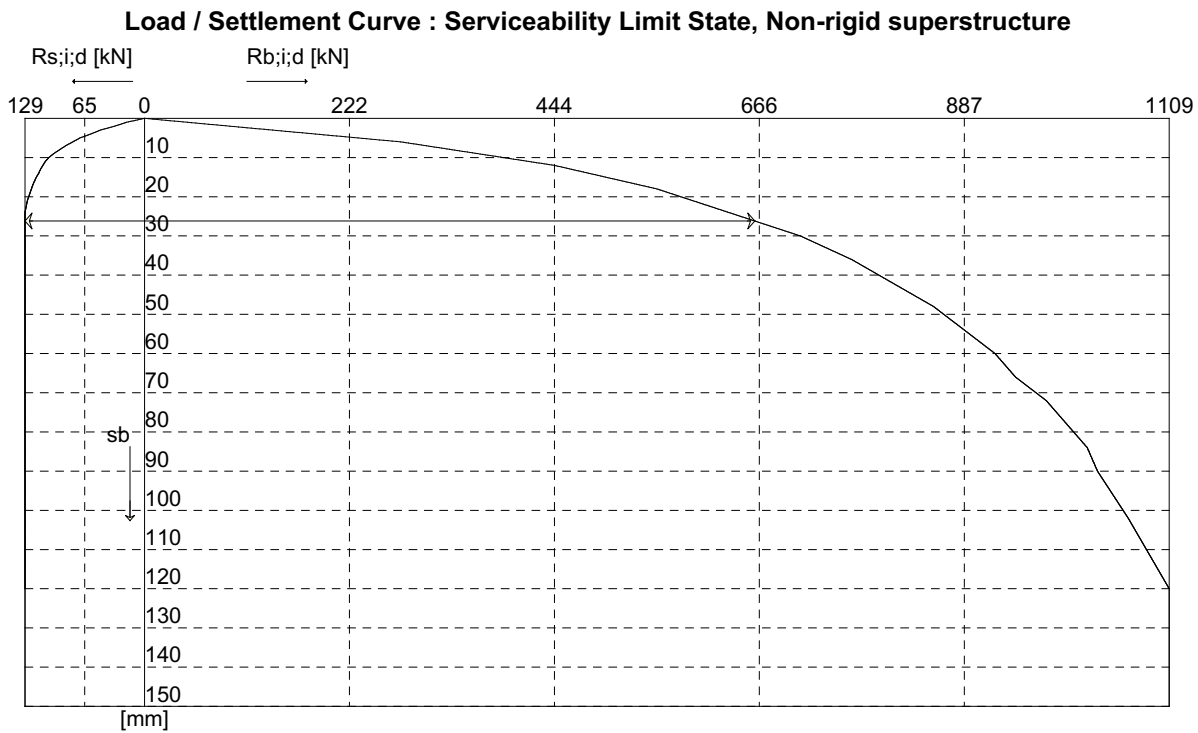
| Number/Name CPT | Alpha_s Sand/ Gravel | Alpha_s Clay/Loam Peat | Alpha_p |
|--------------------|----------------------------|------------------------------|---------|
| 1:08 | 0,0060 | -- | 0,5600 |
| 2:09 | 0,0060 | -- | 0,5600 |
| 3:10 | 0,0060 | 0,0060 | 0,5600 |

3.2 Summary Net Bearing Capacity in kN

| Number/Name CPT | Groundlevel [m R.L.] | Level [m R.L.] | Round 700 Rc;net;d [kN] | Round 600 Rc;net;d [kN] | Round 500 Rc;net;d [kN] |
|--------------------|-------------------------|-------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 1:08 | 26,62 | 16,00 | 1384,00 | 1032,00 | 732,00 |
| 2:09 | 26,62 | 16,00 | 1658,00 | 1294,00 | 928,00 |
| 3:10 | 26,69 | 16,00 | 1418,00 | 1080,00 | 788,00 |

End of Report

Bijlage 5 Last-zakkingsdiagram



Pile 1 CPT 08, decisive case, pile type : User defined (low vibrating)
 Round pile, pile tip level = 16,00 [m], D = 0,600 [m]

$F_{c;tot;i;d} = 790,0 \text{ kN}$ $s_b = 26,2 \text{ mm}$
 $R_{s;i;d} = 129,4 \text{ kN}$ $R_{b;i;d} = 660,6 \text{ kN}$

Geonius Geotechniek bv
 Postbus 1097
 6160 BB Geleen
 Phone 088-1300600
 Fax

date
 6-12-2022
 drvr.
 MVN

Nieuwbouw appartementen aan de Zandkuilweg
 Maasbracht
 D-Foundations GA222418.C01

GA222418
 Annex
 form.
 A4

D-Foundations 22.1 : GA222418.C01 fol

Bijlage 6 Uitvoering avegaar-/mortelschroefpalen

Relevante uitvoeringaspecten

Als richtlijn voor de uitvoering hiervan wordt verwezen naar onderstaande documenten:

1. EN 1536:2010+A1:2015 (E) "Uitvoering van bijzonder geotechnisch werk-Boorpalen", status: Definitief;
2. CUR-Aanbeveling 114 "Toezicht op de realisatie van paalfunderingen";
3. NVN6724:2001 "Voorschriften Beton - In de grond gevormde funderingselementen van beton of mortel", status: Ingetrokken*.

* = De status "ingetrokken" kent vanuit NEN (Stichting Koninklijk Nederlands Normalisatie Instituut) de volgende betekenis: "Als een norm de status 'ingetrokken' heeft betekent dit dat deze norm niet meer officieel geldig is als zijnde de huidige norm. Als er een vervanger van deze norm is aangegeven dan is deze leidend voor het betreffende onderwerp.". Praktisch betekend dit dat de betreffende norm niet meer zal worden beheerd of aangepast en op termijn achterhaalde informatie of toepassingen kan bevatten.

Opgemerkt wordt dat bij tegenstrijdigheden in de bovengenoemde documenten, de opgenomen chronologische volgorde leidend is in het toepassen.

Hieronder (en op de volgende pagina) worden nog enkele relevante punten gegeven:

- De eerste paal moet zo dicht mogelijk bij een sondering worden gemaakt met het diepste paalpuntniveau. Indien de opgeboorde grond in de getrokken avegaar, in combinatie met het sondeerbeeld, bedenkingen geeft ten aanzien van het gekozen paalpuntniveau, dient onmiddellijk contact te worden opgenomen met de constructeur of geotechnische adviseur;
- Indien de palen binnen 4 uur na elkaar worden vervaardigd, dient de onderlinge hart op hart afstand 4x de paaldiameter met een minimum van 2,0 meter te bedragen. Indien deze tijd meer dan 4 uur is, mag uitgegaan worden van 2,5x de paaldiameter met een minimum van 2,0 meter. Na een periode van ca. 24 uur is de specie voldoende uitgehard dat voor deformaties of een doorbraak niet meer behoeft te worden gevreesd;
- Om beïnvloeding van het draagvermogen van de bestaande fundering te minimaliseren, adviseren wij de volgende vuistregels als leidraad te hanteren:
 - Nieuwe paal naast bestaande paal met gelijk of een hoger paalpuntniveau:
4,5x bestaande paaldiameter plus 1,5x nieuw paaldiameter;
 - Nieuwe paal naast bestaande paal, dieper paalpuntniveau:
6,0x bestaande paaldiameter plus 1,5x nieuw paaldiameter;

Opgemerkt wordt dat het vuistregels betreft, welke op basis van nadere informatie bijgesteld moet/kan worden. Het draagvermogen van de bestaande palen zal ten gevolge van de installatie van de nieuwe palen negatief beïnvloed worden. De mate van beïnvloeding is sterk afhankelijk van de onderlinge afstand. Hierbij geldt: hoe groter de afstand, hoe lager het risico van negatieve beïnvloeding. Tevens wordt geadviseerd na te gaan of de bestaande fundering versterkt moet 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. Hierbij is het noodzakelijk het benodigde boormoment af te stemmen op de aanwezige ondergrond en paaldiameter;
- 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. Deze zogenoemde schraapfactor dient zo laag mogelijk te zijn om ook de ontspanning in de ondergrond tot een minimum beperken. Hierbij is de schraapfactor het aantal omwentelingen 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.
- 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, bijvoorbeeld 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.

Bijlage 7 Richtlijnen voor het uitvoeren van grondverbeteringen/-verdichting

Relevante uitvoeringaspecten

In onderstaande bijlage zijn aspecten opgenomen voor de uitvoering van een grondverbetering/-verdichting en eisen welke gesteld zijn aan het te gebruiken materiaal/materieel en de wijze van controle.

Te gebruiken materiaal en controle

Onderstaand zijn de eisen omschreven waaraan het materiaal moet voldoen dat voor een grondverbetering wordt gebruikt:

- Het materiaal (van nature aanwezig of aan te voeren) moet bestaan uit schoon, goed gegradeerd en te verdichten zand en/of puingranulaat (korrelverdeling). Verschillende korrelgroottes (fracties) moeten ieder in voldoende mate aanwezig zijn. De korrelvorm is bij voorkeur hoekig;
- De uniformiteitscoëfficiënt [$C_u = D_{60} / D_{10}$] dient minimaal 2,0 te bedragen. Hierin is D_{10} de korrel diameter met zeefdoorval van 10 %* en D_{60} de korrel diameter met zeefdoorval van 60 %*;
- De korrelfractie kleiner dan 16 μm mag in het algemeen niet meer bedragen dan 5 %*. Indien minder strenge eisen aan de grondverbetering worden gesteld is een percentage van 10 %* < 63 μm toelaatbaar;
- Het humusgehalte (gehalte organische stof) mag ten hoogste 2 à 3 %* bedragen;
- 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.

* = De genoemde percentages zijn gewichtspercentages

Voordat met de uitvoering wordt begonnen dienen bovenstaande eisen te worden geverifieerd. De controle is erop gericht om aan te tonen dat het gebruikte materiaal qua korrelgrootteverdeling, korrelvorm en verdichtbaarheid voldoet. 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 grondverbetering

De werkvolgorde van een grondverbetering bestaat normaliter uit een ontgraving, waarna de grondverbetering wordt aangebracht en verdicht. Een grondverbetering kan bestaan uit een uitwisseling van gronden (hoofdzakelijk slappe lagen vervangen door zand/puingranulaat). Of het onder betere condities terugbrengen van natuurlijke gronden, waarbij in de regel sprake is van zeer los gepakt zand. Onderstaande zijn benodigde maatregelen benoemd die bijdragen aan een optimaal resultaat:

- De ontgraving dient met zorgvuldigheid te worden uitgevoerd, waarbij aanwezige obstakels (vegetatieresten, kabels en leidingen, e.d.) en slappe lagen met minimale verstoring worden verwijderd;
- Indien de grondslag uit niet-cohesief materiaal zoals zand of puingranulaat bestaat (met een laag leemgehalte), dient het ontgravingsniveau met een trilplaat te worden afgetrild, voordat de grondverbetering wordt aangebracht. Cohesief materiaal zoals klei/leem/löss kan niet of nauwelijks worden verdicht zonder aanvullende maatregelen en/of toe te passen technieken.
- Voor het verdichten dient de grondwaterstand minimaal ca. 0,5 meter onder het verdichtingsvlak te staan. Indien nodig zal de grondwaterstand verlaagd moeten worden. Bij een hogere grondwaterstand kunnen, afhankelijk van de doorlatendheid van de ondergrond, het te gebruiken materiaal en materieel, 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^o met de horizontaal. Dit vanaf de onderste randen van de fundering tot aan het (geadviseerde) ontgravingsniveau. Daarnaast dient de grondverbetering tenminste over een breedte aanwezig te zijn van 4x de effectieve breedte van de fundering;
- 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 ca. 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 het toegepaste verdichtingsmaterieel. Het schema in Tabel 1 geeft een globale indicatie bij de toepassing van trilplaten:

Tabel 1: Globale indicatie trilplaat

| Centrifugaalkracht in kN | Gewicht in kg | Laagdikte in meters |
|-----------------------------|------------------|------------------------|
| 10 tot 20 | < 100 | 0,2 |
| 25 tot 40 | 150 tot 300 | 0,3 |
| 50 tot 80 | 400 tot 600 | 0,4 |
| > 100 | > 650 | 0,5 tot 0,6 |

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 het trillingsmaterieel 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 het aantal benodigde gangen is ook afhankelijk van het onderhoud en de slijtage van het materieel.

Wanneer zwaar trillingsmaterieel wordt gebruikt, dient de toplaag nagetrild te worden met een lichte trilplaat, omdat een zware trilplaat of -wals de bovenste laag (ca. 0,15 meter) niet verdicht of losschudt.

Controle en eisen aan verdichting grondverbetering

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

- Handsonderingen. Vanwege de beperkte mogelijkheden met betrekking tot de te meten conusweerstand en de te bereiken diepte kan hiermee een zandpakket van maximaal 0,5 à 1,0 m dikte worden gecontroleerd. Het gebruik van een handboring hierbij is noodzakelijk. Deze methode is niet geschikt voor controle van puingranulaat;
- Mechanische (lichte) slagsonderingen. Hierbij kan het volledige grondverbeteringspakket worden gecontroleerd;
- Standaard elektrische sonderingen. Indien de aangebrachte grondverbetering berijdbaar is voor een sondeertruck, kan op deze wijze het volledige pakket worden doorgelicht.
- Plaatdrukproeven. Hiermee wordt een indruk verkregen van de bereikte verdichtingsgraad en het zettingsgedrag van een grondverbeteringspakket en daarmee van de kwaliteit. De werkingsdiepte van de plaatdrukproef bedraagt 1,5 a 2,0 maal de diameter van de plaat. Doorgaans vormt de verhouding tussen, de met de plaatdrukproef bepaalde, Ev2 en Ev1 een maat voor de bereikte verdichtingsgraad. Wanneer de verhouding kleiner is dan 2,0 wordt gesproken over een goed verdicht pakket;
- In-situ-dichtheidsbepalingen. Met behulp van volume-steekringen worden monsters genomen waarvan de dichtheid wordt bepaald. Ook nucleaire dichtheidsmetingen kunnen worden gebruikt.

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

- Uitgaande van een benodigde (in de berekening gebruikte) effectieve hoek van inwendige wrijving (φ'_k) van 30 à 35 graden, kan de volgende leidraad worden gevolgd:
 - Bij gebruik van een standaard elektrische sondering volstaat een gelijkmatige oploop van 1 MN/m² per 10 cm diepte, waarbij na 1,0 meter de conuswaarde niet onder de 10 MN/m² terugvalt;
 - Pakketten tot maximaal ca. 1,0 m dikte m kunnen middels een handsondering gecontroleerd worden. De conusweerstand dient tot een diepte van 1,0 m gelijkmatig op te lopen tot 10 MN/m²;
 - Uitgaande van een lichte slagsonderingen (10 kg) dienen 25 à 30 slagen per 20 cm bereikt te worden tot aan een diepte van 0,6 meter. Hieronder moeten 45 à 50 slagen per 20 cm bereikt worden bij lichte slagsonderingen;
- De dichtheid moet 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

Legenda toegepaste uitzonderingsgrondslagen

In dit document zijn gegevens definitief geanonimiseerd op grond van:

| Wet | Artikel | Omschrijving | Pagina's |
|-------------------|----------------------|---|---|
| Wet open overheid | Art. 5.1 lid 2 sub e | De eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer | 2, 4, 6, 15, 17, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42 |