

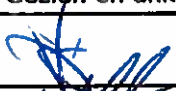
**Funderingsadvies
t.b.v. de aanleg van een waterberging
aan de Slingerberg
te Geulle**

Opdrachtnummer: GA150092
Rapportnummer: R01
Versie: V1.0

Datum rapport: 16 april 2015

Opdrachtgever: Aelmans Eco
Kerkstraat 4
6367 JE Voerendaal

Ontwerp: Royal HaskoningDHV

Functie:	Naam:	Gezien en akkoord:
Geotechnisch adviseur	Ing. J.G. Valenteijn	
Controle	Ing. M. Vankan	



Geonius Geotechniek B.V.
Breinderveldweg 15
6365 CM Schinnen

GEONIUS
CIVIEL GEOTECHNIEK MILIEU



Tel: 046-4572666
Fax: 046-4572679
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	Slagsonderingen.....	4
4.3	Boringen	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	Boorstaten
Bijlage 4	Funderingsdrukdiagram
Bijlage 5	Richtlijnen uitvoering



1.0 INLEIDING

Door Aelmans Eco werd aan Geonius Geotechniek BV opdracht gegeven een geotechnisch grondonderzoek uit te voeren en een funderingsadvies op te stellen. Dit onderzoek was nodig voor de nieuwbouw van een waterberging aan de Slingerberg te Geulle.

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 Slingerberg, Hussenbergstraat, te Geulle is de nieuwbouw van een waterberging gepland. De huidige overstort met uitstroom zal vervangen worden door een betonnen bak met een waterbergend vermogen van ca. 200 m³. De betonnen bak zal ca. 2,0 à 3,0 m onder het huidige maaiveld te komen liggen en wordt aan de bovenkant met grond bedekt.

Voor het opstellen van het funderingsadvies zijn door ons bureau, mede op aangeven van de opdrachtgever, de onderstaande uitgangspunten gehanteerd:

- De waterberging zal bestaan uit een betonnen bak;
- De bak heeft een totale lengte van ca. 20 m en een breedte die verloopt van ca. 5,0 m tot ca. 8,0 m;
- Het aanlegniveau van de bak is aangegeven op ca. NAP +94,25 m;
- De hoogte van de bak is aangenomen op ca. 1,3 m, waarbij een gronddekking van minimaal 0,5 m bovenop de bak is aangenomen;
- De maximale rekenwaarden voor de funderingsbelasting is door ons aangenomen op een gelijkmatig verdeelde belasting q_d van ca. 50 kN/m²;
- 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.



4.0 GRONDONDERZOEK

4.1 Algemeen

Ten behoeve van het grondonderzoek zijn op 8 april 2015 twee lichte en een zware slagsondering en twee handboringen uitgevoerd. In verband met de beperkte toegankelijkheid is het grondonderzoek uitgevoerd met behulp van compacte apparatuur.

4.2 Slagsonderingen

De slagsonderingen zijn genummerd GA150092 LS01 t/m LS03. De slagsonderingen zijn uitgevoerd conform NEN-EN-ISO 22476-2. De lichte slagsondering wordt uitgevoerd met behulp van een conus met een oppervlak van 10 cm² die de grond in wordt gedreven door middel van een valgewicht van 10 kg. Bij de zware slagsondering wordt een conus met een oppervlak van 15 cm² de grond in gedreven door middel van een valgewicht van 50 kg. Het benodigde aantal slagen per 0,2 m penetratie wordt genoteerd. Deze aantallen worden tegen de diepte in een sondeergrafiek uitgezet en vormen een sterktebeeld van de bodem.

Op deze wijze wordt een indruk verkregen van de draagkracht van de lagen in de ondergrond. De slagenaantallen kunnen worden vertaald naar conusweerstand. De relatie tussen slagenaantallen per 20 cm en conusweerstand is sterk afhankelijk van het aanwezige bodemmateriaal.

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

4.3 Boringen

Om de toplagen nader te verkennen zijn op de locatie 2 handboringen (genummerd GA150092 B01 en B02) tot maximaal ca. 3,6 m- maaiveld uitgevoerd, hetgeen overeenkomt met ca. NAP +93,0 m. Boring B02 is vanwege vast grind vroegtijdig gestrand. Tijdens de boorwerkzaamheden is het bodemmateriaal lithologisch onderzocht. Bij het lithologisch onderzoek worden de grondsoorten geclassificeerd volgens NEN-EN-ISO 14688. De boorstaten zijn uitgetekend ten opzichte van maaiveld en NAP en zijn opgenomen in de bijlagen.

4.4 Inmeting

De ligging van de onderzoekspunten is op situatietekening GA150092-T01 weergegeven. De resultaten van het grondonderzoek zijn in de bijlagen toegevoegd. De sondeergrafieken zijn getekend ten opzichte van NAP. Hierbij zijn wij uitgegaan van de, door de opdrachtgever aangegeven, hoogte van Put A (= NAP +98,05 m) zoals aangegeven op situatietekening GA150092-T01. Deze hoogte geldt enkel voor het uitgevoerde grondonderzoek en is niet bedoeld voor het uitzetten van peilen etc.



5.0 TERREINGESTELDHEID EN BODEMOPBOUW

5.1 Terreingesteldheid

Ten tijde van het grondonderzoek lag het maaiveld ter plaatse van de sondeerpunten op een niveau variërend van ca. NAP +96,1 m tot NAP +97,8 m. Het terrein kent forse hoogte verschillen; het maaiveld is sterk aflopend richt het westen.

5.2 Bodemopbouw

De bodemopbouw kan op basis van de sonderingen en de boringen als volgt worden beschreven:

Vanaf maaiveld wordt tot een wisselende diepte van ca. NAP +94,2 à +89,7 m een sterk gevarieerd en geroerd pakket gevonden. Dit pakket bestaat uit een mix van weke tot matig vaste leem, grind en sporen van puin en baksteen. De lichte slagsonderingen LS01 en LS03 tonen vanaf ca. NAP +94,2 m een sterk oplopend slagenaantal, hetgeen duidt op de aanwezigheid van het vaste zand/grind. Bij de zware slagsondering ZS02 loopt het slagenaantal pas op vanaf ca. NAP +89,7 m.

Onder de leemlaag worden tot de maximaal verkende diepte van ca. NAP +81,7 m vaste tot zeer vaste zand/grindlagen gevonden. De slagenaantallen lopen hierin op tot boven 200 slagen per 20 cm.

5.3 Grondwater

Tijdens het grondonderzoek is in de sondeer- en boorgaten naar de actuele grondwaterstand gepeild. Deze werd tot de maximaal verkende diepte van ca. NAP +81,7 m niet aangetroffen. Dit betreft een éénmalige opname en dient te worden opgevat 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. Het verloop van de grondwaterstand kan alleen middels (langdurige) peilbuismetingen worden verkregen.



6.0 FUNDERINGSADVIES

6.1 Algemeen

Gezien de aard van het project en de aangetroffen bodemopbouw kan voor de geplande nieuwbouw een fundering op staal worden toegepast. In aanmerking komt een fundering op een betonplaat.

Voor een fundering op staal dient rekening te worden gehouden met het aanbrengen van een grondverbetering.

6.2 Fundering op staal

De funderingen zijn aan te leggen op een minimale vorstvrije diepte van ca. 0,8 m- toekomstig maaiveld. Mogelijk dient aan de westzijde van de plaat een vorstrand te worden toegepast vanwege het sterk aflopende maaiveld. De minimale funderingsbreedte bedraagt 0,3 m.

Plaatfundering

Bij de berekening van de funderingsconstructie als een elastisch ondersteunde plaat, kan gebruik gemaakt worden van een beddingsconstante van ca. 7.000 kN/m³. Deze beddingsconstante is te hanteren vanwege de aan te brengen grondverbetering (zie tabel 6.2.1). Deze beddingsconstante geldt ter plaatse van de zwaarst belaste delen van de plaat. Wij zijn hierbij uitgegaan van een spreiding in de plaat over een strookbreedte conform de maximaal toelaatbare funderingsdruk welke is opgenomen in bijlage 4.

Of de plaat ter plaatse van de wanden nog van versterkte stroken moeten worden voorzien alsmede de mate van wapening is ter competentie van de constructeur.

In tabel 6.2.1 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 6.2.1: te hanteren niveaus voor de plaatfundering

Sondering nr.	Maaiveld-hoogte [m t.o.v. NAP]	Aanleg-niveau [m t.o.v. NAP]	Minimaal ont-gravingsniveau [m t.o.v. NAP]
LS01	+96,15	+94,25	+93,50
ZS02	+96,67	+94,25	+93,50
LS03	+97,84	+94,25	+94,25

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 materiaal 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.



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 op ca. 5 à 20 mm. De zettingsverschillen bedragen ca. 75%.

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. Aangezien er geen grondwater op de betreffende niveaus is aangetroffen, verwachten wij dat er normaliter geen bemaling nodig zal zijn. Wel kan tijdens natte perioden wateroverlast in de bouwput ontstaan als gevolg van regenwater dat zeer traag in de ondergrond wordt opgenomen. Dit stagnerende 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 omliggende bestaande bebouwing alsmede mogelijk aanwezige (ondergrondse) infrastructuur. Desgewenst kan ons bureau nader adviseren omtrent de uitvoeringswijze van de nieuwbouw om stabiliteitsverlies bij het ontgraven te voorkomen. Mogelijk dienen aanvullende maatregelen te worden getroffen zoals het toepassen van tijdelijke damwanden e.d.

Wij adviseren om de bouwput na ontgraving niet onnodig lang te laten openstaan. Gedurende natte periodes en bij heftige regenval kan de leem vanwege het hoge siltgehalte snel verweken.

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

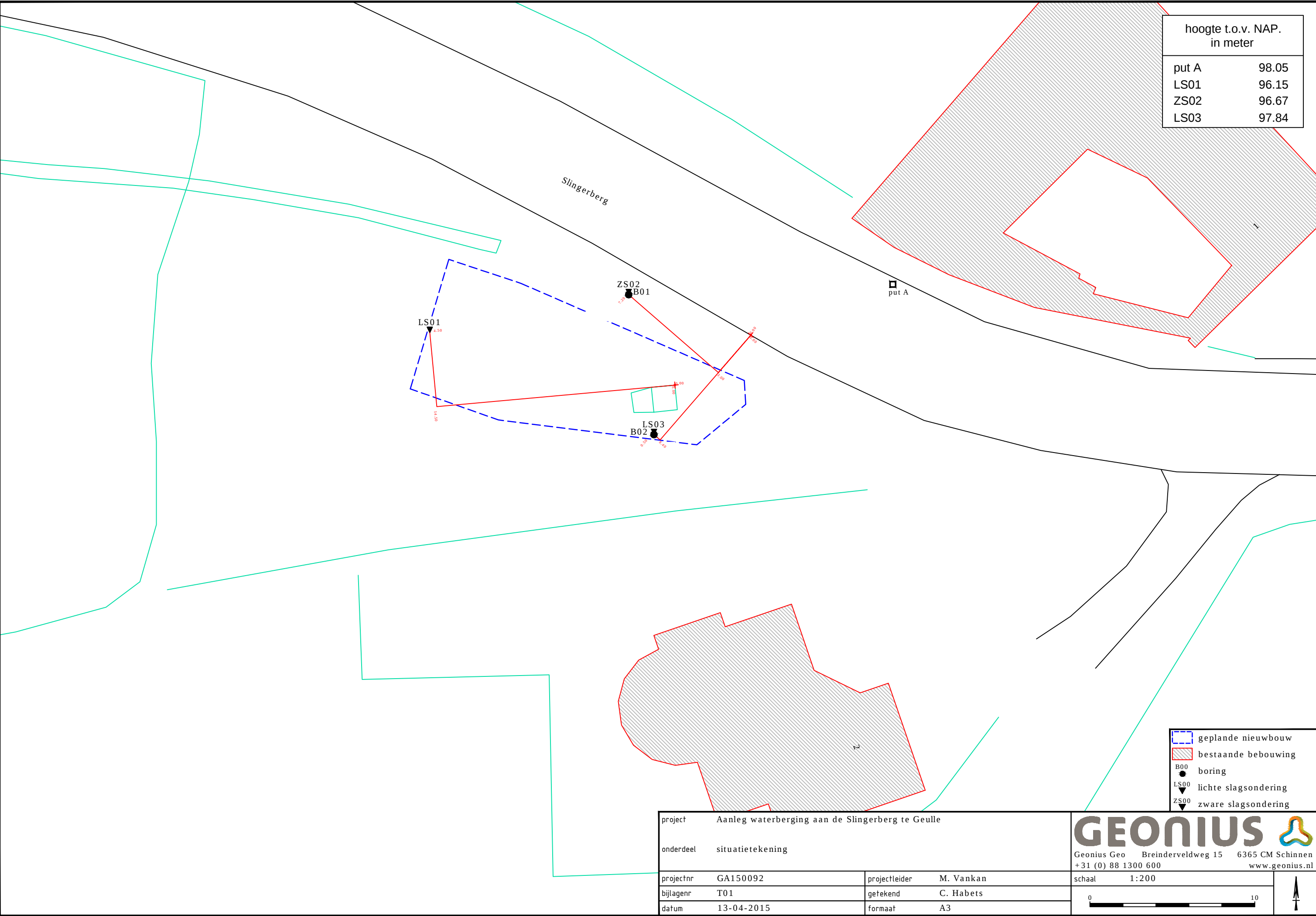
Waar de ontgravingsniveaus bestaan uit sterk verweekte gedeelten, kan alvorens het grondverbeteringspakket aan te brengen, een vlijlaag worden gemaakt middels het inbedden van grove puin, silex of grof grind. Intrillen hiervan moet worden vermeden.

Bij 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.



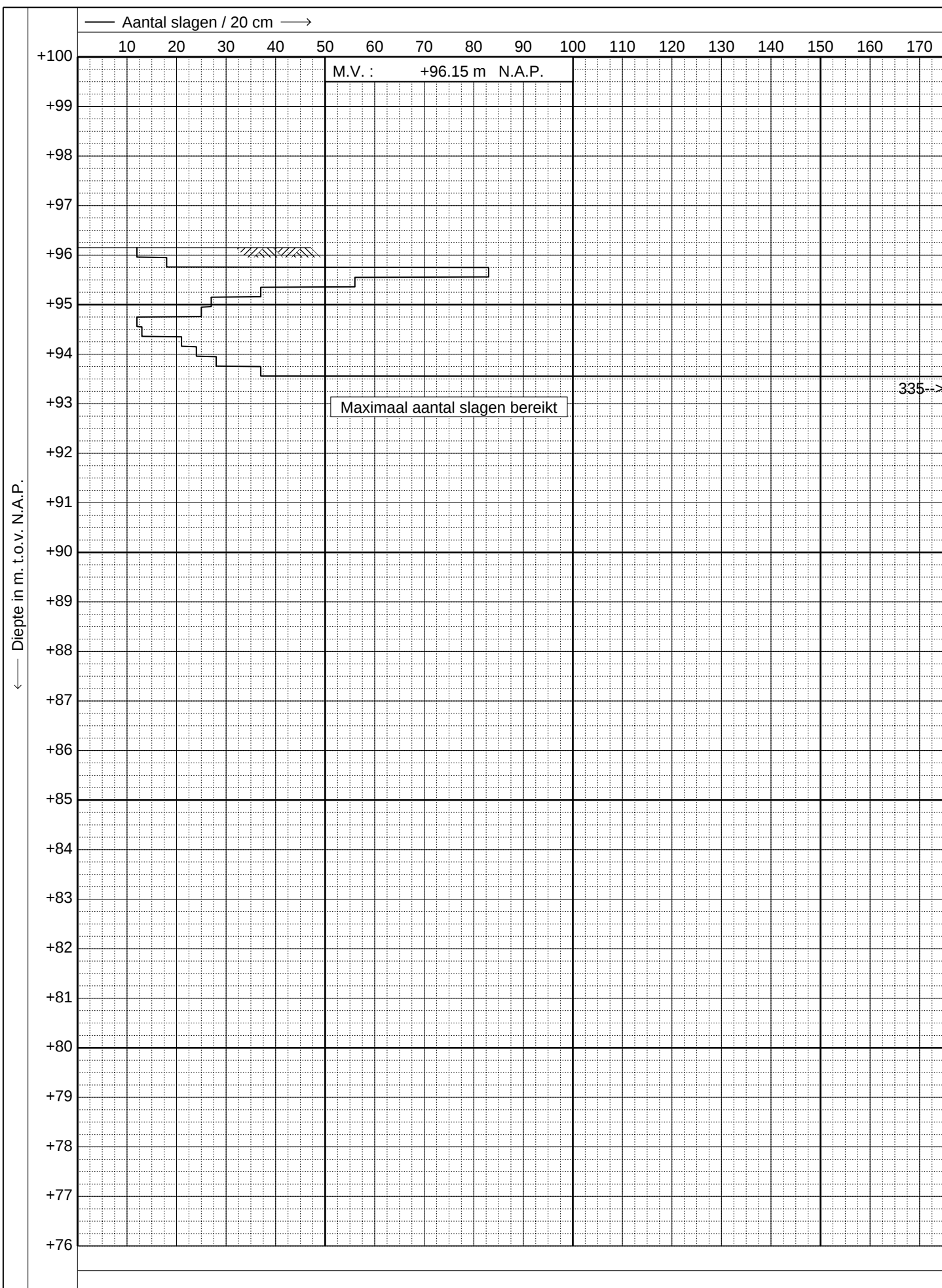
Bijlage 1

Situatietekening



Bijlage 2

Slagsonderingen



GEONIUS

www.geonius.eu
E-mail: info@geonius.eu
Tel.: 046-4572666
Fax.: 046-4572679

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

Project : **Aanleg waterberging aan de Slingerberg**

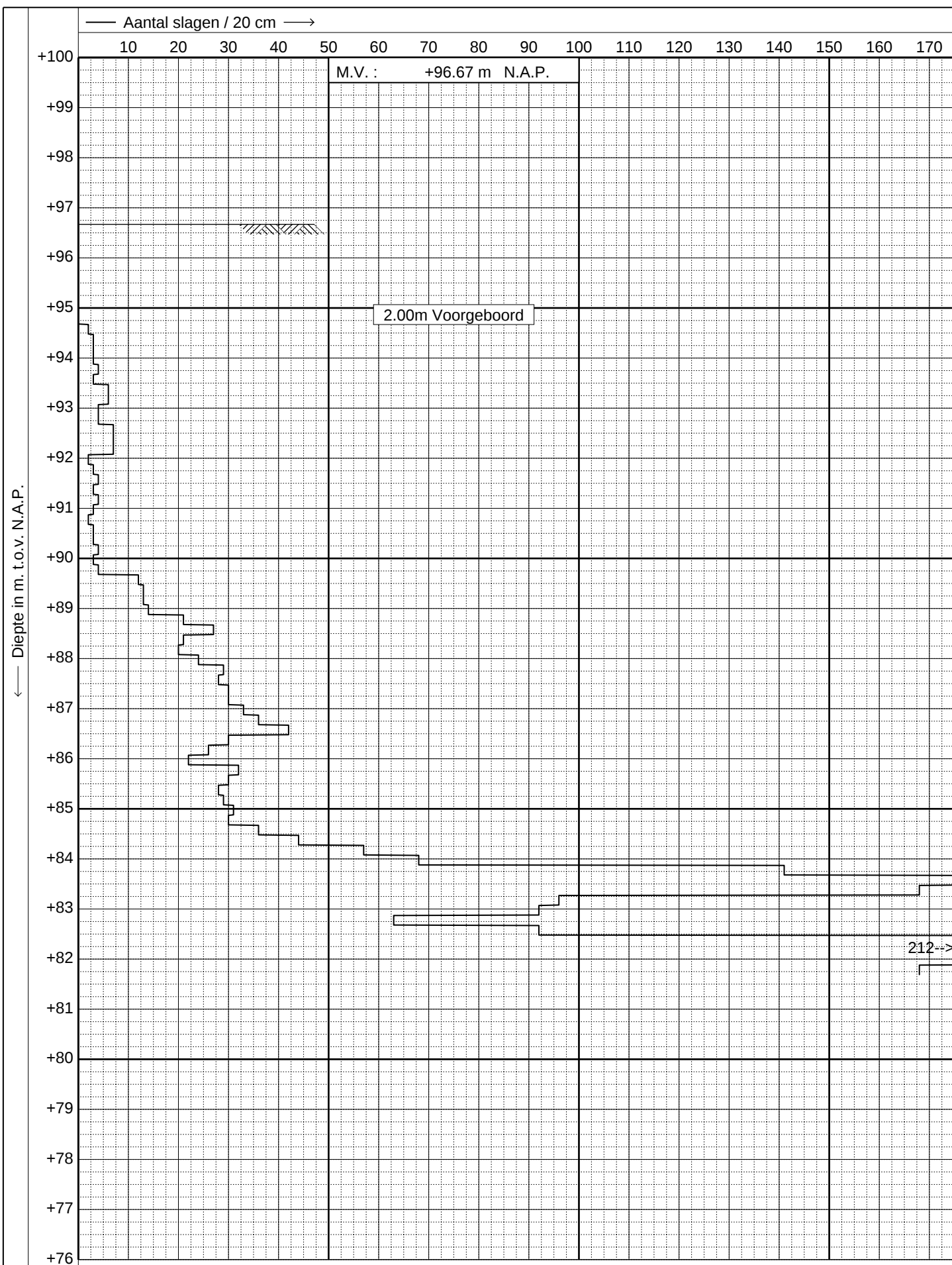
Locatie : **Geulle**

Datum : **08-04-2015**

Conus : **L**

Opdracht : **GA150092**

Sondering : **01**



GEONIUS

www.geonius.eu
E-mail: info@geonius.eu
Tel.: 046-4572666
Fax.: 046-4572679

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

Project : **Aanleg waterberging aan de Slingerberg**

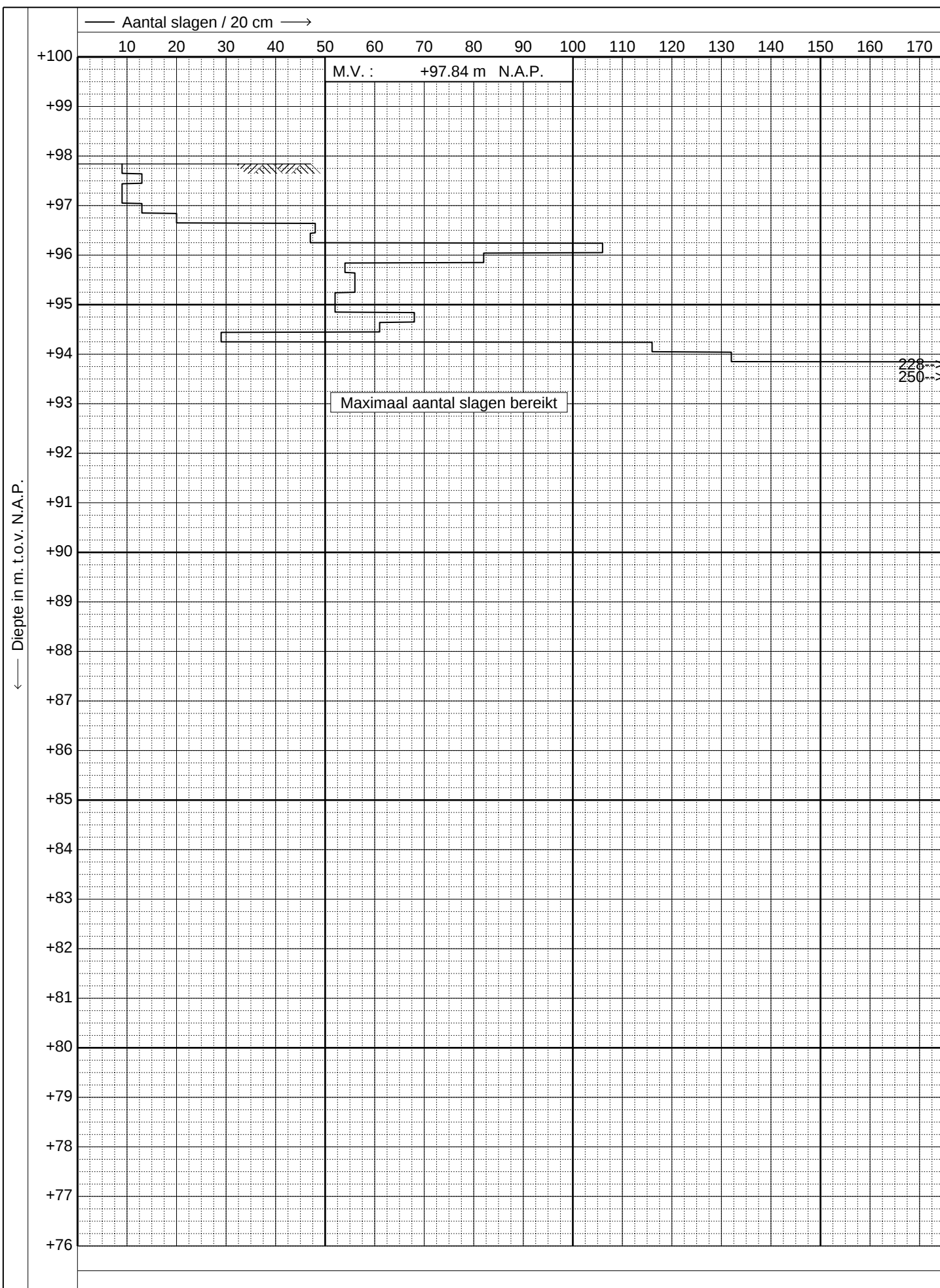
Locatie : **Geulle**

Datum : **08-04-2015**

Conus : **Z**

Opdracht : **GA150092**

Sondering : **02**



GEONIUS

www.geonius.eu
E-mail: info@geonius.eu
Tel.: 046-4572666
Fax.: 046-4572679

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

Project : **Aanleg waterberging aan de Slingerberg**

Locatie : **Geulle**

Datum : **08-04-2015**

Conus : **L**

Opdracht : **GA150092**

Sondering : **03**

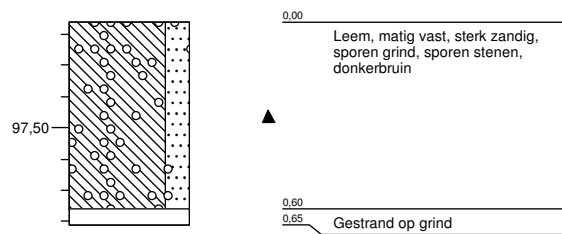
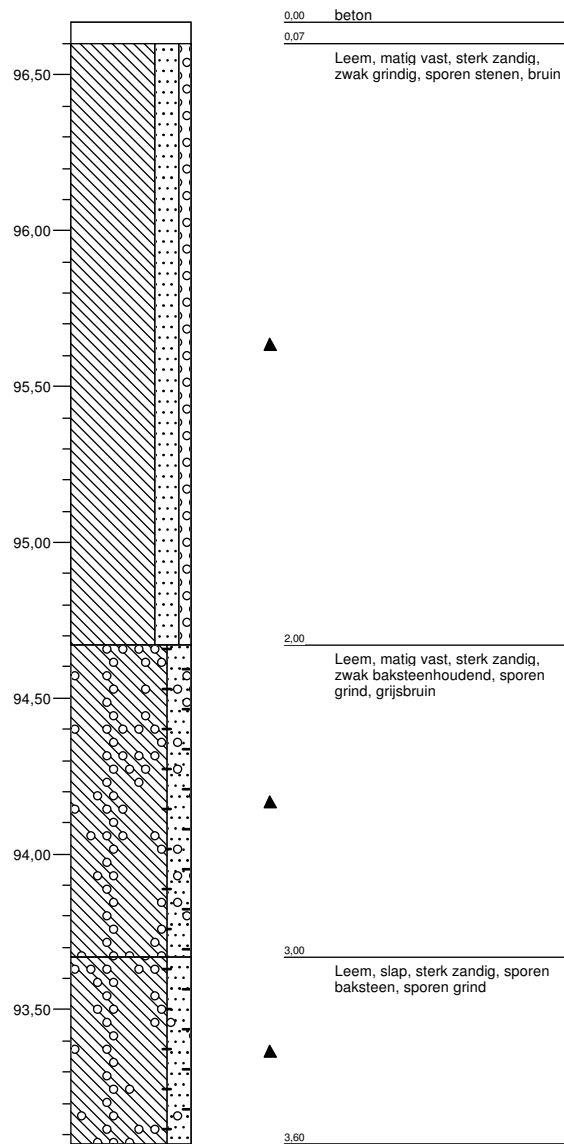
Bijlage 3

Boringen

opdrachtnummer : GA150092
projectomschrijving : Aanleg waterberging aan de Slingerberg te Geulle

boring: B01
Maaiveldhoogte : 96,67 m. t.o.v. N.A.P.
GWS : cm. - mv.
Datum : 08-04-2015
Opmerking: Bij ZS02

boring: B02
Maaiveldhoogte : 97,84 m. t.o.v. N.A.P.
GWS : cm. - mv.
Datum : 08-04-2015
Opmerking: Bij LS03



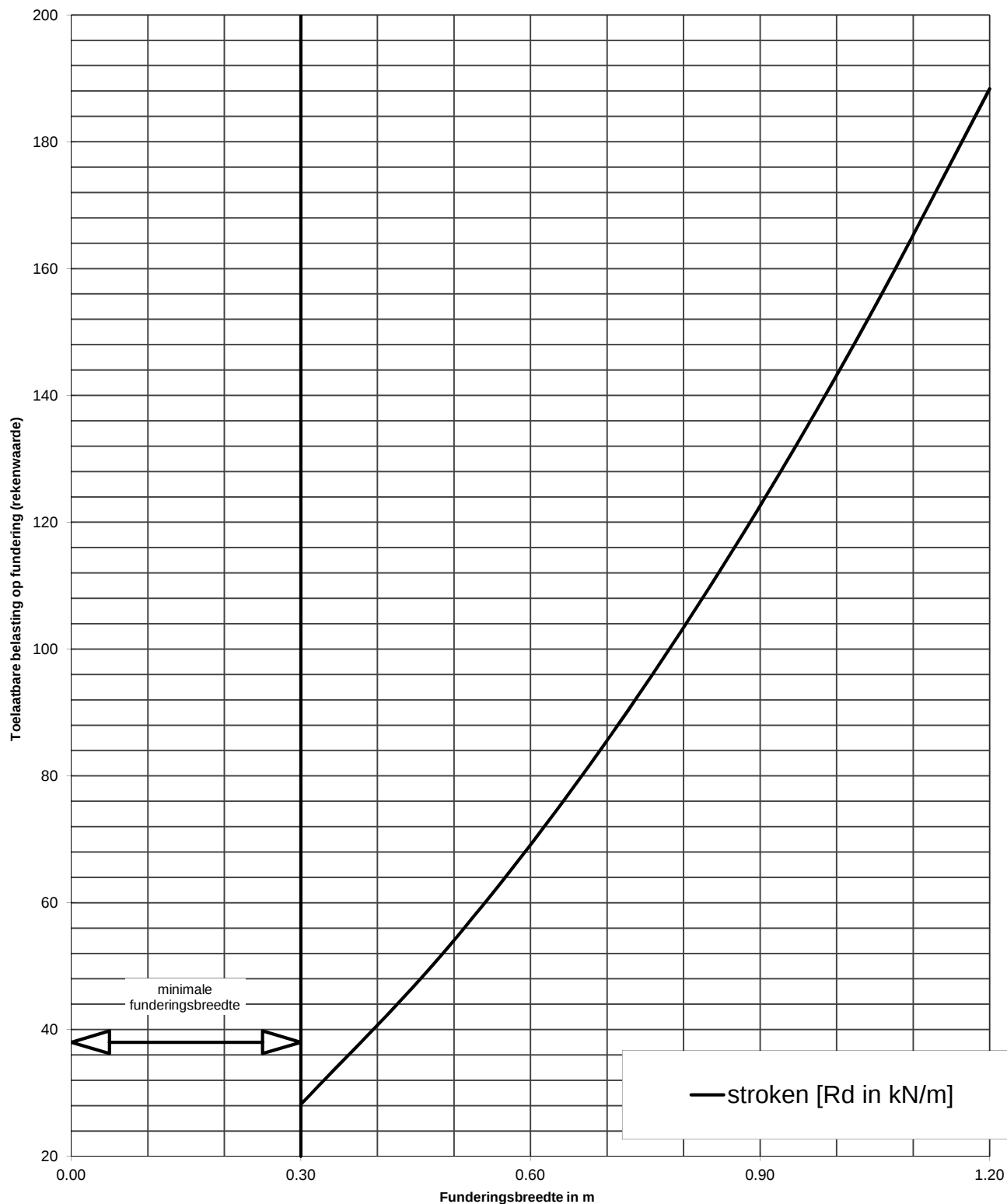
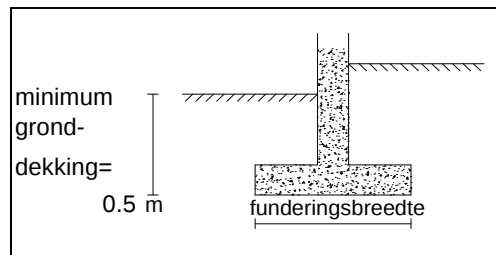
Bijlage 4

Funderingsdrukdiagram

Rekenwaarde voor de maximaal toelaatbare belasting volgens NEN 9997-1+C1:2012 bij verticaal centrisch belaste funderingen

Bijlagenr. : GA150092
Project : Waterberging Slingerberg
Locatie : Hussenbergstraat Geulle
Grondsoort : Leem

Volumiek gewicht : 19.0 kN/m³
Hoek inw. wrijving : 27.5 graden
Cohesie : 0.0 kN/m²



Bijlage 5

Richtlijnen uitvoering



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.