

**Funderingsadvies
t.b.v. nieuwbouw uitkijktoren
Aan de Slakweg 5
Te Maastricht**

Opdrachtnummer: GA150241
Rapport: R01
Versie: v1.0

Datum rapport: 1 juni 2015

Opdrachtgever: De Dwaze Herder
Slakweg 5
6228 NB Maastricht

Architect: Grasveld Tuin- en Landschapsarchitecten
Goilberdingerstraat 14A
4101 BP Culemborg

Constructeur: Castermans Engineers
Waterrijk 1
6247 CL Gronsveld

Functie:	Naam:	Gezien en akkoord:
Geotechnisch adviseur		
Controle		

Gemeente Maastricht
Veiligheid en Leefbaarheid

Ontvangen op: 06-10-2015

Zaaknummer: 15-2138WB

Behoort bij besluit van B&W
d.d. 20-06-2016
Geonius Geotechniek B.V.
Breinderveldweg 15
6365 CM Schinnen

PLAN OP HOOFDLIJNEN GETOETST

Gezien d.d. 10 mei 2016

Behoort bij ontwerpbesluit van B&W

GEONIUS
CIVIEL GEOTECHNIEK MILIEU

Tel: 088-1300600

Email: info@geonius.eu
Website: www.geonius.eu

INHOUDSOPGAVE

1.0	INLEIDING	1
2.0	PROJECTBESCHRIJVING.....	2
3.0	GEOTECHNISCHE UITGANGSPUNTEN	3
4.0	GRONDONDERZOEK.....	4
4.1	Algemeen	4
4.2	Diepsonderingen	4
4.3	Boring.....	4
4.4	Inmeting	4
5.0	TERREINGESTELDHEID EN BODEMOPBOUW	5
5.1	Terreingesteldheid	5
5.2	Bodemopbouw	5
5.3	Grondwater	5
6.0	FUNDERINGSADVIES.....	6
6.1	Algemeen	6
6.2	Fundering op staal	6
7.0	UITVOERING	8

Bijlagen:

Bijlage 1	Situatietekening
Bijlage 2	Sondeergrafieken
Bijlage 3	Boorstaat
Bijlage 4	Funderingsdrukdiagram
Bijlage 5	Richtlijnen uitvoering



1.0 INLEIDING

Door De Dwaze Herder werd aan Geonius Geotechniek BV opdracht gegeven om een geotechnisch grondonderzoek uit te voeren en een funderingsadvies op te stellen. Dit onderzoek was nodig voor de nieuwbouw van een uitkijktoren aan de Slakweg 5 te Maastricht.

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



2.0 PROJECTBESCHRIJVING

Aan de Slakweg 5 te Maastricht is de nieuwbouw van een uitkijktoren gepland.

Voor het funderingsadvies voor de geplande nieuwbouw zijn door ons de onderstaande, mede door de constructeur en architect verstrekte uitgangspunten gehanteerd:

- De nieuwbouw bestaat uit een uitkijktoren met een hoogte van ca. 29 meter;
- De toren zal niet worden voorzien van een kelder en/of kruipruimte;
- Het bouwpeil is door ons aangenomen op gelijke hoogte als het huidige maaiveld, in dit geval ca. Ref. -1,0 m;
- Het aanlegniveau is door de constructeur bepaald op 1,5 m- maaiveld. Dit komt overeen met ca. Ref. -2,6 m;
- De maximale rekenwaarde voor de belasting uit de toren bedraagt volgens opgave ca. 900 kN. In verband met het door de constructeur aangenomen funderingselement (aannee vooralsnog ca. 6x6 m i.v.m. windbelasting) is de totale belasting op de ondergrond door ons geschat op ca. 2.200 kN;
- 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 advies mogelijk moet worden aangepast.

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



3.0 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.



4.0 GRONDONDERZOEK

4.1 Algemeen

Ten behoeve van het grondonderzoek zijn in mei 2015 een 2-tal sonderingen uitgevoerd. Daarnaast is ter verkenning van de samenstelling van de toplagen eveneens een handboring uitgevoerd.

4.2 Diepsonderingen

De sonderingen zijn genummerd GA150241 SW01 en SW02. 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-ISO22476-1.

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 gronden in Limburg ongeveer de navolgende relaties:

<u>Wrijvingsgetal in %</u>	<u>Grondsoort</u>
0.3 - 1.5	Zand, grof tot fijn
1.5 - 2.5	Silt (leem/löss)
2.5 - 5.0	Klei
> 5.0	Veen en bruinkool

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.

Bij de sonderingen is een kleefmeting gedaan. De kleefmeting geeft een indicatie van de grondsoorten van de onderzochte grond.

4.3 Boring

Om de samenstelling van de toplagen nader te verkennen is op de locatie tevens een handboring (genummerd GA150241 B01) tot ca. 0,7 m- maaiveld uitgevoerd. In verband met het aantreffen van vaste grindlagen kon de boring niet dieper worden doorgezet. Tijdens de boorwerkzaamheden is het bodemmateriaal lithologisch onderzocht. Bij het lithologisch onderzoek worden de grondsoorten geclassificeerd volgens NEN-EN-14688. De boorstaat is uitgetekend ten opzichte van Ref. en is opgenomen in de bijlagen.

4.4 Inmeting

De ligging van de onderzoekspunten is op situatietekening GA150241.T01 weergegeven. De resultaten van het grondonderzoek zijn in de bijlagen toegevoegd. De punten zijn ingemeten ten opzichte van Ref., waarbij is uitgegaan van Dorpel A, zie situatietekening.



5.0 TERREINGESTELDHEID EN BODEMOPBOUW

5.1 Terreingesteldheid

Ten tijde van het grondonderzoek was het onderzoeksterrein braakliggend. Het maaiveld lag ter plaatse van de sondeerlocaties op een niveau van ca. Ref. -1,1 m. Het maaiveld kent hiermee nauwelijks hoogteverschil.

5.2 Bodemopbouw

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

Toplaag

Vanaf maaiveld wordt tot een niveau van ca. Ref. -0,5 m à -0,7 m een matig vast, matig zandig leempakket aangetroffen. De toplaag is geroerd.

Onderlaag

Onder de toplaag wordt tot de maximaal verkende diepte van ca. Ref. -5,0 m een vaste tot zeer vaste zandgrindlaag aangetroffen. De conusweerstand variëren van ca. 8 tot ca. 28 MPa. Plaatselijk loopt de conusweerstand terug tot 5 MPa als gevolg van een minder vast gepakte zandlaag. Op ca. Ref. -5,0 m zijn de sonderingen gestrand door het bereiken van de totaaldruk.

5.3 Grondwater

Door tijdens het grondonderzoek te peilen in de sondeer-en boorgaten is tot een diepte van ca. 4,0 m- maaiveld geen water aangetroffen. Op dit niveau waren de sondeergaten ingestort waardoor niet dieper gepeild kon worden. Deze opname is eenmalig en bedoeld als oriënterend gegeven.

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.



6.0 FUNDERINGSADVIES

6.1 Algemeen

Gezien de aard van het project en de aangetroffen bodemopbouw wordt voor de geplande nieuwbouw een fundering op staal geadviseerd.

6.2 Fundering op staal

In aanmerking komt een poerfundering. De fundering is 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 beddingsconstante van ca. 20.000 kN/m³. Of en in hoeverre de fundering van wapening moet worden voorzien is ter competentie van de constructeur.

In tabel 6.2.1 zijn de te hanteren niveaus ter plaatse van de sonderingen ten opzichte van maaiveld gegeven. Indien de door ons gehanteerde uitgangspunten sterk mochten afwijken van de werkelijke, dan gelieve ons te contacteren.

Tabel 6.2.1: te hanteren niveaus voor de fundering

Sondering nr.	Maaiveldhoogte [m t.o.v. ref]	Bouwpeilhoogte [m t.o.v. ref]	Aanlegniveau [m t.o.v. ref]	Minimaal ontgravingsniveau [m t.o.v. ref]
S01	-1,07	-1,10	-2,6	-2,6
S02	-1,13	-1,10	-2,6	-2,6

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 redelijk schone en vaste zandgrind 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. Een verdiepte aanzet behoort ook tot de mogelijkheden.

Bij bovenstaande wijze van funderen zijn de rekenwaarden voor de draagkracht loodrecht op het funderingsoppervlak gegeven in bijlage 4. Hierbij is gerekend met een gedraineerd en homogene ondergrond.

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 enkele millimeters. De zettingsverschillen bedragen ca. 50%.



Opdrachtnr: GA150241.R01.v1.0

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).



7.0 UITVOERING

Voor een juiste uitvoering van de funderingswerkzaamheden is het noodzakelijk dat de grondwaterstand tenminste 0,5 meter- het ontgravingsvlak staat. Ten tijde van het grondonderzoek is geen grondwater aangetroffen. Op basis hiervan verwachten wij dat een bemaling niet noodzakelijk is.

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 weinig cohesieve bovengrond.

Alle ontgravingsvlakken dienen zorgvuldig en in droge toestand te worden afgetrild met een zware trilplaat of -wals. Indien de bovenste laag hierdoor wordt losgetrild, dient deze te worden nageatrild met een lichte trilplaat. Op deze wijze wordt een zo optimaal mogelijke funderingsgrondslag verkregen.

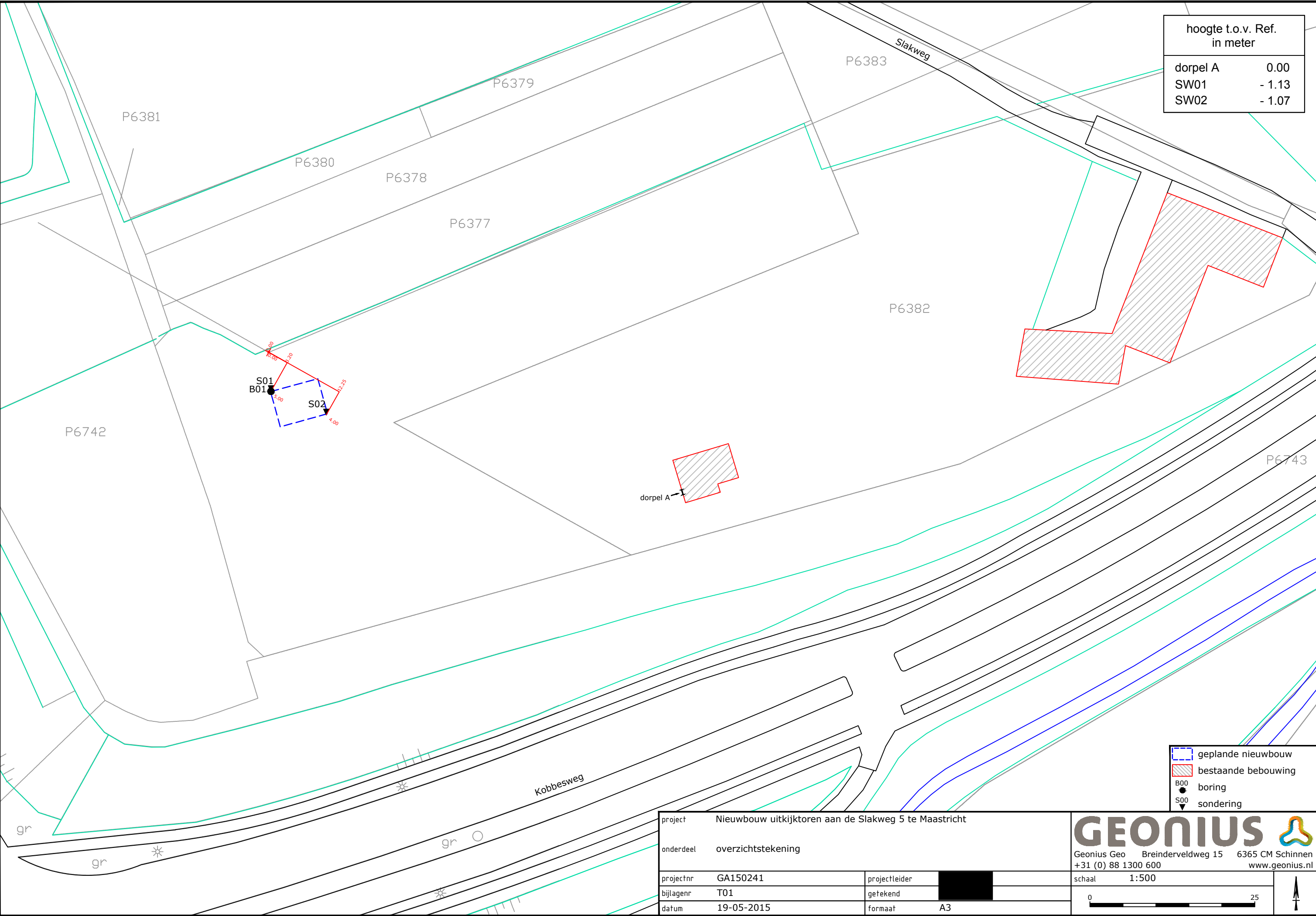
Bij de ontgravingswerkzaamheden ten behoeve van de funderingen zal het vrijkomend materiaal uit puin, leem, zand, grind, etc. bestaan. Bij eventuele afvoer van de grond van de bouwlocatie zal er rekening moeten worden gehouden dat de benodigde milieukundige verklaringen (b.v. AP04) aanwezig zijn. Indien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



Bijlage 1:

Situatietekening

GA150241.T01



hoogte t.o.v. Ref. in meter	
dorpel A	0.00
SW01	- 1.13
SW02	- 1.07

- geplande nieuwbouw
- bestaande bebouwing
- boring
- sondering

project	Nieuwbouw uitkijktoren aan de Slakweg 5 te Maastricht	
onderdeel	overzichtstekening	
projectnr	GA150241	projectleider
bijlagenr	T01	getekend
datum	19-05-2015	formaat A3

GEONIUS
Geonius Geo Breinderveldweg 15 6365 CM Schinnen
+31 (0) 88 1300 600 www.geonius.nl

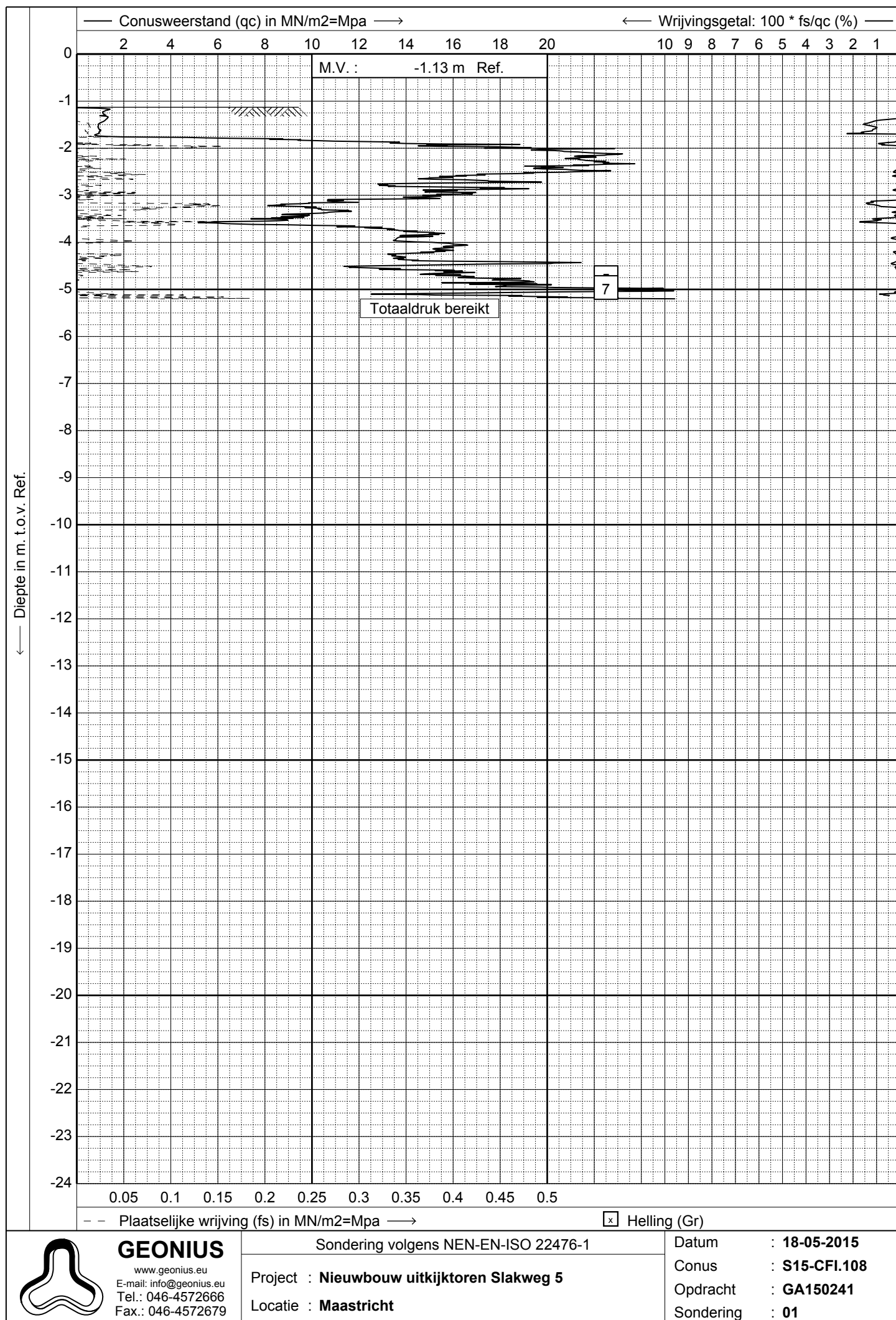
schaal 1:500

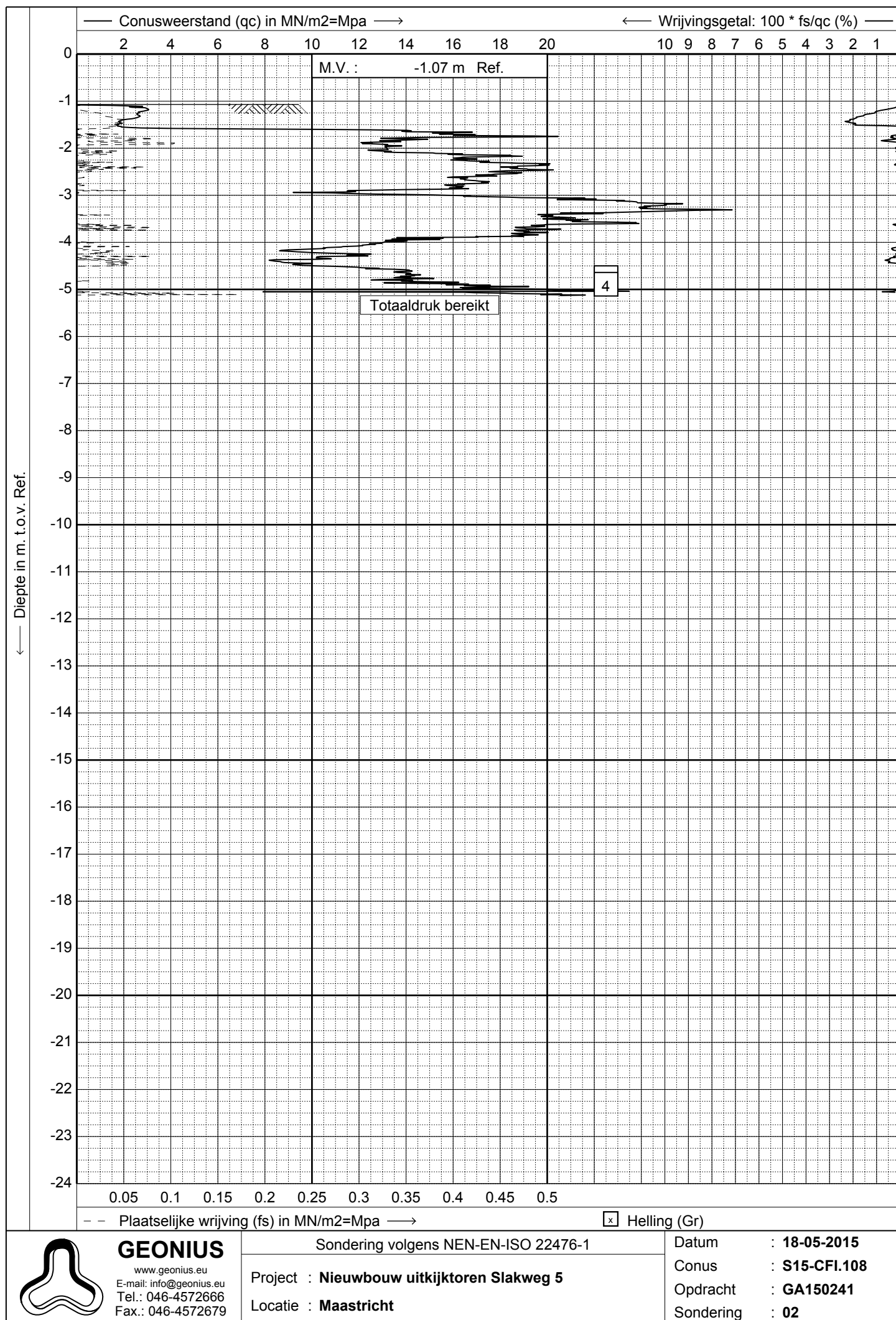
0 25

Bijlage 2

Sondeergrafieken

GA150241 S01 en S02





Bijlage 3

Boring

GA150241 B01

opdrachtnummer : GA150241

projectomschrijving : Nieuwbouw uitkijktoren aan de Slakweg 5 te Maastricht

boring:

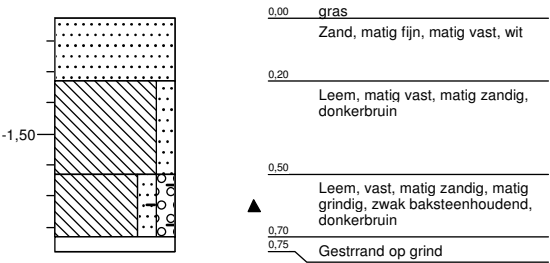
B01

Maaiveldhoogte : -1.13 m. t.o.v. Ref.

GWS : cm. - mv.

Datum : 18-05-2015

Opmerking: Bij SW01



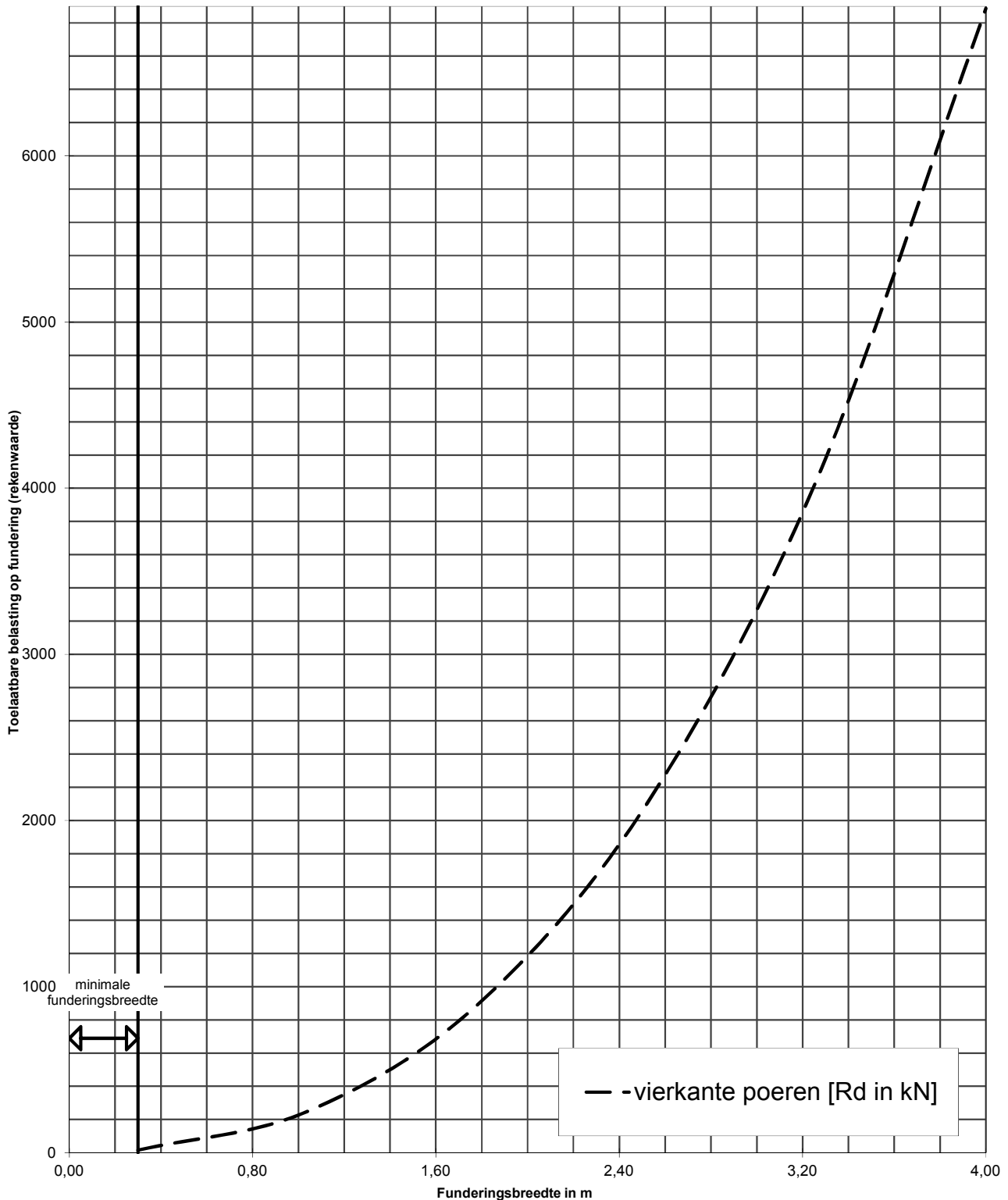
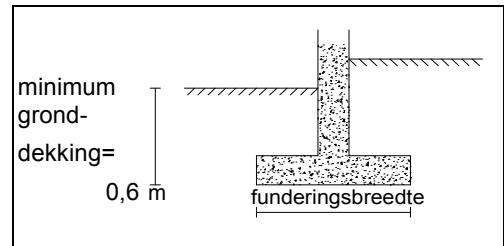
Bijlage 4

Funderingsdrukdiagram

Rekenwaarde voor de maximaal toelaatbare belasting volgens NEN 9997-1:2011
bij verticaal centrisch belaste funderingen

Bijlagenr. : GA150241
Project : Nieuwbouw uitkijktoren aan de Slakweg 5
Locatie : Maastricht
Grondsoort : Grind

Volumiek gewicht : 18,0 kN/m³
Hoek inw. wrijving : 30,0 graden
Cohesie : 0,0 kN/m²



Bijlage 5:

Richtlijnen uitvoering

Bijlage 5.1 Grondverbeteringen



RICHTLIJNEN VOOR HET UITVOEREN VAN GRONDVERBETERINGEN

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 μm (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 μm toelaatbaar.
- Het humusgehalte (gehalte organische stof) mag ten hoogste 2 % bedragen.
- De korrelvorm is bij voorkeur hoekig.
- 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.

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 (verzwaarde) proctorproef.

Het 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 tril-apparatuur, drijfzand-condities optreden (liquefaction).
- De aanlegbreedte van de grondverbetering zal zodanig moeten zijn dat een spreiding van de funderingsdrukken mogelijk is onder een hoek van 45^0 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. In het volgend 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. 50 cm 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 hand-sonderingen 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.