

Ontwerpadvies voor de fundering

Realisatie MO units aan de Bakkerstraat te Venlo
GA241428.R01.V1.0

12 november 2024



Ontwerpadvies voor de fundering

Realisatie MO units aan de Bakkerstraat te Venlo

Documentnummer GA241428.R01.V1.0

12 november 2024

Opdrachtgever

Gemeente Venlo

Postbus 3434

5902 RK Venlo

Architect

QMVH ARCHITECTUUR

Stalbergweg 316

5913 BW Venlo

+31 88 130 06 00

info@geonius.nl

Postbus 1097

6160 BB Geleen

Geonius.nl

Functie	Naam	Handtekening
Adviseur geotechniek	Y. Kickken MSc	
Collegiale toets	ing. J. Valenteijn	

Inhoud

1	Inleiding	4
1.1	Samenvatting	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	8
4	Bodemgesteldheid	9
4.1	Terreingesteldheid en projectomgeving.....	9
4.2	Bodemopbouw	9
4.3	Geohydrologische situatie	10
5	Funderingsadvies	11
5.1	Algemeen advies funderingswijze.....	11
5.2	Fundering op staal	13
5.3	Fundering op palen	15
5.4	Resultaten paalberekeningen	15
6	Uitvoeringsaspecten.....	17
6.1	Grondwater	17
6.2	Grondwerk en/of ontgravingen.....	17
6.3	Begaanbaarheid terrein.....	17

Bijlagen

Bijlage 1 Situatietekening

Bijlage 2 Sondeergrafieken

Bijlage 3 Boring

Bijlage 4 Funderingsdrukdiagrammen

Bijlage 5 Paalberekeningen

Bijlage 6 Richtlijnen voor het uitvoeren van grondverbeteringen/-verdichting

Bijlage 7 Richtlijnen aanbrengen aanvullingen en ophogingen

1 Inleiding

Door Gemeente Venlo werd aan Geonius Geotechniek B.V. de opdracht gegeven om een geotechnisch grondonderzoek uit te voeren en een funderingsadvies op te stellen. Het onderzoek en advies zijn benodigd voor de realisatie van tijdelijke (minimaal 10 jaar) Maatschappelijke Opvang (verder: MO) units aan de Bakkerstraat te Venlo. De ligging van de projectlocatie is weergegeven in Figuur 1.1.

In het nieuwbouwplan is tevens sprake van de toepassing van grondkeringen in de vorm van L-wanden. De beschouwing van de L-wanden constructie is géén onderdeel van voorliggend regulier funderingsadvies. Deze beschouwing dient alsnog separaat door een (geotechnisch) adviseur uitgevoerd te worden.

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 ontwerp dat door de constructeur dient te worden opgesteld.



Figuur 1.1: Luchtfoto met ligging projectlocatie, indicatief aangegeven met rood kader [bron: PDOK 2023].

1.1 Samenvatting

Op basis van de resultaten van het grondonderzoek en de geplande nieuwbouw kan een fundering op staal of palen worden toegepast. Enkele specifieke aandachtspunten volgend uit het grondonderzoek, het funderingsadvies en/of de omgeving zijn vermeld in Tabel 1.1.

Tabel 1.1: Overzicht aandachtspunten

Aandachtspunt	Verwijzing binnen rapport
#1 Controle constructieve uitgangspunten	Hoofdstuk 2, pagina 5.
#2 Meerde funderingswijzes mogelijk met verschillende benodigde maatregelen en aandachtspunten	Hoofdstuk 5, vanaf pagina 11.

2 Projectuitgangspunten

Vanuit geotechnisch oogpunt bevindt het project zich ten tijde van het opstellen van het rapport in een VO ontwerpfase. De projectuitgangspunten zijn op basis van de in Tabel 2.1 opgenomen documenten vastgesteld, welke door opdrachtgever zijn aangeleverd. Bij schrijven van voorliggend advies was nog geen constructeur betrokken bij het project.

Tabel 2.1: Overzicht geraadpleegde projectgegevens

Ref.	Document / Tekening / Grondonderzoek	Versie	Datum
[1]	Presentatie MO 03022024	SO	03-02-2024
[2]	20241003_2441_VO-000-situatie	VO	03-10-2024
[3]	20241003_2441_VO-100-begane grond	VO	03-10-2024
[4]	20241003_2441_VO-101-eerste verdieping	VO	03-10-2024
[5]	20241003_2441_VO-102-tweede verdieping	VO	03-10-2024
[6]	Keerwanden MO locatie Bakkerstraat 20241016 sonderingslocatie	VO	16-10-2024
[7]	Mail van dhr. R. Pilet van de gemeente Venlo inzake uitgangspunten nieuwbouw	-	04-10-2024
[8]	Gezamenlijk overleg tussen Gemeente Venlo en Geonius inzake uitgangspunten funderingswijze	-	08-11-2024

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 3 bovengrondse bouwlagen met plat dak. Het betreft modulaire bouwunits die maximaal 3-laags worden gestapeld. Daarnaast is aan de voorzijde (Bakkerstraat) 1 bouwlaag voorzien;
- De nieuwbouw wordt mogelijk van een kruipruimte voorzien;
- Het bouwpeil is door opdrachtgever opgegeven (Ref. [6]) op ca. 0,1 m+ huidig niveau Bakkerstraat (=NAP +23,4 m). Dit komt overeen met ca. NAP +23,5 m. Dit is een niveau van ca. 2 m+ huidig maaiveldniveau;
- Uitgaande van een interne hoogte van de kruipruimte van ca. 0,9 m, komt de onderkant van de funderingspoer maximaal overeen met 1,3 m- bouwpeil, ook wel ca. NAP +22,2 m. Hierbij wordt dan uitgegaan van een minimale gronddekking van 0,3 m;
- De rekenwaarden van de (maximale) belastingen op de funderingen zijn door de opdrachtgever opgegeven (Ref. [7]) op:
 - Puntlasten op hoekpunten van 4 units, excl. eigen gewicht fundering [$V_{d;puntlast}$]: ca. 405 kN;
- In dit rapport is uitgegaan van verticaal en centrische belaste funderingen alsmede een horizontaal maaiveld.

Indien wordt afgeweken van deze uitgangspunten, dient contact opgenomen te worden met 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 [hierna NEN-EN 1997-2] gebruikt voor de bepaling van geotechnische parameters.

Het geotechnische ontwerp van de fundering is uitgewerkt conform de eisen betreffende constructieve veiligheid en bruikbaarheid conform de van toepassing zijnde onderdelen van hoofdstukken 6 en 7 van NEN 9997-1. Zowel NEN 9997-1 (Geotechnisch ontwerp Deel 1: Algemene regels + Nationale Bijlagen) en NEN-EN 1997-2 (Geotechnisch ontwerp Deel 2: Grondonderzoek en beproeving) vormen de basis van Eurocode 7.

Voor het uitvoeren van de berekeningen voor een fundering op staal is gebruik gemaakt van een gevalideerde spreadsheet, waarin de methode van hoofdstuk 6 van NEN 9997-1 wordt toegepast. De specifieke uitgangspunten van de fundering op staal zijn opgenomen in het hoofdstuk 'Funderingsadvies'.

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

3 Grondonderzoek

Ten behoeve van het grondonderzoek zijn in november 2024 in totaal 6 diepsonderingen en 1 handboring uitgevoerd. De sonderingen zijn uitgevoerd met een 20-tons sondeermachine.

Daar aan de voorzijde van het perceel, ter plekke van de Bakkerstraat, nog sprake was van begroeiing, zijn de sonderingen SW05 en SW06 met enkele meters richting het midden van het perceel verplaatst. In overleg met de opdrachtgever zijn daarnaast SW01 en SW04 met enkele meters naar het westen verplaatst, daar hier in het verleden sloopwerkzaamheden hebben plaatsgevonden. 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. Daarnaast is het terrein in opdracht van de Gemeente Venlo door Euroradar voorafgaand aan het grondonderzoek vrijgegeven op OO (ontploffbare oorlogsresten). 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 GA241428.T01 weergegeven, welke in Bijlage 1 is 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 22476-1:2013. De sonderingen zijn genummerd SW01 t/m SW06 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 B001) tot ca. 2,2 m- maaiveld uitgevoerd. Op deze diepte is de handboring vroegtijdig vastgelopen op sterk grindhoudend zand in de ondergrond. 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 en in gebruik als grasveld. De begaanbaarheid van het terrein was tijdens de uitvoering van het grondonderzoek voldoende voor het ingezette materieel.

Vanwege begroeiing langs de Bakkerstraat was het terrein deels niet bereikbaar voor het sondeermaterieel. De geplande sondeerlocaties (SW05 en SW06) direct langs de Bakkerstraat zijn derhalve met enkele meters verplaatst richting het midden van het perceel.

Tijdens de uitvoering van het grondonderzoek lag het maaiveld ter plaatse van de onderzoekspunten op een niveau van NAP +21,5 tot +21,3 m. Op basis van de ingemeten onderzoekspunten heeft het terrein een hoogteverschil van ca. 0,2 m. Het perceel ligt tevens ca. 2 m lager dan de aansluitende Bakkerstraat aan de zuidzijde van het perceel.

De hoogte van een aantal referentiepunten ingemeten. De resultaten zijn in onderstaande Tabel 4.1 weergegeven.

Tabel 4.1: Ingemeten hoogte van referentiepunten

Meetpunt	Hoogte in m t.o.v. NAP
Put A	+23,59
Put B	+23,51
Put C	+23,51
Put D	+23,47
Put E	+23,48
Put F	+23,27

4.2 Bodemopbouw

De bodemopbouw is op basis van het uitgevoerde grondonderzoek geïnterpreteerd en onderstaand beschreven:

Vanaf maaiveld wordt tot een maximaal verkende diepte van ca. NAP +7,0 m een matig vast tot vastgepakt zandpakket aangetroffen. De bovenste ca. 0,5 m (SW03 en SW06) tot ca. 1,5 (SW02 en SW05) à ca. 2,0 m (SW01 en SW04) van dit pakket is geroerd. Op basis van een ontvangen beschrijving van de opdracht (Ref. [7]) is aan de westelijke zijde van het terrein in het verleden sprake geweest van bebouwing, welke is gesloopt. Onze verwachting is dat de dikte van de geroerde grondslag ter plekke van SW01 en SW04 gevolg zijn van de sloopwerkzaamheden en/of verwijdering van voormalige funderingen.

De conusweerstand in het zandpakket variëren van ca. 1,0 MPa voor de geroerde toplaag tot meer dan 20 MPa voor het vast gepakte zand.

4.3 Geohydrologische situatie

Het grondwaterniveau is tijdens de uitvoering van het grondonderzoek in de sondeergaten vastgesteld op een diepte van ca. 2,6 m- à 2,7 m- maaiveld. Dit komt overeen met ca. NAP +18,7 m. Het betreft hier slechts een eenmalige meting, waardoor deze waarneming slechts een indicatie betreft.

Op basis van bovenstaande is voor dit adviesrapport voor de freatische grondwaterstand een niveau van ca. NAP +18,7 m gehanteerd.

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 Funderingsadvies

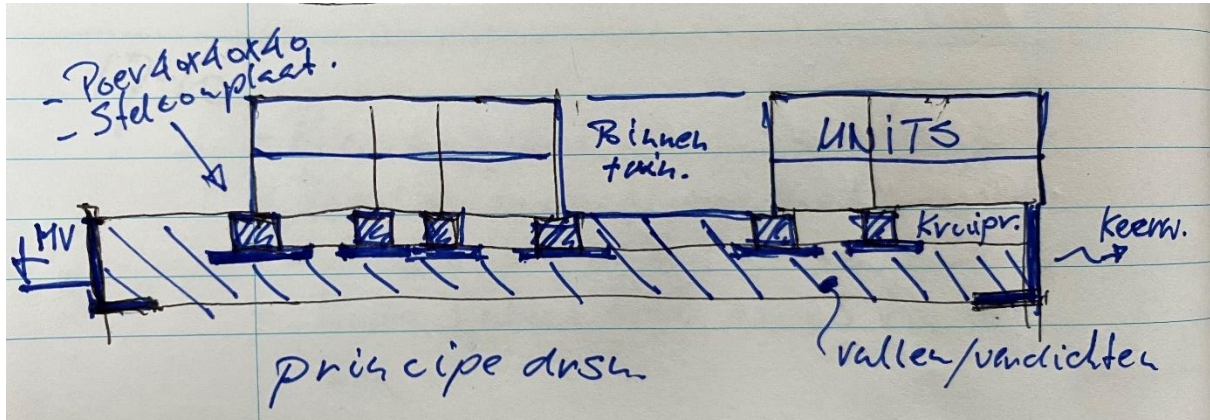
5.1 Algemeen advies funderingswijze

Op basis van de aard van het project, de opzet van de constructies en de aangetroffen bodemopbouw, kan voor de geplande nieuwbouw een aantal funderingswijzen worden toegepast. Hieronder worden voor de verschillende funderingswijzen de benodigde maatregelen en aandachtspunten benoemd. Vervolgens is in paragraaf 5.2 een fundering op staal (hoge aanzet en verdiepte aanzet) verder uitgewerkt. In paragraaf 5.3 is daarnaast een fundering op compact uitvoerbare palen (bijv. inwendig geheide stalen buispalen) verder uitgewerkt.

Door opdrachtgever kan in overleg met de constructeur en aannemer op basis van economische en uitvoeringstechnische gronden een keuze gemaakt worden in de toe te passen funderingswijze.

De opdrachtgever heeft de in Figuur 5.1 aangegeven principe doorsnede voor de funderingswijze met Geonius gedeeld. Opdrachtgever is voornemens het terrein vanaf huidig maaiveld met ca. 2 m op te hogen, waardoor in de toekomstige situatie aangesloten kan worden op de Bakkerstraat. Daarnaast is het de bedoeling om, vanwege ruimtegebrek (perceelsgrenzen en begroeiing), aan de noord-, west- en oostzijde de ophoging op te sluiten middels een L-wanden grondkering. Daar waar mogelijk wordt deze L-kering aan de Oostzijde tevens gebruikt als fundering voor de MO Units.

Op basis van deze principe doorsnede zijn enkele funderingsmogelijkheden hieronder opgesomd.



Figuur 5.1: Principeschets funderingswijze MO Units Bakkerstraat Venlo [bron: Gemeente Venlo].

- 1) **Fundering op staal:** Voor de geplande nieuwbouw kan een fundering op staal worden toegepast. Hierbij kan gekozen worden voor (A) een hogere aanzet van de poeren, zoals weergegeven in bovenstaande Figuur 5.1 of (B) een verdiepte aanzet van de poeren (of putringen) op ongeveer huidig maaiveldniveau.

Voor beide toepassingen, incl. de geplande L-wanden grondkering, dienen de volgende maatregelen te worden toegepast:

- Vanwege de niet draagkrachtige geroerde toplaag binnen het invloedsgebied van de fundering is het toepassen van een grondverbetering noodzakelijk. Dit om het benodigde draagvermogen te vergroten en/of (verschil)zettingen te beperken.

De voordelen van het toepassen van een verdiepte aanzet van de poeren zijn:

- De ophoging van het terrein hoeft niet als grondverbetering te worden uitgevoerd, maar sec als ophoging. Voor het verschil in richtlijnen voor het aanbrengen van een grondverbetering en/of ophogingen wordt verwezen naar bijlages 6 (grondverbetering) en 7 (ophoging);
- Daarnaast kunnen de funderingen op eenzelfde niveau worden aangezet, waardoor zettingsverschillen tussen de funderingselementen tot een absoluut minimum kunnen worden beperkt;
- Daarnaast zal een aanvullende horizontale belasting uit de hoger aangezette funderingen op de grondkeringen worden vermeden, hetgeen een optimalisatie is van de benodigde sterkte van deze keringen.

Het nadeel van het toepassen van een fundering op 2 niveaus, zoals weergegeven in Figuur 5.1:

- Het gebruik van funderingen op 2 niveaus, zal te allen tijde resulteren in zettingsverschillen in de constructie in de orde van enkele centimeters, hetgeen in de constructie opgevangen dient te worden. Door de leverancier van de units dient bepaald te worden of dit binnen het stellen van de units opgevangen kan worden.
 - o Als alternatief voor het gebruik van de L-wanden als verticale fundering, kan gekozen worden om nabij de L-wanden aan de binnenzijde aanvullende verdiepte poeren (of putringen) aan te brengen, zodat middels deze elementen de verticale belasting aan de ondergrond wordt overgedragen. Eventueel kan met de leverancier besproken worden dat deze aanvullende elementen in de L-wanden constructie worden geïntegreerd (bijv. inzagen voet). Een dergelijke oplossing dient tevens geotechnisch en constructief aanvullend getoetst te worden.

Aandachtspunt toepassing L-wanden als verticale fundering:

- Het toepassen van een L-wanden constructie als zowel horizontale kering als verticale fundatie van de units dient middels een aanvullende geotechnische en constructieve beschouwing nader beoordeeld te worden. Er zal bij een dergelijke toepassing rekening gehouden moeten worden met L-elementen met een uitstekende voet aan de buitenzijde, waarmee de kantelstabiliteit kan worden gewaarborgd. Hierbij kan als goed alternatief gedacht worden aan de toepassing van T-elementen in plaats van L-elementen. Wij adviseren dan ook de mogelijkheden nader te onderzoeken door een vroegtijdig contact met de betreffende leverancier(s).

- 2) Als alternatief kan ook een **fundering op palen** worden toegepast voor de nieuwbouw. Vanwege de beperkte toegankelijkheid (begroeiing en plaatsing grondkeringen) is in voorliggend advies vooralsnog uitgegaan van compact uitvoerbare trillingsarme inwendig geheide stalen buispalen. Alternatieve paalsystemen zijn mogelijk in overleg met leveranciers en geotechnisch adviseur.

Het voordeel van de toepassing van een fundering op palen is dat de ophoging niet als grondverbetering hoeft te worden uitgevoerd (zie bijlage 7), daar de belasting uit de constructies aan de diepere draagkrachtige zandlagen wordt overgedragen. Wel dient bij het aanbrengen van de ophoging rekening gehouden te worden met een voldoende draagkrachtige ondergrond voor de hei-/boorstelling van de palen.

Aandachtspunt voor de uitvoering van de palen is de belasting uit de hei-/boorstelling, welke zal werken op de L-wanden kering. Bij de uitwerking van de grondkering, het palenplan en de uitvoeringswijze dient rekening gehouden te worden met dit raakvlak.

5.2 Fundering op staal

5.2.1 Uitgangspunten funderingsberekening

In aanvulling op paragraaf 2.1 'geotechnische uitgangspunten', zijn de in de berekening gehanteerde factoren in Tabel 5.1 vermeld.

Tabel 5.1: berekeningsfactoren fundering op staal

Omschrijving	Symbool	Waarde
Gedraineerd of ongedraineerd gedrag grond	-	Gedraineerd
Minimaal volumiek gewicht, gronddekking ¹⁾	$\gamma'_{dekking;gem;k}$	17,0 kN/m ³
Dikte gronddekking	—	0,3 m, in geval van ondiepe poeren 0,8 m, in geval van verdiepte poeren
Gehanteerde grondwaterstand	-	NAP +18,7 m
Volumiek gewicht water	$\gamma_{water;k}$	10,0 kN/m ³
Volumiek gewicht, grond onder fundering ¹⁾	$\gamma_{gem;k}$	18,0 kN/m ³
Hoek van inwendige wrijving onder fundering ¹⁾	$\phi'_{gem;k}$	32,5 °
Cohesie ¹⁾	$c'_{gem;k}$	0,0 kPa
Partiële factor volumiek gewicht	γ_γ	1,10
Partiële factor hoek van inwendige wrijving	$\gamma_{\phi'}$	1,15 ²⁾
Partiële factor cohesie	$\gamma_{c'}$	1,60
Draagkrachtfactoren (N_c , N_q en N_γ)	N_c , N_q en N_γ	Conform NEN 9997-1
Stijfheid constructie	-	Niet-stijf bouwwerk

Index:

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

²⁾ = van toepassing op $\tan \phi'$

5.2.2 Resultaten funderingsberekeningen en minimaal ontgravingsniveau

De rekenwaarden voor de draagkracht loodrecht op het funderingsoppervlak zijn gegeven in Bijlage 4. Hierbij is gerekend met een gedraineerde, homogene ondergrond en een grondwaterstand van NAP +18,7 m (zie paragraaf 4.3 en Tabel 5.1).

Teneinde een idee te verkrijgen van de zettingen in orde van grootte, zijn berekeningen uitgevoerd met behulp van geschatte parameters. De optredende maximale zettingen schatten wij omtrent 15 tot 25 mm bij toepassing van een hoge aanzet en omtrent enkele millimeters bij toepassing van een verdiepte aanzet. De zettingsverschillen bedragen ca. 50%. De zettingen zijn grotendeels het gevolg van het aanbrengen van de ophoging op het terrein. Wij adviseren dan ook de ophoging in een zo vroeg mogelijk stadium uit te voeren, waardoor het overgrote gedeelte van de zettingen voor in gebruik name van de units zijn opgetreden.

Bij de berekening van de funderingsconstructie als een elastisch ondersteunde ligger, kan gebruik gemaakt worden van een rekenwaarde voor de beddingsconstante van ca. 14 MN/m³ voor de hoger aangezette poeren en ca. 16 MN/m³ voor de verdiept aangezette poeren. Of en in hoeverre de fundering van wapening moet worden voorzien is ter beoordeling van de constructeur.

In Tabel 5.2 zijn de minimale ontgravingsniveaus per sondering gegeven. Het betreft hier een ontgravingsniveau ter plaatse van de sonderingen. Deze ontgravingsniveaus dienen als leidraad genomen te worden voor de gebieden tussen de sonderingen. Indien, onder de funderingselementen op de aangegeven niveaus, plaatselijk nog zeer losse geroerde gedeelten worden aangetroffen, zal dit moeten worden verwijderd tot op de draagkrachtige zandlaag.

Daar waar het aanlegniveau hoger ligt dan het minimaal ontgravingsniveau, dient vanaf ontgravingsniveau de grondverbetering te worden opgebouwd tot aan het aanlegniveau van de fundering. Richtlijnen betreffende gestelde eigenschappen van het materiaal, het uitvoeren van grondverbeteringen en verdichting zijn gegeven in Bijlage 6.

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

Tabel 5.2: Te hanteren niveaus voor fundering en grondverbetering

Sondering nummer	Maaiveldniveau in m t.o.v. NAP	Bouwpeilniveau in m t.o.v. NAP	Aanlegniveau in m t.o.v. NAP	Minimaal ontgravingsniveau in m t.o.v. NAP
SW01	+21,33	+23,50	+22,20 ¹⁾ / +21,40 ²⁾	+19,20 ^{1) 2)}
SW02	+21,44			+19,40 ^{1) 2)}
SW03	+21,41			+20,40 ^{1) 2)}
SW04	+21,47			+19,40 ^{1) 2)}
SW05	+21,46			+20,30 ^{1) 2)}
SW06	+21,32			+20,60 ^{1) 2)}

¹⁾ Aangenomen aanlegniveau en minimaal ontgravingsniveau bij hoger aangezette poeren.

²⁾ Aangenomen aanlegniveau en minimaal ontgravingsniveau bij verdiept aangezette poeren.

Indien een hoger aanlegniveau wordt gehanteerd dan in Tabel 5.2 is vermeld, is te allen tijde een grondverbetering noodzakelijk tot het aangegeven minimale ontgravingsniveau.

De in dit rapport berekende draagkracht betreft de geotechnische draagkracht, welke wordt ontleend aan de ondergrond. De rekenwaarde van de totale funderingsbelasting dient lager te zijn dan de door ons opgegeven rekenwaarden. Hiermede is aan de uiterste grenstoestand 1A (bezwijken van de funderingsgrondslag) voldaan.

Door de constructeur zal het uiteindelijke funderingsontwerp, op basis van de door ons opgegeven parameters, nog getoetst moeten worden aan de uiterste grenstoestand 1B (maximaal toelaatbare vervormingen in de funderingsconstructie). Tevens dienen door de constructeur of leverancier de constructieve aspecten van de fundering op staal te worden gecontroleerd en beoordeeld.

5.3 Fundering op palen

5.3.1 Uitgangspunten paalberekening

In aanvulling op paragraaf 2.1 'constructieve uitgangspunten' en paragraaf 2.2 'geotechnische uitgangspunten', zijn de in de berekening gehanteerde paalklassefactoren voor inwendig geheide stalen buispalen en uitgangspunten in Tabel 5.1 vermeld.

Tabel 5.3: paalklassefactoren en uitgangspunten paalberekening

Omschrijving	Symbool	Waarde
Paalkopniveau	-	Ca. NAP +22,2 m
Minimale paallengte	-	8 * D _{eq}
Groepseffect	-	Nee
Reductie traject $q_{c,III}$	-	Nee
Stijfheid constructie	-	<u>Niet</u> -stijf bouwwerk
Correlatiefactor (N = 6 sonderingen)	ξ_3	1,28
	ξ_4	1,03
Partiële factor negatieve kleef	$\gamma_{f,nk}$	1,00
Partiële factor weerstand punt/schacht	$\gamma_{b/s}$	1,20
Paalklasse schachtwrijving (druk)	α_s	0,010
Paalklasse punt	α_p	0,70
Paalvoetvorm	β	1,00, indien voet minder dan 10 mm uitsteekt
Paalvoetdwarsdoorsnede	s	1,00

5.4 Resultaten paalberekeningen

5.4.1 Op druk belaste palen

In Tabel 5.4 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 5.4: Paalpuntniveaus en geotechnisch toelaatbare draagkracht, paaltype: inwendig geheide stalen buispalen

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 273	Ø 324	Ø 356
SW01	+21,33	+18,00	205	265	300
SW02	+21,44				
SW03	+21,41				
SW04	+21,47				
SW05	+21,46				
SW06	+21,32				

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 273	Ø 324	Ø 356
SW01	+21,33	+13,00	410	520	595
SW02	+21,44				
SW03	+21,41				
SW04	+21,47				
SW05	+21,46				
SW06	+21,32				

De berekeningen van de rekenwaarden van de maximaal toelaatbare paalbelastingen per sondering zijn opgenomen in bijlage 5 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.

6 Uitvoeringsaspecten

6.1 Grondwater

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. Zie ook Bijlage 6 voor richtlijnen omtrent de uitvoering van grondverbeteringen/-verdichting.

Op basis van de in paragraaf 5.3 gehanteerde grondwaterstand zijn geen maatregelen nodig vanuit het grondwater.

6.2 Grondwerk en/of ontgravingen

Het verdient aanbeveling om het ontgravingsniveau zorgvuldig en in droge toestand af te trillen. Zodoende worden ontgravingsverstoringen teniet gedaan en wordt een zo optimaal mogelijke funderingsgrondslag verkregen.

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

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

Bij ontgravingswerkzaamheden dient rekening gehouden te worden met de stabiliteit van en/of horizontale grondbelasting op aanwezige objecten en/of situaties. Deze kunnen onder andere bestaan uit belendende funderingen, grondlichamen, aanwezige ondergrondse infrastructuur en/of binnen het project gerealiseerde bouwonderdelen. Het is aan te bevelen om vooraf de omvang en mogelijke beïnvloeding van dergelijke objecten vast te stellen. Dit is mogelijk middels bijvoorbeeld: een bureaustudie, inspecties, inmetingen of het 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.

Afhankelijk van het vrijkomende materiaal (bijvoorbeeld puin, leem of zand) ten tijde van de ontgraving, kan een milieukundige verklaring (b.v. AP04) nodig zijn. Indien gewenst kan Geonius dit verzorgen.

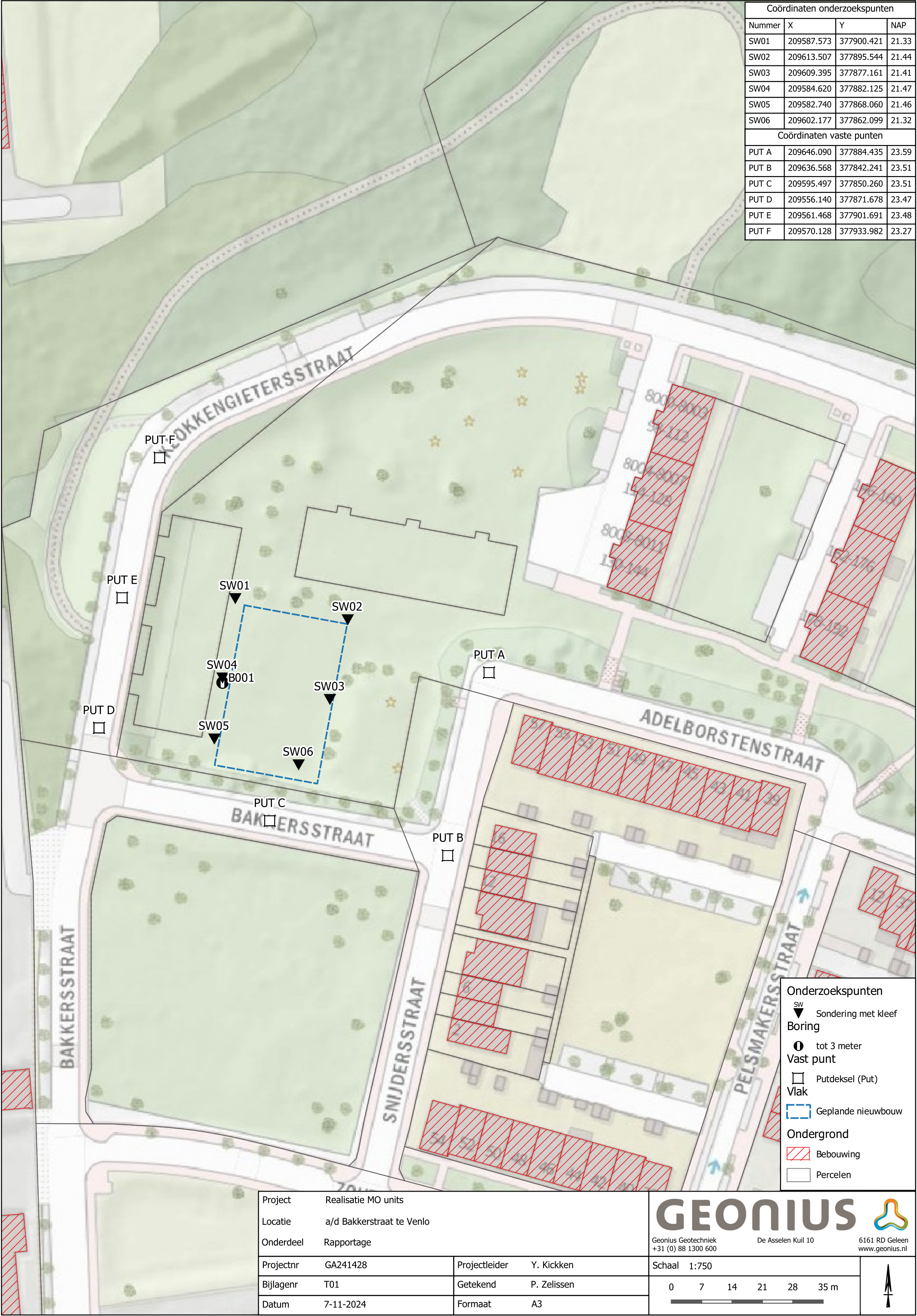
6.3 Begaanbaarheid terrein

Voor de begaanbaarheid van het terrein en het manoeuvreren van eventueel materieel is het noodzakelijk een draagkrachtige ondergrond te hebben. De benodigde draagkracht is afhankelijk van het gewicht van het materieel, de aanwezige grondwaterstand en het toepassen van eventuele (dragline) schotten. Het wordt te allen tijde aanbevolen om voor aanvang van de werkzaamheden de terreinomstandigheden te controleren en indien nodig voorzorgsmaatregelen te treffen. Indien gewenst kan Geonius hiervoor een ontwerp opstellen, terreininspectie uitvoeren of metingen verrichten.

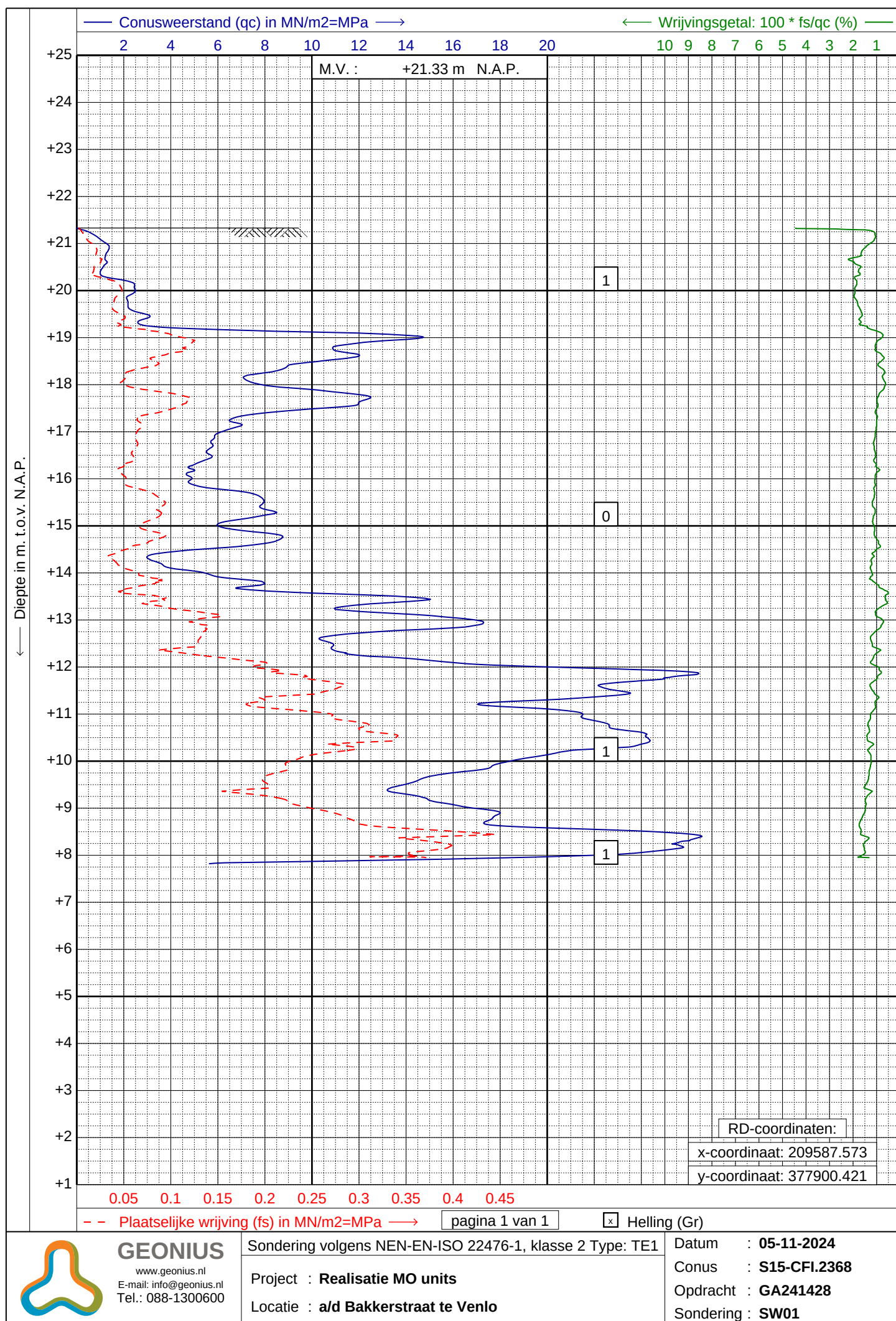
Bijlagen

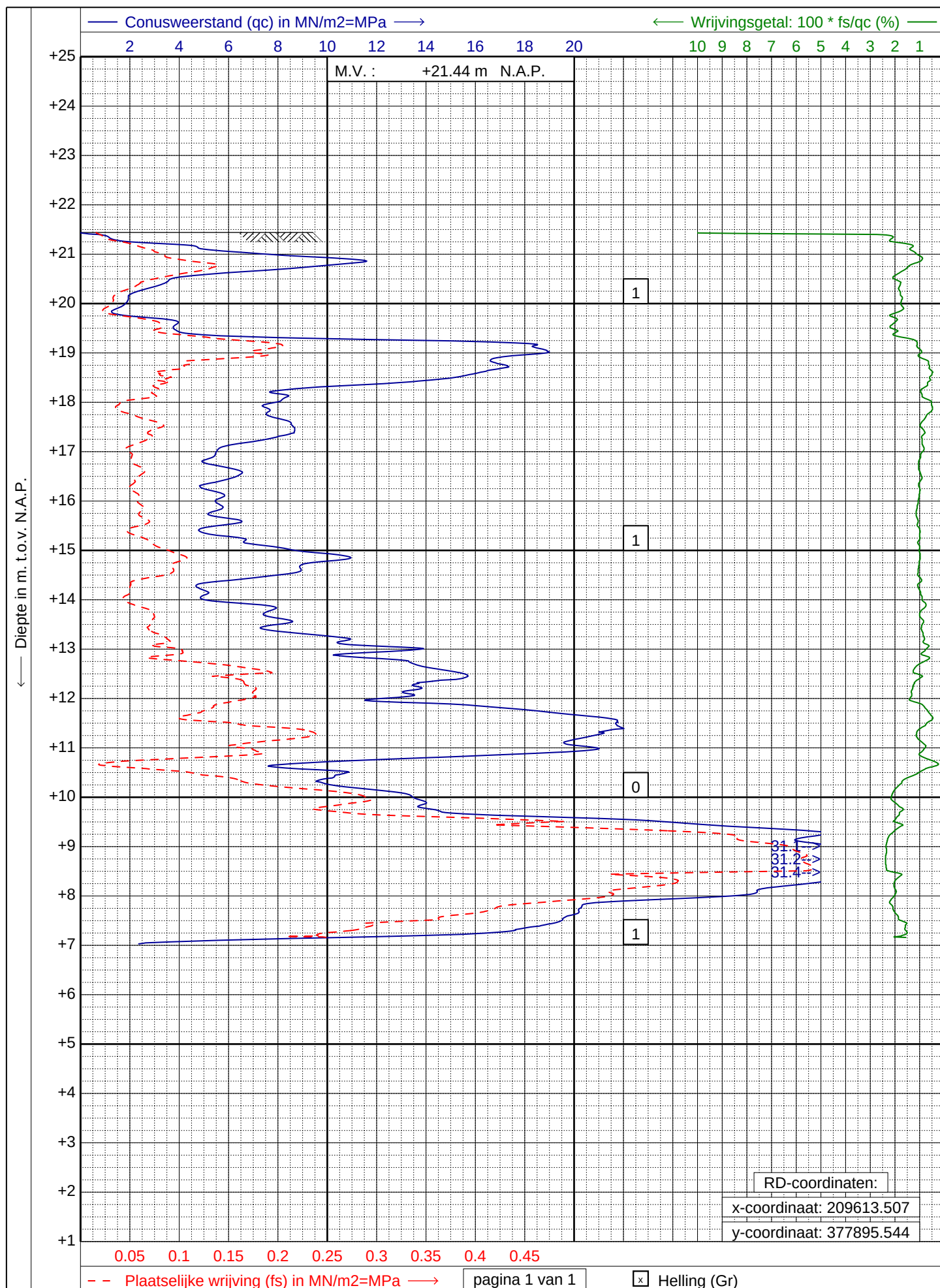
Bijlage

Bijlage 1 Situatietekening



Bijlage 2 Sondeergrafieken



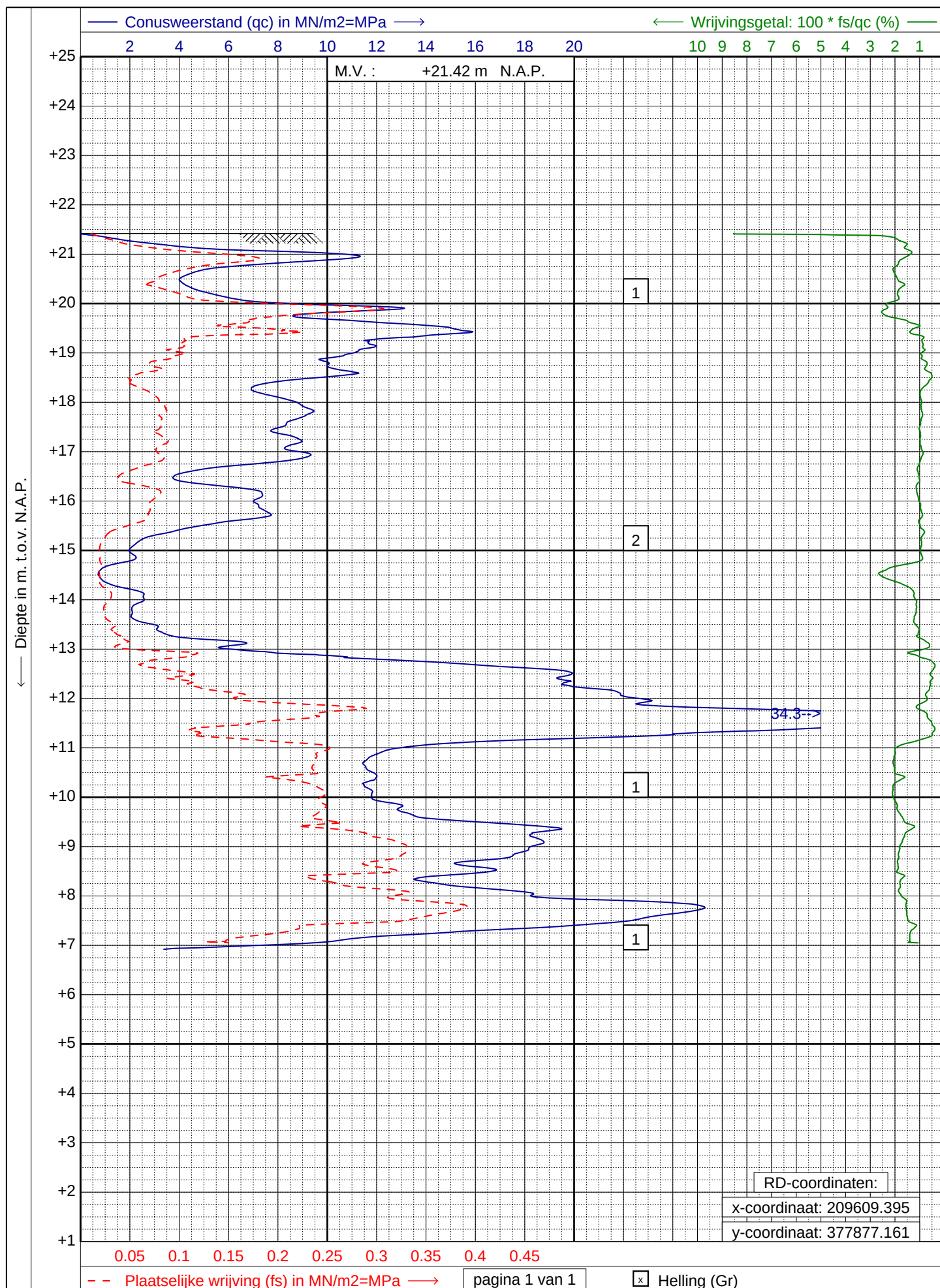


GEONIUS
www.geonius.nl
E-mail: info@geonius.nl
Tel.: 088-1300600

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

Project : **Realisatie MO units**
Locatie : **a/d Bakkerstraat te Venlo**

Datum : **05-11-2024**
Conus : **S15-CFI.2368**
Opdracht : **GA241428**
Sondering : **SW02**

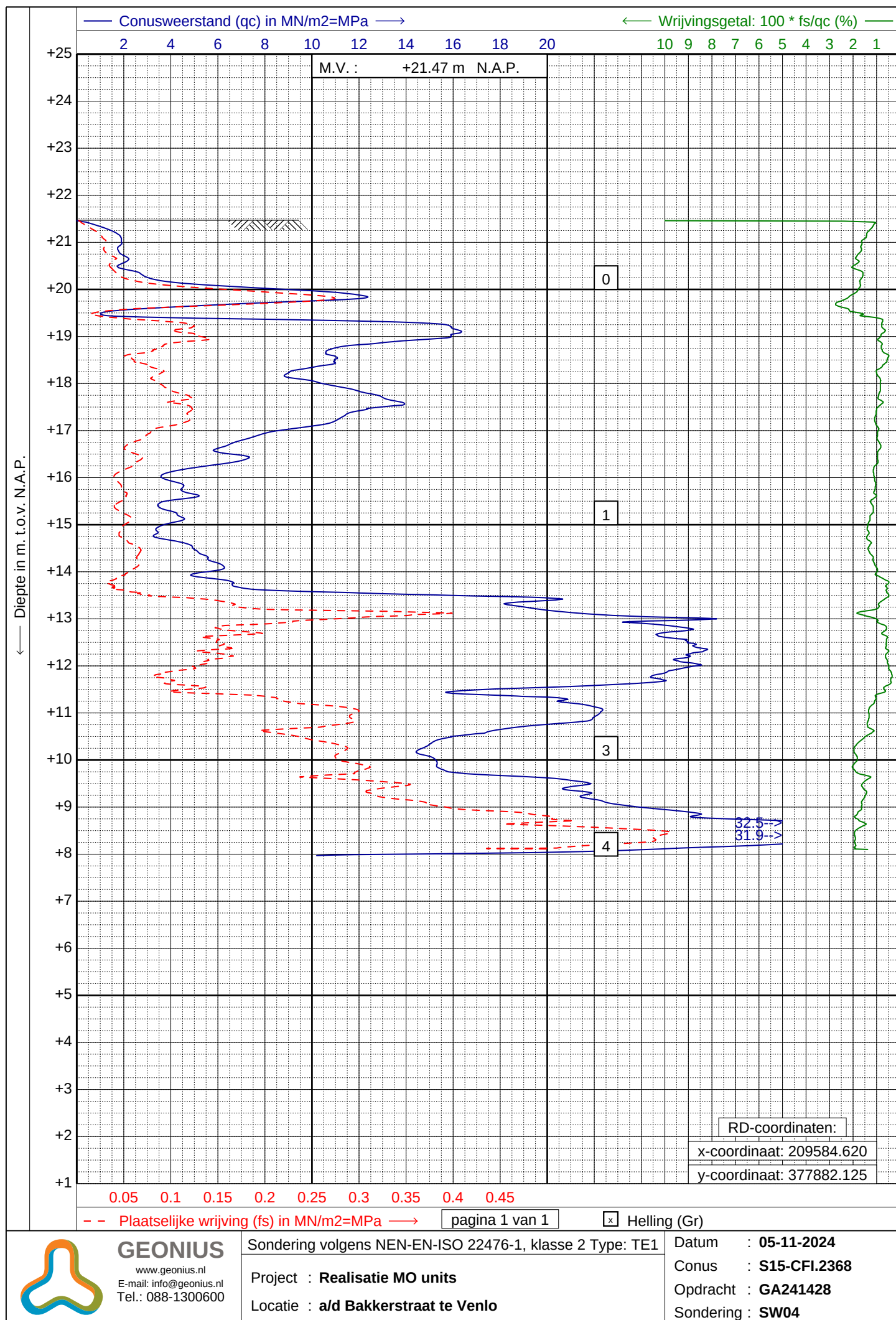


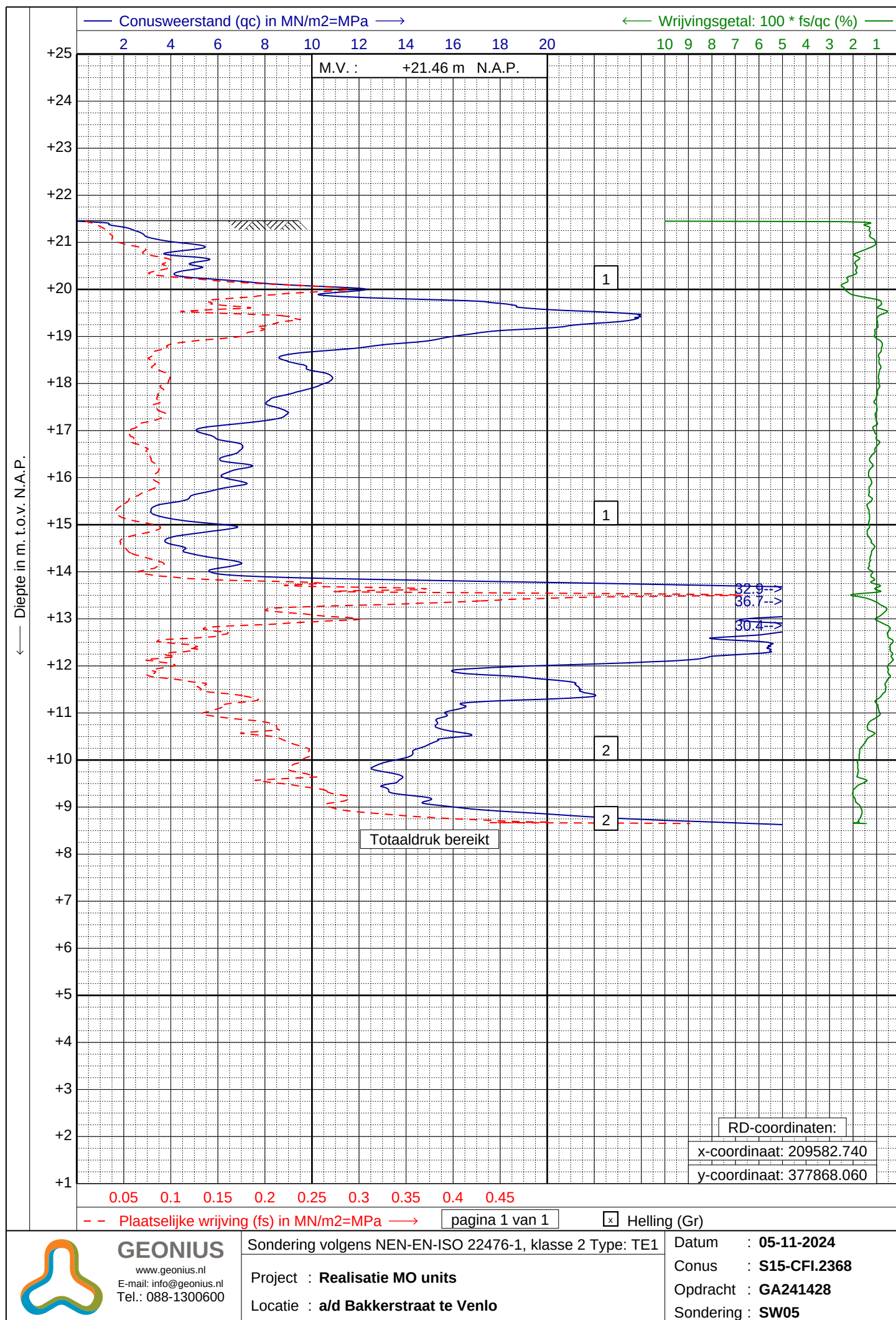
GEONIUS
www.geonius.nl
E-mail: info@geonius.nl
Tel.: 088-1300600

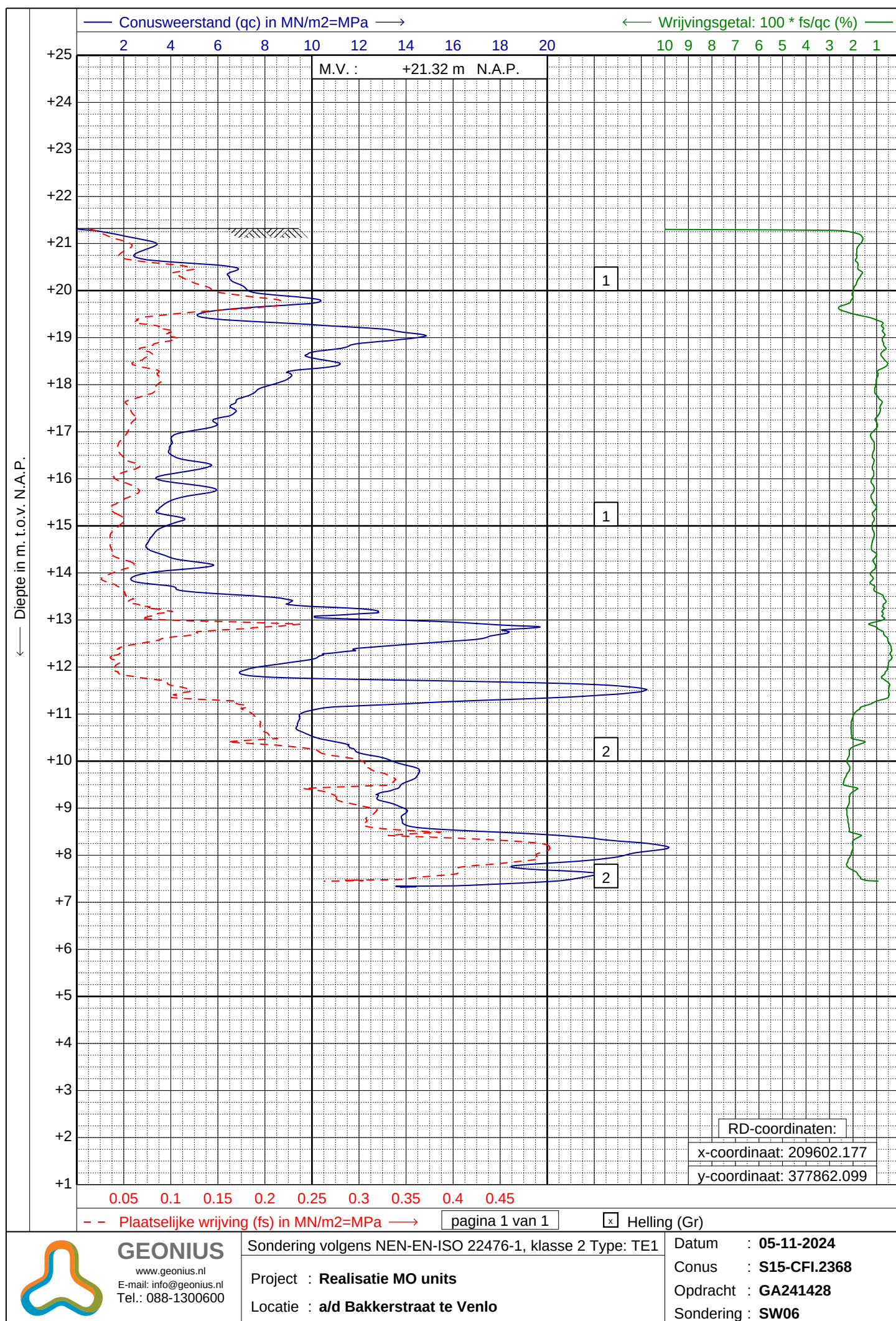
Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1, klasse 2 Type: TE1

Project : **Realisatie MO units**
Locatie : **a/d Bakkerstraat te Venlo**

Datum : **05-11-2024**
Conus : **S15-CFI.2368**
Opdracht : **GA241428**
Sondering : **SW03**

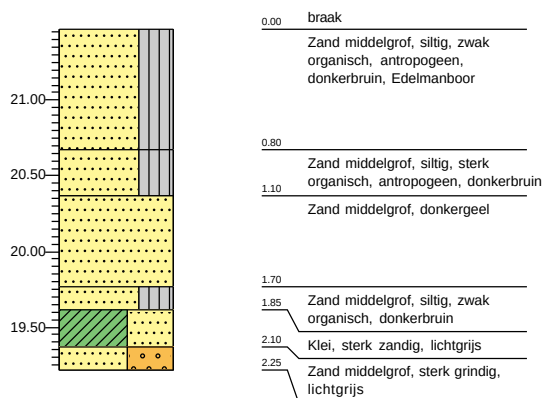






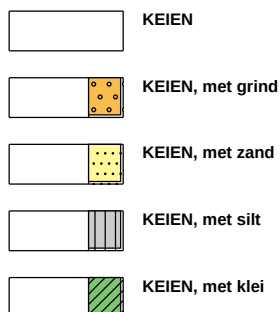
Bijlage 3 Boring

Boring: B001
 Maaiveldhoogte: 21.47 m. t.o.v. N.A.P.
 Datum: 5-11-2024
 Reden boring gestopt: Obstakel grind stenen
 Opmerking: T.p.v. SW04



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

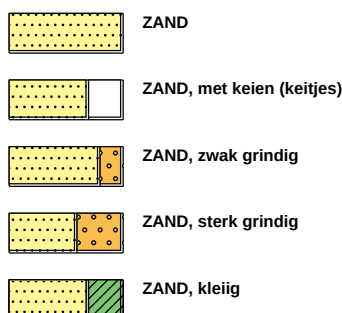
KEIEN (KEITJES)



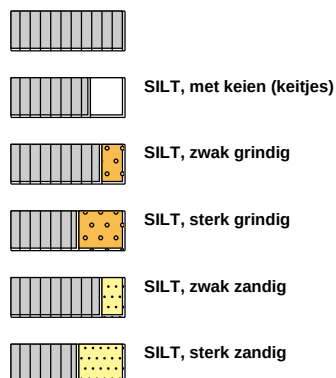
GRIND



ZAND



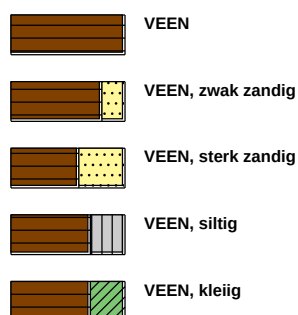
SILT



KLEI



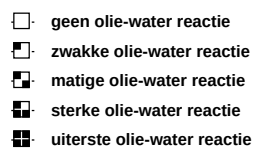
VEEN (HUMUS, DETRITUS)



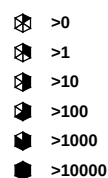
geur



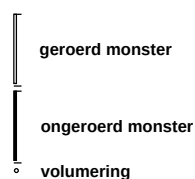
olie



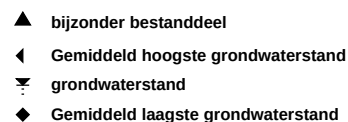
p.i.d.-waarde



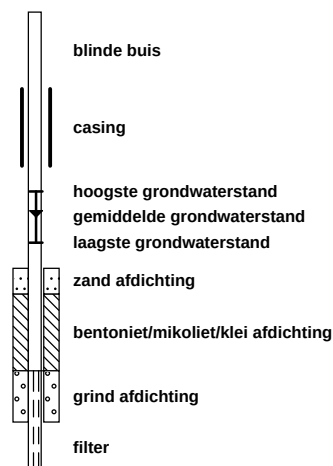
monsters



overig



peilbuis

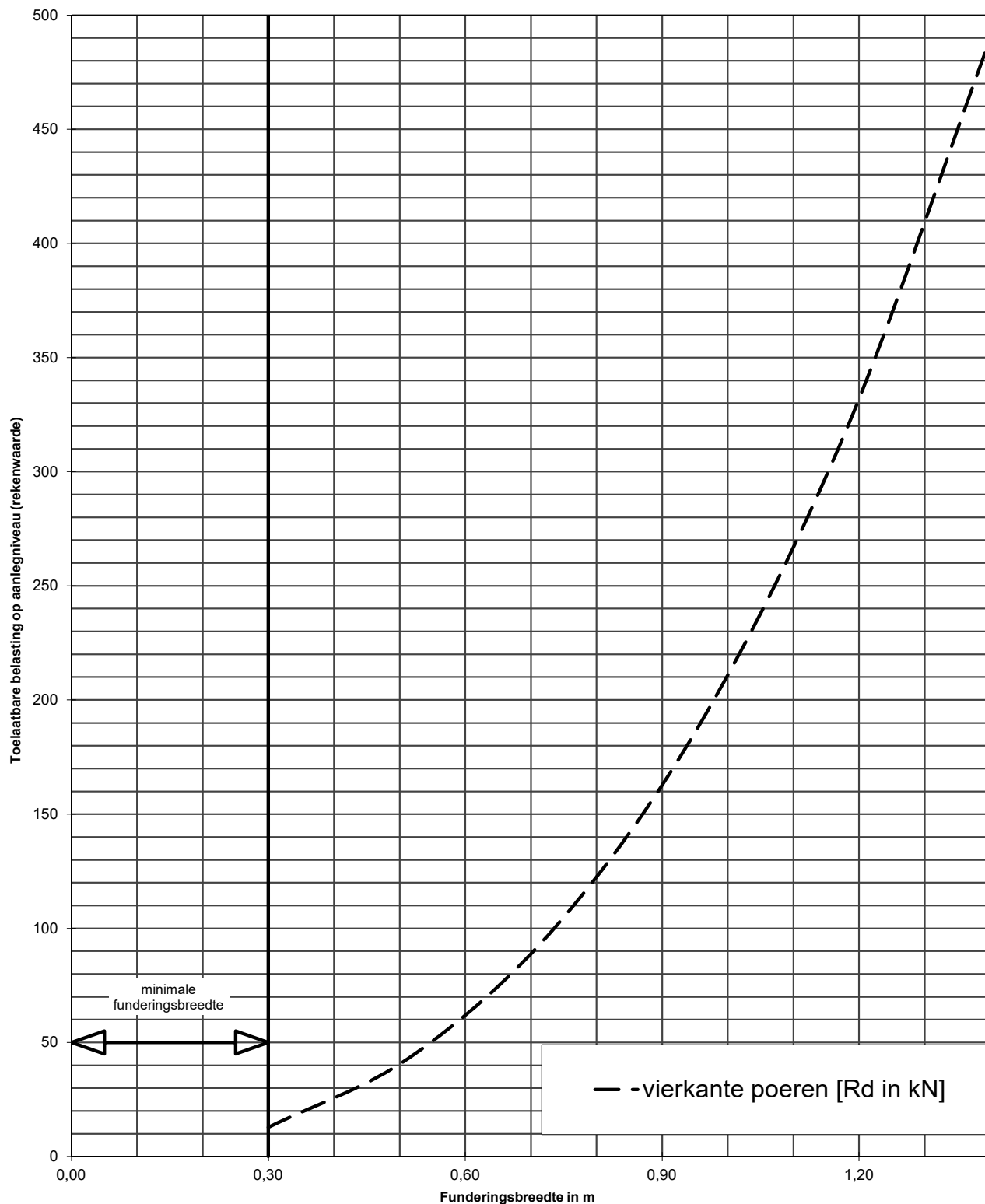
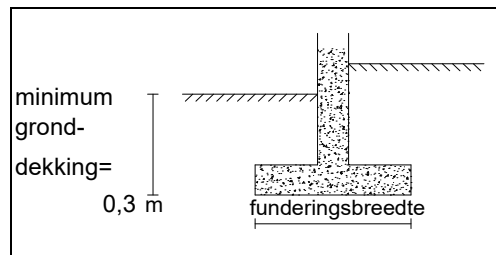


Bijlage 4 Funderingsdrukdiagrammen

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

Bijlagenr. : GA241428
Project : Realisatie MO Units
Locatie : Bakkerstraat te Venlo
Grondsoort : Zand

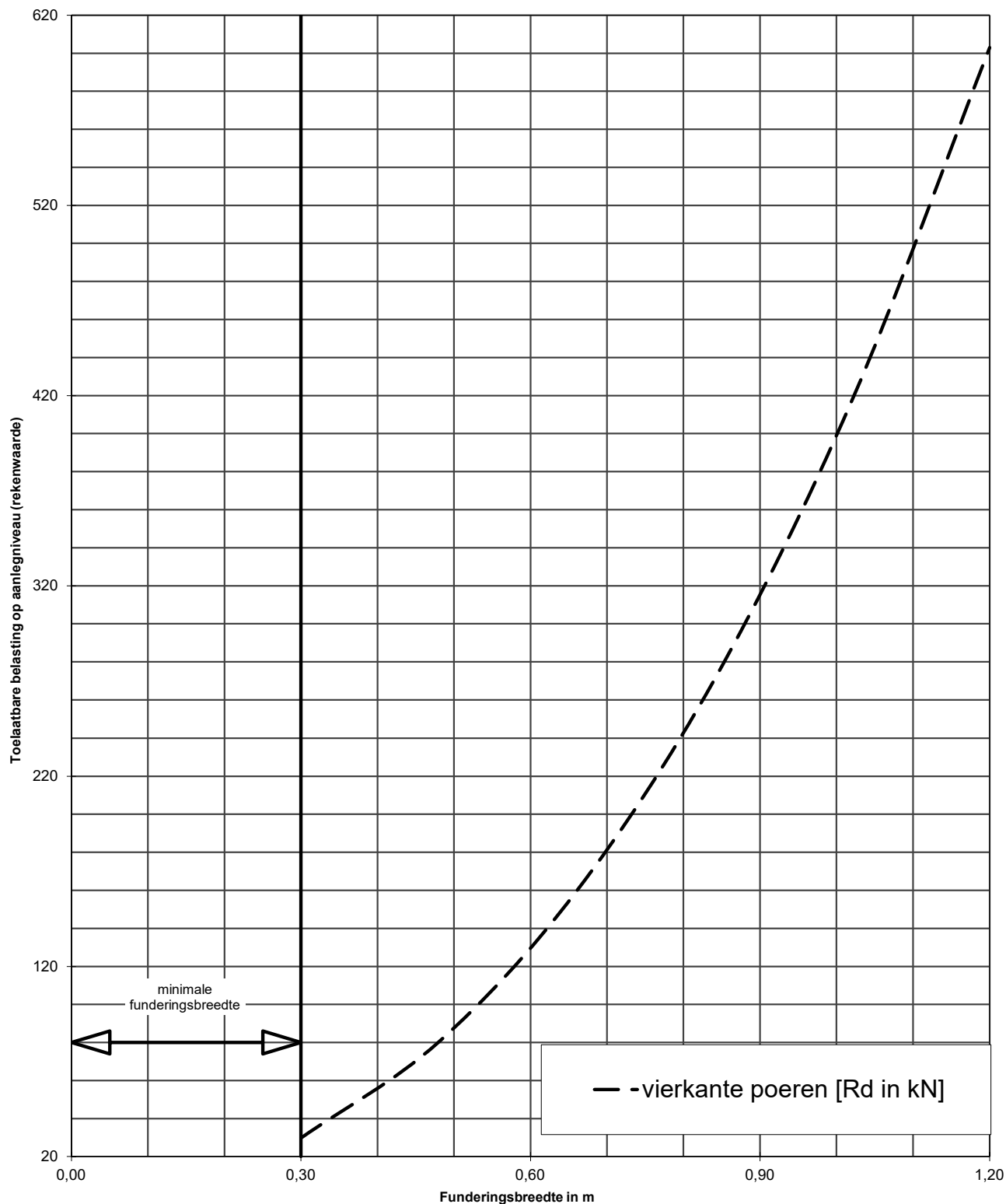
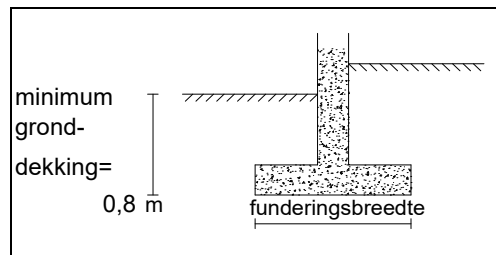
Volumiek gewicht : 18,0 kN/m³
Hoek inw. wrijving : 32,5 graden
Cohesie : 0,0 kN/m²



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

Bijlagenr. : GA241428
 Project : Realisatie MO Units
 Locatie : Bakkerstraat te Venlo
 Grondsoort : Zand

Volumiek gewicht : 18,0 kN/m³
 Hoek inw. wrijving : 32,5 graden
 Cohesie : 0,0 kN/m²



Bijlage 5 Paalberekeningen

Rapport voor D-Foundations 23.1

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



Bedrijfsnaam: Geonius Geotechniek B.V.

Datum van rapport: 13-11-2024
Tijd van rapport: 08:58:28
Rapport met versie: 23.1.1.40340

Datum van berekening: 12-11-2024
Tijd van berekening: 12:03:38
Berekend met versie: 23.1.1.40340

Bestandsnaam: GA241428.C01

Projectbeschrijving: Realisatie MO units
Bakkerstraat Venlo
D-Foundations GA241428.C01



1 Inhoudsopgave

1 Inhoudsopgave	2
2 Invoergegevens	3
2.1 Algemene Invoergegevens	3
2.2 Rapportage Gegevens	3
2.3 Toepassingsgebied Model Bearing Piles	3
2.4 Bovenbouw	3
2.5 Algemene Sondeergegevens	3
2.5.1 Overzicht Sonderingen in Funderingsplan	3
2.6 Paaltypen	4
2.6.1 Paalttype : Hollow 324	4
2.6.2 Paalttype : Hollow 356	4
2.6.3 Paalttype : Hollow 273	5
2.7 Funderingsplan	5
2.7.1 Overzicht Funderingsplan	6
2.8 Ontgravingsgegevens	6
2.9 Opgegeven Parameters	7
2.10 Model Opties	7
2.11 Model Opties	7
3 Bearing Piles (EC7-NL): Resultaten van de optie Voorontwerp-Draagkracht bij vaste PPN's	8
3.1 Rekenparameters	8
3.1.1 Factoren Paal	8
3.1.2 Paalttype : Hollow 273	8
3.1.3 Paalttype : Hollow 324	9
3.1.4 Paalttype : Hollow 356	9
3.2 Overzicht bij paalttype : Hollow 273	10
3.3 Overzicht bij paalttype : Hollow 324	10
3.4 Overzicht bij paalttype : Hollow 356	11
3.5 Samenvatting Rekenwaarde Draagkracht in kN	11

2 Invoergegevens

2.1 Algemene Invoergegevens

Model Bearing Piles (EC7-NL)

2.2 Rapportage Gegevens

Geotechnisch adviseur : Geonius Geotechniek B.V.
 Constructeur bovenbouw : N.n.b.
 Opdrachtgever : Gemeente Venlo
 Titel 1 : Realisatie MO units
 Titel 2 : Bakkerstraat Venlo
 Titel 3 : D-Foundations GA241428.C01
 Nummer project : GA241428
 Locatie project : Venlo

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.

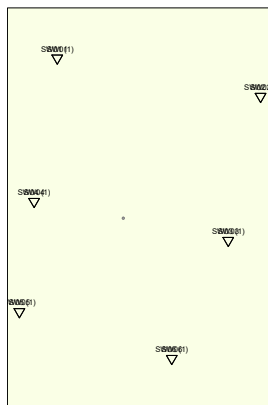
2.4 Bovenbouw

Stijfheidskarakteristiek : Slap

2.5 Algemene Sondeergegevens

Aantal sonderingen : 12
 Tijdstip sonderingen : Sondering - Ontgraving - Installatie

2.5.1 Overzicht Sonderingen in Funderingsplan



Legend
 • Hollow 273 (Edg)
 ▽ Hollow 273 (Mid CPT)

Naam sondering	Paalpunt-niveau [m R.N.]	Bovenkant pos. kleezone [m R.N.]	Onderkant neg. kleezone [m R.N.]	X-coor-dinaat [m]	Y-coor-dinaat [m]
SW01	18,00	19,20	19,20	209587,57	377900,42
SW02	18,00	19,40	19,40	209613,51	377895,54
SW03	18,00	20,20	20,20	209609,39	377877,16
SW04	18,00	19,40	19,40	209584,62	377882,13
SW05	18,00	20,20	20,20	209582,74	377868,06
SW06	18,00	19,40	19,40	209602,18	377862,10
SW01 (1)	13,00	19,20	19,20	209587,57	377900,42
SW02 (1)	13,00	19,40	19,40	209613,51	377895,54
SW03 (1)	13,00	20,20	20,20	209609,39	377877,16
SW04 (1)	13,00	19,40	19,40	209584,62	377882,13
SW05 (1)	13,00	20,20	20,20	209582,74	377868,06
SW06 (1)	13,00	19,40	19,40	209602,18	377862,10

2.6 Paaltypen

2.6.1 Paaltipe : Hollow 324

Paaltipe : Eigen paaltipe (trillend)
 Nota Bene: Dit user defined paaltipe wordt beschouwd als een in de grond gevormd paaltipe.
 Daarom zal voor de karakteristieke waarde van de wrijvingshoek (delta) 1.0 * phi worden aangehouden.

Paaltipe voor bepaling uitvoeringsfactor alpha_s in zand/grind:
 Stalen buispaal met gesloten punt

Paaltipe voor bepaling uitvoeringsfactor alpha_s in klei/leem/veen:
 Eigen paaltipe
 alpha_s klei/leem/veen : 0,0100
 Een van de norm afwijkend type, onderbouwing gekozen alpha_s nodig.

Paaltipe voor bepaling paalklasse factor alpha_p :
 Stalen buispaal met gesloten punt

Paaltipe voor gebruik in last-/zakingsdiagrammen : 1
 Materiaaltipe paal : Beton
 Gladheidsbehandeling voor paal : Geen gladheidsbehandeling
 Paalvorm : Ronde holle paal met gesloten punt
 beta (Paalvoetvormfactor) conform figuur 7.i, NEN 9997-1+C2:2017.
 s (factor voor de invloed vorm dwarsdoorsnede paalvoet) conform NEN 9997-1+C2:2017.

Paalafmetingen :
 Diameter punt [m] : 0,324
 Dikte wand [mm] : 8,0

2.6.2 Paaltipe : Hollow 356

Paaltipe : Eigen paaltipe (trillend)
 Nota Bene: Dit user defined paaltipe wordt beschouwd als een in de grond gevormd paaltipe.
 Daarom zal voor de karakteristieke waarde van de wrijvingshoek (delta) 1.0 * phi worden aangehouden.

Paaltipe voor bepaling uitvoeringsfactor alpha_s in zand/grind:
 Stalen buispaal met gesloten punt

Paaltipe voor bepaling uitvoeringsfactor alpha_s in klei/leem/veen:
 Eigen paaltipe
 alpha_s klei/leem/veen : 0,0100
 Een van de norm afwijkend type, onderbouwing gekozen alpha_s nodig.

Paaltipe voor bepaling paalklasse factor alpha_p :
 Stalen buispaal met gesloten punt

Paaltype voor gebruik in last-/zakkingsdiagrammen : 1
 Materiaaltype paal : Beton
 Gladheidsbehandeling voor paal : Geen gladheidsbehandeling
 Paalvorm : Ronde holle paal met gesloten punt
 beta (Paalvoetvormfactor) conform figuur 7.i, NEN 9997-1+C2:2017.
 s (factor voor de invloed vorm dwarsdoorsnede paalvoet) conform NEN 9997-1+C2:2017.

Paalafmetingen :
 Diameter punt [m] : 0,356
 Dikte wand [mm] : 8,0

2.6.3 Paaltype : Hollow 273

Paaltype : Eigen paaltype (trillend)
 Nota Bene: Dit user defined paaltype wordt beschouwd als een in de grond gevormd paaltype.
 Daarom zal voor de karakteristieke waarde van de wrijvingshoek (delta) $1.0 \cdot \phi$ worden aangehouden.

Paaltype voor bepaling uitvoeringsfactor α_s in zand/grind:
 Stalen buispaal met gesloten punt

Paaltype voor bepaling uitvoeringsfactor α_s in klei/leem/veen:
 Eigen paaltype
 α_s klei/leem/veen : 0,0100
 Een van de norm afwijkend type, onderbouwing gekozen α_s nodig.

Paaltype voor bepaling paalklasse factor α_p :
 Stalen buispaal met gesloten punt

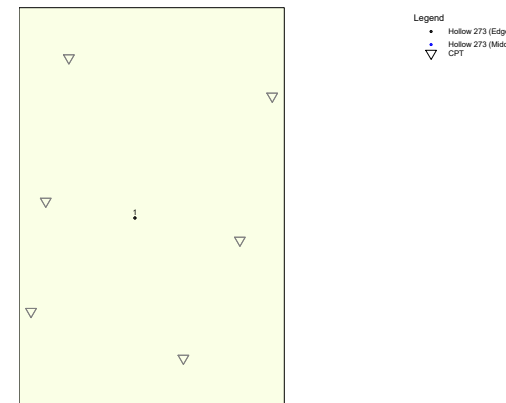
Paaltype voor gebruik in last-/zakkingsdiagrammen : 1
 Materiaaltype paal : Beton
 Gladheidsbehandeling voor paal : Geen gladheidsbehandeling
 Paalvorm : Ronde holle paal met gesloten punt
 beta (Paalvoetvormfactor) conform figuur 7.i, NEN 9997-1+C2:2017.
 s (factor voor de invloed vorm dwarsdoorsnede paalvoet) conform NEN 9997-1+C2:2017.

Paalafmetingen :
 Diameter punt [m] : 0,273
 Dikte wand [mm] : 8,0

2.7 Funderingsplan

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

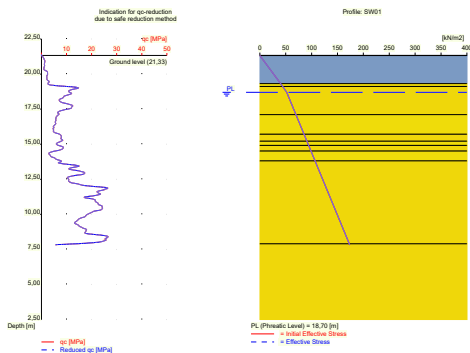
2.7.1 Overzicht Funderingsplan



Paal nr/naam	X-coor- dinaat [m]	Y-coor- dinaat [m]	F _{c;d} (EQU/STR/GEO) [kN]	F _{c;d} (BGT) [kN]	P0 [kN/m2]	Paalkop- niveau [m R.N.]
1: 1	209596,00	377880,00	0,00	0,00	0,00	22,50

2.8 Ontgravingsgegevens

Niveau ontgraving in [m. t.o.v. referentie niveau] : 21,47
 Reductie model : Safe (NEN)



2.9 Opgegeven Parameters

Opgegeven ksi3-factor [-] : 1,28
Opgegeven ksi4-factor [-] : 1,03

2.10 Model Opties

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

2.11 Model Opties

Geselecteerde paaltypen :
-Hollow 273
-Hollow 324
-Hollow 356

Geselecteerde profielen :
-SW01
-SW02
-SW03
-SW04
-SW05
-SW06
-SW01 (1)
-SW02 (1)
-SW03 (1)
-SW04 (1)
-SW05 (1)
-SW06 (1)

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

3.1 Rekenparameters

3.1.1 Factoren Paal

gamma;b (NEN 9997-1+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 (naar eigen opgave) : 1,28
ksi4 (naar eigen opgave) : 1,03

3.1.2 Paaltype : Hollow 273

Paaltype : Eigen paaltype (trillend)
Nota Bene: Dit user defined paaltype wordt beschouwd als een in de grond gevormd paaltype.
Daarom zal voor de karakteristieke waarde van de wrijvingshoek (delta) $1.0 \cdot \phi$ worden aangehouden.

Paaltype voor bepaling uitvoeringsfactor alpha_s in zand/grind:
Stalen buispaal met gesloten punt

Paaltype voor bepaling uitvoeringsfactor alpha_s in klei/leem/veen:
Eigen paaltype
alpha_s klei/leem/veen : 0,0100
Een van de norm afwijkend type, onderbouwing gekozen alpha_s nodig.

Paaltype voor bepaling paalklasse factor alpha_p :
Stalen buispaal met gesloten punt

Paaltype voor gebruik in last-/zakingsdiagrammen : 1
Materiaaltype paal : Beton
Gladheidsbehandeling voor paal : Geen gladheidsbehandeling
Paalvorm : Ronde holle paal met gesloten punt
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

Paalafmetingen :
Diameter punt [m] : 0,273
Dikte wand [mm] : 8,0

Naam Sondering	Alpha_s Zand/Grind	Alpha_s Klei/Leem Veen	Alpha_p
SW01	0,0100	--	0,7000
SW02	0,0100	--	0,7000
SW03	0,0100	--	0,7000
SW04	0,0100	--	0,7000
SW05	0,0100	--	0,7000
SW06	0,0100	--	0,7000
SW01 (1)	0,0100	--	0,7000
SW02 (1)	0,0100	--	0,7000
SW03 (1)	0,0100	0,0100	0,7000
SW04 (1)	0,0100	--	0,7000
SW05 (1)	0,0100	--	0,7000

Naam Sondering	Alpha_s Zand/ Grind	Alpha_s Klei/Leem Veen	Alpha_p
SW06 (1)	0,0100	--	0,7000

3.1.3 Paaltype : Hollow 324

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

Paaltype voor bepaling uitvoeringsfactor alpha_s in zand/grind:
Stalen buispaal met gesloten punt

Paaltype voor bepaling uitvoeringsfactor alpha_s in klei/leem/veen:
Eigen paaltype
alpha_s klei/leem/veen : 0,0100
Een van de norm afwijkend type, onderbouwing gekozen alpha_s nodig.

Paaltype voor bepaling paalklasse factor alpha_p :
Stalen buispaal met gesloten punt

Paaltype voor gebruik in last-/zakkingsdiagrammen : 1
Materiaaltype paal : Beton
Gladheidsbehandeling voor paal : Geen gladheidsbehandeling
Paalvorm : Ronde holle paal met gesloten punt
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

Paalafmetingen :
Diameter punt [m] : 0,324
Dikte wand [mm] : 8,0

Naam Sondering	Alpha_s Zand/ Grind	Alpha_s Klei/Leem Veen	Alpha_p
SW01	0,0100	--	0,7000
SW02	0,0100	--	0,7000
SW03	0,0100	--	0,7000
SW04	0,0100	--	0,7000
SW05	0,0100	--	0,7000
SW06	0,0100	--	0,7000
SW01 (1)	0,0100	--	0,7000
SW02 (1)	0,0100	--	0,7000
SW03 (1)	0,0100	0,0100	0,7000
SW04 (1)	0,0100	--	0,7000
SW05 (1)	0,0100	--	0,7000
SW06 (1)	0,0100	--	0,7000

3.1.4 Paaltype : Hollow 356

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

Paaltype voor bepaling uitvoeringsfactor alpha_s in zand/grind:
Stalen buispaal met gesloten punt

Paaltype voor bepaling uitvoeringsfactor alpha_s in klei/leem/veen:
Eigen paaltype
alpha_s klei/leem/veen : 0,0100
Een van de norm afwijkend type, onderbouwing gekozen alpha_s nodig.

Paaltype voor bepaling paalklasse factor alpha_p :
Stalen buispaal met gesloten punt

Paaltype voor gebruik in last-/zakkingsdiagrammen : 1
Materiaaltype paal : Beton
Gladheidsbehandeling voor paal : Geen gladheidsbehandeling
Paalvorm : Ronde holle paal met gesloten punt
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

Paalafmetingen :
Diameter punt [m] : 0,356
Dikte wand [mm] : 8,0

Naam Sondering	Alpha_s Zand/ Grind	Alpha_s Klei/Leem Veen	Alpha_p
SW01	0,0100	--	0,7000
SW02	0,0100	--	0,7000
SW03	0,0100	--	0,7000
SW04	0,0100	--	0,7000
SW05	0,0100	--	0,7000
SW06	0,0100	--	0,7000
SW01 (1)	0,0100	--	0,7000
SW02 (1)	0,0100	--	0,7000
SW03 (1)	0,0100	0,0100	0,7000
SW04 (1)	0,0100	--	0,7000
SW05 (1)	0,0100	--	0,7000
SW06 (1)	0,0100	--	0,7000

3.2 Overzicht bij paaltype : Hollow 273

Naam Sondering	PPN [m R.N.]	Maaiveld [m R.N.]	Rb;cal;max [kN]	Rs;cal;max [kN]	Rc;cal;max [kN]	Rc;d [kN]	F _n k;k [kN]	F _n k;d [kN]
SW01	18.00	21,33	239	101	340	221	0	0
SW02	18.00	21,44	219	128	347	226	0	0
SW03	18.00	21,42	310	185	495	322	0	0
SW04	18.00	21,47	305	129	435	283	0	0
SW05	18.00	21,46	239	214	453	295	0	0
SW06	18.00	21,32	191	124	315	205	0	0
SW01 (1...	13.00	21,33	357	418	775	505	0	0
SW02 (1...	13.00	21,44	357	430	787	512	0	0
SW03 (1...	13.00	21,42	224	399	624	406	0	0
SW04 (1...	13.00	21,47	678	453	1130	736	0	0
SW05 (1...	13.00	21,46	631	547	1178	767	0	0
SW06 (1...	13.00	21,32	285	348	633	412	0	0

3.3 Overzicht bij paaltype : Hollow 324

Naam Sondering	PPN [m R.N.]	Maaiveld [m R.N.]	Rb;cal;max [kN]	Rs;cal;max [kN]	Rc;cal;max [kN]	Rc;d [kN]	F _n k;k [kN]	F _n k;d [kN]
SW01	18.00	21,33	311	120	431	281	0	0
SW02	18.00	21,44	276	152	428	278	0	0
SW03	18.00	21,42	370	220	590	384	0	0
SW04	18.00	21,47	363	153	517	336	0	0
SW05	18.00	21,46	331	254	585	381	0	0
SW06	18.00	21,32	259	147	407	265	0	0
SW01 (1...	13.00	21,33	490	496	987	642	0	0
SW02 (1...	13.00	21,44	502	511	1012	659	0	0
SW03 (1...	13.00	21,42	326	474	800	521	0	0
SW04 (1...	13.00	21,47	933	537	1470	957	0	0
SW05 (1...	13.00	21,46	843	649	1492	971	0	0
SW06 (1...	13.00	21,32	385	414	798	520	0	0

3.4 Overzicht bij paaltype : Hollow 356

Naam Sondering	PPN [m R.N.]	Maaiveld [m R.N.]	Rb;cal;max [kN]	Rs;cal;max [kN]	Rc;cal;max [kN]	Rc;d [kN]	F;nk;k [kN]	Fnk;d [kN]
SW01	18,00	21,33	357	132	489	318	0	0
SW02	18,00	21,44	326	167	492	321	0	0
SW03	18,00	21,42	361	242	603	392	0	0
SW04	18,00	21,47	399	169	568	370	0	0
SW05	18,00	21,46	396	279	675	440	0	0
SW06	18,00	21,32	302	162	464	302	0	0
SW01 (1...	13,00	21,33	584	546	1130	735	0	0
SW02 (1...	13,00	21,44	609	561	1170	762	0	0
SW03 (1...	13,00	21,42	402	521	923	601	0	0
SW04 (1...	13,00	21,47	1067	590	1657	1079	0	0
SW05 (1...	13,00	21,46	1002	713	1715	1116	0	0
SW06 (1...	13,00	21,32	461	454	915	596	0	0

3.5 Samenvatting Rekenwaarde Draagkracht in kN

Naam Sondering	Maaiveld [m R.N.]	PPN [m R.N.]	Hollow 273 Rc;net;d [kN]	Hollow 324 Rc;net;d [kN]	Hollow 356 Rc;net;d [kN]
SW01	21,33	18,00	221,00	281,00	318,00
SW02	21,44	18,00	226,00	278,00	321,00
SW03	21,42	18,00	322,00	384,00	392,00
SW04	21,47	18,00	283,00	336,00	370,00
SW05	21,46	18,00	295,00	381,00	440,00
SW06	21,32	18,00	205,00	265,00	302,00
SW01 (1)	21,33	13,00	505,00	642,00	735,00
SW02 (1)	21,44	13,00	512,00	659,00	762,00
SW03 (1)	21,42	13,00	406,00	521,00	601,00
SW04 (1)	21,47	13,00	736,00	957,00	1079,00
SW05 (1)	21,46	13,00	767,00	971,00	1116,00
SW06 (1)	21,32	13,00	412,00	520,00	596,00

Einde Rapport

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 van de zandfractie [$C_u = D_{60} / D_{10}$] 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 niet meer bedragen dan 5 %*;
- De korrelfractie kleiner dan 63 μm mag niet meer bedragen dan 10 %*;
- 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 gewichtspcentages

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.

Bijlage 7 Richtlijnen aanbrengen aanvullingen en ophogingen

Algemeen

Bij het aanvullen van een ontgraven put, sleuf en dergelijke moet worden voldaan aan de eisen conform **Standaard RAW Bepalingen 2015**. De belangrijkste eisen zijn hieronder aangehaald en toegelicht.

Als er echter op de aanvulling een bebouwing is gepland, die op staal wordt gefundeerd, dan verwijzen wij naar onze richtlijnen voor grondverbeteringen.

Eindtoestand aanvulling:

Art. 24.02.05 lid 01

Van zand dat in aanvulling is verwerkt indien geen verharding is geprojecteerd of dat moet worden verwerkt op een diepte van meer dan 1,0 m beneden het oppervlak van het toekomstige wegdek, moet de verdichtingsgraad (proef 3) ten minste 93% bedragen. De gemiddelde verdichtingsgraad (proef 3) moet ten minste 98% bedragen.

Art. 24.02.05 lid 02

Van zand dat in aanvulling is verwerkt op een diepte van minder dan 1,0 m beneden het oppervlak van het toekomstige wegdek, moet de verdichtingsgraad (proef 3) ten minste 95% bedragen. De gemiddelde verdichtingsgraad (proef 3) moet tenminste 100% bedragen.

Toelichting

Dit is ook van toepassing voor aanvullingen tot het maaiveld onder lichte constructies, die een druk op de grond uitoefenen.

De vereiste verdichting voorkomt het inklinken van het aangebrachte materiaal, zodat er geen extra zakking in het aangebrachte materiaal ontstaat.

Tevens blijkt dat deze eisen gelden voor het materiaal dat in den droge is aangebracht (indien nodig wordt de grondwaterstand verlaagd).

Om de gewenste verdichting te verkrijgen, zal men het werk in den droge moeten uitvoeren. Eventueel zal een bemaling moeten worden aangebracht om de grondwaterstand tot ca. 0,5 m- ontgravingsniveau te verlagen.

Art. 23.12.03 lid 01

Aanvullingen van sleuven, putten en dergelijke die gelegen zijn in of aansluiten op een grondlichaam, zoveel mogelijk eenzelfde dichtheid geven als de omringende grondslag, opdat geen zettingsverschillen optreden.

Toelichting

In de aanvulling moet een gelijksoortige grondslag worden verkregen als in de omringende grond. Dit betekent dat de sondeerweerstand voor en na de aanvulling van de ontgraven put gelijk moeten zijn (bij gelijksoortig materiaal). Zodoende worden zettingsverschillen vermeden.

Het is derhalve noodzakelijk dat de bodemweerstand voor de ontgravingen en na het aanvullen wordt gemeten met behulp van sonderingen. Tevens zal er een boring moeten worden uitgevoerd om de oorspronkelijke grondsoort te bepalen.

Indien er wordt aangevuld met zandig materiaal, geldt dat de gemeten conusweerstand in lössgebieden ca. 25% hoger moeten zijn, om de zettingsverschillen te beperken. In zandgebieden zal de weerstand ongeveer gelijk moeten zijn. Voor de overige grondsoorten is het afhankelijk van het oorspronkelijk materiaal.

Te gebruiken materiaal

Art. 22.06.01 lid 01

Zand dat in de aanvulling of ophoging wordt verwerkt op een diepte van meer dan 1,0 m- het oppervlak van het wegdek, moet zijn mineraal materiaal, waarvan de fractie fijner dan 2 μm (1) ten hoogste 8% en het gehalte aan minerale deeltjes door de zeef 63 μm (2) ten hoogste 50% bedraagt.

De percentages aan minerale delen moeten bepaald worden volgens proef 1 en 2.

Art. 22.06.03 lid 01

Zand dat in zandbed wordt verwerkt op een diepte van minder dan 1,0 m beneden het oppervlak van het wegdek moet zijn mineraal materiaal, waarvan het gehalte aan minerale deeltjes door zeef 63 μm (2) van de fractie door zeef 2 mm (6.0) ten hoogste 15% bedraagt.

De percentages moeten bepaald worden volgens proeven 2 en 6.0 vermeld in de standaard RAW Bepalingen.

Art. 22.06.03 lid 02

Indien het in lid 01 bedoelde gehalte 10 tot 15% bedraagt, mag bovendien het gehalte aan minerale deeltjes door zeef 20 μm (9.0) van de fractie door zeef 2 mm (6.0) ten hoogste 3% bedragen.

Art. 22.06.03 lid 03

Van het materiaal door zeef 2 mm (proef 11.0) mag het gloeiverlies (proef 28) ten hoogste 3% bedragen.

Art. 24.06.01 lid 01

Zand dat in aanvulling of grondverbetering wordt verwerkt, moet mineraal materiaal zijn waarvan de fractie fijner dan 2 µm (proef 1) ten hoogste 8% en het gehalte aan minerale deeltjes door zeef 63 µm (proef 2) ten hoogste 50% bedraagt, behoudens het bepaalde in artikel 24.06.02.

De percentages moeten bepaald worden volgens proeven 6.0 en 9.0 vermeld in de standaard RAW Bepalingen.

Art. 22.06.03 lid 03

Van het materiaal door zeef 2 mm (6.0) mag het gloeiverlies (124) ten hoogste 3% bedragen.

De percentages moeten bepaald worden volgens proeven 6.0 en 124 vermeld in de standaard RAW bepalingen.

Toelichting

De bovenstaande samenstelling van het aanvulmateriaal is vereist om een goede verwerking (verdichting) van het materiaal te garanderen. In de RAW bepalingen zijn geen eisen opgenomen betreffende de verdichtingswijzen en de wijze van aanbrengen. De keuze van verdichten en het in te zetten materieel is ter competentie van de aannemer, als het resultaat maar aan de bovenstaande eisen voldoet.

Uiteraard zal het gehalte aan organisch materiaal in het zand beperkt moeten zijn tot maximaal 3% (zie art. 22.06.03 lid 03). Hierdoor is een goede verwerkbaarheid mogelijk en treden er door verrotting/vertering geen noemenswaardige extra zettingen in de toekomst op.

Met deze samenstelling van het aanvulzand zijn er ook geen problemen te verwachten qua berijdbaarheid en plasvorming.

Het aanvullen van de bovenste 1,0 m is afhankelijk van de uiteindelijke bestemming van het terrein. De bovenstaande eisen gelden voor wegen/ondergrond bebouwing. Bij het gebruik van terrein voor groenvoorziening, etc. gelden andere eisen. Wij verwijzen hiervoor naar de standaard RAW Bepalingen.

Indien het terrein wordt gebruikt als bouwlocatie, dan adviseren wij om de aanvulling door te zetten met het voornoemde zand tot ca. 0,4 m onder het toekomstige maaiveld. Afhankelijk van de gewenste doeleinden kan dan het overige gedeelte in een later stadium worden aangevuld.

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