

**Oriënterend funderingsadvies en beoordeling
infiltratiemogelijkheden
t.b.v. BP Lichtenberg
Te Schaesberg
In de gemeente Landgraaf**

Opdrachtnummer: GA-130398.R01
Versie: v1.0
Datum rapport: 23 augustus 2013
Opdrachtgever: Heem Wonen
Postbus 135
6460 AC Kerkrade

Functie:	Naam:	Gezien en akkoord:
Geotechnisch adviseur	Ing. R. Dreessen	
Controle	Ing. R.J.A. Huijts	



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	Boring	4
4.4	Inmeting.....	4
5.0	TERREINGESTELDHEID EN BODEMOPBOUW	5
5.1	Terreingesteldheid	5
5.2	Bodemopbouw	5
6.0	GRONDWATER / GEOHYDROLOGIE	6
6.1	Grondwater	6
6.2	Doorlatendheid	6
7.0	Beoordeling mogelijkheden voor infiltratie	7
7.1	Algemeen.....	7
7.2	Toetsing	7
7.3	Conclusie	8
8.0	FUNDERINGSADVIES	9
8.1	Algemeen.....	9
8.2	Fundering op staal	9
8.3	Vloeren.....	10
9.0	UITVOERING.....	11

Bijlagen:

Bijlage 1	Situatietekening
Bijlage 2	Sondeergrafieken
Bijlage 3	Boorstaten
Bijlage 4	Doorlatendheidsmetingen
Bijlage 5	Funderingsdrukdiagram
Bijlage 6	Richtlijnen uitvoering

1.0 INLEIDING

Door Heem Wonen te Kerkrade werd aan Geonius Geotechniek BV opdracht gegeven om een geotechnisch en geohydrologisch grondonderzoek uit te voeren en een funderingsadvies op te stellen. Tevens zal een beoordeling naar de infiltratiemogelijkheden worden gedaan. Deze onderzoeken waren nodig voor de herontwikkeling van de wijk Lichtenberg te Schaesberg, gemeente Landgraaf. Het gebied omvat onder andere de Markiesstraat, Ridderstraat, Keizerstraat, Beethovensingel en het Koninginneplein.

Gezien het feit dat de nieuwbouwlocaties momenteel nog bebouwd zijn kon het grondonderzoek niet worden uitgevoerd middels een standaard 20-tons sondeertruck. Derhalve is in overleg met de opdrachtgever besloten om vooruitlopend op de sloop van de bestaande bouw een oriënterend grondonderzoek uit te voeren middels compacte apparatuur zodat reeds een indicatief funderingsadvies kan worden opgesteld. Wanneer de bestaande bebouwing is gesloopt dient het resterend grondonderzoek worden uitgevoerd middels de sondeertruck.

Voorliggend rapport bevat de resultaten van de 1^e fase van het grondonderzoek en het oriënterend ontwerpadvies voor de fundering. Het oriënterend 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. Wanneer de bestaande bebouwing is gesloopt en het resterend deel van het grondonderzoek is uitgevoerd kan het oriënterend funderingsadvies worden aangevuld.

De resultaten van het infiltratieonderzoek zijn getoetst aan de eisen van Waterschap Roer en Overmaas.



2.0 PROJECTBESCHRIJVING

Ten behoeve van de herontwikkeling van de wijk Lichtenberg te Schaesberg, Landgraaf is onder andere de nieuwbouw van woningen gepland.

Voor de geplande nieuwbouw zijn door ons de onderstaande uitgangspunten gehanteerd:

- De nieuwbouw bestaat uit maximaal 2 bovengrondse bouwlagen.
- De nieuwbouw zal niet worden voorzien van een kelder en/of kruipruimte;
- Het bouwpeil is door ons, op basis van maaiveldhoogten, aangenomen op ca. 0,2 m+ à 0,0 m+ Ref. Voor details wordt verwezen naar tabel 8.2.1;
- Het aanlegniveau is door ons geschat op ca. 0,8 m- bouwpeil. Dit komt overeen met ca. 0,6 m- à 0,8 m- Ref. Voor details wordt naar bovengenoemde tabel verwezen;
- De maximale rekenwaarde voor de belastingen op de funderingen zijn door ons aangenomen op lijnlasten q_d van ca. 180 kN/m¹;
- 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.

Het ontwerp van een funderingsconstructie op palen dient getoetst te worden aan de eisen betreffende constructieve veiligheid en bruikbaarheid conform hoofdstuk 7 van NEN 9997-1.

4.0 GRONDONDERZOEK

4.1 Algemeen

Alvorens de bestaande bebouwing wordt gesloopt is in overleg met de opdrachtgever besloten om een indicatief grondonderzoek uit te voeren en bijbehorend indicatief advies op te stellen. Derhalve zijn een 3-tal lichte slagsonderingen uitgevoerd daar de locatie slechts beperkt toegankelijk was en eventuele terreinschade tot een minimum te beperken.

Wanneer de bestaande bebouwing is gesloopt zal het aanvullend grondonderzoek worden uitgevoerd middels diepsonderingen. Op basis hiervan zal het funderingsadvies worden aangevuld.

4.2 Slagsonderingen

De lichte slagsonderingen zijn genummerd GA-130398 LS01 t/m LS03. De slagsonderingen zijn uitgevoerd conform DIN 4094. Bij de lichte slagsondering wordt een conus met een oppervlak van 10 cm² de grond in gedreven door middel van een valgewicht van 10 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 slagsondeermethode in combinatie met continue druksonderingen en de NEN-ISO 22476-2, 2005.

4.3 Boring

Om de samenstelling van de toplagen nader te verkennen zijn op de locatie tevens een 4-tal boringen (genummerd GA-130398 B01 t/m B03 en DB101) tot maximaal ca. 5,0m- maaiveld uitgevoerd. Tijdens de boorwerkzaamheden is het bodemmateriaal lithologisch onderzocht. Bij het lithologisch onderzoek worden de grondsoorten geclassificeerd volgens NEN 5104. De boorstaten zijn uitgetekend ten opzichte van maaiveld en Ref. en zijn opgenomen in de bijlagen.

Ter bepaling van de horizontale doorlatendheid van de toplagen en de (on)diepe ondergrond zijn in boring DB101 vervolgens een 3-tal doorlatendheidsmetingen uitgevoerd.

4.4 Inmeting

De ligging van de onderzoekspunten is op situatietekening GA-130398.T01 weergegeven. De resultaten van het grondonderzoek zijn in de bijlagen toegevoegd. De sondeergrafieken zijn getekend ten opzichte van Ref. Hierbij zijn wij uitgegaan van de hoogte van Put A (= 0,00 m+ Ref.) zoals aangegeven op situatietekening GA-130398.T01.



5.0 TERREINGESTELDHEID EN BODEMOPBOUW

5.1 Terreingesteldheid

Ten tijde van het indicatieve grondonderzoek was het terrein nog bebouwd. Ter plaatse van de onderzoekslocaties varieerde het maaiveld van ca. 0,9 m+ à 0,2 m- Ref. Hiermee kent het maaiveld een hoogteverschil van ca. 1,1 m.

5.2 Bodemopbouw

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

Toplaag

Vanaf maaiveld wordt tot een diepte van ca. 1,4 m- à 1,7 m- Ref. een los tot matig vast pakket aangetroffen bestaande uit een variatie van leem, klei en zand. Plaatselijk is de toplaag geroerd.

Onderlaag

Beneden bovenomschreven pakket wordt tot de maximaal verkende diepte van ca. 3,5 m- maaiveld matig vast pakket aangetroffen bestaande uit zand en klei. Boring DB101 toont aan dat beneden dit niveau zand wordt aangetroffen.

6.0 GRONDWATER / GEOHYDROLOGIE

6.1 Grondwater

Tijdens het grondonderzoek is in de sondeer- en boorgaten naar de actuele grondwaterstand gepeild. Deze werd niet aangetroffen tot een diepte van ca. 5,0 m- maaiveld. Dit komt overeen met ca. 4,8 m- Ref. Deze waarde is eenmalig en dient te worden opgevat als een 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. Bij het verdere ontwerp en de uitvoering van de fundering is geen rekening gehouden met grondwater.

6.2 Doorlatendheid

Omdat de proeven boven het grondwaterniveau zijn uitgevoerd, is volgens de omgekeerde open-boorgatmethode (Porchet) gemeten. Om de meting te kunnen uitvoeren, wordt allereerst een gat geboord tot de onderkant van de te beproeven laag. In het boorgat is de apparatuur geplaatst voor de bepaling van de waterdoorlatendheid.

Bij de omgekeerde open-boorgatmethode wordt onder gestandaardiseerde omstandigheden de daling van de waterspiegel gemeten per tijdsinterval. Daarna kan met de verkregen veldgegevens de doorlatendheid van de laag worden berekend.

Bij de doorlatendheidsmetingen worden drie metingen uitgevoerd de eerste meting geeft meestal een hogere doorlatendheid omdat de aanwezige grond dan nog niet verzadigd is. Bij de volgende twee metingen raakt de grond langzaam verzadigd. De derde meting is meestal maatgevend voor de doorlatendheid. De range van gemeten doorlatendheden is opgenomen in tabel 1.

Tabel 6.2.1, de doorlatendheid van de bodem

Meting	Traject [m- maaiveld]	Traject [m- Ref.]	Grondsoort	Doorlatendheid [m/d]
DM101A	1,0 – 1,9	-0,8 tot -1,7	Leem/klei, zandhoudend	0,25 – 0,30
DM101B	2,0 – 2,9	-1,8 tot -2,7	Klei, sterk zandhoudend	0,32 – 0,36
DM101C	4,0 – 4,9	-3,8 tot -4,7	Zand	3,50 – 3,87



7.0 Beoordeling mogelijkheden voor infiltratie

7.1 Algemeen

Er kan worden gesteld dat infiltratie van neerslagwater interessant is indien:

- de doorlatendheid groter is dan ca. 0,3 m/d*;
- de grondwaterstand dieper dan 0,5 à 0,7 m minus maaiveld aanwezig is;
- het in te leiden neerslagwater niet is verontreinigd.

* Infiltratie van neerslagwater behoort bij lagere doorlatendheden ook tot de mogelijkheden mits hiervoor voldoende ruimte gereserveerd wordt om de geringe doorlatendheid te compenseren. Bij lagere doorlatendheden zal een voorziening voornamelijk als buffer functioneren.

7.2 Toetsing

In tabel 7.2.1 zijn de maatgevende doorlatendheden weergegeven ter plaats van de boringen. De bodem is geclassificeerd en tevens is weergegeven of de doorlatendheid aan de 1ste eis voldoet.

Tabel 7.2.1: toetsing doorlatendheid

Meting	Traject [m- maaiveld]	Traject [m- Ref.]	Maatgevende Doorlatendheid [m/d]	Classificatie doorlatendheid bodem	Gunstige mogelijkheden voor infiltratie
DM101A	1,0 – 1,9	-0,8 tot -1,7	0,25	Matig	Nee
DM101B	2,0 – 2,9	-1,8 tot -2,7	0,32	Matig	Ja
DM101C	4,0 – 4,9	-3,8 tot -4,7	3,50	Goed	Ja

Aan de tweede eis wordt voldaan aangezien het grondwater niet werd aangetroffen tot een diepte van ca. 5,0 m- maaiveld ofwel 4,8 m- Ref.

Aan de derde eis kan worden voldaan door alleen het schone regenwater te infiltreren. Voor infiltratie van het water zal een zand- en slibvangsysteem moeten worden aangebracht.

De mogelijkheden voor infiltratie zijn als volgt:

1. Oppervlakkige infiltratie via doorlatende verharde oppervlakten. Gezien de beperkte doorlatendheid van ondiepe ondergrond adviseren wij om deze methode niet toe te passen daar de voorziening relatief groot dient te worden uitgevoerd.
2. Infiltratie in de ondiepe ondergrond. Hierbij valt te denken aan infiltratie via een greppel, infiltratiekoffers, putten en of infiltratierool. Gezien de doorlatendheid behoort deze methode tot de mogelijkheden.
3. Infiltratie naar de diepere ondergrond. Dit kan middels grindpalen, etc. naar de diepere zand/grindlagen. Dit behoort eveneens tot de mogelijkheden daar ook de doorlatendheid van de dieper gelegen ondergrond tot tenminste ca. 5,0 m- maaiveld goed is.



7.3 Conclusie

Uit de gemeten doorlatendheden en grondwaterstand blijkt dat infiltratie van neerslagwater beperkt tot de mogelijkheden behoort. De toplagen zijn slechts beperkt doorlatend waardoor de infiltratie relatief groot dient te worden uitgevoerd zodat deze naast een infiltrerende functie ook een bergende functie heeft. De doorlatendheid van de ondiepe ondergrond is voldoende waardoor een voorziening in de vorm van infiltratiekratten, grindkoffer etc. tot de mogelijkheden behoort. Indien gewenst kan het infiltrerend vermogen van de voorziening worden vergroot door grindkolommen toe te passen.

8.0 FUNDERINGSADVIES

8.1 Algemeen

Gezien de aard van het project en de aangetroffen bodemopbouw wordt voor de geplande nieuwbouw een fundering op staal geadviseerd. Wel dient rekening te worden met het toepassen van een pakket grondverbetering ten gevolge van de plaatselijk geroerde en derhalve zettingsgevoelige ondergrond zodat zettingen en zettingsverschillen kunnen worden beperkt.

Indien de kelders van de bestaande, nog niet gesloopte, bebouwing op een dieper niveau zijn aangelegd dan het onderstaande tabel 8.2.1 minimale aanlegniveau dient de grondverbetering tot hetzelfde niveau te worden doorgetrokken.

8.2 Fundering op staal

In aanmerking komt een fundering op stroken. 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 beddingsconstante van ca. 6.000 kN/m³. Of en in hoeverre de fundering van wapening moet worden voorzien is ter competentie van de constructeur.

In tabel 8.2.1 zijn de te hanteren niveaus sec ter plaatse van de sonderingen ten opzichte van Ref. gegeven. Indien de door ons gehanteerde uitgangspunten sterk mochten afwijken van de werkelijke, dan gelieve ons te contacteren.

Tabel 8.2.1: 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.]
LS01	-0,23	+0,00	-0,80	-2,00*
LS02	+0,92	+0,20	-0,60	-1,75*
LS03	+0,23	+0,20	-0,60	-1,75*

*: Indien tijdens de sloop van de bestaande bebouwing blijkt dat de kelders op een dieper niveau zijn aangelegd, dient de grondverbetering te worden doorgezet op dit diepere niveau.

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 de redelijk 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 5. Hierbij is gerekend met een gedraineerde, homogene ondergrond waarbij geen rekening is gehouden met grondwater binnen het invloedsgebied van de fundering.



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 10 tot 15 mm. De zettingsverschillen bedragen ca. 50%.

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).

8.3 Vloeren

De vloeren kunnen, nadat de teelaarde, losse geroerde grond en andere ongerechtigdheden zijn verwijderd, op de aanwezige grondslag worden aangelegd. Indien op aanlegniveau geroerde lagen worden aangetroffen dienen deze te worden vervangen door een pakket grondverbetering. Het is mogelijk dat afhankelijk van de aangetroffen grondslag en de uiteindelijke bouwpeilvoering er nog een dunne grondverbetering moet worden aangebracht. 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.

9.0 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.

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.

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.

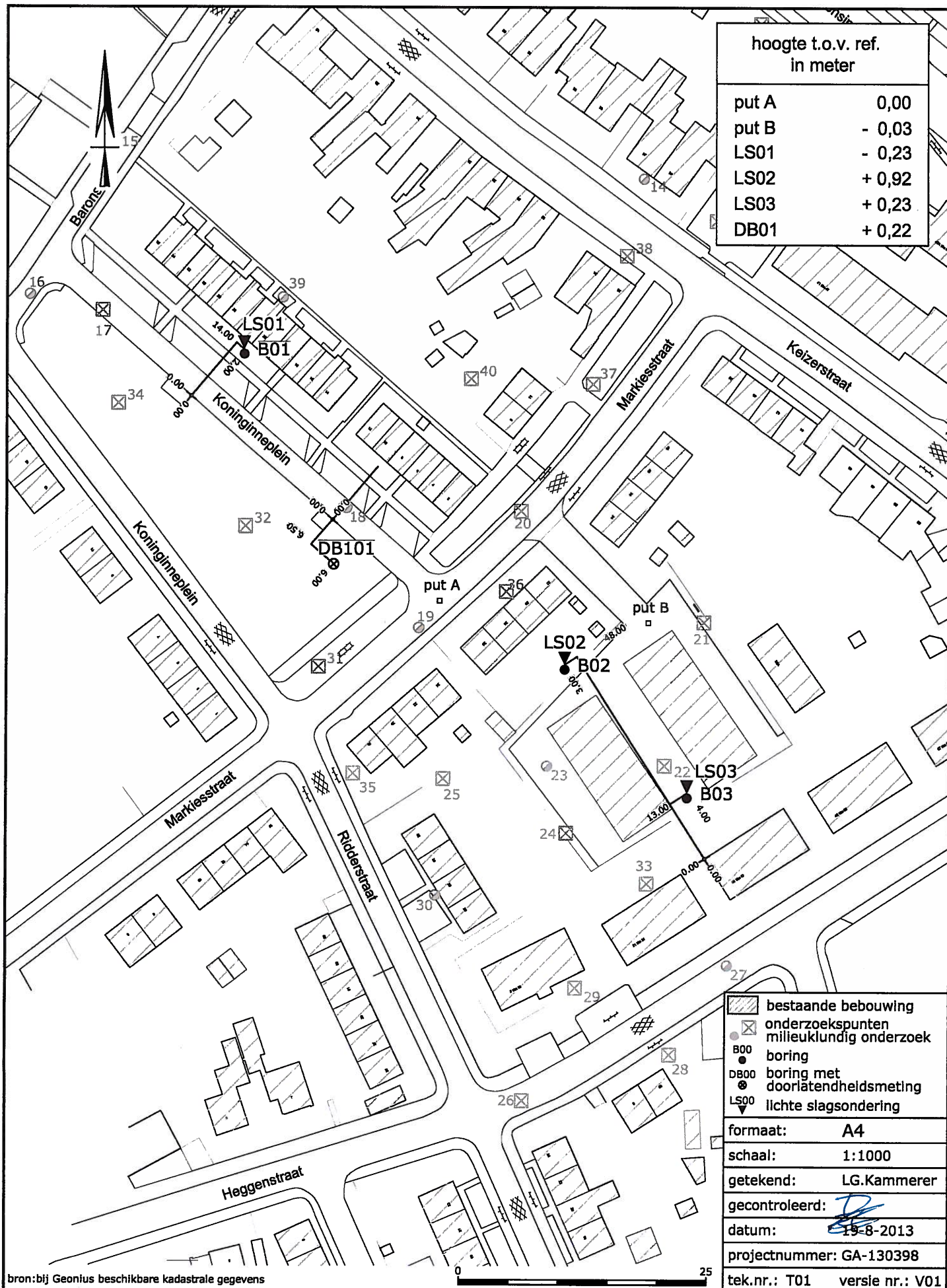
Bij de ontgravingswerkzaamheden ten behoeve van de funderingen zal het vrijkomend materiaal uit puin, leem, zand, etc. bestaan. Bij eventuele afvoer van de grond van de bouwlocatie zal er rekening moeten worden gehouden dat de benodigde milieukundige verklaringen (b.v. AP04) aanwezig zijn. Indien gewenst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

Bijlage 1:

Situatietekening

GA-130398.T01





herinrichting Lichtenberg
te Schaesberg, gem. Landgraaf

GEONIUS

CIVIEL GEOTECHNIEK MILIEU
breinderveldweg 15
6365 CM Schinnen

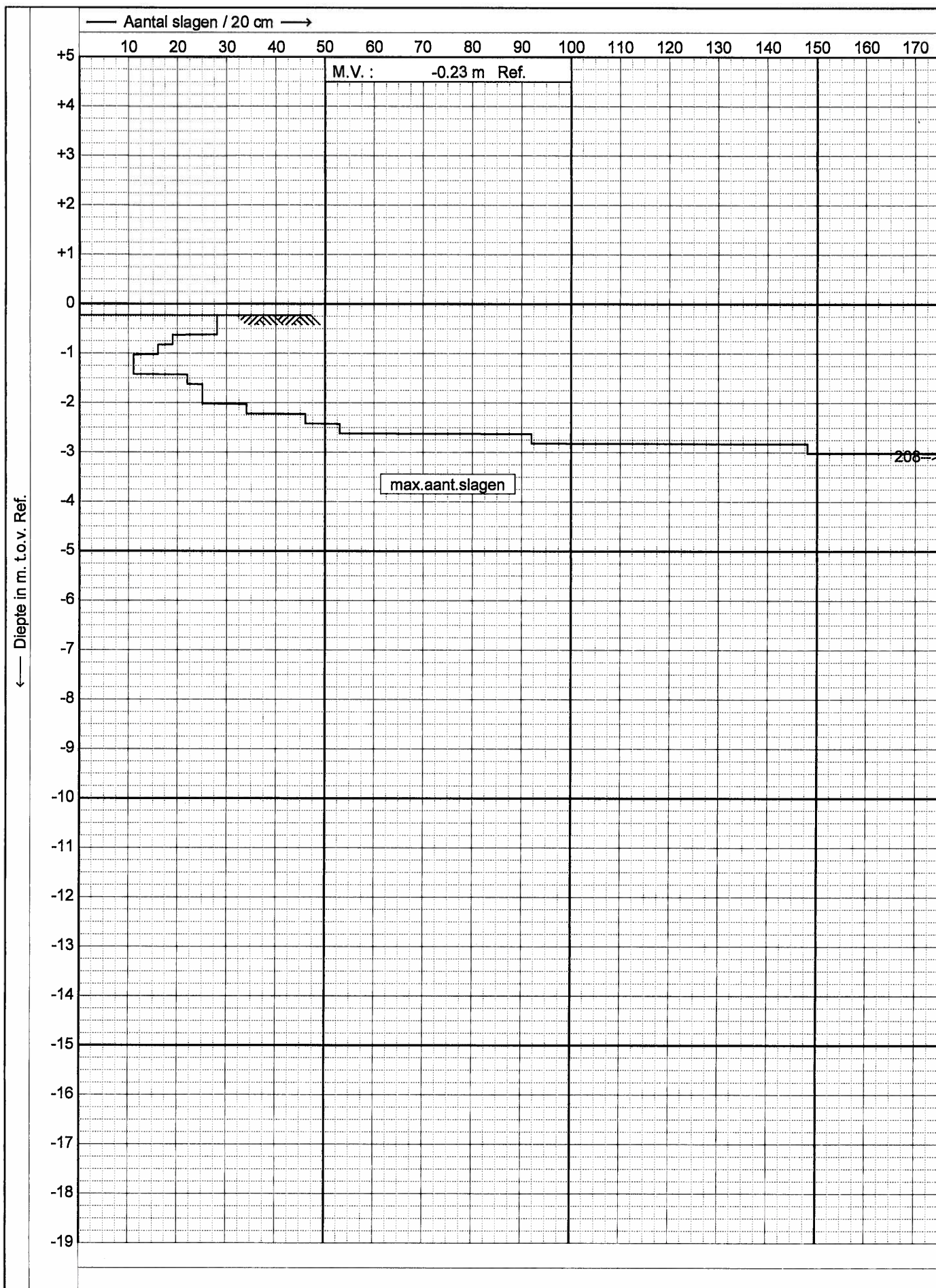
telefoon: +31-(0)46 457 26 66
fax: +31-(0)46 457 26 69



Bijlage 2

Sondeergrafieken

GA-130398 LS01 t/m LS03



GEONIUS

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

Lichte slagsondering (10 kg) conform DIN4094

Project : herinrichting Lichtenberg

Locatie : te Schaesberg, gem. Landgraaf

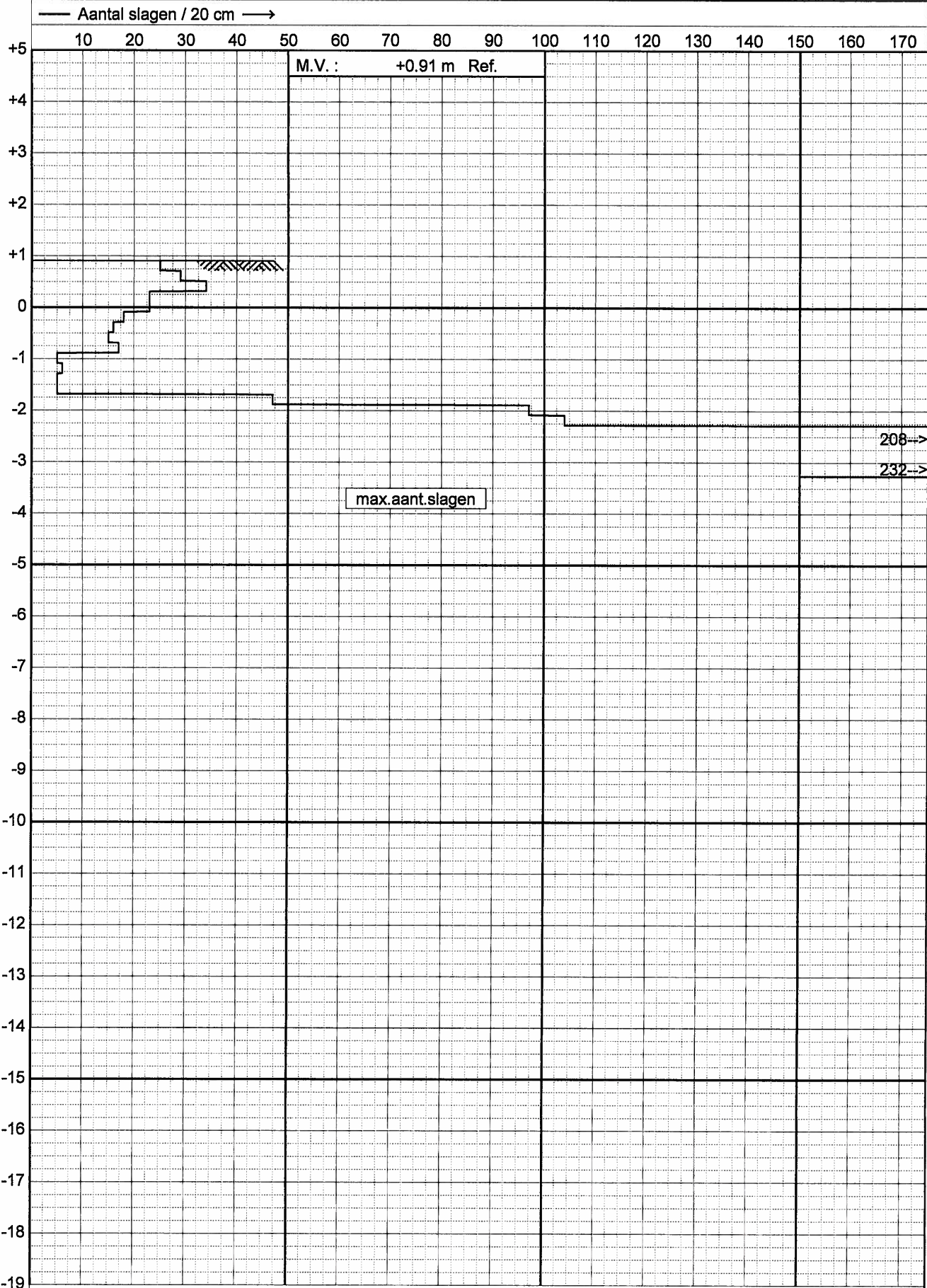
Datum : 9-8-213

Conus : L

Opdracht : GA-130398

Sondering : 01

← Diepte in m. t.o.v. Ref.



GEONIUS

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

Lichte slagsondering (10 kg) conform DIN4094

Project : herinrichting Lichtenberg

Locatie : te Schaesberg, gem. Landgraaf

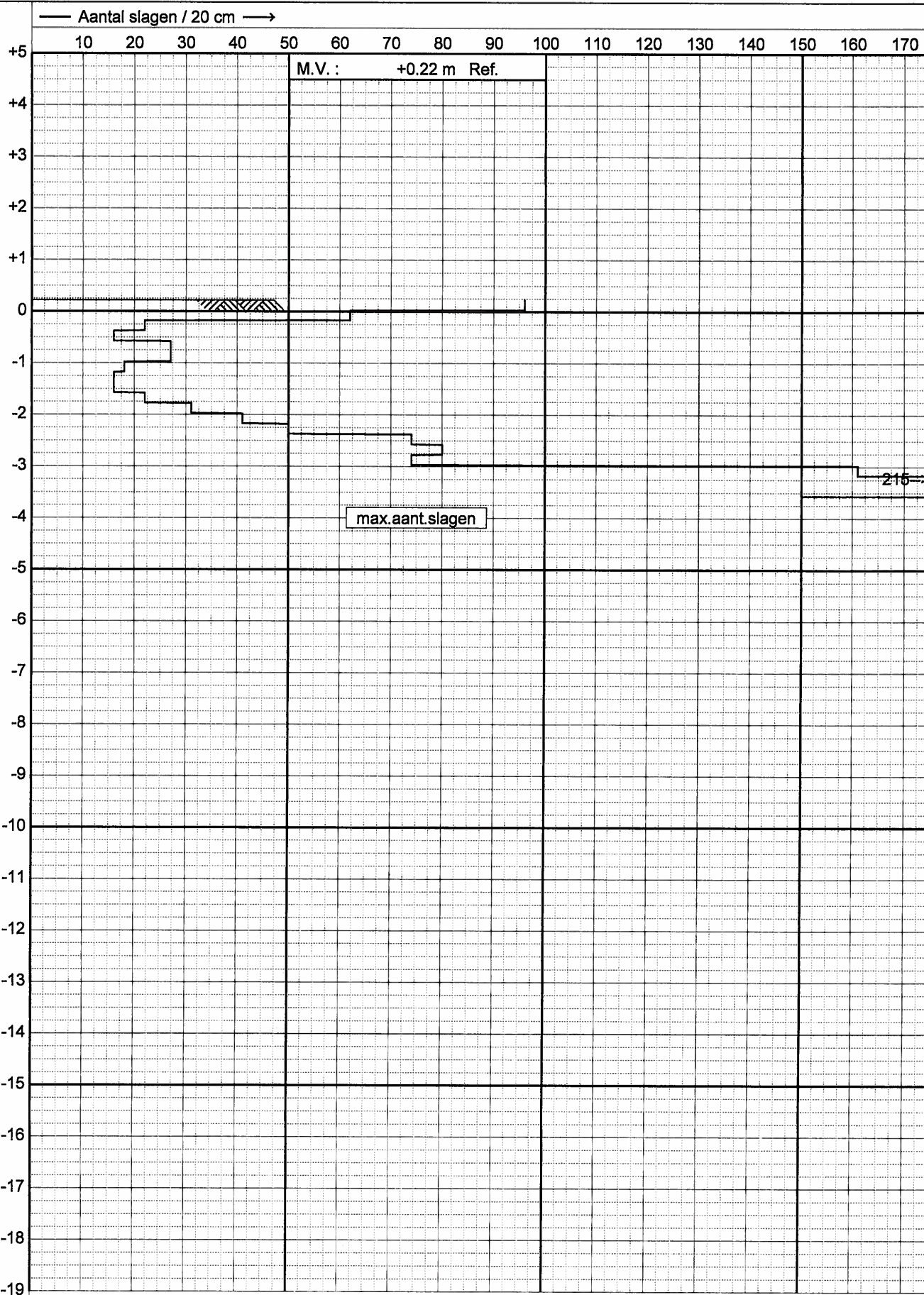
Datum : 9-8-213

Conus : L

Opdracht : GA-130398

Sondering : 02

← Diepte in m. t.o.v. Ref.



GEONIUS

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

Lichte slagsondering (10 kg) conform DIN4094

Project : herinrichting Lichtenberg

Locatie : te Schaesberg, gem. Landgraaf

Datum : 9-8-213

Conus : L

Opdracht : GA-130398

Sondering : 03

Bijlage 3

Boringen

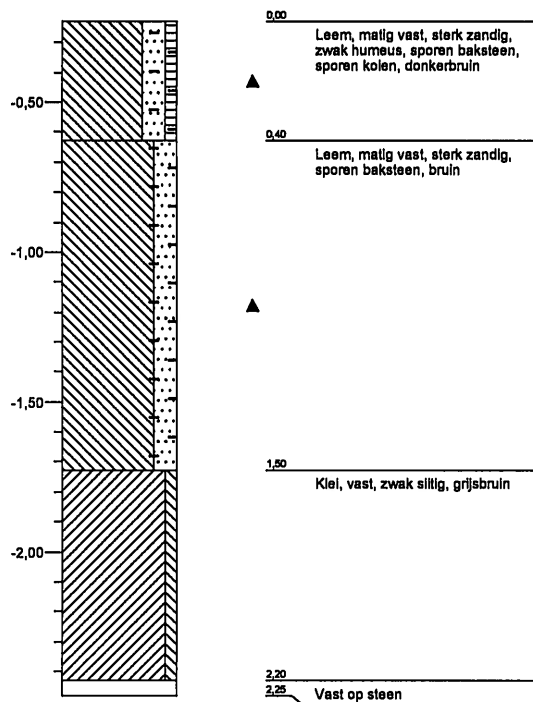
GA-130398 B01 t/m B03 & DB101



opdrachtnummer : GA-130398
projectomschrijving : herinrichting Lichtenberg
te Schaesberg, gem.Landgraaf

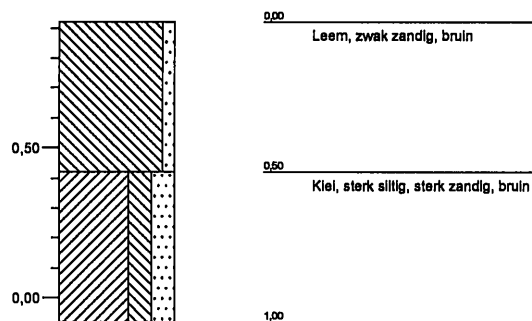
boring: B01

Maalveldhoogte : -0,23 m. t.o.v. Ref.
 GWS : cm. - mv.
 Datum : 9-8-2013
 Opmerking: bij sondering LS01



boring: B02

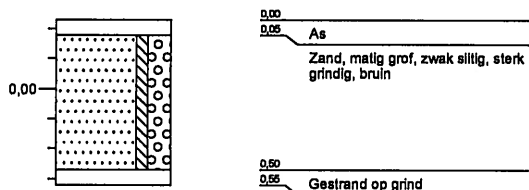
Maalveldhoogte : 0,92 m. t.o.v. Ref.
 GWS : cm. - mv.
 Datum : 9-8-2013
 Opmerking: bij sondering LS02



opdrachtnummer : GA-130398
projectomschrijving : herinrichting Lichtenberg
te Schaesberg, gem.Landgraaf

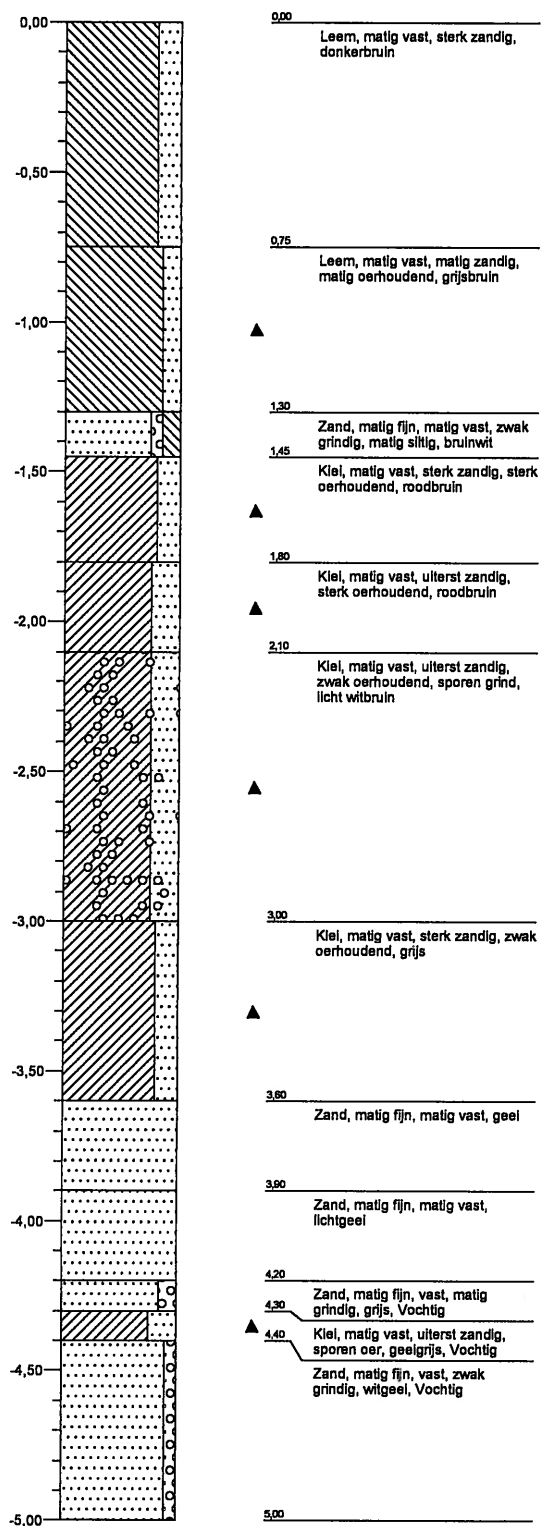
boring: B03

Maalveldhoogte : 0,23 m. t.o.v. Ref.
 GWS : cm. - mv.
 Datum : 9-8-2013
 Opmerking: bij sondering LS03



boring: DB101

Maalveldhoogte : m. t.o.v.
 GWS : cm. - mv.
 Datum : 30-7-2013
 Opmerking:



Bijlage 4

Doorlatendheidsmetingen

Projectomschrijving: Geohydrologisch grondonderzoek
 Lokatie: BP Lichtenberg te Landgraaf
 Boornummer: DB101A

Opdrachtnr. GA-130398
 Traject (m-mv) 1,0 - 1,9
 Meting DM101A

Formule om de doorlatendheid volgens Porchet te bepalen :

$$k_f = 1,15 \cdot r \cdot (\log(h_0 + r/2) - \log(h_1 + r/2)) / dt \text{ [cm/s]}$$

Hierbij is :

h_0 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_0$

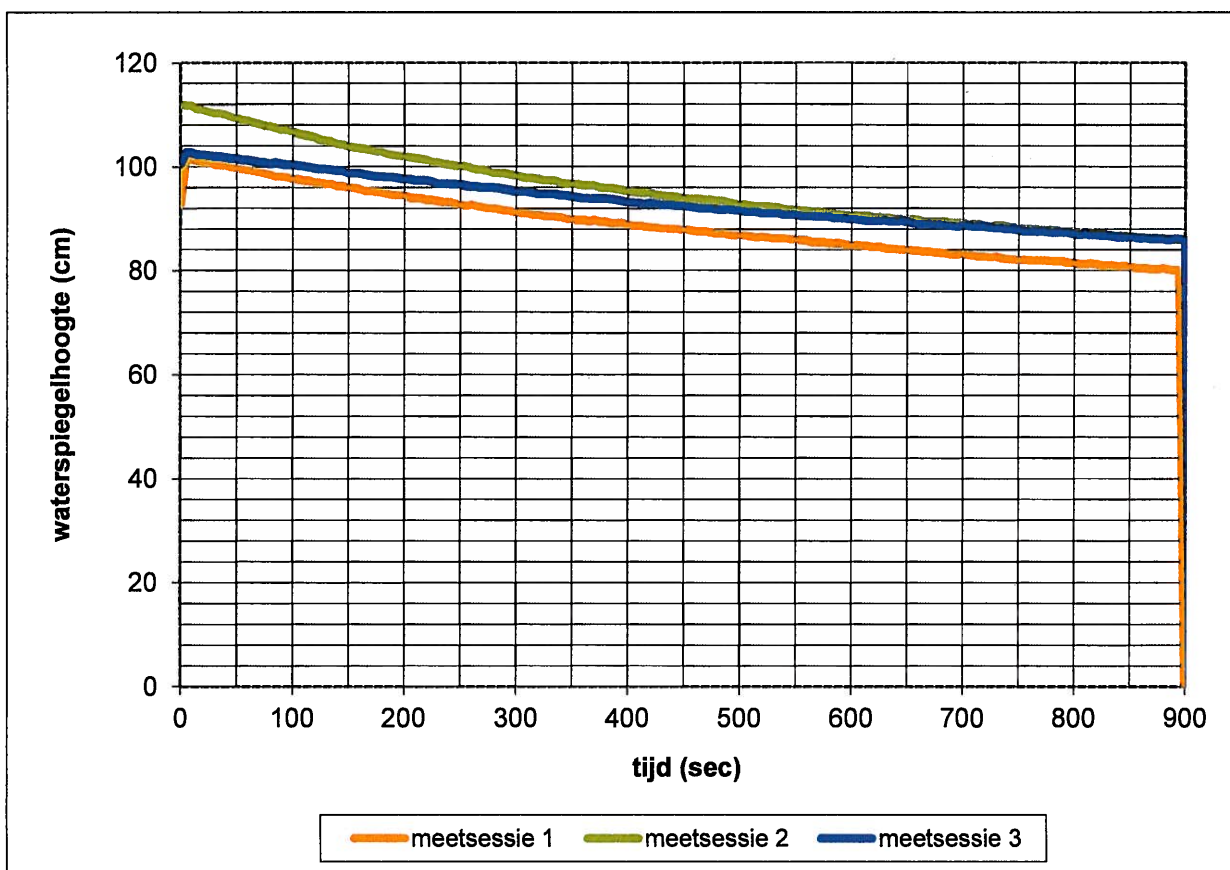
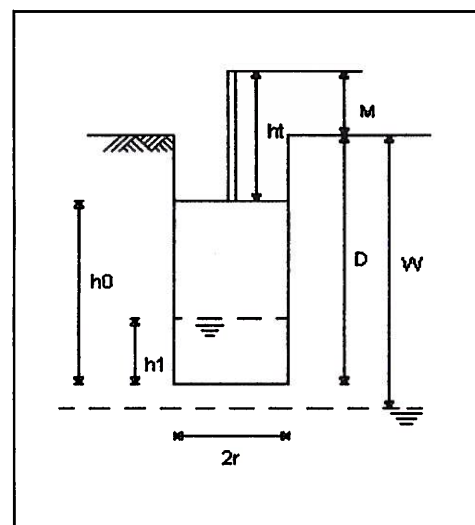
h_1 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_1$

r = boorgatradius

dt = verlopen tijd van $t = t_0$ tot $t = t_1$

Onderzoekswaarden

Diepte boorgat	D :	200	cm
Standaardhoogte	M :	0	cm
Radius boorgat	R :	3,5	cm
Grondwater	W :	0	cm



Meetsessie 1
 $t_0 = 500$ sec
 $h_0 = 86,8$ cm
 $t_1 = 850$ sec
 $h_1 = 80,8$ cm
 $k_f = 3,50E-06$ m/s
 $k_f = 0,302764704$ m/dag
 $rc = -0,00017143$ m/s

Meetsessie 2
 $t_0 = 550$ sec
 $h_0 = 91,7$ cm
 $t_1 = 850$ sec
 $h_1 = 86,6$ cm
 $k_f = 3,27E-06$ m/s
 $k_f = 0,28252894$ m/dag
 $rc = -0,00017$ m/s

Meetsessie 3
 $t_0 = 550$ sec
 $h_0 = 90,8$ cm
 $t_1 = 850$ sec
 $h_1 = 86,4$ cm
 $k_f = 2,84E-06$ m/s
 $k_f = 0,245218402$ m/dag
 $rc = -0,000146667$ m/s

Formule om de doorlatendheid volgens Porchet te bepalen :

$$k_f = 1,15 \cdot r \cdot (\log(h_0 + r/2) - \log(h_1 + r/2)) / dt \text{ [cm/s]}$$

Hierbij is :

h_0 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_0$

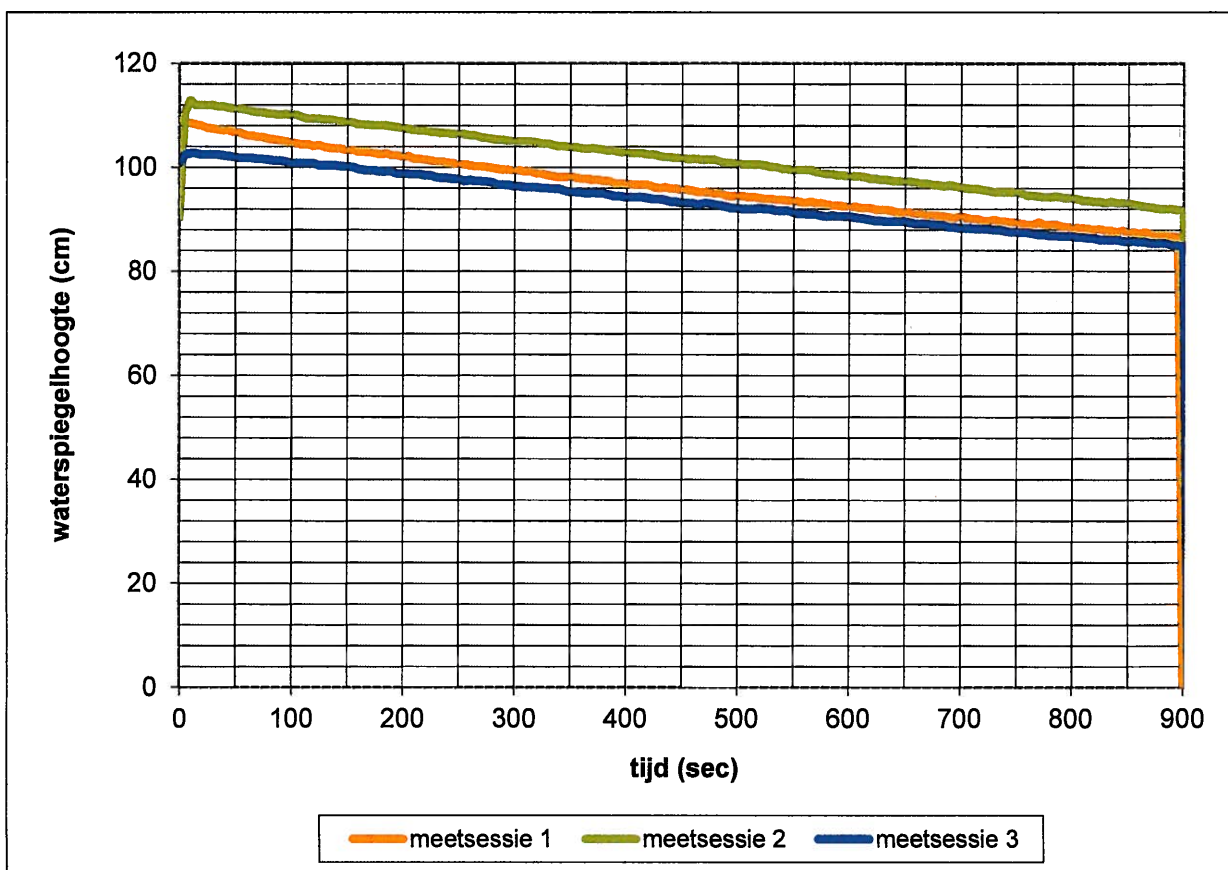
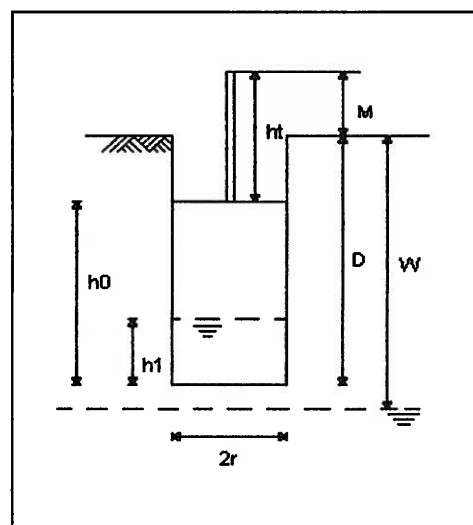
h_1 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_1$

r = boorgatradius

dt = verlopen tijd van $t = t_0$ tot $t = t_1$

Onderzoekswaarden

Diepte boorgat	D :	300	cm
Standaardhoogte	M :	0	cm
Radiusboorgat	R :	3,5	cm
Grondwater	W :	0	cm



Meetssessie 1	
t_0 =	100 sec
h_0 =	104,8 cm
t_1 =	800 sec
h_1 =	88,5 cm
k_f =	4,15E-06 m/s
k_f =	0,358223818 m/dag
rc =	-0,00023286 m/s

Meetssessie 2	
t_0 =	100 sec
h_0 =	110,1 cm
t_1 =	800 sec
h_1 =	94,1 cm
k_f =	3,86E-06 m/s
k_f =	0,333073952 m/dag
rc =	-0,00022857 m/s

Meetssessie 3	
t_0 =	100 sec
h_0 =	100,9 cm
t_1 =	800 sec
h_1 =	86,8 cm
k_f =	3,69E-06 m/s
k_f =	0,318798488 m/dag
rc =	-0,000201429 m/s

Projectomschrijving: Geohydrologisch grondonderzoek
 Lokatie: BP Lichtenberg te Landgraaf
 Boornummer: DB101C

Opdrachtnr. GA-130398
 Traject (m-mv) 4,0 - 4,9
 Meting DM101C

Formule om de doorlatendheid volgens Porchet te bepalen :

$$k_f = 1,15 \cdot r \cdot (\log(h_0 + r/2) - \log(h_1 + r/2)) / dt \text{ [cm/s]}$$

Hierbij is :

h_0 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_0$

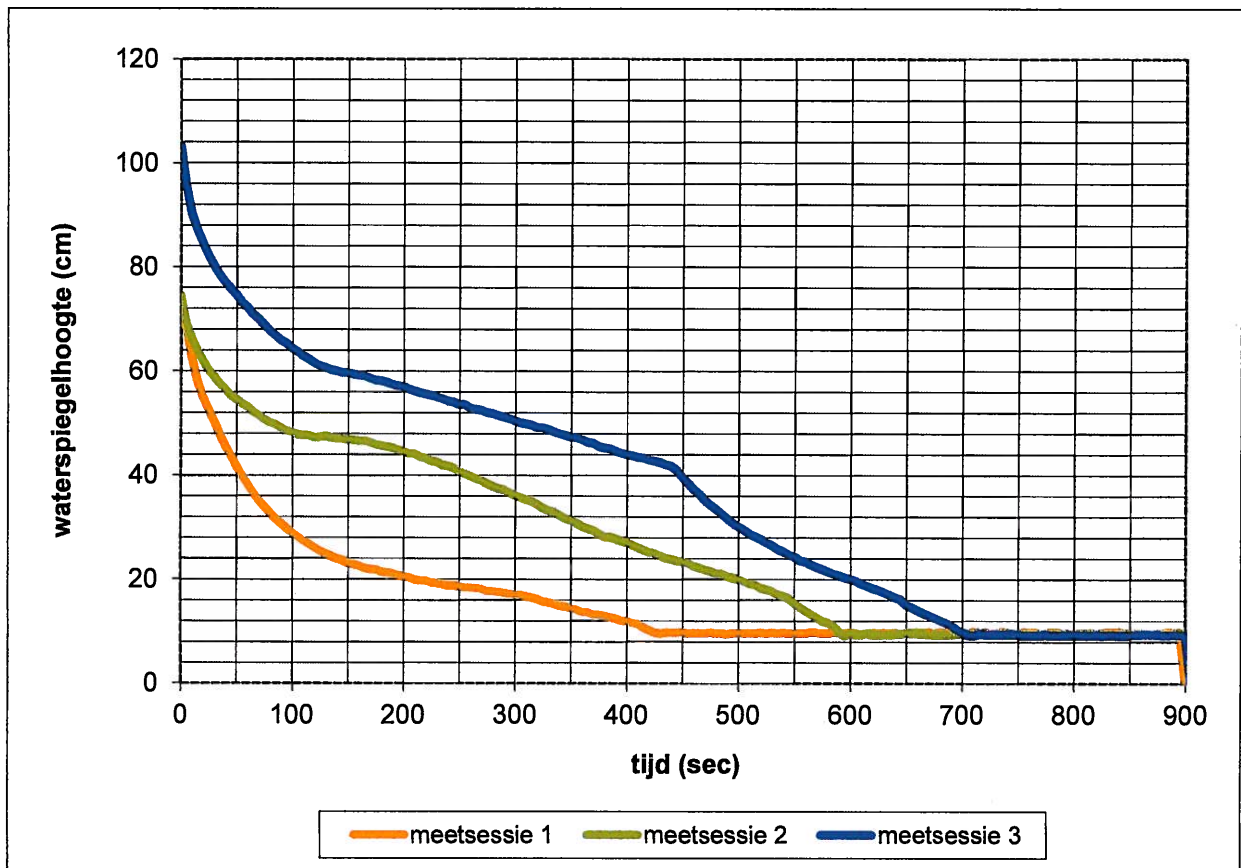
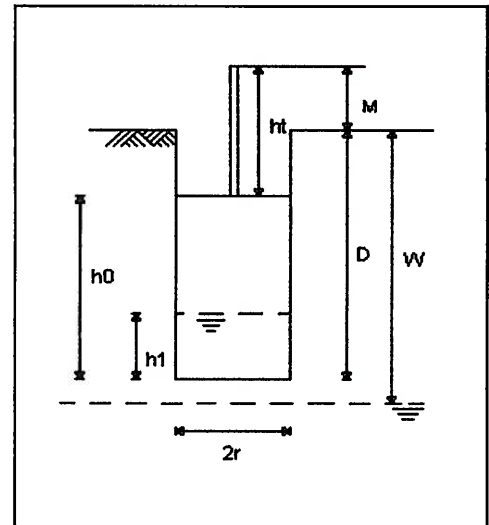
h_1 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_1$

r = boorgatradius

dt = verlopen tijd van $t = t_0$ tot $t = t_1$

Onderzoekswaarden

Diepte boorgat	D :	500	cm
Standaardhoogte	M :	0	cm
Radiusboorgat	R :	3,5	cm
Grondwater	W :	0	cm



Meetsessie 1

t_0 =	100	sec
h_0 =	28,9	cm
t_1 =	350	sec
h_1 =	14,4	cm
k_f =	4,48E-05	m/s
k_f =	3,870679418	m/dag
rc =	-0,00058	m/s

Meetsessie 2

t_0 =	200	sec
h_0 =	44,6	cm
t_1 =	400	sec
h_1 =	27,1	cm
k_f =	4,14E-05	m/s
k_f =	3,580257378	m/dag
rc =	-0,000875	m/s

Meetsessie 3

t_0 =	200	sec
h_0 =	57,1	cm
t_1 =	550	sec
h_1 =	24,4	cm
k_f =	4,05E-05	m/s
k_f =	3,500202154	m/dag
rc =	-0,000934286	m/s

Bijlage 5

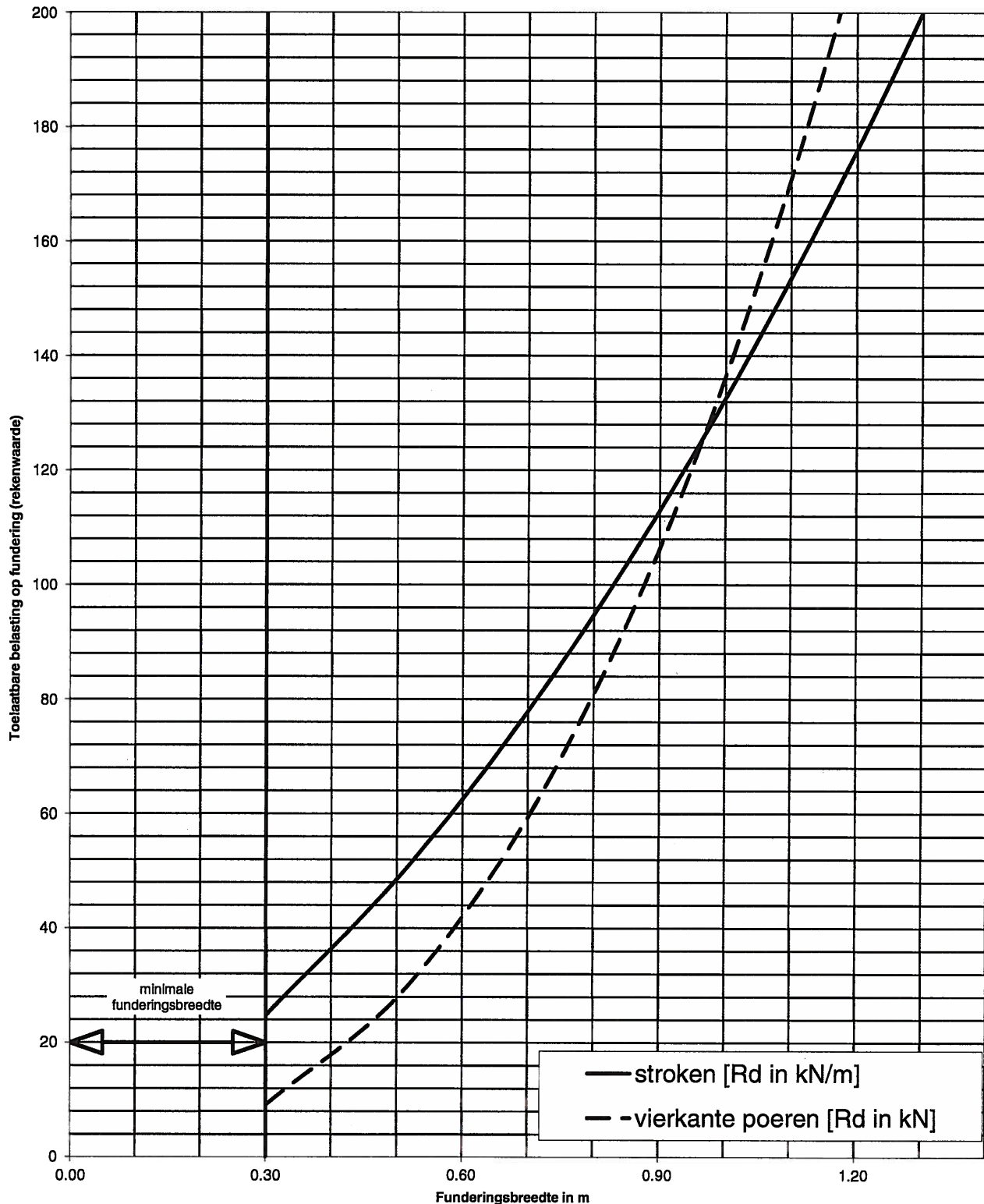
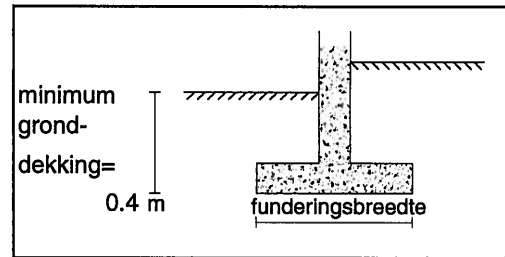
Funderingsdrukdiagram



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

Bijlagenr. : GA-130398
 Project : Nieuwbouw BP Lichtenberg
 Locatie : Landgraaf
 Grondsoort : Leem

Volumiek gewicht : 18.0 kN/m³
 Hoek inw. wrijving : 28.0 graden
 Cohesie : 0.0 kN/m²



Bijlage 6:

Richtlijnen uitvoering

Bijlage 6.1 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 $63 \mu\text{m}$ (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 (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° 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.