

Oriënterend ontwerpadvies fundering

Nieuwbouw woningen en appartementen aan de Leeuwerikstraat 5 Vilt, Berg en Terblijt
GA231620.R01.V1.0

24 november 2023



Oriënterend ontwerpadvies fundering

Nieuwbouw woningen en appartementen aan de Leeuwerikstraat 5 Vilt, Berg en Terblijt

Documentnummer GA231620.R01.V1.0

24 november 2023

Opdrachtgever

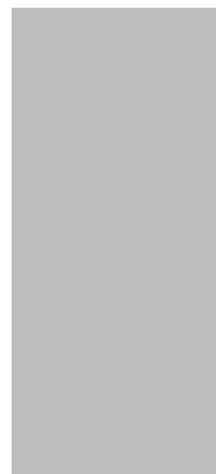
Woningstichting Berg en Terblijt

Langen Akker 52

6325 CM Berg en Terblijt

Constructeur

Vd Werff & Nass



Postbus 1097
6160 BB Geleen

Geonius.nl

Functie	Naam	Paraaf
Projectleider Geotechniek	ing. R.J.A. Huijts	
Collegiale toets	ing. M. Vankan	

Inhoud

1	Inleiding	4
2	Projectuitgangspunten.....	5
2.1	Constructieve uitgangspunten.....	5
2.2	Geotechnische uitgangspunten.....	6
3	Oriënterend grondonderzoek.....	7
3.1	Inmeting	7
3.2	Slagsonderingen	7
3.3	Boringen.....	8
4	Bodemgesteldheid	9
4.1	Terreingesteldheid en projectomgeving.....	9
4.2	Bodemopbouw	9
4.3	Geohydrologische situatie	10
5	Oriënterend funderingsadvies	11
5.1	Uitgangspunten paalberekening.....	11
5.2	Resultaten paalberekeningen	12
5.3	Vloeren	12
6	Uitvoeringsaspecten.....	13
6.1	Grondwerk en/of ontgravingen.....	13
6.2	Begaanbaarheid terrein	13
6.3	Specifieke paalaspecten.....	14

Bijlagen

Bijlage 1 Situatietekening

Bijlage 2 Sondeergrafieken

Bijlage 3 Boringen

Bijlage 4 Paalberekeningen

Bijlage 5 Uitvoering avegaar-/mortelschroefpalen

Bijlage 6 Richtlijnen voor het uitvoeren van grondverbeteringen/-verdichting

1 Inleiding

Door Woningstichting Berg en Terblijt werd aan Geonius Geotechniek B.V. de opdracht gegeven een oriënterend geotechnisch grondonderzoek uit te voeren en een oriënterend funderingsadvies op te stellen. Het onderzoek en advies zijn benodigd voor de nieuwbouw van woningen en appartementen aan de Leeuwerikstraat 5 te Vilt, Berg en Terblijt. De ligging van de projectlocatie is weergegeven in Figuur 1.1.

De locatie is momenteel nog bebouwd met de huidige opstallen, derhalve kon nog niet het volledige onderzoek worden uitgevoerd. Nadat de locatie is vrijgemaakt, zal het resterende onderzoek nog moeten worden uitgevoerd. Naar aanleiding van de resultaten van het nog uit te voeren onderzoek zal het advies geactualiseerd moeten worden.

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



Figuur 1.1: Luchtfoto met ligging projectlocatie [bron: PDOK]

2 Projectuitgangspunten

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

Tabel 2.1: Overzicht geraadpleegde projectgegevens

Ref.	Document / Tekening / Grondonderzoek	Versie	Datum
[1]	Tekeningen: R4236 TEK IN 20230224 SW KM Leeuwerikstraat Vilt.pdf	-	-
[2]	Email: belasting gegevens, vd Werf & Nass	-	22-11-2023

2.1 Constructieve uitgangspunten

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

- De nieuwbouw bestaat uit maximaal 2 bovengrondse bouwlagen met kap;
- De nieuwbouw wordt niet van kelder voorzien;
- Het bouwpeil wordt aangenomen op ca. NAP +128,5 m op basis van ingemeten terreinhoogten. Uitgaande van een funderingsbalk inclusief vloerconstructie van ca. 0,8 meter hoog, komt de onderkant van de funderingsbalk overeen met ca. NAP +127,7 m.
- De rekenwaarden van de (maximale) strookbelastingen [$V_{d;strook}$] zijn door de constructeur opgegeven en bedragen 380 kN/m¹;
- In dit rapport is uitgegaan van verticaal en centrische belaste funderingen alsmede een horizontaal maaiveld;
- Er is bij ons verder geen informatie bekend van de te slopen bebouwing op het terrein.

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

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

2.2 Geotechnische uitgangspunten

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

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

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

3 Oriënterend grondonderzoek

Ten behoeve van het oriënterend grondonderzoek zijn in oktober 2023 in totaal 2 lichte en 3 zware slagsonderingen en 2 handboringen uitgevoerd. De sonderingen zijn uitgevoerd met kleine en mobiele apparatuur, zodat rondom de bestaande bebouwing gewerkt kon worden. De opzet van het grondonderzoek is nog niet in lijn met artikel '3.2.3 (6)P (e)' van NEN 9997-1. Na sloop dient nog aanvullend onderzoek uitgevoerd te worden.

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

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

3.1 Inmeting

De ligging en de coördinaten van de ingemeten punten zijn op situatietekening GA231620.T01 weergegeven en in Bijlage 1 opgenomen. De onderzoekspunten zijn met behulp van 06-GPS ingemeten t.o.v. het Rijksdriehoekstelsel en NAP met een nauwkeurigheid van ca. 0,1 m. Alle gegevens van de inmeting zijn een momentopname en alleen te gebruiken in voorliggend funderingsadvies.

3.2 Slagsonderingen

De slagsonderingen zijn uitgevoerd conform NEN-EN-ISO 22476-2:2005. De sondeergrafieken zijn genummerd ZS01 t/m ZS03, ZS05 en ZS09 en gepresenteerd ten opzichte van NAP. De resultaten van de sonderingen zijn opgenomen in Bijlage 2.

Bij de zware slagsondering wordt een conus met een oppervlak van 15 cm² de grond in gedreven door middel van een valgewicht van 50 kg. Bij de lichte slagsondering wordt een conus met een oppervlak van 10 cm² de grond in gedreven door middel van een valgewicht van 10 kg. Het benodigde aantal slagen per 0,2 m penetratie wordt genoteerd. Deze aantallen worden tegen de diepte in een sondeergrafiek uitgezet en vormen een sterktebeeld van de bodem.

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

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

3.3 Boringen

Om de toplagen nader te verkennen zijn op de locatie tevens een tweetal handboringen (genummerd HB01 en HB02) tot ca. 3,2 m- maaiveld uitgevoerd. Tijdens de boorwerkzaamheden is het opgeboorde materiaal geïdentificeerd en beschreven conform NEN-EN-ISO 14688-1:2019+NEN 8990:2020: boorklasse B3. De boorstaten zijn gepresenteerd ten opzichte van maaiveld en NAP en opgenomen in Bijlage 3.

4 Bodemgesteldheid

4.1 Terreingesteldheid en projectomgeving

Het terrein was ten tijde van de uitvoering van het grondonderzoek nog bebouwd met de huidige bebouwing en omliggende speelplaatsen. De begaanbaarheid van het terrein was tijdens de uitvoering van het grondonderzoek voldoende voor het ingezette materieel in deze fase. Ten behoeve van het definitief funderingsadvies dient na de sloop het resterend onderzoek uitgevoerd te worden

Tijdens de uitvoering van het grondonderzoek lag het maaiveld ter plaatse van de onderzoekspunten op een niveau van NAP +127,7 m tot +128,5 m. Op basis van de ingemeten onderzoekspunten heeft het terrein een hoogteverschil van ca. 0,8 m. Tevens is de hoogte van Put A ingemeten op NAP +128,40 m.

4.2 Bodemopbouw

De bodemopbouw is op basis van het uitgevoerde grondonderzoek geïnterpreteerd en beschreven in Tabel 4.1. Het aangehouden maaiveld is gelijk aan bovenkant laag 1.

Tabel 4.1: bodemopbouw

Laag	van	tot	GRONDSOORT, conditie, bijmenging en (bijzonderheden)
	in m t.o.v. NAP		
1	+127,7 à +128,5	+124,5 à +125,5	SILT/LÖSS, week tot matig vast, bovenste ca. 0,3 à 0,5 m is geroerd slagenaantallen zijn ca. 2 zware slagen per 20 cm penetratie in de weke delen en lopen op tot meer dan 10 zware slagen in de matig vaste delen ²
2	+124,5 à +125,5	+118,5 ¹	ZANDGRIND, vast tot zeer vast met leemhoudende tussenlagen met hieronder Kalksteenlagen slagenaantallen zijn ca. 10 zware slagen per 20 cm penetratie in de lemige tussenlagen en lopen op tot meer dan 50 zware slagen in de zeer vaste delen

Index:

¹) = maximaal verkende diepte ter plaatse van sondering ZS05

²) = Ter plaatse van LS02 worden afwijkende slagen aantallen aangetroffen, welke duiden op vaster materiaal. Dit is echter het gevolg van de aanwezigheid van bomen, waardoor de ondergrond zeer sterk uitgedroogd was

De aanwezigheid van dieper gelegen mergelgrotten en/of gangenstelsels kan door ons niet worden uitgesloten. Wij adviseren om de eventuele aanwezigheid hiervan op te vragen bij de gemeente en indien aanwezig de impact hiervan door een gespecialiseerd bureau nader te laten onderzoeken.

4.3 Geohydrologische situatie

Het grondwaterniveau is tijdens de uitvoering van het grondonderzoek in het sondeergat niet vastgesteld tot op een diepte van ca. 3,9 m- maaiveld. Dit komt overeen met ca. NAP +124,4 m. Het betreft hier slechts een eenmalige meting, waardoor deze waarneming slechts een indicatie betreft. Gezien de ligging van de locatie verwachten wij de grondwaterstand pas op grotere diepten. De grondwaterstand heeft derhalve geen invloed op de keuze van het funderingssysteem.

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

5 Oriënterend funderingsadvies

Geadviseerd wordt een fundering op palen toe te passen. Een fundering op staal is vanwege de relatief hoge belastingen en de weinig draagkrachtige en/of sterk zettingsgevoelige toplagen geen optie zonder ingrijpende maatregelen als bijvoorbeeld een grondverbetering met een minimale dikte van ca. 2,0 m (tot ca. NAP +126 m). Een verdiepte aanzet zou op de zandgrind mogelijk zijn, vanaf een niveau van ca. NAP +124,5 à +125 m. Als alternatief kan de nieuwbouw ook volledig van een kelder voorzien worden.

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

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

Onderstaand is de fundering op palen verder uitgewerkt. Dit advies kan nog wijzigen naar aanleiding van het definitief onderzoek.

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

5.1 Uitgangspunten paalberekening

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

Tabel 5.1: paalklassefactoren en uitgangspunten paalberekening

Omschrijving	Symbool	Waarde
Paalkopniveau	-	Ca. NAP +127,7 m
Minimale paallengte	-	8 * D _{eq}
Groepseffect	-	Nee
Reductie traject q _{c,III}	-	Ja, tot 2 MPa
Stijfheid constructie	-	<u>Niet</u> -stijf bouwwerk
Correlatiefactor (N= 2 sonderingen)	ξ ₃	1,32
	ξ ₄	1,32
Partiële factor negatieve kleeft	γ _{f,nk}	1,00
Partiële factor weerstand punt/schacht	γ _{b/s}	1,20
Paalklasse schachtwrijving (druk)	α _s	0,006
Paalklasse punt	α _p	0,56
Paalvoetvorm	β	1,00

Omschrijving	Symbol	Waarde
Paalvoetdwarsdoorsnede	s	1,00

5.2 Resultaten paalberekningen

5.2.1 Op druk belaste palen

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

Als gevolg van het nog uit te voeren grondonderzoek kunnen de paalpuntniveaus en/of paal draagvermogens nog wijzigen.

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

Sondering nummer	Maaiveldniveau in m t.o.v. NAP	Paalpuntniveau in m t.o.v. NAP	$R_{c,net;d}$ in kN bij paalafmeting in mm		
			Ø 400	Ø 500	Ø 600
ZS01	+128,49	+124,0	390	505	695
LS02*	+128,15	+124,0	390	505	695
LS03*	+128,29	+124,0	390	505	695
SW04	Uitvoeren, na sloop				
ZS05	+128,37	+124,0	390	505	695
SW06	Uitvoeren, na sloop				
SW07	Uitvoeren, na sloop				
SW08	Uitvoeren, na sloop				
ZS09	+127,71	+124,0	390	505	695
SW10	Uitvoeren, na sloop				

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

5.3 Vloeren

Wij adviseren om de begane grondvloeren vrijdragend uit te voeren. Voor een vloer op zandbed zal voor de begane grondvloer de zettingsgevoelige laag en/of geroerde toplaag verwijderd moeten worden en vervangen door een grondverbetering met een minimale dikte van 1,0 m. Daarbij zijn alsnog zettingsverschillen van ca. 15 à 20 mm te verwachten met de op palen gefundeerde hoofdbouw. De mate van wapening in de vloeren dient te worden bepaald door de constructeur of leverancier op basis van alleen de constructieve (boven)belastingen.

6 Uitvoeringsaspecten

6.1 Grondwerk en/of ontgravingen

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

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

Waar de ontgravingsniveaus bestaan uit sterk verweekte gedeelten, kan alvorens het grondverbeteringspakket aan te brengen, een vlijlaag worden gemaakt middels het inbedden van grove puin, silex of grof grind. Intrillen hiervan moet worden vermeden.

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.

6.2 Begaanbaarheid terrein

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

6.3 Specifieke paalaspecten

6.3.1 Relevante aspecten voor het opstellen van het palenplan

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

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

6.3.2 Relevante aspecten voor de uitvoering

Het vervaardigen van geboorde trillingsvrij in de grond gevormde palen type avegaar (ook bekend als mortelschroefpalen) is een uitvoeringsgevoelig paalsysteem, vanwege met name de relatief beperkte controles tijdens de uitvoering. Voor relevante uitvoeringsaspecten wordt verwezen naar Bijlage 5. Het is dan ook belangrijk dat de palen worden geïnstalleerd door een ervaren gespecialiseerd boorbedrijf met ervaring van de lokale grondslag.

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

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

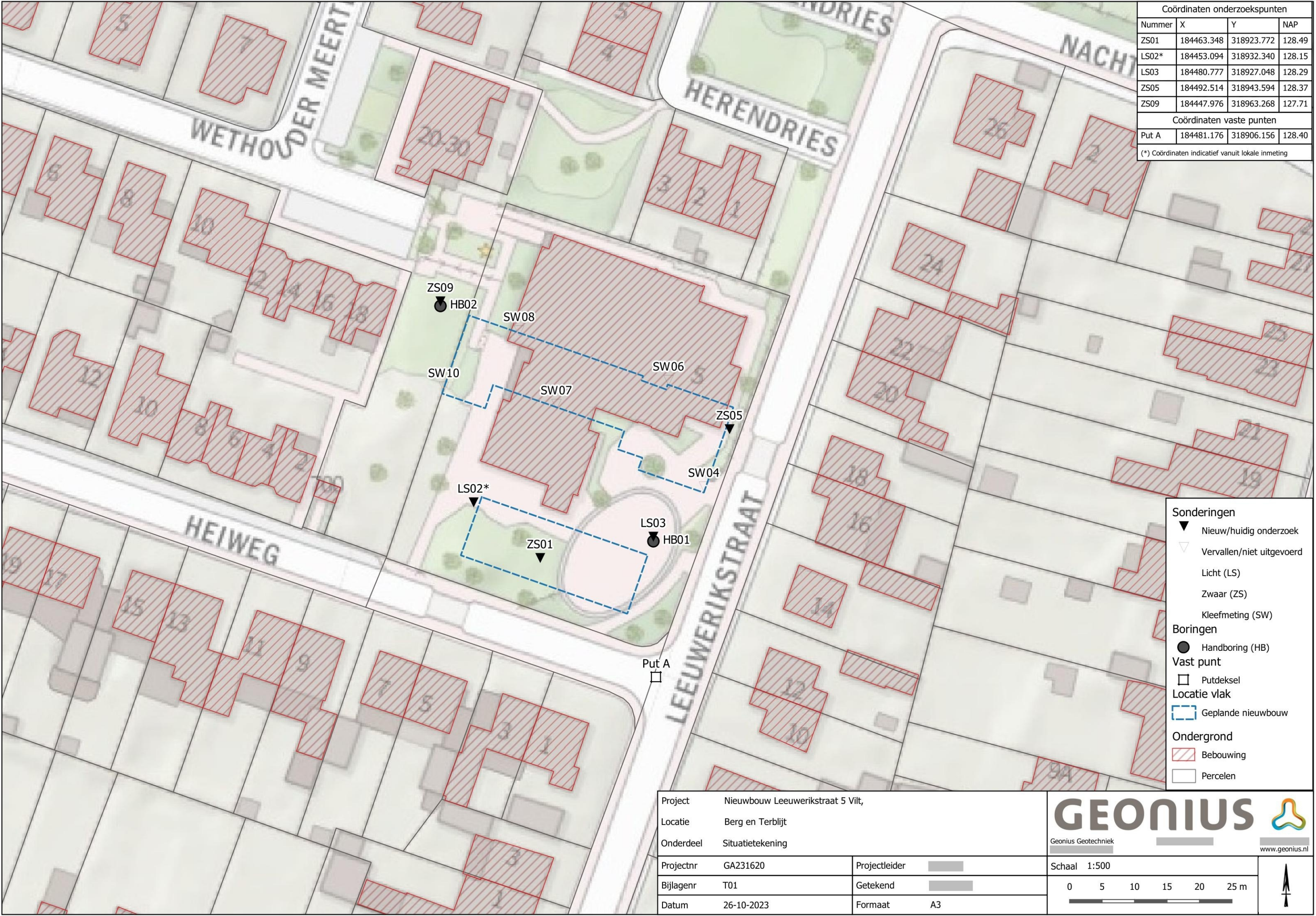
Afhankelijk van grondslag dient een zorgvuldige controle op de betondruk te worden gehouden. Het gebruik van toeslagmaterialen in het beton van bijvoorbeeld spramex, kan het extra betonverbruik minimaliseren en middels het regelen van de betondruk kan een kwalitatief betere paal worden gerealiseerd.

6.3.3 Controles tijdens of na paalinstallatie

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

Bijlage 1 Situatietekening



Coördinaten onderzoekspunten			
Nummer	X	Y	NAP
ZS01	184463.348	318923.772	128.49
LS02*	184453.094	318932.340	128.15
LS03	184480.777	318927.048	128.29
ZS05	184492.514	318943.594	128.37
ZS09	184447.976	318963.268	127.71
Coördinaten vaste punten			
Put A	184481.176	318906.156	128.40
(*) Coördinaten indicatief vanuit lokale inmeting			

- Sonderingen**
- ▼ Nieuw/huidig onderzoek
 - ▽ Vervallen/niet uitgevoerd
 - Licht (LS)
 - Zwaar (ZS)
 - Kleefmeting (SW)
- Boringen**
- Handboring (HB)
- Vast punt**
- Putdeksel
- Locatie vlak**
- ▭ Geplande nieuwbouw
- Ondergrond**
- ▨ Bebouwing
 - Percelen

Project	Nieuwbouw Leeuwerikstraat 5 Vilt,		
Locatie	Berg en Terblijt		
Onderdeel	Situatietekening		
Projectnr	GA231620	Projectleider	
Bijlagenr	T01	Getekend	
Datum	26-10-2023	Formaat	A3

GEONIUS

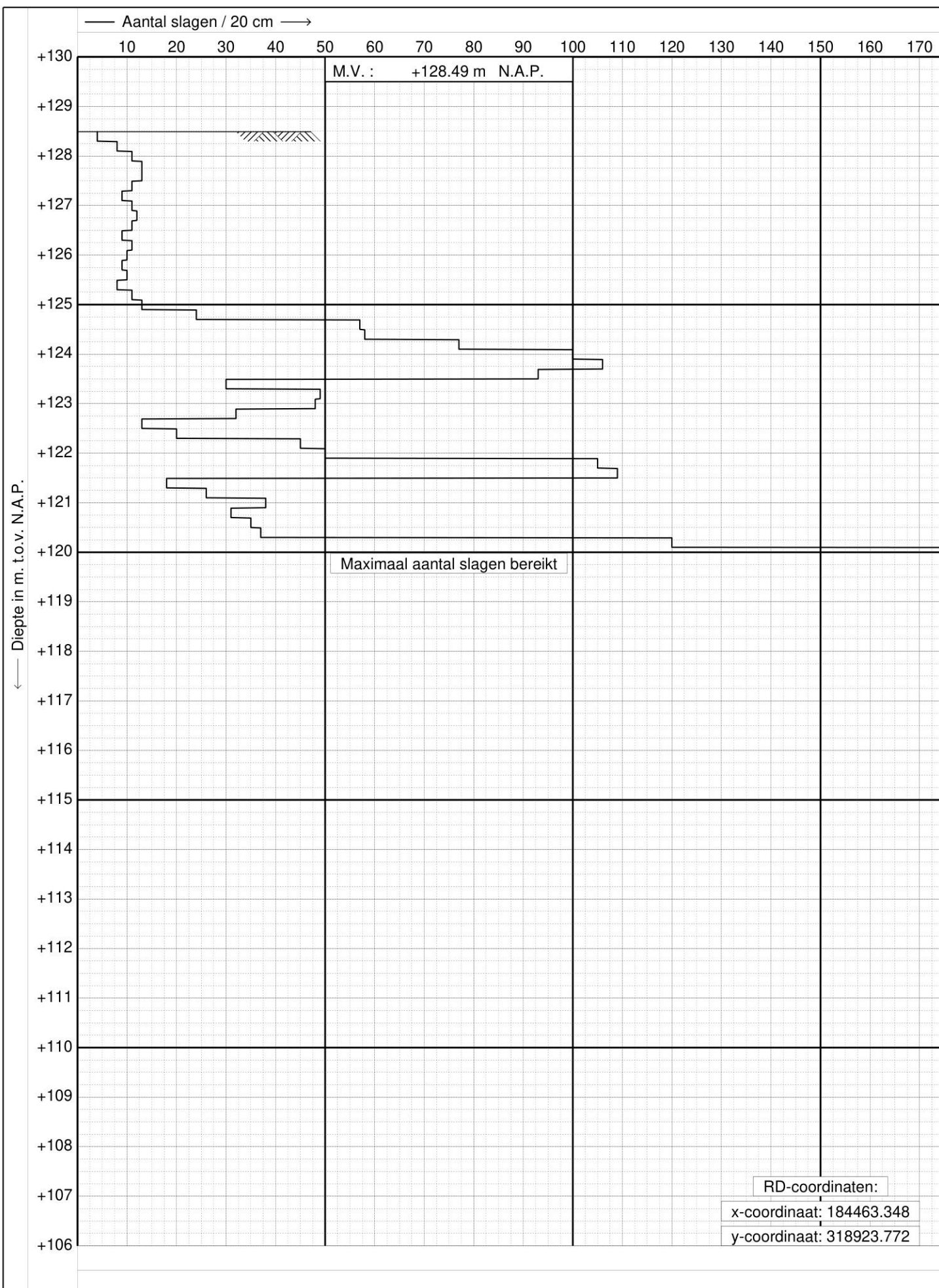
Geonius Geotechniek

www.geonius.nl

Schaal 1:500

0 5 10 15 20 25 m

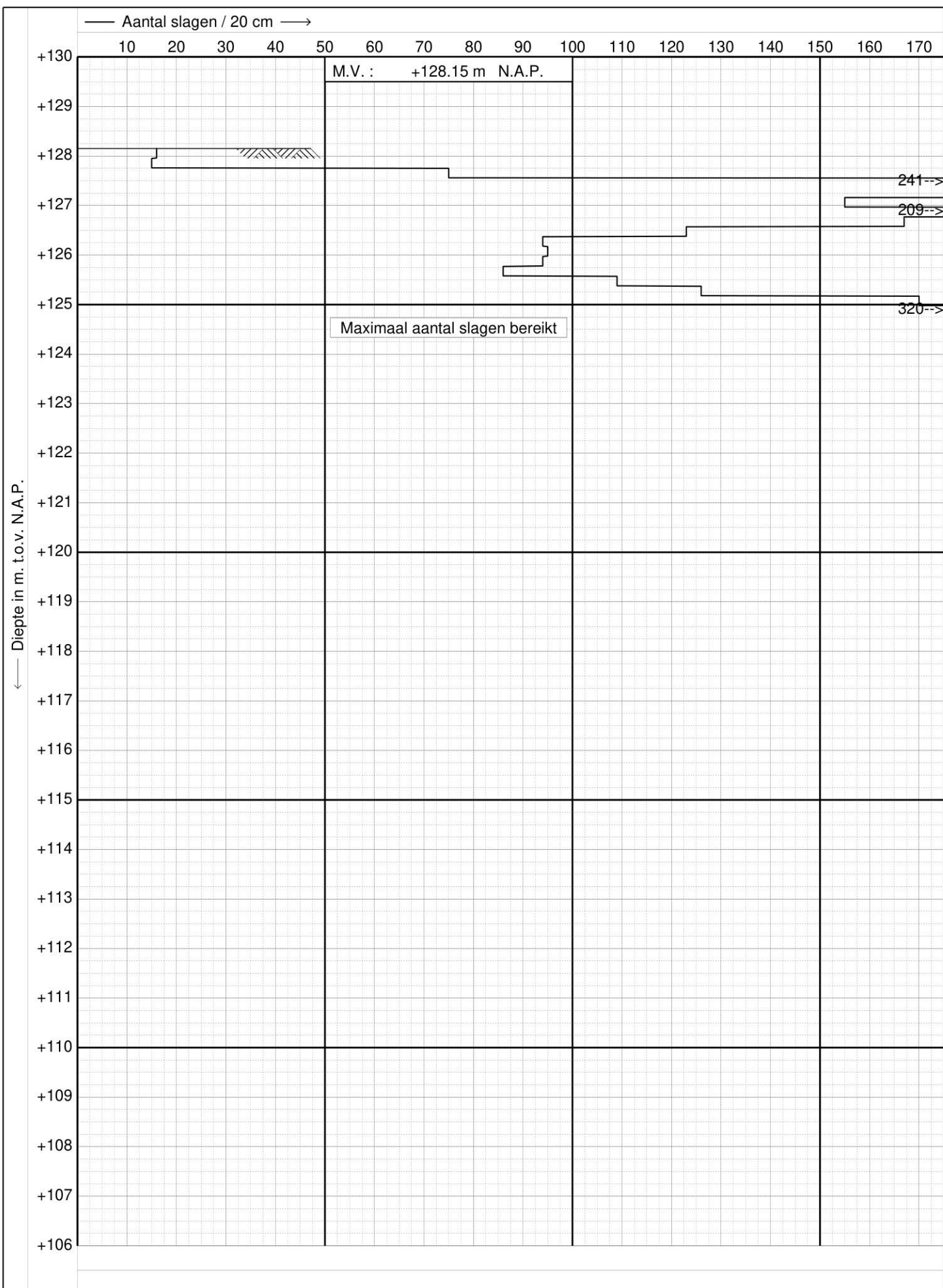
Bijlage 2 Sondeergrafieken



GEONIUS
 www.geonius.nl
 E-mail: [redacted]
 Tel.: [redacted]

Zware slagsondering (50 kg) conform NEN-EN-ISO 22476-2
 Project : **Nieuwbouw**
 Locatie : **Leeuwerikstraat 5 Vilt, Berg en Terblijt**

Datum : **23-10-2023**
 Conus : **Z**
 Opdracht : **GA231620**
 Sondering : **01**



GEONIUS
www.geonius.nl
E-mail: [redacted]
Tel.: [redacted]

Lichte slagsondering (10 kg) conform NEN-EN-ISO 22476-2

Project : **Nieuwbouw**

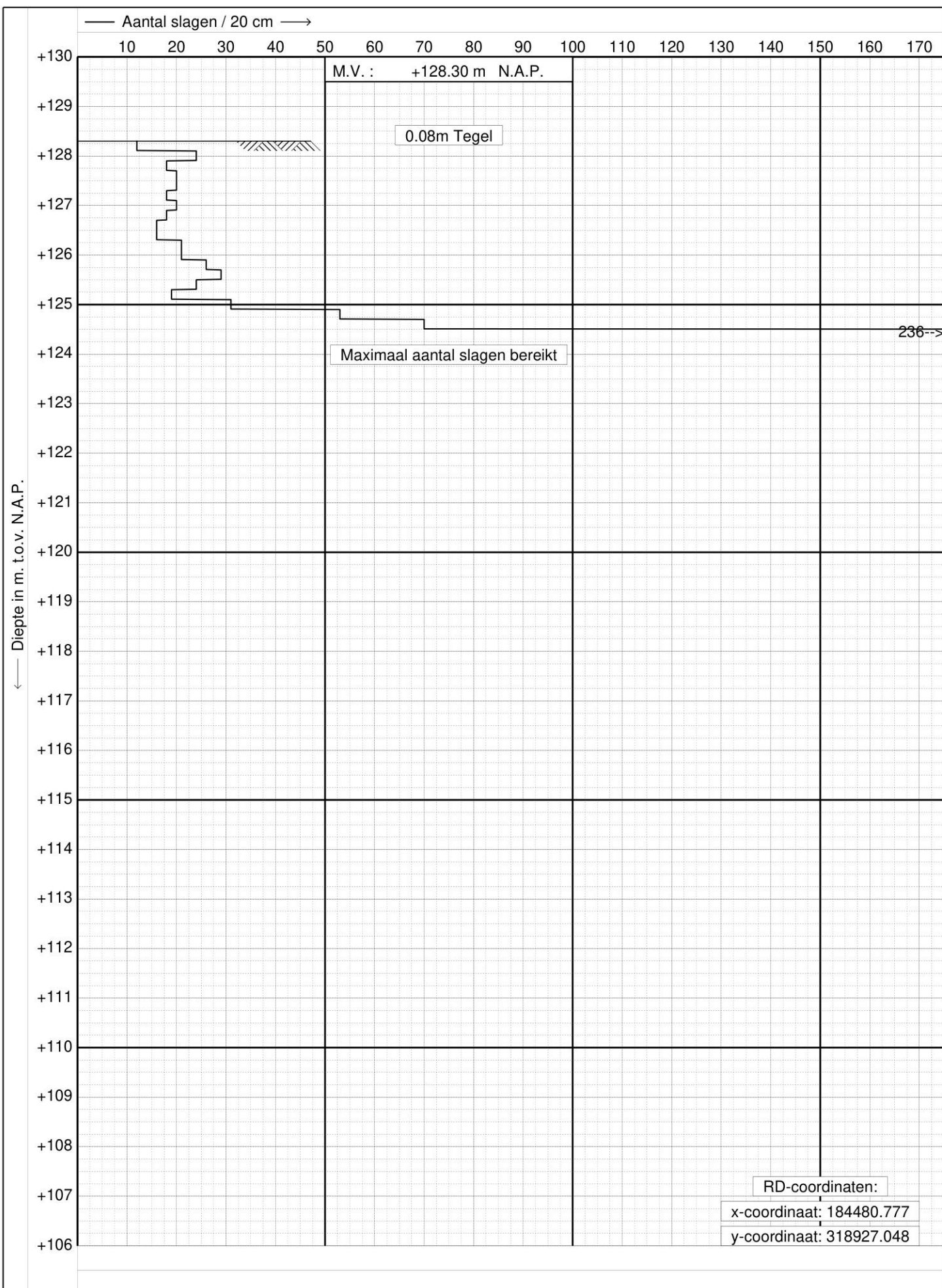
Locatie : **Leeuwerikstraat 5 Vilt, Berg en Terblijt**

Datum : **23-10-2023**

Conus : **L**

Opdracht : **GA231620**

Sondering : **02**



GEONIUS

www.geonius.nl

E-mail:

Tel.:

Lichte slagsondering (10 kg) conform NEN-EN-ISO 22476-2

Project : **Nieuwbouw**

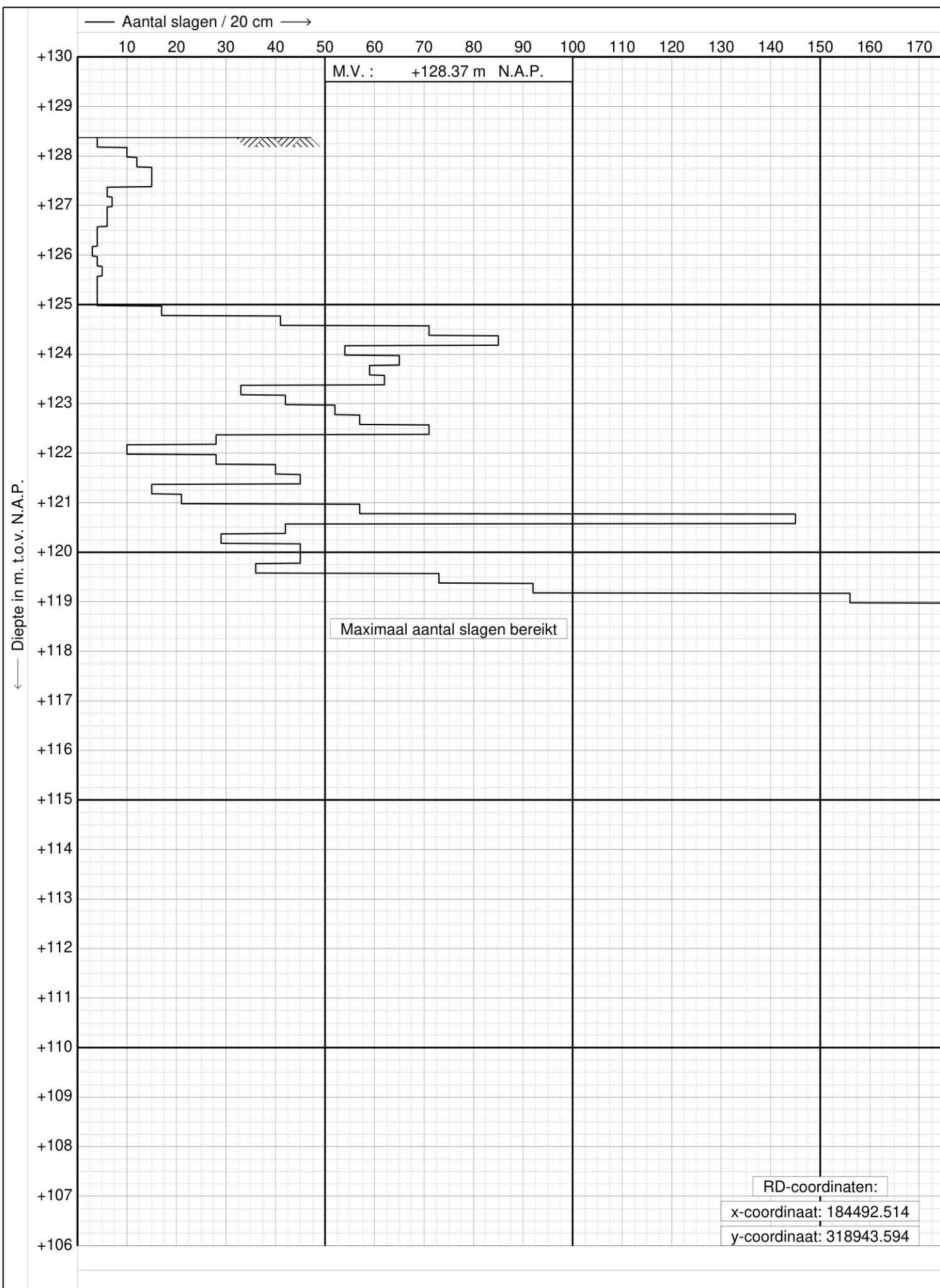
Locatie : **Leeuwerikstraat 5 Vilt, Berg en Terblijt**

Datum : **23-10-2023**

Conus : **L**

Opdracht : **GA231620**

Sondering : **03**



GEONIUS

www.geonius.nl

E-mail:

Tel.:

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

Project : **Nieuwbouw**

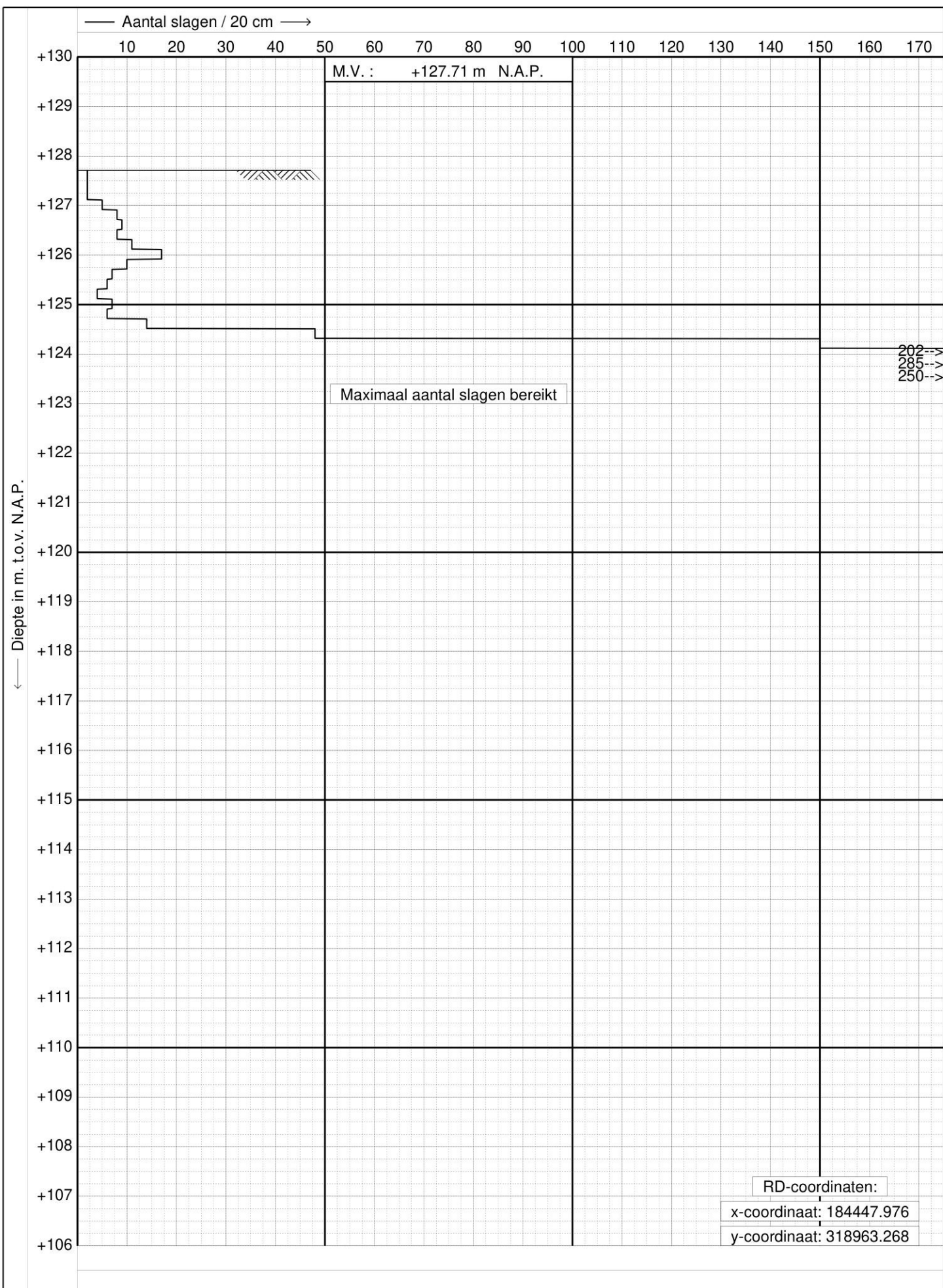
Locatie : **Leeuwerikstraat 5 Vilt, Berg en Terblijt**

Datum : **23-10-2023**

Conus : **Z**

Opdracht : **GA231620**

Sondering : **05**



GEONIUS

www.geonius.nl

E-mail:

Tel.:

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

Project : **Nieuwbouw**

Locatie : **Leeuwerikstraat 5 Vilt, Berg en Terblijt**

Datum : **23-10-2023**

Conus : **Z**

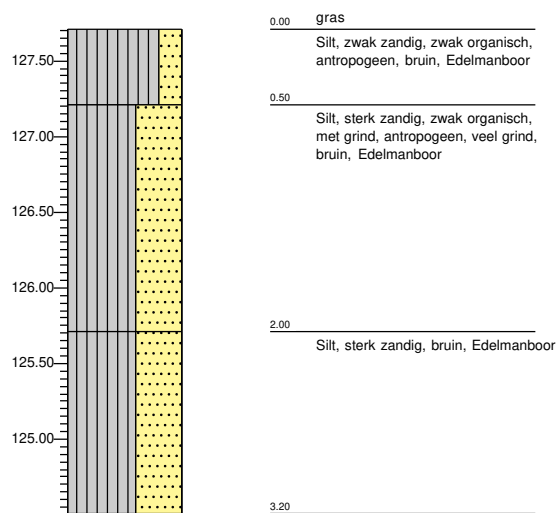
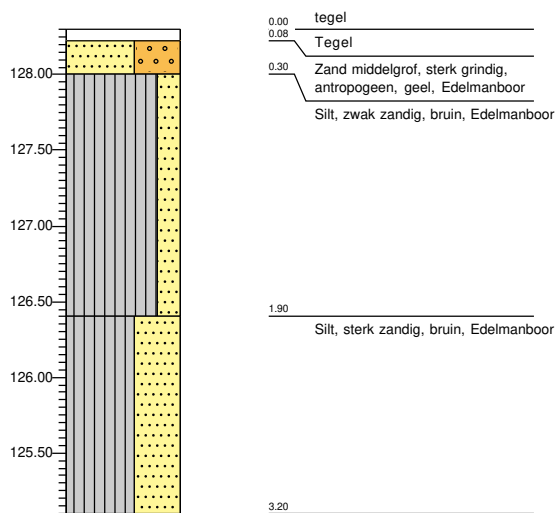
Opdracht : **GA231620**

Sondering : **09**

Bijlage 3 Boringen

Boring: HB01
Maaiveldhoogte: 128.3 m.t.o.v. N.A.P.
Datum: 23-10-2023
Opmerking: T.p.v. LS03

Boring: HB02
Maaiveldhoogte: 127.71 m.t.o.v. N.A.P.
Datum: 23-10-2023
Opmerking: T.p.v. ZS09



Bijlage 4 Paalberekeningen

Rapport voor D-Foundations 23.1

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



Bedrijfsnaam: Geonius
Geotechniek

Datum van rapport: 24-11-2023
Tijd van rapport: 10:08:08
Rapport met versie: 23.1.1.40340

Datum van berekening: 24-11-2023
Tijd van berekening: 10:07:55
Berekend met versie: 23.1.1.40340

Bestandsnaam: GA231620.C01

Projectbeschrijving: Nb Leeuwerikstraat
Vilt, Berg en Terblijt
D-Foundations GA231620.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 Grondgegevens	4
2.6.1 Grondprofiel 01	4
2.6.2 Grondprofiel 05	4
2.7 Paaltypen	5
2.7.1 Paaltype : Round 600	5
2.7.2 Paaltype : Round 500	5
2.7.3 Paaltype : Round 400	6
2.8 Funderingsplan	6
2.8.1 Overzicht Funderingsplan	6
2.9 Ontgravingsgegevens	6
2.10 Opgegeven Parameters	7
2.11 Model Opties	7
2.12 Model Opties	7
3 Bearing Piles (EC7-NL): Resultaten van de optie Voorontwerp-Draagkracht bij vaste PPN's	8
3.1 Fouten en waarschuwingen	8
3.2 Opmerkingen	8
3.3 Rekenparameters	8
3.3.1 Factoren Paal	8
3.3.2 Paaltype : Round 600	8
3.3.3 Paaltype : Round 500	9
3.3.4 Paaltype : Round 400	9
3.4 Overzicht bij paaltype : Round 600	9
3.5 Overzicht bij paaltype : Round 500	9
3.6 Overzicht bij paaltype : Round 400	10
3.7 Samenvatting Rekenwaarde Draagkracht in kN	10



2 Invoergegevens

2.1 Algemene Invoergegevens

Model Bearing Piles (EC7-NL)

2.2 Rapportage Gegevens

Geotechnisch adviseur :
Constructeur bovenbouw :
Opdrachtgever :
Titel 1 : Nb Leeuwerkstraat
Titel 2 : Vilt, Berg en Terblijt
Titel 3 : D-Foundations GA231620.C01
Nummer project : GA231620
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.

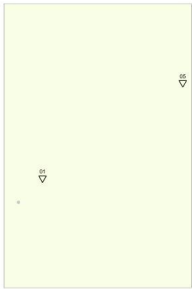
2.4 Bovenbouw

Stijfheidskarakteristiek : Slap

2.5 Algemene Sondeergegevens

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

2.5.1 Overzicht Sonderingen in Funderingsplan



Legend
= Round 000 (Slap)
= Round 000 (B&S)
= CPT



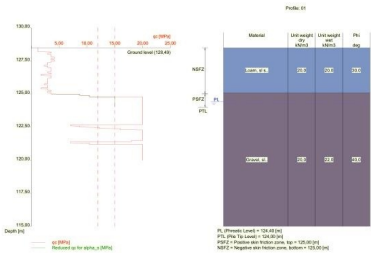
Naam sondering	Paalpunt-niveau [m R.N.]	Bovenkant pos. kleeftzone [m R.N.]	Onderkant neg. kleeftzone [m R.N.]	X-coor-dinaat [m]	Y-coor-dinaat [m]
01	124,00	125,00	125,00	184463,35	318923,77
05	124,00	125,00	125,00	184492,51	318943,59

2.6 Grondgegevens

Aantal grondprofielen (= aantal sonderingen) : 2

2.6.1 Grondprofiel 01

Behorende bij sondering 01
Maaiveldniveau in [m. t.o.v. referentie niveau] : 128,49
Niveau grondwaterstand in [m. t.o.v. referentie niveau] : 124,40
Paalpuntniveau in [m. t.o.v. referentie niveau] : 124,00
Bovenkant positieve kleeftzone in [m. t.o.v. referentie niveau] : 125,00
Onderkant negatieve kleeftzone in [m. t.o.v. referentie niveau] : 125,00
OCR-waarde draagkrachtige laag : 1,00
Verwachte maaiveldzakking in [m] : 0,01
Aantal lagen in profiel : 2



Nummer laag	Bovenkant laag [m R.N.]	Gamma [kN/m3]	Gamma,sat [kN/m3]	Phi [deg]	Grond-soort	Mediaan (Zand/Grind) [mm]
1	128,490	20,00	20,00	30,00	Leem	--
2	125,080	20,00	22,00	40,00		200

2.6.2 Grondprofiel 05

Behorende bij sondering 05
Maaiveldniveau in [m. t.o.v. referentie niveau] : 128,37
Niveau grondwaterstand in [m. t.o.v. referentie niveau] : 124,40
Paalpuntniveau in [m. t.o.v. referentie niveau] : 124,00
Bovenkant positieve kleeftzone in [m. t.o.v. referentie niveau] : 125,00
Onderkant negatieve kleeftzone in [m. t.o.v. referentie niveau] : 125,00



1,00
0,01
2



2.7 Paaltypen

Paalttype :	Avegaarpaal
Materiaalttype paal :	Beton
Gladheidsbehandeling voor paal :	Geen gladheidsbehandeling
Paalvorm :	Ronde paal
beta (Paalvoetvormfactor) conform figuur 7.1, NEN 9997-1+C2:2017.	
s (factor voor de invloed vorm dwarsdoorsnede paalvoet) conform NEN 9997-1+C2:2017.	

Paaltype :	Avegaarpaal
Materiaaltype paal :	Beton
Gladheidsbehandeling voor paal :	Geen gladheidsbehandeling
Paalvorm :	Ronde paal
beta (Paalvoetvormfactor) conform figuur 7.1, NEN 9997-1+C2:2017.	
s (factor voor de invloed vorm dwarsdoorsnede paalvoet) conform NEN 9997-1+C2:2017.	



0,500

Paaltype :	Avegaarpaal
Materiaaltype paal :	Beton
Gladheidsbehandeling voor paal :	Geen gladheidsbehandeling
Paalvorm :	Ronde paal
beta (Paalvoetvormfactor) conform figuur 7.1, NEN 9997-1+C2:2017.	
s (factor voor de invloed vorm dwarsdoorsnede paalvoet) conform NEN 9997-1+C2:2017.	

0,400

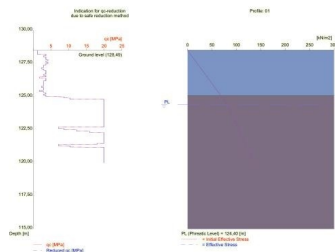
Aantal palen :
Aantal samenwerkende palen* :
*: 0 = niet ingevoerd, 1 = slappe bovenbouw, >1 = stijve bovenbouw

Legend

- Round 600 (Edge)
- Round 600 (Mid)
- ▽ CPT

2.9 Ontgravingsgegevens

128,49
Safe (NEN)



2.10 Opgegeven Parameters

Alle parameters volgens de standaard.

2.11 Model Opties

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

2.12 Model Opties

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

Geselecteerde profielen :
-01
-05



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

3.1 Fouten en waarschuwingen

Waarschuwing : De diepte van de sonderingen voldoen niet aan de eisen zoals gesteld in NEN 9997-1+C2:2017 art. 3.2.3.

Grondprofiel 01

Waarschuwing : Het laagste paalkopniveau ligt onder het maaiveld. De maximale waarde van het niveau van de bovenkant van de kleefzones wordt daarom 127,50 m t.o.v. referentieniveau.

Grondprofiel 05

Waarschuwing : Het laagste paalkopniveau ligt onder het maaiveld. De maximale waarde van het niveau van de bovenkant van de kleefzones wordt daarom 127,50 m t.o.v. referentieniveau.

3.2 Opmerkingen

Het programma gaat bij de controle van het grondonderzoek, volgens NEN 9997-1+C2:2017 art. 3.2.3 lid (e), uit van het opgegeven testniveau. Het houdt geen rekening met eventueel verschillende paalpuntniveaus. Bij gebruikmaking van verschillende paalpuntniveaus dient de gebruiker zelf eventueel benodigd extra onderzoek te beoordelen.

N.B. : De berekeningen zijn uitgevoerd op basis van een alleenstaande paal voor grenstoestand EQU/STR/GEO (= uiterste grenstoestand).
Bij het voorontwerp wordt namelijk altijd uitgegaan van een enkele paal. Een eventueel ingevoerd palenplan wordt niet meegenomen bij deze optie. Er wordt dus uitgegaan van een slappe constructie waarbij geen paalgroep effecten optreden.

3.3 Rekenparameters

3.3.1 Factoren Paal

gamma.b (NEN 9997-1+C2:2017, tabel A.6 A.7 A.8, Grenstoestand EQU/STR/GEO) :	1,20
gamma.b (NEN 9997-1+C2:2017, tabel A.6 A.7 A.8, de Bruikbaarheidsgrenstoestand) :	1,00
gamma.s (NEN 9997-1+C2:2017, tabel A.6 A.7 A.8, Grenstoestand EQU/STR/GEO) :	1,20
gamma.s (NEN 9997-1+C2:2017, tabel A.6 A.7 A.8, de Bruikbaarheidsgrenstoestand) :	1,00
ksi3 (NEN 9997-1+C2:2017, tabel A.10a, bij N = 2) :	1,32
ksi4 (NEN 9997-1+C2:2017, tabel A.10a, bij N = 2) :	1,32

3.3.2 Paaltipe : Round 600

Paaltipe :	Avegaarpaal
Materiaaltipe paal :	Beton
Gladheidsbehandeling voor paal :	Geen gladheidsbehandeling
Paalvorm :	Ronde paal
beta (Paalvoetvormfactor; figuur 7.1, NEN 9997-1+C2:2017 art. 7.6.2.3(g)) :	1,00
s (NEN 9997-1+C2:2017 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/	Alpha_s Klei/Leem	Alpha_p
01	0,0060	--	0,5600



Nummer/Naam Sondering	Alpha_s Zand/	Alpha_s Klei/Leem	Alpha_p
2:05	0,0060	--	0,5600

3.3.3 Paaltype : Round 500

Paaltype : Avegaarpaal

Materiaaltype paal : Beton
Gladheidsbehandeling voor paal : Geen gladheidsbehandeling
Paalvorm : Ronde paal
beta (Paalvoetvormfactor; figuur 7.i, NEN 9997-1+C2:2017 art. 7.6.2.3(g)) : 1,00
s (NEN 9997-1+C2:2017 art. 7.6.2.3(h)) : factor voor invloed vorm dwarsdoorsnede paalvoet) : 1,00

Paalametingen :
Diameter [m] : 0,500

Nummer/Naam Sondering	Alpha_s Zand/	Alpha_s Klei/Leem	Alpha_p
1:01	0,0060	--	0,5600
2:05	0,0060	--	0,5600

3.3.4 Paaltype : Round 400

Paaltype : Avegaarpaal

Materiaaltype paal : Beton
Gladheidsbehandeling voor paal : Geen gladheidsbehandeling
Paalvorm : Ronde paal
beta (Paalvoetvormfactor; figuur 7.i, NEN 9997-1+C2:2017 art. 7.6.2.3(g)) : 1,00
s (NEN 9997-1+C2:2017 art. 7.6.2.3(h)) : factor voor invloed vorm dwarsdoorsnede paalvoet) : 1,00

Paalametingen :
Diameter [m] : 0,400

Nummer/Naam Sondering	Alpha_s Zand/	Alpha_s Klei/Leem	Alpha_p
1:01	0,0060	--	0,5600
2:05	0,0060	--	0,5600

3.4 Overzicht bij paaltype : Round 600

Nummer/Naam Sondering	PPN [m R.N.]	Maaielveld [m R.N.]	Rb;cal;max [kN]	Rs;cal;max [kN]	Rc;cal;max [kN]	Rc;d [kN]	F;nk;k [kN]	F;nk;d [kN]
1:01	124,00	128,49	1155	156	1311	828	0	0
2:05	124,00	128,37	945	156	1101	695	0	0

3.5 Overzicht bij paaltype : Round 500

Nummer/Naam Sondering	PPN [m R.N.]	Maaielveld [m R.N.]	Rb;cal;max [kN]	Rs;cal;max [kN]	Rc;cal;max [kN]	Rc;d [kN]	F;nk;k [kN]	F;nk;d [kN]
1:01	124,00	128,49	805	130	935	590	0	0
2:05	124,00	128,37	676	130	806	509	0	0

**3.6 Overzicht bij paaltype : Round 400**

Nummer/Naam Sondering	PPN [m R.N.]	Maaielveld [m R.N.]	Rb;cal;max [kN]	Rs;cal;max [kN]	Rc;cal;max [kN]	Rc;d [kN]	F;nk;k [kN]	F;nk;d [kN]
1:01	124,00	128,49	516	104	620	391	0	0
2:05	124,00	128,37	741	104	845	533	0	0

3.7 Samenvatting Rekenwaarde Draagkracht in kN

Nummer/Naam Sondering	Maaielveld [m R.N.]	PPN [m R.N.]	Round 600 Rc;net;d [kN]	Round 500 Rc;net;d [kN]	Round 400 Rc;net;d [kN]
1:01	128,49	124,00	828,00	590,00	391,00
2:05	128,37	124,00	695,00	509,00	533,00

Einde Rapport

Bijlage 5 Uitvoering avegaar-/mortelschroefpalen

Relevante uitvoeringaspecten

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

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

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

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

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

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

Opgemerkt wordt dat het vuistregels betreft, welke op basis van nadere informatie bijgesteld moet/kan worden. Het draagvermogen van de bestaande palen zal ten gevolge van de installatie van de nieuwe palen negatief beïnvloed worden. De mate van beïnvloeding is sterk afhankelijk van de onderlinge afstand. Hierbij geldt: hoe groter de afstand, hoe lager het risico van negatieve beïnvloeding. Tevens wordt geadviseerd na te gaan of de bestaande fundering versterkt moet worden;

- De boormotor dient, in combinatie met het gewicht van de stelling, voldoende capaciteit te hebben om de avegaar op diepte te brengen en ook weer te kunnen trekken. Hierbij is het noodzakelijk het benodigde boormoment af te stemmen op de aanwezige ondergrond en paaldiameter;
- De inboorsnelheid en de spoed van de avegaar dienen zodanig op elkaar te zijn afgestemd dat de boor zo min mogelijk grond omhoog zal brengen. Deze zogenoemde schraapfactor dient zo laag mogelijk te zijn om ook de ontspanning in de ondergrond tot een minimum beperken. Hierbij is de schraapfactor het aantal omwentelingen dat nodig is om de avegaar over de lengte van 1' de spoed te doen zakken;
- Bij vastere zandlagen bestaat de kans dat de verhouding tussen de penetratiesnelheid en de draaisnelheid te klein wordt, waardoor meer grond mee naar boven komt dan nodig. Gevolg hiervan is dat de grond meer ontspannen wordt. Een zwaardere boormotor kan ervoor zorgen dat dit verschijnsel voorkomen wordt.
- De grond die tijdens het inboren naar boven komt dient direct te worden verwijderd. De reeds gemaakte palen dienen op een doelmatige wijze te worden afgedekt, om verontreiniging van de onverharde mortel in de kop te voorkomen;
- De draairichting moet tijdens het boren steeds neerwaarts gericht zijn;
- Als de avegaar op diepte is dient gestopt te worden met het draaien van de avegaar. Alvorens met het trekken wordt begonnen, dient de specie het puntniveau bereikt te hebben en onder overdruk te staan. Tijdens het trekken van de avegaar dient men er op toe te zien dat een continue overdruk op de mortel gehandhaafd blijft. De avegaar mag tijdens het trekken nimmer worden teruggedraaid;
- Het boren in een reeds geheel of gedeeltelijk vervaardigde paal is, behoudens bijzondere omstandigheden, niet toegestaan. Bij onderbrekingen van het trekken, bijvoorbeeld bij onderbreking van de mortelaanvoer, moet voor de hervatting van het trekken de avegaar eerst ca. 0,25 à 0,50 m naar beneden in de verse specie worden geboord.

Bijlage 6 Richtlijnen voor het uitvoeren van grondverbeteringen/-verdichting

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 gebruik van een standaard elektrische sondering volstaat een gelijkmatige oploop van 1 MN/m² per 10 cm diepte, waarbij na 1,0 meter de conuswaarde niet onder de 10 MN/m² terugvalt;
 - Pakketten tot maximaal ca. 1,0 m dikte m kunnen middels een handsondering gecontroleerd worden. De conusweerstand dient tot een diepte van 1,0 m gelijkmatig op te lopen tot 10 MN/m²;
 - Uitgaande van een lichte slagsonderingen (10 kg) dienen 25 à 30 slagen per 20 cm bereikt te worden tot aan een diepte van 0,6 meter. Hieronder moeten 45 à 50 slagen per 20 cm bereikt worden bij lichte slagsonderingen;
- De dichtheid moet 95 à 98 % bedragen van de maximale dichtheid, zoals bepaald met de proctorproef.

Geonius.nl

Geonius is een middelgroot interdisciplinair ingenieursbureau met brede expertise binnen de GWW- en bouwsector. Door onze unieke combinatie van vakkennis op het gebied van wegen, geotechniek, milieu, geodesie, water, ruimtelijke ontwikkeling, landschap, archeologie en ecologie zijn wij goed in staat mee te denken met de klant en projecten zelfstandig uit te voeren. Grenzen tussen de verschillende divisies vervagen, waardoor steeds meer projecten integraal door ons worden uitgevoerd.

Geonius hecht veel waarde aan een informele, positieve bedrijfscultuur, het welzijn van medewerkers en maatschappelijke betrokkenheid.



Wegen



Geotechniek



Milieu



Geodesie



Water



Ruimtelijke ontwikkeling



Landschap



Archeologie



Ecologie