

Oriënterend ontwerpadvies voor de fundering

Nieuwbouw woningen en appartementencomplex a/d Stationstraat 170 te Elsloo
GA210915.R01.V3.0

3 augustus 2022



Oriënterend ontwerpadvies voor de fundering

Nieuwbouw woningen en appartementencomplex a/d Stationstraat 170 te Elsloo

Documentnummer GA210915.R01.V3.0

3 augustus 2022

Opdrachtgever

Swentibold Projectontwikkeling B.V.

Rijksweg Zuid 12

6131AN Sittard

Architect

CB5 - Architectuur

Wim Duisenbergplantsoen 21

6221 SE Maastricht

Auteurs

Adviseur geotechniek Y. Kickken MSc

Collegiale toets Ing. M. Vankan

+31 88 130 06 00

info@geonius.nl

Postbus 1097

6160 BB Geleen

Geonius.nl

Functie	Naam	Handtekening
Adviseur geotechniek	Y. Kickken MSc	
Collegiale toets	Ing. M. Vankan	

Inhoud

1	Inleiding	4
2	Projectbeschrijving	5
2.1	Beschrijving	5
2.2	Geotechnische uitgangspunten	6
3	Grondonderzoek	7
3.1	Algemeen	7
3.2	Diepsonderingen	7
3.3	Handboringen	8
3.4	Doorlatendheidsmeting	8
3.5	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 ontwerpadvies.....	13
6.1	Algemeen	13
6.2	Fundering op staal; woningen	13
6.3	Fundering op staal; appartementencomplex	15
6.4	Fundering op palen; appartementencomplex	16
6.5	Vloeren	17
7	Uitvoering.....	18
7.1	Ontgravingen	18
7.2	Mortelschroefpalen	18

Bijlagen

Bijlage 1 Situatietekening

Bijlage 2 Sondeergrafieken

Bijlage 3 Handboringen

Bijlage 4 Doorlatendheidsmeting

Bijlage 5 Funderingsdrukdiagrammen; woningen & appartementencomplex

Bijlage 6 Paalberekeningen; appartementencomplex

Bijlage 7 Richtlijnen uitvoering

1 Inleiding

Door Swentibold Projectontwikkeling B.V. werd aan Geonius Geotechniek B.V. opdracht gegeven om een geotechnisch grondonderzoek uit te voeren en een ontwerpadvies voor de fundering op te stellen. Daarnaast is opdracht gegeven voor de uitvoering van een infiltratieonderzoek. Deze onderzoeken waren nodig voor de geplande nieuwbouw van 6 woningen en een appartementencomplex aan de Stationstraat 170 te Elsloo.

Daar op de locatie nog sprake is van een bebouwing, is in overleg met de opdrachtgever besloten om het grondonderzoek en advies in 2 fases uit te voeren. In fase 1 (voorliggend rapport) is een deel van het grondonderzoek uitgevoerd, rondom de bestaande bebouwing op de vrije locaties.. In voorliggende rapportage is het oriënterend grondonderzoek gepresenteerd en een oriënterend advies gegeven. Voorliggende rapportage kan dus enkel als oriënterend worden beschouwd. Na de sloop zal het overige grondonderzoek worden uitgevoerd, op basis waarvan de definitieve adviesrapportage zal worden opgesteld.

Het oriënterend ontwerpadvies is uitgewerkt conform NEN 9997-1 (Geotechnisch ontwerp Deel 1: Algemene regels) en NEN 1997-2 (Geotechnisch ontwerp Deel 2: Grondonderzoek en beproeving). Beide delen vormen de basis van Eurocode 7.

De resultaten van het oriënterend infiltratieonderzoek zijn getoetst aan de eisen van Waterschap Limburg.

Voorliggend rapport betreft een versie 3.0 van de rapportage. In voorliggend document is op verzoek van de opdrachtgever de conclusie van het oriënterend infiltratieonderzoek in paragraaf 5.2 herzien. Voorliggend document kan derhalve als vervanging van document GA210915.R01.V1.0 d.d. 05-04-2022 en GA210915.R01.V2.0 d.d. 13-06-2022 worden gezien.

2 Projectbeschrijving

2.1 Beschrijving

Aan de Stationstraat 170 te Elsloo is de nieuwbouw van 6 woningen en een appartementencomplex met 12 appartementen gepland. In onderstaand Figuur 1 is een schematisch schetsoverzicht van de geplande nieuwbouw gegeven.



Figuur 1: Schematisch overzicht geplande nieuwbouw aan de Stationstraat 170 te Elsloo (Bron: 2021-04-30_Elsloo_stationstraat - CB5-Architectuur d.d. 30-04-2021).

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

- De geplande nieuwbouw bestaat uit:
 - Woningen: maximaal 2 bovengrondse bouwlagen incl. kap;
 - Appartementencomplex: maximaal 3 à 4 bovengrondse bouwlagen met plat dak;
- De nieuwbouw wordt niet van een kelder en/of kruipruimte voorzien;
- Het bouwpeil en aanlegniveau voor de funderingen (ca. 0,8 à 1,0 m- bouwpeil) is op basis van ingemeten terreinhoogten door ons aangenomen op:

	<u>Bouwpeil</u>	<u>Aangenomen aanlegniveau voor de fundering</u>
○ Woningen:	NAP +72,7 m	NAP +71,9 m;
○ Appartementencomplex:	NAP +73,2 m	NAP +72,2 m
- De maximale rekenwaarde voor de belastingen op de funderingen zijn door ons aangenomen op:
 - Woningen: lijnlasten q_d van ca. 125 tot 175 kN/m¹ en puntlasten F_d van ca. 300 tot 500 kN;
 - Appartementencomplex: lijnlasten q_d van ca. 300 tot 500 kN/m¹ en puntlasten F_d van ca. 800 tot 1.500 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;

- Een groot deel van de nieuwbouwlocatie is momenteel nog voorzien van bebouwing. Bij ons is verder geen informatie beschikbaar aangaande de bestaande funderingen en eventuele kelders etc.;

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.

Het ontwerp van een funderingsconstructie op staal dient getoetst te worden aan de eisen, betreffende constructieve veiligheid en bruikbaarheid conform hoofdstuk 6 van NEN 9997-1.

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 oriënterend grondonderzoek zijn in februari en maart 2022 in totaal 4 diepsonderingen, 2 handboringen en 1 doorlatendheidsmeting uitgevoerd.

In eerste instantie was de uitvoering van 2 doorlatendheidsmetingen gepland. Handboring DB02 is enkele decimeters beneden maaiveld vastgelopen op puinhoudend materiaal, waardoor de 2^{de} doorlatendheidsmeting niet uitgevoerd kon worden.

De overige geplande sonderingen (5 stuks) en handboring met doorlatendheidsmeting zullen na sloop van de huidige bebouwing alsnog worden uitgevoerd.

Hierna is het uitgevoerde onderzoek verder beschreven.

3.2 Diepsonderingen

De sonderingen zijn genummerd GA210915 SW01, SW02, SW04 en SW05. 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 Handboringen

Om de toplagen nader te verkennen en de doorlatendheidsmeting uit te voeren zijn op de locatie tevens 2 handboringen (genummerd GA210915 DB01 en DB02) tot respectievelijk ca. 2,5 m- (DB01) en ca. 0,4 m- maaiveld uitgevoerd. Tijdens de boorwerkzaamheden is het bodemmateriaal lithologisch onderzocht. Bij het lithologisch onderzoek worden de grondsoorten geclassificeerd volgens NEN 5104. De boorstaten zijn opgenomen in de bijlagen.

3.4 Doorlatendheidsmeting

In het boorgat DB01 is een doorlatendheidsmeting uitgevoerd. Deze is genummerd GA210915 DM01 en is opgenomen in de bijlage. 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.

3.5 Inmeting

De ligging van de onderzoekspunten is op situatietekening GA210915.T01 weergegeven. De resultaten van het grondonderzoek zijn in de bijlagen toegevoegd. De sondeergrafieken zijn getekend ten opzichte van NAP. De boorstaten zijn getekend ten opzichte van maaiveld en NAP. De onderzoekspunten zijn met behulp van 06-GPS ingemeten t.o.v. het Rijksdriehoekstelsel en NAP (nauwkeurigheid ca. 0,10 m). Alle gegevens van de inmetingen zijn een momentopname en zijn alleen te gebruiken voor voorliggend onderzoek.

4 Grondslag

4.1 Terreingesteldheid

Het terrein is momenteel gedeeltelijk bebouwd en voor de rest braakliggend. Ten tijde van het grondonderzoek lag het maaiveld ter plaatse van de sondeer- en boorpunten op een niveau van ca. NAP +73,1 m tot NAP +72,6 m. Het terrein kent hiermee een hoogteverschil van ca. 0,5 m.

4.2 Bodemopbouw

De bodemopbouw kan op basis van de sonderingen en handboringen door middel van het volgende lagensysteem worden beschreven:

Toplaag:

Vanaf maaiveld wordt tot een niveau van ca. NAP +72,0 m (SW04 en SW05) à ca. NAP +70,9 m (SW01 en SW02) een geroerd en losgepakt leempakket aangetroffen. Ter plekke van de sonderingen SW01 en SW02 is momenteel nog sprake van een semi-verhardingspakket. De conusweerstand in dit pakket varieert van ca. 20 MPa voor het semi-verhardingspakket tot ca. 1 MPa voor de geroerde leem.

Tussenlaag:

Hieronder wordt tot een niveau van ca. NAP +65,3 m à ca. NAP +64,0 m een matig vast zandhoudend Löss- en leempakket aangetroffen. De conusweerstand in dit pakket varieert van ca. 1 MPa tot 6 MPa

Onderlaag:

Onder voornoemd niveau wordt tot de maximaal verkende diepte van ca. NAP +56,6 m een matig vast tot vast zandpakket aangetroffen. De conusweerstand in dit pakket varieert van ca. 8 tot meer dan 30 MPa.

4.3 Grondwater

Tijdens het grondonderzoek is in de sondeergaten naar de actuele grondwaterstand gepeild. Deze werd niet aangetroffen tot de maximaal verkende diepte van ca. 16,0 m- maaiveld. Dit komt overeen met ca. NAP +56,6 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 geen invloed op de keuze van het funderingssysteem.

4.4 Doorlatendheid

Om de doorlatendheid van de bodem te berekenen is 1 proef uitgevoerd. Omdat de proef boven het grondwaterniveau is 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	1,5 – 2,5	+71,6 - +70,6	Leem, sterk zandig	0,2 – 0,7

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 plaats 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	1,5 – 2,5	+71,6 - +70,6	0,2	Matig	Ja

Aan de tweede eis wordt voldaan aangezien geen grondwater is aangetroffen tot op een diepte van ca. 16,0 m-maaiveld ofwel NAP +56,6 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. Onderstaand is voor 4 algemene infiltratietechnieken aangegeven of deze locatie daar geschikt voor is:

1. Infiltratie in de bovengrond (tot ca. 1,0 m- maaiveld) door middel van oppervlakkige infiltratie via doorlatende verharde oppervlakten. Dit behoort wellicht 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. Deze methode lijkt kansrijk, maar gezien de relatief lage doorlatendheid dient rekening gehouden te worden met een relatief grote voorziening.

3. Infiltratie in de ondiepe ondergrond (tot ca. 3,5 m- maaiveld) middels een ondergronds systeem. Hierbij valt te denken aan infiltratiekratten, infiltratiekoffers, putten en/of infiltratieriool. Deze methode lijkt kansrijk, maar gezien de relatief lage doorlatendheid dient rekening gehouden te worden met een relatief grote voorziening.
4. Infiltratie naar de diepere ondergrond (dieper dan ca. 3,5 m- maaiveld). De behoort waarschijnlijk tot de mogelijkheden. Hiervoor dient allereerst de doorlatendheid van de diepere ondergrond voor gemeten te worden.

5.2 Conclusie

Uit de gemeten doorlatendheid en grondwaterstand blijkt dat infiltratie van hemelwater in de ondiepe ondergrond beperkt tot de mogelijkheden behoort. De doorlatendheid van de ondergrond is matig te noemen.

Op basis van het reeds uitgevoerde onderzoek is de verwachting dat een infiltratievoorziening in de bovengrond middels een wadi en/of infiltratieveld, of in de ondiepe ondergrond middels infiltratiekratten en/of grindkoffers kan worden toegepast. Daar sprake is van een beperkt gemeten doorlatendheid, zal de voorziening grotendeels als buffer dienen, eventueel met overloop het riool, en zal sprake zijn van een relatief groot systeem.

Wellicht behoort het toepassen van een combinatievoorziening daarnaast ook tot de mogelijkheden. Bij een dergelijke combinatievoorziening, zal een buffervoorziening in de bovengrond en/of ondiepe ondergrond worden aangebracht, waarbij middels grindpalen infiltratie van hemelwater zal plaatsvinden in het diepere zandpakket op een niveau van ca. NAP +63 m.

Wij adviseren derhalve de mogelijkheden voor een infiltratievoorziening in de bovengrond en/of ondiepe ondergrond bijvoorbeeld middels (een) wadi's verder te onderzoeken. Hiervoor dienen in de 2^{de} fase aanvullende doorlatendheidsmetingen uitgevoerd te worden. Indien blijkt dat de infiltratievoorziening een te grote omvang dient te hebben, kan gekozen worden om aanvullend infiltratie naar de diepere ondergrond (bijv. infiltratiepalen) toe te passen. In overleg kan voor de 2^{de} fase meteen ook aanvullend de doorlatendheid van de diepere ondergrond worden getoetst.

6 Oriënterend ontwerpadvies

6.1 Algemeen

Gezien de aard van het project en de aangetroffen bodemopbouw adviseren wij voor de bouwonderdelen het volgende:

- Voor de woningen adviseren wij een fundering op staal toe te passen. Wel zal vanwege de los gepakte en/of geroerde toplagen een grondverbetering moeten worden aangebracht om de zettingen en zettingsverschillen te beperken;
- Voor het appartementencomplex kan zowel een fundering op staal als een fundering op palen worden toegepast. Bij toepassing van een fundering op staal dient wel rekening gehouden te worden met een relatief dikke grondverbetering van ca. 1,2 m à 1,5 m dikte om de zettingen en zettingsverschillen te beperken. Door de opdrachtgever kan in overleg met de constructeur besloten worden welke funderingswijze wordt toegepast op basis van uitvoeringstechnische en economische gronden.

Onderstaand is de fundering op staal (woningen & appartementen) en op palen (appartementen) verder uitgewerkt.

Merk op dat voorliggend oriënterend advies nog kan wijzigingen naar aanleiding van het nog na sloop uit te voeren resterende grondonderzoek.

6.2 Fundering op staal; woningen

In aanmerking komt een fundering op stroken en poeren. De funderingen zijn aan te leggen op een minimale vorstvrije diepte van ca. 0,8 m- toekomstig maaiveld. De minimale funderingsbreedte bedraagt 0,3 m.

Bij de berekening van de funderingsconstructie als een elastisch ondersteunde ligger, kan gebruik gemaakt worden van een rekenwaarde voor de beddingsconstante van ca. 4,5 MN/m³ voor de stroken en ca. 8,5 MN/m³ voor de poeren. Of en in hoeverre de fundering van wapening moet worden voorzien is ter competentie van de constructeur.

In Tabel 6.1 zijn de te hanteren niveaus sec ter plaatse van de sonderingen ten opzichte van NAP gegeven. Indien de door ons gehanteerde uitgangspunten sterk mochten afwijken van de werkelijke, dan gelieve ons te contacteren.

Tabel 6.1: te hanteren niveaus voor de fundering van de woningen

Sondering nr.	Maaiveldhoogte [m t.o.v. NAP]	Bouwpeilhoogte [m t.o.v. NAP]	Aanlegniveau [m t.o.v. NAP]	Minimaal ontgravingsniveau* [m t.o.v. NAP]
SW01	+72,55	+72,70	+71,90	+70,90
SW02	+72,61	+72,70	+71,90	+71,00
SW03	<i>Nog uit te voeren na sloop</i>			
SW07	<i>Nog uit te voeren na sloop</i>			
SW08	<i>Nog uit te voeren na sloop</i>			
SW09	<i>Nog uit te voeren na sloop</i>			

* Als gevolg van de sloop, kunnen mogelijk diepere ontgravingen noodzakelijk zijn door diepere roering van de ondergrond.

In ieder geval zal, indien plaatselijk op de in de tabel aangegeven ontgravingsniveaus nog zeer sterk samendrukbare, humushoudende lagen en/of losse geroerde gedeelten worden aangetroffen, dieper moeten worden ontgraven tot de schone vastere leem wordt gevonden. Bij twijfels of afwijkingen gelieve ons kantoor te waarschuwen.

Waar hoger wordt aangelegd dan het minimale ontgravingsvlak zal een grondverbetering moeten worden aangebracht. Richtlijnen betreffende het aanbrengen van grondverbeteringen worden gegeven in de bijlagen. Het toepassen van een verdiepte aanzet middels schrale beton is eveneens toegestaan.

Bij bovenstaande wijze van funderen zijn de rekenwaarden voor de draagkracht loodrecht op het funderingsoppervlak gegeven in bijlage 5. Hierbij is gerekend met een gedraineerde, homogene ondergrond en een permanente gronddekking van 0,5 m en een lage grondwaterstand.

Teneinde een idee te verkrijgen van de orde van grootte van de zettingen, zijn berekeningen uitgevoerd met behulp van geschatte parameters. De optredende maximale zettingen schatten wij omtrent 15 tot 25 mm voor de stroken en omtrent 10 tot 15 mm voor de poeren. De zettingsverschillen bedragen ca. 50%.

De rekenwaarde van de totale funderingsbelasting dient lager te zijn dan de door ons opgegeven rekenwaarden. Hiermede is aan de uiterste grenstoestand 1A (bezwijken van de funderingsgrondslag) voldaan.

Door de constructeur zal het uiteindelijke funderingsontwerp, op basis van de door ons opgegeven parameters, nog getoetst moeten worden aan de uiterste grenstoestand 1B (maximaal toelaatbare vervormingen in de funderingsconstructie).

6.3 Fundering op staal; appartementencomplex

In aanmerking komt een fundering op stroken en poeren. De funderingen zijn aan te leggen op een minimale vorstvrije diepte van ca. 0,8 m- toekomstig maaiveld. De minimale funderingsbreedte bedraagt 0,3 m.

Bij de berekening van de funderingsconstructie als een elastisch ondersteunde ligger, kan gebruik gemaakt worden van een rekenwaarde voor de beddingsconstante van ca. 4,5 MN/m³ voor de stroken en ca. 9,0 MN/m³ voor de poeren. Of en in hoeverre de fundering van wapening moet worden voorzien is ter competentie van de constructeur.

In Tabel 6.2 zijn de te hanteren niveaus sec ter plaatse van de sonderingen ten opzichte van NAP gegeven. Indien de door ons gehanteerde uitgangspunten sterk mochten afwijken van de werkelijke, dan gelieve ons te contacteren.

Tabel 6.2: te hanteren niveaus voor de fundering van de woningen

Sondering nr.	Maaiveldhoogte [m t.o.v. NAP]	Bouwpeilhoogte [m t.o.v. NAP]	Aanlegniveau [m t.o.v. NAP]	Minimaal ontgravingsniveau* [m t.o.v. NAP]
SW04	+73,49	+73,20	+72,20	+71,00
SW05	+73,09	+73,20	+72,20	+71,00
SW06	Nog uit te voeren na sloop			
SW07	Nog uit te voeren na sloop			

* Als gevolg van de sloop, kunnen mogelijk diepere ontgravingen noodzakelijk zijn door diepere roering van de ondergrond.

In ieder geval zal, indien plaatselijk op de in de tabel aangegeven ontgravingsniveaus nog zeer sterk samendrukbare, humushoudende lagen en/of losse geroerde gedeelten worden aangetroffen, dieper moeten worden ontgraven tot de schone vastere leem wordt gevonden. Bij twijfels of afwijkingen gelieve ons kantoor te waarschuwen.

Waar hoger wordt aangelegd dan het minimale ontgravingsvlak zal een grondverbetering moeten worden aangebracht. Richtlijnen betreffende het aanbrengen van grondverbeteringen worden gegeven in de bijlagen. Het toepassen van een verdiepte aanzet middels schrale beton is vanwege de verwachte zettingen niet toegestaan.

Bij bovenstaande wijze van funderen zijn de rekenwaarden voor de draagkracht loodrecht op het funderingsoppervlak gegeven in bijlage 5. Hierbij is gerekend met een gedraineerde, homogene ondergrond en een permanente gronddekking van 0,5 m en een lage grondwaterstand.

Teneinde een idee te verkrijgen van de orde van grootte van de zettingen, zijn berekeningen uitgevoerd met behulp van geschatte parameters. De optredende maximale zettingen schatten wij omtrent 30 tot 35 mm voor de stroken en omtrent 15 tot 25 mm voor de poeren. De zettingsverschillen bedragen ca. 50%.

De rekenwaarde van de totale funderingsbelasting dient lager te zijn dan de door ons opgegeven rekenwaarden. Hiermede is aan de uiterste grenstoestand 1A (bezwijken van de funderingsgrondslag) voldaan.

Door de constructeur zal het uiteindelijke funderingsontwerp, op basis van de door ons opgegeven parameters, nog getoetst moeten worden aan de uiterste grenstoestand 1B (maximaal toelaatbare vervormingen in de funderingsconstructie).

6.4 Fundering op palen; appartementencomplex

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:

- paalklasse punt $\alpha_p = 0,56$
- paalvoetvorm $\beta = 1,0$
- paalvoetdwarsdoorsnede $s = 1,0$
- paalklasse schacht $\alpha_s = 0,0060$

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 +72,2 m en een minimale paallengte van 8 maal de paaldiameter.

In Tabel 6.3 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.

Tabel 6.3: paalpuntniveaus en draagvermogen alleenstaande mortelschroefpalen voor het appartementencomplex

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
SW04	+73,49	+62,00	570	820	1.115
SW05	+73,09				
SW06	Nog uit te voeren na sloop				
SW07	Nog uit te voeren na sloop				

De berekening van de rekenwaarden van de maximaal toelaatbare paalbelastingen per sondering worden gegeven in bijlage 6. 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 6 het lastzakkingsdiagram met daarin de veerconstante 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.

6.5 Vloeren

Bij toepassing van een fundering op staal kunnen de vloeren, nadat de teelaarde, losse geroerde grond en andere ongerechtigdheden zijn verwijderd, op een daartoe aangebracht grondverbetering van ca. 1 m dikte worden aangebracht. Zie ook de richtlijnen uitvoering grondverbeteringen welke zijn opgenomen in de bijlagen.

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.

Bij toepassing van een fundering op palen voor de appartementen, adviseren wij de vloeren vrijdragend uit te voeren.

7 Uitvoering

7.1 Ontgravingen

Voor een juiste uitvoering van de funderingswerkzaamheden is het noodzakelijk dat de grondwaterstand tenminste 0,5 meter-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 weke en plaatselijk geroerde bovengrond.

Bij het ontgraven en het aanbrengen van de grondverbetering dient rekening gehouden te worden met de stabiliteit van de fundering van de belendende bebouwing. 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 te voorkomen.

Vanwege de plaatselijk weke en verzadigde bodem zal zowel bij de ontgravingswerkzaamheden alsmede bij het aanbrengen van de grondverbetering zorgvuldig te werk moeten worden gegaan om een "dolle" ondergrond te voorkomen. De werkingsdiepte van de verdichtingsapparatuur moet zijn afgestemd op de dikte van de aan te brengen lagen van het grondverbeteringspakket.

De ontgravingswerkzaamheden dienen achteruit werkend te geschieden. Het berijden of betreden van de put moet na het ontgraven worden vermeden. Zie ook de richtlijnen grondverbeteringen 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.

In verband met de plaatselijk weke, drassige ondergrond is het aan te bevelen om voorzieningen te treffen voor het manoeuvreren met de boorstelling. Hiertoe kunnen bijvoorbeeld dragline-schotten worden gebruikt.

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

Gezien de plaatselijk weke grondslag adviseren wij een zorgvuldige controle op de betondruk te houden. Het gebruik van toeslagmaterialen in de beton zoals bijvoorbeeld spramex kan het regelen van de betondruk en daarmee een kwalitatief betere paal bevorderen en extra betonverbruik minimaliseren.

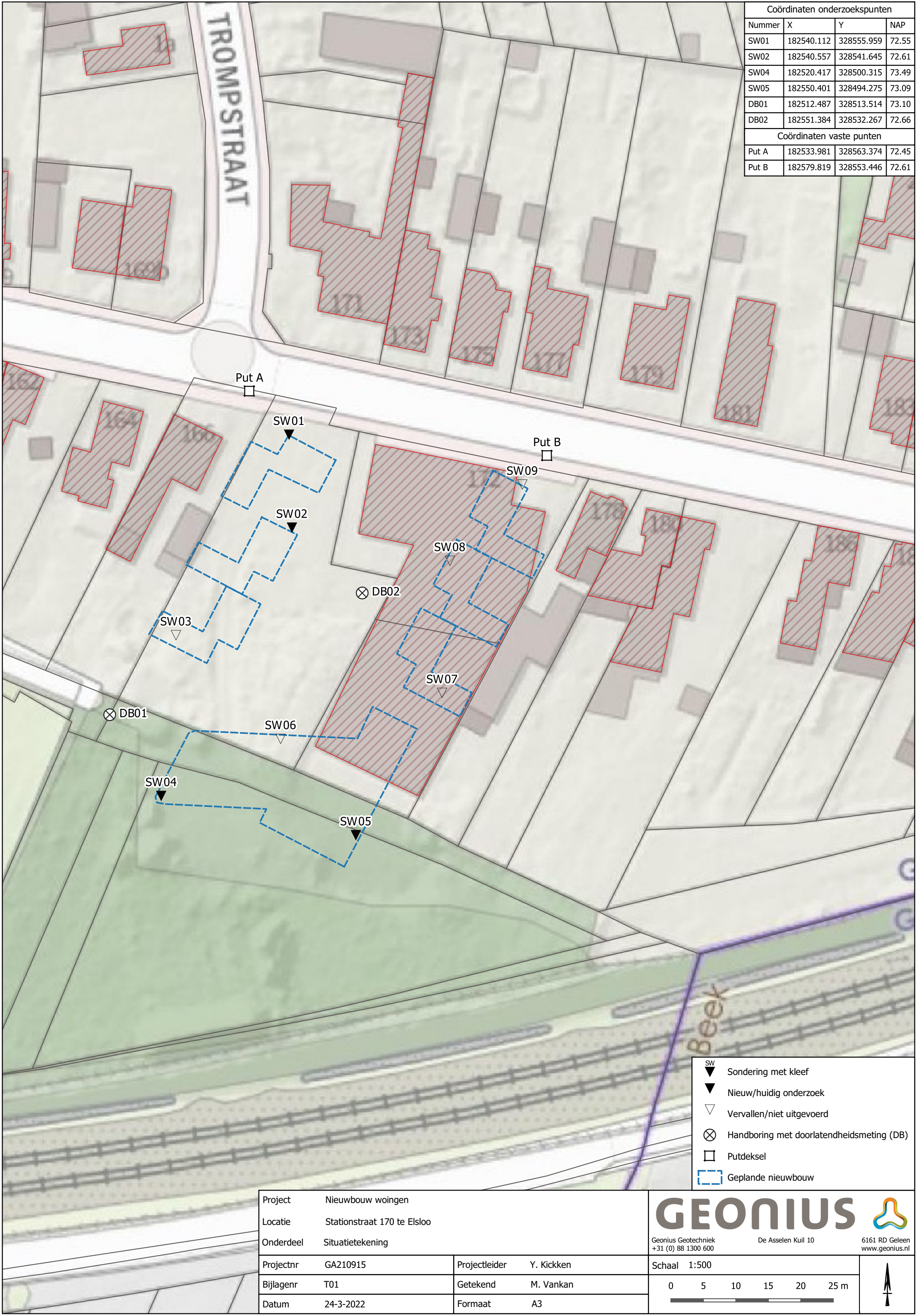
In verband met de aanwezigheid van zeer vaste lagen dient de boormotor, in combinatie met het gewicht van de stelling, voldoende capaciteit te hebben om de avegaar op diepte te brengen en ook weer te kunnen trekken.

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.

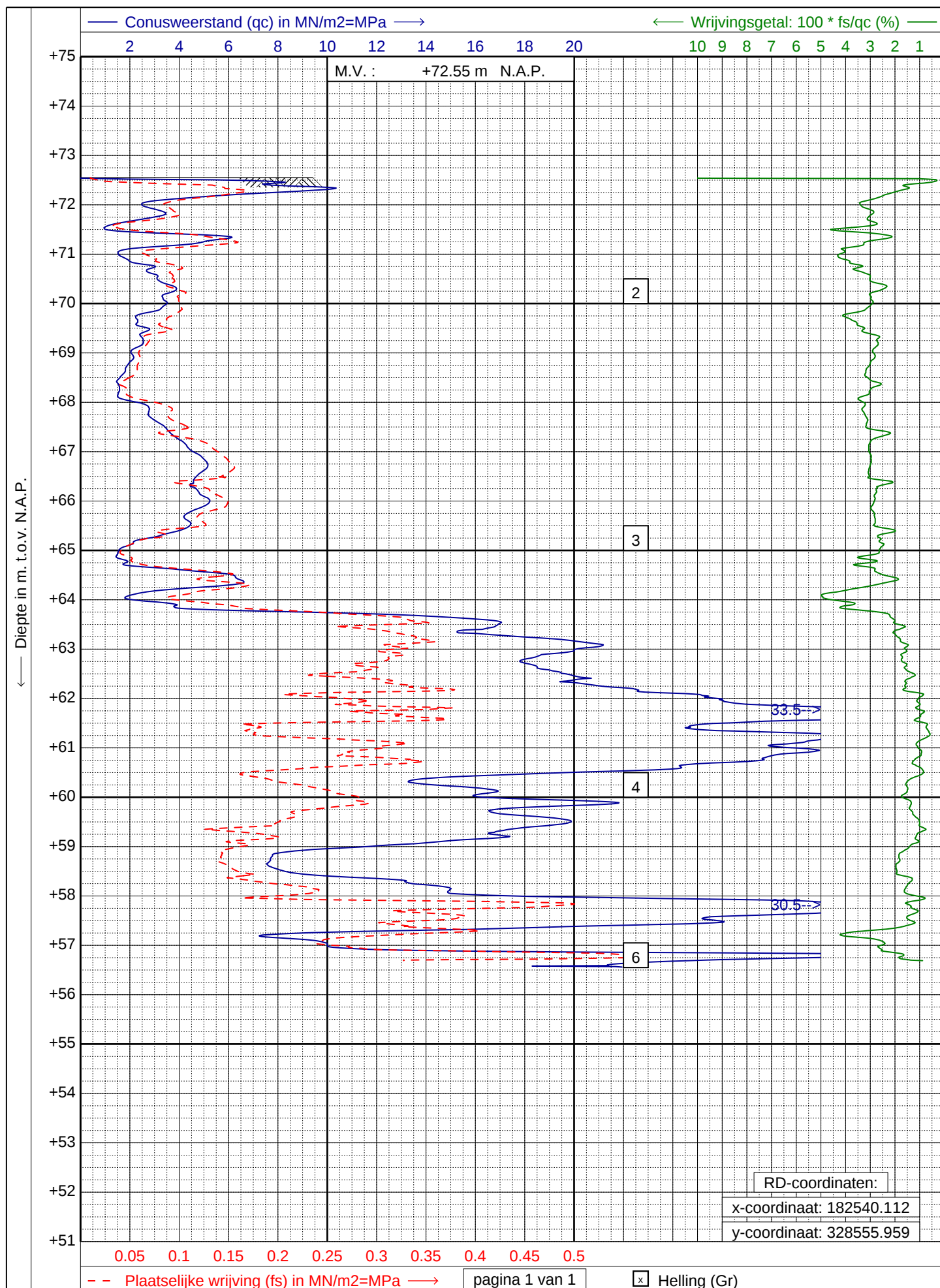
Bijlagen

Bijlage

Bijlage 1 Situatietekening



Bijlage 2 Sondeergrafieken

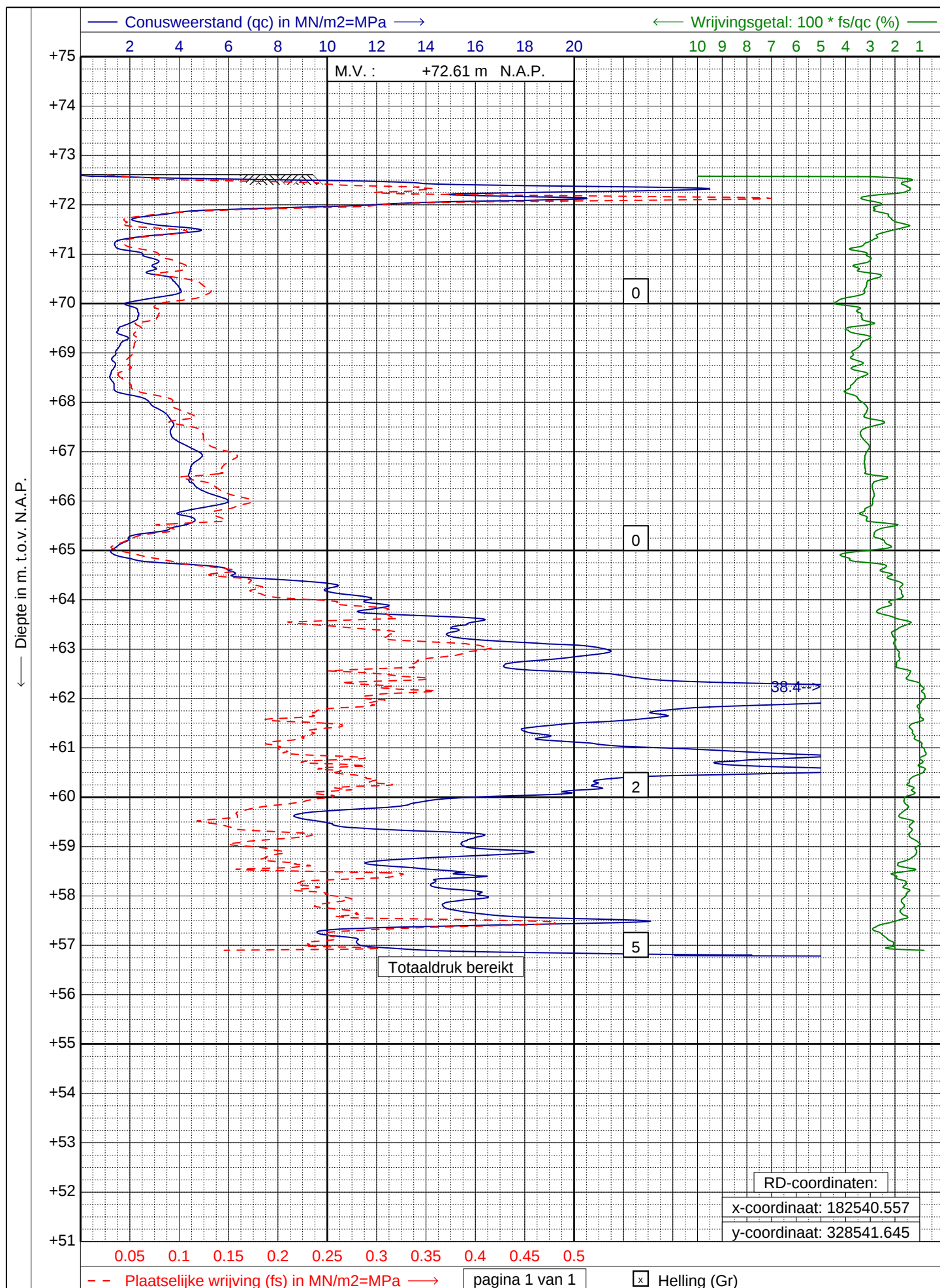


GEONIUS
 www.geonius.nl
 E-mail: info@geonius.nl
 Tel.: 088-1300600

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1, klasse 2 Type: TE1

Project : **Nieuwbouw woningen**
 Locatie : **Stationstraat 170 Elsloo**

Datum : **18-02-2022**
 Conus : **S15-CFI.1805**
 Opdracht : **GA210915**
 Sondering : **01**

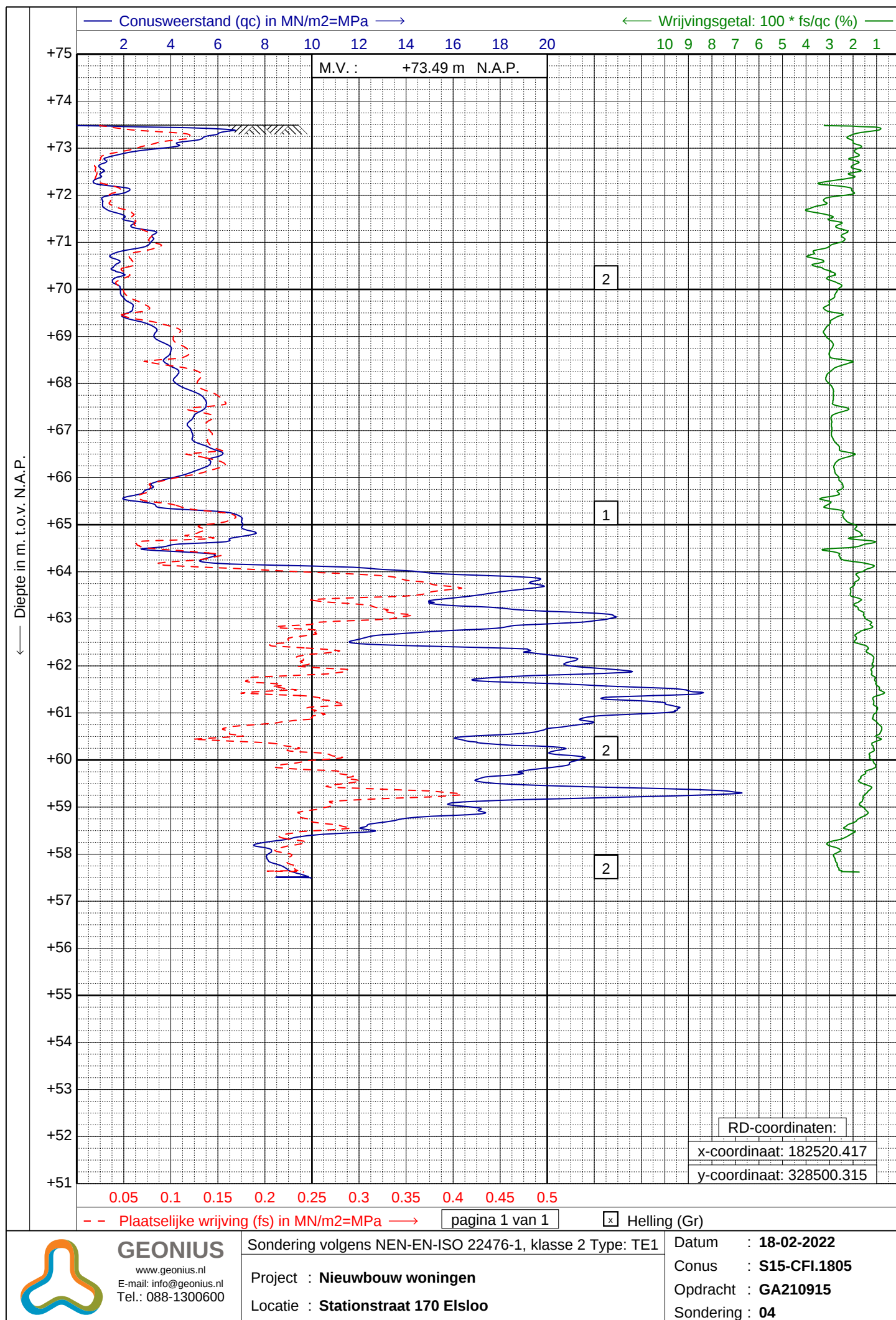


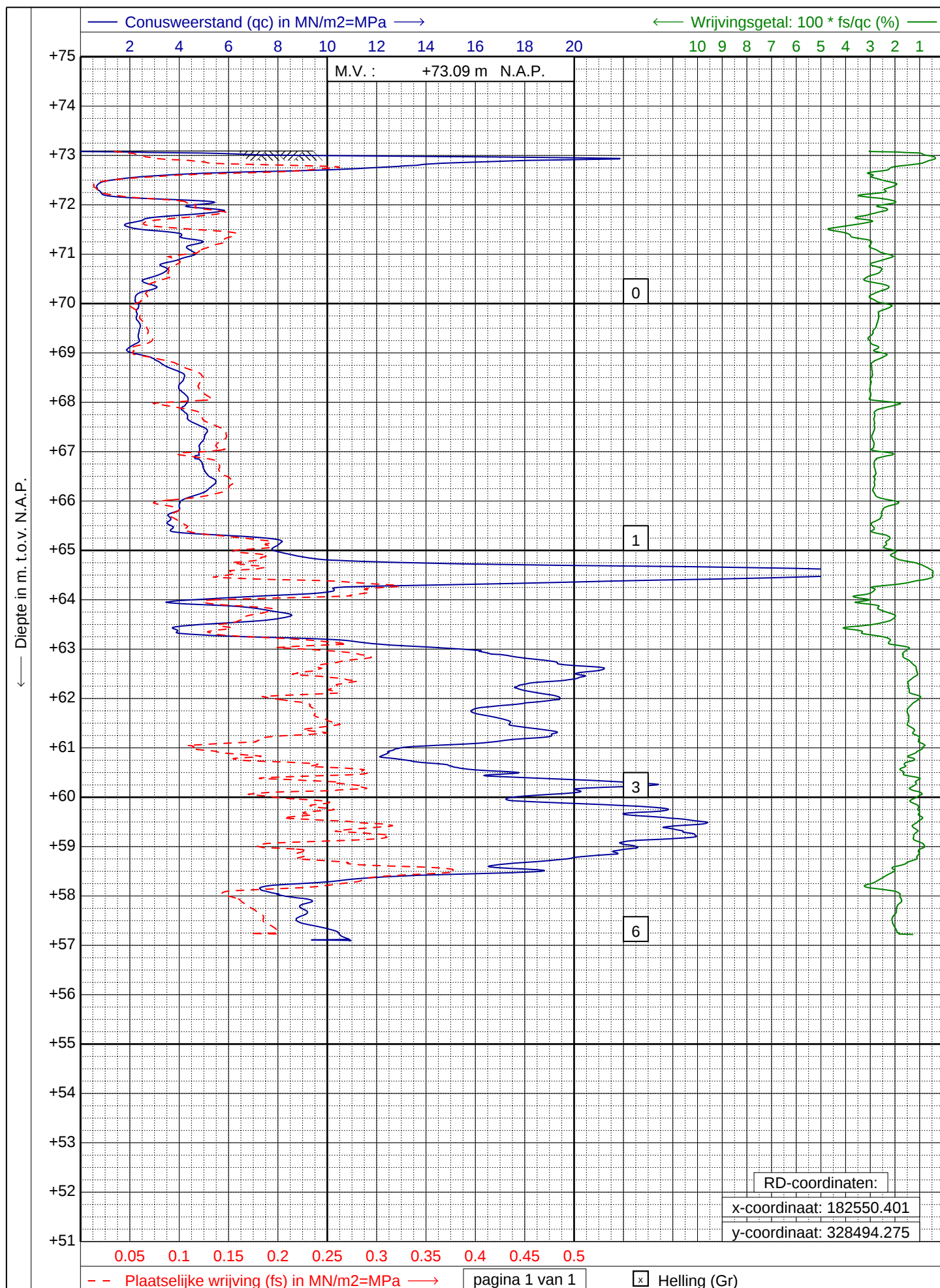
GEONIUS
www.geonius.nl
E-mail: info@geonius.nl
Tel.: 088-1300600

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1, klasse 2 Type: TE1

Project : **Nieuwbouw woningen**
Locatie : **Stationstraat 170 Elsloo**

Datum : **18-02-2022**
Conus : **S15-CFI.1805**
Opdracht : **GA210915**
Sondering : **02**





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

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1, klasse 2 Type: TE1

Project : **Nieuwbouw woningen**
Locatie : **Stationstraat 170 Elsloo**

Datum : **18-02-2022**
Conus : **S15-CFI.1805**
Opdracht : **GA210915**
Sondering : **05**

Bijlage 3 Handboringen

Boring: DB01

Maaiveldhoogte: 73,103 m. t.o.v. N.A.P.

Datum: 23-3-2022

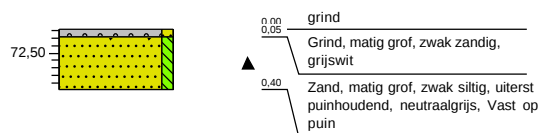
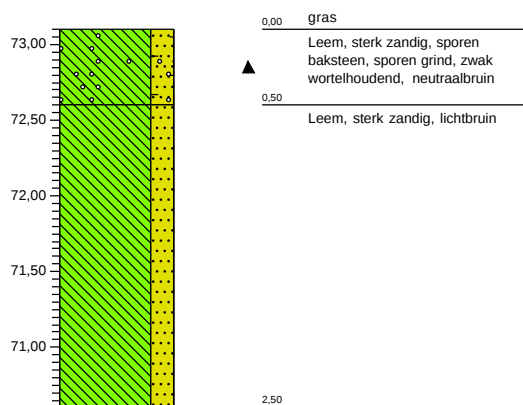
X-coördinaat: 182512,49
 Y-coördinaat: 328513,51

Boring: DB02

Maaiveldhoogte: 72,658 m. t.o.v. N.A.P.

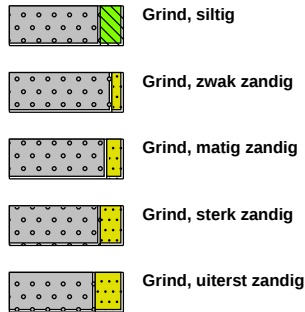
Datum: 18-2-2022

X-coördinaat: 182551,39
 Y-coördinaat: 328532,27

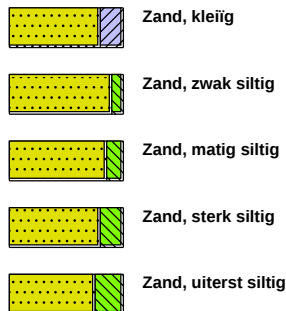


Legenda (conform NEN 5104)

grind



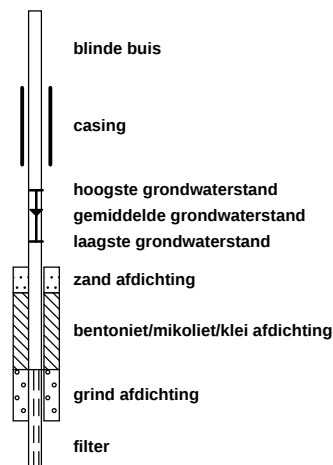
zand



veen



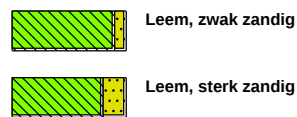
peilbuis



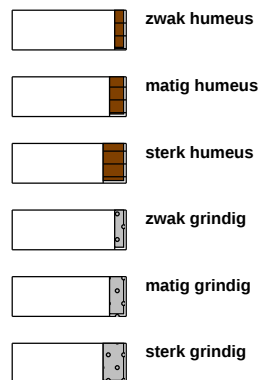
klei



leem



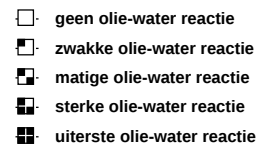
overige toevoegingen



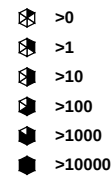
geur



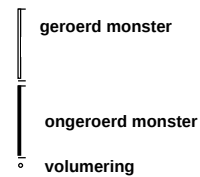
olie



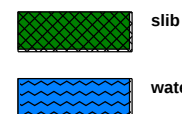
p.i.d.-waarde



monsters



overig



Bijlage 4 Doorlatendheidsmeting

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 $t = t_0$

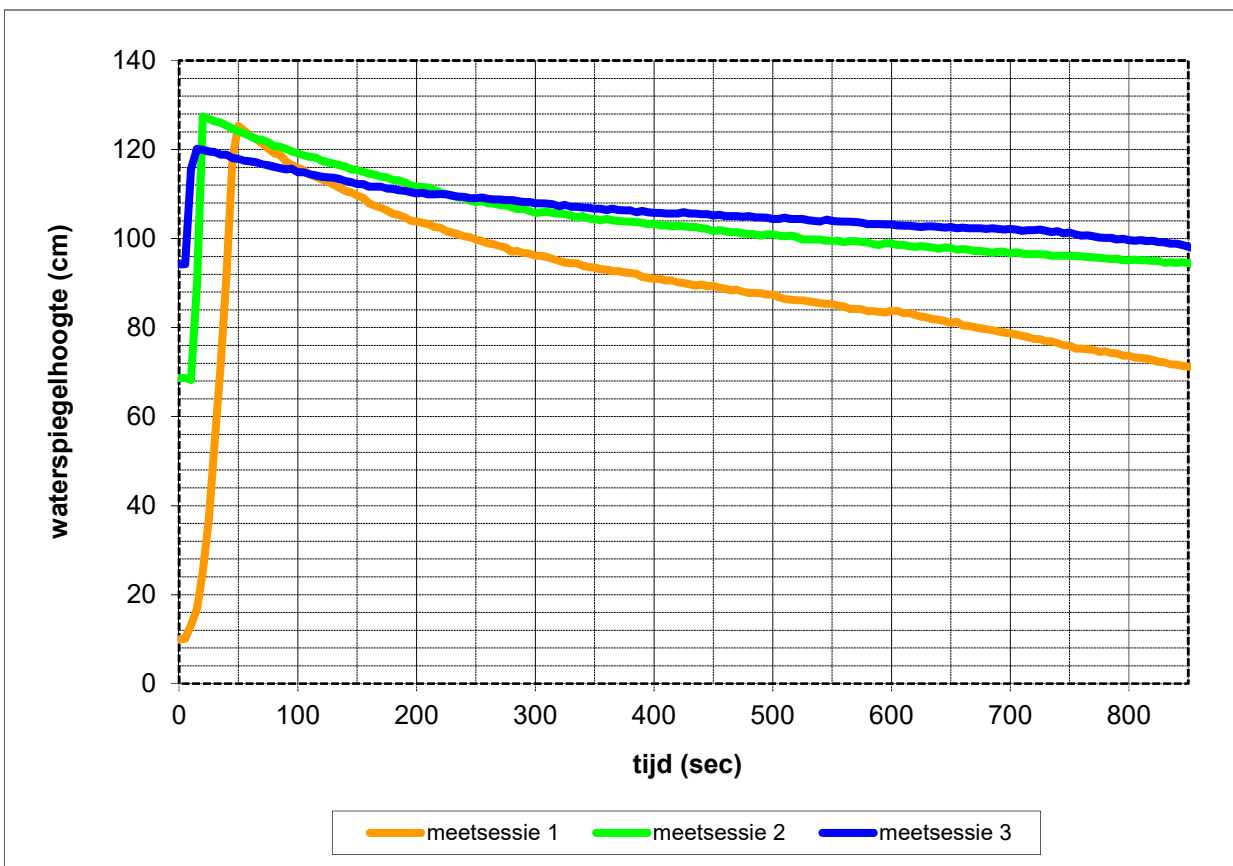
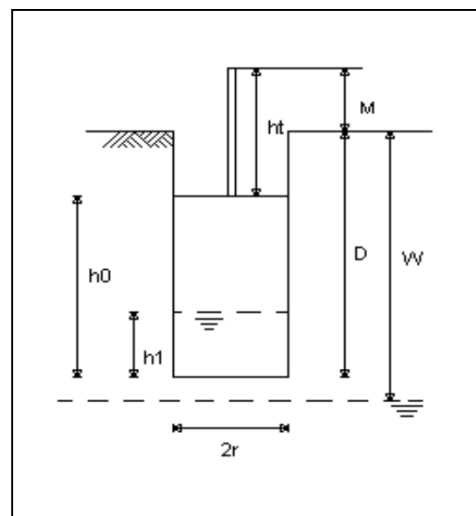
h_1 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_1$

r = boorgatradius

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

Onderzoekswaarden

Diepte boorgat	D :	250	cm
Standaardhoogte	M :	50	cm
Radius boorgat	R :	3,5	cm
Grondwater	W :	0	cm



Meetsessie 1

t_0 =	300	sec
h_0 =	96,11	cm
t_1 =	700	sec
h_1 =	78,72	cm
k_f =	8,55E-06	m/s
k_f =	0,74	m/dag
rc =	-4,35E-04	m/s

Meetsessie 2

t_0 =	400	sec
h_0 =	103,40	cm
t_1 =	700	sec
h_1 =	96,63	cm
k_f =	3,88E-06	m/s
k_f =	0,33	m/dag
rc =	-2,26E-04	m/s

Meetsessie 3

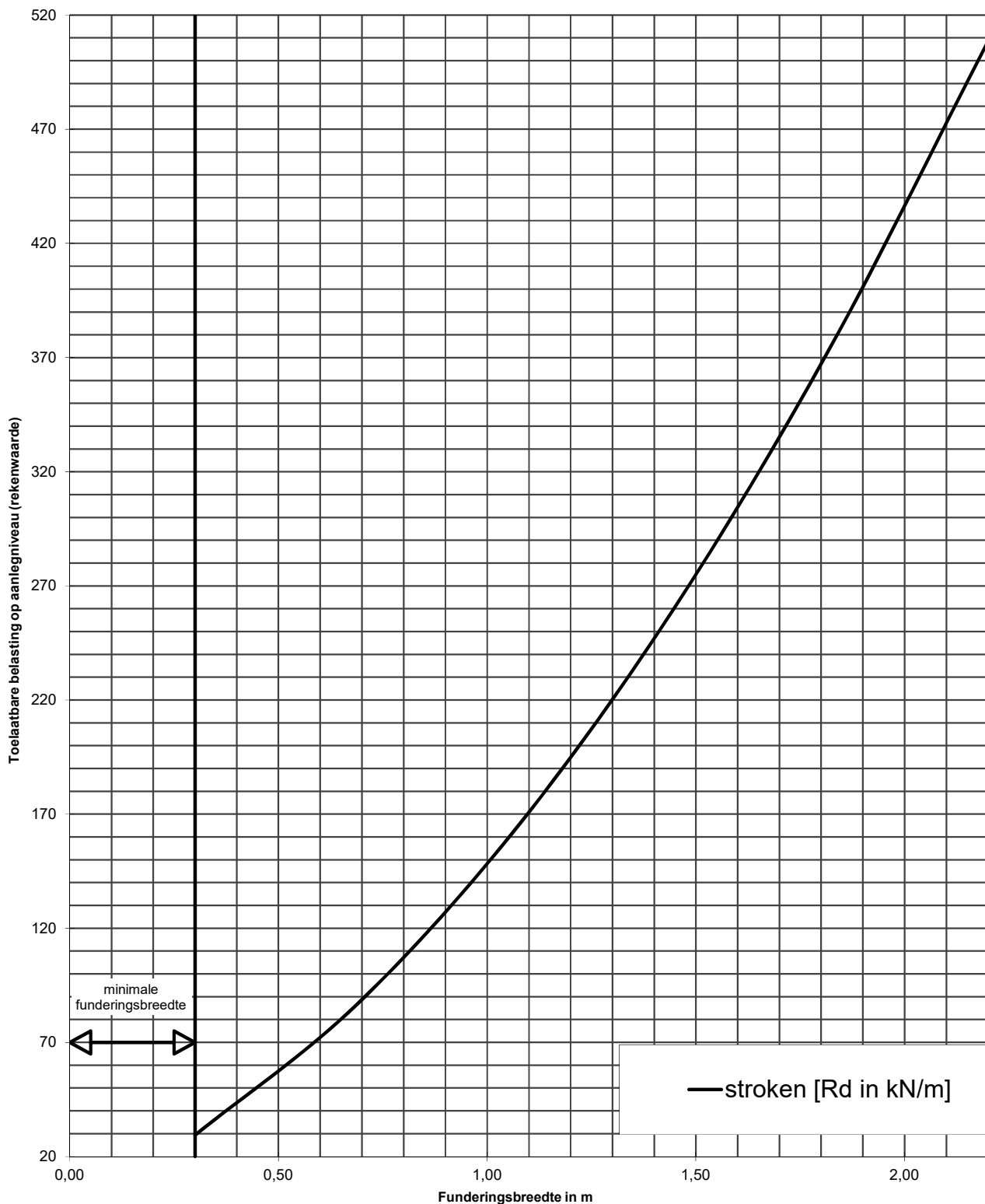
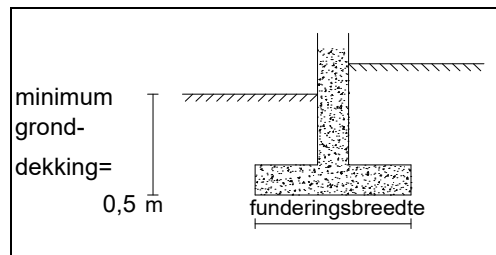
t_0 =	500	sec
h_0 =	104,39	cm
t_1 =	800	sec
h_1 =	99,67	cm
k_f =	2,65E-06	m/s
k_f =	0,23	m/dag
rc =	-1,58E-04	m/s

Bijlage 5 Funderingsdrukdiagrammen; woningen & appartementencomplex

Rekenwaarde voor de maximaal toelaatbare belasting volgens NEN 9997-1:2016
bij verticaal centrisch belaste funderingen

Bijlagenr. : GA210915
Project : Nieuwbouw woningen
Locatie : Stationstraat 170 Elsloo
Grondsoort : Löss/Leem

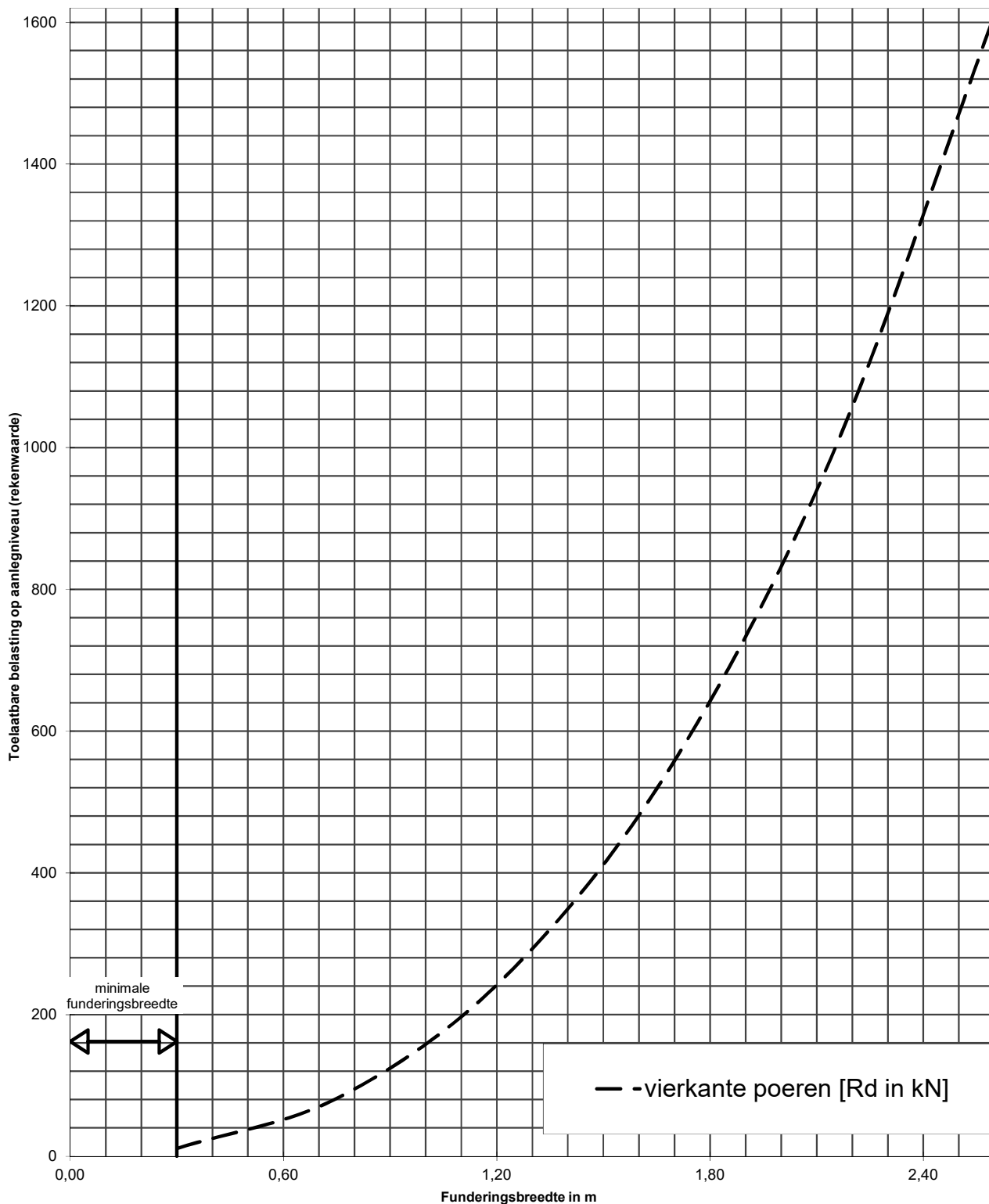
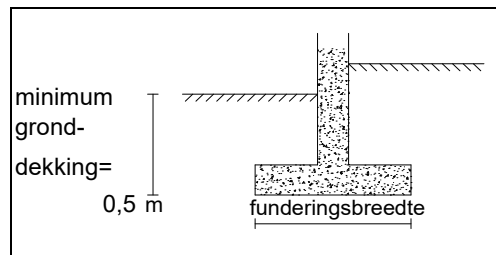
Volumiek gewicht : 18,0 kN/m³
Hoek inw. wrijving : 28,0 graden
Cohesie : 0,0 kN/m²



Rekenwaarde voor de maximaal toelaatbare belasting volgens NEN 9997-1:2016 bij verticaal centrisch belaste funderingen

Bijlagenr. : GA210915
 Project : Nieuwbouw woningen
 Locatie : Stationstraat 170 Elsloo
 Grondsoort : Löss/Leem

Volumiek gewicht : 18,0 kN/m³
 Hoek inw. wrijving : 28,0 graden
 Cohesie : 0,0 kN/m²



Bijlage 6 Paalberekeningen; appartementencomplex

Rapport voor D-Foundations 22.1

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



Bedrijfsnaam: Geonius
Geotechniek

Datum van rapport: 5-4-2022
Tijd van rapport: 9:46:10
Rapport met versie: 22.1.1.36055

Datum van berekening: 5-4-2022
Tijd van berekening: 9:45:24
Berekend met versie: 22.1.1.36055

Bestandsnaam: GA210915.C01

Projectbeschrijving: Nieuwbouw appartementencomplex
A/d Stationstraat 170 te Elsloo
D-Foundations GA210915.C01



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 Algemene Sondeergegevens	3
2.5.1 Overzicht Sonderingen in Funderingsplan	3
2.6 Paaltypen	4
2.6.1 Paalttype : Round 600	4
2.6.2 Paalttype : Round 500	4
2.6.3 Paalttype : Round 400	5
2.7 Funderingsplan	5
2.7.1 Overzicht Funderingsplan	5
2.8 Ontgravingsgegevens	6
2.9 Opgegeven Parameters	6
2.10 Model Opties	6
2.11 Model Opties	6
3 Bearing Piles (EC7-NL): Resultaten van de optie Voorontwerp-Draagkracht bij vaste PPN's	7
3.1 Rekenparameters	7
3.1.1 Factoren Paal	7
3.1.2 Paalttype : Round 600	7
3.1.3 Paalttype : Round 500	7
3.1.4 Paalttype : Round 400	8
3.2 Overzicht bij paalttype : Round 600	8
3.3 Overzicht bij paalttype : Round 500	9
3.4 Overzicht bij paalttype : Round 400	9
3.5 Samenvatting Rekenwaarde Draagkracht in kN	9

2 Invoergegevens

2.1 Algemene Invoergegevens

Model Bearing Piles (EC7-NL)

2.2 Rapportage Gegevens

Geotechnisch adviseur : Geonius Geotechniek B.V.
 Constructeur bovenbouw : n.b.
 Opdrachtgever : Swentibold Projectontwikkeling B.V.
 Titel 1 : Nieuwbouw appartementencomplex
 Titel 2 : A/d Stationstraat 170 te Elsloo
 Titel 3 : D-Foundations GA210915.C01
 Nummer project : GA210915
 Locatie project : Elsloo

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.

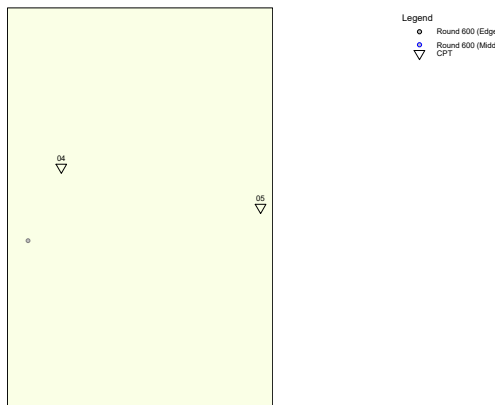
2.4 Bovenbouw

Stijfheidskarakteristiek : Slap

2.5 Algemene Sondeergegevens

Aantal sonderingen : 2
 Tijdstip sonderingen : Sondering - Ontgraving - Installatie

2.5.1 Overzicht Sonderingen in Funderingsplan



Naam sondering	Paalpunt-niveau [m R.N.]	Bovenkant pos. kleezone [m R.N.]	Onderkant neg. kleezone [m R.N.]	X-coördinaat [m]	Y-coördinaat [m]
04	62,00	69,30	69,30	182520,42	328500,32
05	62,00	69,00	69,00	182550,40	328494,28

2.6 Paaltypen

2.6.1 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 (delta) 1.0 * 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) 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

2.6.2 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 (delta) 1.0 * 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) 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

2.6.3 Paaltype : Round 400

Paaltype : Eigen paaltype (trillings-arm)
 Nota Bene: Dit user defined paaltype wordt beschouwd als een in de grondgevoerd paaltype.
 Daarom zal voor de karakteristieke waarde van de wrijvingshoek (delta) 1.0 * 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

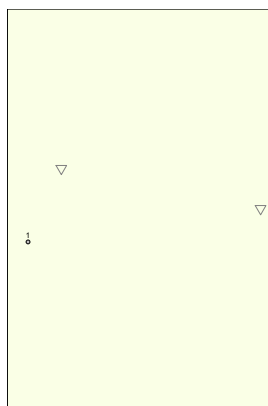
Paaltype voor gebruik in last-/zakkingsdiagrammen : 2
 Materiaaltype paal : Beton
 Gladheidsbehandeling voor paal : Geen gladheidsbehandeling
 Paalvorm : Ronde paal
 beta (Paalvoetvormfactor) conform figuur 7.i, NEN 9997-1:2016.
 s (factor voor de invloed vorm dwarsdoorsnede paalvoet) conform NEN 9997-1:2016.

Paalafmetingen :
 Diameter [m] : 0,400

2.7 Funderingsplan

Aantal palen : 1
 Aantal samenwerkende palen* : 1
 *: 0 = niet ingevoerd, 1 = slappe bovenbouw, >1 = stijve bovenbouw

2.7.1 Overzicht Funderingsplan

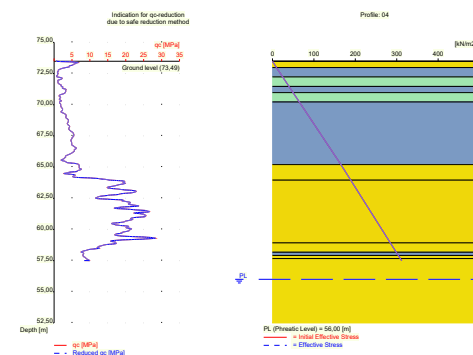


Legend
 ○ Round 600 (Edge)
 ● Round 600 (Mid)
 ▽ CPT

Paal nr/naam	X-coor- dinaat [m]	Y-coor- dinaat [m]	Fc;d (EQU/STR/GEO) [kN]	Fc;d (BGT) [kN]	P0 [kN/m2]	Paalkop- niveau [m R.N.]
1: 1	182515,42	328489,28	780,00	600,00	0,00	72,20

2.8 Ontgravingsgegevens

Niveau ontgraving in [m. t.o.v. referentie niveau] : 73,49
 Reductie model : Safe (NEN)



2.9 Opgegeven Parameters

Opgegeven ksi3-factor [-] : 1,39
 Opgegeven ksi4-factor [-] : 1,39

2.10 Model Opties

Onderdruk gebruik paalgroep (bij negatieve kleef)
 Gebruik tussenresultaten file
 Pas reductie toe bij avegaar (standaard)
 Gebruik de invloed van ontgravingen (standaard).

2.11 Model Opties

Geselecteerde paaltypen :
 -Round 600
 -Round 500
 -Round 400

Geselecteerde profielen :
 -04
 -05

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 600

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 (delta) 1.0 * 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-/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
1:04	0,0060	0,0060	0,5600
2:05	0,0060	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 grondgevormd paaltype.
Daarom zal voor de karakteristieke waarde van de wrijvingshoek (delta) 1.0 * 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-/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
1:04	0,0060	0,0060	0,5600
2:05	0,0060	0,0060	0,5600

3.1.4 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 wrijvingshoek (delta) 1.0 * 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-/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] : 0,400

Nummer/Naam Sondering	Alpha_s Zand/Grind	Alpha_s Klei/Leem Veen	Alpha_p
1:04	0,0060	0,0060	0,5600
2:05	0,0060	0,0060	0,5600

3.2 Overzicht bij paaltype : Round 600

Nnummer/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;n;k [kN]	Fn;k;d [kN]
1:04	62,00	73,49	1644	628	2272	1362	0	0

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]
2:05	62,00	73,09	1283	579	1862	1116	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]
1:04	62,00	73,49	1132	523	1655	992	0	0
2:05	62,00	73,09	891	483	1373	823	0	0

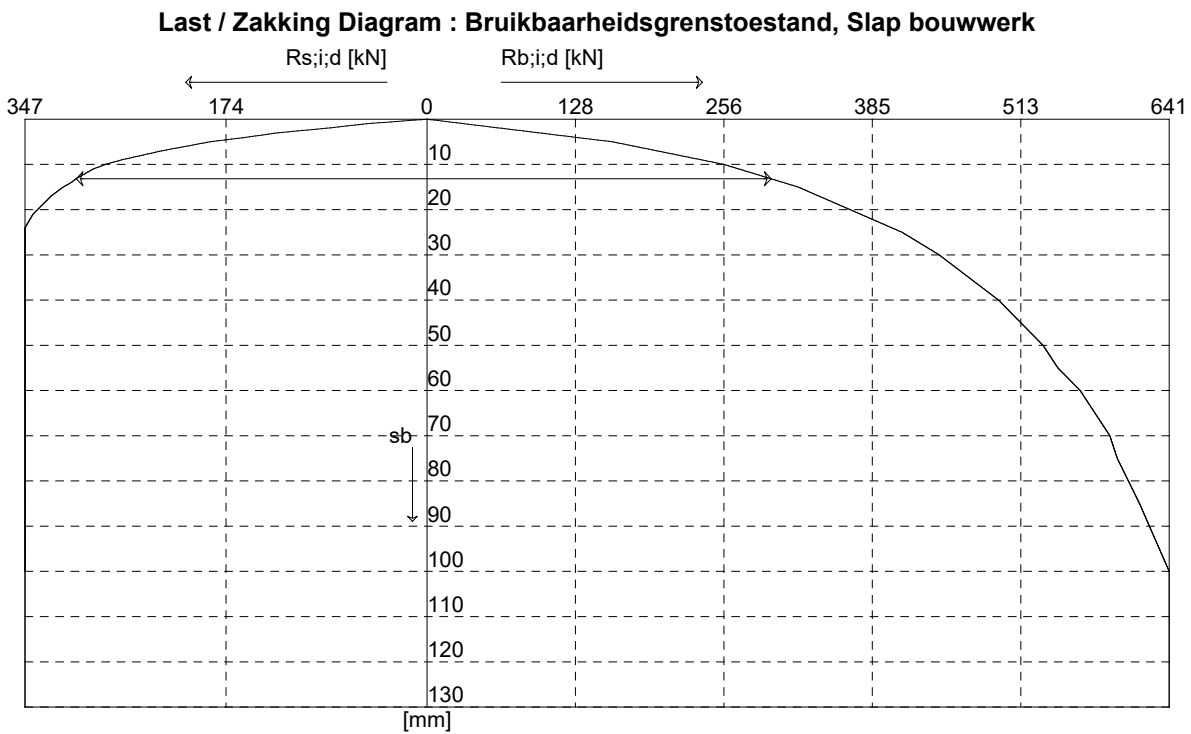
3.4 Overzicht bij paaltype : Round 400

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]
1:04	62,00	73,49	724	419	1143	685	0	0
2:05	62,00	73,09	570	386	956	573	0	0

3.5 Samenvatting Rekenwaarde Draagkracht in kN

Nummer/Naam Sondering	Maaiveld [m R.N.]	PPN [m R.N.]	Round 600 Rc;net;d [kN]	Round 500 Rc;net;d [kN]	Round 400 Rc;net;d [kN]
1:04	73,49	62,00	1362,00	992,00	685,00
2:05	73,09	62,00	1116,00	823,00	573,00

Einde Rapport



Paal 1 Sond. 05, maatgevende situatie, paaltype : Eigen paaltype (trillings-arm)
 Ronde paal, paalpuntniveau = 62,00 [m], D = 0,500 [m]

$F_{c;tot;i;d} = 600,0 \text{ kN}$ $s_b = 13,2 \text{ mm}$
 $R_{s;i;d} = 302,9 \text{ kN}$ $R_{b;i;d} = 297,1 \text{ kN}$



GEONIVUS Geotechniek

De Aaseien Kull 10
6161 RD Geleen

Tel 088-1300600
Fax

D-Foundations 22.1 : GA210915.C01 fol

4-4-2022
datum

GA210915

Bijl.

Nieuwbouw appartementencomplex
 A/d Stationstraat 170 te Elsloo
 D-Foundations GA210915.C01

YKN
get.

form.

A4

Bijlage 7 Richtlijnen uitvoering

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.

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 de grootste waarde van 4x de paaldiameter of 2 meter te bedragen. Indien deze tijd meer dan 4 uur bedraagt mag de grootste waarde van 2,5x de paaldiameter of 2 meter 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.

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