

Ontwerpadvies fundering

Nieuwbouw woning aan de Hekerweg 44 te Valkenburg a/d Geul
GA231782.R01.V1.0

11 december 2023



Ontwerpadvies fundering

Nieuwbouw woning aan de Hekerweg 44 te Valkenburg a/d Geul

Documentnummer GA231782.R01.V1.0

11 december 2023

Opdrachtgever

Fam. Stassen

Hellebeukerweg 25

6343R K Klimmen

Architect

Concept Cloudt

Witmakersstraat 10

6211 J B Maastricht

+31 88 130 06 00

info@geonius.nl

Postbus 1097

6160 BB Geleen

Geonius.nl

Functie	Naam	Paraaf
Adviseur geotechniek	ing. R. Dreessen	
Collegiale toets	ing. M. Vankan	

Inhoud

1	Inleiding	4
2	Projectuitgangspunten.....	5
2.1	Constructieve uitgangspunten.....	5
2.2	Geotechnische uitgangspunten.....	6
3	Grondonderzoek	7
3.1	Inmeting	7
3.2	Sonderingen	7
3.3	Boring	7
4	Bodemgesteldheid	8
4.1	Terreingesteldheid en projectomgeving.....	8
4.2	Maaiveldniveau	8
4.3	Bodemopbouw	9
4.4	Geohydrologische situatie	10
5	Funderingsadvies	11
5.1	Uitgangspunten paalberekening.....	11
5.2	Resultaten paalberekeningen	12
5.3	Vloeren	13
6	Uitvoeringsaspecten.....	14
6.1	Grondwerk en/of ontgravingen.....	14
6.2	Begaanbaarheid terrein.....	14
6.3	Specifieke paalaspecten.....	15

Bijlagen

Bijlage 1 Situatietekening

Bijlage 2 Sondeergrafieken

Bijlage 3 Boringen

Bijlage 4 Paalberekeningen

Bijlage 5 Uitvoering avegaar-/mortelschroefpalen

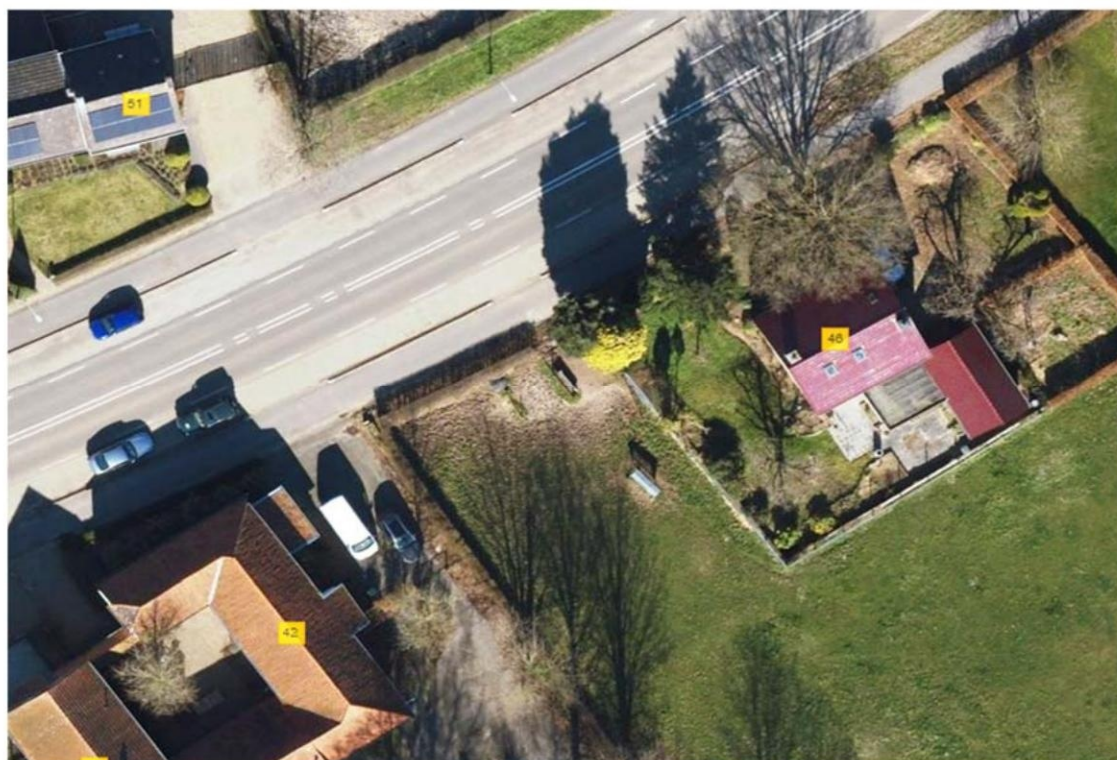
Bijlage 6 Richtlijnen voor het uitvoeren van grondverbeteringen/-verdichting

1 Inleiding

Door [REDACTED] werd aan Geonius Geotechniek B.V. de opdracht gegeven geotechnisch grondonderzoek uit te voeren en een funderingsadvies op te stellen. Het onderzoek en advies zijn benodigd voor de Nieuwbouw woning aan de Hekerweg 44 te Valkenburg a/d Geul. De ligging van de projectlocatie is weergegeven in Figuur 1.1.

Tevens heeft een milieukundig bodemonderzoek plaatsgevonden. Voor de resultaten wordt verwezen naar rapportage met kenmerk MA230714.R01.V1.0 d.d. 30-11-2023.

In voorliggend rapport zijn zowel de resultaten van het grondonderzoek als het funderingsadvies opgenomen. Ten behoeve van de nieuwbouw zijn sonderingen en een handboring 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: Cyclomedia Streetsmart]

Aandachtspunten volgend uit het grondonderzoek, het funderingsadvies en/of de omgeving zijn vermeld in Tabel 1.1. Vanuit de tabel met aandachtspunten wordt binnen dit rapport gericht verwezen naar een verdere omschrijving van het aandachtspunt.

Tabel 1.1: Overzicht aandachtspunten

Aandachtspunt	Verwijzing binnen rapport
#1 Afstromend hellingswater	Hoofdstuk 4 paragrafen 2 en 4
#2 Ontspanning grondslag bij ontgraving	Hoofdstuk 5, paragraaf 22
#3 Akoestisch doormeten palen	Hoofdstuk 6, subparagraaf 3.3

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 het in Tabel 2.1 opgenomen document vastgesteld, welke door de opdrachtgever zijn aangeleverd.

Tabel 2.1: Overzicht geraadpleegde projectgegevens

Ref.	Document / Tekening / Grondonderzoek	Versie	Datum
[1]	Plannen voor Geonius november 2023	-	10-11-2023

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;
- De nieuwbouw wordt niet van kelder of kruipruimte voorzien;
- Het terrein is sterk hellend richting zuidoostzijde. In overleg met de architect wordt het bouwpeil gerelateerd het ingemeten maaiveldniveau aan de straatzijde van het terrein. Het bouwpeil is, op basis van ingemeten maaiveldhoogten, aangenomen op ca. NAP +105,9 m. Het aanlegniveau van de fundering is geschat op ca. NAP +105,0 m
- De rekenwaarden van de (maximale) strookbelastingen [$V_{d, \text{strook}}$] zijn door ons aangenomen op 160 à 180 kN/m¹. Er is uitgegaan van paalbelastingen ($F_{c,d}$) van ca. 300 kN tot 500 kN;
- In dit rapport is uitgegaan van verticaal en centrische belaste funderingen alsmede een, ter plaatse van de woning, horizontaal of in elk geval geen aflopend maaiveld;

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.

Op basis van milieukundig onderzoek en advisering onder kenmerk MA230714.R01.V1.0 d.d. 30-11-2023 zijn geen zaken naar voren gekomen die meegewogen dienen te worden in het funderingsontwerp.

2.2 Geotechnische uitgangspunten

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

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

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

3 Grondonderzoek

Ten behoeve van het geotechnisch grondonderzoek zijn in november 2023 in totaal 2 sonderingen en 1 handboring uitgevoerd. De sonderingen zijn uitgevoerd met een 20-tons sondeermachine. 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 4 volgt de inhoudelijke interpretatie van de gegevens.

3.1 Inmeting

De ligging en de coördinaten van de ingemeten punten zijn op situatietekening GA231782.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 Sonderingen

De sonderingen zijn gemaakt met een elektrische conus. Hierbij wordt de conusweerstand en de plaatselijke wrijving continu gemeten, elektrisch geregistreerd en digitaal vastgelegd. De sonderingen zijn uitgevoerd conform NEN-EN-ISO 22476-1:2012/C1:2013. De sonderingen zijn genummerd SW01 en SW02 en gepresenteerd ten opzichte van NAP. De resultaten van de sonderingen zijn opgenomen in Bijlage 2. Bij de sonderingen is tevens de helling ten opzichte van de verticaal gemeten. Bijzondere afwijkingen in de meetdata zijn niet vastgesteld.

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

Tabel 3.1: Interpretatie van het wrijvingsgetal

Wrijvingsgetal in %	Grondsoort
0,3 – 1,5	Zand, grof tot fijn
1,5 – 2,5	Silt (leem)
2,5 – 5,0	Klei
> 5,0	Veen

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

3.3 Boring

Om de toplagen nader te verkennen is op de locatie tevens een handboring (genummerd HB01) 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 boorstaat is gepresenteerd ten opzichte van maaiveld en NAP en opgenomen in Bijlage 3.

4 Bodemgesteldheid

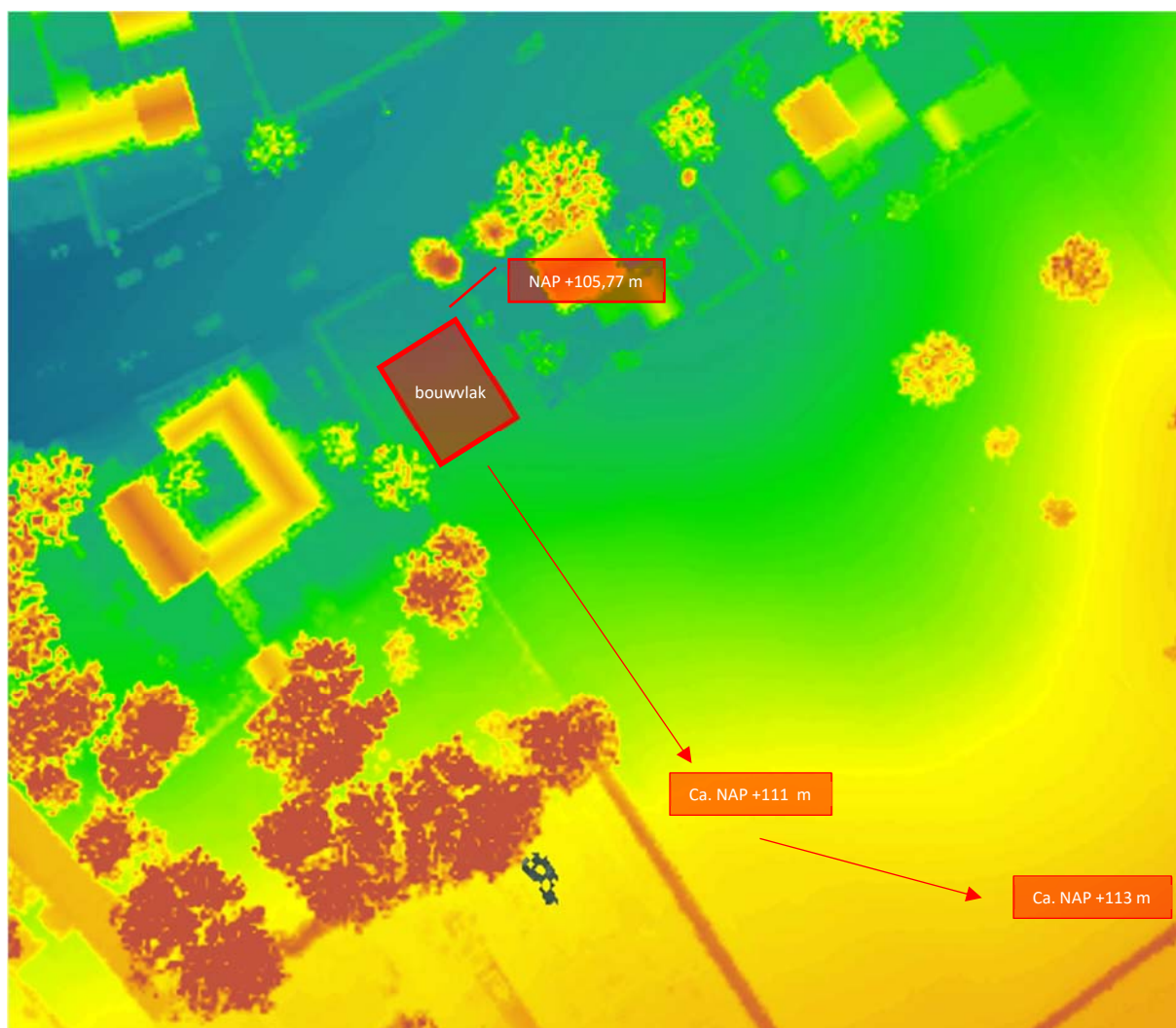
4.1 Terreingesteldheid en projectomgeving

Het terrein was ten tijde van de uitvoering van het grondonderzoek braakliggend. De begaanbaarheid van het terrein was tijdens de uitvoering van het grondonderzoek voldoende voor het ingezette materieel.

4.2 Maaiveldniveau

Tijdens de uitvoering van het grondonderzoek lag het maaiveld ter plaatse van de onderzoekspunten op een niveau van NAP +107,6 m à +105,7 m. Op basis van de ingemeten onderzoekspunten heeft het terrein een hoogteverschil van ca. 1,9 m waarbij de helling richting het zuidoosten oploopt. Tevens is de hoogte van put A ingemeten op een niveau van ca. NAP +104,9 m, zie situatietekening in bijlage 1.

Het terrein is naar de zuidoostzijde sterk hellend. In onderstaande Figuur 2 is een uitsnede van AHN (model AHN4, dynamische opmaak) gegeven waarin het hoogteverschil indicatief inzichtelijk is gemaakt.



Figuur 2 Uitsnede AHN4, bron: www.ahn.nl

4.3 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	+107,6 à +105,7	+103,8 à +102,4	Silt en klei met bijmenging van zand en kalksteen. De conusweerstand varieert van ca. 0,7 à 1 MPa ter plaatse van de slappe, sterk zettingsgevoelige zones tot ca. 2 Mpa ter plaatse van de iets vastere, zandhoudende lagen.
2	+103,8 à +102,4	+94,3 à +93,0	Zand, matig vast gepakt. De conusweerstand varieert van ca. 6 MPa in de matig vaste delen en loopt op tot ca. 15 MPa in de meer vast gepakte zones. Ter plaatse van sondering SW02 worden bovenin dit pakket silthoudende en/of kalksteenhoudende tussenlagen aangetoond.
3	+94,3 à +93,0	+92,2 ¹⁾	Kalksteen, verweerd. Beide sonderingen zijn gestrand bovenin dit pakket als gevolg van het bereiken van de maximale sondeerdruk.

Index:

¹⁾ = maximaal verkende diepte ter plaatse van sondering SW02

4.4 Geohydrologische situatie

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.

In de sondeergaten is gepeild naar de actuele grondwaterstand. Deze werd tot de einddiepte van ca. 13,5 à 14,0 m min maaiveld ofwel ca. NAP +92,3 m niet aangetroffen. Het betreft hier slechts een eenmalige meting, waardoor deze waarneming slechts een indicatie betreft.

Voor dit adviesrapport is uitgegaan van een grondwaterstand buiten het invloedsgebied van de fundering.

Gezien de sterke helling van het terrein vanuit zuidoostelijke zijde adviseren wij om rekening te houden met afstromend hellingwater, zowel in de bouw- als gebruiksfase.

5 Funderingsadvies

Gezien de heterogene, slappe en daarmee zettingsgevoelige toplagen adviseren wij een fundering op palen toe te passen. Voor een ondiepe, fundering op staal, is een forse grondverbetering noodzakelijk teneinde zettingen en verschilzettingen te beperken. Dit resulteert in diepe ontgravingen tot ca. NAP +103 m (SW01) à +102 m (SW02). Desalniettemin zullen (verschil-)zettingen optreden. Het volledig onderkelderen van de nieuwbouw in combinatie met een stijve plaat vormt in dat geval echter mogelijk een aantrekkelijk alternatief.

Vooralsnog is enkel een fundering op palen in de vorm van mortelschroefpalen nader uitgewerkt.

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 +105,1 m
Minimale paallengte	-	$8 \cdot D_{eq}$
Reductie traject $q_{c,III}$	-	Ja, tot 2 MPa
Stijfheid constructie	-	Niet-stijf bouwwerk
Correlatiefactor (N= 2 sonderingen)	ξ_3	1,32
	ξ_4	1,32
Paalklasse schachtwrijving (druk)	α_s	0,006
Paalklasse punt	α_p	0,56
Paalvoetvorm	β	1,00
Paalvoetdwarsdoorsnede	s	1,00

Tussen de ingemeten sondeerpunten zit een hoogteverschil van ca. 1,9 m. Conform opgave door de architect wordt het perceel aan de achterzijde ontgraven tot vergelijkbaarniveau aan de voorzijde. Voor de bepaling van het paal draagvermogen is rekening gehouden met grondontspanning door de ontgraving.

5.2 Resultaten paalberekeringen

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

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 300	Ø 350	Ø 400
SW01	+ 107,57	+100,00	215	275	345
SW02	+ 105,74				
SW01	+ 107,57	+99,00	270	340	425
SW02	+ 105,74				
SW01	+ 107,57	+98,00	315	395	485
SW02	+ 105,74				

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 kleef in rekening gebracht ten gevolge van zettingen die groter zijn dan de (kop)paalzakking. Wel is rekening gehouden met ontspanning van de grondslag als gevolg van de beoogde ontgraving aan de achterzijde van het perceel tot ca. NAP +105,7 m.

Tevens zijn in **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** 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_{el}) van de paal en de zakking van de paalpunt (s_b) nodig voor het mobiliseren van het paal draagvermogen. De rekenwaarde van de veerstijfheid kan worden bepaald als $k_{v;d} = k_{v;rep} / \gamma_{m;k}$, waarbij $\gamma_{m;k} = 1,3$.

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

5.3 Vloeren

Wij adviseren om de begane grondvloeren vrijdragend uit te voeren. Voor een vloer op zandbed zal voor de begane grondvloer een grondverbetering benodigd zijn ten einde zettingen ten opzichte van de draagconstructie te beperken. De mate van wapening in de vloeren dient te worden bepaald door de constructeur of leverancier.

6 Uitvoeringsaspecten

6.1 Grondwerk en/of ontgravingen

Voor een juiste uitvoering van een grondverbetering ten behoeve van de fundering is het noodzakelijk dat de grondwaterstand ten minste 0,5 m onder het verdichtingsniveau ligt. Op deze wijze kan de ondergrond op een juiste wijze worden verdicht. Vervolgens kan de benodigde grondverbetering worden aangebracht en verdicht in lagen van 0,2 à 0,5 meter. De dikte van de laag is hierbij afhankelijk van het in te zetten materiaal. Uitgaande van een fundering op palen is een grondverbetering niet van toepassing. Zie ook Bijlage 6 voor richtlijnen omtrent de uitvoering van grondverbeteringen/-verdichting.

Er werd, tijdens het grondonderzoek, geen grondwater aangetroffen binnen de invloedssfeer van de funderingswerkzaamheden. Wel dient rekening gehouden te worden met mogelijk afstromend hellingwater.

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

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

Bij 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.

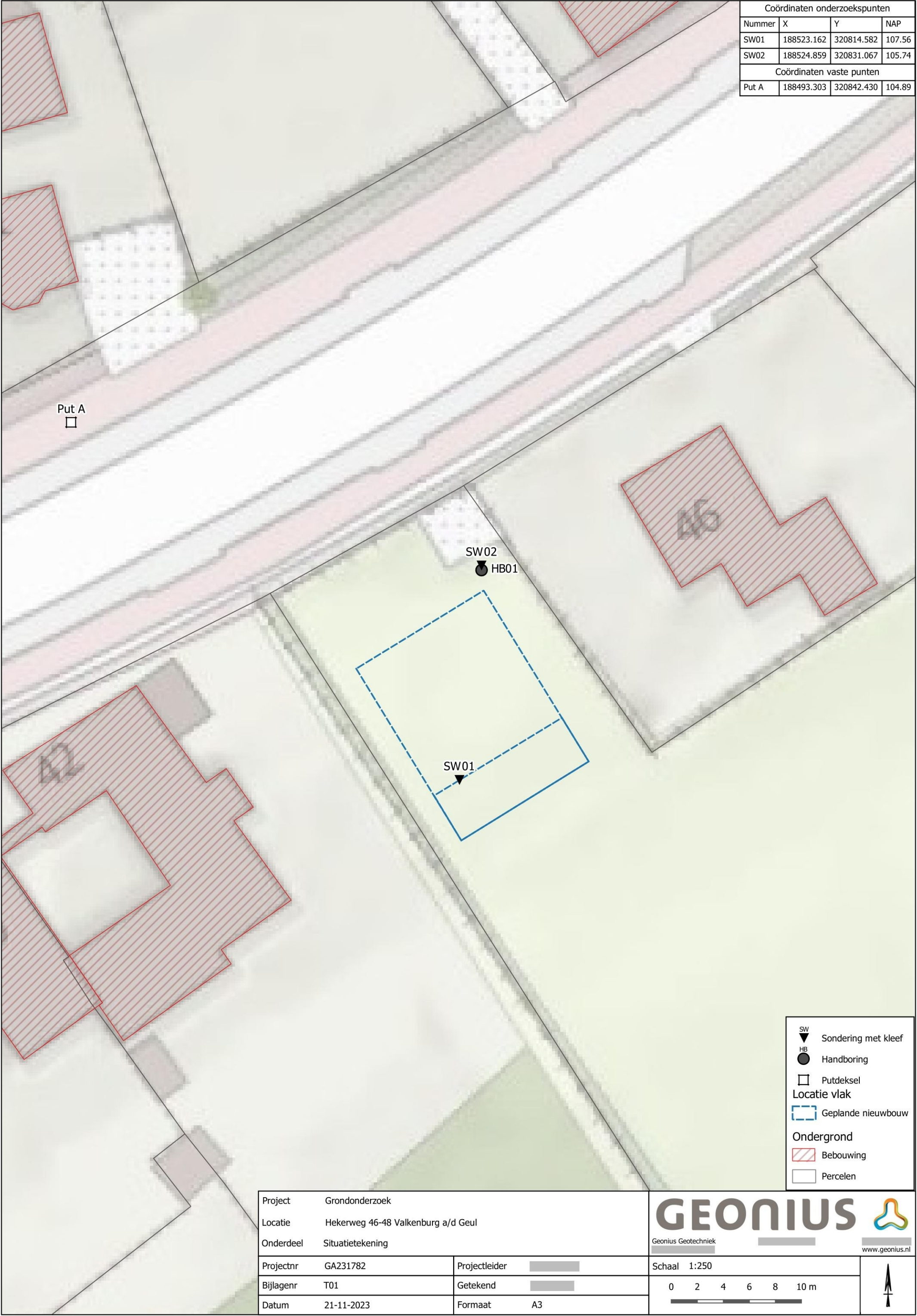
Afhankelijk van grondslag dient een zorgvuldige controle op de betondruk te worden gehouden. Het gebruik van toeslagmaterialen in het beton van bijvoorbeeld spramex, kan het extra betonverbruik minimaliseren en middels het regelen van de betondruk kan een kwalitatief betere paal worden gerealiseerd.

6.3.3 Controles tijdens of na paalinstallatie

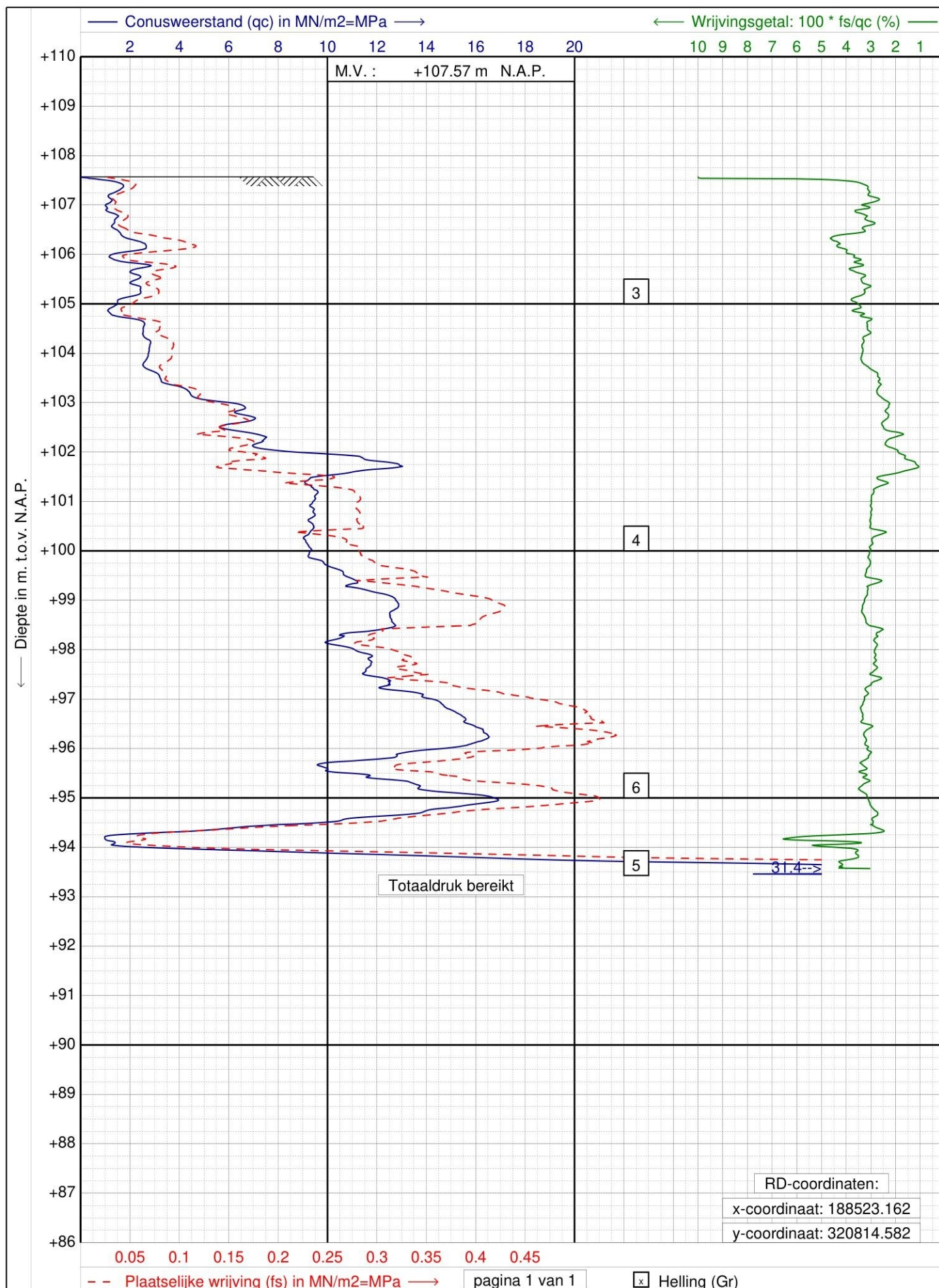
Alle verzamelde gegevens tijdens de uitvoering moeten worden vastgelegd. De invulling van vast te leggen gegevens tijdens de uitvoering worden in de richtlijn CUR114 “Toezicht op de realisatie van paalfunderingen” gericht gegeven voor de verschillende paalsystemen. Een deskundig toezicht tijdens de uitvoering 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



Bijlage 2 Sondeergrafieken



GEONIUS
www.geonius.nl
E-mail:
Tel.:

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

Project : **Grondonderzoek**

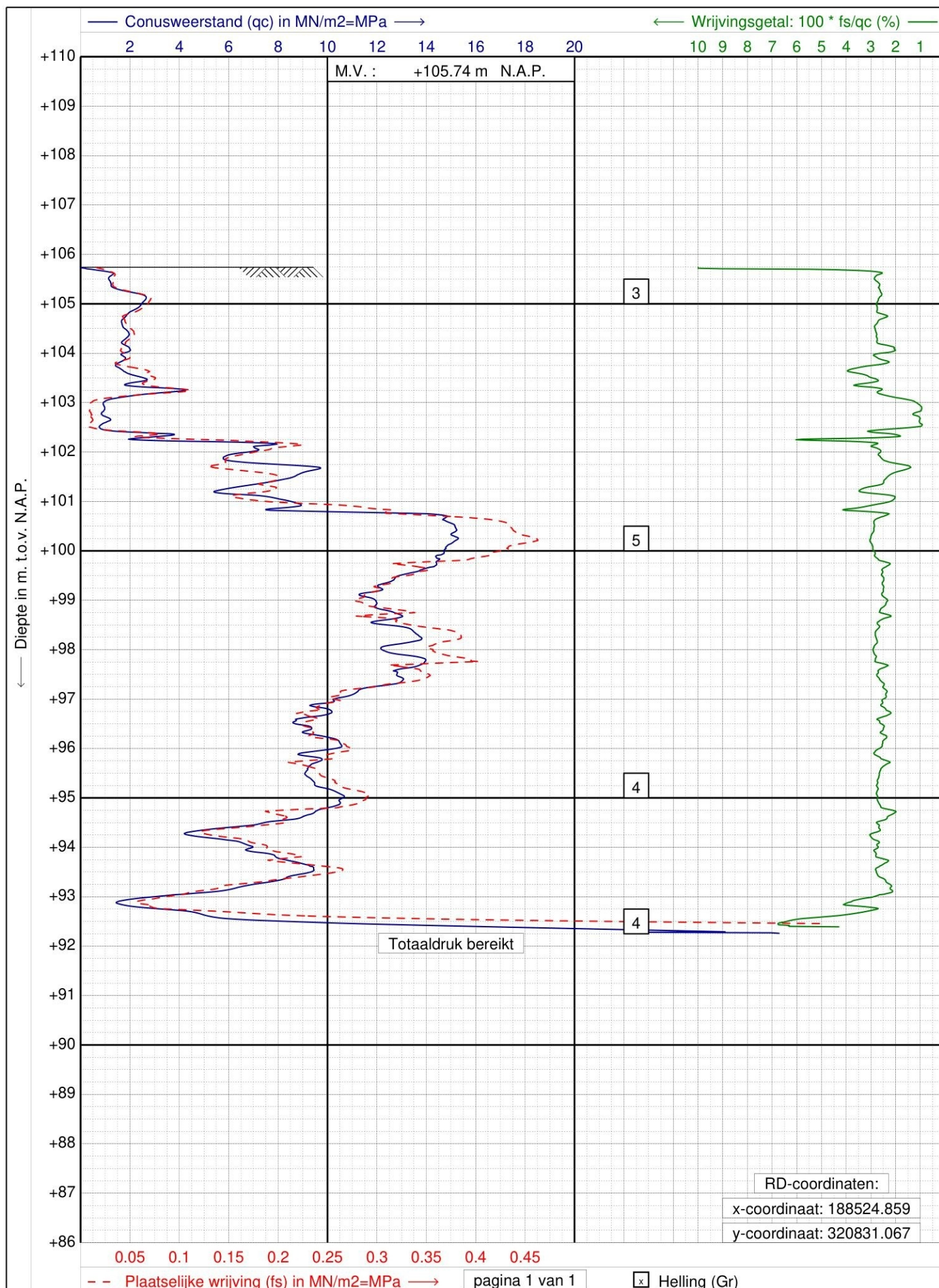
Locatie : **Hekeweg 46-48 Valkenburg a/d**

Datum : -2023

Conus : **S15-CFI.1792**

Opdracht : **GA231782**

Sondering : **01**



GEONIUS

www.geonius.nl

E-mail:

Tel.:

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

Project : Grondonderzoek

Locatie : Hekerweg 46-48 Valkenburg a/d

Datum : -2023

Conus : S15-CFI.1792

Opdracht : GA231782

Sondering : 02

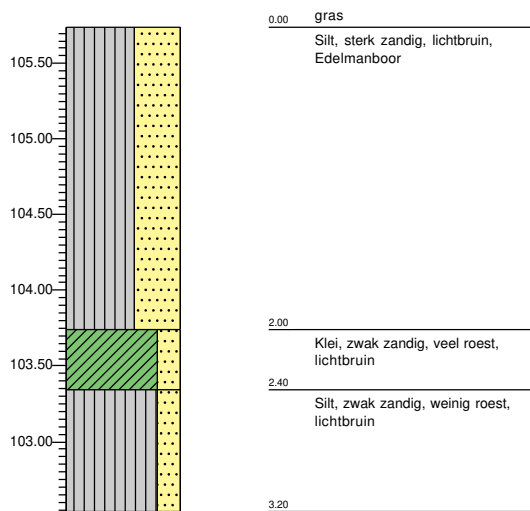
Bijlage 3 Boringen

Boring: HB01

Maaiveldhoogte: 105.74 m.t.o.v. N.A.P.

Datum: 17-11-2023

Opmerking: T.p.v. SW02



Bijlage 4 Paalberekeningen

Report for D-Foundations 23.1

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

Company: Geonius Geotechniek BV

Date of report: 11-12-2023

Time of report: 13:13:20

Report with version: 23.1.1.40340

Date of calculation: 11-12-2023

Time of calculation: 11:24:19

Calculated with version: 23.1.1.40340

File name: GA231782 C01

Project identification: Nieuwbouw woning
Hekerweg 44, Valkenburg aan de Geul
D-Foundations GA231782 C01

1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Input	
2.1 General Input	
2.2 General Report	
2.3 Application Area Model Bearing Piles	3
2.4 Superstructure	3
2.5 General CPT	
2.5.1 View of CPT's in Foundation Plan	3
2.6 Soil	
2.6.1 Soil Profile 01 PPN100	4
2.6.2 Soil Profile 02 PPN100	5
2.6.3 Soil Profile 01 PPN99	5
2.6.4 Soil Profile 02 PPN99	6
2.6.5 Soil Profile 01 PPN98	7
2.6.6 Soil Profile 02 PPN98	8
2.7 Pile Types	9
2.7.1 Pile type : Round 400	9
2.7.2 Pile type : Round 350	10
2.7.3 Pile type : Round 300	10
2.8 Foundation Plan	10
2.8.1 View of Foundation Plan	11
2.9 Excavation	
2.10 Overruled Parameters	12
2.11 Model Options	12
2.12 Model Options	12
3 Bearing Piles (EC7-NL): Results Preliminary Design, Bearing capacity at fixed pile tip levels	13
3.1 Errors and Warnings	13
3.2 Remarks	13
3.3 Calculation Parameters	13
3.3.1 Pile Factors	13
3.3.2 Pile type : Round 400	13
3.3.3 Pile type : Round 350	14
3.3.4 Pile type : Round 300	14
3.4 Results for pile type : Round 400	15
3.5 Results for pile type : Round 350	15
3.6 Results for pile type : Round 300	15
3.7 Summary Net Bearing Capacity in kN	16

2 Input Data

2.1 General Input Data

Model Bearing Piles (EC7-NL)

2.2 General Report Data

Geotechnical consultant : Geonius Geotechniek BV
Design engineer superstructure :
Principal :
Title 1 : Nieuwbouw woning
Title 2 : Hekerweg 44, Valkenburg aan de Geul
Title 3 : D-Foundations GA231782 C01
Number of project : GA231782
Location of project :

2.3 Application Area Model Bearing Piles

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

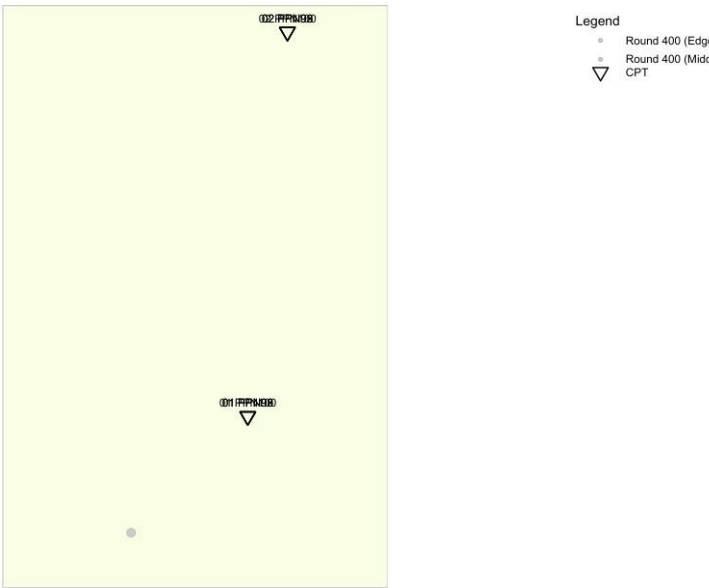
2.4 Superstructure

Rigidity of the superstructure : Non-Rigid

2.5 General CPT Data

Number of CPT's : 6
Timing of CPT's : CPT - Excavation - Install

2.5.1 View of CPT's in Foundation Plan



Name CPT	Pile tip level [m R.L.]	Top of pos. friction zone [m R.L.]	Bottom of neg. friction zone [m R.L.]	X-coordinate [m]	Y-coordinate [m]
01 PPN100	100,00	104,70	107,57	188523,16	320814,58
02 PPN100	100,00	102,30	105,74	188524,86	320831,07
01 PPN99	99,00	104,70	107,57	188523,16	320814,58
02 PPN99	99,00	102,30	105,74	188524,86	320831,07
01 PPN98	98,00	104,70	107,57	188523,16	320814,58
02 PPN98	98,00	102,30	105,74	188524,86	320831,07

2.6 Soil Data

Number of soil profiles (= number of CPT's) : 6

2.6.1 Soil Profile 01 PPN100

Belonging to CPT

Surface level in [m. reference level] :

Phreatic level in [m. reference level] :

Pile tip level in [m. reference level] :

Top of positive skin friction zone in [m. reference level] :

Bottom of negative skin friction zone in [m. reference level] :

OCR-value foundation layer :

Expected groundlevel settlement in [m] :

Number of layers in profile :

01 PPN100

107,57

94,44

100,00

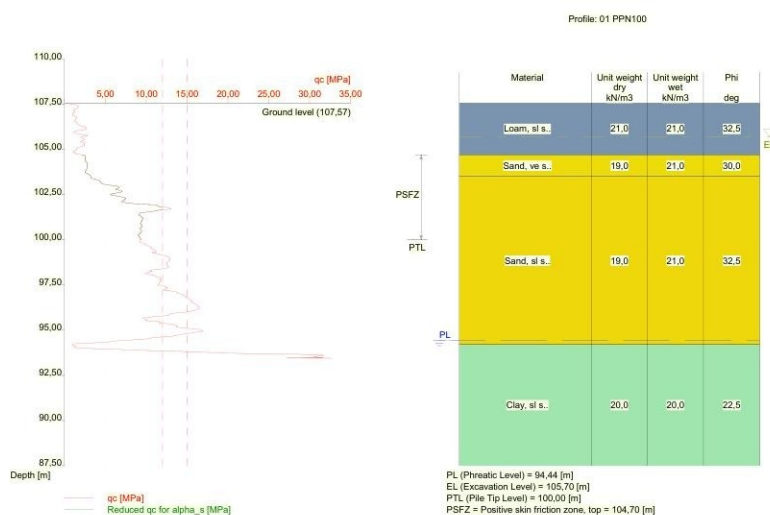
104,70

107,57

1,00

0,11

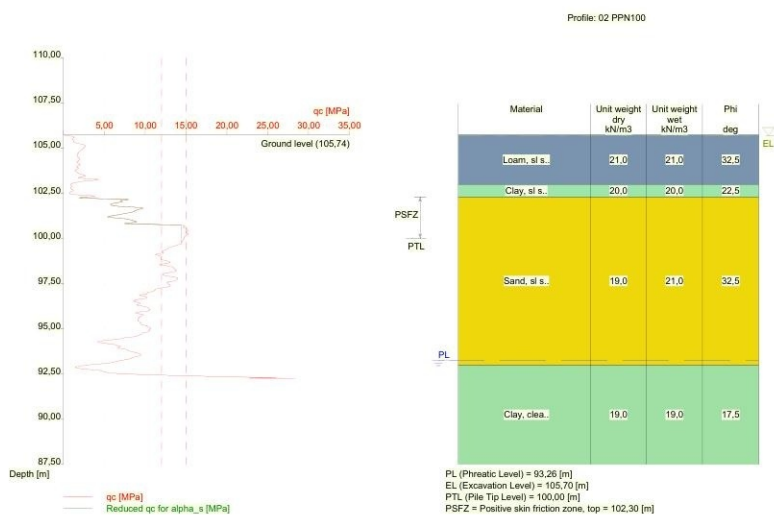
4



Number layer	Top layer [m R.L.]	Gamma [kN/m3]	Gamma;sat [kN/m3]	Phi [deg]	Soil Type	Median (Sand/Gravel) [mm]
1	107,570	21,00	21,00	32,50	Loam	--
2	104,700	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
3	103,500	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
4	94,200	20,00	20,00	22,50	Clay	--

2.6.2 Soil Profile 02 PPN100

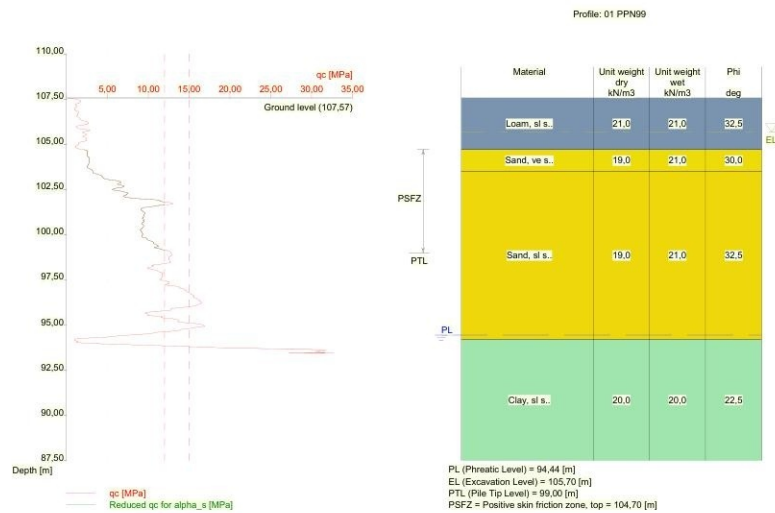
Belonging to CPT	02 PPN100
Surface level in [m. reference level] :	105,74
Phreatic level in [m. reference level] :	93,26
Pile tip level in [m. reference level] :	100,00
Top of positive skin friction zone in [m. reference level] :	102,30
Bottom of negative skin friction zone in [m. reference level] :	105,74
OCR-value foundation layer :	1,00
Expected groundlevel settlement in [m] :	0,11
Number of layers in profile :	4



Number layer	Top layer [m R.L.]	Gamma [kN/m3]	Gamma;sat [kN/m3]	Phi [deg]	Soil Type	Median (Sand/Gravel) [mm]
1	105,740	21,00	21,00	32,50	Loam	--
2	103,000	20,00	20,00	22,50	Clay	--
3	102,300	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
4	93,000	19,00	19,00	17,50	Clay	--

2.6.3 Soil Profile 01 PPN99

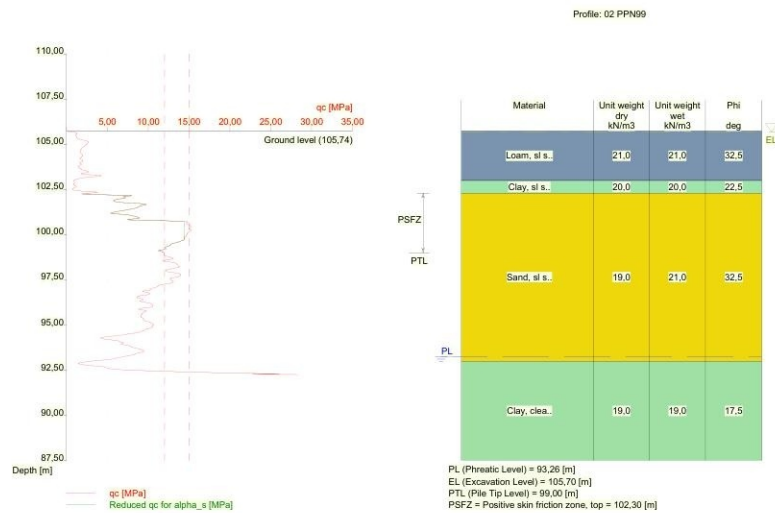
Belonging to CPT	01 PPN99
Surface level in [m. reference level] :	107,57
Phreatic level in [m. reference level] :	94,44
Pile tip level in [m. reference level] :	99,00
Top of positive skin friction zone in [m. reference level] :	104,70
Bottom of negative skin friction zone in [m. reference level] :	107,57
OCR-value foundation layer :	1,00
Expected groundlevel settlement in [m] :	0,11
Number of layers in profile :	4



Number layer	Top layer [m R.L.]	Gamma [kN/m3]	Gamma;sat [kN/m3]	Phi [deg]	Soil Type	Median (Sand/Gravel) [mm]
1	107,570	21,00	21,00	32,50	Loam	--
2	104,700	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
3	103,500	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
4	94,200	20,00	20,00	22,50	Clay	--

2.6.4 Soil Profile 02 PPN99

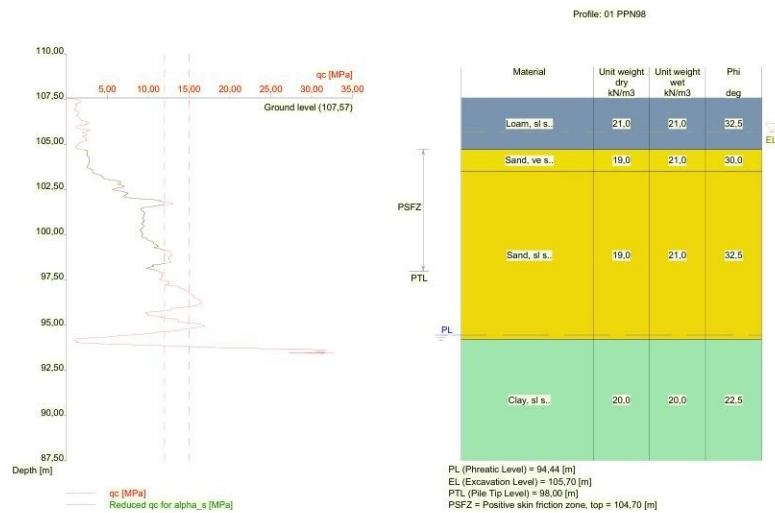
Belonging to CPT	02 PPN99
Surface level in [m. reference level] :	105,74
Phreatic level in [m. reference level] :	93,26
Pile tip level in [m. reference level] :	99,00
Top of positive skin friction zone in [m. reference level] :	102,30
Bottom of negative skin friction zone in [m. reference level] :	105,74
OCR-value foundation layer :	1,00
Expected groundlevel settlement in [m] :	0,11
Number of layers in profile :	4



Number layer	Top layer [m R.L.]	Gamma [kN/m3]	Gamma;sat [kN/m3]	Phi [deg]	Soil Type	Median (Sand/Gravel) [mm]
1	105,740	21,00	21,00	32,50	Loam	--
2	103,000	20,00	20,00	22,50	Clay	--
3	102,300	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
4	93,000	19,00	19,00	17,50	Clay	--

2.6.5 Soil Profile 01 PPN98

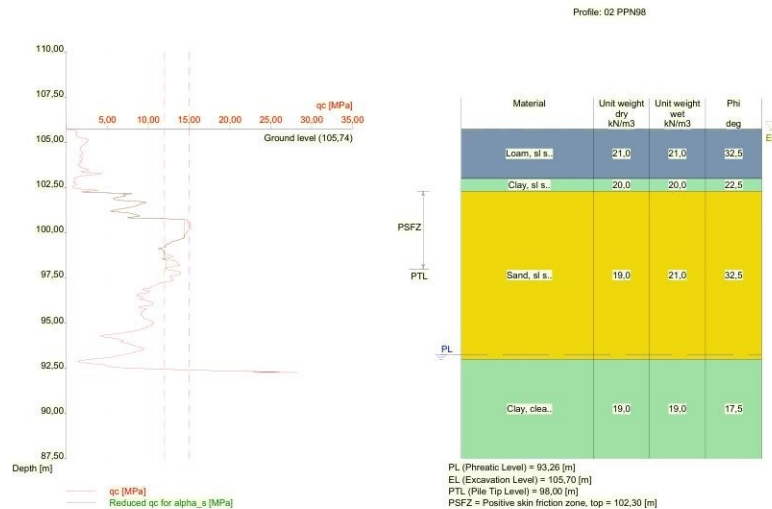
Belonging to CPT	01 PPN98
Surface level in [m. reference level] :	107,57
Phreatic level in [m. reference level] :	94,44
Pile tip level in [m. reference level] :	98,00
Top of positive skin friction zone in [m. reference level] :	104,70
Bottom of negative skin friction zone in [m. reference level] :	107,57
OCR-value foundation layer :	1,00
Expected groundlevel settlement in [m] :	0,11
Number of layers in profile :	4



Number layer	Top layer [m R.L.]	Gamma [kN/m3]	Gamma;sat [kN/m3]	Phi [deg]	Soil Type	Median (Sand/Gravel) [mm]
1	107,570	21,00	21,00	32,50	Loam	--
2	104,700	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
3	103,500	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
4	94,200	20,00	20,00	22,50	Clay	--

2.6.6 Soil Profile 02 PPN98

Belonging to CPT	02 PPN98
Surface level in [m. reference level] :	105,74
Phreatic level in [m. reference level] :	93,26
Pile tip level in [m. reference level] :	98,00
Top of positive skin friction zone in [m. reference level] :	102,30
Bottom of negative skin friction zone in [m. reference level] :	105,74
OCR-value foundation layer :	1,00
Expected groundlevel settlement in [m] :	0,11
Number of layers in profile :	4



Number layer	Top layer [m R.L.]	Gamma [kN/m3]	Gamma;sat [kN/m3]	Phi [deg]	Soil Type	Median (Sand/Gravel) [mm]
1	105,740	21,00	21,00	32,50	Loam	--
2	103,000	20,00	20,00	22,50	Clay	--
3	102,300	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
4	93,000	19,00	19,00	17,50	Clay	--

2.7 Pile Types

2.7.1 Pile type : Round 400

Pile type : User defined (low vibrating)

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

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

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

Continuous flight auger pile

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

User defined

α_s clay/loam/peat :

0,0060

Evidence to support chosen α_s should be provided.

Pile type for determination of pile class factor α_p :

Continuous flight auger pile

Pile type for use in load/settlement curves :

2

Material type for pile :

Concrete

Slip layer :

None

Pile shape :

Round pile

β (Shape factor) according to figure 7.i, NEN 9997-1+C2:2017.

s (factor for influence of the shape of the crosssection of the pile base) according to NEN 9997-1+C2:2017.

Pile dimensions :

Diameter [m] :	0,400
----------------	-------

2.7.2 Pile type : Round 350

Pile type :	User defined (low vibrating)
-------------	------------------------------

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

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

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

Continuous flight auger pile

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

User defined

α_s clay/loam/peat :	0,0060
-----------------------------	--------

Evidence to support chosen α_s should be provided.

Pile type for determination of pile class factor α_p :

Continuous flight auger pile

Pile type for use in load/settlement curves :

2

Materialtype for pile :

Concrete

Slip layer :

None

Pile shape :

Round pile

beta (Shape factor) according to figure 7.i, NEN 9997-1+C2:2017.

s (factor for influence of the shape of the crosssection of the pile base) according to NEN 9997-1+C2:2017.

Pile dimensions :

Diameter [m] :	0,350
----------------	-------

2.7.3 Pile type : Round 300

Pile type :	User defined (low vibrating)
-------------	------------------------------

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

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

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

Continuous flight auger pile

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

User defined

α_s clay/loam/peat :	0,0060
-----------------------------	--------

Evidence to support chosen α_s should be provided.

Pile type for determination of pile class factor α_p :

Continuous flight auger pile

Pile type for use in load/settlement curves :

2

Materialtype for pile :

Concrete

Slip layer :

None

Pile shape :

Round pile

beta (Shape factor) according to figure 7.i, NEN 9997-1+C2:2017.

s (factor for influence of the shape of the crosssection of the pile base) according to NEN 9997-1+C2:2017.

Pile dimensions :

Diameter [m] :	0,300
----------------	-------

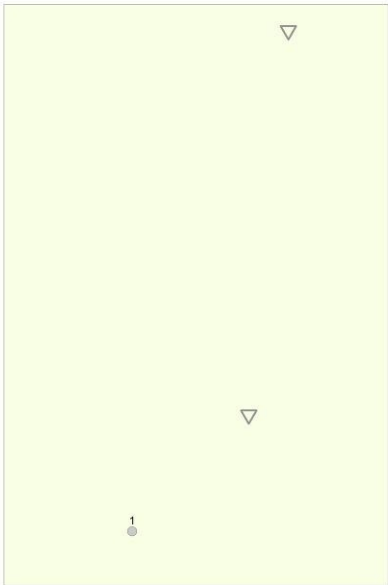
2.8 Foundation Plan

Number of piles :	1
-------------------	---

Number of collaborating piles* :	1
----------------------------------	---

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

2.8.1 View of Foundation Plan



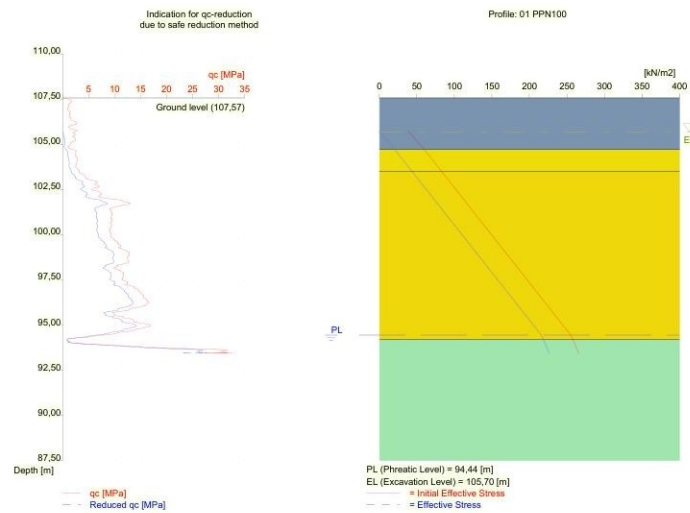
- Legend
- Round 400 (Edge)
 - Round 400 (Midc
 - ▽ CPT

Pile nr/name	X-coor- dinate [m]	Y-coor- dinate [m]	Fc;d (EQU/STR/GEO) [kN]	Fc;d (SLS) [kN]	P0 [kN/m2]	Pile head level [m R.L.]
1: 1	188518,16	320809,58	0,00	0,00	0,00	105,10

2.9 Excavation Data

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

105,70
Safe (NEN)



2.10 Overruled Parameters

User defined Factor ξ_3 [-] : 1,32

User defined Factor ξ_4 [-] : 1,32

2.11 Model Options

Suppress pile group (for negative skin friction)

Create intermediate results file

Use reduction for continuous flight auger piles (standard)

Use the influence of excavations (standard).

2.12 Model Options

Selected pile types :

- Round 400
- Round 350
- Round 300

Selected profiles :

- 01 PPN100
- 02 PPN100
- 01 PPN99
- 02 PPN99
- 01 PPN98
- 02 PPN98

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

3.1 Errors and Warnings

Warning : The factor ξ_3 (NEN 9997-1+C2:2017) is user defined. Evidence to support this from the NEN deviating value has to be provided.

Warning : The factor ξ_4 (NEN 9997-1+C2:2017) is user defined. Evidence to support this from the NEN deviating value has to be provided.

Warning : The depth of the CPT's does not meet the requirements as set by NEN 9997-1+C2:2017 art. 3.2.3.

3.2 Remarks

When checking the survey and testing of soil according to NEN 9997-1+C2:2017 art. 3.2.3 section (e), the program uses the provided CPT test level. It does NOT take into account possible different pile tip levels. When different pile tip levels are used in this calculation, the user itself must check for possibly required additional survey and testing of soil.

Note : The calculations performed are based on a single pile for limit state EQU/STR/GEO (= ultimate limit state). Due to the nature of preliminary design, a single pile is always assumed. A possible pileplan is disregarded when using the preliminary design option. Hence a non rigid superstructure is assumed and pile group effects are not considered.

3.3 Calculation Parameters

3.3.1 Pile Factors

gamma;b (NEN 9997-1+C2:2017, table A.6 A.7 A.8, Limit State EQU/STR/GEO) :	1,20
gamma;b (NEN 9997-1+C2:2017, table A.6 A.7 A.8, the Serviceability Limit State) :	1,00
gamma;s (NEN 9997-1+C2:2017, table A.6 A.7 A.8, Limit State EQU/STR/GEO) :	1,20
gamma;s (NEN 9997-1+C2:2017, table A.6 A.7 A.8, the Serviceability Limit State) :	1,00
ξ_3 (user defined) :	1,32
ξ_4 (user defined) :	1,32

3.3.2 Pile type : Round 400

Pile type : User defined (low vibrating)

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

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

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

Continuous flight auger pile

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

User defined

α_s clay/loam/peat : 0,0060

Evidence to support chosen α_s should be provided.

Pile type for determination of pile class factor α_p :

Continuous flight auger pile

Pile type for use in load/settlement curves :

2

Materialtype for pile :

Concrete

Slip layer :

None

Pile shape :

Round pile

beta (Shape factor: figure 7.i, NEN 9997-1+C2:2017

art. 7.6.2.3(g) : Pile tip) :

1,00

s (NEN 9997-1+C2:2017 art. 7.6.2.3(h) : factor for
the influence of the shape of the crosssection of the pile base) : 1,00

Pile dimensions :
Diameter [m] : 0,400

Number/Name CPT	Alpha_s Sand/ Gravel	Alpha_s Clay/Loam Peat	Alpha_p
1:01 PPN100	0,0060	--	0,5600
2:02 PPN100	0,0060	--	0,5600
3:01 PPN99	0,0060	--	0,5600
4:02 PPN99	0,0060	--	0,5600
5:01 PPN98	0,0060	--	0,5600
6:02 PPN98	0,0060	--	0,5600

3.3.3 Pile type : Round 350

Pile type : User defined (low vibrating)

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

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

Pile type for determination of execution factor α_s in sand/gravel:
Continuous flight auger pile

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

User defined

α_s clay/loam/peat : 0,0060

Evidence to support chosen α_s should be provided.

Pile type for determination of pile class factor α_p :

Continuous flight auger pile

Pile type for use in load/settlement curves :

2

Materialtype for pile :

Concrete

Slip layer :

None

Pile shape :

Round pile

beta (Shape factor: figure 7.i, NEN 9997-1+C2:2017

art. 7.6.2.3(g) : Pile tip) :

1,00

s (NEN 9997-1+C2:2017 art. 7.6.2.3(h) : factor for
the influence of the shape of the crosssection of the pile base) :

1,00

Pile dimensions :
Diameter [m] : 0,350

Number/Name CPT	Alpha_s Sand/ Gravel	Alpha_s Clay/Loam Peat	Alpha_p
1:01 PPN100	0,0060	--	0,5600
2:02 PPN100	0,0060	--	0,5600
3:01 PPN99	0,0060	--	0,5600
4:02 PPN99	0,0060	--	0,5600
5:01 PPN98	0,0060	--	0,5600
6:02 PPN98	0,0060	--	0,5600

3.3.4 Pile type : Round 300

Pile type : User defined (low vibrating)

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

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

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

Continuous flight auger pile

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

User defined

α_s clay/loam/peat : 0,0060

Evidence to support chosen α_s should be provided.

Pile type for determination of pile class factor α_p :

Continuous flight auger pile

Pile type for use in load/settlement curves :

2

Materialtype for pile :

Concrete

Slip layer :

None

Pile shape :

Round pile

beta (Shape factor: figure 7.i, NEN 9997-1+C2:2017

art. 7.6.2.3(g) : Pile tip) :

1,00

s (NEN 9997-1+C2:2017 art. 7.6.2.3(h) : factor for

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

1,00

Pile dimensions :

Diameter [m] :

0,300

Number/Name CPT	Alpha_s Sand/ Gravel	Alpha_s Clay/Loam Peat	Alpha_p
1:01 PPN100	0,0060	--	0,5600
2:02 PPN100	0,0060	--	0,5600
3:01 PPN99	0,0060	--	0,5600
4:02 PPN99	0,0060	--	0,5600
5:01 PPN98	0,0060	--	0,5600
6:02 PPN98	0,0060	--	0,5600

3.4 Results for pile type : Round 400

Number/Name CPT	Level [m R.L.]	Groundlevel [m R.L.]	Rb;cal;max [kN]	Rs;cal;max [kN]	Rc;cal;max [kN]	Rc;d [kN]	F;nsf;k [kN]	Fnsf;d [kN]
1:01 PP...	100.00	107,57	358	192	550	347	0	0
2:02 PP...	100.00	105,74	486	167	653	412	0	0
3:01 PP...	99.00	107,57	410	262	673	425	0	0
4:02 PP...	99.00	105,74	492	265	757	478	0	0
5:01 PP...	98.00	107,57	432	341	773	488	0	0
6:02 PP...	98.00	105,74	422	356	778	491	0	0

3.5 Results for pile type : Round 350

Number/Name CPT	Level [m R.L.]	Groundlevel [m R.L.]	Rb;cal;max [kN]	Rs;cal;max [kN]	Rc;cal;max [kN]	Rc;d [kN]	F;nsf;k [kN]	Fnsf;d [kN]
1:01 PP...	100.00	107,57	273	168	441	278	0	0
2:02 PP...	100.00	105,74	377	146	522	330	0	0
3:01 PP...	99.00	107,57	314	230	544	343	0	0
4:02 PP...	99.00	105,74	377	232	609	384	0	0
5:01 PP...	98.00	107,57	331	299	629	397	0	0
6:02 PP...	98.00	105,74	331	311	642	405	0	0

3.6 Results for pile type : Round 300

Number/Name CPT	Level [m R.L.]	Groundlevel [m R.L.]	Rb;cal;max [kN]	Rs;cal;max [kN]	Rc;cal;max [kN]	Rc;d [kN]	F;nsf;k [kN]	Fnsf;d [kN]
1:01 PP...	100.00	107,57	199	144	343	217	0	0
2:02 PP...	100.00	105,74	280	125	405	256	0	0
3:01 PP...	99.00	107,57	231	197	428	270	0	0
4:02 PP...	99.00	105,74	277	199	475	300	0	0
5:01 PP...	98.00	107,57	243	256	499	315	0	0
6:02 PP...	98.00	105,74	251	267	518	327	0	0

3.7 Summary Net Bearing Capacity in kN

Number/Name CPT	Groundlevel [m R.L.]	Level [m R.L.]	Round 400 Rc;net;d [kN]	Round 350 Rc;net;d [kN]	Round 300 Rc;net;d [kN]
1:01 PPN100	107,57	100,00	347,00	278,00	217,00
2:02 PPN100	105,74	100,00	412,00	330,00	256,00
3:01 PPN99	107,57	99,00	425,00	343,00	270,00
4:02 PPN99	105,74	99,00	478,00	384,00	300,00
5:01 PPN98	107,57	98,00	488,00	397,00	315,00
6:02 PPN98	105,74	98,00	491,00	405,00	327,00

End of Report

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