

Ontwerpadvies fundering

Nieuwbouw woning aan de Hoofdstraat te Lottum

GA220335.R01.V1.0

3 maart 2022



Ontwerpadvies fundering

Nieuwbouw woning aan de Hoofdstraat te Lottum

Documentnummer GA220335.R01.V1.0

3 maart 2022

Opdrachtgever

De heer René van Rengs

Stokstraat 15A

5961TN Horst

Constructeur

Novaedes Architecten en Constructeurs

Akkerdistel 2D

5831 PJ Boxmeer

Auteurs

Geotechnisch adviseur R. van Tricht

Collegiale toets ing. R.J.A. Huijts

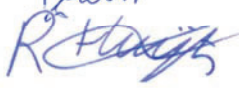
+31 88 130 06 00

info@geonius.nl

Postbus 1097

6160 BB Geleen

Geonius.nl

Functie	Naam	Paraaf
Geotechnisch adviseur	R. van Tricht	
Collegiale toets	ing. R.J.A. Huijts	

Inhoud

1	Inleiding	4
2	Projectbeschrijving	5
2.1	Beschrijving	5
2.2	Geotechnische uitgangspunten	5
3	Grondonderzoek	6
3.1	Algemeen	6
3.2	Diepsonderingen	6
3.3	Boring	6
3.4	Inmeting	7
4	Grondslag	8
4.1	Terreingesteldheid	8
4.2	Bodemopbouw	8
4.3	Grondwater	8
5	Ontwerpadvies	9
5.1	Algemeen	9
5.2	Fundering op staal	9
5.3	Vloeren	10
6	Uitvoering	11
6.1	Ontgravingen	11

Bijlagen

Bijlage 1 Situatietekening

Bijlage 2 Sondeergrafieken

Bijlage 3 Boorstaat

Bijlage 4 Funderingsdrukdiagram

Bijlage 5 Richtlijnen uitvoering

1 Inleiding

Door De heer René van Rengs werd aan Geonius Geotechniek B.V. opdracht gegeven om een geotechnisch grondonderzoek uit te voeren en een ontwerpadvies voor de fundering op te stellen. Dit onderzoek was nodig voor de nieuwbouw van een vrijstaande woning aan de Hoofdstraat naast nummer 9 te Lottum.

Voorliggend rapport bevat de resultaten van het grondonderzoek en het ontwerpadvies voor de fundering. Het ontwerpadvies is uitgewerkt conform NEN 9997-1 (Geotechnisch ontwerp Deel 1: Algemene regels) en NEN 1997-2 (Geotechnisch ontwerp Deel 2: Grondonderzoek en beproeving). Beide delen vormen de basis van Eurocode 7.

2 Projectbeschrijving

2.1 Beschrijving

Aan de Hoofdstraat naast huisnummer 9 te Lottum is de nieuwbouw van een vrijstaande woning gepland.

- De nieuwbouw bestaat uit maximaal 2 bovengrondse bouwlagen met kap;
- De nieuwbouw zal een vide bevatten;
- De nieuwbouw wordt niet van een kelder en/of kruipruimte voorzien;
- Het bouwpeil is op basis van de hoogte van Put A door ons aangenomen op ca. NAP +17,8 m;
- Het aanlegniveau is door ons geschat op ca. 0,8 m- bouwpeil. Dit komt overeen met ca. +17,0 m;
- De maximale rekenwaarde voor de belastingen op de funderingen zijn door de constructeur indicatief gegeven op lijnlasten q_d van ca. 170 kN/m¹ en puntlasten F_d van ca. 200 kN;
- In dit rapport is uitgegaan van verticaal en centrische belaste funderingen alsmede een horizontaal maaiveld;
- Eventuele beperkingen of randvoorwaarden als gevolg van milieukundige aspecten zijn buiten beschouwing gelaten.

Indien wordt afgeweken van voornoemde uitgangspunten dan dient ons bureau te worden gecontacteerd daar dan het ontwerpadvies mogelijk moet worden aangepast.

Voor het overige verwijzen wij naar de bestektekeningen van de architect.

2.2 Geotechnische uitgangspunten

Gezien de belastingen als gevolg van de nieuwbouw en de te verwachten bodemopbouw is het project door ons bureau conform NEN 9997 ingedeeld in de geotechnische categorie 2 (GC2). Dit betekent dat het terrein- en bodemonderzoek moet worden uitgevoerd volgens hoofdstuk 3.2 van NEN 9997 en een onderzoeksrapport dient te worden overlegd conform hoofdstuk 3.4 van NEN 9997.

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

3 Grondonderzoek

3.1 Algemeen

Ten behoeve van het grondonderzoek zijn in februari 2022 in totaal 3 diepsonderingen en 1 handboring uitgevoerd. Het aantal sonderingen en de ligging is door de constructeur aangegeven. Hierna is het uitgevoerde onderzoek verder beschreven.

3.2 Diepsonderingen

De sonderingen zijn genummerd GA220335 SW01 t/m SW03. De diepsonderingen zijn gemaakt met een elektrische conus waarbij de conusweerstand continu wordt gemeten, elektrisch geregistreerd en digitaal vastgelegd. De sonderingen zijn uitgevoerd conform NEN-EN-ISO 22476-1.

Bij de sonderingen is tevens de lokale wrijving gemeten. De continue registratie van de ondervonden bodemweerstand verzekert een gedetailleerd beeld van de bodemopbouw. Dit niet alleen voor wat betreft de sterkte van de bodem maar tevens met betrekking tot de aard van de aanwezige ongeroerde grondlagen.

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

Tabel 3.1: interpretatie van het wrijvingsgetal

Wrijvingsgetal in %	Grondsoort
0.3 – 1.5	Zand, grof tot fijn
1.5 – 2.5	Silt (leem)
2.5 – 5.0	Klei
> 5.0	Veen

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

In de elektrische conus bevindt zich een hellingmeter. Hierdoor is controle mogelijk op een eventueel afwijken van de verticaal. Bijzondere afwijkingen zijn niet vastgesteld.

3.3 Boring

Om de toplagen nader te verkennen is op de locatie tevens een handboring (genummerd GA220335 HB01) tot ca. 1,5 m- maaiveld uitgevoerd. Tijdens de boorwerkzaamheden is het bodemmateriaal lithologisch onderzocht. Bij het lithologisch onderzoek worden de grondsoorten geclassificeerd volgens NEN 5104. De boorstaat is opgenomen in de bijlagen.

3.4 Inmeting

De ligging van de onderzoekspunten is op situatietekening GA220335.T01 weergegeven. De resultaten van het grondonderzoek zijn in de bijlagen toegevoegd. De sondeergrafieken zijn getekend ten opzichte van NAP.

De onderzoekspunten zijn met behulp van 06-GPS ingemeten t.o.v. het Rijksdriehoekstelsel en NAP (nauwkeurigheid ca. 0,10 m). Alle gegevens van de inmetingen zijn een momentopname en zijn alleen te gebruiken voor voorliggend onderzoek.

4 Grondslag

4.1 Terreingesteldheid

Het huidige terrein is braakliggend. Ten tijde van het grondonderzoek lag het maaiveld ter plaatse van de sondeerpunten op een niveau van ca. NAP +17,2 à NAP +16,7 m. Het terrein kent hiermee een hoogtevariatie tussen de sondeerpunten van ca. 0,4 m. De hoofdstraat aan de voorzijde van het perceel ligt beduidend hoger op ca. NAP +17,6 m (= hoogte Put A).

4.2 Bodemopbouw

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

Toplaag:

Vanaf het maaiveld tot ca. NAP +7,75 m wordt een laag bestaande uit losgepakt tot matig vastgepakt zand aangetroffen. Dit zand is zwak humeus van aard. In de eerste meter vanaf het maaiveld komt geroerde grond voor als gevolg van antropogene activiteiten in het verleden. De conusweerstand in de toplaag varieert van ca. 1 MPa voor de geroerde en zettingsgevoelige delen en loopt op tot ca. 15 MPa ter plaatse van de matig vaste zandlagen.

Tussenlaag:

Vanaf ca. NAP +7,75 m tot ca. NAP +6,75 à ca. NAP +6,5 m wordt een laag bestaande uit slappe klei en silt aangetroffen. De conusweerstand in deze laag bedraagt ca. 2 MPa.

Onderlaag:

Vanaf ca. NAP +6,75 m à ca. NAP +6,5 m tot de maximale verkende diepte van ca. NAP +4,2 m wordt zandig grind aangetroffen. De conusweerstand in deze laag bedraagt ca. 20 MPa tot meer dan 30 MPa.

4.3 Grondwater

Tijdens het grondonderzoek is in de sondeergaten naar de actuele grondwaterstand gepeild. Deze werd aangetroffen op een diepte van ca. 1,5 m- maaiveld. Dit komt overeen met ca. NAP +15,4 m. Het betreft hierbij slechts een eenmalige meting, waardoor deze waarneming slechts als indicatie kan gelden. Daarnaast kan als gevolg van spanningswater, lagenopbouw en lokale omstandigheden een afwijkende waarde worden aangetroffen.

Wij wijzen erop dat de grondwaterstand van seizoen tot seizoen kan verschillen en in nattere jaargetijden mogelijk hoger wordt aangetroffen dan thans het geval is. Exacte grondwaterstanden kunnen alleen middels peilbuismetingen worden verkregen.

5 Ontwerpadvies

5.1 Algemeen

Gezien de aard van het project en de aangetroffen bodemopbouw adviseren wij een fundering op staal toe te passen. Wel zal vanwege de los gepakte en/of geroerde toplagen een grondverbetering moeten worden aangebracht om de zettingen en zettingsverschillen te beperken. In verband met de hoge grondwaterstand zal wellicht een bemaling noodzakelijk zijn om de werkzaamheden in den droge uit te kunnen voeren. Wij adviseren om de grondwaterstand te verifiëren door het plaatsen van één of meerdere peilbuizen en hierin regelmatig te peilen. Zodoende kan meer zekerheid verkregen worden over de grondwaterstanden ter plaatse.

Op basis van de huidige weghoogte is door ons uitgegaan van een bouwpeil van ca. NAP +17,8 m. Het maaiveld van het perceel ligt op een niveau van ca. NAP +16,7 m à +17,2 m. Het perceel dient derhalve ca. 1,1 m à 0,6 m te worden opgehoogd om tot het beoogde bouwpeil te komen. Indien het bouwpeil lager gekozen wordt, kunnen de ophogingen van het terrein wellicht beperkt worden. Direct naast de locatie stroomt echter de Siebersbeek waardoor, bij een lager bouwpeil, het risico op wateroverlast toeneemt. Bij de keuze van het uiteindelijke bouwpeil zal met bovenstaande punten rekening gehouden moeten worden.

Voor het ontwerpadvies van de fundering heeft het uiteindelijke bouwpeil geen invloed. De ontgravingsniveaus zullen hierdoor niet veranderen. Indien het maaiveld opgehoogd gaat worden, adviseren wij dit in een zo vroeg mogelijk stadium te doen, zodat de zettingen als gevolg van de ophogingen al zijn opgetreden, alvorens met de bouwwerkzaamheden wordt begonnen. Hiervoor kan een periode van ca. 3 à 6 maanden worden aangehouden.

Onderstaand is de fundering op staal verder uitgewerkt.

5.2 Fundering op staal

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

Bij de berekening van de funderingsconstructie als een elastisch ondersteunde ligger, kan gebruik gemaakt worden van een rekenwaarde voor de beddingsconstante van ca. 10 MN/m³ voor de stroken en ca. 14,5 MN/m³ voor de poeren. Of en in hoeverre de fundering van wapening moet worden voorzien is ter competentie van de constructeur.

In Tabel 5.1 zijn de te hanteren niveaus sec ter plaatse van de sonderingen ten opzichte van NAP gegeven. Indien de door ons gehanteerde uitgangspunten sterk mochten afwijken van de werkelijke, dan gelieve ons te contacteren.

Tabel 5.1: te hanteren niveaus voor de fundering

Sondering nr.	Maaiveldhoogte [m t.o.v. NAP]	Bouwpeilhoogte [m t.o.v. NAP]	Aanlegniveau [m t.o.v. NAP]	Minimaal ontgravingsniveau [m t.o.v. NAP]
SW01	+16,72	+17,8	+17,0	+15,6
SW02	+16,94			+15,8
SW03	+17,16			+16,5

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

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

Bij bovenstaande wijze van funderen zijn de rekenwaarden voor de draagkracht loodrecht op het funderingsoppervlak gegeven in bijlage 4. Hierbij is gerekend met een gedraineerde, homogene ondergrond en een permanente gronddekking van 0,4 m, 0,5 m en 0,6 m en een hoge grondwaterstand.

Teneinde een idee te verkrijgen van de orde van grootte van de zettingen, zijn berekeningen uitgevoerd met behulp van geschatte parameters. De optredende maximale zettingen schatten wij omtrent 5 tot 10 mm. De zettingsverschillen bedragen ca. 50%.

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

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

5.3 Vloeren

De vloeren kunnen, nadat de teelaarde, losse geroerde grond en andere ongerechtigheden zijn verwijderd, op een goed verdichte grondverbetering worden aangelegd. De grondverbetering onder de stroken/poeren kan doorgezet worden tot de onderkant van de vloer. Eventueel kan de vloer vrijdragend uitgevoerd worden, waardoor het grondverzet beperkt kan worden. De uiteindelijk keuze kan door de opdrachtgever/constructeur gemaakt worden op basis van economische en uitvoeringstechnische gronden.

Zie ook de richtlijnen uitvoering grondverbeteringen welke zijn opgenomen in de bijlagen.

In hoeverre de vloeren nog van wapening dienen te worden voorzien is ter competentie van de constructeur. Wij adviseren de vloeren los te houden van de overige constructies, zodat de eventuele zettingen ongestoord kunnen optreden.

6 Uitvoering

6.1 Ontgravingen

Voor een juiste uitvoering van de funderingswerkzaamheden is het noodzakelijk dat de grondwaterstand tenminste 0,5 meter-het ontgravingsvlak staat. Aangezien de huidige grondwaterstand op ca. NAP +15,4 m is aangetroffen, verwachten wij dat er - afhankelijk van het seizoen waarin de fundering wordt gerealiseerd - een bemaling moet worden toegepast om de grondwaterstand tot op ca. NAP +15,1 m te verlagen. Wij adviseren om, alvorens met de bouwwerkzaamheden wordt begonnen, de grondwaterstand te verifiëren. Dit kan middels het graven van één of meerdere proefgaten of het plaatsen van peilbuizen.

Daarnaast kan tijdens natte perioden wateroverlast in de bouwput ontstaan als gevolg van regenwater dat zeer traag in de ondergrond wordt opgenomen. Dit stagnerend regenwater kan echter worden afgepompt.

Bij het ontgraven en het aanbrengen van de grondverbetering dient rekening gehouden te worden met de stabiliteit van de fundering van de belendende bebouwing alsmede mogelijk aanwezige ondergrondse infrastructuur. Het is aanbevelenswaardig om vooraf de aard van de bestaande funderingen (op palen/op staal, aanlegdiepte) vast te stellen middels het graven van enkele (kleine) proefgaten vlak naast deze funderingen. In geen geval mag de gehele fundering worden vrij gegraven. Desgewenst kan ons bureau in dat stadium nader adviseren omtrent de uitvoeringswijze van de nieuwe fundering om stabiliteitsverlies van de bestaande funderingen en infrastructuur te voorkomen.

Bij het loodrecht uitgraven van de sleuven en/of de bouwput moet rekening worden gehouden met het inkalven van de wanden als gevolg van de weke en plaatselijk geroerde bovengrond.

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

Het verdient aanbeveling om het ontgravingsvlak, indien dit althans niet te veel leem- en/of klei bevat, zorgvuldig en in droge toestand af te trillen. Zodoende worden ontgravingsverstoringen teniet gedaan en wordt een zo optimaal mogelijke funderingsgrondslag verkregen.

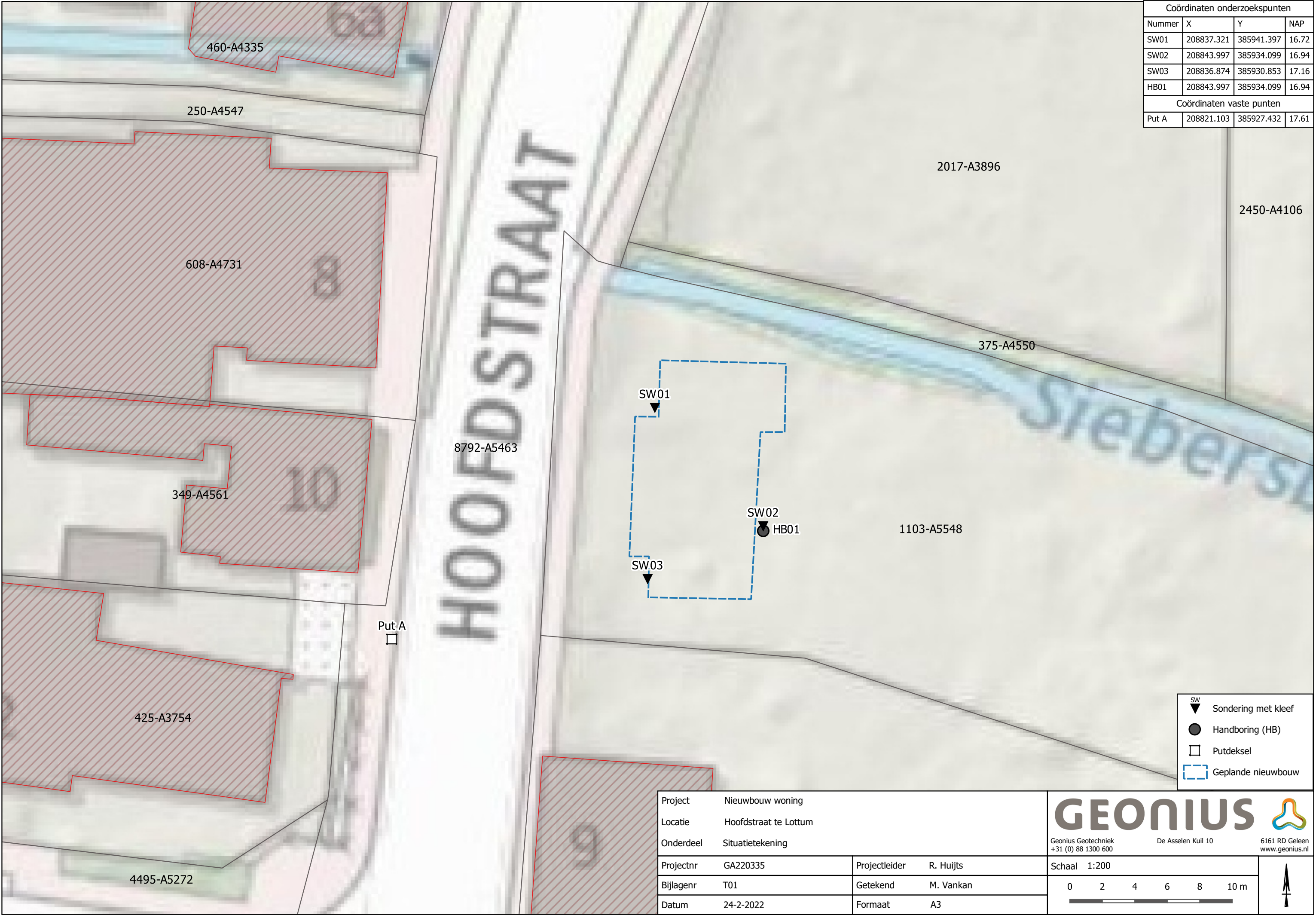
Wellicht dat het zand dat vrijkomt bij het ontgraven voor de funderingen elders hergebruikt kan worden als materiaal voor grondverbetering. Het verdient aanbeveling dit materiaal door Geonius te laten keuren alvorens het te gebruiken als materiaal voor grondverbetering. Zie ook de richtlijnen grondverbetering in de bijlagen.

Bij de ontgravingswerkzaamheden ten behoeve van de funderingen zal het vrijkomend materiaal uit puin, leem, zand, etc. bestaan. Bij eventuele afvoer van de grond van de bouwlocatie zal er rekening moeten worden gehouden dat de benodigde milieukundige verklaringen (b.v. AP04) aanwezig zijn. Indien gewenst kunnen wij dit voor u verzorgen.

Bijlagen

Bijlage

Bijlage 1 Situatietekening



Coördinaten onderzoekspunten			
Nummer	X	Y	NAP
SW01	208837.321	385941.397	16.72
SW02	208843.997	385934.099	16.94
SW03	208836.874	385930.853	17.16
HB01	208843.997	385934.099	16.94
Coördinaten vaste punten			
Put A	208821.103	385927.432	17.61

SW	Sondering met kleef
●	Handboring (HB)
□	Putdeksel
▭	Geplande nieuwbouw

Project	Nieuwbouw woning		
Locatie	Hoofdstraat te Lottum		
Onderdeel	Situatietekening		
Projectnr	GA220335	Projectleider	R. Huijts
Bijlagenr	T01	Getekend	M. Vankan
Datum	24-2-2022	Formaat	A3

GEONIUS

Geonius Geotechniek
+31 (0) 88 1300 600

De Asselen Kuil 10
6161 RD Geleen
www.geonius.nl



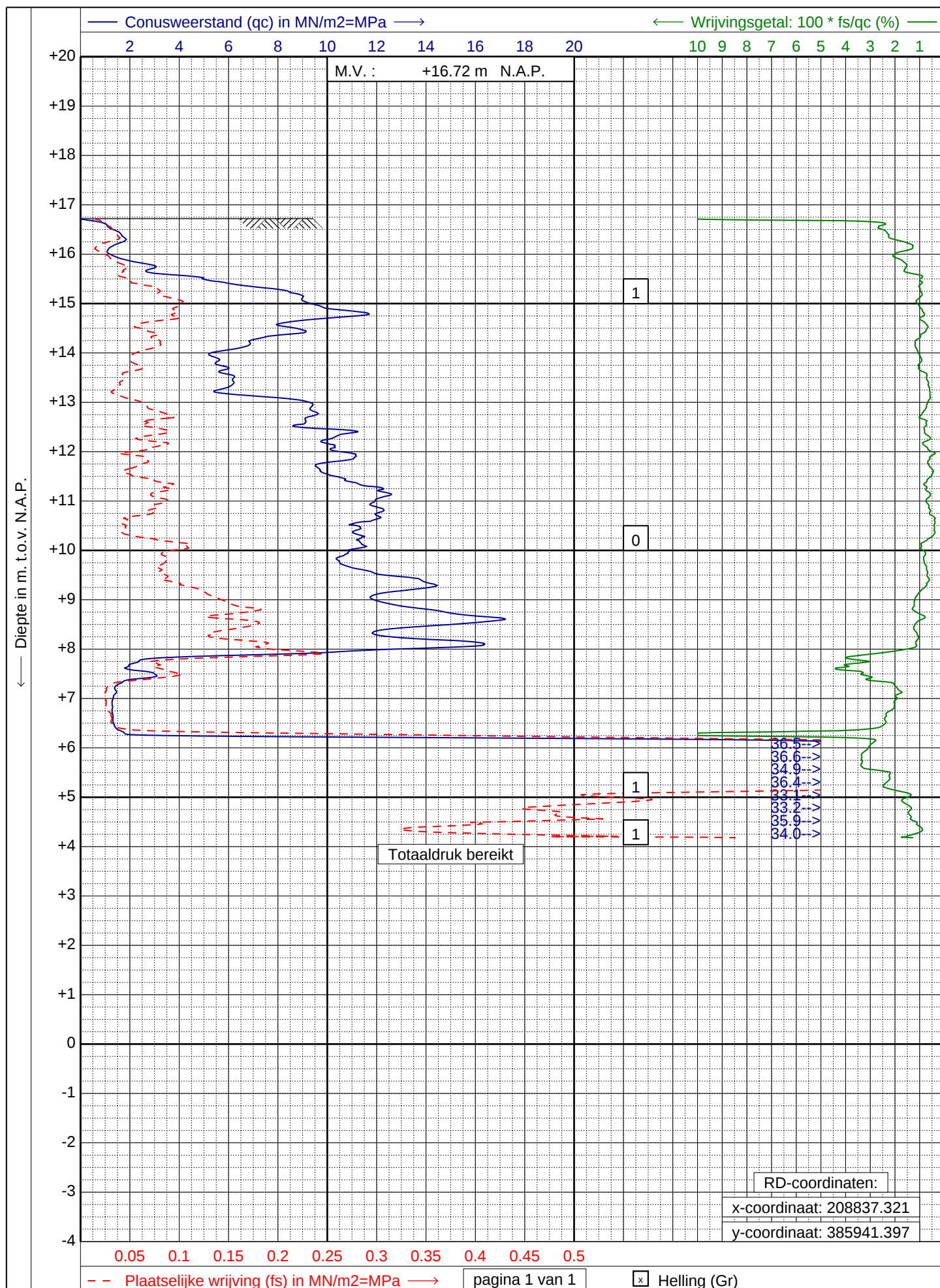
Schaal 1:200

0 2 4 6 8 10 m





Bijlage 2 Sondeergrafieken

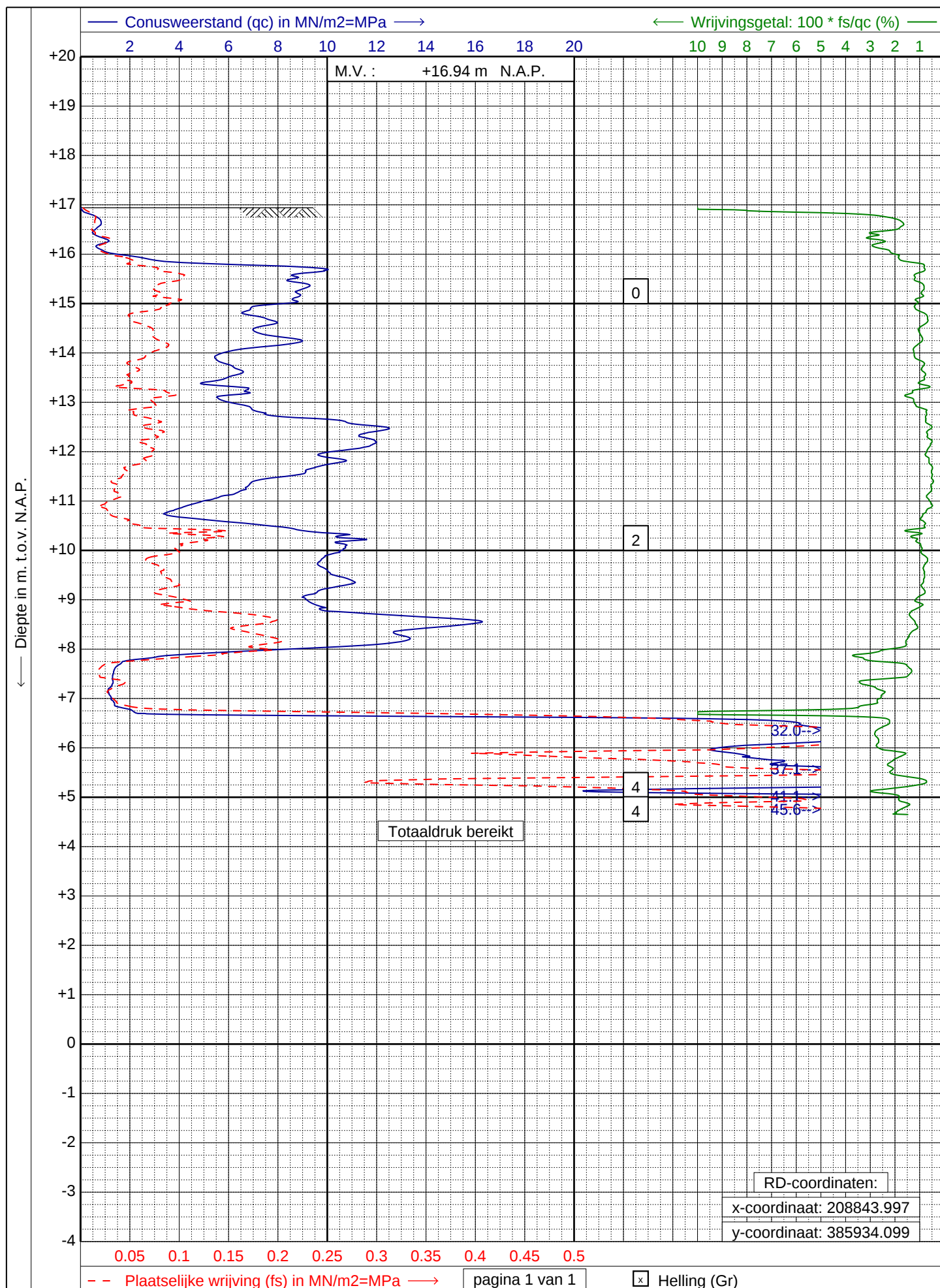


GEONIUS
www.geonius.nl
E-mail: info@geonius.nl
Tel.: 088-1300600

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

Project : **Nieuwbouw woning**
Locatie : **Hoofdstraat te Lottum**

Datum : **23-02-2022**
Conus : **S15-CFI.1805**
Opdracht : **GA220335**
Sondering : **01**

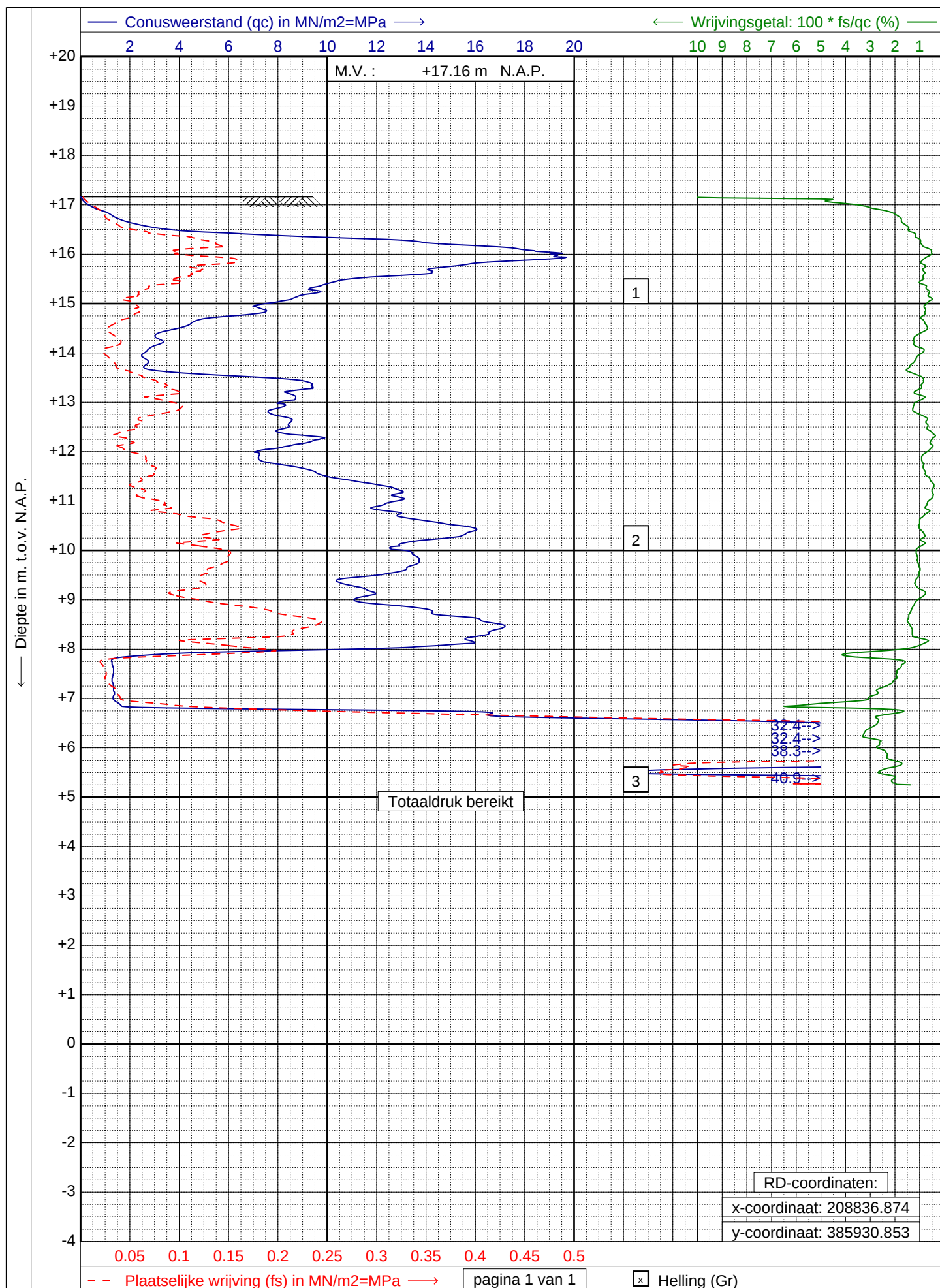


GEONIUS
www.geonius.nl
E-mail: info@geonius.nl
Tel.: 088-1300600

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

Project : **Nieuwbouw woning**
Locatie : **Hoofdstraat te Lottum**

Datum : **23-02-2022**
Conus : **S15-CFI.1805**
Opdracht : **GA220335**
Sondering : **02**



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

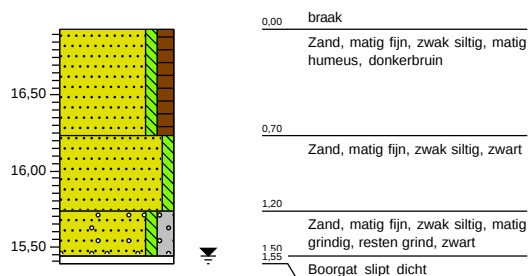
Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1, klasse 2 Type: TE1

Project : **Nieuwbouw woning**
Locatie : **Hoofdstraat te Lottum**

Datum : **23-02-2022**
Conus : **S15-CFI.1805**
Opdracht : **GA220335**
Sondering : **03**

Bijlage 3 Boorstaat

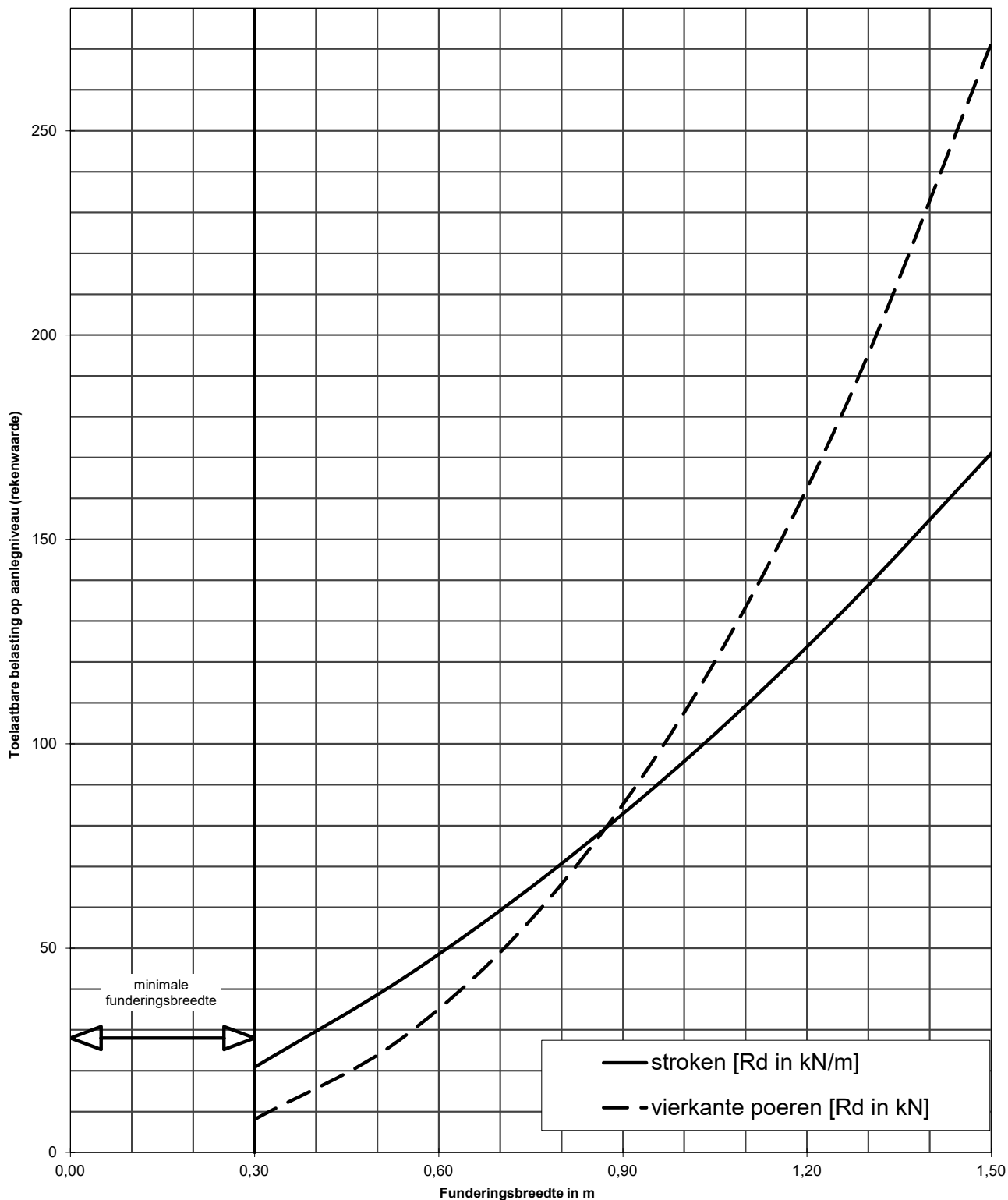
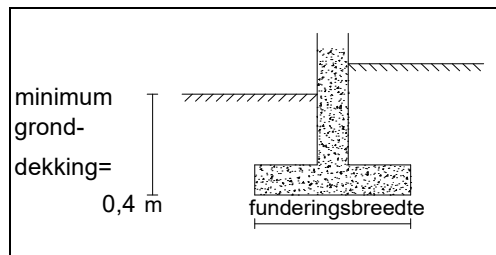
Boring: HB01
 Maaiveldhoogte: 16,936 m. t.o.v. N.A.P.
 Grondwaterstand (cm. - mv.): 150
 Datum: 23-2-2022
 Opmerking: Bij SW02



Bijlage 4 Funderingsdrukdiagram

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

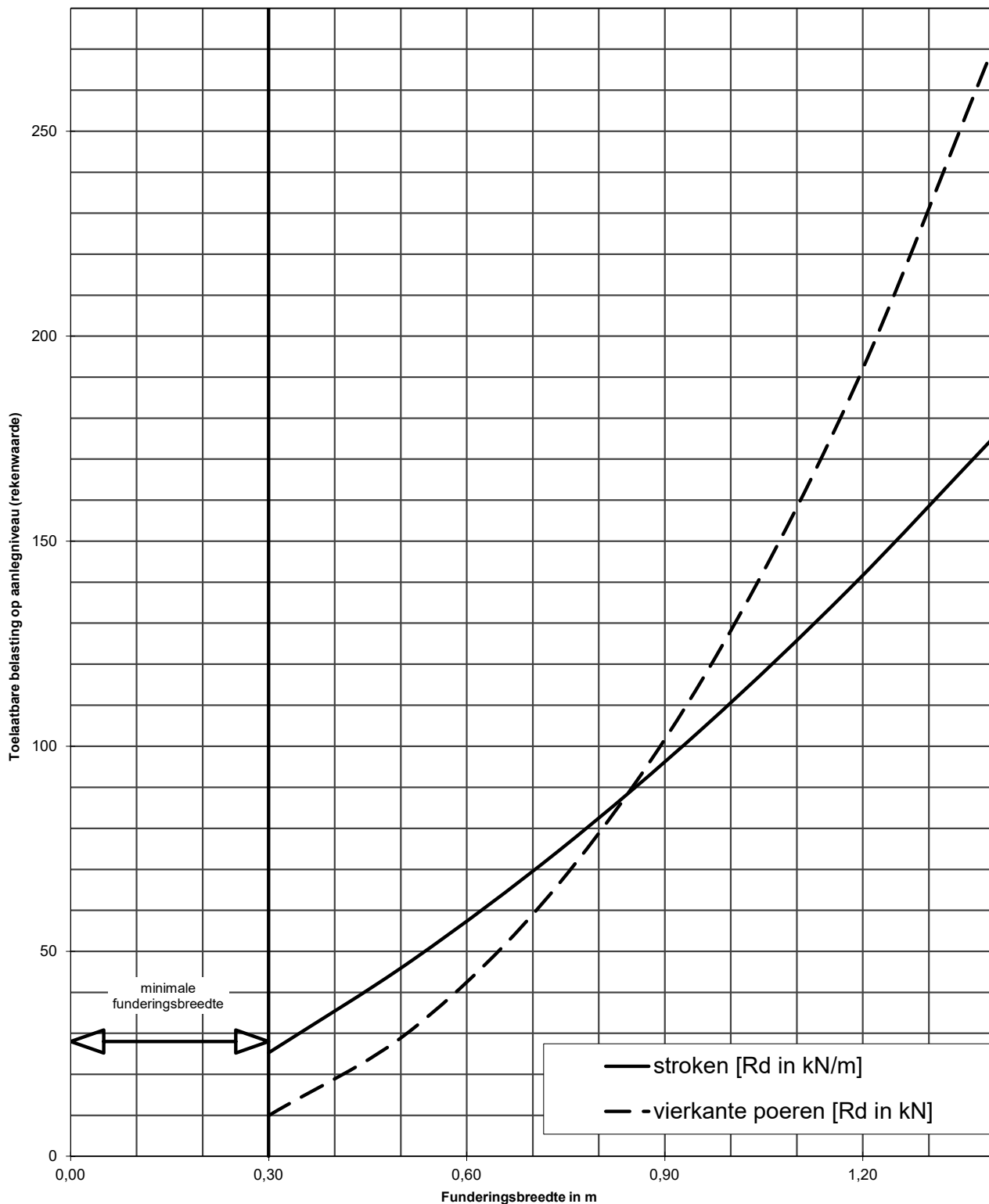
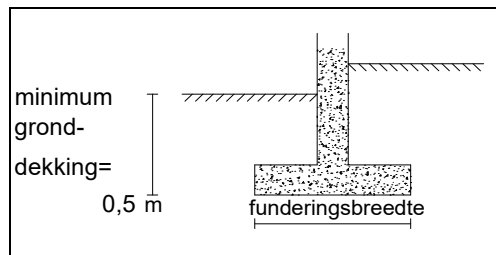
Bijlagenr. : GA220335
Project : Hoofdstraat te Lottum nieuwbouw woning
Locatie : Gemeente Horst aan de Maas
Grondsoort : Leem
Volumiek gewicht : $10,0 \text{ kN/m}^3$
Hoek inw. wrijving : $27,5 \text{ graden}$
Cohesie : $0,0 \text{ kN/m}^2$



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

Bijlagenr. : GA220335
Project : Hoofdstraat te Lottum nieuwbouw woning
Locatie : Gemeente Horst aan de Maas
Grondsoort : Leem

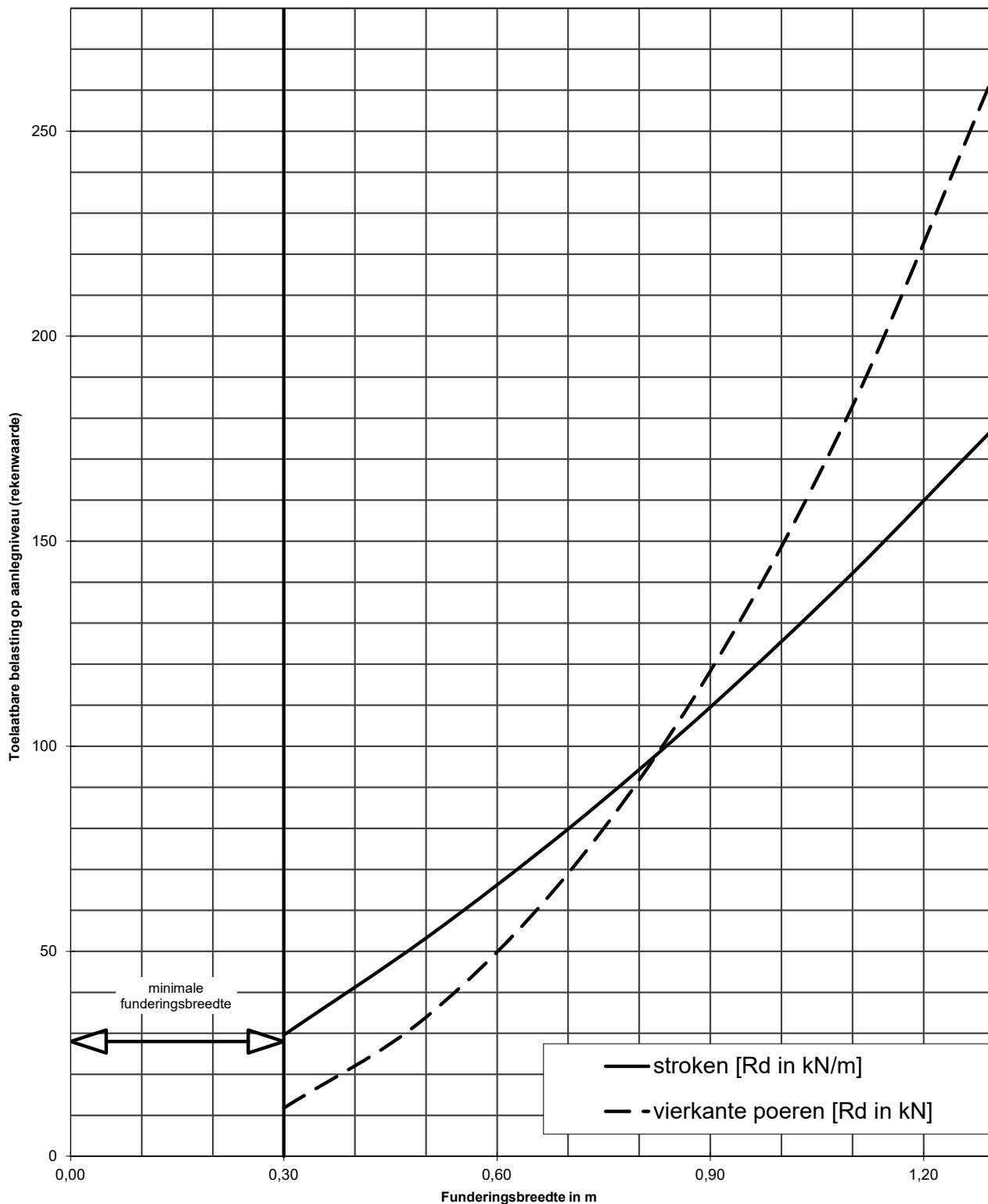
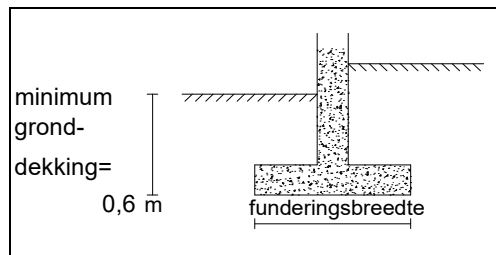
Volumiek gewicht : 10,0 kN/m³
Hoek inw. wrijving : 27,5 graden
Cohesie : 0,0 kN/m²



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

Bijlagenr. : GA220335
 Project : Hoofdstraat te Lottum nieuwbouw woning
 Locatie : Gemeente Horst aan de Maas
 Grondsoort : Leem

Volumiek gewicht : 10,0 kN/m³
 Hoek inw. wrijving : 27,5 graden
 Cohesie : 0,0 kN/m²



Bijlage 5 Richtlijnen uitvoering

Het te gebruiken materiaal

Onderstaand zijn de eisen omschreven waaraan het materiaal moet voldoen dat voor een grondverbetering wordt gebruikt. De genoemde percentages zijn gewichtspercentages.

- Het materiaal moet bestaan uit schoon en goed gegradeerd zand en/of grind. Verschillende korrelgroottes (fracties) moeten ieder in voldoende hoeveelheid aanwezig zijn.
- De uniformiteitscoëfficiënt $U = D_{60} / D_{10}$ dient minimaal 2,0 te bedragen. Hierin is D_{10} de korreldiameter met een zeefdoorval van 10 % en D_{60} de korreldiameter met een zeefdoorval van 60%.
- De korrelfractie kleiner dan $63 \mu\text{m}$ (silt en klei) mag in het algemeen niet meer bedragen dan 5 %. Indien minder strenge eisen aan de grondverbetering worden gesteld is een percentage van 10 % < $63 \mu\text{m}$ toelaatbaar.
- Het humusgehalte (gehalte organische stof) mag ten hoogste 2 % bedragen.
- De korrelvorm is bij voorkeur hoekig.
- De curve van de (verzwaaarde) proctorproef van het watergehalte versus de maximaal te bereiken (droge) dichtheid dient bij voorkeur een flauw verloop te hebben rond het optimale watergehalte. Hierdoor kan een goede verdichting worden verkregen bij verschillende watergehalten.

Controle op het te gebruiken materiaal

Voordat met de uitvoering wordt begonnen zal, afhankelijk van de te stellen eisen aan de grondverbetering, het te gebruiken materiaal moeten worden onderzocht op korrelgrootteverdeling, korrelvorm en verdichtbaarheid.

Dit geldt zowel voor het van nature aanwezige zand als voor eventueel aan te voeren zand. Na een eventuele visuele inspectie waarmee een eerste algehele indruk wordt verkregen, kan het onderzoek geschieden door middel van respectievelijk een zeefanalyse, microscopisch onderzoek en de (verzwaaarde) proctorproef.

Aanbrengen en verdichten

- Voor het aanbrengen van de grondverbetering dient de grondwaterstand minimaal ca. **50 cm** onder het ontgravingsvlak te staan. Zonodig zal de grondwaterstand verlaagd moeten worden. Bij een hogere grondwaterstand kunnen, afhankelijk van de doorlatendheid van de ondergrond en het te gebruiken materiaal, alsmede van de trilapparatuur, drijfzandcondities optreden (liquefaction).
- De aanlegbreedte van de grondverbetering zal zodanig moeten zijn dat een spreiding van de funderingsdrukken mogelijk is onder een hoek van 45° met de horizontaal vanaf de onderste randen van de fundering.
- Indien de grondslag uit niet-cohesief materiaal zoals zand of grind (met een laag leemgehalte) bestaat, dient het ontgravingsvlak met een lichte trilplaat te worden afgetrild, voordat de grondverbetering wordt aangebracht. Cohesief materiaal zoals leem/löss kan niet of nauwelijks worden verdicht.

- Middels een (verzwaarde) proctorproef kan het optimale watergehalte van het materiaal worden bepaald in relatie tot de hoogst verkregen dichtheid bij een constante hoeveelheid toegevoerde energie. Het watergehalte zal in de regel tijdens het verdichten tussen de ca. 8 en 15 % moeten bedragen. **Indien het materiaal óf te nat óf te droog is wordt zelden de vereiste verdichting verkregen.**
- De grondverbetering dient laagsgewijs te worden opgebouwd. De laagdikte moet in overeenstemming zijn met de verdichtingsapparatuur. Het volgende schema geeft een globale indicatie bij de toepassing van trilplaten :

Centrifugaal- kracht (kN)	Gewicht (kg)	Laagdikte (cm)
-----	-----	-----
10 - 20	< 100	20
25 - 40	150 - 300	30
50 - 80	400 - 600	40
> 100	> 650	50 - 60

Opgemerkt wordt dat de volgens fabrieksspecificatie opgegeven dieptewerking geen maatstaf is voor de toe te passen laagdikte.

Elke laag moet zorgvuldig worden verdicht. Hiervoor zijn minimaal 4 gangen nodig, elkaar kruisend en overlappend. Aangezien de effectiviteit van de apparatuur zeer snel met de diepte afneemt, moet bij grotere laagdikte rekening worden gehouden met een forse toename van het aantal benodigde gangen. De effectiviteit en daarmee van het aantal benodigde gangen is ook afhankelijk van het onderhoud en de slijtage van de apparatuur.

Wanneer zware trilapparatuur wordt gebruikt, dient het funderingsniveau nagetrild te worden met een lichte trilplaat, omdat een zware trilplaat of -wals de bovenste laag (ca. 15 cm) niet verdicht of losschudt.

Controle op het aanbrengen en verdichten

Controle op de kwaliteit van de aangebrachte grondverbetering kan geschieden op onderstaande wijze :

- Verkenning met het visiteerijzer. Hiermee kan een indruk worden verkregen van de bovenste laag van het grondverbeteringspakket.
- Mechanische (lichte) slagsonderingen. Hierbij kan het volledige grondverbeteringspakket worden gecontroleerd.
- Hydraulische sonderingen. Indien de aangebrachte grondverbetering berijdbaar is voor een sondeertruck kan op deze wijze het volledige pakket worden doorgelicht.
- Handsonderingen. Vanwege de beperkte mogelijkheden met betrekking tot de te meten conusweerstand en de te bereiken diepte kan hiermee een pakket van maximaal ca. 0,5 à 1,0 m dikte worden gecontroleerd.
- In-situ-dichtheidsbepalingen. Met behulp van volume-steekringen worden monsters genomen waarvan de dichtheid wordt bepaald. Ook nucleaire dichtheidsmetingen kunnen worden gebruikt.
- Plaatdrukproeven. Hiermee wordt een indruk verkregen van het zettingsgedrag van een grondverbeteringspakket en daarmee van de kwaliteit.

Te stellen eisen aan de aangebrachte grondverbetering

Bij de controle van de kwaliteit van de aangebrachte grondverbetering worden de volgende kwalitatieve maatstaven gehanteerd:

- De indringing van een visiteerijzer met een doorsnede van 8 mm mag niet meer bedragen dan 10 à 15 cm.
- De conusweerstand moeten tot een diepte van 60 cm gelijkmatig oplopen tot ca. 6 MN/m² bij hydraulische of handsonderingen of 25 à 30 slagen per 20 cm bij lichte slagsonderingen (10 kg). Hieronder moeten de conusweerstand een waarde bereiken van minimaal ca. 10 MN/m² of 45 à 50 slagen per 20 cm bij lichte slagsonderingen.
- De dichtheid moet ca. 95 à 98 % bedragen van de maximale dichtheid, zoals bepaald met de proctorproef.

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