

Ontwerpadvies fundering & Infiltratieadvies

Nieuwbouw appartementencomplex a/d Oosterweg 15 te Valkenburg
GA221495.R01.V2.0

10 augustus 2022



Ontwerpadvies voor de fundering & Infiltratieadvies

Nieuwbouw appartementencomplex a/d Oosterweg 15 te Valkenburg

Documentnummer GA221495.R01.V2.0

10 augustus 2022

Opdrachtgever

Swentibold Projectontwikkeling B.V.

Rijksweg Zuid 12

6131 AN Sittard

Architect

CB5 - Architectuur, Stedenbouw en Landschap

Wim Duisenbergplantsoen 21

6221 SE Maastricht

+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. J. Valenteijn	

Inhoud

1	Samenvatting	5
1.1	Algemeen	5
2	Inleiding	6
3	Projectuitgangspunten.....	7
3.1	Constructieve uitgangspunten	7
3.2	Geotechnische uitgangspunten	8
4	Grondonderzoek	9
4.1	Onderzoeksopzet	9
4.2	Inmeting	9
4.3	Diepsonderingen	9
4.4	Slagsonderingen	10
4.5	Handboringen	10
4.6	Doorlatendheid	11
4.7	Grondwater	11
5	Bodemgesteldheid	12
5.1	Terreingesteldheid en projectomgeving	12
5.2	Bodemopbouw	12
5.3	Geohydrologische situatie	13
6	Infiltratie hemelwater	14
6.1	Toetsing	14
6.2	Conclusie	15
7	Funderingsadvies	16
7.1	Algemeen	16
7.2	Fundering op palen	17
7.2.1	Uitgangspunten paalberekening.....	17
7.2.2	Resultaat paalberekening; druk belaste palen.....	17
7.3	Fundering op staal	19
7.3.1	Uitgangspunten funderingsberekening	19
7.3.2	Minimaal ontgravingsniveau	19
7.3.3	Resultaat funderingsberekening.....	20
8	Uitvoeringsaspecten.....	21
8.1	Grondwerk en/of ontgravingen	21
8.2	Begaanbaarheid terrein	21
8.3	Paal specifieke aspecten	22
8.3.1	Relevante aspecten voor het opstellen van het palenplan.....	22

8.3.2	Relevante aspecten voor de uitvoering	22
8.3.3	Controles tijdens of na paalinstallatie	22

Bijlagen

Bijlage 1 Situatietekening

Bijlage 2 Sondeergrafieken

Bijlage 3 Handboringen

Bijlage 4 Doorlatendheidsmetingen

Bijlage 5 Paalberekningen – Mortelschroefpalen

Bijlage 6 Paalberekningen – Fundex palen (e.g.) met groutinjectie

Bijlage 7 Uitvoering avegaar-/mortelschroefpalen

Bijlage 8 Richtlijnen uitvoering grondverbetering

1 Samenvatting

In dit hoofdstuk is een samenvatting opgenomen van de uitgevoerde werkzaamheden en resultaten van het grondonderzoek/het advies.

1.1 Algemeen

Aan de Oosterweg 15 te Valkenburg is de nieuwbouw van appartementencomplex gepland. Momenteel is op locatie nog sprake van bestaande bebouwing. Het grondonderzoek is rondom de bestaande bebouwing uitgevoerd. De bestaande bebouwing zal op termijn worden gesloopt alvorens met de nieuwbouw wordt aangevangen.

Ten behoeve van de nieuwbouw zijn in totaal 2 diepsonderingen, 3 zware slagsonderingen en 4 handboringen uitgevoerd. Uit het grondonderzoek volgt een globale bodemopbouw bestaande uit een zettingsgevoelige toplaag bestaande uit weke leem van ca. 4 à 5 m, met daaronder een matig vast tot vast kalksteen (mergel)pakket. Op basis van de aard van het project, de opzet van de constructie en de aangetroffen bodemopbouw wordt geadviseerd een fundering middels geboorde trillingsvrij in de grond gevormde palen (type avegaar of Fundex of gelijkwaardig) toe te passen. De palen kunnen dan in het kalksteenpakket worden geboord.

Voorliggende rapport betreft een versie 2.0. Op verzoek van de opdrachtgever is in voorliggende rapportage een fundering op staal als alternatief verder uitgewerkt. Voorliggende rapportage kan dan ook als uitbreiding van rapportage GA221495.R01.V1.0 d.d. 10-08-2022 worden beschouwd.

2 Inleiding

Door Swentibold Projectontwikkeling B.V. werd op 13 juli 2022 aan Geonius Geotechniek B.V. de opdracht gegeven geotechnisch grondonderzoek uit te voeren en een funderingsadvies op te stellen. Daarnaast is opdracht gegeven voor de uitvoering van een infiltratieonderzoek en het aanleveren van een infiltratieadvies. Deze onderzoeken en adviezen zijn nodig voor de nieuwbouw van een appartementencomplex aan de Oosterweg 15 te Valkenburg. Momenteel is op locatie nog sprake van een oude bebouwing. Deze zal op termijn gesloopt worden, waarna de nieuwbouw zal worden gerealiseerd. De ligging van de projectlocatie is weergegeven in Figuur 2.1.

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.

Tabel 2.1: Leeswijzer

Hoofdstuk	Onderwerp
3	Gehanteerde projectuitgangspunten voorliggend funderingsadvies
4	Beschrijving uitgevoerd grondonderzoek
5	Resultaten onderzoeken en beschrijving bodemopbouw
6	Infiltratie hemelwater
7	Funderingsadvies
8	Uitvoeringsaspecten



Figuur 2.1 Luchtfoto met ligging projectlocatie [bron: Google Earth].

3 Projectuitgangspunten

Een omschrijving van het project en de voor het funderingsadvies gebruikte constructieve en geotechnische uitgangspunten zijn in onderstaand hoofdstuk omschreven.

Indien wordt afgeweken van deze uitgangspunten, dient contact opgenomen te worden met Geonius. Hierbij dienen dan de mogelijke gevolgen van de aanpassing te worden vastgesteld. Afhankelijk van deze gevolgen, kan het noodzakelijk zijn het funderingsadvies hierop aan te passen.

3.1 Constructieve uitgangspunten

Aan de Oosterweg 15 te Valkenburg is de nieuwbouw van een appartementencomplex gepland. Vanuit geotechnisch oogpunt bevindt het project zich ten tijde van het opstellen van het rapport in een ontwerpfase. De constructieve uitgangspunten zijn op basis van de onderstaande, door opdrachtgever aangeleverde, documenten vastgesteld:

[1] 2022-01-18_Valkenburg Oosterweg_LQ, d.d. 01-01-2022

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 met plat dak;
- De nieuwbouw wordt volledig van parkeerkelder (souterrain) voorzien;
- Bouwpeil wordt aangenomen op bestaand ingemeten dorpelniveau van ca. NAP +72,5 m. Uitgaande van een kelderplaat inclusief vloerconstructie (ca. 3,5 m- BP), komt de onderkant van de funderingsbalk overeen met ca. NAP +69,0 m;
- De rekenwaarden van de (maximale) strookbelastingen [$V_{d;strook}$] zijn door ons aangenomen en bedragen 600 à 700 kN/m¹. Voor de poeren zijn kolombelastingen [$V_{d;puntlast}$] opgegeven van 1.500 à 2.500 kN/kolom;
- De rekenwaarden van de (maximale) paalbelastingen op druk [$F_{c;d}$] zijn door ons aangenomen en bedragen 1.500 à 2.000 kN per paal;
- In dit rapport is uitgegaan van verticaal en centrische belaste funderingen alsmede een horizontaal maaiveld.

Gegevens over eventuele milieukundige aspecten zijn niet bekend. Indien gewenst kan Geonius 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.

3.2 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 [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 Bijlagen) 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'.

4 Grondonderzoek

Op basis van de projectuitgangspunten is de opzet en omvang van het uitgevoerde grondonderzoek bepaald en per onderdeel in dit hoofdstuk omschreven.

4.1 Onderzoeksopzet

Ten behoeve van het grondonderzoek zijn in januari 2022 in totaal 2 diepsonderingen, 3 zware slagsonderingen en 4 handboringen uitgevoerd. In de boorgaten van 3 boringen zijn tevens doorlatendheidsmetingen uitgevoerd voor het infiltratieonderzoek. Daar de locatie vanwege de huidige bebouwing slechts beperkt toegankelijk was voor een reguliere sondeertruck, is het grondonderzoek uitgevoerd middels een combinatie van de sondeertruck en een compacte slagsondeerstelling. De opzet van het grondonderzoek is hiermee in lijn met artikel '3.2.3 (6)P (e)' van NEN 9997-1.

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 5 is de interpretatie van het resultaat beschreven.

4.2 Inmeting

De ligging en de coördinaten van de ingemeten punten zijn op situatietekening GA221495.T01 weergegeven en in Bijlage 1 opgenomen.

De onderzoekspunten ZS04 en DB01 zijn met behulp van 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.

De overige onderzoekspunten zijn lokaal ingemeten t.o.v. NAP. De indicatieve GPS coördinaten zijn weergegeven op de situatietekening.

4.3 Diepsonderingen

De diepsonderingen zijn gemaakt met een elektrische conus. Hierbij wordt de conusweerstand continu gemeten, elektrisch geregistreerd en digitaal vastgelegd. De sonderingen zijn uitgevoerd conform NEN-EN-ISO 22476-1:2012. De sondeergrafieken zijn genummerd GA221495 SW01 en SW02 en gepresenteerd ten opzichte van NAP. Het resultaat van de sonderingen is opgenomen in Bijlage 2.

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 4.1: 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.

4.4 Slagsonderingen

De slagsonderingen zijn uitgevoerd conform NEN-EN-ISO 22476-2:2005. De sondeergrafieken zijn genummerd ZS03 t/m ZS05 en gepresenteerd ten opzichte van NAP. Het resultaat van de sonderingen is 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.

4.5 Handboringen

Om de toplagen nader te verkennen en de doorlatenheidsmetingen te kunnen uitvoeren zijn op de locatie tevens 4 handboringen (genummerd GA221495 HB01 en DB01 t/m DB03) tot ca. 2,0 à 3,0 m- maaiveld uitgevoerd. Tijdens de boorwerkzaamheden is het opgeboorde materiaal geïdentificeerd en beschreven conform NEN-EN-ISO 14688-1:2019+NEN 8990:2020, uitgaande van boorklasse B3. De boorstaten zijn gepresenteerd ten opzichte van maaiveld en NAP en opgenomen in Bijlage 3.

4.6 Doorlatendheid

Om de doorlatendheid van de bodem ten behoeve van infiltratie te berekenen, zijn drie proeven in de onverzadigde zone uitgevoerd. Deze zijn gemeten volgens de omgekeerde open-boorgatmethode (Porchet) voor een combinatie van de horizontale en verticale doorlatendheid. De proeven zijn uitgevoerd in de boorgaten DB01 t/m DB03.

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 bijlage 3.

Tabel 4.1 gemeten doorlatendheid

Meting	Traject [m- maaiveld]	Traject [m t.o.v. NAP]	Grondsoort	Doorlatendheid [m/d]
DM01	1,0 – 2,0	+70,3 tot +69,3	Leem, sterk zandig	0,3 – 0,6
DM02	1,0 – 2,0	+71,0 tot +70,0	Leem, sterk zandig	0,3 – 0,9
DM03	1,0 – 2,0	+71,2 tot +70,2	Leem, zwak zandig	0,5 – 0,6

4.7 Grondwater

Tijdens het grondonderzoek wordt handmatig in de sondeer- en/of boorgaten naar de op dat moment aanwezige grondwaterstand gepeild. Het peilen vindt plaats met behulp van een (elektronische) peilklok. Daarnaast wordt, indien aanwezig en mogelijk, ook het nabij gelegen open waterpeil ingemeten.

Het resultaat van de uitgevoerde metingen zijn opgenomen in paragraaf 5.3 'Geohydrologische situatie'.

5 Bodemgesteldheid

In dit hoofdstuk is een interpretatie uitgevoerd van de verzamelde feitelijke informatie uit hoofdstuk 4. Het resultaat is omschreven in een bodemopbouw en geohydrologische situatie.

5.1 Terreingesteldheid en projectomgeving

Tijdens de uitvoering van het grondonderzoek lag het maaiveld ter plaatse van de onderzoekspunten op een niveau van NAP +73,3 m tot NAP +71,3 m. Op basis van de ingemeten onderzoekspunten kent het terrein een hoogteverschil van ca. 2 m, aflopend richting de straat. Over het algemeen kent het terrein vanaf de achterzijde (spoorbaan) tot aan de voorzijde (Oosterweg) een hellend profiel.

Tevens is de hoogte van een referentiepunt ingemeten. Het resultaat is in onderstaande Tabel 5.1 weergegeven.

Tabel 5.1: Ingemeten hoogte van referentiepunten

Meetpunt	Hoogte in m t.o.v. NAP
Dorpel A	+72,47

Het terrein is momenteel nog bebouwd met een huidig pand. De begaanbaarheid van het terrein was tijdens de uitvoering van het grondonderzoek voldoende voor het ingezette materieel.

5.2 Bodemopbouw

De bodemopbouw is op basis van het uitgevoerde grondonderzoek geïnterpreteerd en beschreven in Tabel 5.2. Hierbij is het maaiveld aangehouden op ca. NAP +73,3 m.

Tabel 5.2: bodemopbouw

Laag	Bovenkant laag in m t.o.v. NAP	Grondsoort, conditie, bijmenging en (bijzonderheden)
-	m.v.	Huidige tuin/beklinkerd parkeerterrein
1	+73,2 à +72,0	Funderingspakket bestaand parkeerterrein
2	+72,7 à +71,5	Week tot matig vast zandhoudend leempakket
3	+67,0 à +65,5 tot max. verkende diepte van ca. NAP +57 m	(verweerd) kalksteen/mergelpakket*

* Ter plaatse van sondering SW01 is laag 3 minder vast van aard. Deze sondering is derhalve maatgevend voor de verdere uitwerking van het funderingsontwerp.

5.3 Geohydrologische situatie

Het grondwaterniveau is tijdens de uitvoering van het grondonderzoek niet in de sondeer- en/of boorgaten vastgesteld tot op een diepte van ca. 4,9 à 5,4 m- maaiveld. Dit komt overeen met ca. NAP +67,2 m à ca. NAP +67,0 m. Op deze diepte waren de sondeergaten ingestort, waardoor handmatig niet dieper gepeild kon worden. Mogelijk is het sondeergat ingestort als gevolg van een grondwaterstand net onder dit niveau. 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, 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, kunnen alleen middels frequente en/of langdurige peilbuismetingen worden verkregen.

Voor dit adviesrapport is voor de freatische grondwaterstand een laag niveau van ca. NAP +67 m gehanteerd.

6 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.

6.1 Toetsing

In Tabel 6.1 zijn de maatgevende doorlatendheden weergegeven ter plaats van de metingen. De doorlatendheid van de bodem is geclassificeerd en tevens is weergegeven of de doorlatendheid aan de eerste eis voldoet.

Tabel 6.1: toetsing waterdoorlatendheid conform Cultuurtechnisch Vademecum (2008)

Meting	Traject [m- maaiveld]	Traject [m t.o.v. NAP]	Maatgevende doorlatendheid [m/d]	Classificatie doorlatendheid bodem	Gunstige Mogelijkheden voor infiltratie
DM01	1,0 – 2,0	+70,3 tot +69,3	0,3	Matig	Matig
DM02	1,0 – 2,0	+71,0 tot +70,0	0,3	Matig	Matig
DM03	1,0 – 2,0	+71,2 tot +70,2	0,5	Redelijk goed	Ja

Op basis van de matige doorlatendheid van de bodem behoort een infiltratievoorziening wel tot de mogelijkheden, echter zal deze met name een bufferende functie hebben.

Aan de tweede eis wordt voldaan aangezien het grondwater niet is aangetroffen binnen de maximaal verkende diepte in de boorgaten van ca. 2 tot 3 m- maaiveld, overeenkomend met NAP +70,3 tot +69,3 m, en de GHG verwacht wordt op maximaal niveau van ca. NAP +67 m.

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

De mogelijkheden voor infiltratie zijn als volgt:

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

beschikbare ruimte. Afhankelijk van de beschikbare ruimte is dit wel een economisch aantrekkelijk, robuust en goed onderhoudbaar systeem. Aangezien infiltratie aan de achterzijde van de nieuwbouw geen optie is, daar het water anders tegen de keldermuur gaat aanlopen en opstuwing kan plaatsvinden, is de beschikbare ruimte zeer beperkt. Hetgeen kan leiden tot wateroverlast elders (afrit parkeerkelder etc.). Om die reden wordt dit niet beschouwd als een geschikte oplossing.

3. Infiltratie in de ondiepe ondergrond (tot ca. 3,5 m- maaiveld) middels een ondergronds systeem. Hierbij valt te denken aan infiltratie via infiltratiekragen, infiltratiekoffers, putten en/of infiltratierool. Dit behoort tot de mogelijkheden. Een kanttekening hierbij is dat dit systeem vanwege de matige doorlatendheid met name een bufferende werking zal hebben. De meest geschikte locatie hiervoor is ter plaatse van, of in de omgeving van, de nieuwe voortuin. Aan de achterzijde van de nieuwbouw zijn geen mogelijkheden voor een voorziening, aangezien het maaiveld afloopt in de richting van de weg en derhalve het hemelwater richting het souterrain zou infiltreren. Daarnaast dient het gekozen infiltratiesysteem wel onder het wegniveau aangelegd te worden alsook op voldoende afstand van de bestaande en nieuwbouw geprojecteerd te worden.
4. Infiltratie naar de diepere ondergrond (dieper dan ca. 3,5 m- maaiveld). Dit kan middels grindpalen naar een dieper niveau. Dit behoort gezien de aanwezigheid van een kalsteen pakket vanaf ca. 6,5 m- maaiveld naar alle waarschijnlijkheid niet tot de mogelijkheden.

6.2 Conclusie

Uit de gemeten doorlatendheden en grondwaterstand blijkt dat infiltratie van hemelwater tot de mogelijkheden behoort, al zal een infiltratiesysteem vanwege de matige doorlatendheid met name een bufferende werking hebben. Vanwege het benodigde ruimtebeslag voor infiltratie in de bovengrond, adviseren wij een infiltratievoorziening in de ondiepe ondergrond aan te leggen, bijvoorbeeld infiltratiekragen en/of grindkoffers. De meest geschikte locatie hiervoor is in de voortuin van het nieuwe appartementen complex. Aan de achterzijde van de nieuwbouw zijn geen mogelijkheden voor een infiltratievoorziening, aangezien het maaiveld afloopt richting de Oosterweg en derhalve het hemelwater richting het souterrain zou infiltreren. Daarnaast dient het gekozen infiltratiesysteem wel onder het wegniveau (ca. NAP +70,8 m) aangelegd te worden. Infiltratie naar dieper gelegen lagen door gebruik te maken van o.a. grindpalen behoort naar alle waarschijnlijkheid niet tot de mogelijkheden vanwege de aanwezigheid van een kalksteenpakket vanaf ca. 4 à 5 m- maaiveld.

7 Funderingsadvies

In onderstaand hoofdstuk is het funderingsadvies voor het nieuwbouw project uitgewerkt. Aspecten als type fundering, berekeningsmethode, paalpuntniveaus/-afmetingen en geotechnische draagkracht van de palen komen aan bod. Voor zaken omtrent het aanbrengen van de fundering en aanverwante aspecten wordt verwezen naar hoofdstuk 7 “Uitvoeringsaspecten”.

7.1 Algemeen

Gezien de aard van het project en de aangetroffen bodemopbouw adviseren wij voor de geplande nieuwbouw een fundering op palen toe te passen. Een fundering op staal is zonder ingrijpende aanvullende maatregelen geen optie:

- Vanwege de weinig draagkrachtige en/of sterk zettingsgevoelige toplagen dienen ingrijpende maatregelen toegepast te worden om een fundering op staal mogelijk te maken. Hierbij dienen ontgravingen plaats te vinden tot ca. NAP +67 m (ca. 5 m- maaiveld), waarna een grondverbetering, ca. 2 m dik, tot onderkant keldervloer dient te worden aangebracht. Zodoende worden met name de zettingsverschillen tot een minimum beperkt;
- Vanwege de diepe ontgravingen van ca. 5 m- huidig maaiveld, dient rekening gehouden te worden met een bouwput met grondkeringen (damwanden), waarmee de horizontale stabiliteit van de ontgraving kan worden gewaarborgd;
- Toepassing van een minder diepe ontgraving in combinatie met een minder dikke grondverbetering zal resulteren in zettingsverschillen in de orde van 2 tot 3 centimeter tussen het huidige bebouwde gedeelte (voorbelasting) van het nieuwe bouwvlak ten opzichte van het niet bebouwde gedeelte van het bouwvlak (niet voorbelast).

Paalfundering:

Op basis van de aard van het project, aanwezige belendingen en de aangetroffen bodemopbouw wordt onderstaand in paragraaf 7.2 uitgegaan van een fundering op geboorde trillingsvrij in de grond gevormde palen type avegaar (ook bekend als mortelschroefpalen). Als alternatief (hoger draagvermogen) kan uitgegaan worden van in de grond gevormde grondverdringende betonpalen waarbij de casing schroevend met behulp van een verloren boorpunt wordt ingebracht en de casing wordt teruggewonnen (Fundex e.g.). De palen worden onder toevoeging van grout geïnstalleerd, waardoor het op diepte krijgen van de palen minder risico vormt. **De haalbaarheid van dit laatste systeem in de aangetroffen grondslag, dient in een zo vroeg mogelijk stadium met de leverancier te worden beschouwd.**

Fundering op staal:

Als alternatief op een fundering op palen is onderstaand op verzoek van de opdrachtgever in paragraaf 7.3 tevens een fundering op staal verder uitgewerkt. Voor de verdere aandachtspunten wordt verwezen naar bovengenoemde opsomming.

Algemeen aandachtspunt verder ontwerp:

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 of ontgravingen.

7.2 Fundering op palen

7.2.1 Uitgangspunten paalberekening

In aanvulling op paragraaf 3.1 'geotechnische uitgangspunten', zijn de in de berekening gehanteerde (paalklasse)factoren in Tabel 7.1 vermeld.

Tabel 7.1: (paalklasse)factoren

Omschrijving	Symbool	Mortelschroefpalen	Fundexpalen (e.g.) met groutinjectie
Paalkopniveau	-	ca. NAP +69,0 m	ca. NAP +69,0 m
Minimale paallengte	-	$8 \cdot D_{eq}$	$8 \cdot D_{eq}$
Groepseffect	-	Nee	Nee
Reductie traject $q_{c,III}$	-	ja, tot 2 MPa	Nee
Stijfheid constructie	-	niet-stijf bouwwerk	niet-stijf bouwwerk
Correlatiefactor (N= 5 sonderingen)	ξ_3	1,28	1,28
	ξ_4	1,03	1,03
Partiële factor negatieve kleef	$\gamma_{f,nk}$	1,00	1,00
Partiële factor weerstand punt/schacht	$\gamma_{b/s}$	1,20	1,20
Paalklasse schachtwrijving (druk)	α_s	0,006	0,009
Paalklasse punt	α_p	0,56	0,63
Paalvoetvorm	β	1,00	1,00
Paalvoetdwarsdoorsnede	s	1,00	1,00

7.2.2 Resultaat paalberekening; druk belaste palen

In Tabel 7.2 (Mortelschroefpalen) en Tabel 7.3 (Fundex palen e.g.) is het paalpuntniveau ten opzichte van NAP ter plaatse van de sonderingen aangegeven, uitgaande van een alleenstaande paal. De in onderstaande tabellen genoemde paalafmetingen zijn gebruikelijke afmetingen, maar deze kunnen uiteindelijk per leverancier verschillen. Wij adviseren dit met de leverancier te controleren en indien afwijkende diameters gebruikt worden zullen de berekeningen herzien moeten worden.

Tabel 7.2: paalpuntniveaus en geotechnisch toelaatbare draagkracht, paaltype: in de grond gevormde palen type avegaar

Sondering Nr.	Maaiveldniveau [m t.o.v. NAP]	Paalpuntniveau [m t.o.v. NAP]	R _{C,net,d} in kN bij paalafmeting [mm]		
			Ø 500	Ø 600	Ø 700
SW01	+72,08	+62,25	390	510	645
SW02	+72,34				
ZS03	+72,39				
ZS04	+73,27				
ZS05	+72,60				

Tabel 7.3: paalpuntniveaus en geotechnisch toelaatbare draagkracht, paaltype: Fundex palen (e.g.) mét groutinjectie

Sondering Nr.	Maaiveldniveau [m t.o.v. NAP]	Paalpuntniveau [m t.o.v. NAP]	R _{C,net,d} in kN bij paalafmeting [mm]		
			380 / 450 ¹⁾	460 / 560 ¹⁾	540 / 670 ¹⁾
SW01	+72,08	+62,25	450	610	765
SW02	+72,34				
SW03	+72,39				
SW04	+73,27				
ZS05	+72,60				

Index:

¹⁾ = In de kalksteenlagen zal een groutomhulling worden gerealiseerd met dezelfde diameter als de boorpunt diameter. Derhalve is eenzelfde buisdiameter als puntdiameter aangehouden in de berekeningen.

De realisatie van voornoemde groutomhulling is ter competentie van de leverancier.

De berekeningen van de rekenwaarden van de maximaal toelaatbare paalbelastingen per sondering zijn opgenomen in bijlage 5 (mortelschroefpalen) & 6 (Fundex) 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. Wel is rekening gehouden met het ontspannen van de ondergrond als gevolg van het ontgraven van de kelder.

Tevens zijn in bijlagen 5 & 6 de last-zakkingsdiagrammen 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_{ei}] 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 tien maal 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 vier maal 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 s₂ 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.

7.3 Fundering op staal

7.3.1 Uitgangspunten funderingsberekening

In aanvulling op paragraaf 3.1 'geotechnische uitgangspunten', zijn de in de berekening gehanteerde factoren in Tabel 7.4 vermeld.

Tabel 7.4: berekeningsfactoren fundering op staal

Omschrijving	Symbool	Waarde
Volumiek gewicht, gronddekking ¹⁾	$\gamma'_{dekking,gem;k}$	17,0 kN/m ³
Grondwaterstand	—	NAP +67 m
Volumiek gewicht water	$\gamma'_{water;k}$	10,0 kN/m ³
Volumiek gewicht, grond onder fundering ¹⁾	$\gamma'_{gem;k}$	17,0 kN/m ³
Hoek van inwendige wrijving onder fundering ¹⁾	$\phi'_{gem;k}$	28,0 °
Cohesie ¹⁾	$c'_{gem;k}$	0,0 kPa
Partiële factor volumiek gewicht	γ_γ	1,10
Partiële factor hoek van inwendige wrijving	$\gamma_{\phi'}$	1,15 ²⁾
Partiële factor cohesie	$\gamma_{c'}$	1,60
Draagkrachtfactoren (N_c , N_q en N_γ)	N_c , N_q en N_γ	conform NEN 9997-1
Stijfheid constructie	-	<u>niet</u> -stijf bouwwerk

Index:

¹⁾ = gewogen gemiddelde, conform NEN 9997-1 volgens 6.5.2.2(n)

²⁾ = van toepassing op $\tan \phi'$

7.3.2 Minimaal ontgravingsniveau

In Tabel 7.5 zijn de minimale ontgravingsniveaus per sondering gegeven. Vanaf dit niveau dient de grondverbetering te worden opgebouwd tot aan het aanlegniveau van de fundering. Op deze wijze ontstaat een draagkrachtige ondergrond met grondeigenschappen conform Tabel 7.4. Het betreft hier een ontgravingsniveau ter plaatse van de sonderingen. Deze ontgravingsniveaus dienen als leidraad genomen te worden voor de gebieden tussen de sonderingen. Het is niet uitgesloten dat plaatselijke afwijkingen aanwezig kunnen zijn.

Indien, onder de funderingselementen op de aangegeven niveaus, plaatselijk nog weke leemhoudende lagen worden aangetroffen, zal dit moeten worden verwijderd tot op de draagkrachtige laag. Het verwijderde materiaal dient vervangen te worden door schoon goed te verdichten zand. Richtlijnen betreffende gestelde eigenschappen van het materiaal, het uitvoeren van grondverbeteringen en verdichting zijn gegeven in de bijlage 8.

Bij twijfel over de aangetroffen grondslag wordt geadviseerd contact op te nemen met Geonius, zodat in samenspraak eventuele (aanvullende) maatregelen kunnen worden bepaald.

Tabel 7.5: aan te houden niveaus voor fundering en grondverbetering

Sondering Nr.	Maaiveldniveau [m t.o.v. NAP]	Bouwpeilniveau [m t.o.v. NAP]	Aanlegniveau [m t.o.v. NAP]	Minimaal ontgravingsniveau [m t.o.v. NAP]
SW01	+72,08	+72,50	+69,00	+66,80
SW02	+72,34	+72,50	+69,00	+67,00
SW03	+72,39	+72,50	+69,00	+67,00
SW04	+73,27	+72,50	+69,00	+66,50
ZS05	+72,60	+72,50	+69,00	+67,00

Indien een hoger aanlegniveau wordt gehanteerd dan in Tabel 7.5 is vermeld, is te allen tijde een grondverbetering noodzakelijk tot het aangegeven minimale ontgravingsniveau.

7.3.3 Resultaat funderingsberekening

Voor de nieuwbouw komt een fundering op een kelderplaat in aanmerking.

Bij de berekening van de funderingsconstructie als een elastisch ondersteunde plaat, kan gebruik worden gemaakt worden van een rekenwaarde van de beddingsconstante van ca. 15,0 MN/m³ voor de plaatfundering van de kelder. Deze beddingsconstante geldt ter plaatse van het belaste delen van de plaat. Hierbij is uitgegaan van een spreiding in de plaat zodanig dat de maximale rekenwaarde voor de belasting ca. 450 kN/m² bedraagt. De mate van wapening van de plaatfundering is ter competentie van de constructeur.

Teneinde een idee te verkrijgen van de zettingen in orde van grootte, zijn berekeningen uitgevoerd met behulp van geschatte parameters. De optredende maximale zettingen schatten wij omtrent enkele millimeters. De zettingsverschillen bedragen ca. 50%.

De rekenwaarde van de totale funderingsbelasting dient, na omrekening voor de funderingsbreedte, 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).

8 Uitvoeringsaspecten

De in dit hoofdstuk opgenomen onderwerpen hebben betrekking op de uitvoering van de paalfundering en aanverwante aspecten vanuit voorliggend advies en/of geotechnisch oogpunt.

8.1 Grondwerk en/of ontgravingen

Alvorens met de bouwwerkzaamheden wordt begonnen dient de grondwaterstand te worden geverifieerd. Dit om vast te stellen of de grondwaterstand ten minste 0,5 m onder het benodigde ontgravings- of verdichtingsniveau ligt. Bij een hogere ligging is namelijk een bemaling noodzakelijk. De controle van de grondwaterstand kan middels het graven van één of meerdere proefgaten en/of het plaatsen van peilbuizen. Het is aan te bevelen dit ten minste 1 maand voor aanvang uit te voeren en de grondwaterstand regelmatig vast te stellen.

Indien sleuven worden ontgraven voor het realiseren van de kelderfundering, 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 eventuele 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 Geonius dit verzorgen.

8.2 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 Geonius hiervoor een ontwerp opstellen, terreininspectie uitvoeren, metingen verrichten en dergelijke.

8.3 Paal specifieke aspecten

8.3.1 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 van uit 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 uitvoeringsmaterieel dichtbij 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.

8.3.2 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 7. Het is dan ook belangrijk dat de palen worden geïnstalleerd door een ervaren gespecialiseerd boorbedrijf met ervaring van de lokale grondslag.

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.

In verband met de aanwezigheid van 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.

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

Een controle op de paalweerstand kan worden verkregen door registratie van het boormoment (of oliedruk van hydraulisch systeem) en installatie diepte. Dit profiel dient in overeenstemming met het sondeerbeeld te zijn. De hoeveelheid gebruikte mortel c.q. beton dient te worden geregistreerd, en geverifieerd aan de hand van de afmetingen van de stortbuis- en paalvoetdiameter.

8.3.3 Controles tijdens of na paalinstallatie

Alle verzamelde gegevens tijdens de uitvoering moeten worden vastgelegd. 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. Geonius 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 Geonius kunnen deze akoestische metingen (digitaal m.b.v. het SIT-systeem) worden verzorgd.

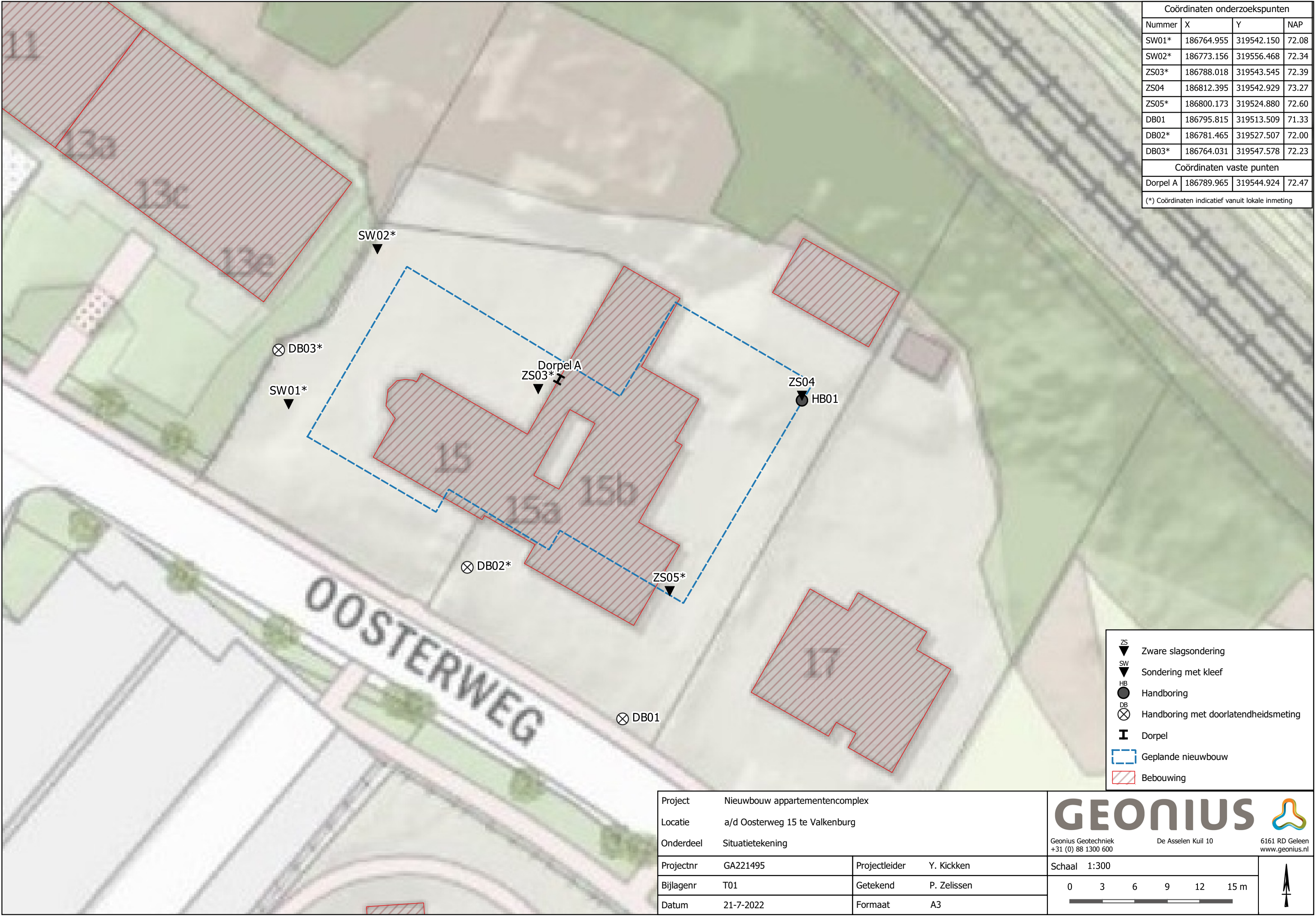
Bijlagen

Bijlage 1

Bijlage 2

Bijlage 3

Bijlage 1 Situatietekening



Coördinaten onderzoekspunten			
Nummer	X	Y	NAP
SW01*	186764.955	319542.150	72.08
SW02*	186773.156	319556.468	72.34
ZS03*	186788.018	319543.545	72.39
ZS04	186812.395	319542.929	73.27
ZS05*	186800.173	319524.880	72.60
DB01	186795.815	319513.509	71.33
DB02*	186781.465	319527.507	72.00
DB03*	186764.031	319547.578	72.23
Coördinaten vaste punten			
Dorpel A	186789.965	319544.924	72.47
(*) Coördinaten indicatief vanuit lokale inmeting			

- ZS

▼

Zware slagsondering
- SW

▼

Sondering met kleef
- HB

●

Handboring
- DB

⊗

Handboring met doorlatendheidsmeting
- I

Dorpel
- Geplande nieuwbouw
- Bebouwing

Project

Nieuwbouw appartementencomplex

Locatie

a/d Oosterweg 15 te Valkenburg

Onderdeel

Situatietekening

Projectnr

GA221495

Projectleider

Y. Kickken

Bijlagenr

T01

Getekend

P. Zelissen

Datum

21-7-2022

Formaat

A3

GEONIUS

Geonius Geotechniek
+31 (0) 88 1300 600

De Asselen Kuil 10

6161 RD Geleen
www.geonius.nl

Schaal

1:300

0

3

6

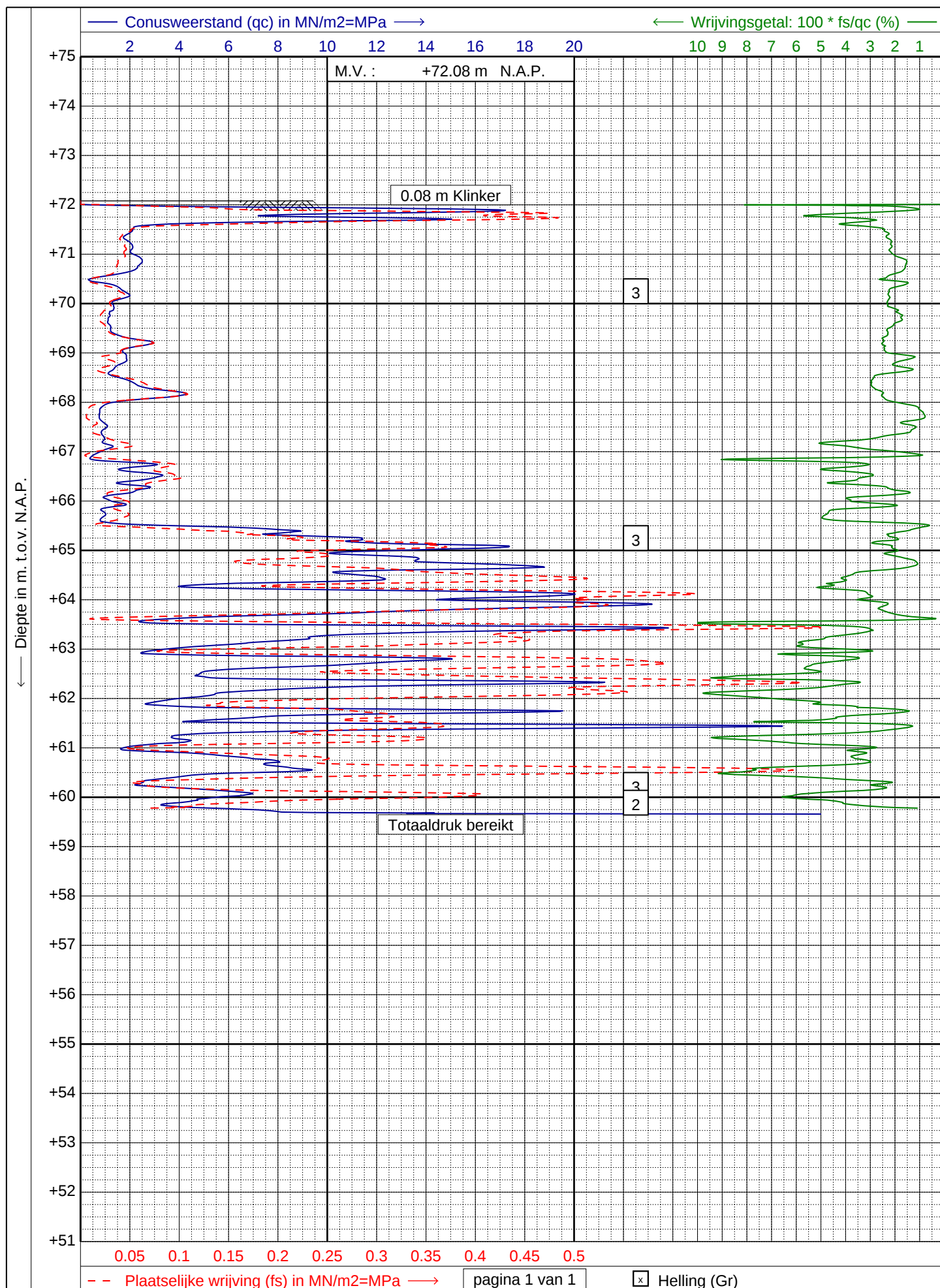
9

12

15 m

↑

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 appartementencomplex**

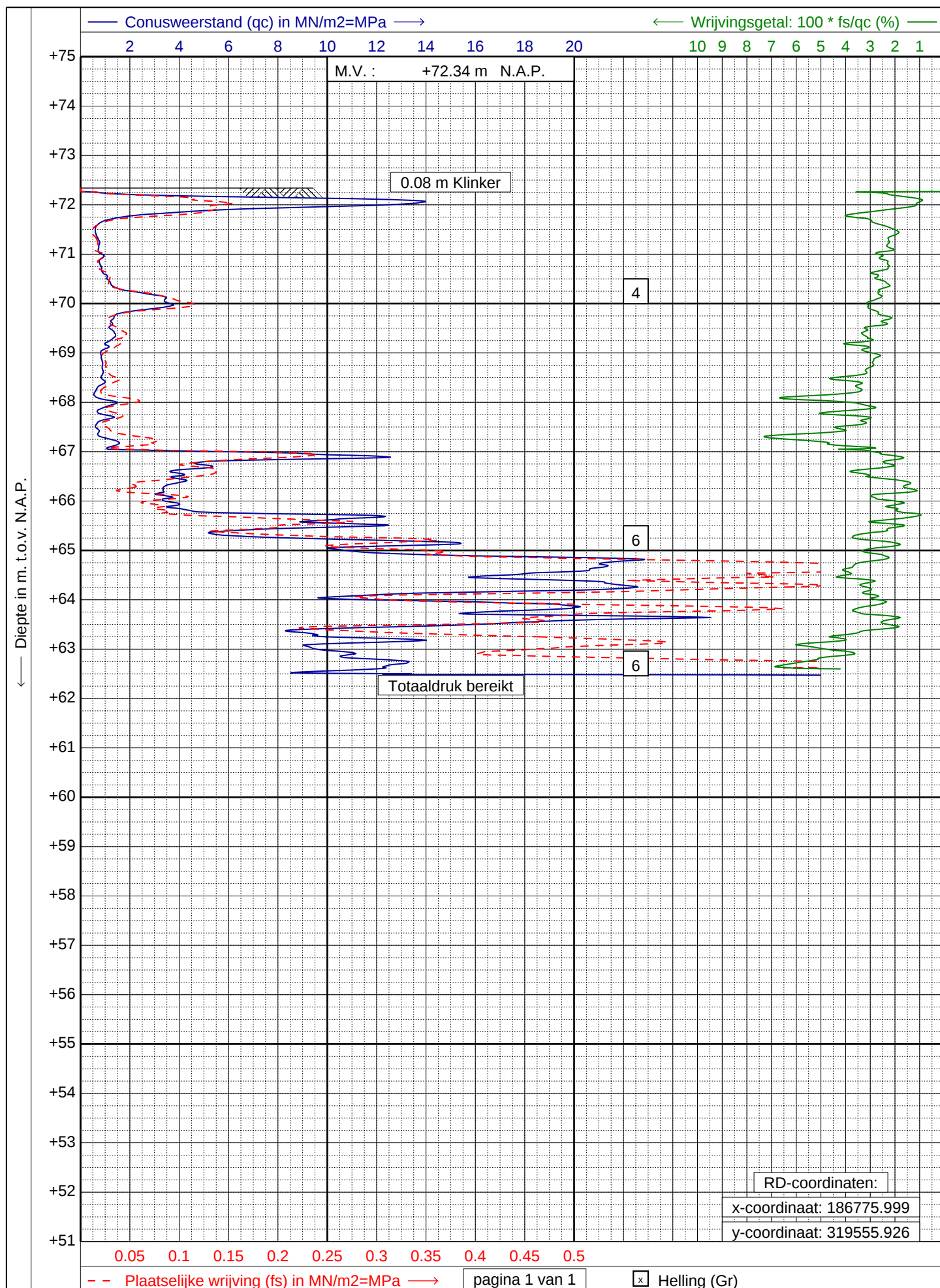
Locatie : **Oosterweg 15 te Valkenburg**

Datum : **19-07-2022**

Conus : **S15-CFI.2081**

Opdracht : **GA221495**

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 appartementencomplex

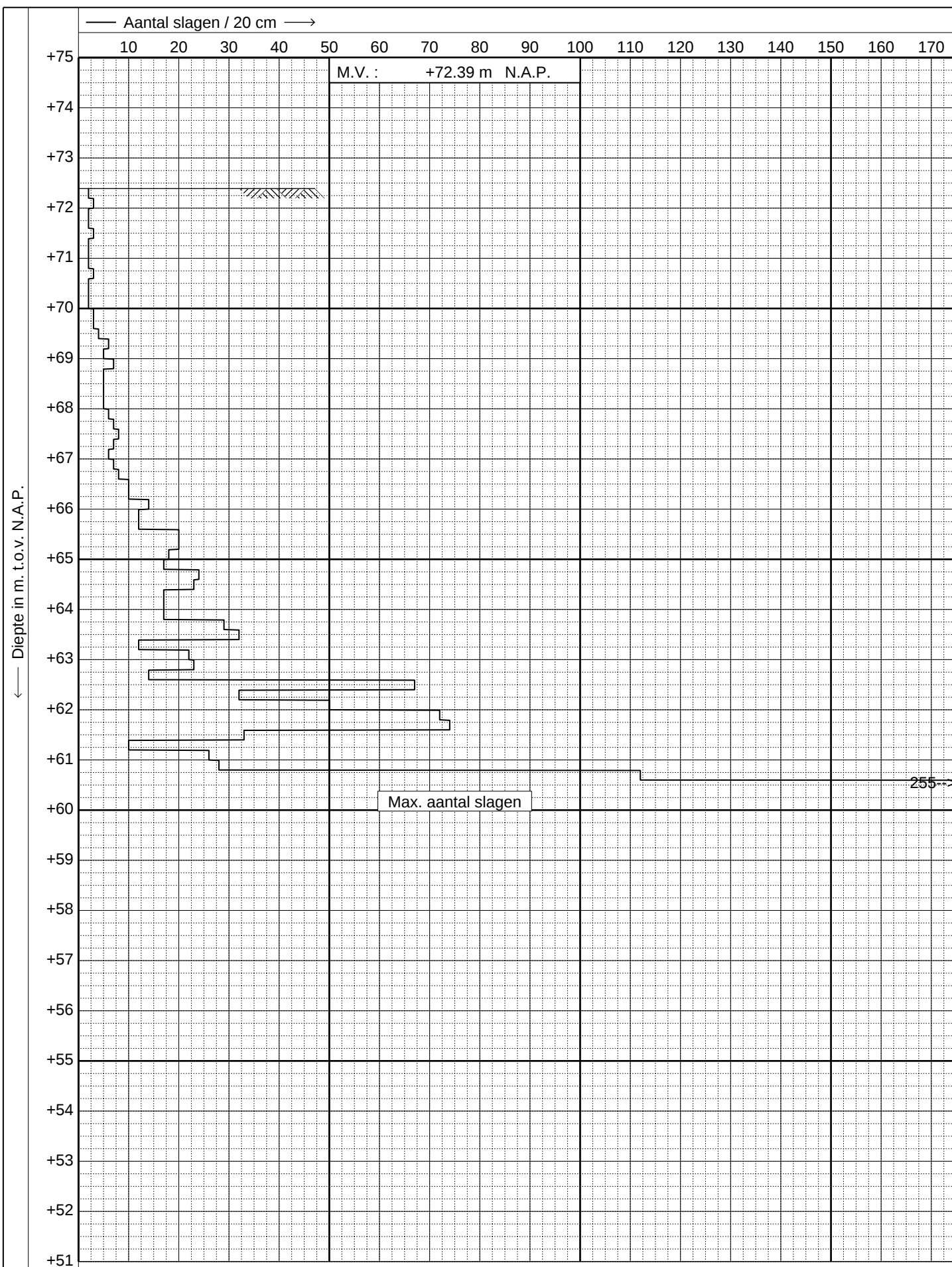
Locatie : Oosterweg 15 te Valkenburg

Datum : 19-07-2022

Conus : S15-CFI.2081

Opdracht : GA221495

Sondering : 02



GEONIUS

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

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

Project : **Nieuwbouw appartementencomplex**

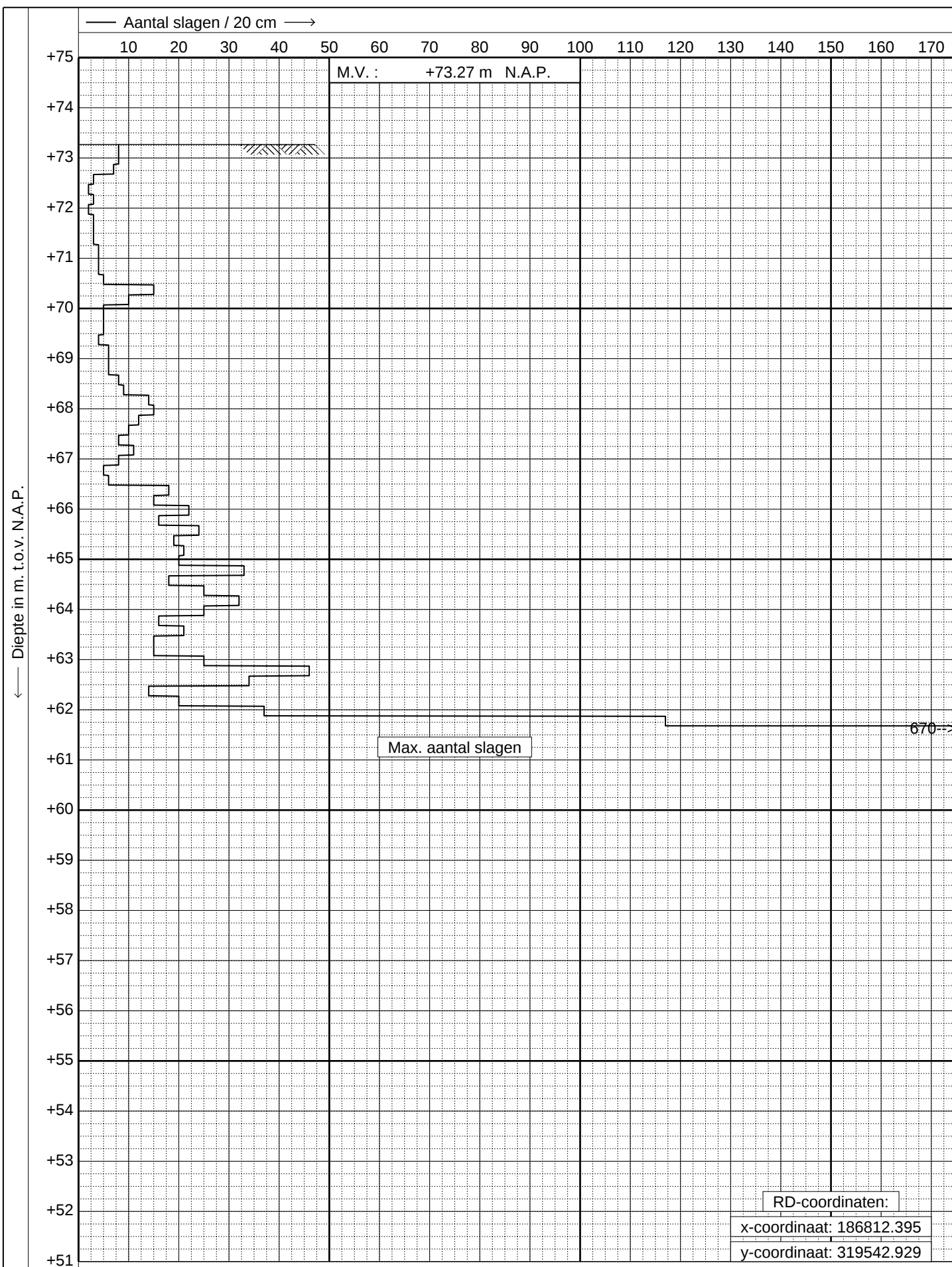
Locatie : **Oosterweg 15 te Valkenburg**

Datum : **20-07-2022**

Conus : **Z**

Opdracht : **GA221495**

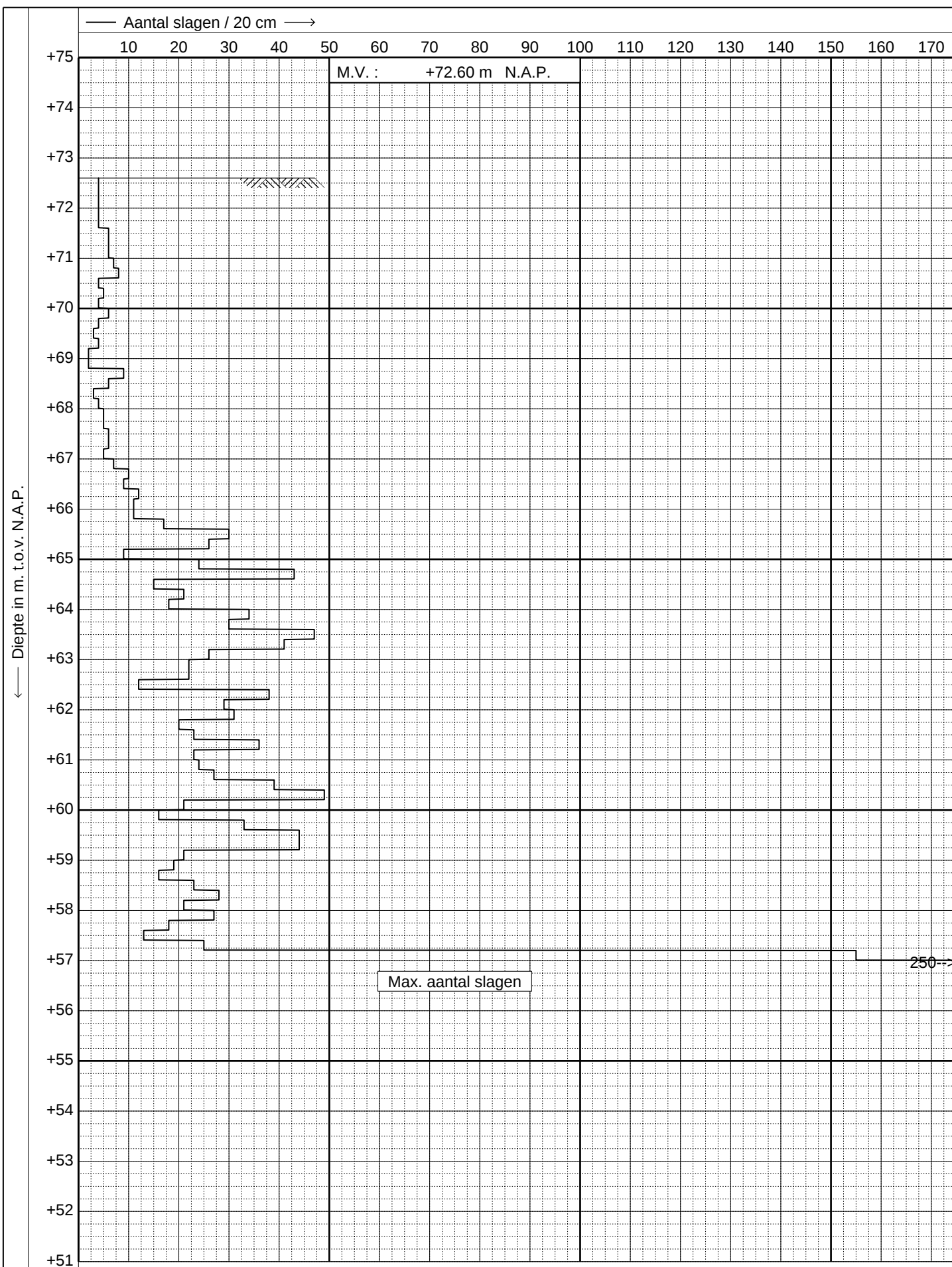
Sondering : **03**



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

Zware slagsondering (50 kg) conform NEN-EN-ISO 22476-2
 Project : **Nieuwbouw appartementencomplex**
 Locatie : **Oosterweg 15 te Valkenburg**

Datum : **20-07-2022**
 Conus : **Z**
 Opdracht : **GA221495**
 Sondering : **04**



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

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

Project : **Nieuwbouw appartementencomplex**

Locatie : **Oosterweg 15 te Valkenburg**

Datum : **19-07-2022**

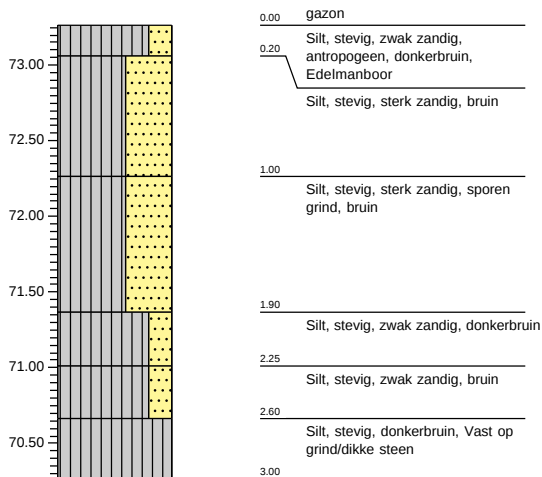
Conus : **Z**

Opdracht : **GA221495**

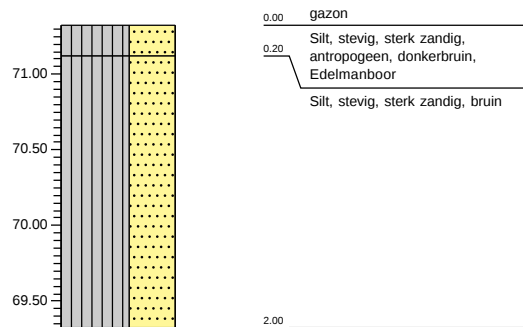
Sondering : **05**

Bijlage 3 Handboringen

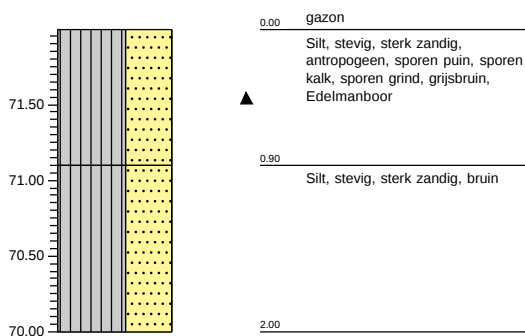
Boring: HB01
Maaiveldhoogte: 73.265 m.t.o.v. N.A.P.
Datum: 20-7-2022
Opmerking: T.p.v. ZS04



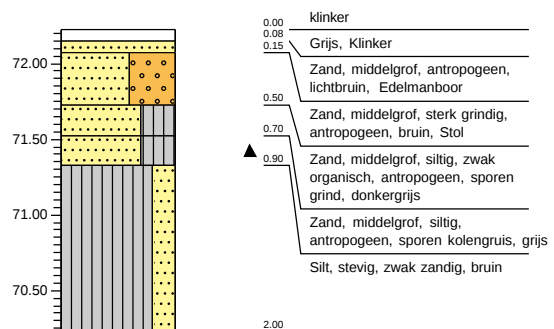
Boring: DB01
Maaiveldhoogte: 71.325 m.t.o.v. N.A.P.
Datum: 19-7-2022
X-coördinaat: 186795.81
Y-coördinaat: 319513.51



Boring: DB02
Maaiveldhoogte: 71.996 m.t.o.v. N.A.P.
Datum: 19-7-2022
Opmerking: Boring 3x opnieuw aangezet ivm aangevulde toplaag

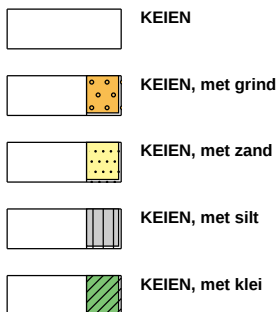


Boring: DB03
Maaiveldhoogte: 72.226 m.t.o.v. N.A.P.
Datum: 19-7-2022

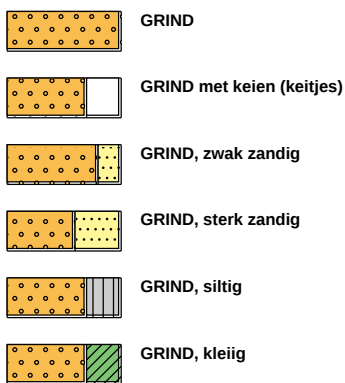


Legenda (conform NEN-EN-ISO 14688-1)

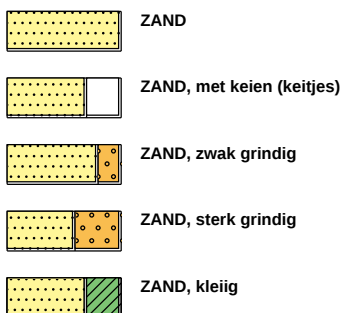
KEIEN (KEITJES)



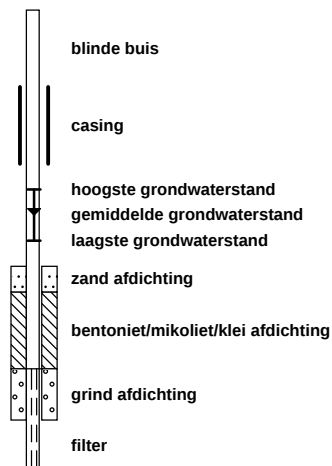
GRIND



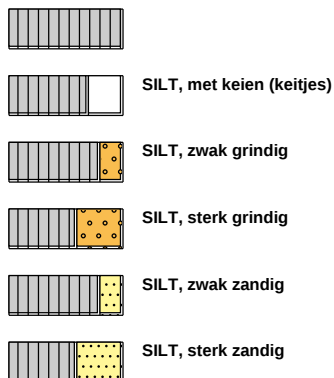
ZAND



peilbuis



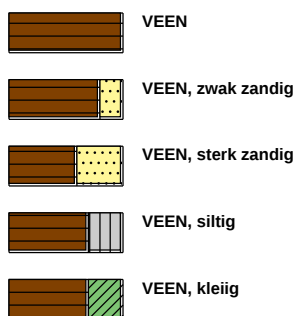
SILT



KLEI



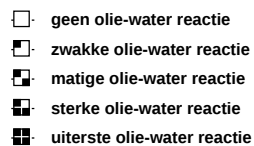
VEEN (HUMUS, DETRITUS)



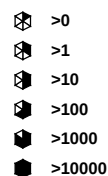
geur



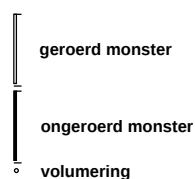
olie



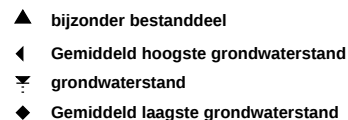
p.i.d.-waarde



monsters



overig



Bijlage 4 Doorlatendheidsmetingen

Formule om de doorlatendheid volgens Porchet te bepalen :

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

Hierbij is :

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

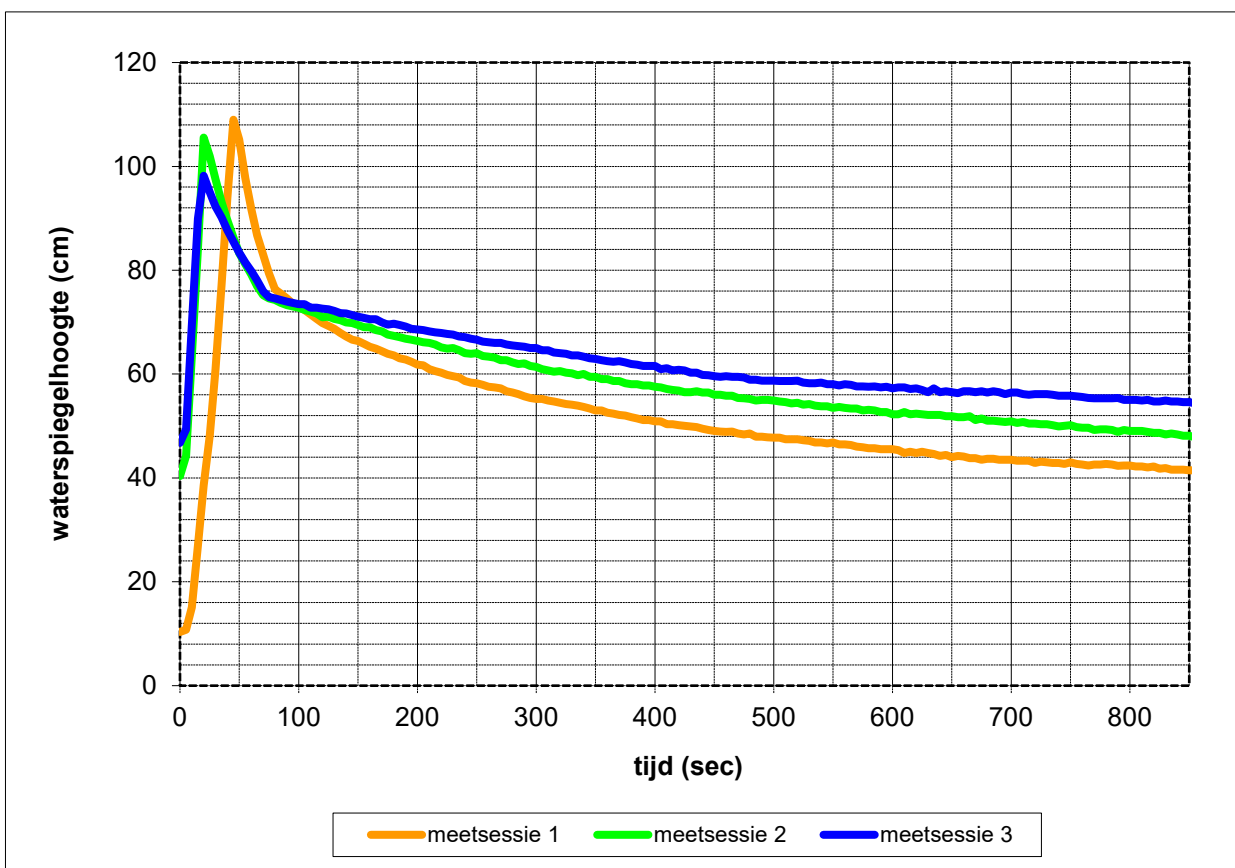
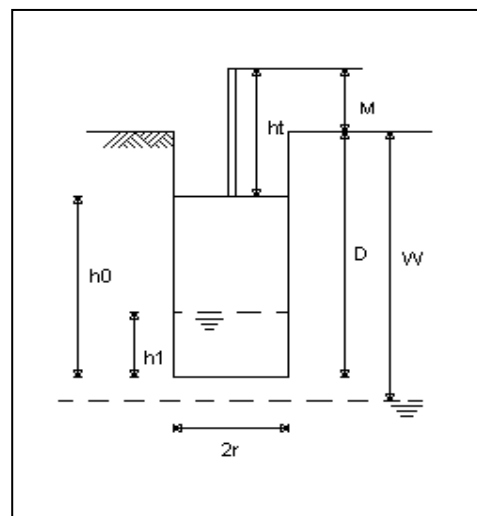
h_1 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_1$

r = boogtradius

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

Onderzoekswaarden

Diepte boorgat	D :	200	cm
Standaardhoogte	M :	0	cm
Radius boorgat	R :	3,5	cm
Grondwater	W :	0	cm



Meetsessie 1

t_0 =	500	sec
h_0 =	47,73	cm
t_1 =	800	sec
h_1 =	42,43	cm
k_f =	6,61E-06	m/s
k_f =	0,57	m/dag
rc =	-1,77E-04	m/s

Meetsessie 2

t_0 =	500	sec
h_0 =	54,91	cm
t_1 =	800	sec
h_1 =	49,08	cm
k_f =	6,33E-06	m/s
k_f =	0,55	m/dag
rc =	-1,94E-04	m/s

Meetsessie 3

t_0 =	500	sec
h_0 =	58,76	cm
t_1 =	800	sec
h_1 =	55,03	cm
k_f =	3,71E-06	m/s
k_f =	0,32	m/dag
rc =	-1,24E-04	m/s

Formule om de doorlatendheid volgens Porchet te bepalen :

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

Hierbij is :

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

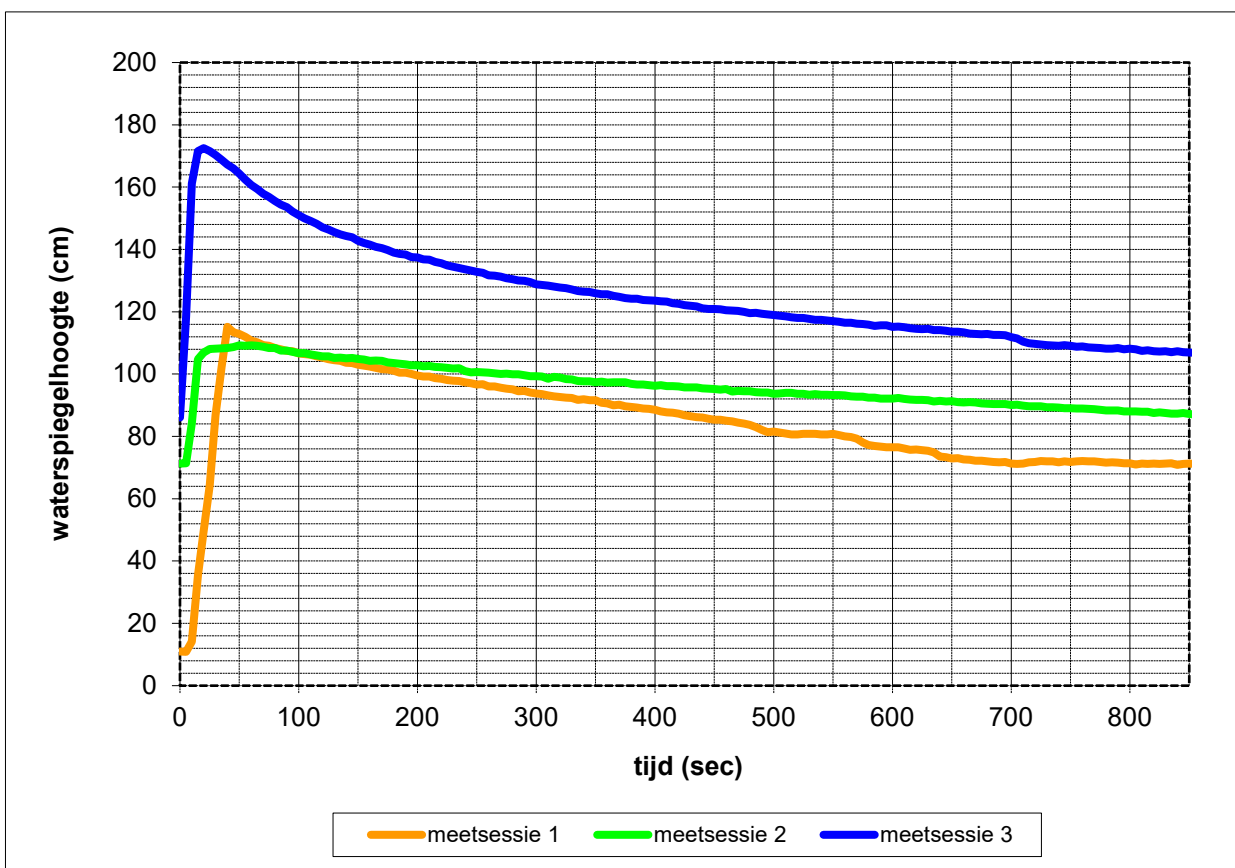
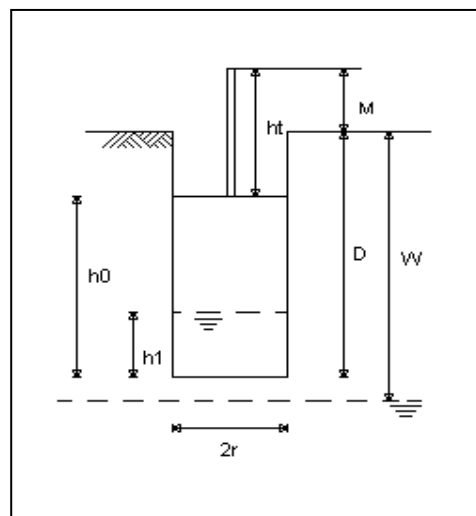
h_1 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_1$

r = boogtradius

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

Onderzoekswaarden

Diepte boorgat	D :	200	cm
Standaardhoogte	M :	0	cm
Radius boorgat	R :	3,5	cm
Grondwater	W :	0	cm



Meetessie 1

t_0 =	400	sec
h_0 =	88,58	cm
t_1 =	550	sec
h_1 =	80,82	cm
k_f =	1,05E-05	m/s
k_f =	0,90	m/dag
rc =	-5,17E-04	m/s

Meetessie 2

t_0 =	400	sec
h_0 =	96,28	cm
t_1 =	600	sec
h_1 =	92,13	cm
k_f =	3,77E-06	m/s
k_f =	0,33	m/dag
rc =	-2,07E-04	m/s

Meetessie 3

t_0 =	400	sec
h_0 =	123,58	cm
t_1 =	600	sec
h_1 =	115,12	cm
k_f =	6,11E-06	m/s
k_f =	0,53	m/dag
rc =	-4,23E-04	m/s

Formule om de doorlatendheid volgens Porchet te bepalen :

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

Hierbij is :

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

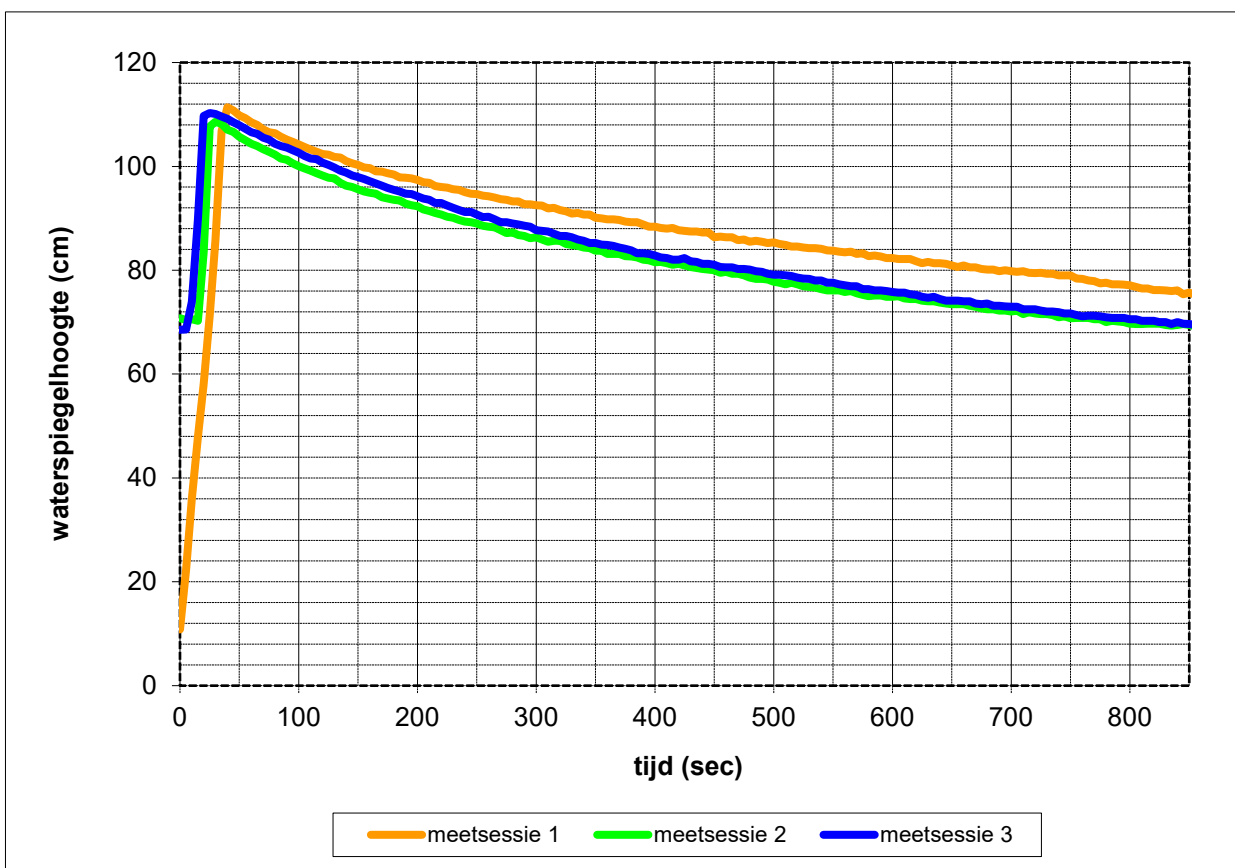
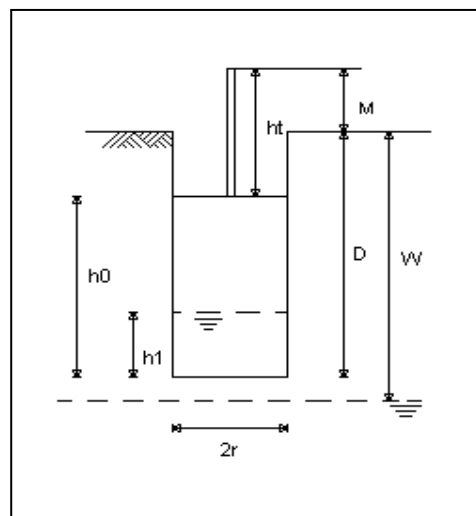
h_1 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_1$

r = boorgatradius

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

Onderzoekswaarden

Diepte boorgat	D :	200	cm
Standaardhoogte	M :	0	cm
Radius boorgat	R :	3,5	cm
Grondwater	W :	0	cm



Meetsessie 1

t_0 =	500	sec
h_0 =	85,37	cm
t_1 =	800	sec
h_1 =	77,08	cm
k_f =	5,82E-06	m/s
k_f =	0,50	m/dag
rc =	-2,76E-04	m/s

Meetsessie 2

t_0 =	500	sec
h_0 =	77,78	cm
t_1 =	800	sec
h_1 =	69,73	cm
k_f =	6,22E-06	m/s
k_f =	0,54	m/dag
rc =	-2,68E-04	m/s

Meetsessie 3

t_0 =	500	sec
h_0 =	79,13	cm
t_1 =	800	sec
h_1 =	70,55	cm
k_f =	6,53E-06	m/s
k_f =	0,56	m/dag
rc =	-2,86E-04	m/s

Bijlage 5 Paalberekeringen – Mortelschroefpalen

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: 10-8-2022
Tijd van rapport: 12:10:31
Rapport met versie: 22.1.1.36055

Datum van berekening: 10-8-2022
Tijd van berekening: 12:09:37
Berekend met versie: 22.1.1.36055

Bestandsnaam: GA221495.C01

Projectbeschrijving:
D-Foundations GA221495.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 700	4
2.6.2 Paalttype : Round 600	4
2.6.3 Paalttype : Round 500	5
2.6.4 Paalttype : Fundex 540 / 670	5
2.6.5 Paalttype : Fundex 460 / 560	6
2.6.6 Paalttype : Fundex 380 / 450	6
2.7 Funderingsplan	7
2.7.1 Overzicht Funderingsplan	7
2.8 Ontgravingsgegevens	7
2.9 Opgegeven Parameters	8
2.10 Model Opties	8
2.11 Model Opties	8
3 Bearing Piles (EC7-NL): Resultaten van de optie Voorontwerp-Draagkracht bij vaste PPN's	9
3.1 Rekenparameters	9
3.1.1 Factoren Paal	9
3.1.2 Paalttype : Round 700	9
3.1.3 Paalttype : Round 600	9
3.1.4 Paalttype : Round 500	10
3.2 Overzicht bij paalttype : Round 700	11
3.3 Overzicht bij paalttype : Round 600	11
3.4 Overzicht bij paalttype : Round 500	11
3.5 Samenvatting Rekenwaarde Draagkracht in kN	11

2 Invoergegevens

2.1 Algemene Invoergegevens

Model Bearing Piles (EC7-NL)

2.2 Rapportage Gegevens

Geotechnisch adviseur :
 Constructeur bovenbouw :
 Opdrachtgever :
 Titel 1 :
 Titel 2 :
 Titel 3 : D-Foundations GA221495.C01
 Nummer project :
 Locatie project :

2.3 Toepassingsgebied Model Bearing Piles

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

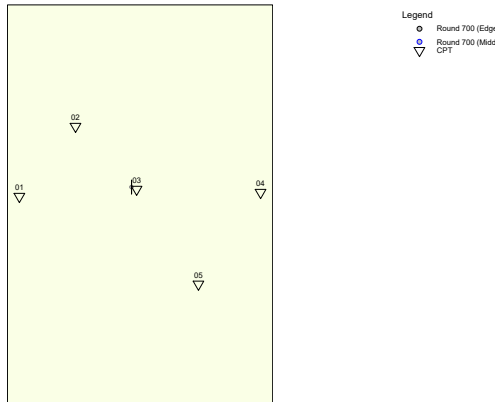
2.4 Bovenbouw

Stijfheidskarakteristiek : Slap

2.5 Algemene Sondeergegevens

Aantal sonderingen : 5
 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-coor-dinaat [m]	Y-coor-dinaat [m]
01	62,25	65,50	65,50	186764,96	319542,15
02	62,25	67,10	67,10	186776,00	319555,93
03	62,25	66,50	66,50	186788,02	319543,55
04	62,25	66,50	66,50	186812,39	319542,93
05	62,25	66,90	66,90	186800,17	319524,88

2.6 Paaltypen

2.6.1 Paaltype : Round 700

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:
 Boorpaal

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] : 0,700

2.6.2 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:
 Boorpaal

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

2.6.3 Paaltype : Round 500

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:
 Boorpaal

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

2.6.4 Paaltype : Fundex 540 / 670

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:
 Eigen paaltype
 alpha_s Zand : 0,0090
 Een van de norm afwijkend type, onderbouwing gekozen alpha_s nodig.

Paaltype voor bepaling uitvoeringsfactor alpha_s in klei/leem/veen:
 Eigen paaltype
 alpha_s klei/leem/veen : 0,0090
 Een van de norm afwijkend type, onderbouwing gekozen alpha_s nodig.

Paaltype voor bepaling paalklasse factor alpha_p :
 Eigen paaltype
 alpha_p : 0,6300
 Een van de norm afwijkend type, onderbouwing gekozen alpha_p nodig.

Paaltype voor gebruik in last-/zakingsdiagrammen : 1
 Materiaaltype paal : Beton
 Gladheidsbehandeling voor paal : Geen gladheidsbehandeling
 Paalvorm : Ronde paal met verloren punt
 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 punt [m] : 0,670
 Diameter schacht [m] : 0,669
 Effectieve hoogte paalvoet [m] : 0,000

2.6.5 Paaltype : Fundex 460 / 560

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:
 Eigen paaltype
 alpha_s Zand : 0,0090
 Een van de norm afwijkend type, onderbouwing gekozen alpha_s nodig.

Paaltype voor bepaling uitvoeringsfactor alpha_s in klei/leem/veen:
 Eigen paaltype
 alpha_s klei/leem/veen : 0,0090
 Een van de norm afwijkend type, onderbouwing gekozen alpha_s nodig.

Paaltype voor bepaling paalklasse factor alpha_p :
 Eigen paaltype
 alpha_p : 0,6300
 Een van de norm afwijkend type, onderbouwing gekozen alpha_p nodig.

Paaltype voor gebruik in last-/zakingsdiagrammen : 1
 Materiaaltype paal : Beton
 Gladheidsbehandeling voor paal : Geen gladheidsbehandeling
 Paalvorm : Ronde paal met verloren punt
 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 punt [m] : 0,560
 Diameter schacht [m] : 0,559
 Effectieve hoogte paalvoet [m] : 0,000

2.6.6 Paaltype : Fundex 380 / 450

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:
 Eigen paaltype
 alpha_s Zand : 0,0090
 Een van de norm afwijkend type, onderbouwing gekozen alpha_s nodig.

Paaltype voor bepaling uitvoeringsfactor alpha_s in klei/leem/veen:
 Eigen paaltype
 alpha_s klei/leem/veen : 0,0090
 Een van de norm afwijkend type, onderbouwing gekozen alpha_s nodig.

Paaltype voor bepaling paalklasse factor alpha_p :
 Eigen paaltype
 alpha_p : 0,6300
 Een van de norm afwijkend type, onderbouwing gekozen alpha_p nodig.

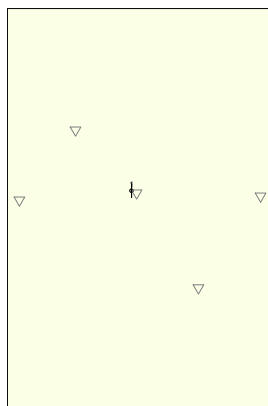
Paaltype voor gebruik in last-/zakingsdiagrammen : 1
 Materiaaltype paal : Beton
 Gladheidsbehandeling voor paal : Geen gladheidsbehandeling
 Paalvorm : Ronde paal met verloren punt
 beta (Paalvoetvormfactor) conform figuur 7.i, NEN 9997-1:2016.
 s (factor voor de invloed vorm dwarsdoorsnede paalvoet)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

Paalafmetingen :
 Diameter punt [m] : 0,450
 Diameter schacht [m] : 0,449
 Effectieve hoogte paalvoet [m] : 0,000

2.7 Funderingsplan

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

2.7.1 Overzicht Funderingsplan

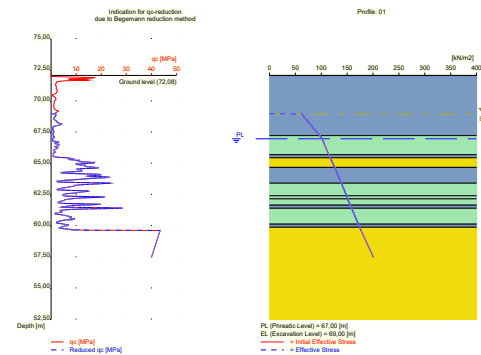


Legend
○ Round 700 (Edge)
○ Round 700 (Midc)
▽ CPT

Paal nr/naam	X-coor- dinaat [m]	Y-coor- dinaat [m]	F _{c;d} (EQU/STR/GEO) [kN]	F _{c;d} (BGT) [kN]	P0 [kN/m2]	Paalkop- niveau [m R.N.]
1: 1	186787,00	319544,00	0,00	0,00	0,00	72,00

2.8 Ontgravingsgegevens

Niveau ontgraving in [m. t.o.v. referentie niveau] : 69,00
Reductie model : Begemann
Afstand van randpaal tot grens ontgraving [m] : 0,00



2.9 Opgegeven Parameters

Alle parameters volgens de standaard.

2.10 Model Opties

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

2.11 Model Opties

Geselecteerde paaltypen :
-Round 700
-Round 600
-Round 500

Geselecteerde profielen :
-01
-02
-03
-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 (NEN 9997-1:2016, tabel A.10a, bij N = 5) :	1,28
ksi4 (NEN 9997-1:2016, tabel A.10a, bij N = 5) :	1,03

3.1.2 Paaltype : Round 700

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 wrijvinghoek (delta) 1.0 * phi worden aangehouden.

Paaltype voor bepaling uitvoeringsfactor alpha_s in zand/grind:
Boorpaal

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] : 0,700

Nummer/Naam Sondering	Alpha_s Zand/ Grind	Alpha_s Klei/Leem Veen	Alpha_p
1:01	0,0060	0,0060	0,5600
2:02	0,0060	0,0060	0,5600
3:03	0,0060	--	0,5600
4:04	0,0060	--	0,5600
5:05	0,0060	--	0,5600

3.1.3 Paaltype : Round 600

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

Paaltype voor bepaling uitvoeringsfactor alpha_s in zand/grind:

Boorpaal

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
1:01	0,0060	0,0060	0,5600
2:02	0,0060	0,0060	0,5600
3:03	0,0060	--	0,5600
4:04	0,0060	--	0,5600
5:05	0,0060	--	0,5600

3.1.4 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 wrijvinghoek (delta) 1.0 * phi worden aangehouden.

Paaltype voor bepaling uitvoeringsfactor alpha_s in zand/grind:
Boorpaal

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
1:01	0,0060	0,0060	0,5600
2:02	0,0060	0,0060	0,5600

Nummer/Naam Sondering	Alpha_s Zand/ Grind	Alpha_s Klei/Leem Veen	Alpha_p
3:03	0,0060	--	0,5600
4:04	0,0060	--	0,5600
5:05	0,0060	--	0,5600

3.2 Overzicht bij paalttype : Round 700

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]
1:01	62.25	72.08	596	396	991	646	0	0
2:02	62.25	72.34	566	562	1128	734	0	0
3:03	62.25	72.39	1097	409	1506	981	0	0
4:04	62.25	73.27	1064	454	1518	988	0	0
5:05	62.25	72.60	1033	468	1500	977	0	0

3.3 Overzicht bij paalttype : Round 600

Nummer/Naam Sondering	PPN [m R.N.]	Maaiveld [m R.N.]	Rb;cal;max [kN]	Rs;cal;max [kN]	Rc;cal;max [kN]	Rc;d [kN]	F;nk;k [kN]	Fnk;d [kN]
1:01	62.25	72.08	447	339	787	512	0	0
2:02	62.25	72.34	442	482	924	602	0	0
3:03	62.25	72.39	811	351	1162	756	0	0
4:04	62.25	73.27	850	389	1238	806	0	0
5:05	62.25	72.60	826	401	1227	799	0	0

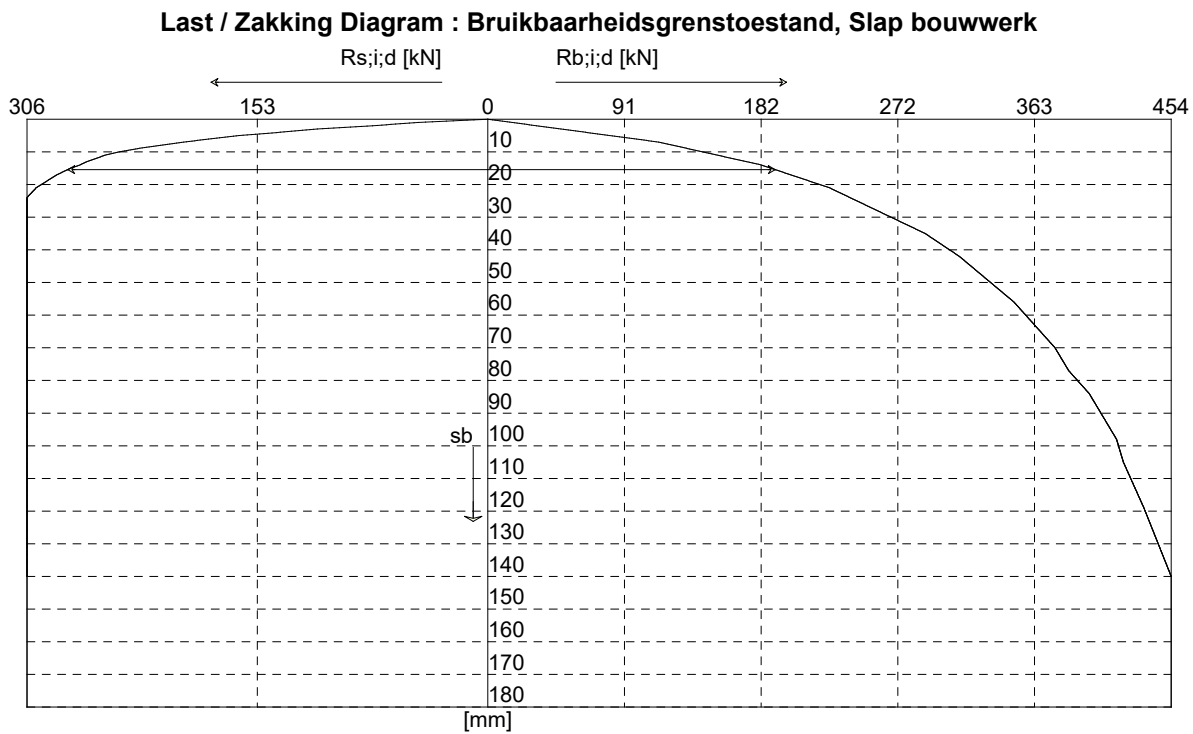
3.4 Overzicht bij paalttype : Round 500

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]
1:01	62.25	72.08	321	283	603	393	0	0
2:02	62.25	72.34	307	402	709	461	0	0
3:03	62.25	72.39	565	292	858	558	0	0
4:04	62.25	73.27	620	324	944	614	0	0
5:05	62.25	72.60	579	334	914	595	0	0

3.5 Samenvatting Rekenwaarde Draagkracht in kN

Nummer/Naam Sondering	Maaiveld [m R.N.]	PPN [m R.N.]	Round 700 Rc;net;d [kN]	Round 600 Rc;net;d [kN]	Round 500 Rc;net;d [kN]
1:01	72.08	62.25	646,00	512,00	393,00
2:02	72.34	62.25	734,00	602,00	461,00
3:03	72.39	62.25	981,00	756,00	558,00
4:04	73.27	62.25	988,00	806,00	614,00
5:05	72.60	62.25	977,00	799,00	595,00

Einde Rapport



Paal 1 Sond. 01, maatgevende situatie, paaltype : Eigen paaltype (trillings-arm)
 Ronde paal, paalpuntniveau = 62,25 [m], D = 0,700 [m]

Fc; tot; i; d = 470,0 kN sb = 15,4 mm
Rs; i; d = 279,0 kN Rb; i; d = 191,0 kN



GEONIVUS Geotechniek

De Aaseien Kull 10
 6161 RD Geleen

Tel 088-1300600
 Fax

D-Foundations 22.1 : GA221495.C01.tbl

datum
 10-8-2022

D-Foundations GA221495.C01

Bijl.

Bijlage 6 Paalberekeningen – Fundex palen (e.g.) met groutinjectie

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: 10-8-2022
Tijd van rapport: 12:11:31
Rapport met versie: 22.1.1.36055

Datum van berekening: 10-8-2022
Tijd van berekening: 12:11:03
Berekend met versie: 22.1.1.36055

Bestandsnaam: GA221495.C01

Projectbeschrijving:
D-Foundations GA221495.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 700	4
2.6.2 Paalttype : Round 600	4
2.6.3 Paalttype : Round 500	5
2.6.4 Paalttype : Fundex 540 / 670	5
2.6.5 Paalttype : Fundex 460 / 560	6
2.6.6 Paalttype : Fundex 380 / 450	6
2.7 Funderingsplan	7
2.7.1 Overzicht Funderingsplan	7
2.8 Ontgravingsgegevens	7
2.9 Opgegeven Parameters	8
2.10 Model Opties	8
2.11 Model Opties	8
3 Bearing Piles (EC7-NL): Resultaten van de optie Voorontwerp-Draagkracht bij vaste PPN's	9
3.1 Rekenparameters	9
3.1.1 Factoren Paal	9
3.1.2 Paalttype : Fundex 540 / 670	9
3.1.3 Paalttype : Fundex 460 / 560	10
3.1.4 Paalttype : Fundex 380 / 450	10
3.2 Overzicht bij paalttype : Fundex 540 / 670	11
3.3 Overzicht bij paalttype : Fundex 460 / 560	11
3.4 Overzicht bij paalttype : Fundex 380 / 450	11
3.5 Samenvatting Rekenwaarde Draagkracht in kN	11

2 Invoergegevens

2.1 Algemene Invoergegevens

Model Bearing Piles (EC7-NL)

2.2 Rapportage Gegevens

Geotechnisch adviseur :
 Constructeur bovenbouw :
 Opdrachtgever :
 Titel 1 :
 Titel 2 :
 Titel 3 : D-Foundations GA221495.C01
 Nummer project :
 Locatie project :

2.3 Toepassingsgebied Model Bearing Piles

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

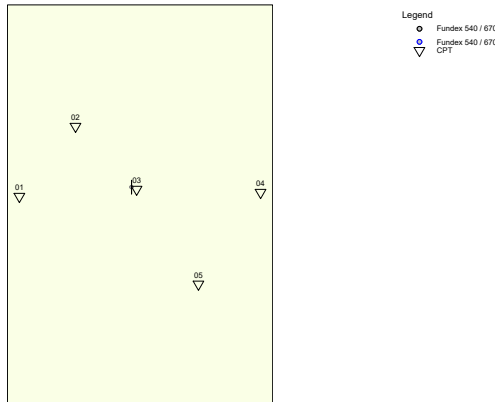
2.4 Bovenbouw

Stijfheidskarakteristiek : Slap

2.5 Algemene Sondeergegevens

Aantal sonderingen : 5
 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-coor-dinaat [m]	Y-coor-dinaat [m]
01	62,25	65,50	65,50	186764,96	319542,15
02	62,25	67,10	67,10	186776,00	319555,93
03	62,25	66,50	66,50	186788,02	319543,55
04	62,25	66,50	66,50	186812,39	319542,93
05	62,25	66,90	66,90	186800,17	319524,88

2.6 Paaltypen

2.6.1 Paaltype : Round 700

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:
 Boorpaal

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] : 0,700

2.6.2 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:
 Boorpaal

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

2.6.3 Paaltype : Round 500

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:
 Boorpaal

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

2.6.4 Paaltype : Fundex 540 / 670

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:
 Eigen paaltype
 alpha_s Zand : 0,0090
 Een van de norm afwijkend type, onderbouwing gekozen alpha_s nodig.

Paaltype voor bepaling uitvoeringsfactor alpha_s in klei/leem/veen:
 Eigen paaltype
 alpha_s klei/leem/veen : 0,0090
 Een van de norm afwijkend type, onderbouwing gekozen alpha_s nodig.

Paaltype voor bepaling paalklasse factor alpha_p :
 Eigen paaltype
 alpha_p : 0,6300
 Een van de norm afwijkend type, onderbouwing gekozen alpha_p nodig.

Paaltype voor gebruik in last-/zakingsdiagrammen : 1
 Materiaaltype paal : Beton
 Gladheidsbehandeling voor paal : Geen gladheidsbehandeling
 Paalvorm : Ronde paal met verloren punt
 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 punt [m] : 0,670
 Diameter schacht [m] : 0,669
 Effectieve hoogte paalvoet [m] : 0,000

2.6.5 Paaltype : Fundex 460 / 560

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:
 Eigen paaltype
 alpha_s Zand : 0,0090
 Een van de norm afwijkend type, onderbouwing gekozen alpha_s nodig.

Paaltype voor bepaling uitvoeringsfactor alpha_s in klei/leem/veen:
 Eigen paaltype
 alpha_s klei/leem/veen : 0,0090
 Een van de norm afwijkend type, onderbouwing gekozen alpha_s nodig.

Paaltype voor bepaling paalklasse factor alpha_p :
 Eigen paaltype
 alpha_p : 0,6300
 Een van de norm afwijkend type, onderbouwing gekozen alpha_p nodig.

Paaltype voor gebruik in last-/zakingsdiagrammen : 1
 Materiaaltype paal : Beton
 Gladheidsbehandeling voor paal : Geen gladheidsbehandeling
 Paalvorm : Ronde paal met verloren punt
 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 punt [m] : 0,560
 Diameter schacht [m] : 0,559
 Effectieve hoogte paalvoet [m] : 0,000

2.6.6 Paaltype : Fundex 380 / 450

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:
 Eigen paaltype
 alpha_s Zand : 0,0090
 Een van de norm afwijkend type, onderbouwing gekozen alpha_s nodig.

Paaltype voor bepaling uitvoeringsfactor alpha_s in klei/leem/veen:
 Eigen paaltype
 alpha_s klei/leem/veen : 0,0090
 Een van de norm afwijkend type, onderbouwing gekozen alpha_s nodig.

Paaltype voor bepaling paalklasse factor alpha_p :
 Eigen paaltype
 alpha_p : 0,6300
 Een van de norm afwijkend type, onderbouwing gekozen alpha_p nodig.

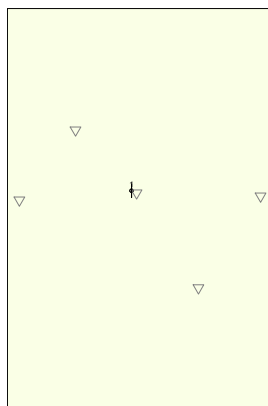
Paaltype voor gebruik in last-/zakingsdiagrammen : 1
 Materiaaltype paal : Beton
 Gladheidsbehandeling voor paal : Geen gladheidsbehandeling
 Paalvorm : Ronde paal met verloren punt
 beta (Paalvoetvormfactor) conform figuur 7.i, NEN 9997-1:2016.
 s (factor voor de invloed vorm dwarsdoorsnede paalvoet)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

Paalafmetingen :
 Diameter punt [m] : 0,450
 Diameter schacht [m] : 0,449
 Effectieve hoogte paalvoet [m] : 0,000

2.7 Funderingsplan

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

2.7.1 Overzicht Funderingsplan

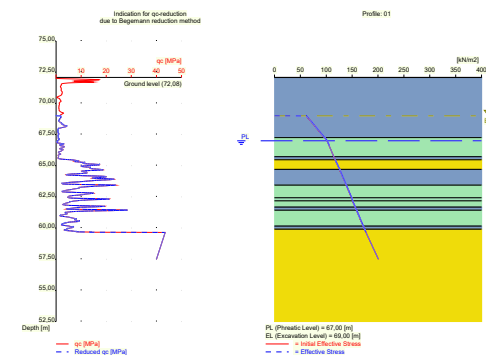


Legend
○ Fundex 540 / 670
△ Fundex 540 / 670
▽ CPT

Paal nr/naam	X-coor- dinaat [m]	Y-coor- dinaat [m]	F _{c;d} (EQU/STR/GEO) [kN]	F _{c;d} (BGT) [kN]	P0 [kN/m ²]	Paalkop- niveau [m R.N.]
1: 1	186787,00	319544,00	0,00	0,00	0,00	72,00

2.8 Ontgravingsgegevens

Niveau ontgraving in [m. t.o.v. referentie niveau] : 69,00
Reductie model : Begemann
Afstand van randpaal tot grens ontgraving [m] : 0,00



2.9 Opgegeven Parameters

Alle parameters volgens de standaard.

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 :
-Fundex 540 / 670
-Fundex 460 / 560
-Fundex 380 / 450

Geselecteerde profielen :
-01
-02
-03
-04
-05

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

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 (NEN 9997-1:2016, tabel A.10a, bij N = 5) :	1,28
ksi4 (NEN 9997-1:2016, tabel A.10a, bij N = 5) :	1,03

3.1.2 Paaltype : Fundex 540 / 670

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:
Eigen paaltype
alpha_s Zand : 0,0090
Een van de norm afwijkend type, onderbouwing gekozen alpha_s nodig.

Paaltype voor bepaling uitvoeringsfactor alpha_s in klei/leem/veen:
Eigen paaltype
alpha_s klei/leem/veen : 0,0090
Een van de norm afwijkend type, onderbouwing gekozen alpha_s nodig.

Paaltype voor bepaling paalklasse factor alpha_p :
Eigen paaltype
alpha_p : 0,6300
Een van de norm afwijkend type, onderbouwing gekozen alpha_p nodig.

Paaltype voor gebruik in last-/zakingsdiagrammen : 1
Materiaaltype paal : Beton
Gladheidsbehandeling voor paal : Geen gladheidsbehandeling
Paalvorm : Ronde paal met verloren punt
beta (Paalvoetvormfactor; figuur 7.i, NEN 9997-1:2016 art. 7.6.2.3(g)) : 0,99
s (NEN 9997-1:2016 art. 7.6.2.3(h)) : factor voor invloed vorm dwarsdoorsnede paalvoet : 1,00

Paalafmetingen :
Diameter punt [m] : 0,670
Diameter schacht [m] : 0,669
Effectieve hoogte paalvoet [m] : 0,000

Numer/Naa Sondering	Alpha_s Zand/ Grind	Alpha_s Klei/Leem Veen	Alpha_p
1:01	0,0090	0,0090	0,6300
2:02	0,0090	0,0090	0,6300
3:03	0,0090	--	0,6300
4:04	0,0090	--	0,6300
5:05	0,0090	--	0,6300

3.1.3 Paaltype : Fundex 460 / 560

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:
Eigen paaltype
alpha_s Zand : 0,0090
Een van de norm afwijkend type, onderbouwing gekozen alpha_s nodig.

Paaltype voor bepaling uitvoeringsfactor alpha_s in klei/leem/veen:
Eigen paaltype
alpha_s klei/leem/veen : 0,0090
Een van de norm afwijkend type, onderbouwing gekozen alpha_s nodig.

Paaltype voor bepaling paalklasse factor alpha_p :
Eigen paaltype
alpha_p : 0,6300
Een van de norm afwijkend type, onderbouwing gekozen alpha_p nodig.

Paaltype voor gebruik in last-/zakingsdiagrammen : 1
Materiaaltype paal : Beton
Gladheidsbehandeling voor paal : Geen gladheidsbehandeling
Paalvorm : Ronde paal met verloren punt
beta (Paalvoetvormfactor; figuur 7.i, NEN 9997-1:2016 art. 7.6.2.3(g)) : 0,99
s (NEN 9997-1:2016 art. 7.6.2.3(h)) : factor voor invloed vorm dwarsdoorsnede paalvoet : 1,00

Paalafmetingen :
Diameter punt [m] : 0,560
Diameter schacht [m] : 0,559
Effectieve hoogte paalvoet [m] : 0,000

Numer/Naa Sondering	Alpha_s Zand/ Grind	Alpha_s Klei/Leem Veen	Alpha_p
1:01	0,0090	0,0090	0,6300
2:02	0,0090	0,0090	0,6300
3:03	0,0090	--	0,6300
4:04	0,0090	--	0,6300
5:05	0,0090	--	0,6300

3.1.4 Paaltype : Fundex 380 / 450

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:
Eigen paaltype
alpha_s Zand : 0,0090
Een van de norm afwijkend type, onderbouwing gekozen alpha_s nodig.

Paaltype voor bepaling uitvoeringsfactor alpha_s in klei/leem/veen:
Eigen paaltype
alpha_s klei/leem/veen : 0,0090
Een van de norm afwijkend type, onderbouwing gekozen alpha_s nodig.

Paaltype voor bepaling paalklasse factor alpha_p :
Eigen paaltype
alpha_p : 0,6300
Een van de norm afwijkend type, onderbouwing gekozen alpha_p nodig.

Paaltype voor gebruik in last-/zakkingsdiagrammen :	1
Materiaaltype paal :	Beton
Gladheidsbehandeling voor paal :	Geen gladheidsbehandeling
Paalvorm :	Ronde paal met verloren punt
beta (Paalvoetvormfactor; figuur 7.1, NEN 9997-1:2016 art. 7.6.2.3(g)) :	0,99
s (NEN 9997-1:2016 art. 7.6.2.3(h)) : factor voor invloed vorm dwarsdoorsnede paalvoet) :	1,00

Paalafmetingen :	
Diameter punt [m] :	0,450
Diameter schacht [m] :	0,449
Effectieve hoogte paalvoet [m] :	0,000

Nummer/Naam Sondering	Alpha_s Zand/ Grind	Alpha_s Klei/Leem Veen	Alpha_p
1:01	0,0090	0,0090	0,6300
2:02	0,0090	0,0090	0,6300
3:03	0,0090	--	0,6300
4:04	0,0090	--	0,6300
5:05	0,0090	--	0,6300

3.2 Overzicht bij paaltype : Fundex 540 / 670

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]
1:01	62,25	72,08	612	567	1179	768	0	0
2:02	62,25	72,34	581	806	1387	903	0	0
3:03	62,25	72,39	1180	587	1767	1150	0	0
4:04	62,25	73,27	1290	650	1940	1263	0	0
5:05	62,25	72,60	1127	670	1797	1170	0	0

3.3 Overzicht bij paaltype : Fundex 460 / 560

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]
1:01	62,25	72,08	463	474	937	610	0	0
2:02	62,25	72,34	454	674	1128	734	0	0
3:03	62,25	72,39	839	490	1329	865	0	0
4:04	62,25	73,27	1030	543	1573	1024	0	0
5:05	62,25	72,60	871	560	1431	932	0	0

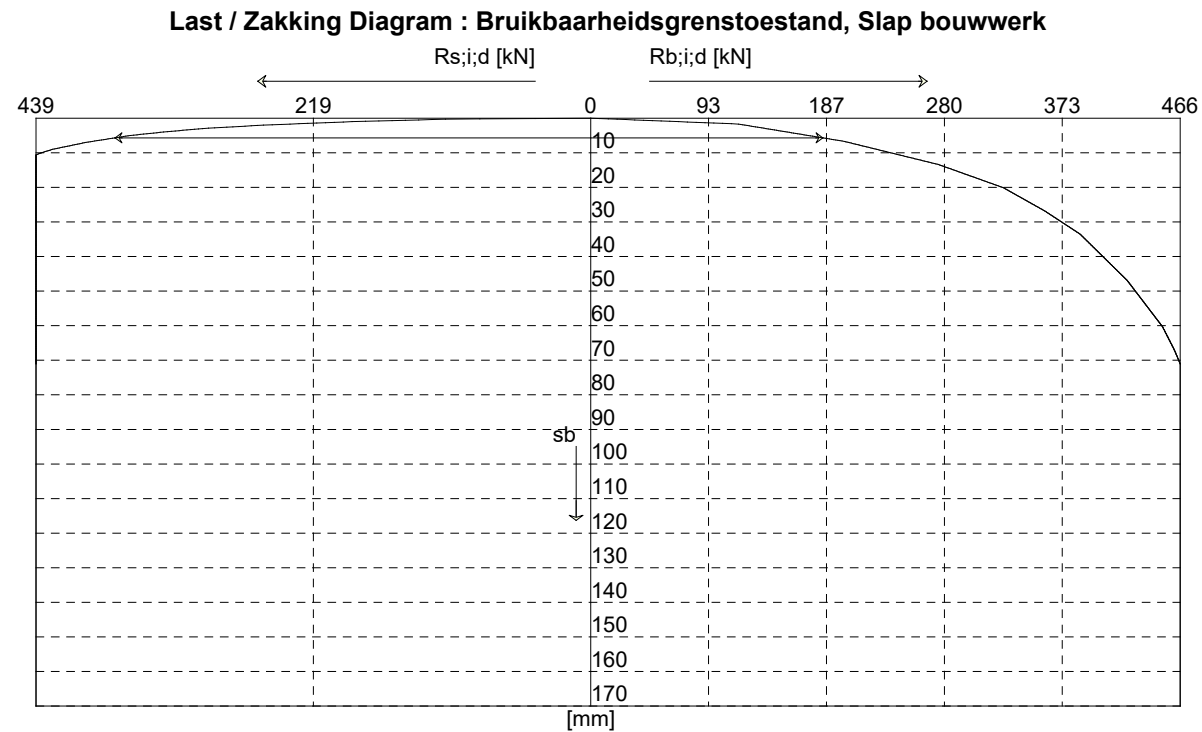
3.4 Overzicht bij paaltype : Fundex 380 / 450

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]
1:01	62,25	72,08	314	381	695	452	0	0
2:02	62,25	72,34	293	541	834	543	0	0
3:03	62,25	72,39	544	394	938	611	0	0
4:04	62,25	73,27	676	436	1113	725	0	0
5:05	62,25	72,60	566	450	1016	661	0	0

3.5 Samenvatting Rekenwaarde Draagkracht in kN

Nummer/Naam Sondering	Maaiveld [m R.N.]	PPN [m R.N.]	Fundex 540 /.. Rc;net;d [kN]	Fundex 460 /.. Rc;net;d [kN]	Fundex 380 /.. Rc;net;d [kN]
1:01	72,08	62,25	768,00	610,00	452,00
2:02	72,34	62,25	903,00	734,00	543,00
3:03	72,39	62,25	1150,00	865,00	611,00
4:04	73,27	62,25	1263,00	1024,00	725,00
5:05	72,60	62,25	1170,00	932,00	661,00

Einde Rapport



Paal 1 Sond. 01, maatgevende situatie, paaltype : Eigen paaltype (trillings-arm)
Rond met verzwaarde verloren punt, paalpuntniveau = 62,25 [m], Deq = 0,670 [m], d = 0,669 [m]
Heff voet = 0,000 [m]

Fc;tot;i;d = 560,0 kN sb = 5,7 mm
Rs;i;d = 376,3 kN Rb;i;d = 183,7 kN

Bijlage 7 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.

Relevante uitvoeringaspecten

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

1. EN 12699:2015 (E) "Uitvoering van bijzonder geotechnisch werk-Verdringingspalen", 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. Het waargenomen installatiegedrag kan, in combinatie met het sondeerbeeld, een indicatie geven voor de tussen de sonderingen te installeren palen;
- Indien de palen na elkaar worden vervaardigd en de (beton)specie van de naastgelegen paal onvoldoende is uitgehard, dient de onderlinge hart op hart afstand 6 à 10x de paalvoetdiameter te bedragen en dient met voorzichtigheid te worden gemanoeuvreed met de boorstelling nabij "verse" palen. De exacte afstand is afhankelijk van ongedraineerde schuifsterkte van de ondergrond (zie Figuur 1 EN 12699:2015 (E)). Indien ondanks de aangehouden afstand blijkt dat door het boren van een volgende paal, het specieniveau van de nog niet verharde paal wijzigt (nazakking of oppersing), dient een grotere tussenafstand te worden gehanteerd. Na een periode van 20 à 24 uur is de verwachting dat de (beton)specie (afhankelijk van de samenstelling) voldoende is uitgehard dat voor deformaties of een doorbraak niet meer behoeft te worden gevreesd;
- Indien grout (smeering of constructief) wordt toegepast, dient de groutdruk te zijn afgestemd op de te doorboren grondlagen en de groutsamenstelling op de toepassing. Een te grote overdruk kan leiden tot een grotere paaldiameter in de slappe lagen en/of ontspanning in de draagkrachtige zandlaag.

- 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:
2,0x bestaande paaldiameter plus 2,0x nieuw paaldiameter;
 - Nieuwe paal naast bestaande overige paal, dieper paalpuntniveau:
3,0x bestaande paaldiameter plus 3,0x nieuw paaldiameter;
 - Nieuwe paal naast bestaande houten paal, dieper paalpuntniveau:
3,5x bestaande paaldiameter plus 3,5x 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 en de pull-down kracht, voldoende capaciteit te hebben om de casing (of hulpbuis) 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 paal(voet)diameter, waarbij ontspanning door grondtransport tot een minimum wordt beperkt. Ontspanning in de ondergrond dient te worden voorkomen aangezien dit nadelig is voor het draagvermogen van de palen en mogelijk aanwezige belendende funderingen;
- Als de paal op diepte is dient gestopt te worden met het draaien. Alvorens de paal wordt gestort, dient te worden gecontroleerd of de buis droog en vrij van grond is. Vervolgens kan de wapening worden aangebracht en de buis worden volgestort met (beton)specie.

Bij afkeuring van de geboorde buis dient deze te worden getrokken, waarbij ter voorkoming van verstoring van de draagkrachtige laag eerst een vulling moet worden aangebracht bestaande uit (beton)specie, een mengsel van zand en grind. Het boren van de nieuwe paal kan in de regel ter plaatse van de afgekeurde paal plaatsvinden, mits dit direct na het trekken van de casing (of hulpbuis) gebeurt. Bij geboorde grondverdringende palen wordt de buis na het afstorten van de paal met draaiende bewegingen uit de grond getrokken. De wapeningskorf of afgehangen element mag tijdens het trekken van de buis niet omhoog komen. In de regel dienen de palen te worden afgestort tot aan het werkniveau. Bij combinatie palen kan in bepaalde situaties een dieper niveau worden gehanteerd;

- Stagnatie bij het trekken van de casing (of hulpbuis) na het lossen van de voetplaat mag niet voorkomen;
- De reeds gemaakte palen dienen op een doelmatige wijze te worden afgedekt, om verontreiniging van de onverharde mortel in de kop te voorkomen.

Bijlage 8 Richtlijnen uitvoering grondverbetering

Relevante uitvoeringaspecten

In onderstaande bijlage zijn aspecten opgenomen voor de uitvoering van een grondverbetering/-verdichting en eisen welk 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 korreldiameter met zeefdoorval van 10 %* en D_{60} de korreldiameter 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° 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 top laag 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 à 2,0 maal de diameter van de plaat. Doorgaans vormt de verhouding tussen, de met de plaatdrukproef bepaalde, E_{v2} en E_{v1} 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 toepassing van een handsondering met conusoppervlak van 1 cm², dient de conusweerstand tot een diepte van 40 cm gelijkmatig op te lopen tot 4 MN/m² of tot een diepte van 30 cm gelijkmatig op te lopen tot 6 MN/m² en met toenemende diepte niet onder deze waarde terug te vallen. Eén en ander is afhankelijk van de benodigde verdichting en/of aangehouden hoek van inwendige wrijving in de berekeningen;
 - 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;
 - 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;
- 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