



**Funderingsadvies/infiltratieadvies
t.b.v. nieuwbouw woningen
Aan de Lammerskamp
Te Well**

Opdrachtnummer: GA150162
Rapportnummer: R01
Versie: V4.0

Datum rapport: 26 november 2015

Opdrachtgever: Swentibold Projectontwikkeling
Postbus 5046
6130 PA Sittard

Functie:	Naam:	Gezien en akkoord:
Geotechnisch adviseur	Ing. K. Kalisz	
Controle	Ing. M. Vankan	



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
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	7
8.0	INFILTRATIEADVIES	8
8.1	Algemeen	8
8.2	Berekening infiltratievoorziening	8
8.3	Dimensionering van de infiltratievoorziening	9
8.4	Overige ontwerpaspecten	10
9.0	FUNDERINGSADVIES	12
9.1	Algemeen	12
9.2	Fundering op staal	12
9.3	Vloeren	13
10.0	UITVOERING	14

Bijlagen:

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



1.0 INLEIDING

Door Swentibold Projectontwikkeling werd aan Geonius Geotechniek BV opdracht gegeven om een geotechnisch en geohydrologisch grondonderzoek uit te voeren en een funderingsadvies in combinatie met een infiltratieadvies op te stellen. Dit onderzoek was nodig voor de nieuwbouw van 16 woningen en een infiltratievoorziening aan de Lammerskamp te Well.

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.

De resultaten van het infiltratieonderzoek zijn getoetst aan de eisen van Waterschap Peel en Maasvallei.



2.0 PROJECTBESCHRIJVING

Aan de Lammerskamp te Well is de nieuwbouw van 16 woningen en de aanleg van een infiltratievoorziening gepland.

Voor het funderingsadvies van de geplande nieuwbouw en infiltratieadvies voor de aanleg van een infiltratievoorziening zijn door ons, mede op basis van door de opdrachtgever verstrekte gegevens, de onderstaande uitgangspunten gehanteerd:

Funderingsadvies:

- De nieuwbouw bestaat uit maximaal 2 bovengrondse bouwlagen met `kap.
- De woningen worden niet voorzien van een kelder en/of kruipruimte;
- De bouwpeilen zijn door ons op basis van maaiveldhoogte door ons geschat en variëren van ca. NAP + 17,3 m tot + 17,6 m . In tabel 9.2.1 is per bouwblok het geschatte bouwpeil vermeld;
- Het aanlegniveau is door ons geschat op ca. 0,8 m- bouwpeil.
- De maximale rekenwaarde voor de belasting op de fundering was ten tijde van het opstellen van deze rapportage niet bekend en is derhalve door ons geschat op een lijnlast (q_d) van ca. 100 kN/m¹;
- Eventuele beperkingen of randvoorwaarden als gevolg van milieukundige aspecten zijn buiten beschouwing gelaten.

Infiltratieadvies:

- Thans is het nog niet bekend of voor iedere woningen een eigen infiltratievoorziening/buffer wordt gerealiseerd, of dat alle woningen op 1 voorziening worden aangesloten.
- In overleg met opdrachtgever is het verharde oppervlak per woning geschat op ca. 97,5 m².
- De maatgevende buien waarop de infiltratievoorziening getoetst wordt zijn T=10, 50 mm in 27,3 uur en T=100, 84 mm in 48 uur (conform Waterschap Peel en Maasvallei). In overleg met opdrachtgever is in dit advies verder uitgegaan van een dimensionering op basis van bui T=10, waarbij 2 optie:
 - Dimensionering enkel op basis van berging;
 - Dimensionering op basis van berging en rekening houdend met infiltratie.

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 geotechnisch en geohydrologisch grondonderzoek zijn op 8 april 2015 in totaal 12 diepsonderingen uitgevoerd. Tevens zijn een 2-tal handboringen uitgevoerd om de toplagen nader te verkennen. Vervolgens zijn in deze boorgaten doorlatendheidsmetingen uitgevoerd.

4.2 Diepsonderingen

De sonderingen zijn genummerd GA150162 SW01 t/m SW12. 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 alle 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.

4.3 Boring

Om de toplagen nader te verkennen zijn op de locatie tevens een 2-tal handboringen (genummerd GA150162 DB01 en DB02) tot ca. maaiveld - 2,0 m uitgevoerd. 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 is opgenomen in de bijlagen.

4.4 Inmeting

De ligging van de onderzoekspunten is op situatietekening GA150162.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 hoogte van Put A (NAP + 16,9 m, de hoogte is door de gemeente opgegeven. De hoogte dient als indicatie en mag niet voor andere doeleinden gebruikt worden dan sec dit rapport) zoals aangegeven op situatietekening GA150162.T01.

5.0 TERREINGESTELDHEID EN BODEMOPBOUW

5.1 Terreingesteldheid

Het terrein is braak liggend. Ten tijde van het grondonderzoek lag het maaiveld ter plaatse van de sondeerpunten op een niveau van ca. NAP + 17,1 m tot + 17,7 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 ca. maaiveld - 0,1 m à - 0,5 m een geroerde toplaag aangetroffen. Het pakket bestaat uit zwak siltig materiaal en los gepakt zand.

Onderlaag

Vanaf voornoemde diepte tot de maximaal verkende diepte van ca. NAP + 7,1 m wordt een vast gepakt zandpakket aangetroffen. Op enkele niveaus komen teruggangen in conusweerstand voor als gevolg van minder vast gepakte zandlagen.



6.0 GRONDWATER / GEOHYDROLOGIE

6.1 Grondwater

Tijdens het grondonderzoek is in de sondeergaten naar de actuele grondwaterstand gepeild. Deze werd aangetroffen op een diepte van ca. maaiveld - 4,0 m. Dit komt overeen met ca. NAP + 13,2 m. Deze opname is eenmalig en bedoelt 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. De grondwaterstand heeft echter geen invloed op de keuze van het funderingssysteem.

6.2 Doorlatendheid

De doorlatendheidsmetingen zijn boven de grondwaterstand uitgevoerd en gemeten conform de open-boorgatmethode (Porchet). 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 6.2.1.

Tabel 6.2.1, de doorlatendheid van de bodem

Meting	Traject (m+ NAP)	Grondsoort	Doorlatendheid (m/d)
DM01	16,5 - 15,5	Zand	21,3 - 27,6
DM02	16,3 - 15,3	Zand	5,6 - 7,6

7.0 Beoordeling mogelijkheden voor infiltratie

7.1 Algemeen

Door het waterschap wordt 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+ NAP)	Maatgevende Doorlatendheid [m/d]	Classificatie doorlatendheid bodem	Gunstige mogelijkheden voor infiltratie
DM01	16,5 – 15,5	21,3	Zeer goed	Ja
DM02	16,1 – 15,1	5,6	Goed	Ja

Aan de tweede eis wordt voldaan aangezien het grondwater is aangetroffen op een diepte van ca. maaiveld - 4,0 m ofwel NAP + 13 ,2 m.

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

De mogelijkheden voor infiltratie zijn als volgt:

1. Oppervlakkige infiltratie via doorlatende verharde oppervlakten. Dit behoort tot de mogelijkheden. Wel zal rekening gehouden moeten worden met de geroerde toplaag. Deze zal moeten worden verwijderd en vervangen door goed doorlatend materiaal.
2. Infiltratie in de ondiepe ondergrond. Hierbij valt te denken aan infiltratie via een greppel, infiltratiekoffers, putten en of infiltratieriool. Dit behoort eveneens tot de mogelijkheden de doorlatendheid van de ondiepe ondergrond is voldoende.
3. Infiltratie naar de diepere ondergrond. Dit kan middels grindpalen, etc. naar de diepere zand/grindlagen. Dit behoort eveneens tot de mogelijkheden maar hierbij zal rekening gehouden moeten worden met de grondwaterstand. Deze optie is niet nader bekeken in verband met de goede doorlatendheid van de toplagen

7.3 Conclusie

Uit de gemeten doorlatendheden en grondwaterstand blijkt dat infiltratie van neerslagwater tot de mogelijkheden behoort. De doorlatendheid van de ondergrond is goed. Wij adviseren een infiltratievoorziening in de ondiepe ondergrond bijvoorbeeld middels een kratten en/of grindkoffers.

8.0 INFILTRATIEADVIES

8.1 Algemeen

Voor het ontwerp van de infiltratie-elementen is na overleg met opdrachtgever uitgegaan van de dimensionering van de voorziening op basis van bui T=10 met enkel berging en daarnaast berging + infiltratie. Zowel de variant van één voorziening per woning als een centrale voorziening wordt beschouwd. De bui T=10 komt conform de statistieken gemiddeld 1 maal per 10 jaar voor. De totale neerslaghoeveelheid bij deze bui bedraagt ca. 50 mm in 1640 minuten. Het streven is de buffer of infiltratievoorziening binnen 24 uur weer volledig beschikbaar te hebben voor het bergen van een nieuwe bui. Daarnaast is een doorkijk gemaakt naar de gevolgen van een bui T=100. De totale neerslaghoeveelheid bij een bui T=100 bedraagt 84 mm in 2880 minuten.

Om te beoordelen hoe de overtollige neerslag in de ondergrond kan worden geleid, zijn door ons bureau berekeningen uitgevoerd. Bij de berekeningen is ervan uitgegaan dat de volledige hoeveelheid neerslag in de buffer geborgen moet kunnen worden en geen infiltratie optreedt. In de volgende paragrafen is infiltratiesystemen in de ondiepe ondergrond in de vorm van kratten verder uitgewerkt.

Conform ISSO-publicatie 70.1 is geen rekening gehouden met de afvloeiingscoëfficiënt, dat wil zeggen dat in de berekeningen er van wordt uitgegaan dat alle neerslag op het beschouwde oppervlak in het infiltratiesysteem terecht komt.

Om de leeglooptijd van de infiltratievoorziening te bepalen is voor de toplagen en ondiepe ondergrond een doorlatendheid van 5,6 m/dag aangehouden. Daarnaast is gerekend met een overall veiligheidsfactor van 2,0.

Randvoorwaarde van de uitgevoerde berekeningen is dat de voorziening binnen 24 uur weer voldoende capaciteit dient te hebben om de gedimensioneerde bui te bergen/infiltreren.

8.2 Berekening infiltratievoorziening

Voor de berekeningen van de infiltratievoorziening zijn wij uitgegaan van een gemiddelde doorlatendheid per gemeten diepte. Bij de berekeningen van het systeem is rekening gehouden met het dichtslibben van de bodem waardoor de doorlatendheid afneemt.

Bij de berekening voor de elementen zijn de volgende aspecten van belang:

- 1) de hoeveelheid toestromend water,
- 2) de hoeveelheid water, die in de infiltratievoorziening en overige gedeelte van het systeem kan worden geborgen.
- 3) de hoeveelheid water, die gedurende de bui in de ondergrond infiltreert en de berging bepalen de capaciteit van het infiltratiesysteem. Er is een variant berekend zowel zonder rekening te houden met infiltratie en als alternatief de variant waarbij wel met infiltratie wordt gerekend. Bij deze laatste variant wordt gebruik gemaakt van de bodemeigenschappen en kan met een kleinere voorziening worden volstaan.

- ad. 1) Bij het bepalen van de uiteindelijke grootte van de infiltratievoorziening is rekening gehouden met een bui van 50 mm. Uitgaande van een oppervlak per perceel (bestaande uit de dak en verharding) van woningen 97,5 m² moet de infiltratievoorziening een inhoud krijg van 5,1 m³. (hierbij wordt uitgegaan van een porositeit van de kratten van 95%). Uitgaande van een centrale voorziening voor alle 16 woningen dient een inhoud gerealiseerd te worden van ca. 83 m³.
- ad. 2) De hoeveelheid water, die per infiltratievoorziening kan worden gebufferd, is afhankelijk van het type en de dimensies van de infiltratievoorziening.

8.3 Dimensionering van de infiltratievoorziening

Bij de berekeningen is uitgegaan van een stationaire situatie met een gemiddeld verhang op basis van een volledig gevulde infiltratievoorziening. De minimaal benodigde afmetingen voor bui T=10 staan in tabel 8.3.1.

Tabel 8.3.1: Minimale afmetingen infiltratiesystemen T=10

Variant	Onderkant Systeem [m+ NAP]	Lengte [m]	Breedte [m]	Hoogte [m]	Leeglooptijd voorziening [uren]
Per perceel; verhard oppervlak 100 m2					
Enkel berging	15,0	3,5	1,0	1,5	5,3
Bering + infiltratie	16,0	2,5	1,0	1,0	9,0
Centrale voorziening; verhard oppervlak 1600 m2					
Enkel berging	15,0	40	1,5	1,5	8,0
Bering + infiltratie	15,0	25	1,0	1,5	5,0

Bij de dimensionering op basis van T = 10, bij een intensievere bui T=100 de voorziening niet voldoen en dient een deel van het water naar elders te worden afgevoerd. Om dit inzichtelijk te maken, zijn de resultaten van deze berekening in tabel 8.3.2 gepresenteerd.



Tabel 8.3.2: Overstort naar elders op basis van T=100, bij dimensionering voorziening op T=10

Variant	Onderkant Systeem [m+ NAP]	Voorziening o.b.v. T=10			Overstort naar Elders m ³
		Lengte [m]	Breedte [m]	Hoogte [m]	
Per perceel; verhard oppervlak 100 m2					
Enkel berging	15,0	3,5	1,0	1,5	3,3
Bering + infiltratie	16,0	2,5	1,0	1,0	1,5
Centrale voorziening; verhard oppervlak 1600 m2					
Enkel berging	15,0	40	1,5	1,5	46,1
Bering + infiltratie	15,0	25	1,0	1,5	20,6

8.4 Overige ontwerpaspecten

Wij adviseren om alvorens de ondergrondse voorziening aan te brengen een filterdoek met een minimale doorlatendheid van ca. $1 \cdot 10^{-4}$ m/s aan te brengen. In dit doek moet het infiltratie element worden aangelegd. Zodoende wordt een goede scheiding verkregen tussen de bestaande grondslag en het element en wordt materiaal transport van buiten de voorziening naar de voorziening voorkomen.

Afhankelijk van het op de voorziening aangesloten oppervlak kan het noodzakelijk zijn om een bodempassage te realiseren om doorslag van verontreinigingen te voorkomen. Een bodemfilter bestaat uit een organische stof- en lutumhoudende toplaag waarin verontreinigingen zich binden. De samenstelling moet een compromis zijn tussen het bindend vermogen van verontreinigingen en de waterdoorlaatbaarheid van de toplaag. Aanbevolen wordt om een bodemfilter aan te leggen met een lutumgehalte van 3 - 5 % en een organische stofgehalte van 2 - 4 %. Indien organische stof wordt toegevoegd, dient dit te gebeuren in de vorm van stabiele humus, omdat 'verse' organische stof (amorphe humusdelen) gemakkelijk uitspoelt en dus ook de hieraan gebonden verontreinigingen.

Een andere mogelijkheid is om rondom de ondergrondse voorziening een speciale vlijlaag met geotextiel aan te brengen, zoals soms ook onder de bestrating van doorlatende verhardingen met zuiverende werking wordt toegepast. Hierin worden zware metalen gebonden en door microben olie en PAK's afgebroken terwijl de waterdoorlaatbaarheid goed is. Bij het toepassen van een bodemfilter hoeft slechts de eerste 8 mm neerslag door het filter geleid te worden. Bij deze 8 mm worden de meeste verontreinigingen door het water meegevoerd. Het is wellicht aantrekkelijk om de voorziening zo in te richten dat het overige regenwater direct naar het infiltratie element overstort en derhalve niet door het bodemfilter stroomt.

In verband met ontluchting bij het vullen van de kratten dient het systeem van ontluchttingsbuizen naar het maaiveld te worden voorzien. Op de infiltratie voorziening zal een minimale gronddekking van 0,6 meter aanwezig moeten zijn, indien er belastingen en verkeer op het maaiveld zijn voorzien (e.e.a. conform opgave leverancier).

Door bezinking van slibdeeltjes kan vervuiling van het systeem optreden, waardoor de goede werking wordt beïnvloed. Het is daarom vereist om bij de inlaat van het systeem een slibvang in te bouwen, zodat vuil, bladeren, etc. kunnen worden afgevangen. Daarnaast kan het noodzakelijk zijn om het aanvoersysteem op te schonen. Wij adviseren om hiervoor voorzieningen aan te brengen.

In voorliggend advies is de voorziening gedimensioneerd op bui $T=10$. Het systeem dient van een overloop naar de riolering of een waterloop te worden voorzien om de bui $T=100$ te kunnen verwerken. Bij zeer intensieve buien (bijvoorbeeld $T \geq 100$), zal het systeem het toestromende regenwater niet kunnen verwerken en kan het regenwater gecontroleerd naar elders afstromen. In het geval de krat gedimensioneerd wordt op een $T=100$ bui, is het niet noodzakelijk een overstortvoorziening in te richten.

De infiltratievoorziening dient op voldoende afstand van de belendende funderingen te worden aangelegd zodat het draagvermogen niet nadelig wordt beïnvloed. Bij een beperkte ruimte tussen de fundering en de infiltratievoorziening ($< 5,0\text{m}$) adviseren wij om dit invloed van de voorziening op de fundering nader te beschouwen.

9.0 FUNDERINGSADVIES

9.1 Algemeen

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

9.2 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. 15.000 kN/m³. Of en in hoeverre de fundering van wapening moet worden voorzien is ter competentie van de constructeur.

In tabel 9.2.1 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 9.2.1: te hanteren niveaus voor de fundering

Sondering nr.	Maaiveldhoogte [m+ NAP]	Bouwpeilhoogte [m+ NAP]	Aanlegniveau [m+ NAP]	Minimaal ontgravingsniveau [m+ NAP]
SW01	17,66	17,60	16,80	16,80
SW02	17,46	17,60	16,80	16,80
SW03	17,33	17,40	16,60	16,60
SW04	17,23	17,40	16,60	16,60
SW05	17,35	17,50	16,70	16,70
SW06	17,37	17,50	16,70	16,70
SW07	17,23	17,50	16,70	16,70
SW08	17,37	17,50	16,70	16,70
SW09	17,40	17,50	16,70	16,70
SW10	17,20	17,30	16,50	16,50
SW11	17,15	17,30	16,50	16,50
SW12	17,21	17,30	16,50	16,50

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 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. 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 6. Hierbij is gerekend met een gedraineerde, 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 tot maximaal 5 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).

9.3 Vloeren

De vloeren van kunnen, nadat de teelaarde, losse geroerde grond en andere ongerechtigheden zijn verwijderd, op de aanwezige grondslag worden aangelegd. 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.

10.0 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

hoogte t.o.v. NAP.
in meter

put A	16.90
put B	17.26
DB01	17.49
DB02	17.08
SW01	17.66
SW02	17.46
SW03	17.33
SW04	17.23
SW05	17.35
SW06	17.37
SW07	17.23
SW08	17.37
SW09	17.40
SW10	17.20
SW11	17.15
SW12	17.21

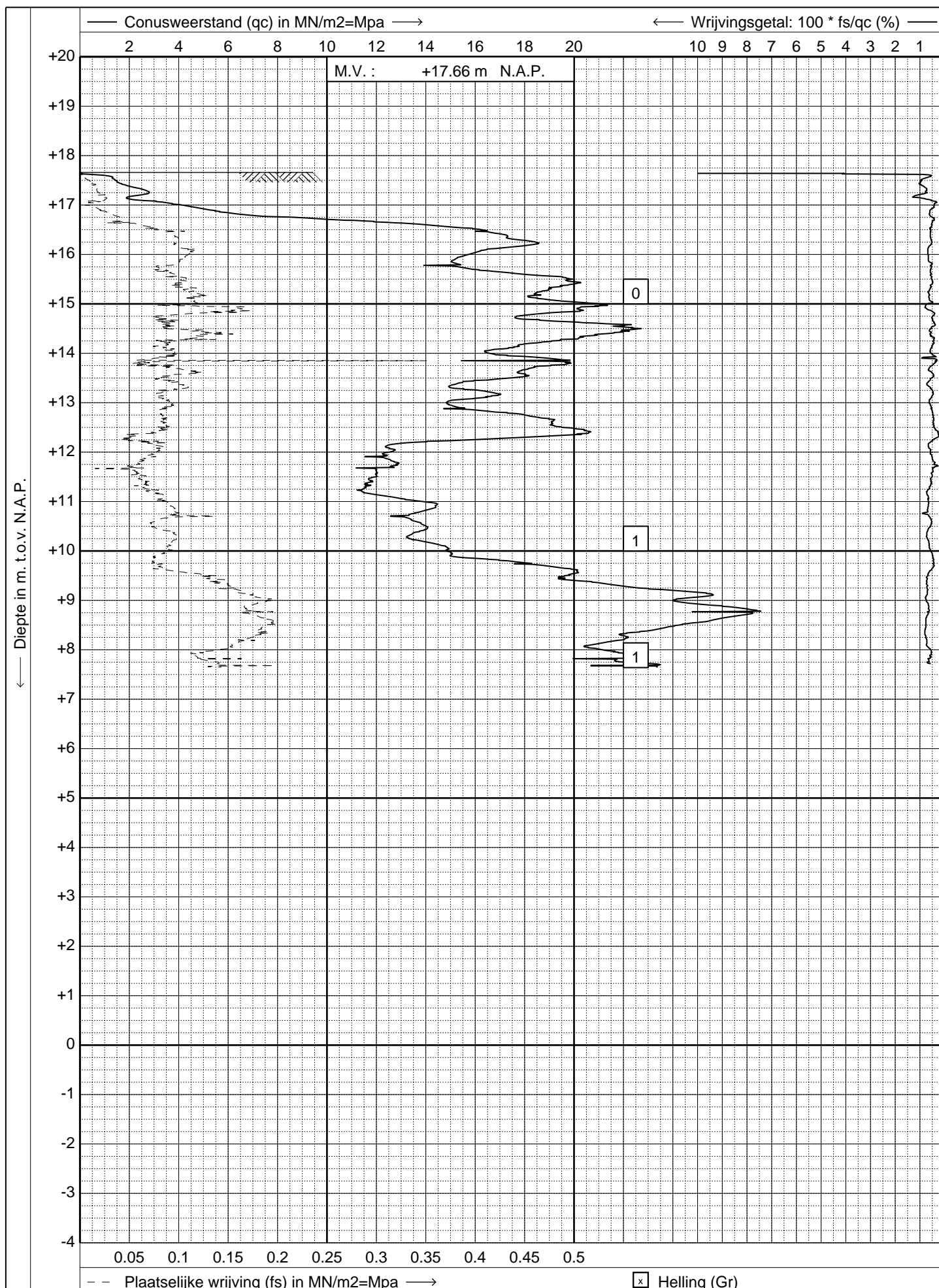


- geplande nieuwbouw
- bestaande bebouwing
- ⊗ boring met doorlatendheidsmeting
- ▼ sondering met kleef

project	Geotechnisch en hydrologisch onderzoek kavel 1 t/m 16 Lammerskamp te Well		 Geonius Geo Breinderveldweg 15 6365 CM Schinnen +31 (0) 88 1300 600 www.geonius.nl
onderdeel	situatietekening		
projectnr	GA150162	projectleider	M. Vankan
bijlagenr	T01	getekend	C. Habets
datum	13-04-2015	formaat	A3
		schaal	1:500
			

Bijlage 2

Sondeergrafieken



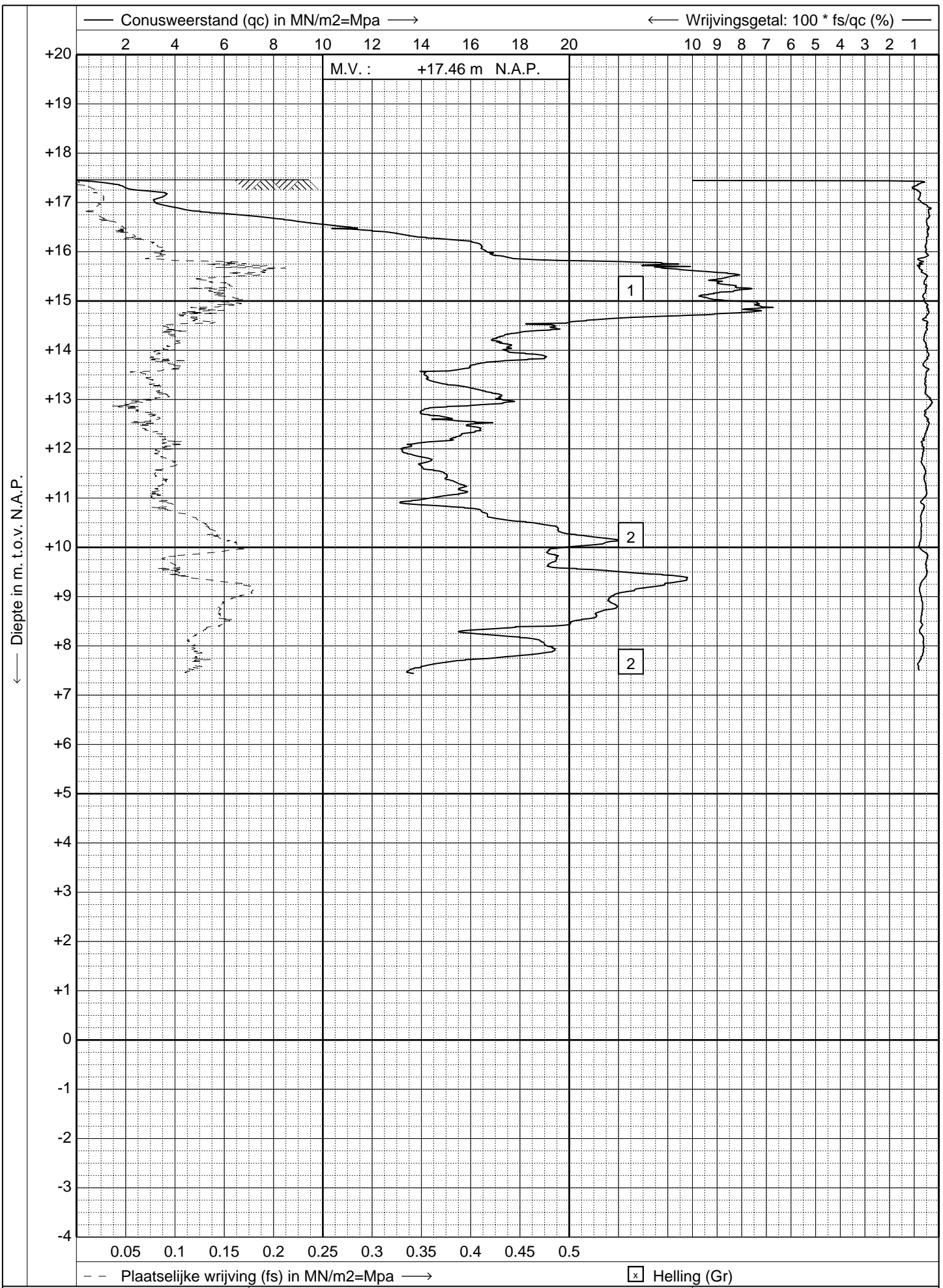
GEONIUS
 www.geonius.eu
 E-mail: info@geonius.eu
 Tel.: 046-4572666
 Fax.: 046-4572679

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1

Project : **Nieuwbouw woningen Lammerskamp**

Locatie : **Well**

Datum : **08-04-2015**
 Conus : **S15-CFI.850**
 Opdracht : **GA150162**
 Sondering : **01**



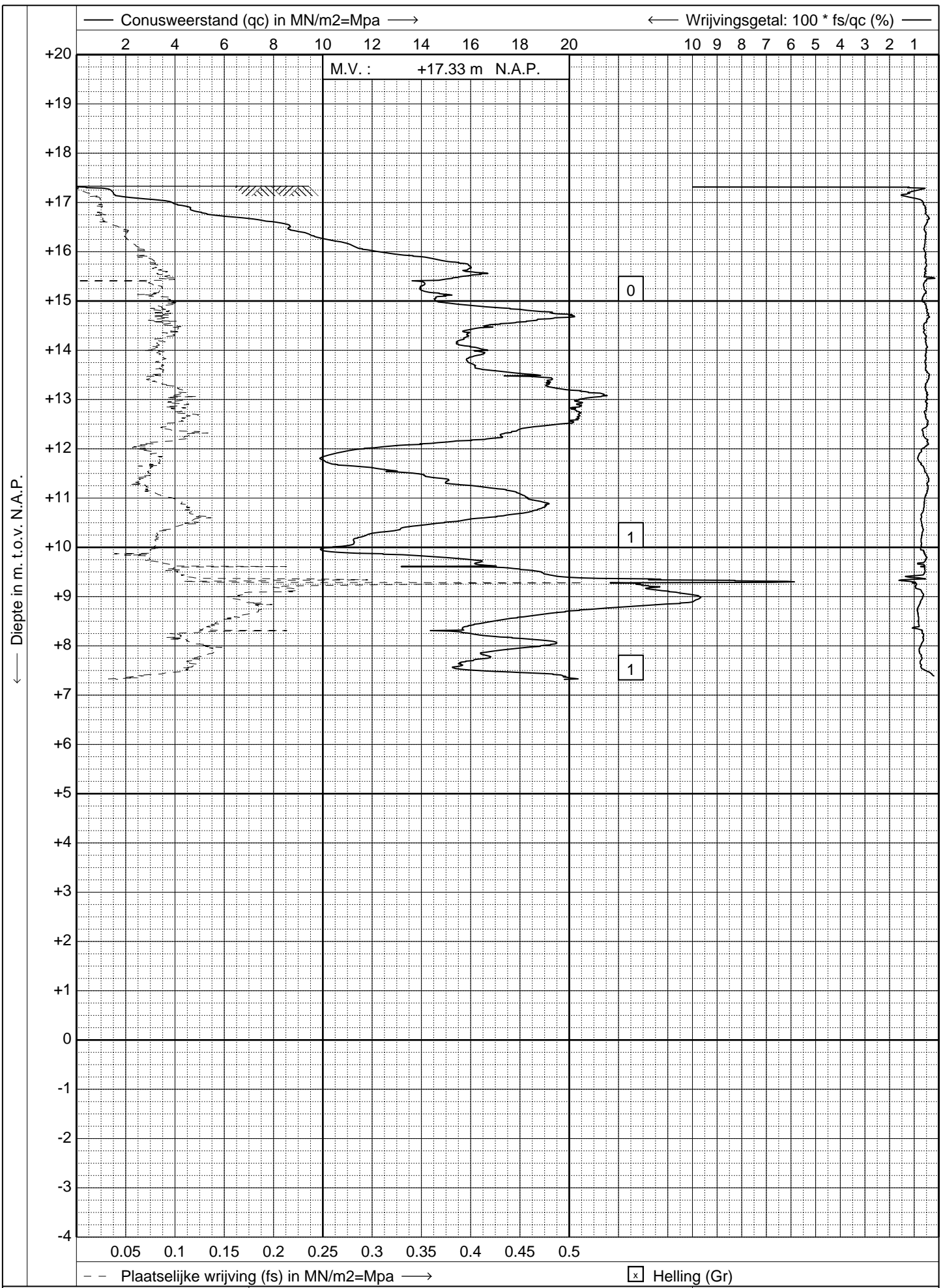
GEONIUS
 www.geonius.eu
 E-mail: info@geonius.eu
 Tel.: 046-4572666
 Fax.: 046-4572679

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1

Project : **Nieuwbouw woningen Lammerskamp**

Locatie : **Well**

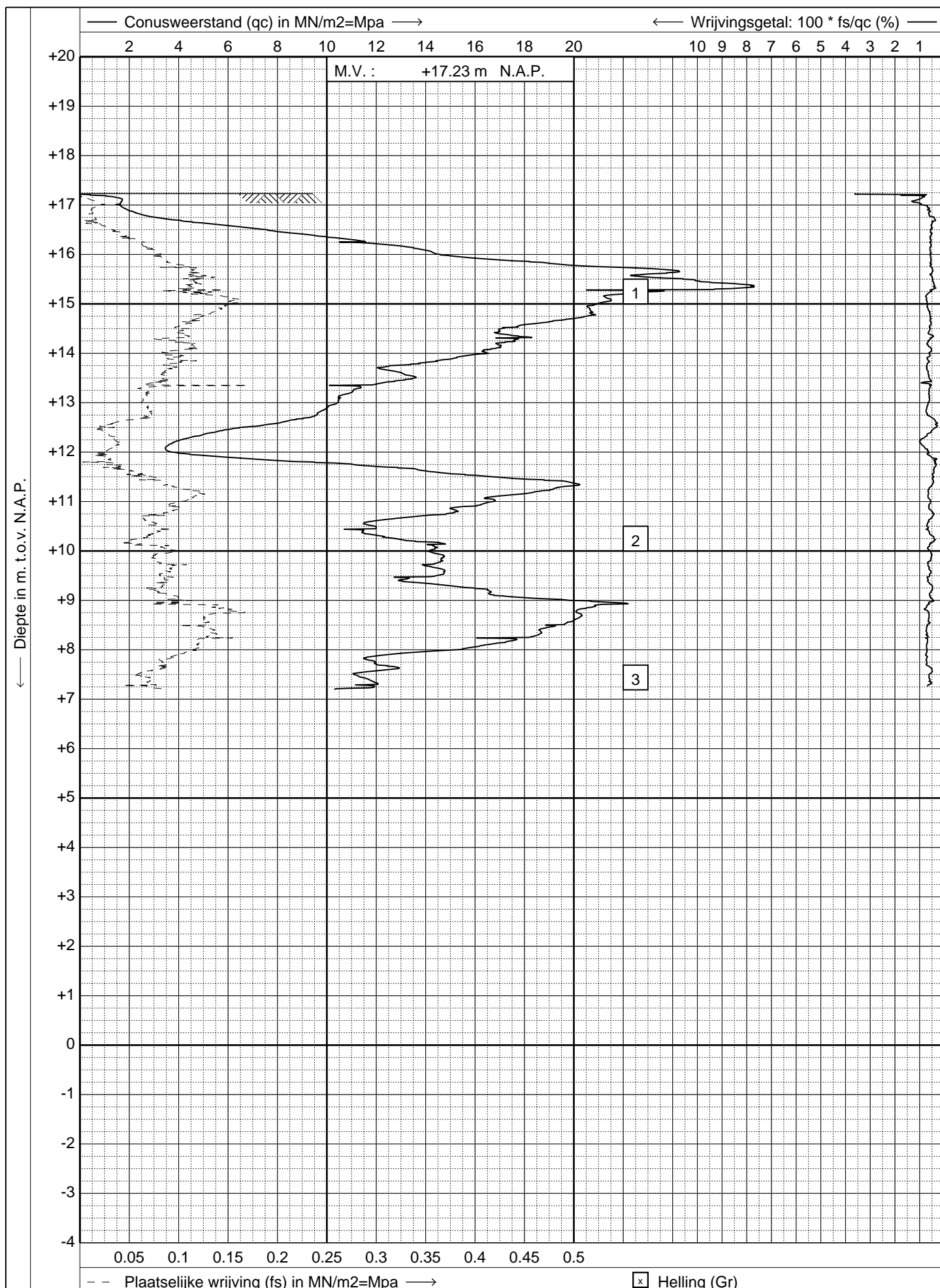
Datum : **08-04-2015**
 Conus : **S15-CFI.850**
 Opdracht : **GA150162**
 Sondering : **02**



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

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1
 Project : **Nieuwbouw woningen Lammerskamp**
 Locatie : **Well**

Datum : **08-04-2015**
 Conus : **S15-CFI.850**
 Opdracht : **GA150162**
 Sondering : **03**



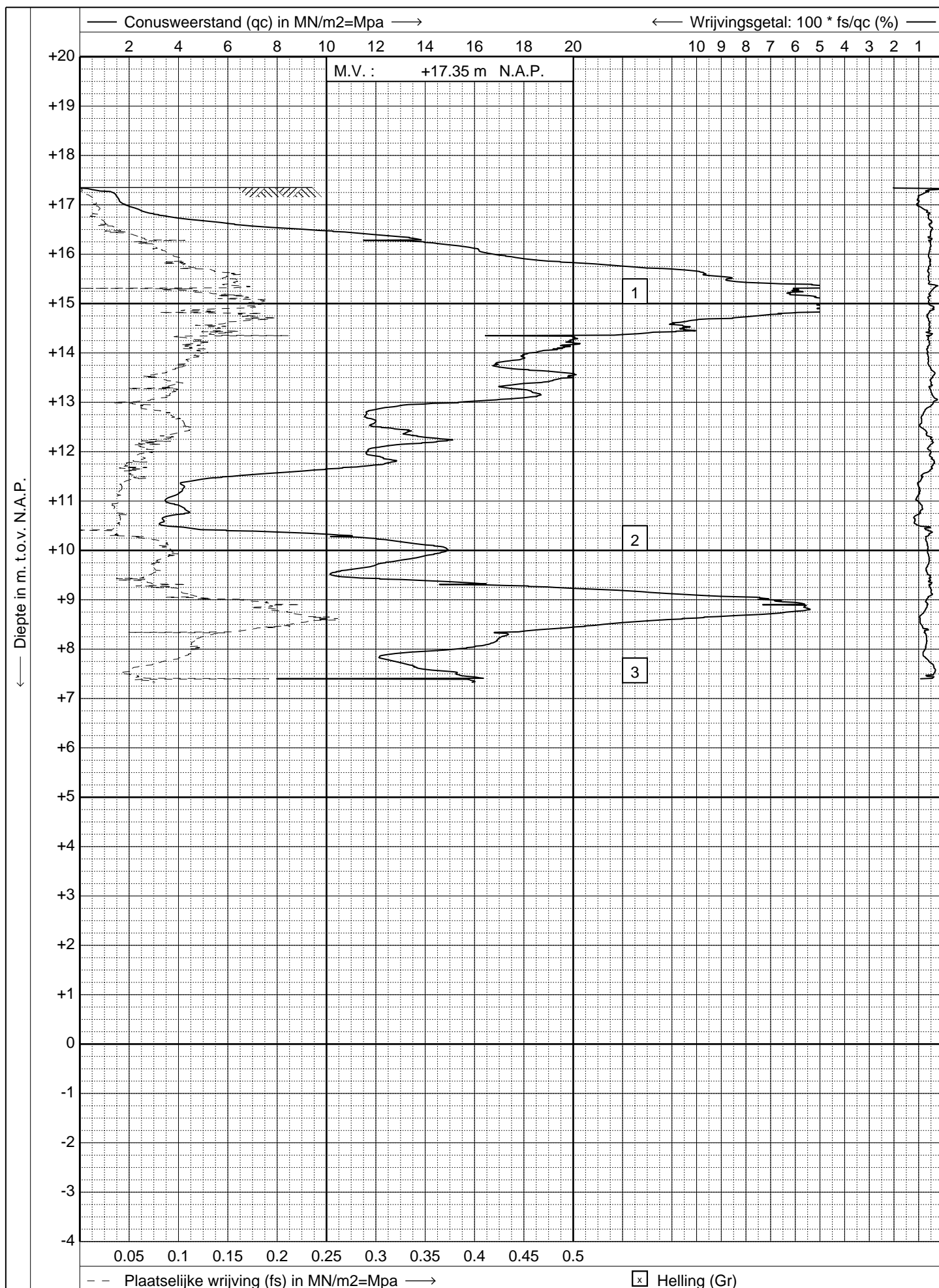
GEONIUS
 www.geonius.eu
 E-mail: info@geonius.eu
 Tel.: 046-4572666
 Fax.: 046-4572679

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1

Project : **Nieuwbouw woningen Lammerskamp**

Locatie : **Well**

Datum : **08-04-2015**
 Conus : **S15-CFI.850**
 Opdracht : **GA150162**
 Sondering : **04**



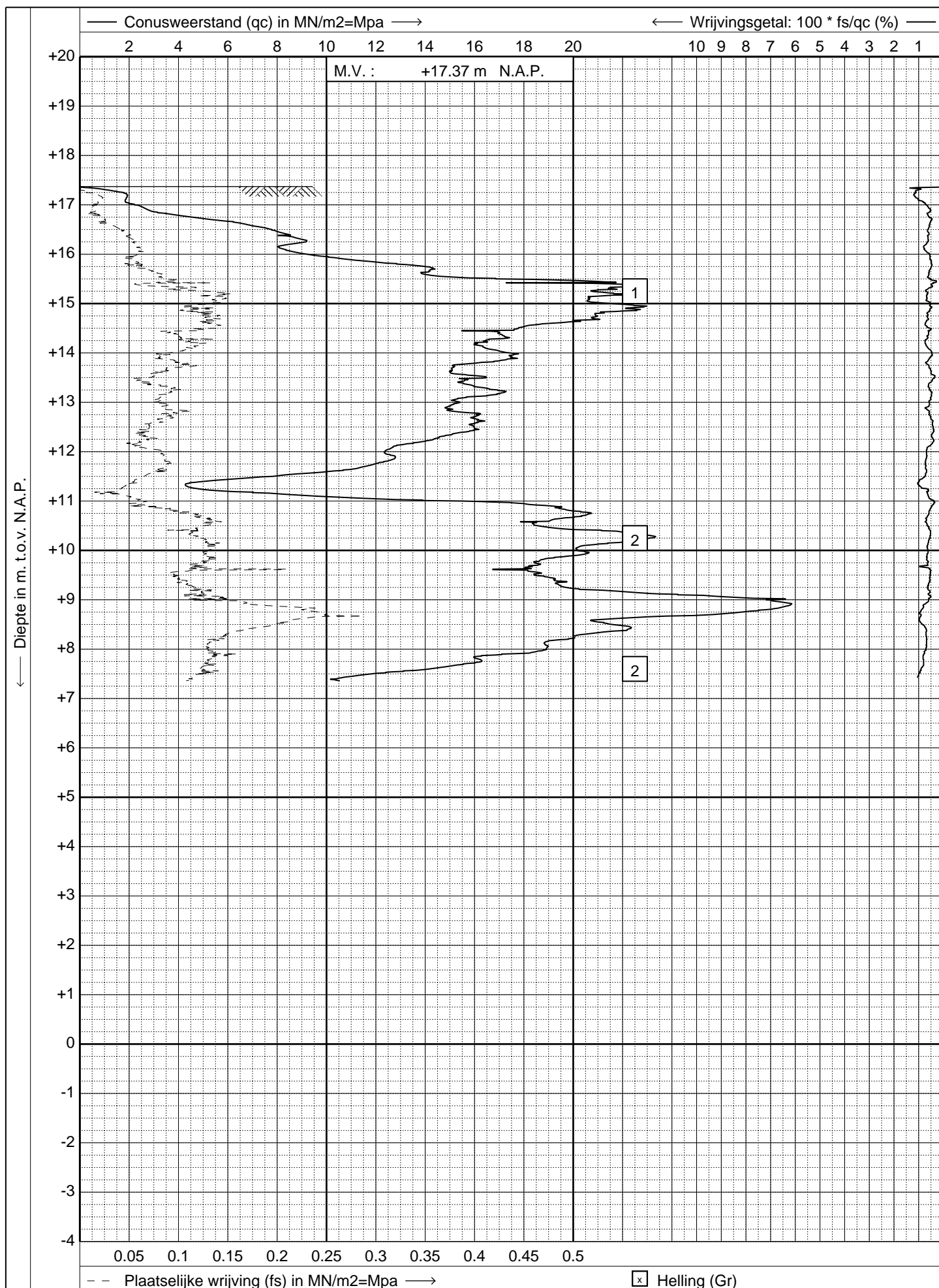
GEONIUS
 www.geonius.eu
 E-mail: info@geonius.eu
 Tel.: 046-4572666
 Fax.: 046-4572679

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1

Project : **Nieuwbouw woningen Lammerskamp**

Locatie : **Well**

Datum : **08-04-2015**
 Conus : **S15-CFI.850**
 Opdracht : **GA150162**
 Sondering : **05**



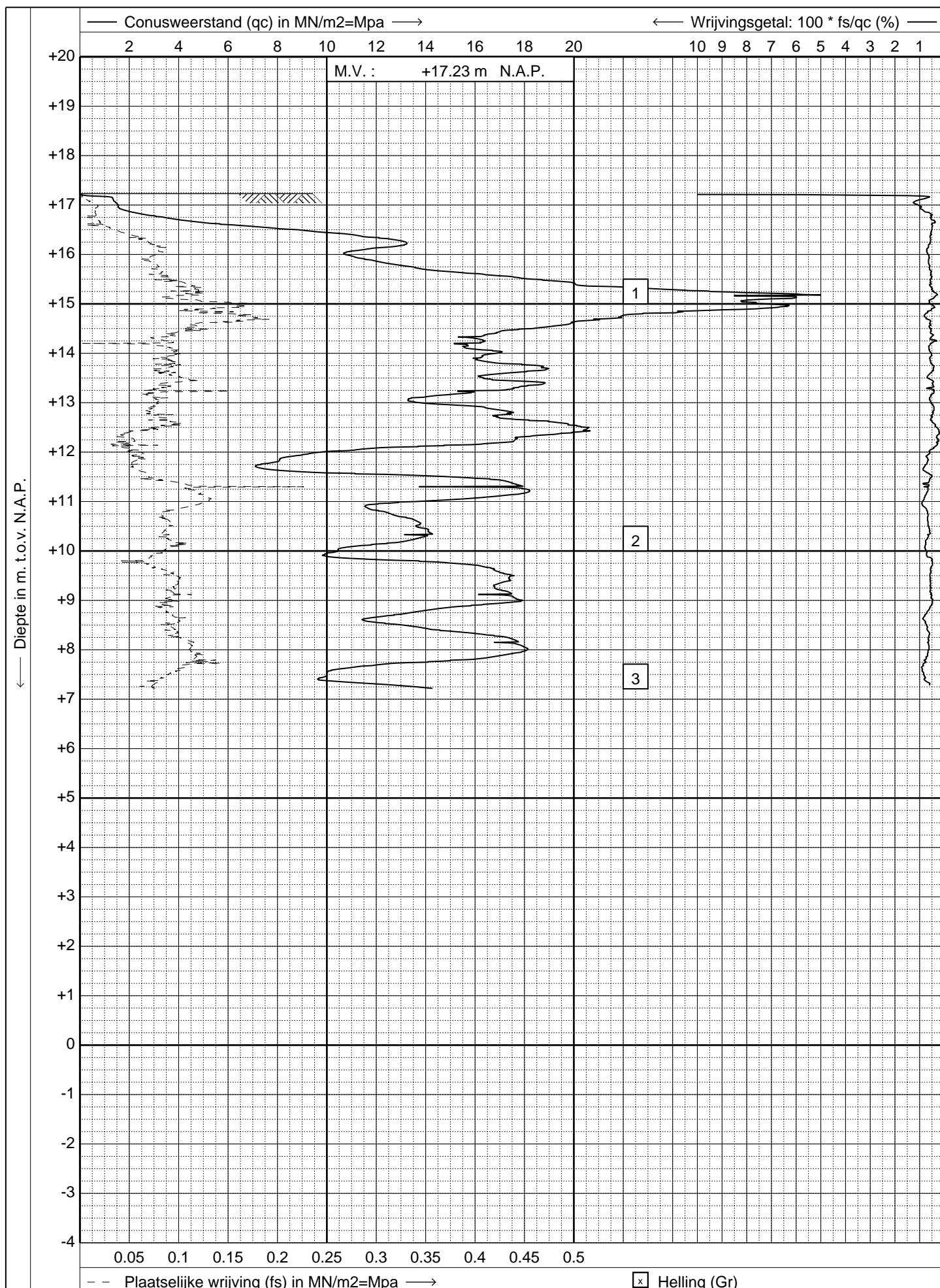
GEONIUS
 www.geonius.eu
 E-mail: info@geonius.eu
 Tel.: 046-4572666
 Fax.: 046-4572679

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1

Project : **Nieuwbouw woningen Lammerskamp**

Locatie : **Well**

Datum : **08-04-2015**
 Conus : **S15-CFI.850**
 Opdracht : **GA150162**
 Sondering : **06**



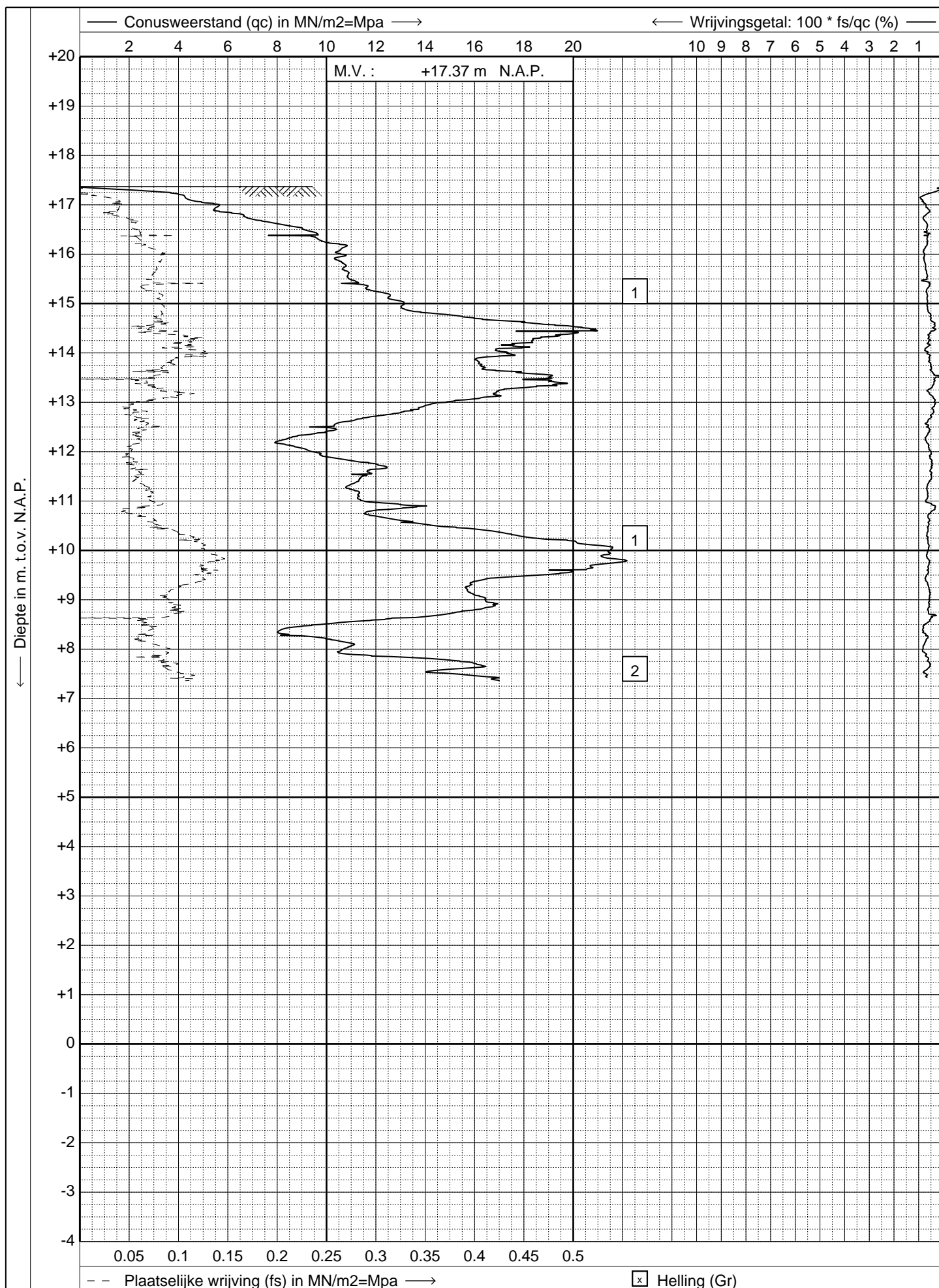
GEONIUS
 www.geonius.eu
 E-mail: info@geonius.eu
 Tel.: 046-4572666
 Fax.: 046-4572679

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1

Project : **Nieuwbouw woningen Lammerskamp**

Locatie : **Well**

Datum : **08-04-2015**
 Conus : **S15-CFI.850**
 Opdracht : **GA150162**
 Sondering : **07**



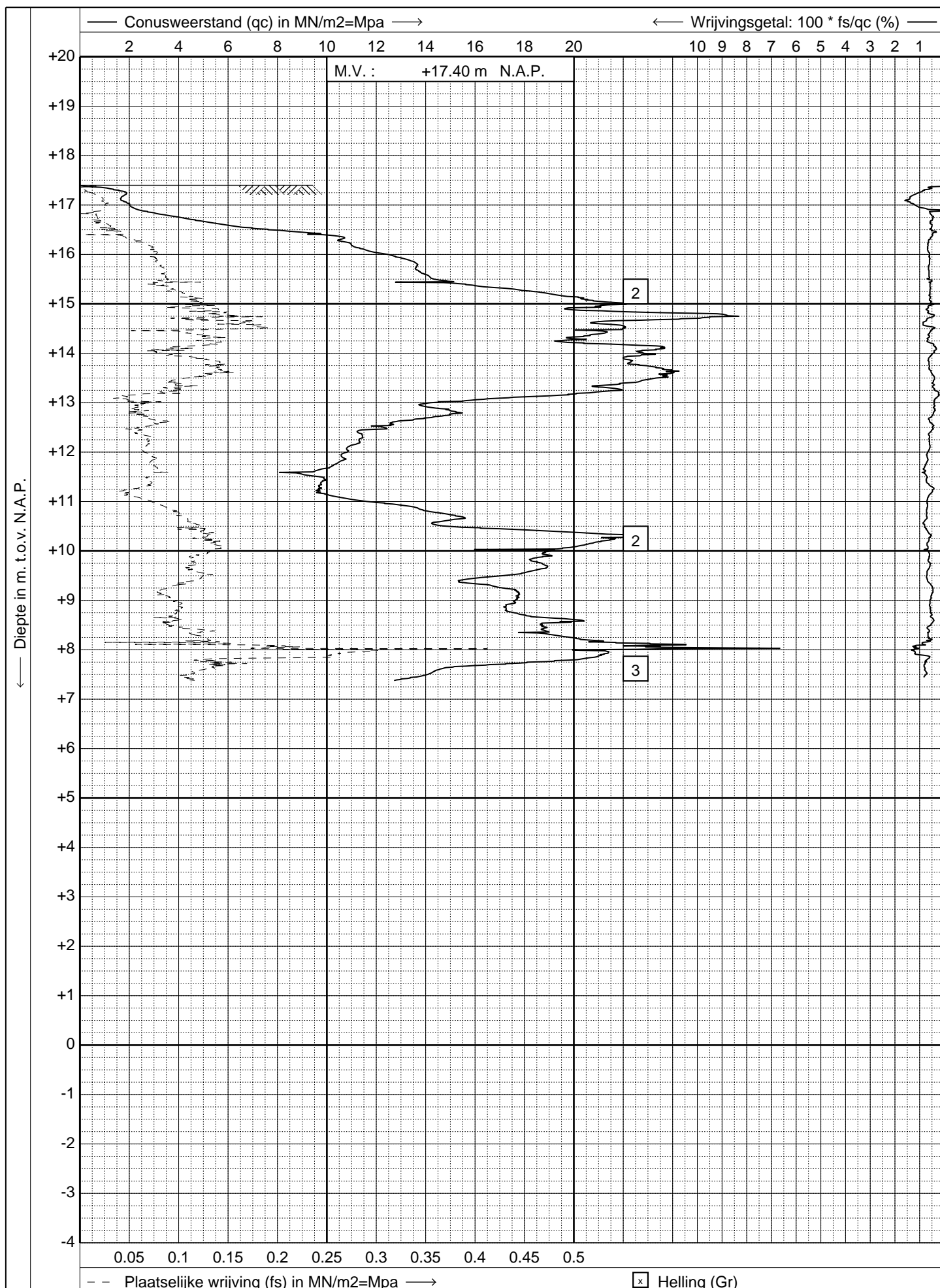
GEONIUS
 www.geonius.eu
 E-mail: info@geonius.eu
 Tel.: 046-4572666
 Fax.: 046-4572679

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1

Project : **Nieuwbouw woningen Lammerskamp**

Locatie : **Well**

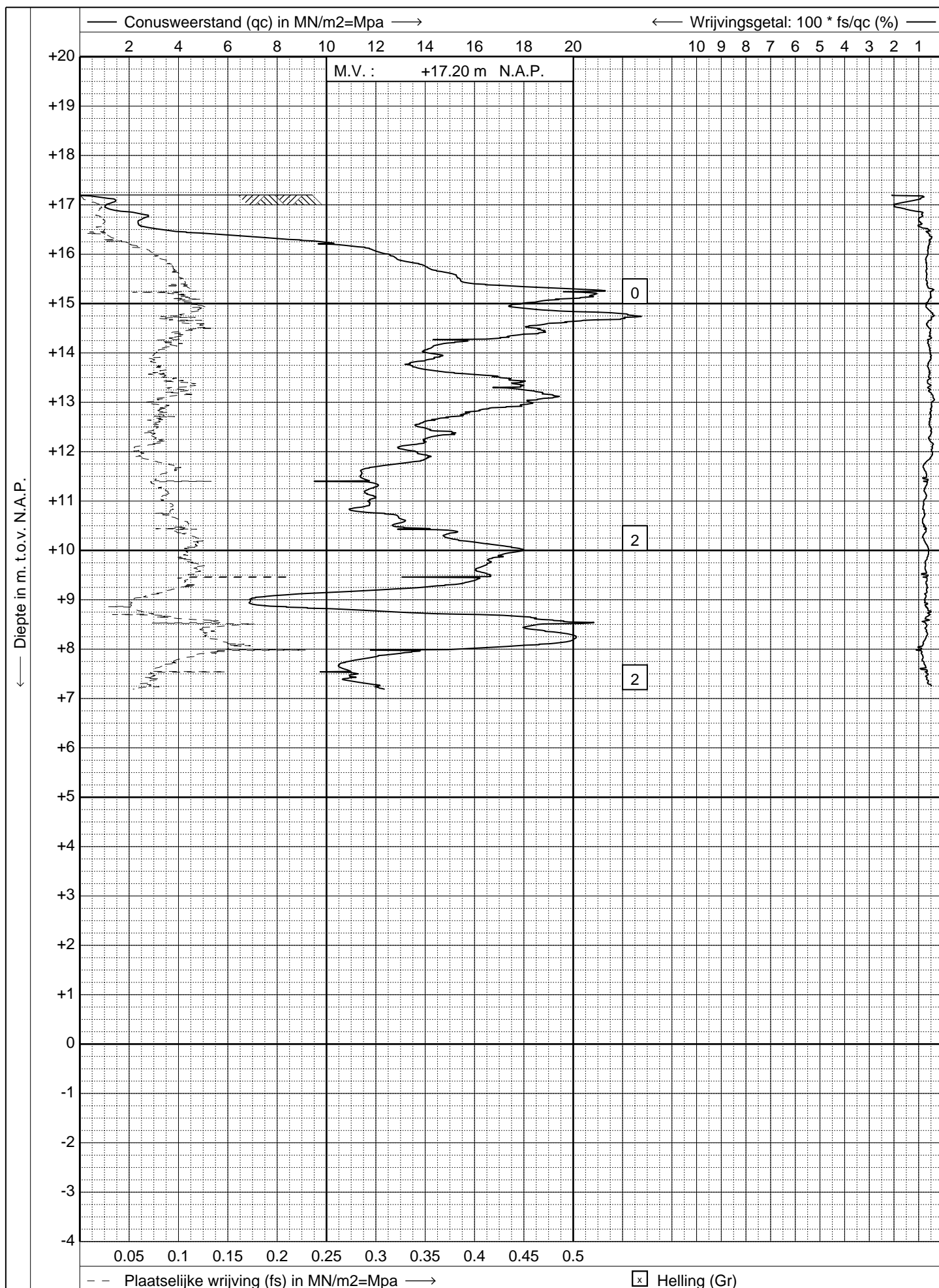
Datum : **08-04-2015**
 Conus : **S15-CFI.850**
 Opdracht : **GA150162**
 Sondering : **08**



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

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1
 Project : **Nieuwbouw woningen Lammerskamp**
 Locatie : **Well**

Datum : **08-04-2015**
 Conus : **S15-CFI.850**
 Opdracht : **GA150162**
 Sondering : **09**



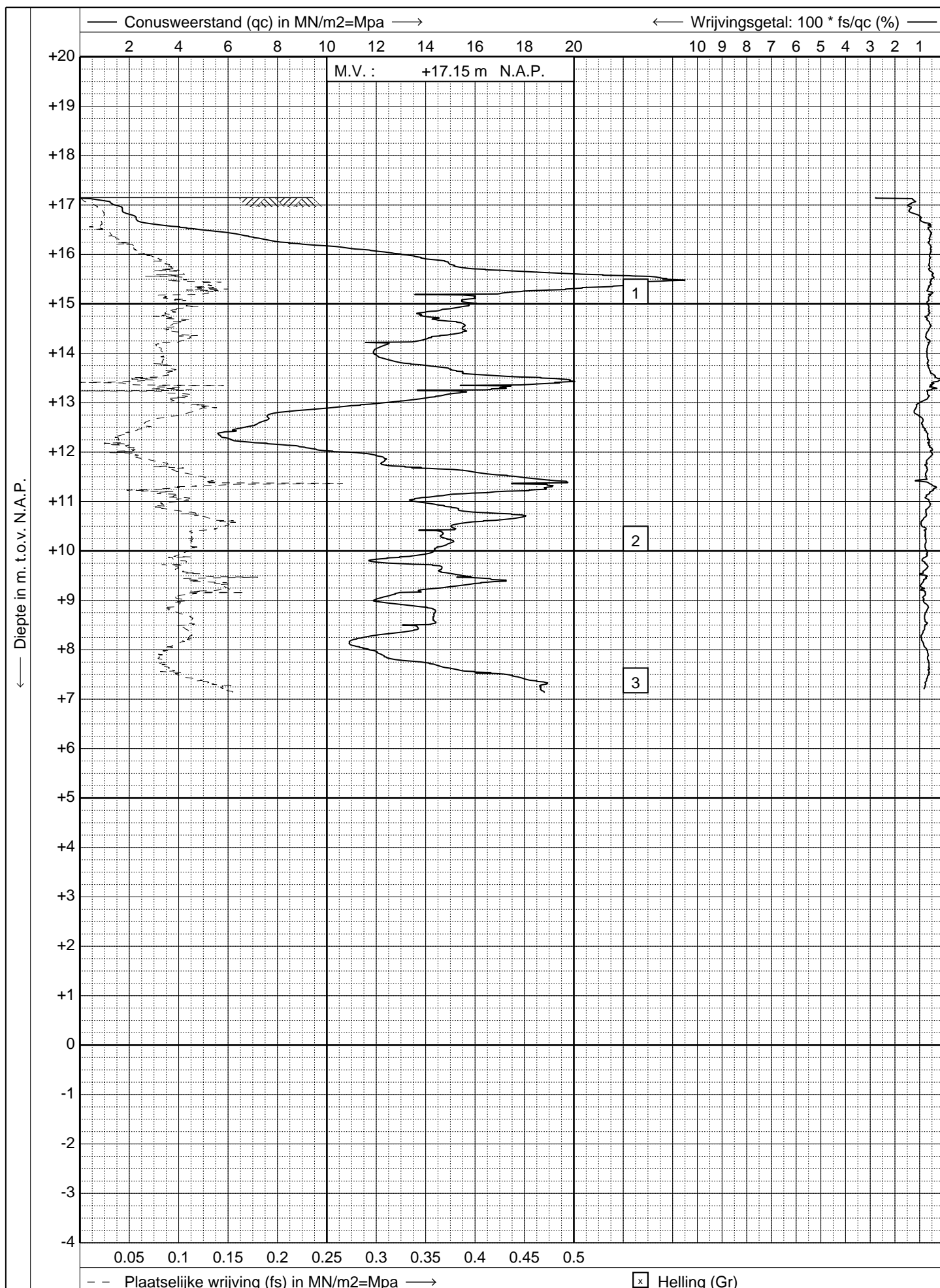
GEONIUS
 www.geonius.eu
 E-mail: info@geonius.eu
 Tel.: 046-4572666
 Fax.: 046-4572679

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1

Project : **Nieuwbouw woningen Lammerskamp**

Locatie : **Well**

Datum : **08-04-2015**
 Conus : **S15-CFI.850**
 Opdracht : **GA150162**
 Sondering : **10**



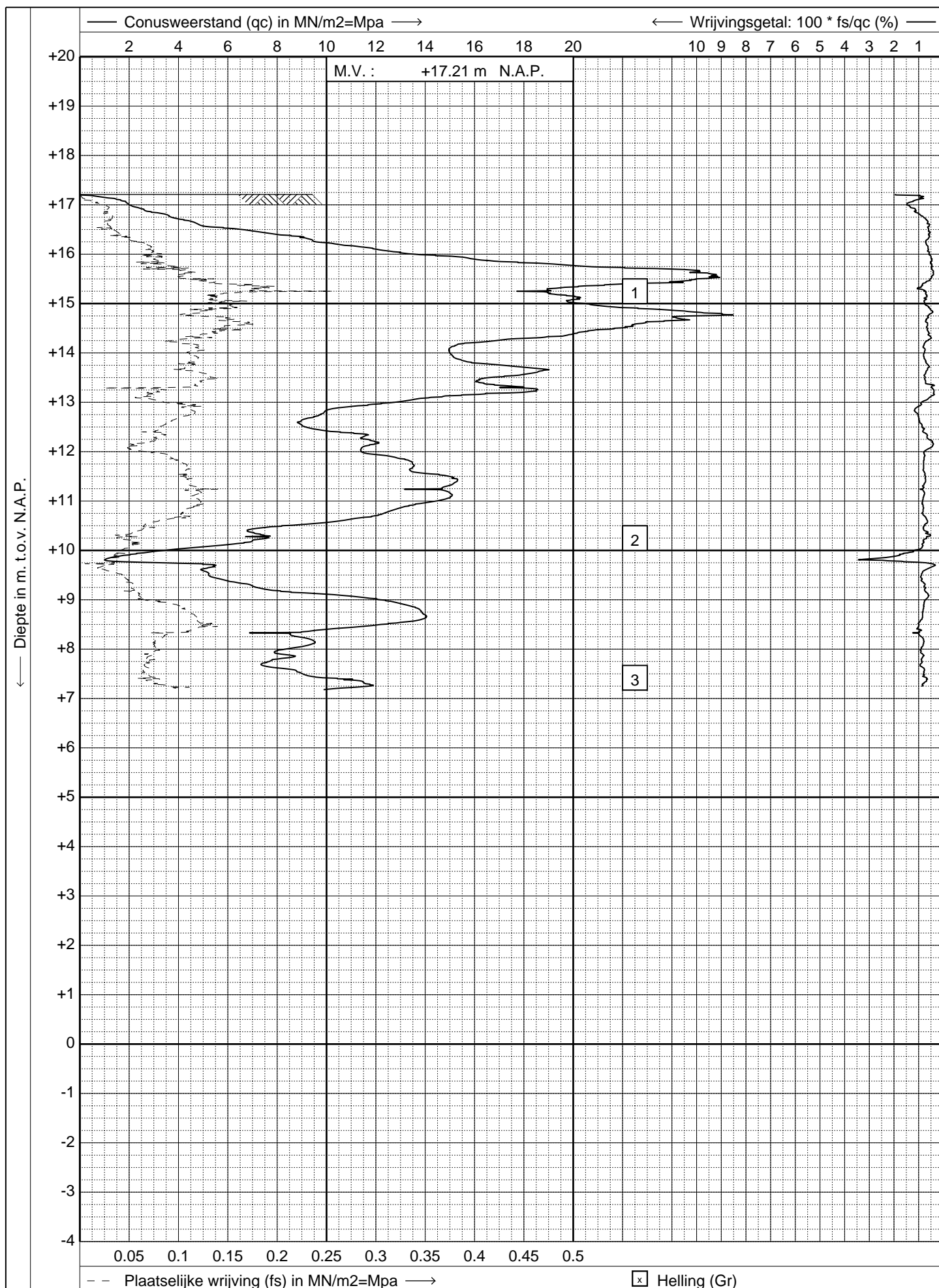
GEONIUS
 www.geonius.eu
 E-mail: info@geonius.eu
 Tel.: 046-4572666
 Fax.: 046-4572679

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1

Project : **Nieuwbouw woningen Lammerskamp**

Locatie : **Well**

Datum : **08-04-2015**
 Conus : **S15-CFI.850**
 Opdracht : **GA150162**
 Sondering : **11**



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

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1

Project : **Nieuwbouw woningen Lammerskamp**

Locatie : **Well**

Datum : **08-04-2015**
 Conus : **S15-CFI.850**
 Opdracht : **GA150162**
 Sondering : **12**

Bijlage 3

Boringen

Legenda (conform NEN 5104)

grind

	Grind, siltig
	Grind, zwak zandig
	Grind, matig zandig
	Grind, sterk zandig
	Grind, uiterst zandig

zand

	Zand, kleiig
	Zand, zwak siltig
	Zand, matig siltig
	Zand, sterk siltig
	Zand, uiterst siltig

veen

	Veen, mineraalarm
	Veen, zwak kleiig
	Veen, sterk kleiig
	Veen, zwak zandig
	Veen, sterk zandig

klei

	Klei, zwak siltig
	Klei, matig siltig
	Klei, sterk siltig
	Klei, uiterst siltig
	Klei, zwak zandig
	Klei, matig zandig
	Klei, sterk zandig

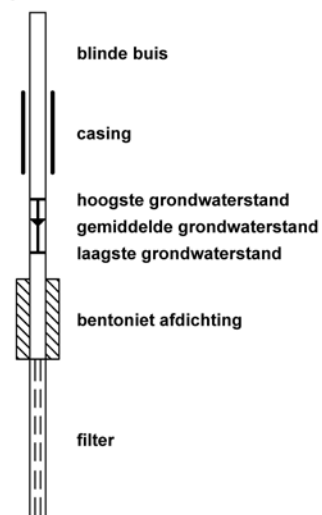
leem

	Leem, zwak zandig
	Leem, sterk zandig

overige toevoegingen

	zwak humeus
	matig humeus
	sterk humeus
	zwak grindig
	matig grindig
	sterk grindig

peilbuis



geur

- geen geur
- zwakke geur
- matige geur
- sterke geur
- uiterste geur

olie

- geen olie-water reactie
- zwakke olie-water reactie
- matige olie-water reactie
- sterke olie-water reactie
- uiterste olie-water reactie

p.i.d.-waarde

- >0
- >1
- >10
- >100
- >1000
- >10000

monsters

- geroerd monster
- ongeroerd monster

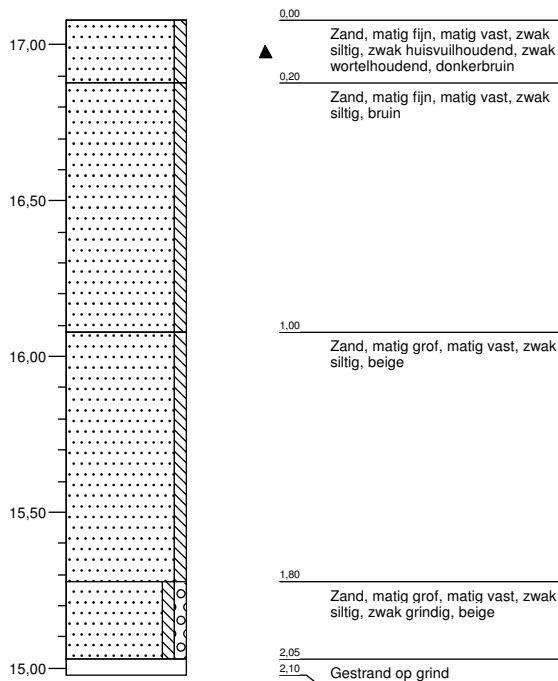
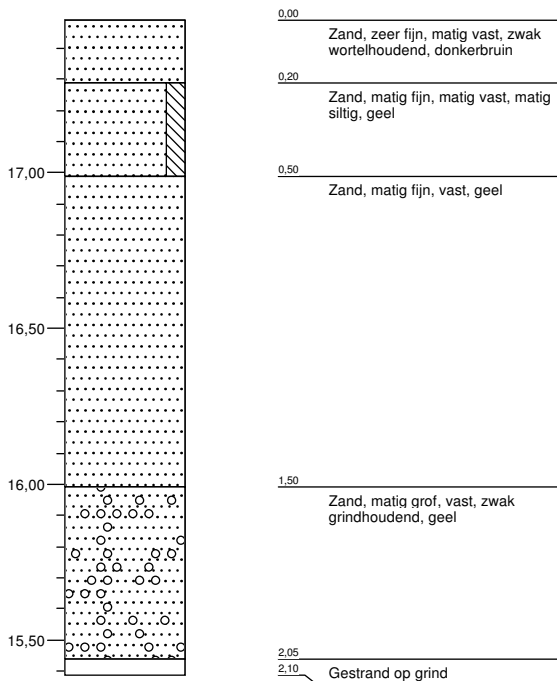
overig

- bijzonder bestanddeel
- Gemiddeld hoogste grondwaterstand
- grondwaterstand
- Gemiddeld laagste grondwaterstand
- slib
- water

opdrachtnummer : GA150162
projectomschrijving : Nieuwbouw woningen kavels 1 t/m 16 Lammerskamp te Well

boring: DB01
 Maaiveldhoogte : 17,49 m. t.o.v. N.A.P.
 GWS : cm. - mv.
 Datum : 08-04-2015
 Opmerking:

boring: DB02
 Maaiveldhoogte : 17,08 m. t.o.v. N.A.P.
 GWS : cm. - mv.
 Datum : 08-04-2015
 Opmerking:



Bijlage 4

Doorlatendheidsmetingen

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 $t = t_0$

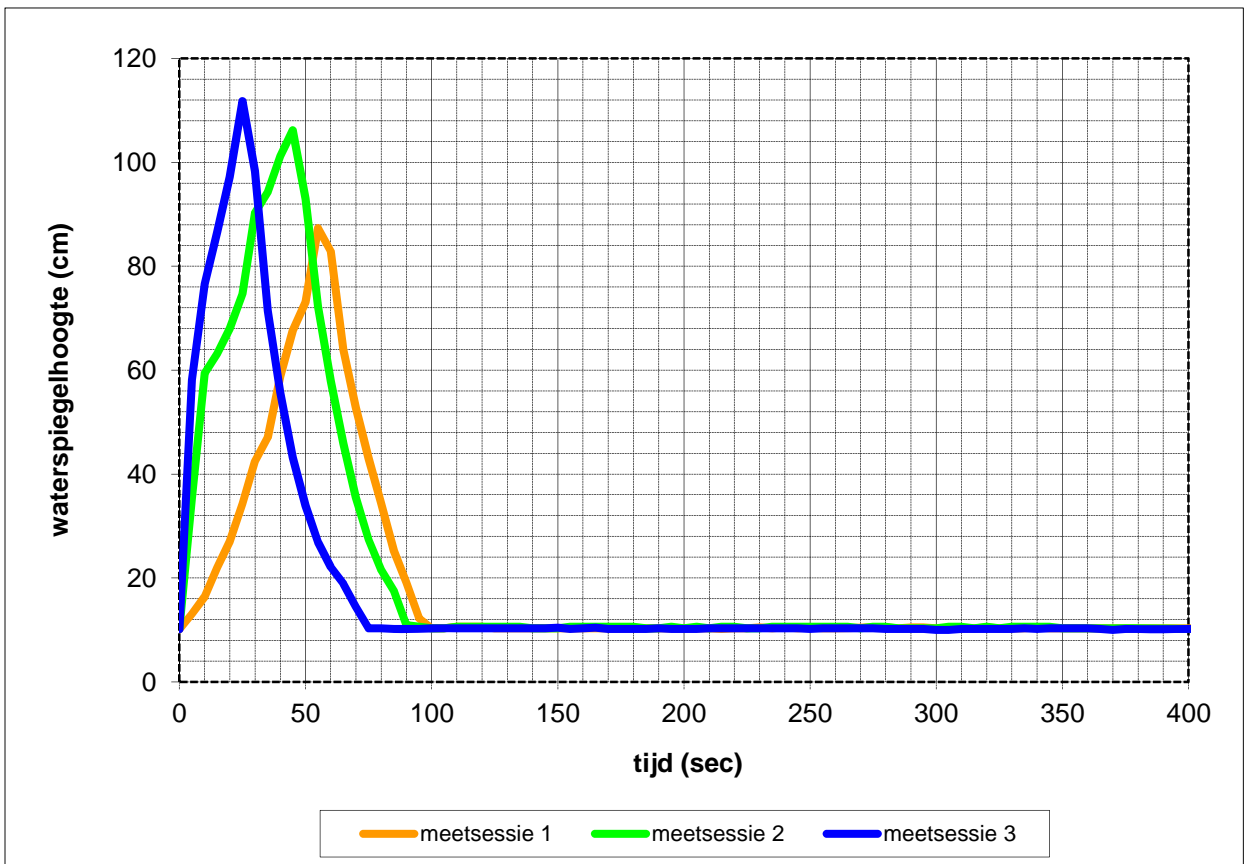
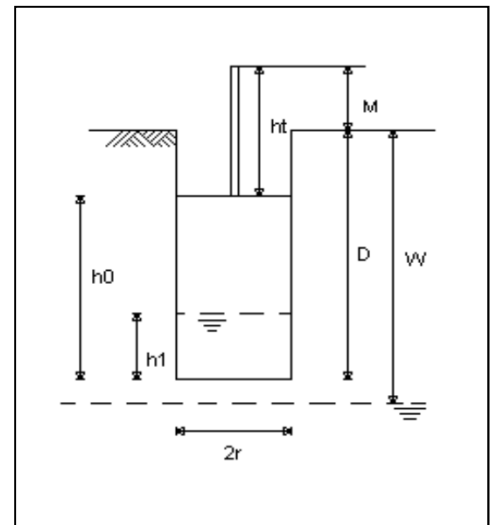
h_1 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_1$

r = boogtradius

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

Onderzoekswaarden

Diepte boorgat	D :	205	cm
Standaardhoogte	M :	0	cm
Radiusboorgat	R :	3,5	cm
Grondwater	W :	0	cm



Meetsessie 1	
t0 =	50 sec
h0 =	73,1 cm
t1 =	150 sec
h1 =	10,3 cm
kf =	3,19E-04 m/s
kf =	27,58448866 m/dag
rc =	-0,00628 m/s

Meetsessie 2	
t0 =	35 sec
h0 =	94,3 cm
t1 =	150 sec
h1 =	10,3 cm
kf =	3,16E-04 m/s
kf =	27,26167215 m/dag
rc =	-0,00730435 m/s

Meetsessie 3	
t0 =	40 sec
h0 =	55,7 cm
t1 =	150 sec
h1 =	10,4 cm
kf =	2,47E-04 m/s
kf =	21,33076868 m/dag
rc =	-0,004118182 m/s

Formule om de doorlatendheid volgens Porchet te bepalen :

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

Hierbij is :

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

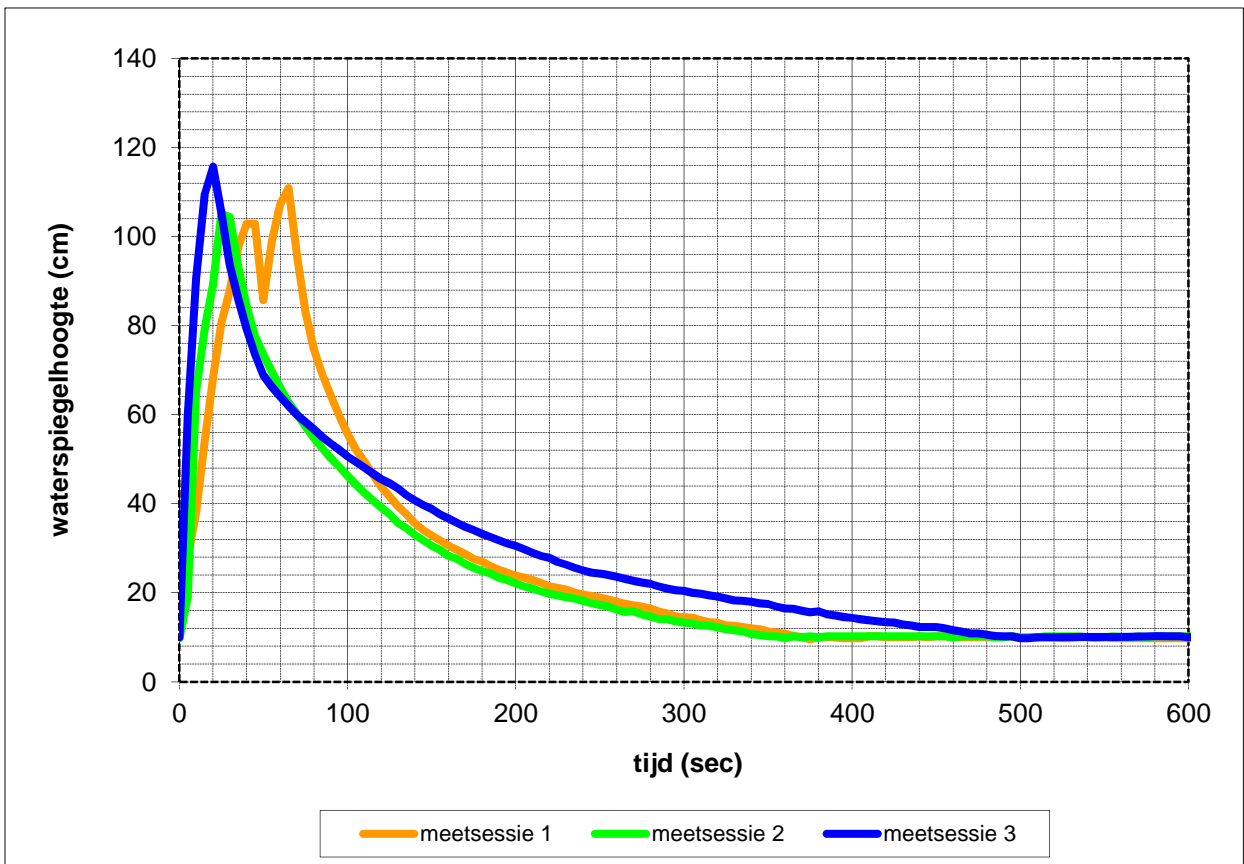
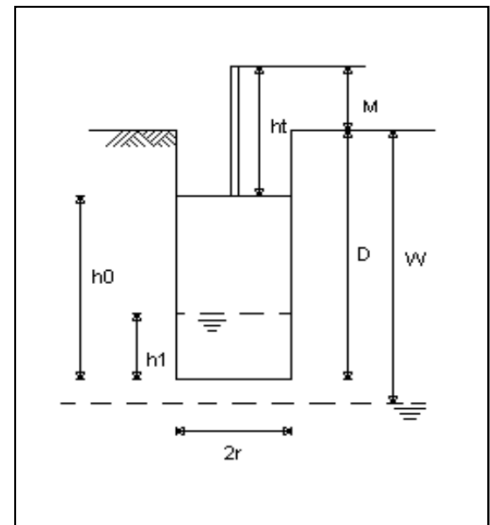
h_1 = waterhoogte in boorgat op tijdstip $t = t_1$

r = boogtradius

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

Onderzoekswaarden

Diepte boorgat	D :	190	cm
Standaardhoogte	M :	10	cm
Radiusboorgat	R :	3,5	cm
Grondwater	W :	0	cm



Meetsessie 1	
t_0 =	150 sec
h_0 =	32,9 cm
t_1 =	300 sec
h_1 =	14,5 cm
k_f =	8,82E-05 m/s
k_f =	7,62405547 m/dag
rc =	-0,00122667 m/s

Meetsessie 2	
t_0 =	200 sec
h_0 =	22,1 cm
t_1 =	300 sec
h_1 =	13,3 cm
k_f =	8,05E-05 m/s
k_f =	6,953526699 m/dag
rc =	-0,00088 m/s

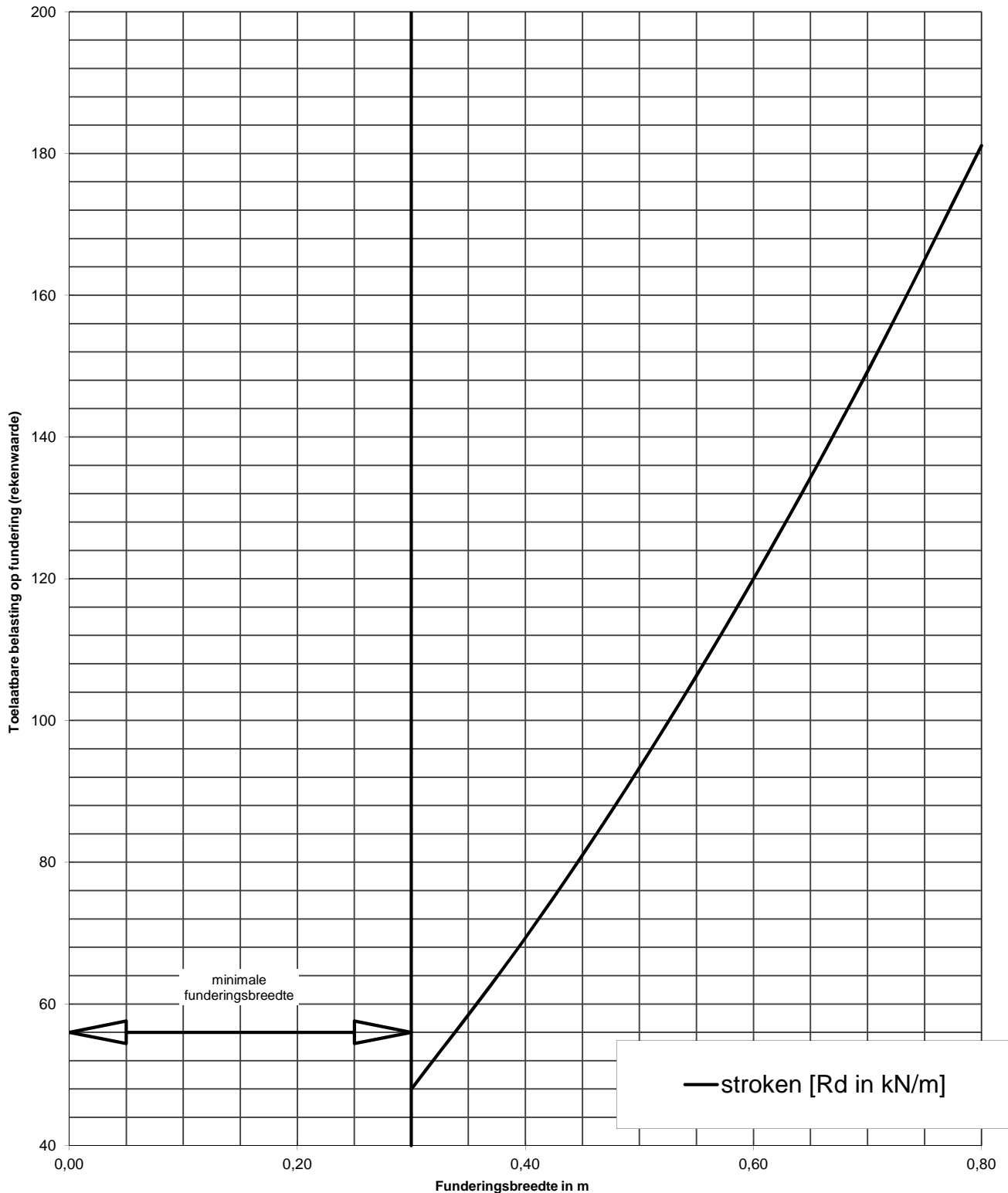
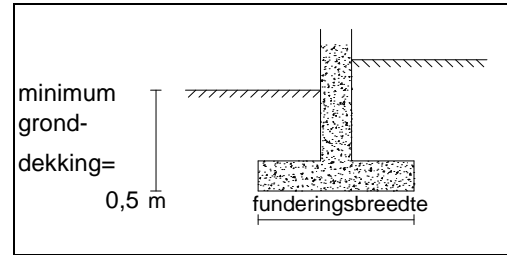
Meetsessie 3	
t_0 =	150 sec
h_0 =	38,8 cm
t_1 =	350 sec
h_1 =	17,5 cm
k_f =	6,51E-05 m/s
k_f =	5,626063448 m/dag
rc =	-0,001065 m/s

Bijlage 5

Funderingsdrukdiagram

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

Bijlagenr. : GA150162
 Project : Nieuwbouw woningen
 Locatie : Aan de Lammerskamp te Well
 Grondsoort : Zand
 Volumiek gewicht : 17,0 kN/m³
 Hoek inw. wrijving : 32,5 graden
 Cohesie : 0,0 kN/m²



Bijlage 6:

Richtlijnen uitvoering

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° 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.