ISO 9001

MASTERPLAN BRUNSSUM
AAN HET LINDEPLEIN
TE BRUNSSUM

OPDRACHTNR.: GA-90133

Opdrachtgever:	**Gemeente Brunssum** **Lindeplein 1** **6444 AT Brunssum**
Architect:	**Vissers & Roelands Architecten en Ingenieurs** **Carmelitessenstraat 6** **5652 EW Eindhoven**
Grondonderzoek:	**mei 2009**
Datum rapportage:	**3 juli 2009**

Functie:	Naam:	Gezien en akkoord:
Geotechnisch adviseur	ing. M. Vankan	
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
e-mail: Info@geonius.eu

Opdr.nr.: GA-90133

INHOUDSOPGAVE

1.0 INLEIDING 1
2.0 PROJECTBESCHRIJVING 2
3.0 GEOTECHNISCHE UITGANGSPUNTEN 3
4.0 ORIËNTEREND GRONDONDERZOEK 4
4.1 Algemeen 4
4.2 Diepsonderingen 4
4.3 Slagsondering 5
4.4 Boringen 5
4.5 Uitzetten en waterpassen 6
5.0 BODEMOPBOUW EN GRONDWATER 7
5.1 Terreingesteldheid 7
5.2 Bodemopbouw 7
5.3 Geologische breuken 8
5.4 Grondwaterstanden tijdens uitvoering grondonderzoek 8
5.5 Peilbuizen TNO 8
6.0 ORIËNTEREND FUNDERINGSADVIES 10
6.1 Algemeen 10
6.2 Fundering op mortelschroefpalen 11
6.3 Geschroefde stalen buispalen, stalen buis getrokken 13
6.4 Funderingsmogelijkheden terrassen ter plaatse van vijver 14
6.5 Uitvoering 16
6.5.1 ontgravingen 16
6.5.2 Mortelschroefpalen 16
6.5.3 Geschroefde stalen buispalen 17
7.0 ORIËNTEREND ADVIES BOUWPUTBEGRENZING 18
7.1 Algemeen 18
7.2 Doorsneden 19
7.3 Uitgangspunten profiel 19
7.4 Uitgangspunten steunpunten 20
7.5 Terreinbelastingen 20
7.6 Uitgangspunten grondparameters 20
7.7 Uitgangspunten en fasering 22
7.7.1 Doorsnede 1 22
7.7.2 Doorsnede 2: 22
7.7.3 Doorsnede 3: 23
7.8 Uitgangspunten berekeningen 23
7.8.1 Grenstoestand 1: (Constructieve veiligheid) 23
7.8.2 Grenstoestand 2 (gebruikstoestand) 24
7.9 Samenvatting berekeningsresultaten 25
7.10 Mogelijkheden steunpunten 26
8.0 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN 28

8.1 Conclusies 28
8.2 Aanbevelingen 29

Bijlagen:

Situatietekening	GA-90133
Topkaart boringen en peilbuizen	GA-90133
Geologische breuk	GA-90133
Waterstanden in TNO Peilbuizen	
Sondeergrafieken	GA-90133 SW03, SW04, SW07 t/m SW12, SW15 t/m ZS18
Boringen	GA-90133 PB01 en PB02
Paalberekeningen	GA-90133 P01 t/m P15
Msheet berekeningen	
Richtlijnen	Mortelschroefpalen
	Uitvoering Damwanden

1.0 INLEIDING

Door de gemeente Brunssum werd aan Geonius Geotechniek BV opdracht gegeven een grondonderzoek uit te voeren en een advies te verzorgen voor de funderingswijze en een bouwputbegrenzing. Dit grondonderzoek was noodzakelijk voor de geplande nieuwbouw binnen het Masterplan Brunssum, onderdeel Lindeplein.

In deze fase kon vanwege de nog aanwezige bebouwing slechts een gedeelte van het geplande grondonderzoek worden uitgevoerd. Tevens zijn ten tijde van het opstellen van voorliggend rapport nog geen concrete gegevens bekend omtrent definitieve belastingen en bouwpeilen.

De in dit rapport uitgewerkte adviezen zijn derhalve oriënterend. Nadat het resterende grondonderzoek is uitgevoerd en er meer uitgangspunten bekend zijn kunnen de adviezen definitief worden gemaakt.

In voorliggend rapport wordt in hoofdstuk 2 een projectomschrijving gegeven. In hoofdstuk 3 worden de geotechnische uitgangspunten beschreven. Hierna wordt in hoofdstuk 4 het uitgevoerde oriënterende grondonderzoek omschreven. Vervolgens volgt in de hoofdstuk 5 de informatie over de bodemgesteldheid en het grondwater. Tenslotte worden in de hoofdstukken 6 en 7 achtereenvolgens het oriënterend funderings- en bouwputadvies verder uitgewerkt. In hoofdstuk 8 volgens de conclusies en aanbevelingen.

Het ontwerpadvies is uitgewerkt conform de normen NEN6740 (Basiseisen en belastingen) en NEN6743 (Fundering op palen) en CUR 166 damwanden 4^{e} druk.

2.0 PROJECTBESCHRIJVING

In de gemeente Brunssum loopt het Masterplan Brunssum Centrum. Het Masterplan omvat in grote lijnen het in de komende ca. 10 à 15 jaar vernieuwen en renoveren van het stadscentrum, waarbij op diverse locaties in het centrum bestaande panden vervangen worden door nieuwe woon- en winkelpanden. Daarnaast worden diverse terreinen en wegen heringericht met als doel onder andere een samenhangend geheel te krijgen.

Voorliggend rapport heeft betrekking op het onderdeel Masterplan Lindeplein. Dit plan voorziet in nieuwbouw op het terrein dat wordt omsloten door de Mozartstraat aan de westzijde, de Lindestraat aan de noordzijde, de vijver aan de oostzij en de Vijverlaan/Diepenbrockstraat aan de zuidzijde.

De geplande nieuwbouw omvat op de plek van het Lindeplein een deels ondergronds gelegen theater bestaande uit twee bouwlagen. Het dak komt gelijk te liggen met het niveau van het huidige Lindeplein, ca. 84,0 m+ NAP. Verder wordt het theater voorzien van een terras grenzend aan de bestaande vijver. Verder zijn nog enkele terrassen gepland in de zuidwesthoek van de vijver.

Aan de westzijde van het plan tussen het huidige Lindeplein en de Mozartstraat zijn nieuwe appartementen en winkelruimtes gepland. Deze nieuwbouw omvat 5 bovengrondse bouwlagen en wordt voorzien van een éénlaagse parkeergarage. Volgens het huidige ontwerp zal de parkeergarage worden doorgezet tot tegen het nieuwe theater.

Op het moment van het opstellen van voorliggende oriënterende rapportage verkeert het project nog een vroeg stadium. Concrete gegevens omtrent funderingsbelastingen en bouwpeilen zijn vooralsnog niet bekend.

Voor het opstellen van voorliggende oriënterende adviezen voor de nieuwbouw zijn door ons onderstaande mede van de architect verkregen uitgangspunten gehanteerd:

- Het bouwpeil van de nieuwbouw (begane grondvloer appartementen / winkels) is door ons bureau ingeschat op ca. 84,0 m+ NAP;
- Het vloerniveau van de parkeergarage is door ons ingeschat op ca. 81,3 m+ NAP;
- Het vloerniveau van het theater is door ons ingeschat op ca. 77,0 m+ NAP;
- Eventuele beperkingen of randvoorwaarden als gevolg van milieukundige aspecten zijn buiten beschouwing gelaten.

Voor nadere gegevens verwijzen wij naar de tekeningen van de architect en constructeur. Indien de hierboven genoemde uitgangspunten wijzigen dient het advies te worden aangepast.

3.0 GEOTECHNISCHE UITGANGSPUNTEN

Gezien de rekenwaarde van de belasting op de funderingsconstructie (lijnlasten > 100 kN/m[1] en/of puntlasten > 250 kN) en de deels onbekendheid van de plaatselijke bodemopbouw dient het project ingedeeld te worden in de geotechnische categorie 2.

Het definitieve terrein- en bodemonderzoek moet derhalve worden uitgevoerd volgens artikel 11.6 van de NEN6740.

Het ontwerp van de funderingsconstructie dient getoetst te worden aan de eisen, betreffende constructieve veiligheid en bruikbaarheid, zie respectievelijk artikel 5.1 en 5.2 van de NEN67-40, ofwel aan de uiterste grenstoestanden 1A (grondmechanisch bezwijken van de grondslag), 1B (maximaal toelaatbare vervormingen in de fundering) en 2 (maximaal toelaatbare vervormingen in verband met de bruikbaarheid).

Uiteraard dient de funderingsconstructie zodanig te worden ontworpen dat geen bezwijkmechanisme in de grondslag plaatsvindt (uiterste grenstoestand 1A). Bij toetsing aan de uiterste grenstoestand 1B wordt veelal als criterium aangehouden dat de relatieve hoekverdraaiingen in de funderingsconstructie kleiner dienen te zijn dan 1:100. Toetsing aan de uiterste grenstoestanden 1A en 1B geschiedt op basis van rekenwaarden voor de grondparameters en belastingen.

Bij toetsing aan de uiterste grenstoestand 2 dienen de absolute en relatieve hoekverdraaiingen in de funderingsconstructie of tussen de funderingselementen kleiner te zijn dan 1:300. De maximale zettingen mogen niet groter zijn dan 0,15 m. Voor de toetsing aan de uiterste grenstoestand 2 worden representatieve waarden voor de grondparameters en belastingen gebruikt.

In het algemeen geldt voor een fundering op staal dat de eisen ten aanzien van de uiterste grenstoestand 2 zwaarwegender zijn dan die ten aanzien van 1B. Zodoende kan bij een fundering op staal in de meeste gevallen volstaan worden met toetsing aan de uiterste grenstoestanden 1A en 2.

Bij een fundering op palen zal het funderingsontwerp aan alle grenstoestanden moeten worden getoetst.

4.0 ORIËNTEREND GRONDONDERZOEK

4.1 Algemeen

Het oriënterende grondonderzoek heeft in deze fase bestaan uit 11 diepsonderingen. De diepsonderingen zijn genummerd GA-90133 SW03, SW04, SW07 t/m SW12, SW15 t/m SW17. Verder is vanwege beperkte toegankelijkheid in de zuidwesthoek van de vijver 1 zware slagsondering uitgevoerd. De zware slagsondering is genummerd GA-90133 ZS18.
Tevens zijn op de locatie 2 boringen uitgevoerd welke zijn afgewerkt met peilbuizen. Deze boringen zijn genummerd PB01 en PB02.

Om meer informatie te krijgen over de langjarige grondwaterstanden en de fluctuaties hiervan zijn bij TNO de gegevens opgevraagd.

Het resterende onderzoek zal worden uitgevoerd als de locatie vrij en toegankelijk is.

4.2 Diepsonderingen

Alle diepsonderingen zijn uitgevoerd conform NEN 5140 en zijn gemaakt met een elektrische conus waarbij meting plaatsvindt van zowel de weerstand aan de conuspunt als van de wrijving langs de kleefmantel van de conus.

De ondervonden bodemweerstand wordt continu gemeten, elektrisch geregistreerd en digitaal vastgelegd. Hierdoor wordt een gedetailleerd beeld van de bodemopbouw verkregen, zowel over de sterkte van de bodem als ook over de aard van de aanwezige 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 ongeveer de navolgende relaties :

Wrijvingsgetal in %	Grondsoort
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 Slagsondering

De slagsondering is uitgevoerd conform DIN 4094. Bij de zware slagsondering wordt een conus met een oppervlak van 15 cm^2 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 conusweerstanden. De relatie tussen slagenaantallen per 20 cm en conusweerstanden 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 2476-2, 2005.

Bij zware slagsondering is ca. 19,5 m- aan stangen de grond in geslagen. Na het trekken van de stangen bleek nog ca. 10 m stang in de grond achtergebleven te zijn als gevolg van breuk. De betrouwbaarheid van de slagsondering geldt voor de eerste ca. 10,0 m. Het resterende gedeelte is niet gepresenteerd.

4.4 Boringen

Om de bodemopbouw nader te verkennen en informatie te krijgen over de grondwaterstanden op de projectlocatie zijn een tweetal machinale boringen tot maximaal 10,0 m- maaiveld uitgevoerd. De boringen zijn genummerd GA-90133-PB01 en PB02.

Tijdens de boorwerkzaamheden is het bodemmateriaal lithologisch onderzocht. Bij het lithologisch onderzoek worden de grondsoorten geclassificeerd volgens NEN5104.

Boring PB01 is afgewerkt met één peilbuis waarbij het filter reikt van ca. 78,6 m+ ca. tot 75,6 m+ NAP. Bij boring PB02 zijn twee peilbuizen geplaatst. Het filter van de hoge peilbuis is geplaatst in het zandpakket boven de bruinkool, van ca. 79,5 m+ tot 78,5 m+ NAP. Het filter van de diepe peilbuis is geplaatst van ca. 76,5 m+ tot 74,5 m+ NAP.

4.5 Uitzetten en waterpassen

De sondeergrafieken en boringen zijn getekend ten opzichte van NAP. Het uitzetten en waterpassen is verzorgd door ons bureau. Voor de waterpassing is uitgegaan van de bovenzijde van Put A en Put B. De hoogtes van deze putten zijn afgeleid van een door de opdrachtgever verstrekte tekening en zijn weergegeven op de situatietekening in de bijlage.

De resultaten van het grondonderzoek zijn opgenomen in de bijlage van dit rapport.

5.0 BODEMOPBOUW EN GRONDWATER

5.1 Terreingesteldheid

Tijdens de uitvoering van het grondonderzoek in mei 2009 was de onderzoekslocatie in gebruik als parkeerterrein / openbare weg. Ter plaatse van de sonderingen S09 en S10 lag het terrein braak. Ter plaatse van de geplande sonderingen S01, S02, S05, S06, S13 en S14 stond nog bebouwing waardoor het grondonderzoek niet kon worden uitgevoerd.

Het maaiveldniveau ter plaatse van de sondeerlocaties varieerde ten tijde van het onderzoek van ca. 84,6 m+ tot 83,7 m+ NAP. Alleen ter plaatse van slagsondering ZS18 lag het maaiveld aanzienlijk lager op ca. 78,9 m+ NAP. Deze slagsondering is onder aan het talud gemaakt.

Volgens de door de opdrachtgever verstrekte tekening Terrein- en hoogtemeting Lindeplein 2/2 met projectnummer 29024 van Geomij bv te Posterholt, is de waterbodem nabij de geplande terrassen ingemeten op ca. 72,0 à 71,5 m+ NAP.

5.2 Bodemopbouw

Volgens de geologische kaart is ten oosten van het Lindeplein een bruinkoolgroeve geweest. Deze is deels ook weer aangevuld. De huidige vijver is ontstaan tijdens de werkzaamheden aan de groeve. Enkele van de door ons uitgevoerde sonderingen zijn aan de rand van de voormalige groeve uitgevoerd. Dit betreft de sonderingen S08, S12, S16 en S18. Bij deze sonderingen blijkt dat de bruinkool met uitzondering van de onderste 0,7 à 1,2 m is ontgraven.

Op basis van het uitgevoerde grondonderzoek kan de aangetroffen grondslag globaal beschreven worden:

- Vanaf maaiveld wordt tot ca. 83,5 m+ à 83,0 m+ NAP een vast gepakte zand/stabilisatielaag aangetroffen. Dit betreft het funderingsmateriaal voor de bestrating.

- Vanaf bovengenoemde niveaus wordt tot ca. 80,0 m+ à 77,0 m+ NAP een los tot matig vast pakket aangetroffen bestaande uit zand, leem en deels geroerd materiaal.

- Onder bovengenoemde laag wordt tot een niveau van ca. 70,5 m+ à 69,5 m+ NAP een laag bruinkool aangetroffen. Bij de sonderingen S08, S12, S16 en S18 rest slechts een laagje bruinkool met een dikte van ca. 0,7 à 1,2 m. De bovenliggende bruinkool is in het verleden ontgraven. De ontgravingen zijn aangevuld met los gepakt en zandig materiaal.

- Vervolgens is tot de maximaal verkende diepte van ca. 59,0 m+ NAP een vast tot zeer vast gepakt zandpakket aanwezig. Hierbij wordt opgemerkt dat alleen de sonderingen S07, S09 en S11 tot dit niveau konden worden doorgezet.
  De overige sonderingen konden vanwege het bereiken van de maximale sondeerdruk slechts tot geringe diepte in dit pakket worden doorgezet.

5.3 Geologische breuken

Volgens de geologische kaarten bevindt zich op ca. 200 m ten noorden van de projectlocatie de Feldbissbreuk. Deze breuk loopt van zuidoost richting noordwest, zie bijlage Ligging Geologische breuk. Ter plaatse van de voor dit project uitgevoerde sonderingen worden geen grote sprongen in diepteligging van de verschillende bodemlagen aangetroffen. Wel is de bruinkool bij enkele sonderingen grotendeels afwezig, maar dit is het gevolg van de ontginning.

5.4 Grondwaterstanden tijdens uitvoering grondonderzoek

Tijdens de uitvoering van het grondonderzoek is in de sondeer- en boorgaten naar de actuele grondwaterstand gepeild. Het grondwater werd in de sondeergaten aangetroffen op een niveau van ca. 6,0 m- maaiveld, hetgeen overeenkomt met ca. 78,2 m+ NAP. Deze opname is eenmalig en dient beschouwd te worden als een oriënterend gegeven.

In de door ons geplaatste peilbuis PB01 is het grondwater aangetroffen op ca. 77,3 m+ NAP. In de diepe peilbuis PB02 is de grondwaterstand ingemeten op ca. 78,1 m+ NAP.

5.5 Peilbuizen TNO

Door ons zijn de gegevens van de naburige TNO-peilbuizen opgevraagd en verwerkt.

De ligging van de beschouwde meest nabij gelegen peilbuizen zijn in de bijlage gepresenteerd.

De waterstanden van de volgende peilbuizen zijn beschouwd:
- B60D1112 (ten zuid westen op ca. 1.000 m van de locatie), onderzijde filter op 73,48 m+ NAP;
- B60D0196 (ten noord oosten op ca. 1.400 m van de locatie), onderzijde filter op 64,66 m+ NAP;
- B60D0206 (ten noord oosten op ca. 1.400 m van de locatie), onderzijde filter op 60,66 m+ NAP.

Ten aanzien van de beschouwde peilbuizen kan opgemerkt worden dat de gepresenteerde waarden slechts een indicatie zijn, echter niet maatgevend voor de projectlocatie omdat:

- Het maaiveld ter plaatse van Peilbuis B60D1112 ca. 15 m hoger ligt dan het maaiveld op de projectlocatie en het grondwater ca. 4 m hoger dan aangetroffen op de locatie.
- De overige twee peilbuizen liggen aan de noordzijde van de Feldbissbreuk. Ter plaatse van weerszijden van een breuklijn kunnen vanwege sprongen in diepteligging van bodemlagen ook sprongen in de grondwaterstand voorkomen.

Verder wordt nog opgemerkt dat er geen informatie bekende is omtrent de mogelijke stijghoogtes van het grondwater in het zandpakket onder de bruinkoollaag.

Een samenvatting van de gemeten waterstanden is in tabel 5.4.1 weergegeven:

Tabel 5.4.1: Peilbuizen en waterstanden

Peilbuis	Meetperiode van – tot	Gemiddelde waterstand [m+ NAP]	Maximale waterstand [m+ NAP]	Minimale waterstand [m+ NAP]	Maximale Fluctuatie [m]
B60D1112	1995-2008	82,36	82,93	81,80	1,13
B60D1196	1996-1999	65,34	65,64	64,68	0,96
B52H0187	1996-2002	61,96	62,24	61,17	1,07

Uit de langdurige grondwaterstandsmetingen van TNO blijkt op langere termijn met schommelingen in grondwaterstand in de orde van 0,5 tot 1,2 meter rekening moet worden gehouden.

6.0 ORIËNTEREND FUNDERINGSADVIES

6.1 Algemeen

Gezien de aangetroffen bodemopbouw en de te verwachten funderingsbelastingen komt voor de fundering van de nieuwbouw een fundering op palen in aanmerking.

Vanwege de te verwachten funderingsbelastingen is een fundering op staal vanwege de beperkt draagkrachtige en zettingsgevoelige ondergrond (bruinkoollagen) geen mogelijkheid.

Normaal wordt voor een paalfundering en zeker in Limburg vaak uitgegaan van de toepassing van relatief voordelige mortelschroefpalen. Deze palen kunnen trillingsvrij geïnstalleerd worden, waarbij vaste bodemlagen meestal geen probleem vormen.

Bij onderhavig project moet nog een nadrukkelijk voorbehoud gemaakt worden wat betreft de toepassing van mortelschroefpalen.

In verband met de stugge bruinkoollaag welke behoorlijk in dikte varieert zal de stelling voldoende krachtig moeten zijn om de palen te kunnen realiseren.

De palen zullen in de vaste zandlagen onder de bruinkool geïnstalleerd moeten worden. Uit eerdere ervaringen in Brunssum kan in dit zandpakket mogelijk wateroverspanning aanwezig zijn. Een wateroverspanning in het zandpakket houdt in dat de stijghoogte van het water in het zand is hoger dan de waterstanden in bovenliggende lagen. Hierdoor kan bij het doorboren van de bruinkool naar de zandlaag een opwaarts gerichte waterstroming ontstaan.

Bij mortelschroefpalen is het principe dat eerst middels een avegaar de grond verwijderd wordt, waarna tijdens het trekken het openstaande gat gevuld wordt met beton. Mocht er inderdaad sprake zijn van wateroverspanningen, dan kan tijdens het realiseren van de palen uitspoeling en/of ontmenging van het beton plaatsvinden waardoor de gewenste kwaliteit van de palen mogelijk niet gehaald kan worden.

In dat geval adviseren wij dan ook nadrukkelijk om geen mortelschroefpalen toe te passen, maar uit te gaan van een grondverdringend paalsysteem zoals bijvoorbeeld geschroefde stalen buispalen waarbij de stalen buis getrokken wordt nadat de paal volledig is volgestort met beton.

Vooralsnog is er geen informatie bekend of er sprake is van wateroverspanningen in de zandlaag. Deze informatie kon ook niet worden achterhaald uit de TNO gegevens. Derhalve adviseren wij nadrukkelijk om voordat het definitieve funderingsadvies wordt uitgewerkt, een diepe boring te laten uitvoeren en de waterstanden in de diepe zandlaag te monitoren om zo inzicht te krijgen of er sprake is van wateroverspanning.

Met de hiermee te verkrijgen gegevens kan een definitieve keuze gemaakt worden voor het toe te passen paaltype.

Om een indruk te krijgen in de draagkracht en funderingsmogelijkheden zijn in voorliggend oriënterend advies twee mogelijke paalsystemen uitgewerkt. Bij de keuze van de paalsystemen is als uitgangspunt genomen dat de palen vanwege de omliggende bebouwing trillingsvrij geïnstalleerd moeten worden. Op basis van nader onderzoek naar wateroverspanning in de diepe zandlaag vanaf ca. 70 m+ NAP en dieper kan een definitieve keuze gemaakt worden.

- Trillingsvrij te installeren Mortelschroefpalen; (zie paragraaf 6.2).
- Geschroefde stalen buispaal met verloren punt, waarbij de stalen buis nadat deze is volgestort wordt getrokken. (zie paragraaf 6.3)

In paragraaf 6.4 wordt nader ingegaan op de funderingsmogelijkheden van de geplande terrassen ter plaatse van de vijver.

Op basis van de thans uitgevoerde sonderingen komt voor een paalfundering ter plaatse van de geplande nieuwbouw een paalpuntniveau van ca. 68,5 m+ NAP in aanmerking.

Ter plaatse van de geplande terrassen boven het water zijn geen sonderingen uitgevoerd. Op basis van de huidige sonderingen schatten wij in dat ook hier een paalpuntniveau van ca. 68,5 m+ NAP kan worden toegepast.

6.2 Fundering op mortelschroefpalen

In deze paragraaf worden de Mortelschroefpalen verder uitgewerkt. De voorwaarde voor het toepassen van dit paaltype is dat er middels aanvullend onderzoek wordt aangetoond dat er in het zandpakket waarin de palen geïnstalleerd worden geen sprake is van wateroverspanningen.

In tabel 6.2.1 zijn de paalpuntniveaus sec ter plaatse van de sonderingen aangegeven ten opzicht van NAP. Tevens is de ten behoeve van het ontwerp aan te houden rekenwaarde voor de draagkracht $F_{r;fund;max;d}$ aangegeven in kN bij toepassing van mortelschroefpalen met verschillende diameters.

Tabel 6.2.1: Paalpuntniveaus en draagvermogens Mortelschroefpalen

Sondering nr.	Maaiveldhoogte m+ NAP	Paalpuntniveau m+ NAP	$F_{r;fund;max;d}$ in kN bij toepassing van afmeting (mm)			
			∅ 300	∅ 400	∅ 500	∅ 600
SW01	nog uitvoeren	--	--	--	--	--
SW02	nog uitvoeren	--	--	--	--	--
SW03	+83,80	+68,5#	400	675	1020	1440
SW04	+83,80	+68,5#	400	675	1020	1440
SW05	nog uitvoeren	--	--	--	--	--
SW06	nog uitvoeren	--	--	--	--	--
SW07	+84,09	+68,5	400	675	1020	1440
SW08	+83,76	+68,5#	400	675	1020	1440
SW09	+85,10	+68,5	400	675	1020	1440
SW10	+84,63	+68,5#	400	675	1020	1440
SW11	+84,27	+68,5	400	675	1020	1440
SW12	+83,98	+68,5#	400	675	1020	1440
SW13	nog uitvoeren	--	--	--	--	--
SW14	nog uitvoeren	--	--	--	--	--
SW15	+84,37	+68,5#	400	675	1020	1440
SW16	+84,10	+68,5#	400	675	1020	1440
SW17	+83,87	+68,5#	400	675	1020	1440
ZS18	+78,92	+68,5#	400	675	1020	1440

+68,5# Betreffende sonderingen kon niet voldoende diep worden doorgezet om een paalpuntniveau en draagvermogen te bepalen. Het paalpuntniveau en draagvermogen is bepaald op basis van omliggende sonderingen.

Ten aanzien van de in bovenstaande tabel vermelde paalpuntniveaus en draagkracht merken wij op dat deze nog kunnen wijzigen naar aanleiding van de resterende sonderingen.

De berekening van de rekenwaarden van de maximaal toelaatbare paalbelastingen per sondering worden gegeven in de bijlagen GA-90133 P01 t/m P04. Bij de berekeningen is geen rekening gehouden met het optreden van negatieve kleef als gevolg van zettingen door aanvullingen/ophogingen. Theoretisch zou er vanwege de geplande ontgravingen rekening gehouden moeten worden met ontspanning en reductie van de conusweerstanden. Gezien de hoge conusweerstanden in het diepe zandpakket en de bovenliggende bruinkoollaag wordt verwacht dat de ontspanning nauwelijks zal optreden en derhalve ook geen invloed heeft op het berekende paaldraagvermogen.

Tevens is in de bijlage P05 het last-zakkingsdiagram met daarin de veerconstante voor een mortelschroefpaal ∅ 600 mm bij sondering SW09 gegeven.

6.3 Geschroefde stalen buispalen, stalen buis getrokken

In deze paragraaf worden de geschroefde stalen buispalen van het type Fundex of gelijkwaardig verder uitgewerkt. Hierbij wordt een stalen buis voorzien van een schroefpunt tot het gewenste niveau geboord. Eenmaal op diepte wordt de wapening in de buis afgehangen, de buis wordt volgestort met beton en tenslotte wordt de buis getrokken. De schroefpunt blijft achter.

In tabel 6.3.1 zijn de paalpuntniveaus sec ter plaatse van de sonderingen aangegeven ten opzicht van NAP. Tevens is de ten behoeve van het ontwerp aan te houden rekenwaarde voor de draagkracht $F_{r;fund;max;d}$ aangegeven in kN bij toepassing van geschroefde stalen buispalen met verschillende schacht/punt diameters en uitgaande dat de buis ook weer getrokken wordt.

Tabel 6.3.1: Paalpuntniveaus en draagvermogens Geschroefde stalen buispaal, stalen buis getrokken na volstorten.

Sondering nr.	Maaiveldhoogte m+ NAP	Paalpuntniveau m+ NAP	$F_{r;fund;max;d}$ in kN bij toepassing van afmeting schacht/punt (mm)		
			∅ 300/360	∅ 380/440	∅ 470/560
SW01	nog uitvoeren	--	--	--	--
SW02	nog uitvoeren	--	--	--	--
SW03	+83,80	+68,5#	635	920	1430
SW04	+83,80	+68,5#	635	920	1430
SW05	nog uitvoeren	--	--	--	--
SW06	nog uitvoeren	--	--	--	--
SW07	+84,09	+68,5	635	920	1430
SW08	+83,76	+68,5#	635	920	1430
SW09	+85,10	+68,5	635	920	1430
SW10	+84,63	+68,5#	635	920	1430
SW11	+84,27	+68,5	635	920	1430
SW12	+83,98	+68,5#	635	920	1430
SW13	nog uitvoeren	--	--	--	--
SW14	nog uitvoeren	--	--	--	--
SW15	+84,37	+68,5#	635	920	1430
SW16	+84,10	+68,5#	635	920	1430
SW17	+83,87	+68,5#	635	920	1430

Sondering nr.	Maaiveldhoogte m+ NAP	Paalpuntniveau m+ NAP	$F_{r;fund;max;d}$ in kN bij toepassing van afmeting schacht/punt (mm)		
			∅ 300/360	∅ 380/440	∅ 470/560
ZS18	+78,92	+68,5#	635	920	1430

+68,5# Betreffende sonderingen kon niet voldoende diep worden doorgezet om een paalpuntniveau en draagvermogen te bepalen. Het paalpuntniveau en draagvermogen is bepaald op basis van omliggende sonderingen.

Ten aanzien van de in bovenstaande tabel vermelde paalpuntniveaus en draagkracht merken wij op dat deze nog kunnen wijzigen naar aanleiding van de resterende sonderingen.

De berekening van de rekenwaarden van de maximaal toelaatbare paalbelastingen per sondering worden gegeven in de bijlagen GA-90133 P06 t/m P09. Bij de berekeningen is geen rekening gehouden met het optreden van negatieve kleef als gevolg van zettingen door aanvullingen/ophogingen. Theoretisch zou er vanwege de geplande ontgravingen rekening gehouden moeten worden met ontspanning en reductie van de conusweerstanden. Gezien de hoge conusweerstanden in het diepe zandpakket en de bovenliggende bruinkoollaag wordt verwacht dat de ontspanning nauwelijks zal optreden en derhalve ook geen invloed heeft op het berekende paaldraagvermogen.

Tevens is in de bijlage P10 het last-zakkingsdiagram met daarin de veerconstante voor een geschroefde stalen buispaal ∅ 470/560 mm bij sondering SW09 gegeven.

6.4 Funderingsmogelijkheden terrassen ter plaatse van vijver

In deze paragraaf wordt ingegaan op de funderingsmogelijkheden voor de geplande terrassen. Op deze locaties zijn geen sonderingen uitgevoerd. Er is uitgegaan van de sonderingen welke zo dicht mogelijk in de buurt gemaakt zijn, SW08, SW12, SW16, SW17. Deze sonderingen zijn echter vastgelopen bovenin het zandpakket op ca. 69,0 m+ NAP. Derhalve is ook sondering SW11 beschouwd.

Vanwege het open water zal een geprefabriceerd paalsysteem gekozen moeten. Hierbij kan gedacht worden aan bijvoorbeeld prefab betonpalen of geschroefde stalen buispalen met permanente buis.

De waterbodem is ingemeten op ca. 72,5 m+ à 71,0 m+ NAP. Op basis van de beschikbare sonderingen aan het Lindeplein wordt vanaf dat niveau vrijwel direct een zeer vaste zandlaag aangetroffen. De prefab betonpalen kunnen naar verwachting maximaal tot 0,5 à 1,5 m in deze laag vastgeheid worden. Mocht in het meest ongunstige geval de paal geheid kunnen worden tot ca. 70,0 m+ NAP en de waterbodem ligt op 71,0 m+ NAP, dan bedraagt de inbeddingsdiepte slechts 1,0 meter. Wat betreft verticale stabiliteit hoeft dit geen probleem te zijn. Deze beperkte inheidiepte kan echter wel een problemen opleveren voor de horizontale

stabiliteit bij geringe horizontale belastingen aan de paalkop.

Derhalve is in dit oriënterende advies voor de fundering van de terrassen uitgegaan van geschroefde stalen buispalen, waarbij een stalen buis met schroefpunt tot de gewenste diepte wordt geboord. Eenmaal op diepte wordt de buis eventueel voorzien van wapening en volgestort met beton. Deze palen kunnen vooraf voorzien worden van een corrosiebescherming.

In tabel 6.4.1 zijn de paalpuntniveaus sec ter plaatse van de sonderingen aangegeven ten opzicht van NAP. Tevens is de ten behoeve van het ontwerp aan te houden rekenwaarde voor de draagkracht $F_{r;fund;max;d}$ aangegeven in kN bij toepassing van mortelschroefpalen met verschillende diameters.

Tabel 6.4.1: Paalpuntniveaus en draagvermogens Geschroefde stalen buispaal

Sondering nr.	Maaiveldhoogte m+ NAP	Paalpuntniveau m+ NAP	$F_{r;fund;max;d}$ in kN bij toepassing van afmeting schacht/punt (mm)		
			∅ 219/310	∅ 273/350	∅ 323/450
SW08	+83,76	+68,5#	420	535	855
SW11	+84,27	+68,5	420	535	855
SW12	+83,98	+68,5#	420	535	855
SW16	+84,10	+68,5#	420	535	855
SW17	+83,87	+68,5#	420	535	855
ZS18	+78,92	+68,5#	420	535	855

+68,5# Betreffende sonderingen kon niet voldoende diep worden doorgezet om een paalpuntniveau en draagvermogen te bepalen. Het paalpuntniveau en draagvermogen is bepaald op basis van omliggende sonderingen.

De berekening van de rekenwaarden van de maximaal toelaatbare paalbelastingen per sondering worden gegeven in de bijlagen GA-90133 P11 t/m P14. Bij de berekeningen is geen rekening gehouden met het optreden van negatieve kleef als gevolg van zettingen door aanvullingen/ophogingen. Tevens is in de bijlage P15 het last-zakkingsdiagram met daarin de veerconstante voor een geschroefde stalen buispaal ∅ 323/450 mm bij sondering SW11 gegeven.

Afhankelijk van de uiteindelijke belastingen op de paalkop zoals bijvoorbeeld momenten en/of horizontale krachten kan het noodzakelijk zijn om de palen dieper te installeren. Het beschouwen van dergelijke belastingen behoort momenteel niet tot deze opdracht. Eventueel kunnen wij dit in een vervolgopdracht op basis van meer concrete uitgangspunten verder uitwerken.

6.5 Uitvoering

6.5.1 ontgravingen

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 ontgraven van de bouwput zal rekening moeten worden gehouden met het inkalven van de wanden van de bouwput/sleuven, als gevolg van de geroerde en/of losgepakte toplaag. In hoofdstuk 7 van dit rapport wordt verder ingegaan op de toe te passen bouwputbegrenzing.

Bij eventuele afvoer van de grond zal er rekening moeten worden gehouden dat de benodigde milieukundige verklaringen (BV. AP04) aanwezig zijn. Indien gewenst kunnen deze door Geonius verzorgd worden. Voor meer informatie over de milieutechnische aspecten wordt verwezen naar het rapport MA-90133 van Geonius Milieu.

6.5.2 Mortelschroefpalen

De uitvoering van de palen dient te geschieden conform de R.F.G.-richtlijnen. Enkele relevante punten worden nog gegeven in een bijlage.

Conform de NVN6724:2001, adviseren wij om minimaal 25 % (met een minimum van 5) van de funderingspalen akoestisch door te meten, zodat de palen op discontinuïteiten worden gecontroleerd. Door Geonius kunnen deze akoestische metingen (digitaal m.b.v. het SIT-systeem) voor U worden verzorgd. Indien het bestek conform BRL richtlijnen wordt opgesteld merken wij op dat 100% van de palen dient te worden doorgemeten.

De palen moeten, zoals in de NEN-normen aangegeven, over voldoende lengte gewapend worden. De mate van wapening is ter competentie van de constructeur.

De palen zullen gezien de plaatselijk weke en geroerde grondslag in de toplaag (q_c< 1MPa) over voldoende lengte van wapening moeten worden voorzien. Dit is ter competentie van de constructeur.

De boorstelling zal voldoende capaciteit moeten hebben om de avegaar op diepte te krijgen en ook weer te kunnen trekken. Er moet rekening gehouden worden met stugge bruinkoollagen en zeer vaste zandlagen.

6.5.3 Geschroefde stalen buispalen

Een stalen buis, voorzien van een schroefpunt (boorkop c.q. boorpunt), wordt geplaatst op het maaiveld. De buis wordt schroevend op diepte gebracht door het aanbrengen van een axiale druk en een draaimoment. Bij het bereiken van het gewenste niveau wordt de wapening aangebracht. De buis wordt gevuld met betonspecie.

Bij de in voorliggend rapport in paragraaf 6.3 uitgewerkte palen wordt de stalen buis na het vullen met betonspecie weer getrokken.

Bij de palen welke in paragraaf 6.4 zijn uitgewerkt ten behoeve van de terrassen blijft de stalen buis achter en vormt zo een onderdeel van de definitieve paal. Eventueel kunnen deze palen afhankelijk van de uitvoeringswijze vooraf behandeld worden met corrosiebeschermende middelen.

In verband met de aanwezigheid van zeer vaste lagen dient de boormotor, in combinatie met het gewicht van de stelling, voldoende capaciteit te hebben om de stalen buizen op diepte te brengen alsmede om de stalen buis ook weer te kunnen trekken. Hierbij dient rekening gehouden te worden met de wrijving in de bruinkool.

Gezien de vaste tot zeer vaste laag waar de palen in geboord moeten worden, kan overwogen worden om groutinjectie toe te passen. Bij de toepassing van groutinjectie wordt enerzijds een hoger draagvermogen gerealiseerd (alleen bij palen met permanente stalen buis), anderzijds vergemakkelijkt dit het installeren van de palen door zeer vaste lagen. Het mogelijk positieve effect op het draagvermogen bij palen met een permanente stalen buis is nog niet verder uitgewerkt.

7.0 ORIËNTEREND ADVIES BOUWPUTBEGRENZING

7.1 Algemeen

De geplande nieuwbouw wordt gerealiseerd in een gebied met diverse bestaande panden en wegen waarbij de ontgravingsniveaus ten opzichte van het huidige terrein ca. 3 tot 7 m bedragen. Bij het diepste niveau komen de ontgravingsniveaus onder de momenteel aangetroffen grondwaterstanden te liggen.

Het geplande vloerniveau van het nieuwe theater ligt ca. 1,0 à 1,5 onder de tijdens de in mei 2009 gemeten grondwaterstanden. Uitgaande van deze gemeten waterstanden zal tijdens de uitvoering van het theater een bemaling geïnstalleerd moeten worden om de werkzaamheden in den droge uit te kunnen voeren. Het uitwerken van een advies voor de bemaling behoort nog niet tot de opdracht. Dit kan door ons indien gewenst wel verder worden uitgewerkt.

Om de nadelige invloed op de omgeving zoveel mogelijk te beperken en om de stabiliteit van de bestaande panden, wegen en overige constructies te waarborgen, zullen er grondkerende voorzieningen gerealiseerd moeten worden. In dit hoofdstuk wordt nader ingegaan op de benodigde bouwputbegrenzing.

In de volgende paragrafen zijn de uitgangspunten weergegeven voor het ontwerpvoorstel van de voorziene bouwput. De uitgangspunten zijn ontleend aan het uitgevoerde grondonderzoek, de verstrekte tekening betreffende de terreininmeting en een inschatting wat betreft bovenbelastingen uit de belendingen.

Nadrukkelijk merken wij op dat de in voorliggend rapport gehanteerde niveaus, belastingen en geometrie door ons zijn ingeschat op basis van de tot op heden voorhanden gegevens en derhalve een oriënterend karakter hebben. Bij navraag bij de architect blijkt dat er in deze fase nog geen concrete gegevens en uitgangspunten bekend zijn wat betreft de aanwezigheid van kelders funderingsbelastingen, aanlegniveaus van bestaande funderingen en definitieve ontgravingsniveaus van de bouwput.

Wij adviseren dan ook om de in voorliggend rapport gehanteerde uitgangspunten zorgvuldig te controleren voordat hiermee verder wordt gewerkt.

7.2 Doorsneden

Op basis van de plannen is voor de bouwputbegrenzing uitgegaan van 3 verschillende doorsneden.

1. Ter plaatse van de west zijde van het plan grenzend aan de Mozartstraat. Het maaiveld langs de Mozartstraat ligt ca. 7 à 8 m boven het geplande ontgravingsniveau. In de huidige situatie ligt het maaiveld nabij sondering SW09 ca. 4 m lager dan het maaiveld bij de Mozartstraat. Het hoogteverschil wordt momenteel opgevangen door een muur. In de nieuwe situatie gaan wij voor de berekeningen ervan uit dat het hoogteverschil van ca. 8 m middels een kerende constructie opgevangen moet worden. Voor de maatgevende sonderingen is uitgegaan van sondering SW09.

2. Doorsnede 2 is geprojecteerd ter plaatse van de zuidwest hoek bij de aansluiting van de parkeergarage met de bestaande panden aan het Lindeplein. Als maatgevende sondering is hier sondering SW10 genomen.

3. Doorsnede 3 is aangehouden bij de overgang Lindeplein naar het nieuwe theater. Het geschatte hoogteverschil dat moet worden overbrugd bedraagt ca. 7 à 8 m. Sondering SW16 is maatgevend voor deze doorsnede.

7.3 Uitgangspunten profiel

Voor de in onderhavig advies berekende bouwputbegrenzing wordt uitgegaan van de toepassing van stalen damwanden. Waar mogelijk kunnen deze nadat de bouw gereed is ook weer getrokken worden. Hierover kunnen wij op basis van nadere gegevens verder adviseren.

In een eerste berekening waarin wordt gekeken naar de minimaal benodigde sterkte van de profielen volgt dat damwandprofielen Larssen L602 en L603 of gelijkwaardig toegepast kunnen worden. De berekeningsresultaten zijn zo gepresenteerd dat de damwanden voldoen wat betreft geotechnische stabiliteit en sterkte.

Afhankelijk van de ondervonden weerstand van de ondergrond en de hiermee samenhangende uitvoeringstechnische aspecten kunnen mogelijk eisen gesteld worden aan de minimale stijfheid van de damwandplanken om deze op diepte te krijgen. Daarnaast kan het gewenst zijn dat de planken vanuit hydrologisch oogpunt naar een dieper niveau geïnstalleerd worden.
In deze oriënterende fase is uitsluitende de geotechnische sterkte en stabiliteit beschouwd en is met bovengenoemde twee aspecten nog geen rekening gehouden.

7.4 Uitgangspunten steunpunten

Gezien de diepte van de bouwput en de aanwezige belendingen, vermoedelijk op staal gefundeerd, zal de damwandconstructie van steunpunten voorzien moeten worden. Enerzijds om een stabiele situatie te creëren en anderzijds om de momenten en vervormingen te beperken.

In verband met het ontbreken van voldoende verdere gegeven wat betreft aanwezige ondergrondse obstakels, funderingen, belastingen etc., zijn in de berekeningen starre steunpunten geschematiseerd. In het model zijn deze als translatie vast en rotatie vrij ingevoerd.

7.5 Terreinbelastingen

In deze fase van de berekeningen zijn voor de bovenbelastingen conform CUR 166 4^{e} druk de volgende waarden in rekening gebracht:

- verkeersbelasting 50 kN/m^2 over een afstand van direct naast tot 2 m buiten de bouwputbegrenzing aan de hoge zijde;
- algemene terreinbelasting van 10 kN/m^2 over het gehele terrein aan de hoge zijde.

Voor de bovenbeslasting uit de bestaande constructie is een lijnlast in rekening gebracht van 100 kN/m^1. Niveaus en afstand tot de begrenzing zijn in paragraaf 7.7 gegeven.

7.6 Uitgangspunten grondparameters

Op basis van het grondonderzoek, CUR 166 4^{e} druk en tabel 3 van NEN 6740 zijn in de tabellen 7.6.1 t/m 7.6.3 de verschillende grondprofielen met representatieve grondparameters weergegeven. Bij het opstellen van deze profielen is voorlopig uitgegaan van de maatgevende sonderingen.

In het definitieve advies kunnen in overleg nog meerdere doorsneden beschouwd worden waarbij ook een optimalisatie in grondprofiel kan plaatsvinden.

Tabel 7.6.1 Bodemopbouw dsn 1 op basis van sondering SW09

Bovenzijde laag (m+ NAP)	grond-	γ_d	γ_n	φ	δ	C'	K_2
	soort	kN/m^3	kN/m^3	(°)	(°)	kN/m^2	kN/m^3
88,0[1]	Leem[1]	18,0	18,0	27,0	18,0	0,0	2500
85,0	Leem, zandig	17,0	18,0	28,0	18,5	0,0	3.000
82,2	Leem en klei	17,0	17,0	25,	16,5	1,0	2.000
81,0	Zand	18,0	20,0	32,5	21,5	0,0	8.500
76,3	Bruinkool	17,0	18,0	27,0	17,8	2,0	3.000
70,0	Zand, zeer vast	20,0	21,0	37,0	25,0	0,0	20.000

88,0[1] De sonderingen zijn vanaf een lager gelegen niveau uitgevoerd. De eigenschappen van deze toplaag zijn geschat op basis van ervaring en de eigenschappen van de toplaag van het lager gelegen maaiveld.

Tabel 7.6.2 Bodemopbouw dsn 2 op basis van sondering SW10

Bovenzijde laag (m+ NAP)	grond-	γ_d	γ_n	φ	δ	C'	K_2
	soort	kN/m^3	kN/m^3	(°)	(°)	kN/m^2	kN/m^3
84,5	leem	17,0	18,0	28,0	18,5	0,0	2.000
82,3	klei	16,0	16,0	25,0	16,5	1,0	2.000
81,5	leem	17,0	18,0	28,0	18,5	0,0	2.000
80,0	zand, los	17,0	18,0	30,0	20,0	0,0	6.000
77,7	buinkool	15,0	15,0	22,0	0,0	2,0	2.000
70,5	zand, zeer vast	20,0	21,0	37,0	25,0	0,0	20.000

Tabel 7.6.3 Bodemopbouw dsn 3 op basis van sondering SW16

Bovenzijde laag (m+ NAP)	grond-	γ_d	γ_n	φ	δ	C'	K_2
	soort	kN/m^3	kN/m^3	(°)	(°)	kN/m^2	kN/m^3
84,0	leem	17,0	18,0	28,0	18,5	0,0	3.000
82,0	leem, kleiig	17,0	17,0	25,0	16,5	1,0	2.500
80,0	zand, siltig, los	18,0	18,0	30,0	20,0	0,0	3.250
71,0	buinkool	15,0	15,0	22,0	0,0	2,0	2.000
70,0	zand, zeer vast	20,0	21,0	37,0	25,0	0,0	20.000

7.7 Uitgangspunten en fasering

7.7.1 Doorsnede 1

- Bovenkant profielen : 88,0 m+ NAP
- Onderkant profielen : 77,0 m+ NAP (volgt uit berekeningen)
- Maaiveld : 88,0 m+ NAP
- Ontgravingsniveau : 81,0 m+ NAP
- Kerende hoogte : 7,0 m

- Grondwaterstand buiten de bouwput : 78,0 m+ NAP
- Waterstand binnen de put : 78,0 m+ NAP
- Niveau steunpunt : 87,0 m+ NAP
- Bovenbelasting permanent CUR 166 : 10 kN/m^2
- Bovenbelasting veranderlijk verkeer : 50 kN/m^2 (over maximaal 2,0 meter breedte)

Voor de uitvoeringswijze is de nieuwbouw onder te verdelen in een aantal faseringen. Deze zijn als volgt geschematiseerd:

1) Aanbrengen damwanden en ontgraven tot 86,5 m+ NAP;
2) Aanbrengen steunpunten op 87,0 m+ NAP, ontgraven tot 81,0 m+ NAP.

7.7.2 Doorsnede 2:

- Bovenkant profielen :84,5 m+ NAP
- Onderkant profielen :78,0 m+ NAP
- Maaiveld :84,5 m+ NAP
- Ontgravingsniveau :81,0 m+ NAP
- Kerende hoogte :3,5 m

- Grondwaterstand buiten de bouwput : 78,0 m+ NAP
- Waterstand binnen de put : 78,0 m+ NAP
- niveau steunpunt : 83,5 m+ NAP
- Bovenbeslasting fundering : 100 kN/m^1 (1,0 m tot 1,8 m naast de damwand)
- Aanlegniveau bestaande fundering : 83,8 m+ NAP

Voor de uitvoeringswijze is de volgende fasering gehanteerd:

1) Aanbrengen damwanden en ontgraven tot 83,0 m+ NAP;
2) Aanbrengen steunpunten 83,5 m+ NAP en ontgraven bouwput tot 81,0 m+ NAP.

7.7.3 Doorsnede 3:

- Bovenkant profielen :84,0 m+ NAP
- Onderkant profielen :69,0 m+ NAP
- Maaiveld :84,0 m+ NAP
- Ontgravingsniveau :77,0 m+ NAP
- Kerende hoogte :7,0 m

- Grondwaterstand buiten de bouwput : 78,0 m+ NAP
- Waterstand binnen de put : 76,5,m+ NAP
- niveau steunpunt : 83,0 m+ NAP
- Bovenbelasting permanent CUR 166 : 10 kN/m^2
- Bovenbelasting veranderlijk verkeer : 50 kN/m^2 (over maximaal 2,0 meter breedte)

Voor de uitvoeringswijze is de volgende fasering gehanteerd:

1) Aanbrengen damwanden en ontgraven tot 82,5 m+ NAP;
2) Aanbrengen steunpunten 83,0 m+ NAP en ontgraven bouwput tot 77,0 m+ NAP.

De bouwfasen zijn geschematiseerd weergegeven in de bijlagen (berekening MSheet). Geadviseerd wordt de uitgangspunten van het ontwerp te verifiëren voordat met de resultaten uit voorliggend rapport wordt verder gewerkt.

7.8 Uitgangspunten berekeningen

De berekeningen zijn uitgevoerd met behulp van het programma Msheet waarbij de damwand is beschouwd als een elastoplastisch ondersteunde ligger. Bij de berekeningen wordt onderscheid gemaakt tussen grenstoestand 1 en grenstoestand 2.

7.8.1 Grenstoestand 1: (Constructieve veiligheid)

De representatieve waarden van de bodemconstanten en het niveau aan de lage zijde worden omgerekend naar rekenwaarden. Daarbij wordt de damwand ingedeeld in een klasse, afhankelijk van het risico bij het bezwijken van de constructie. De constructie is doorgerekend met klasse II, bouwput, conform de aanbevelingen in het CUR rapport 166 "Damwandconstructies" 4e druk tabel 3.6. Dit betekent dat uitgegaan dient te worden van onderstaande waarden:

Tabel7.8.1:, partiële materiaalfactoren

		klasse II
partiële factor tangens van de hoek van inwendige wrijving [-]:		1,15
partiële factor gedraineerde cohesie [-]:		1,00
extra ontgraving [m]		0,30
verhoging grondwaterstand hoge zijde [m]		0,05
verlaging grondwaterstand lage zijde [m]		0,20
partiële materiaalfactor beddingsconstante [m]		1,30

Middels een berekening voor grenstoestand 1 wordt door berekening van de lengte en de sterkte een profielkeuze gemaakt.

7.8.2 Grenstoestand 2 (gebruikstoestand)

Naast de constructieve veiligheid van de kerende constructie zal met name bij de onverankerde wanden, ook gekeken moeten worden naar de vervormingen bij de werkelijke belastingen. Daarbij dient een berekening te worden uitgevoerd waarbij de representatieve waarden mogen worden gehanteerd. De uitkomsten van beide berekeningen zijn in het volgende hoofdstuk weergegeven.

7.9 Samenvatting berekeningsresultaten

De resultaten van de berekeningen zijn aangegeven in de uitdraaien van MSheet (Zie bijlagen). Onderstaand is een samenvatting gegeven van de maatgevende resultaten.

Tabel 7.9.1: Doorsnede 1: samenvatting berekeningen grenstoestand 1 (UGT); Veiligheidsklasse II.*

Bouwfase	Profiel			$M_{s;d}$ [kNm/m^1]	$F_{st;\,h;\,max;\#}$ [kN/m^1]	δ_{max}^* [mm]
	type	inheiniveau [m+ NAP]	Niveau steunpunt			
1	***L603***	***77,0***	--	*119*	--	*27*
2			*97,0*	*202*	*198*	*33*

$F_{st;\,h;\,max;\#}$ *Maximale horizontale steunpuntskracht, uitgaande per strekkende meter wand.*
*..** *De berekende vervormingen gelden voor grenstoestand 2 (BGT).*

Tabel 7.9.2: Doorsnede 2: samenvatting berekeningen grenstoestand 1 (UGT); Veiligheidsklasse II.*

Bouwfase	Profiel			$M_{s;d}$ [kNm/m^1]	$F_{st;\,h;\,max;\#}$ [kN/m^1]	δ_{max}^* [mm]
	type	inheiniveau [m+ NAP]	Niveau steunpunt			
1	***L602***	***78,0***	--	*58*	--	*19*
2			*83,5*	*61*	*60*	*15*

$F_{st;\,h;\,max;\#}$ *Maximale horizontale steunpuntskracht, uitgaande per strekkende meter wand.*
*..** *De berekende vervormingen gelden voor grenstoestand 2 (BGT).*

Tabel 7.9.3: Doorsnede 3: samenvatting berekeningen grenstoestand 1 (UGT); Veiligheidsklasse II.*

Bouwfase	Profiel			$M_{s;d}$ [kNm/m^1]	$F_{st;\,h;\,max;\#}$ [kN/m^1]	δ_{max}^* [mm]
	type	inheiniveau [m+ NAP]	Niveau steunpunt			
1	***L603***	***69,0***	--	*124*	--	*27*
2			*83,0*	*286*	*241*	*45*

$F_{st;\,h;\,max;\#}$ *Maximale horizontale steunpuntskracht, uitgaande per strekkende meter wand.*
*..** *De berekende vervormingen gelden voor grenstoestand 2 (BGT).*

Als gevolg van uitvoeringstechnische aspecten kan wellicht een zwaarder profiel nodig zijn. Verder wordt nog opgemerkt dat bij doorsnede 3 de marge tussen op maximaal berekend moment = 286 kNm en maximaal opneembaar moment voor L603 = 288 kNm (staalkwaliteit S240) gering is.

De berekende waarden van de uitbuigingen zijn exclusief mogelijke vervormingen als gevolg van uitvoeringsaspecten en vervormingen van de steunpunten zoals onder andere verlenging van de ankers en /of vervormingen van de gordingen. Er is in dit stadium gerekend met starre steunpunten. Wanneer stempels worden toegepast zullen de vervormingen naar verwachting niet veel toenemen omdat een stempel meestal zeer stijf is.

Bij ankers zullen de vervormingen wel degelijk toenemen als gevolg van het verlengen van de ankerstrengen. Derhalve adviseren wij om ankers voor te spannen. Dit kan eventueel door ons in een aanvullend advies worden uitgewerkt.

Normaliter kan voor de maaiveldzakkingen direct naast de wand rekening gehouden worden met gelijke waarden als de berekende uitbuiging in grenstoestand 2 (BGT). Naarmate de afstand tot de wand groter wordt zullen de te verwachten zettingen lager zijn.

7.10 Mogelijkheden steunpunten

De steunpunten van de berekende damwanden kunnen uitgevoerd worden als stempels of als een verankering. De uitwerking van stempels dient door een constructeur gedaan te worden.

In dit hoofdstuk worden de mogelijkheden van een verankering aangegeven. Bij ankers zijn er diverse mogelijkheden zoals bijvoorbeeld ankers met een ankerschot, schroefankers, groutankers en schroefinjectieankers. Het kenmerk van de laatste genoemde 3 typen is dat deze in de regel de draagkracht (=opneembare trekkracht) ontlenen aan een vast gepakt zandpakket, waarbij de krachten via een ankerstang of strengen aan een groutlichaam worden overgebracht.

De uiteindelijk toe te passen h.o.h. afstand van ankers is afhankelijk van de optredende ankerkrachten en van de grondmechanisch opneembare krachten.

Bij dit project zal een verankering middels ankerschotten niet haalbaar zijn omdat de ruimte om de schotten aan te brengen beperkt is vanwege de omliggende bebouwing. Derhalve is verder het type groutankers uitgewerkt.

Het aangetroffen zandpakket vanaf 81,0 m+ tot 76,5 m+ NAP bij sondering SW09 is alleen hier aanwezig. Bij de overige sonderingen is dit pakket veel minder vast of ontbreekt dit.
Bij groutankers zal het groutlichaam in het diepe zandpakket vanaf ca. 69,0 m+ NAP aangebracht moeten worden. Teneinde de lengte van de ankers te beperken kunnen de ankers onder een hoek van ca. 45^0 gemaakt worden.

In de bijlagen Bepaling ankerlengte GA-90133-G01 en G02 is de lengte van de ankerstaven, de lengte van de groutprop en de op te nemen grondmechanische trekkracht berekend. In onderstaande tabel 7.9.1 zijn de resultaten samengevat, uitgaande van de maatgevende doorsneden 1 en 3.

Tabel 7.9.1: Dimensionering ankers

Maat-gevende Doorsnede	Niveau anker [m+ NAP]	Hoek met horizon-taal [^{0}]	Benodigde ankerkracht rekenwaarde [kN]	Bovenkant groutprop [m+ NAP]	Onderkant grondprop [m+ NAP]	lengte groutprop [m]	totale lengte ankerstreng [m]	Opneembare ankerkracht rekenwaarde [kN]
1	87,0	45	336,6(1)	69,0	65,0	5,65	32,0	383,9*
3	83,0	45	408,7(1)	69,0	64,0	7,00	26,8	475,0*

* Toegepast is een schachtwrijvingsfactor van 0,9%.
\# Begin van de groutprop dusdanig gekozen dat deze buiten het glijvlak van de damwand valt.

336,6(1) Dit is de horizontale steunpuntskracht omgerekend naar een kracht onder een hoek van 45^0 en rekening houdend met een h.o.h. afstand tussen de ankers van 1,2 m.

Gezien de lengte van de ankers zullen deze moeten worden voorgespannen om de vervormingen als gevolg van elastische verlenging te beperken.

8.0 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

In dit hoofdstuk worden op basis van de berekeningsresultaten conclusies opgenoemd. Hierna volgen de aanbevelingen.

8.1 Conclusies

1. Op basis van theoretische sterkte en vervormingseigenschappen kan voor de doorsneden 1 en 3 een damwandprofiel L603 profiel of gelijkwaardig toegepast worden met een inheiniveau van 77,0 m+ NAP (doorsnede 1) en 69,0 m+ NAP (doorsnede 3). Bij doorsnede 2 kan volstaan worden met een damwandprofiel L602 en een inheiniveau van 78,0 m+ NAP.

   Er zal minimaal op niveau een steunpunt toegepast moeten worden. Om de vervormingen te beperken kan eventueel een 2^{e} steunpunt worden toegepast. Dit geldt met name bij doorsnede 3.

2. Bij de berekende inheiniveaus wordt voldaan aan de eisen wat betref geotechnische stabiliteit. De berekende vervormingen lijken toelaatbaar.
   Mogelijk dat vanuit hydrologisch oogpunt een dieper inheiniveau nodig is.

3. De in de tabellen 7.9.1 t/m 7.9.3 en in de bijlage aangegeven steunpuntskrachten zijn per strekkende meter damwand en horizontaal.

4. Indien gekozen wordt voor een verankering dan dienen om de vervormingen te beperken, de ankers te worden voorgespannen.

5. De berekende vervormingen kunnen in werkelijkheid groter zijn als gevolg van het inbrengen en trekken van de wanden en vervormingen van de steunpunten.

6. Op basis van gemobiliseerde weerstand zou de damwand theoretisch iets korter kunnen worden. Echter de wand wordt aan de teen niet ingeklemd en vervormt hier ca. 10 à 20 mm. Een kortere damwand zou leiden tot meer vervormingen en hogere momenten, waardoor mogelijk een zwaarder profiel gekozen moet worden.

8.2 Aanbevelingen

1. De praktische haalbaarheid en trillingsniveaus zullen nader onderzocht moeten worden. Hiervoor adviseren wij tijdig overleg te hebben met een aannemer met voldoende ervaring in de specifieke bodemgesteldheid.

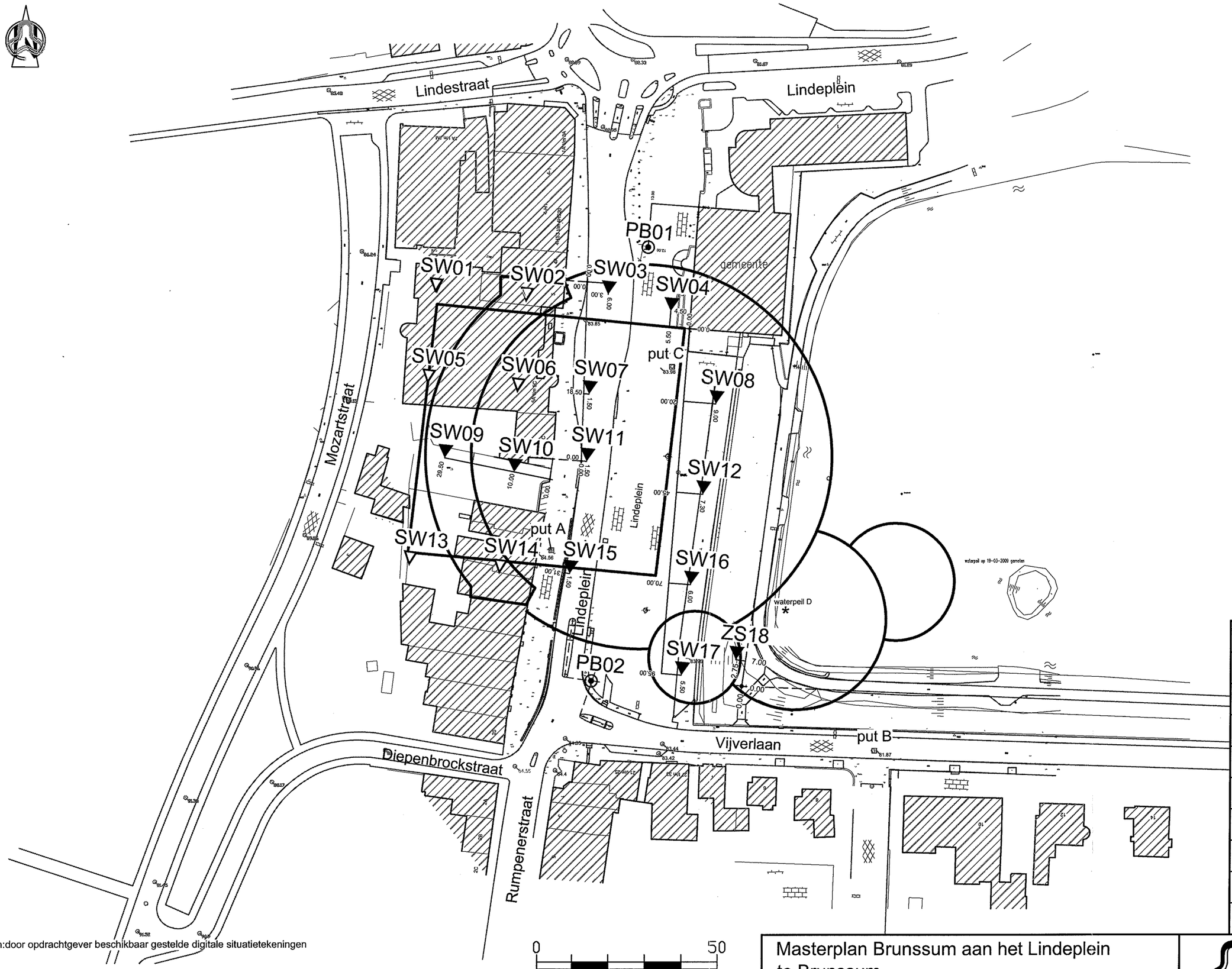
2. Wij adviseren om tijdens de uitvoering de bestaande bebouwing te monitoren.

3. De berekende ankers reiken gezien de benodigde lengte tot ver buiten de bouwput, ca. 15 à 20 m. Dit betekent dan ook dat de groutprop onder de bestaande bebouwing en constructies doorgaat. Er dient nagegaan te worden of dit uitvoeringstechnisch geen problemen oplevert.

4. Om de vervorming te beperken kan overwogen worden om een stijvere wand toe te passen, de 1^e ankerrij lager te plaatsen, gedurende de 1^e bouwfase maatregelen te nemen zodat de hoge bovenbelasting direct naast de wand niet kan optreden, een extra steunpunt te plaatsen. Uiteraard kan ook een combinatie van maatregelen genomen worden.

5. De momenteel berekende houdkracht van de ankers, zie paragraaf 7.10, is relatief laag. Dit komt doordat in de berekening is uitgegaan van een schachtwrijvingsfactor alfa t van 0,009. Wellicht dat middels het uitvoeren van bezwijkproeven een hogere alfa t gevonden wordt, waardoor een hogere houdkracht van de ankers berekend wordt. Hierdoor kan het aantal en wellicht de lengte beperkt worden.

sondering nr	hoogte tov NAP in meter
put A	81,61
put B	81,87
put C	83,98
waterpijl vijver D	76,41
SW01	-,-
SW02	-,-
SW03	83,80
SW04	83,80
SW05	-,-
SW06	-,-
SW07	84,09
SW08	83,76
SW09	85,10
SW10	84,63
SW11	84,27
SW12	83,98
SW13	-,-
SW14	-,-
SW15	84,37
SW16	84,10
SW17	83,87
ZS18	78,92
B1 mv	83,69
B01-PB01-top	83,58
B02 mv	84,52
B02-PB01 top	84,42
B02-PB02 top	84,39



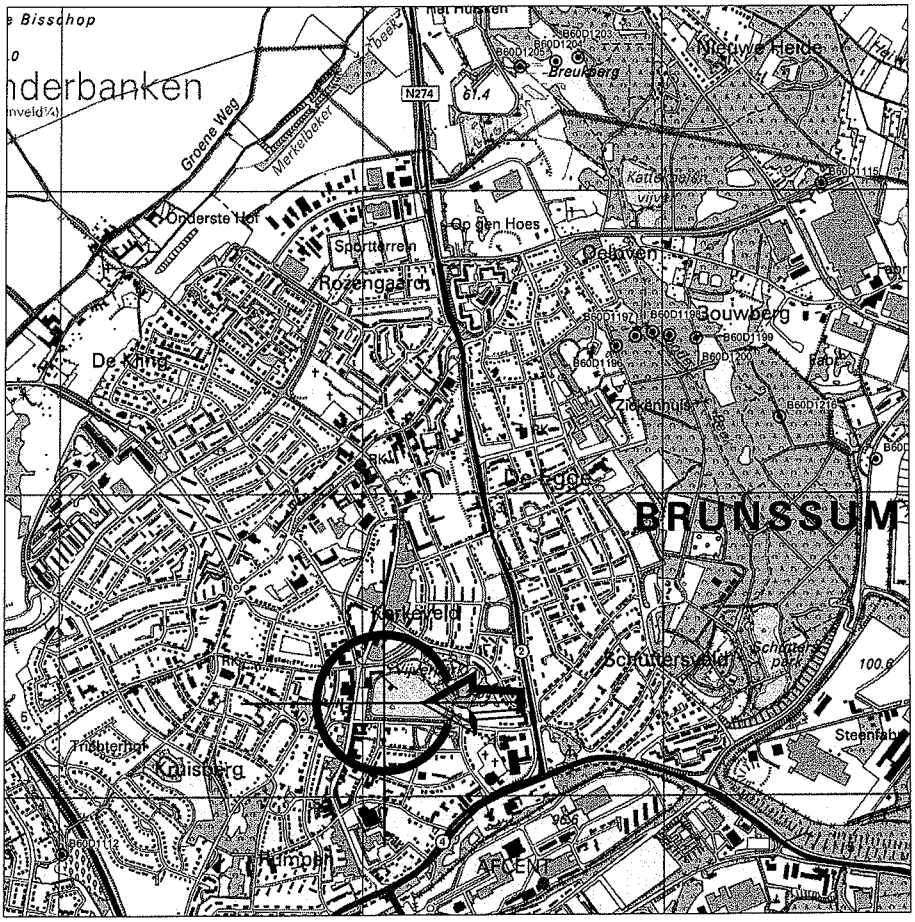
	toekomstige bebouwing
	bestaande bebouwing
PB00 ⊙	boring afgewerkt met peilbuis
SW00 ▼	sondering met kleef
ZS00 ▼	zware slagsondering
S00 ▽	sond. niet uitgev.
datum	6–5–2009 A3
getekend : L.G. Kammerer	
schaal 1:1000	Contr:
situatie nr: GA–90133	

Bron:door opdrachtgever beschikbaar gestelde digitale situatietekeningen

\\Gns-vpf-01\Projecten Geotechniek\90100ev\GA-90133 Brunssum Lindeplein\Tekening\GA-90133 situ.dwg, 2-6-2009 10:56:56

Masterplan Brunssum aan het Lindeplein te Brunssum

GEONIUS
Breinderveldweg 15
6365 CM Schinnen
telefoon: +31–(0)46 457 26 66
fax: +31–(0)46 457 26 79



Onderzoekslocatie

0 1250

blad topografische kaart 68 G	
XXX ◉	peilbuis
datum : 3-6-2009	
schaal 1:25.000	contr.
project nr.: GA-90133	
getekend: L.G. Kammerer	

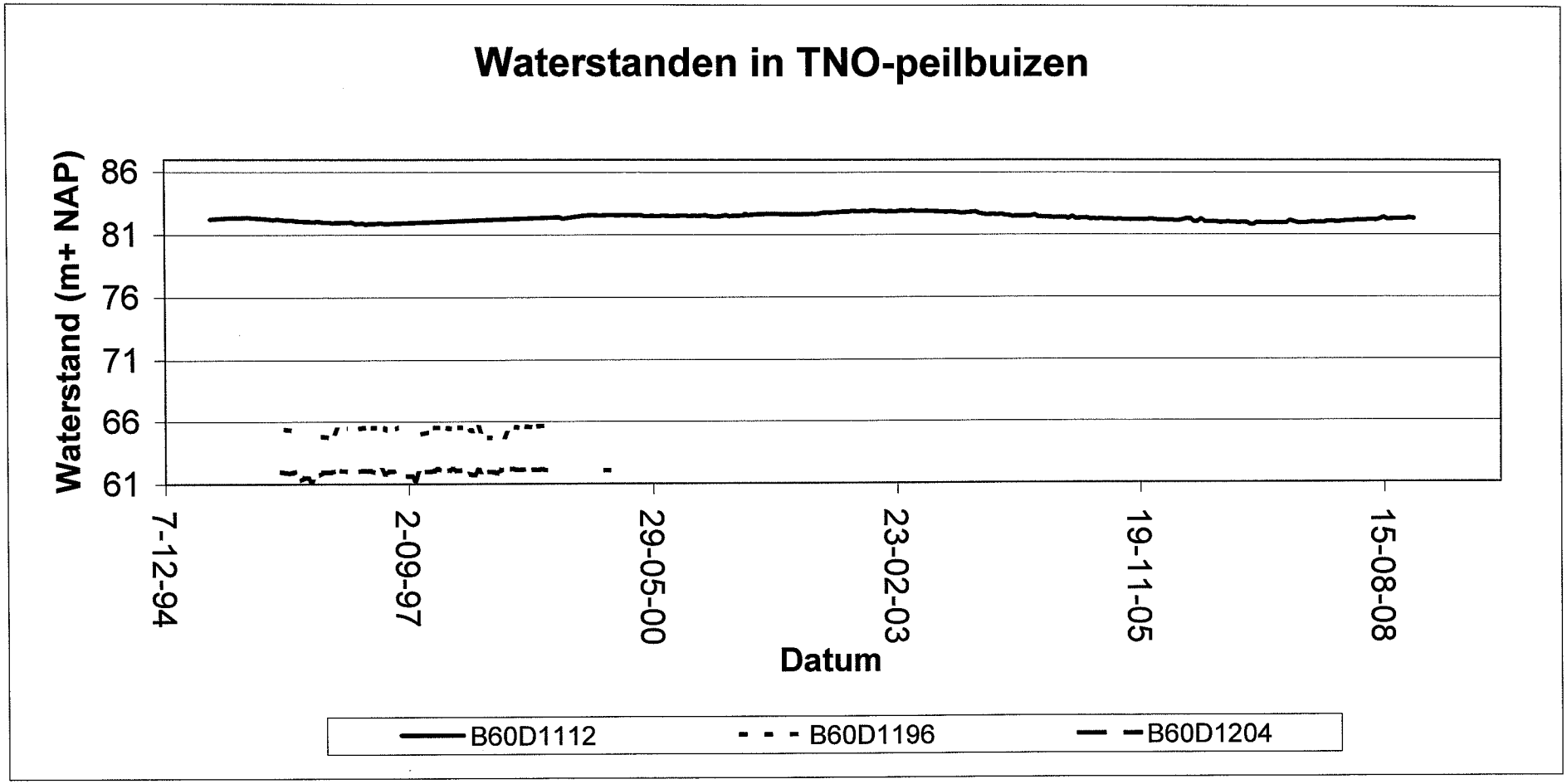
Masterplan Brunssum aan het Lindeplein te Brunssum

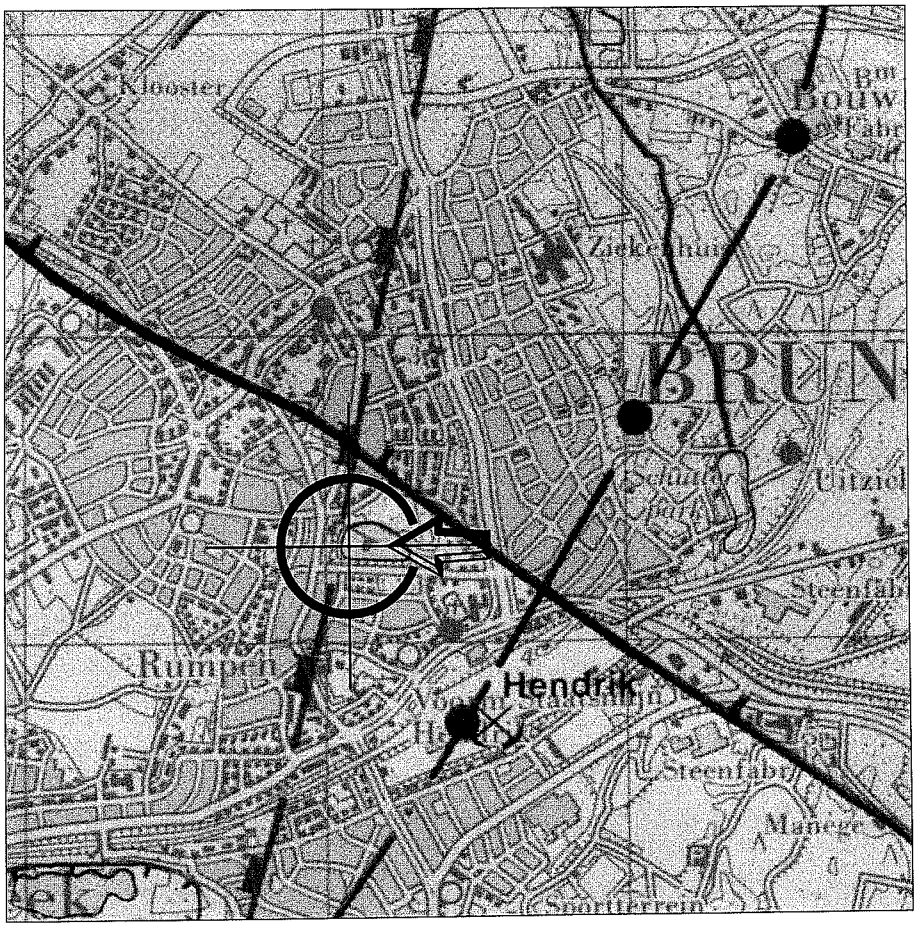
topkaart met peilbuizen

GEONIUS
Breinderveldweg 15
6365 CM Schinnen
telefoon: +31-(0)46 457 26 66
fax: +31-(0)46 457 26 79

H:\90100ev\GA-90133 Brunssum Lindeplein\Tekening\GA-90133 tno.dwg, 3-7-2009 14:58:19

Peilbuis	X-coördinaat	Y-coördinaat	maaiveld m+ NAP	onderkant filter m+ NAP	Waterstand gemiddeld m+ NAP	maximaal m+ NAP	minimaal m+ NAP	maximaal verschil	meetperiode start	meetperiode eind
B60D1112	195010	327814	98,5	74,38	82,36	82,93	81,80	1,13	1995	2008
B60D1196	196850	329488	65,98	64,66	65,34	65,64	64,68	0,96	1996	1999
B60D1204	196650	330425	62,72	60,66	61,96	62,24	61,17	1,07	1996	2002





Onderzoekslocatie

0 1250

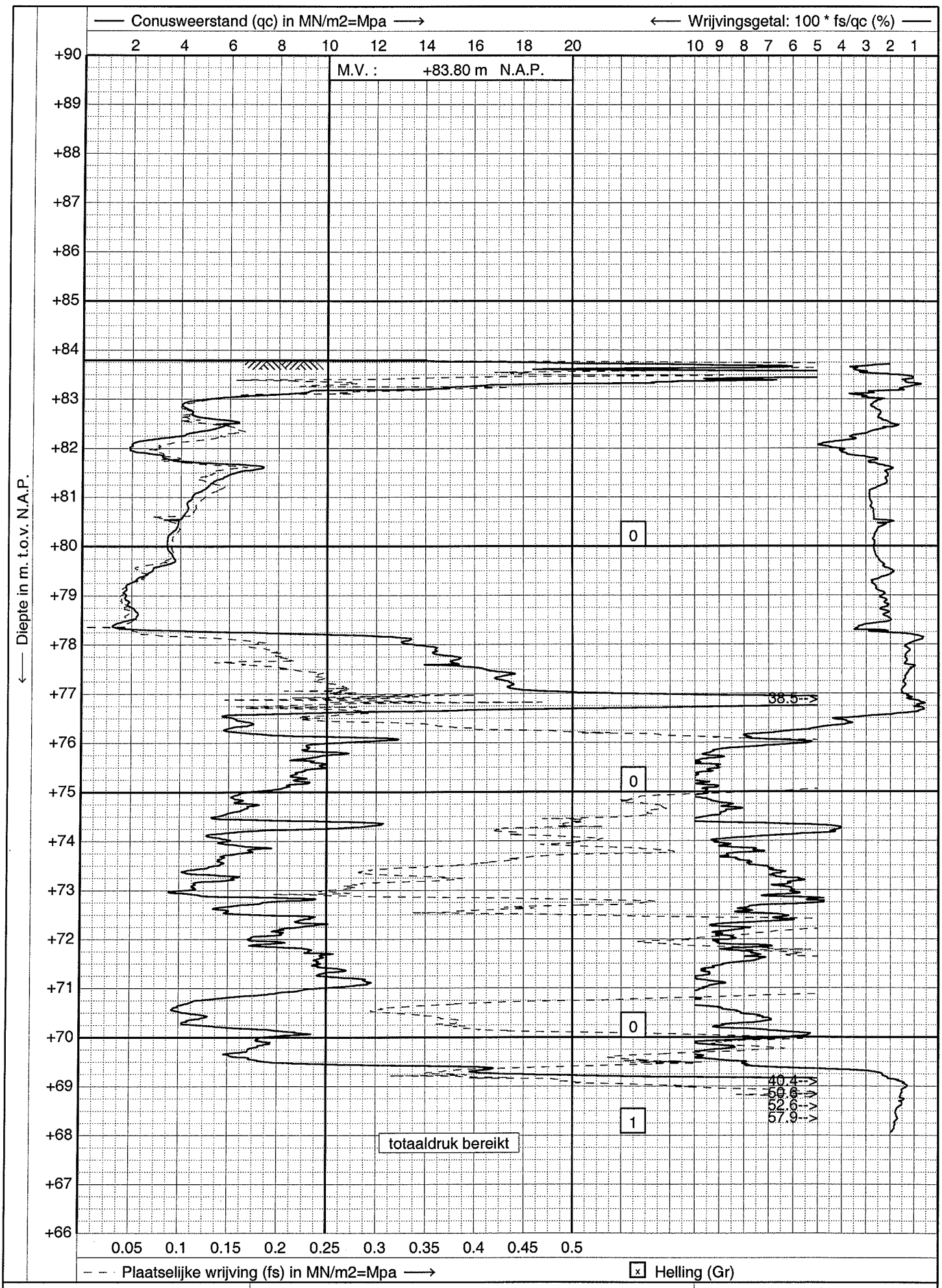
blad topografische kaart 68 G		
datum	30-6-2009	
schaal	1:25.000	contr.
project nr.	GA-90133	
getekend: L.G. Kammerer		

Masterplan Brunssum aan het Lindeplein te Brunssum

geologische kaart - prekwartair

GEONIUS
Breinderveldweg 15
6365 CM Schinnen
telefoon: +31-(0)46 457 26 66
fax: +31-(0)46 457 26 79

H:\90100ev\GA-90133 Brunssum Lindeplein\Tekening\GA-90133 geologische kaart.dwg, 30-6-2009 10:46:53



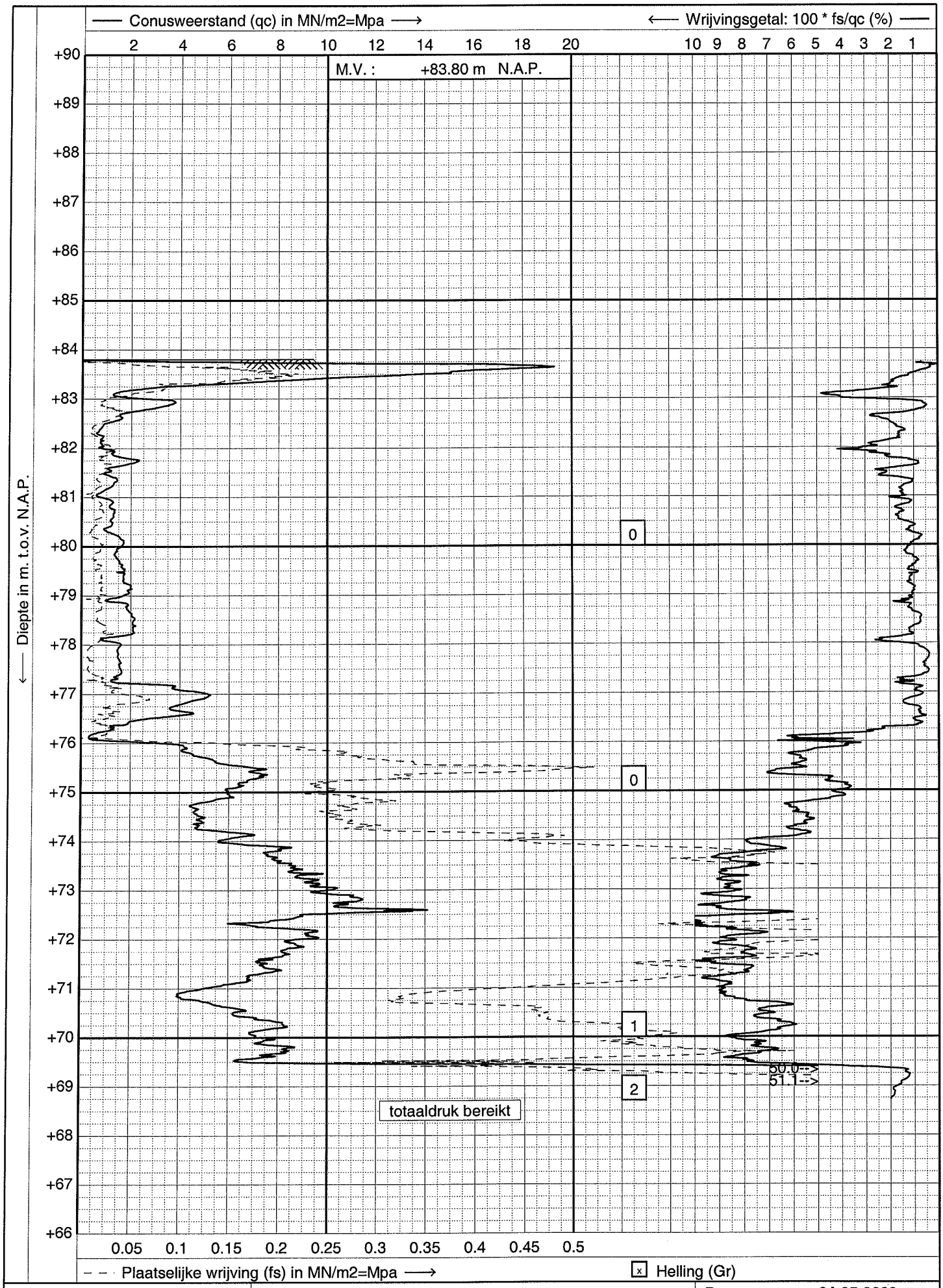
GEONIUS
www.geonius.eu
E-mail: info@geonius.eu
Tel.: 046-4572666
Fax.: 046-4572679

Sondering volgens NEN 5140,conus: cylindrisch elektrisch

Project : **Masterplan Brunssum aan het Lindeplein**

Locatie : **te Brunssum**

Datum	: **05-05-2009**
Conus	: **S15-CFI.414**
Opdracht	: **GA-90133**
Sondering	: **03**



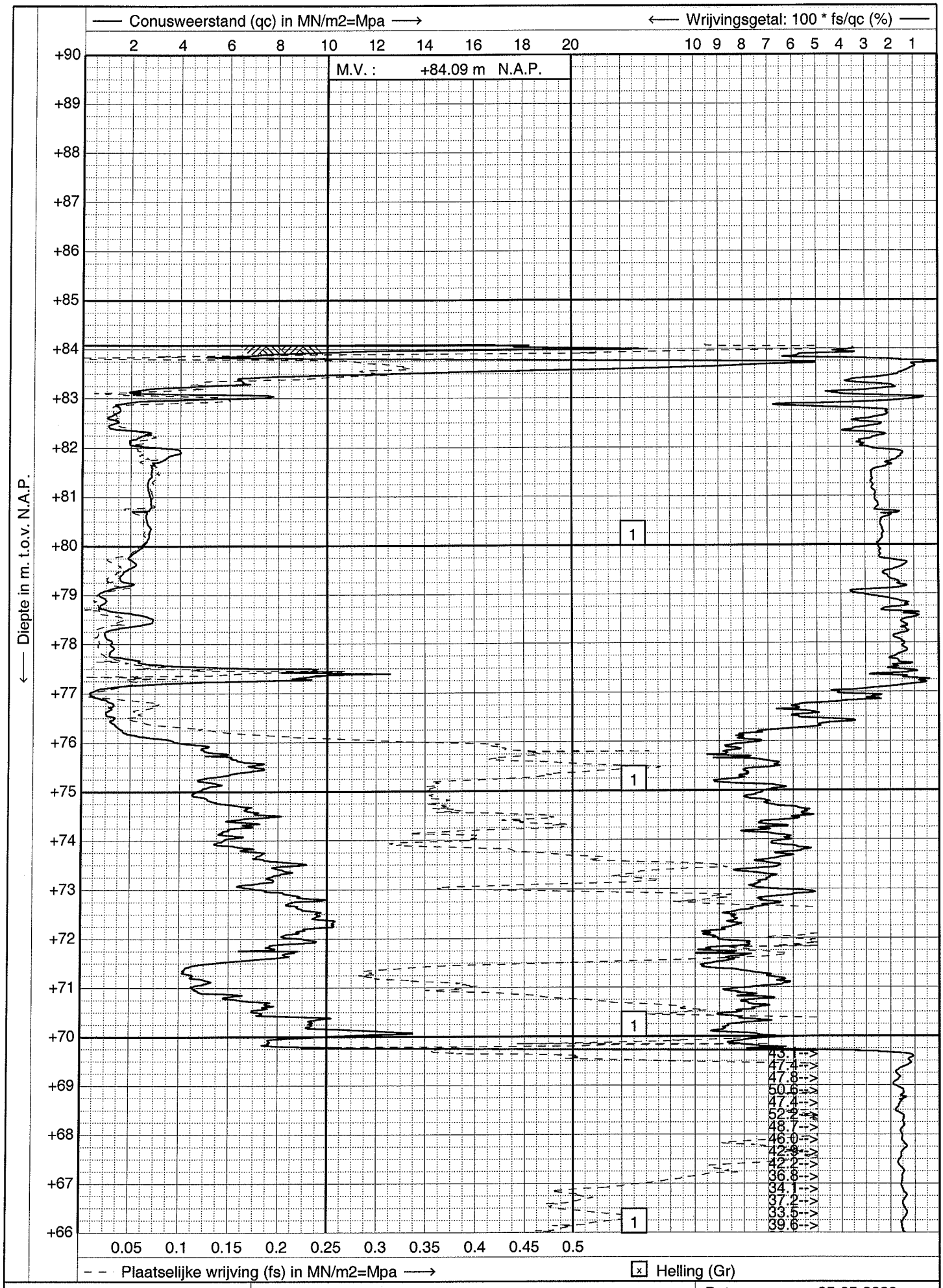
GEONIUS
www.geonius.eu
E-mail: info@geonius.eu
Tel.: 046-4572666
Fax.: 046-4572679

Sondering volgens NEN 5140,conus: cylindrisch elektrisch

Project : **Masterplan Brunssum aan het Lindeplein**

Locatie : **te Brunssum**

Datum	: **04-05-2009**
Conus	: **S15-CFI.414**
Opdracht	: **GA-90133**
Sondering	: **04**



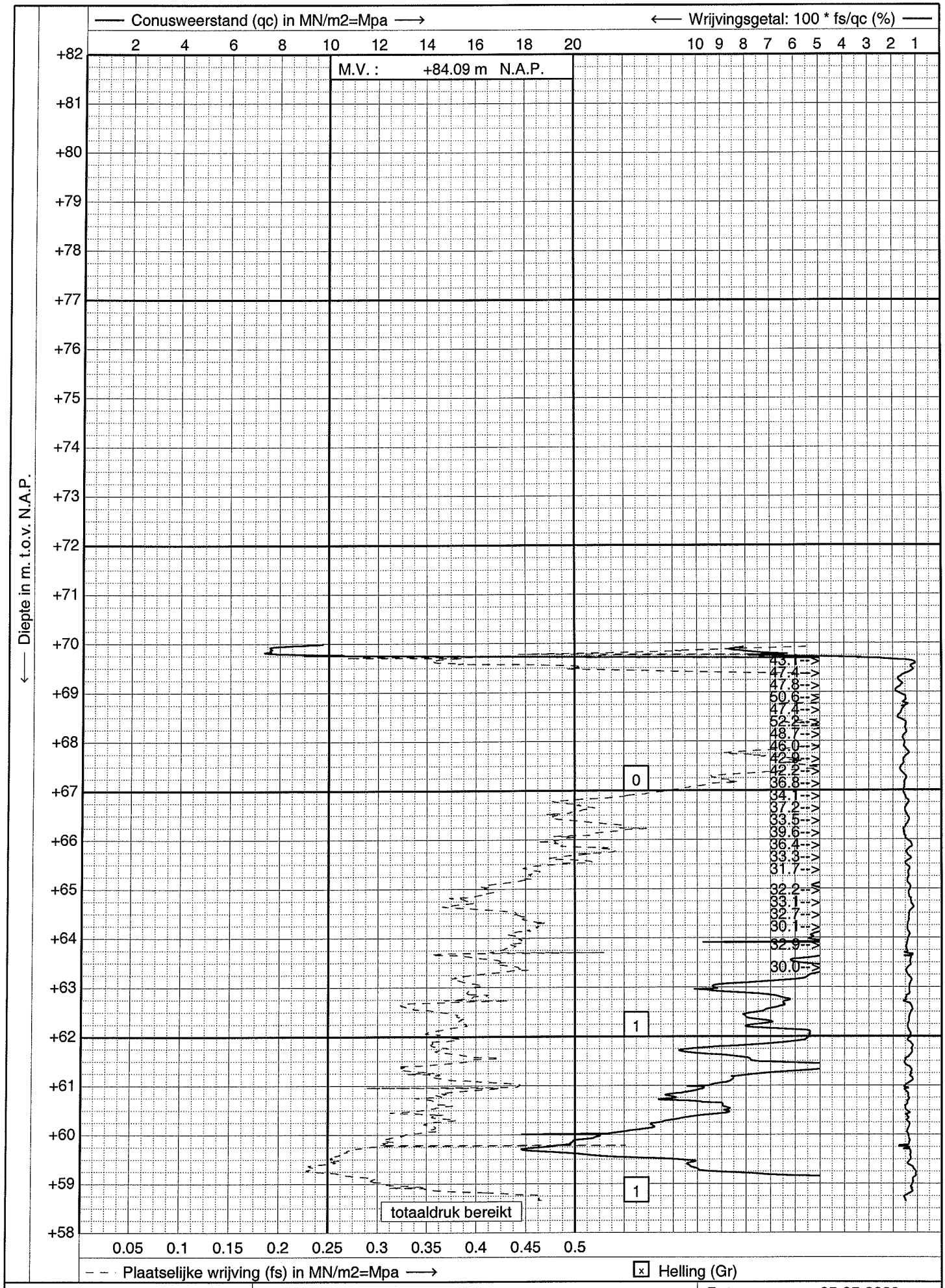
GEONIUS
www.geonius.eu
E-mail: info@geonius.eu
Tel.: 046-4572666
Fax.: 046-4572679

Sondering volgens NEN 5140,conus: cylindrisch elektrisch

Project : **Masterplan Brunssum aan het Lindeplein**

Locatie : **te Brunssum**

Datum	: **05-05-2009**
Conus	: **S15-CFI.414**
Opdracht	: **GA-90133**
Sondering	: **07**



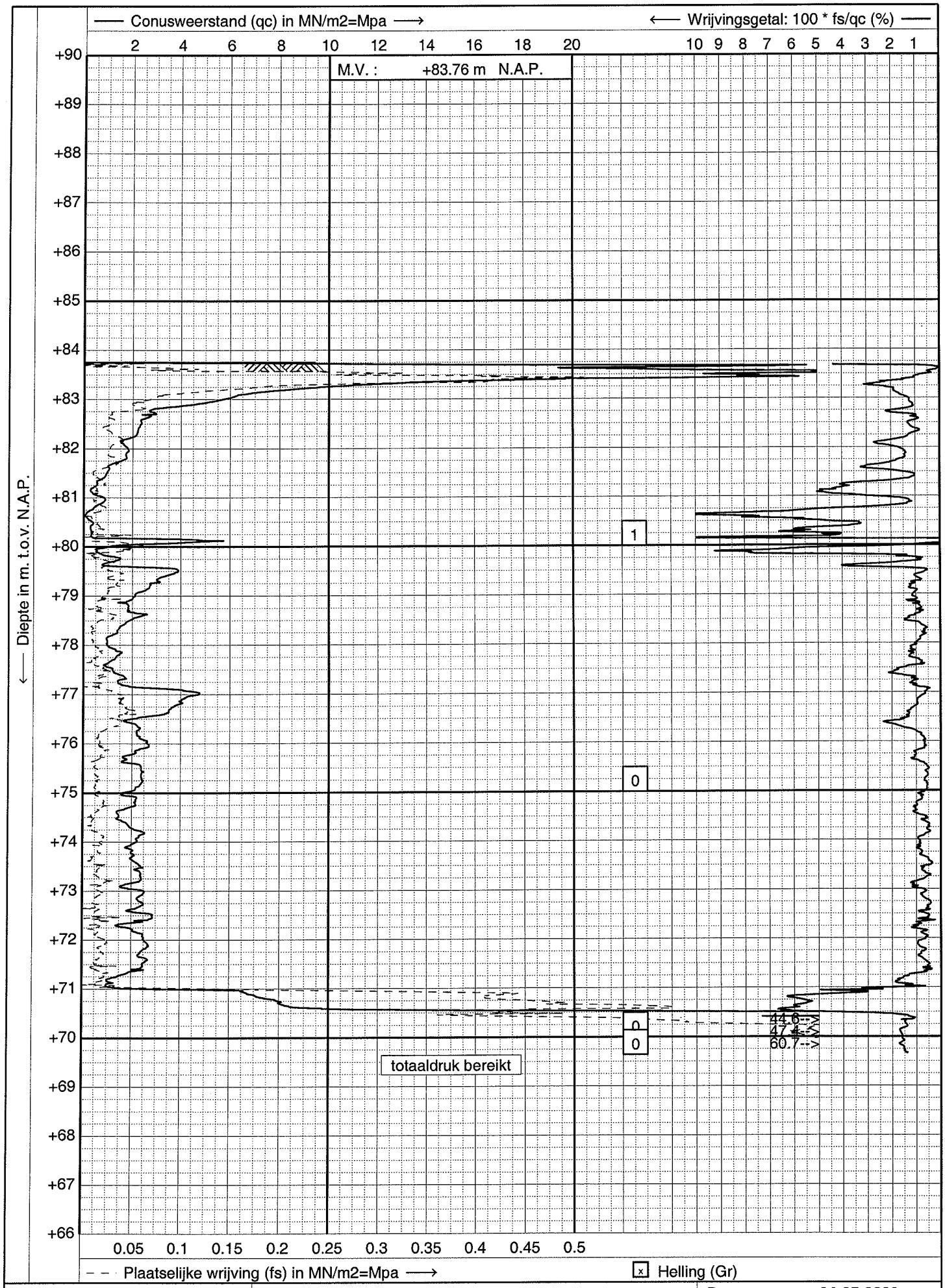
GEONIUS
www.geonius.eu
E-mail: info@geonius.eu
Tel.: 046-4572666
Fax.: 046-4572679

Sondering volgens NEN 5140,conus: cylindrisch elektrisch

Project : **Masterplan Brunssum aan het Lindeplein**

Locatie : **te Brunssum**

Datum	: **05-05-2009**
Conus	: **S15-CFI.414**
Opdracht	: **GA-90133**
Sondering	: **07**



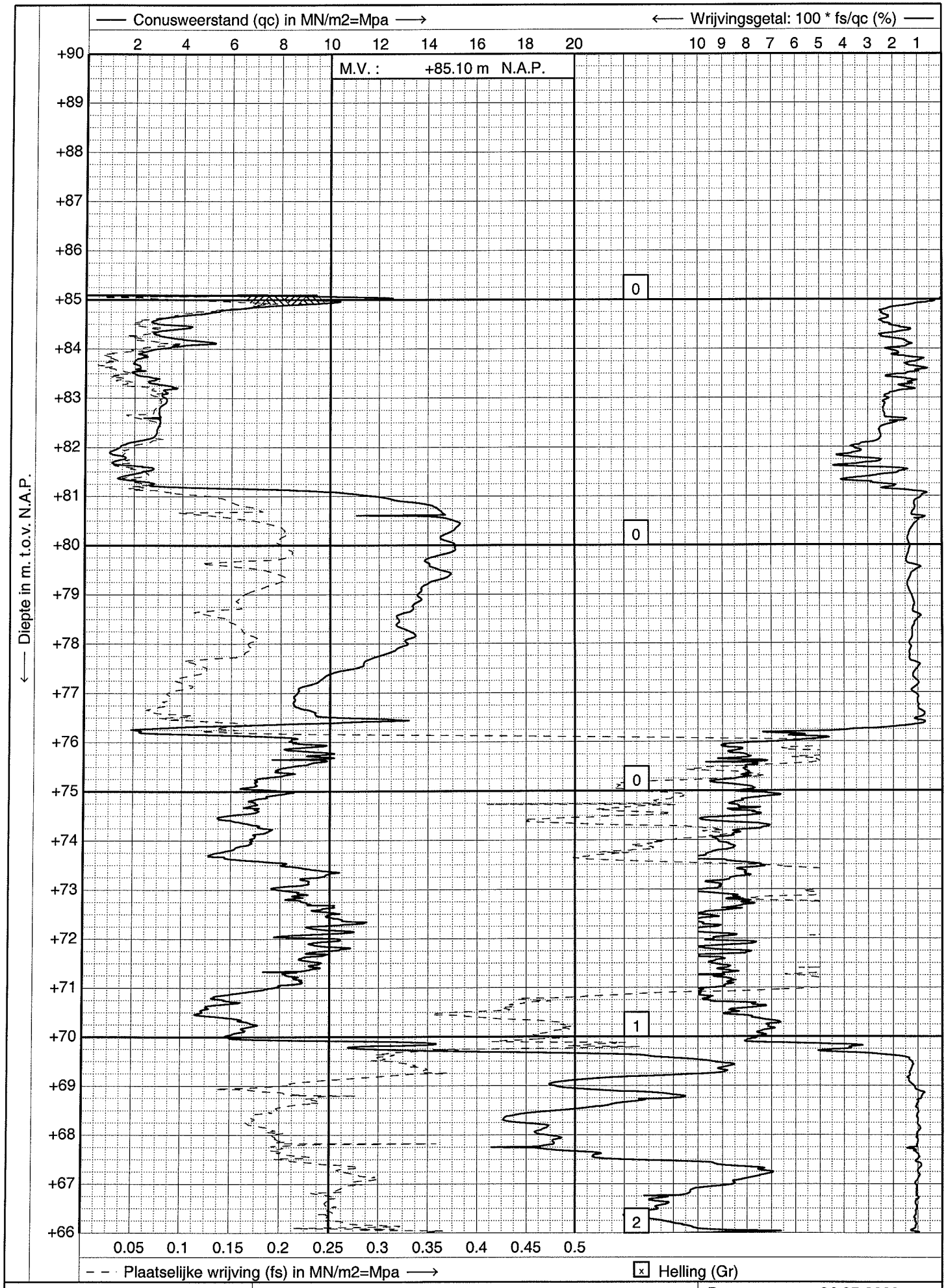
GEONIUS
www.geonius.eu
E-mail: info@geonius.eu
Tel.: 046-4572666
Fax.: 046-4572679

Sondering volgens NEN 5140,conus: cylindrisch elektrisch

Project : **Masterplan Brunssum aan het Lindeplein**

Locatie : **te Brunssum**

Datum	: **04-05-2009**
Conus	: **S15-CFI.414**
Opdracht	: **GA-90133**
Sondering	: **08**



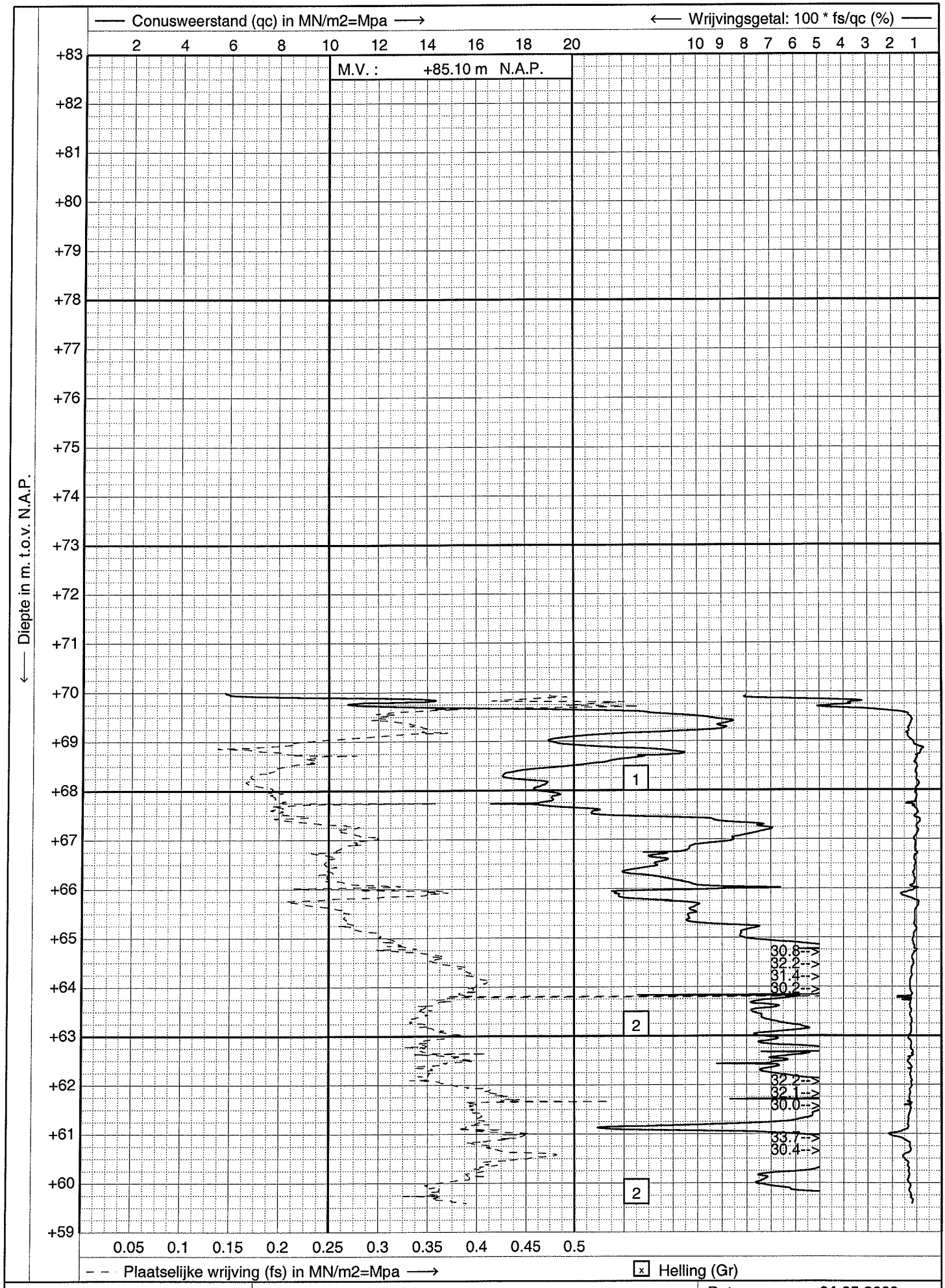
GEONIUS
www.geonius.eu
E-mail: info@geonius.eu
Tel.: 046-4572666
Fax.: 046-4572679

Sondering volgens NEN 5140,conus: cylindrisch elektrisch

Project : **Masterplan Brunssum aan het Lindeplein**

Locatie : **te Brunssum**

Datum	: **04-05-2009**
Conus	: **S15-CFI.414**
Opdracht	: **GA-90133**
Sondering	: **09**



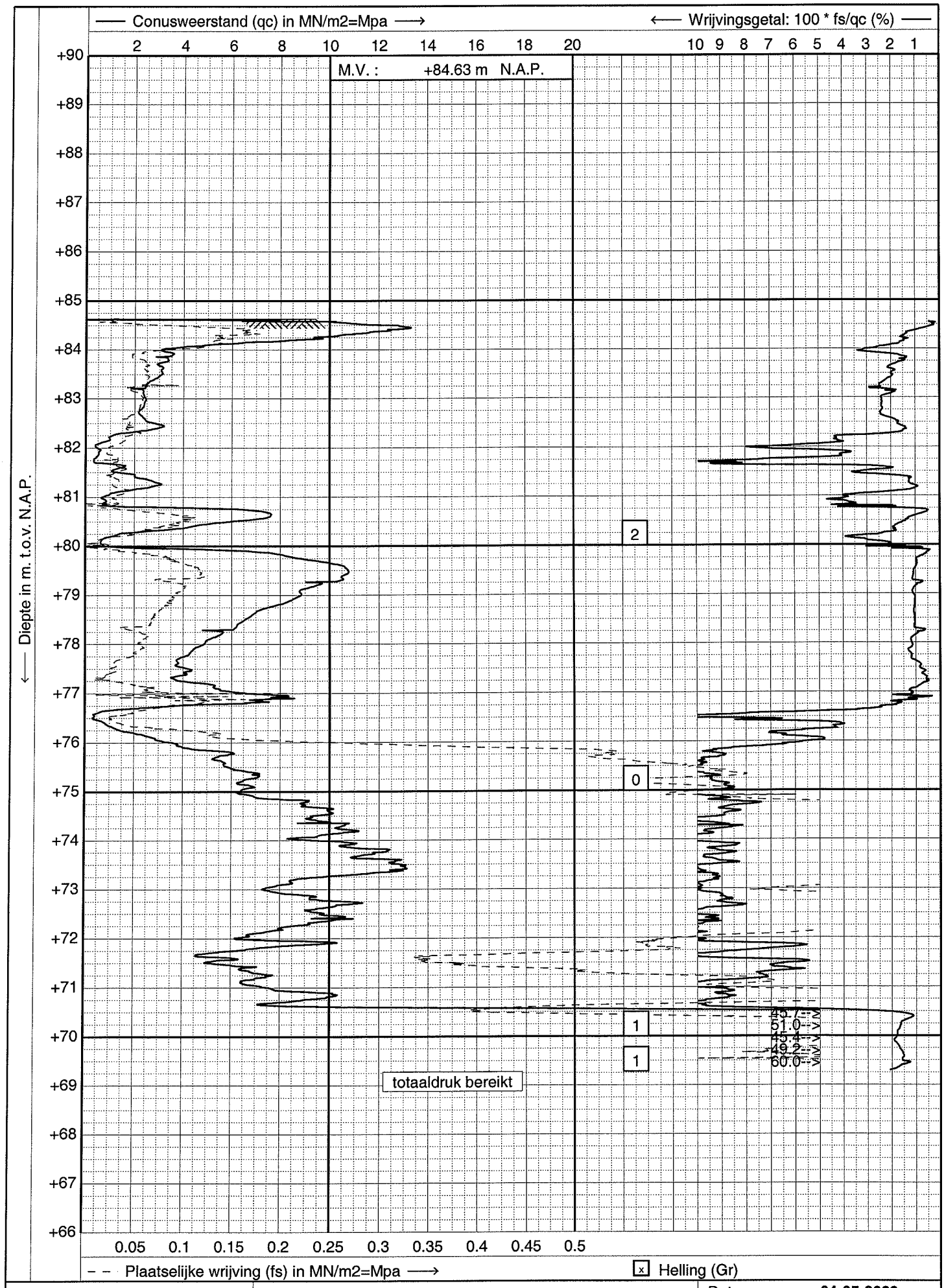
GEONIUS
www.geonius.eu
E-mail: info@geonius.eu
Tel.: 046-4572666
Fax.: 046-4572679

Sondering volgens NEN 5140,conus: cylindrisch elektrisch

Project : **Masterplan Brunssum aan het Lindeplein**

Locatie : **te Brunssum**

Datum	: **04-05-2009**
Conus	: **S15-CFI.414**
Opdracht	: **GA-90133**
Sondering	: **09**



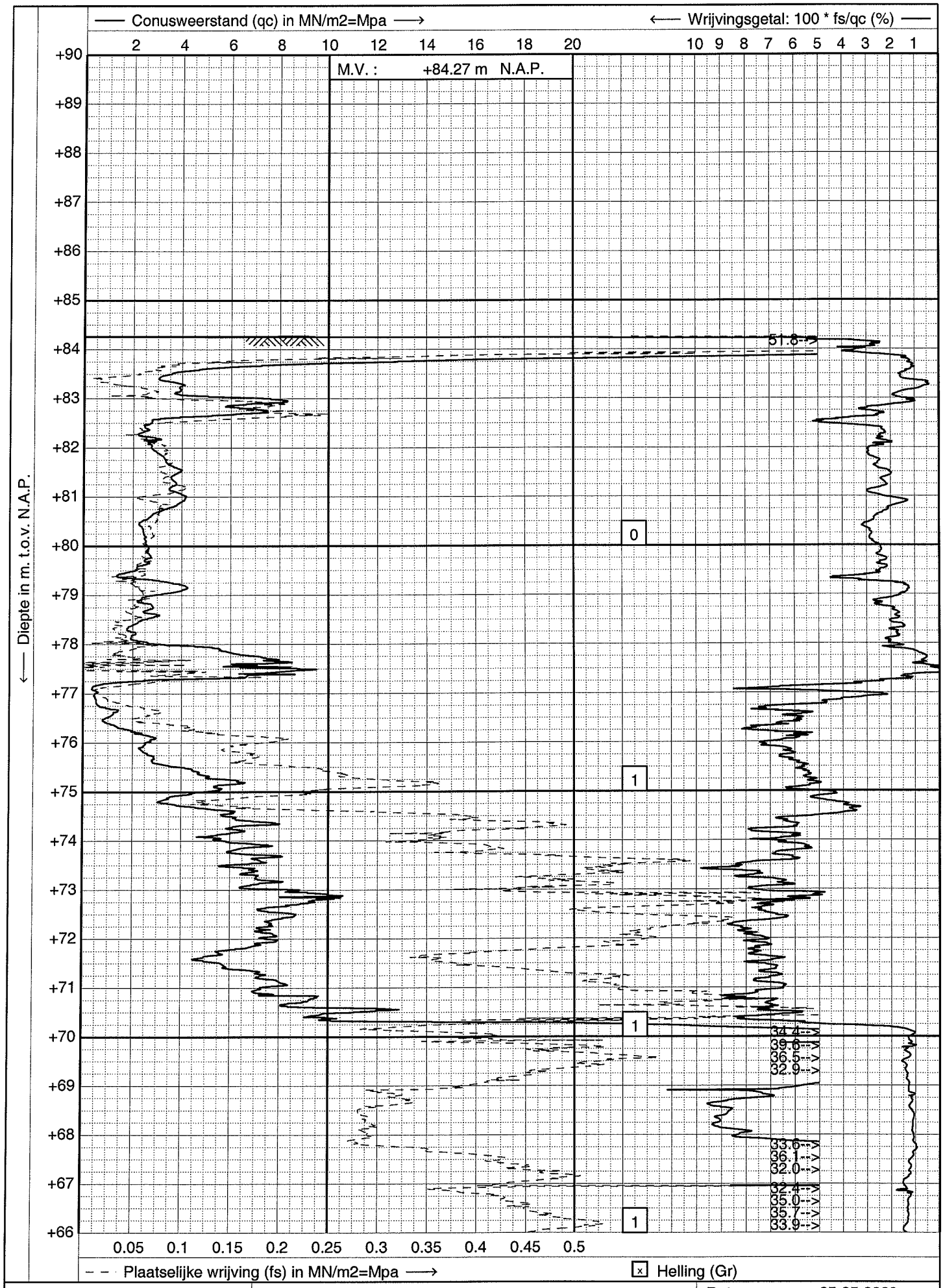
GEONIUS
www.geonius.eu
E-mail: info@geonius.eu
Tel.: 046-4572666
Fax.: 046-4572679

Sondering volgens NEN 5140,conus: cylindrisch elektrisch

Project : **Masterplan Brunssum aan het Lindeplein**

Locatie : **te Brunssum**

Datum	: **04-05-2009**
Conus	: **S15-CFI.414**
Opdracht	: **GA-90133**
Sondering	: **10**



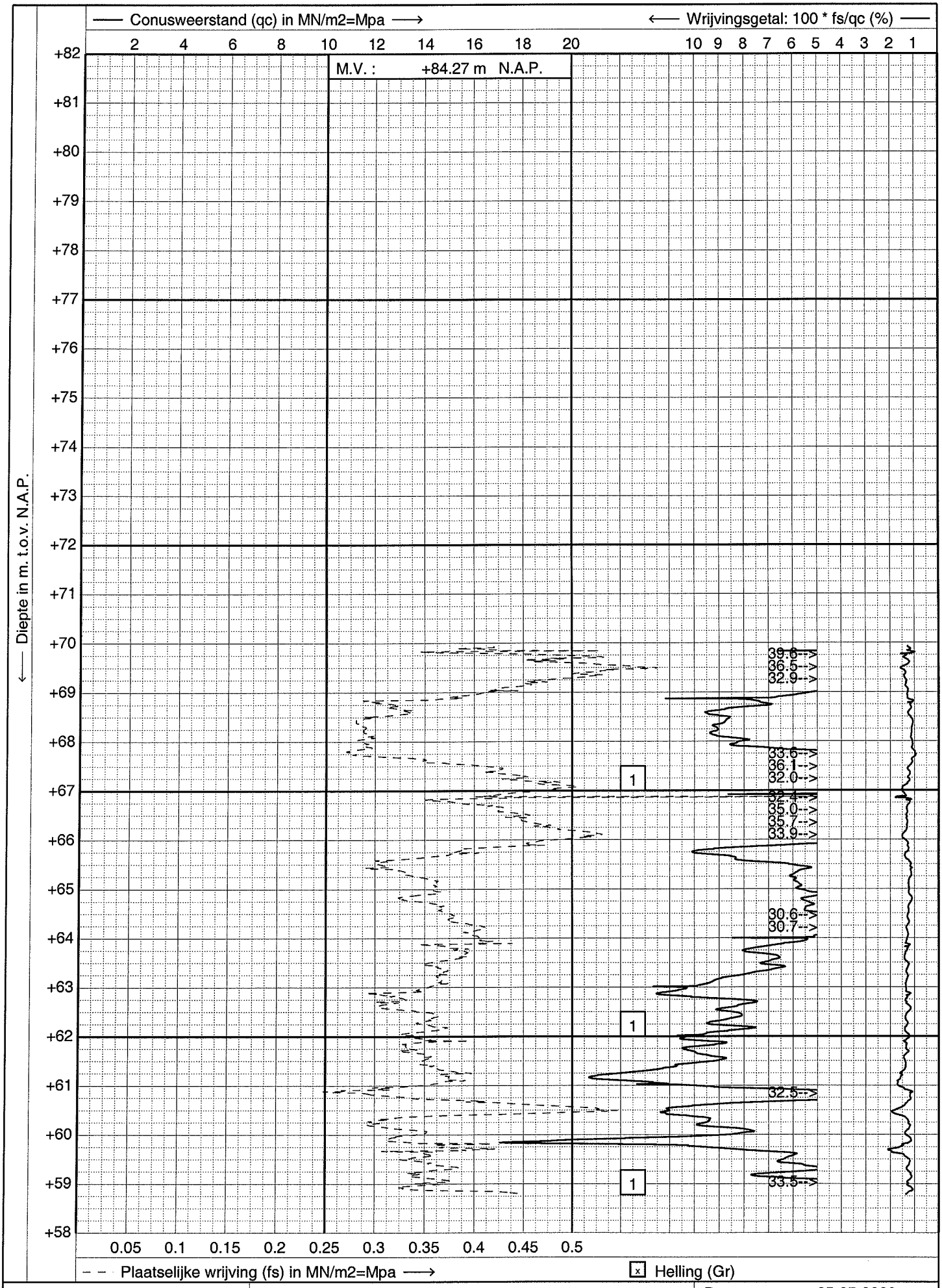
GEONIUS
www.geonius.eu
E-mail: info@geonius.eu
Tel.: 046-4572666
Fax.: 046-4572679

Sondering volgens NEN 5140,conus: cylindrisch elektrisch

Project : **Masterplan Brunssum aan het Lindeplein**

Locatie : **te Brunssum**

Datum	: **05-05-2009**
Conus	: **S15-CFI.414**
Opdracht	: **GA-90133**
Sondering	: **11**



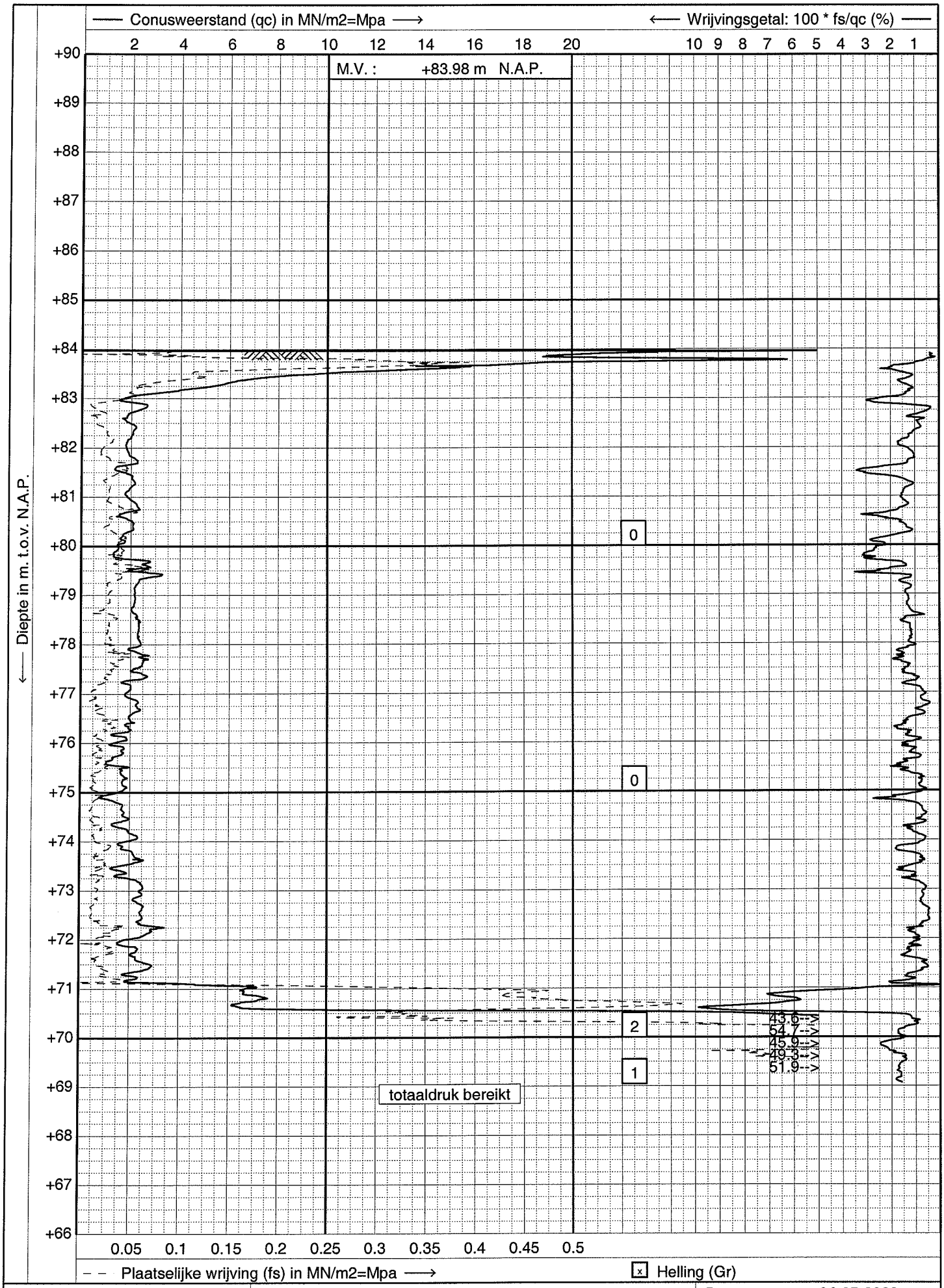
GEONIUS
www.geonius.eu
E-mail: info@geonius.eu
Tel.: 046-4572666
Fax.: 046-4572679

Sondering volgens NEN 5140,conus: cylindrisch elektrisch

Project : **Masterplan Brunssum aan het Lindeplein**

Locatie : **te Brunssum**

Datum	: **05-05-2009**
Conus	: **S15-CFI.414**
Opdracht	: **GA-90133**
Sondering	: **11**



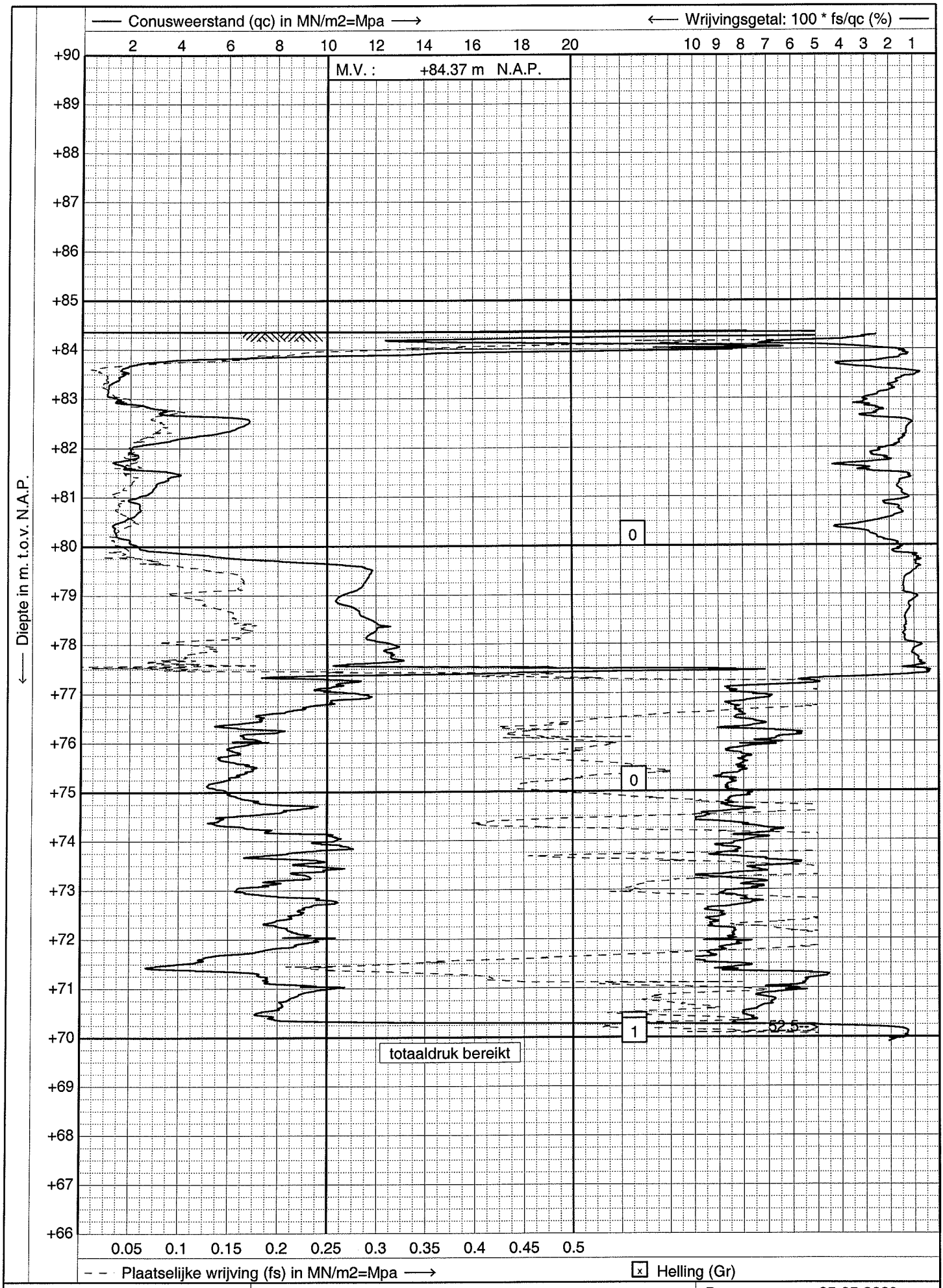
GEONIUS
www.geonius.eu
E-mail: info@geonius.eu
Tel.: 046-4572666
Fax.: 046-4572679

Sondering volgens NEN 5140,conus: cylindrisch elektrisch

Project : **Masterplan Brunssum aan het Lindeplein**

Locatie : **te Brunssum**

Datum	: **04-05-2009**
Conus	: **S15-CFI.414**
Opdracht	: **GA-90133**
Sondering	: **12**



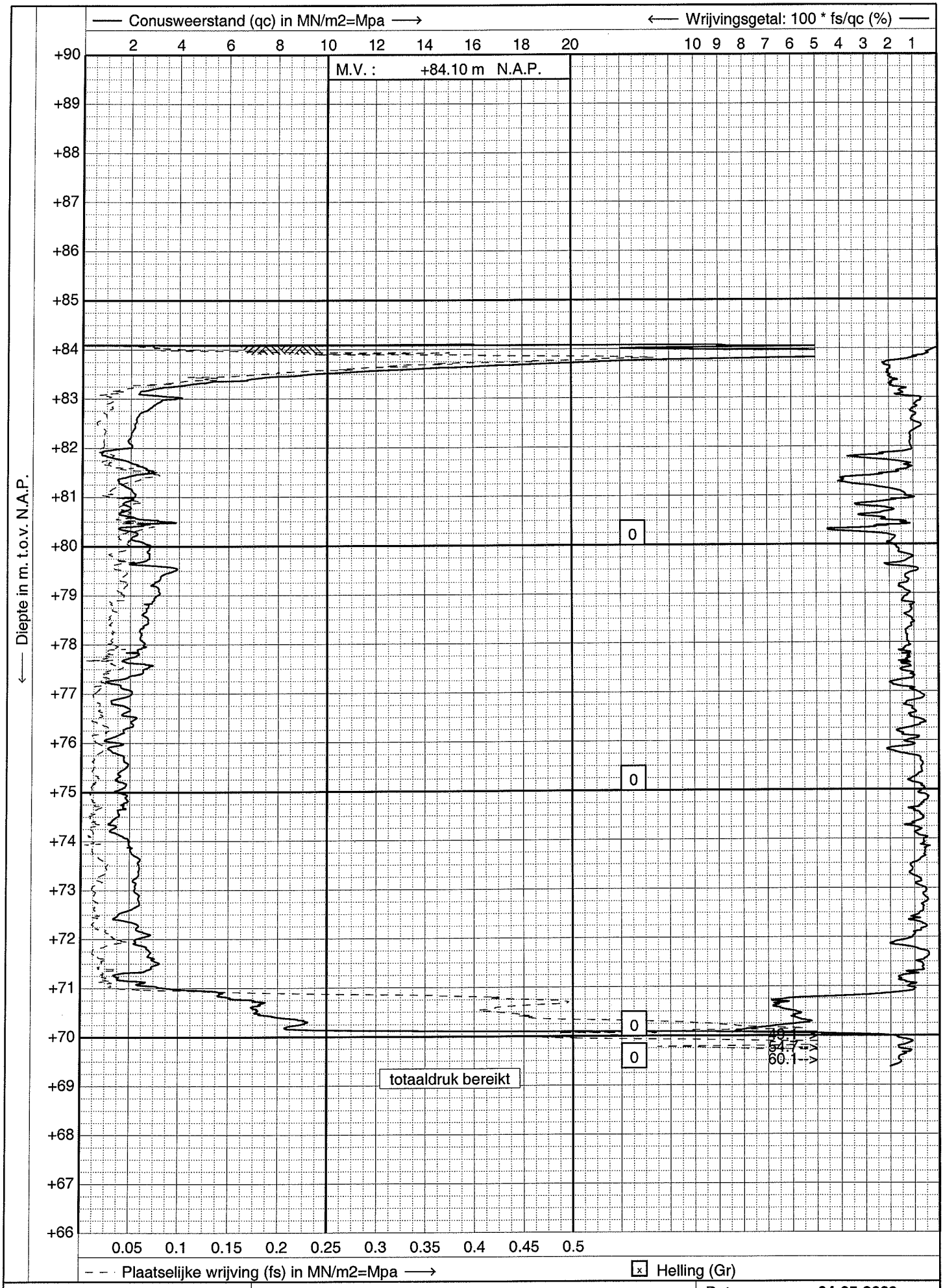
GEONIUS
www.geonius.eu
E-mail: info@geonius.eu
Tel.: 046-4572666
Fax.: 046-4572679

Sondering volgens NEN 5140,conus: cylindrisch elektrisch

Project : **Masterplan Brunssum aan het Lindeplein**

Locatie : **te Brunssum**

Datum	: **05-05-2009**
Conus	: **S15-CFI.414**
Opdracht	: **GA-90133**
Sondering	: **15**



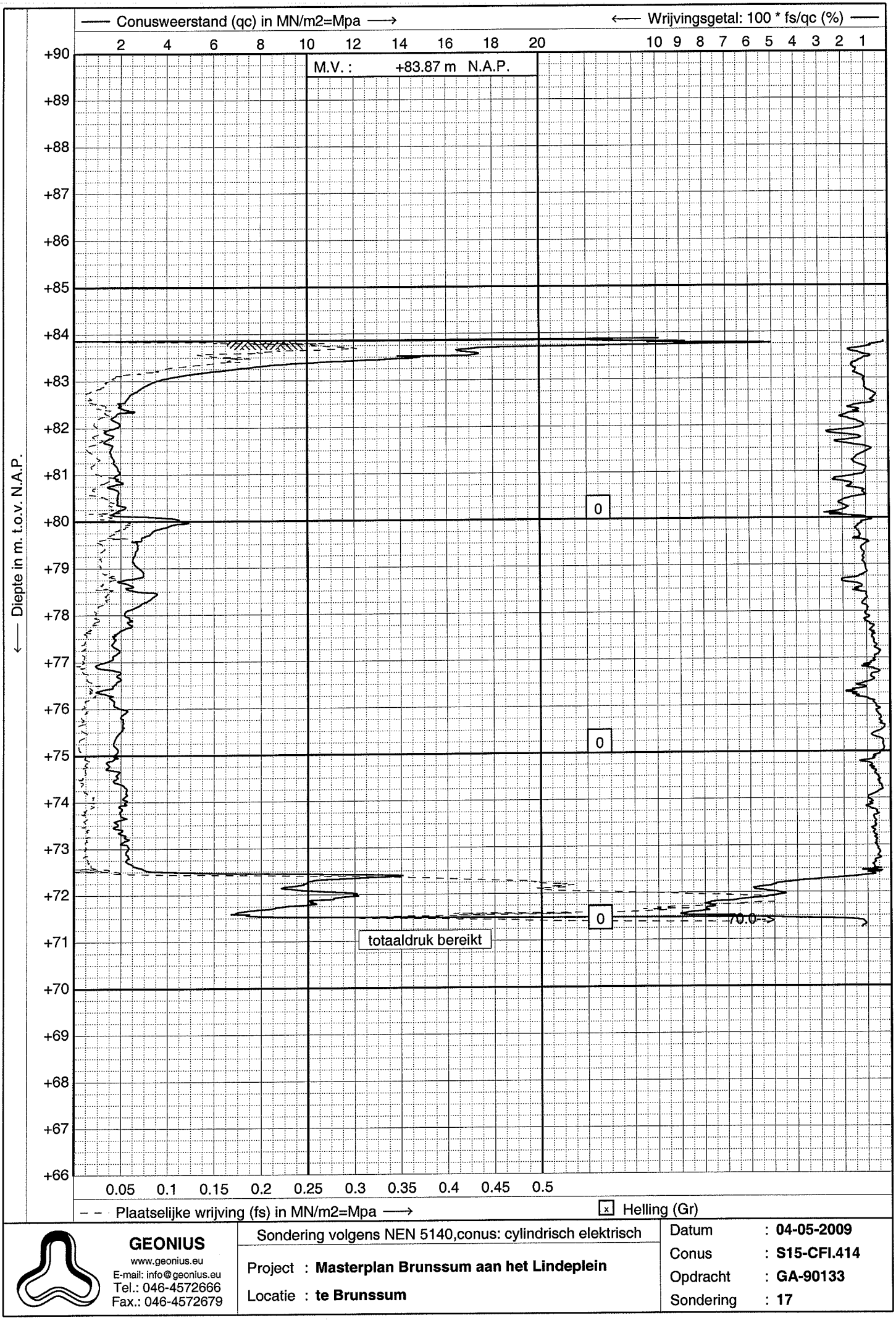
GEONIUS
www.geonius.eu
E-mail: info@geonius.eu
Tel.: 046-4572666
Fax.: 046-4572679

Sondering volgens NEN 5140,conus: cylindrisch elektrisch

Project : **Masterplan Brunssum aan het Lindeplein**

Locatie : **te Brunssum**

Datum	: **04-05-2009**
Conus	: **S15-CFI.414**
Opdracht	: **GA-90133**
Sondering	: **16**



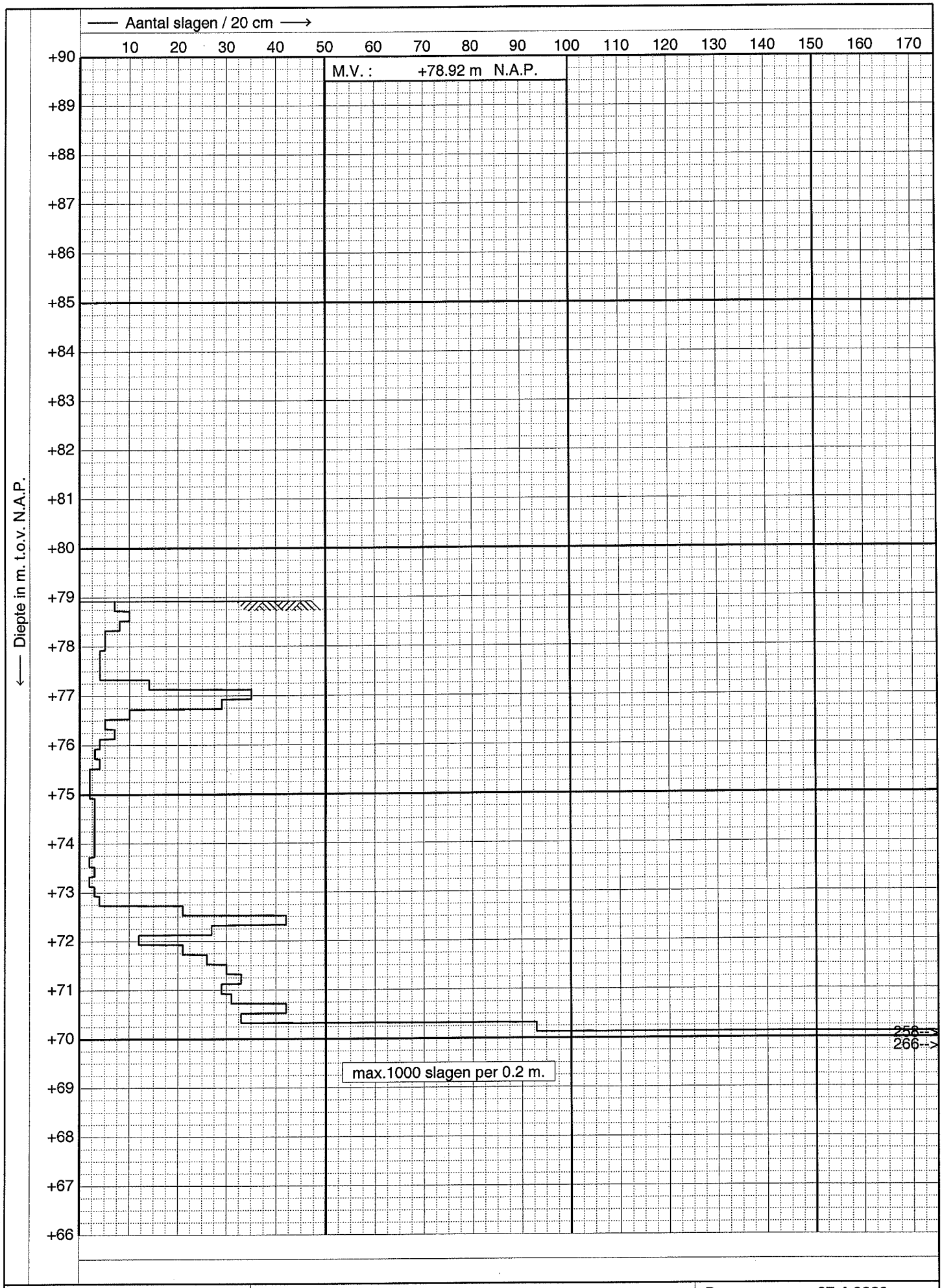
GEONIUS
www.geonius.eu
E-mail: info@geonius.eu
Tel.: 046-4572666
Fax.: 046-4572679

Sondering volgens NEN 5140,conus: cylindrisch elektrisch

Project : **Masterplan Brunssum aan het Lindeplein**

Locatie : **te Brunssum**

Datum	: **04-05-2009**
Conus	: **S15-CFI.414**
Opdracht	: **GA-90133**
Sondering	: **17**



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

Zware slagsondering (50 kg) conform DIN4094

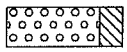
Project : **Masterplan Brunssum aan het Lindeplein**

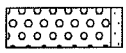
Locatie : **te Brunssum**

Datum	: **27-4-2009**
Conus	: **Z**
Opdracht	: **GA-90133**
Sondering	: **18**

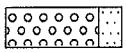
Legenda (conform NEN 5104)

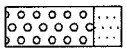
grind


Grind, siltig

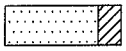

Grind, zwak zandig

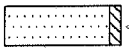

Grind, matig zandig

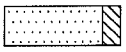

Grind, sterk zandig

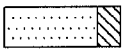

Grind, uiterst zandig

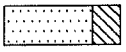
zand


Zand, kleiïg

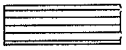

Zand, zwak siltig

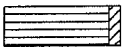

Zand, matig siltig

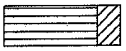

Zand, sterk siltig


Zand, uiterst siltig

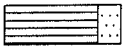
veen


Veen, mineraalarm


Veen, zwak kleiïg

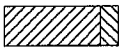

Veen, sterk kleiïg

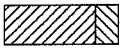

Veen, zwak zandig

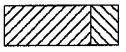

Veen, sterk zandig

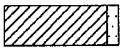
klei

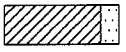

Klei, zwak siltig

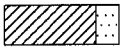

Klei, matig siltig


Klei, sterk siltig

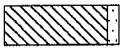

Klei, uiterst siltig

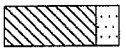

Klei, zwak zandig


Klei, matig zandig

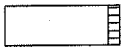

Klei, sterk zandig

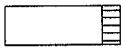
leem

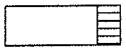

Leem, zwak zandig

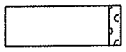

Leem, sterk zandig

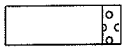
overige toevoegingen

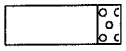

zwak humeus


matig humeus


sterk humeus


zwak grindig


matig grindig


sterk grindig

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

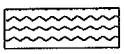

geroerd monster

ongeroerd monster

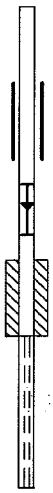
overig

- bijzonder bestanddeel
- Gemiddeld hoogste grondwaterstand
- grondwaterstand
- Gemiddeld laagste grondwaterstand


slib


water

peilbuis



blinde buis

casing

hoogste grondwaterstand
gemiddelde grondwaterstand
laagste grondwaterstand

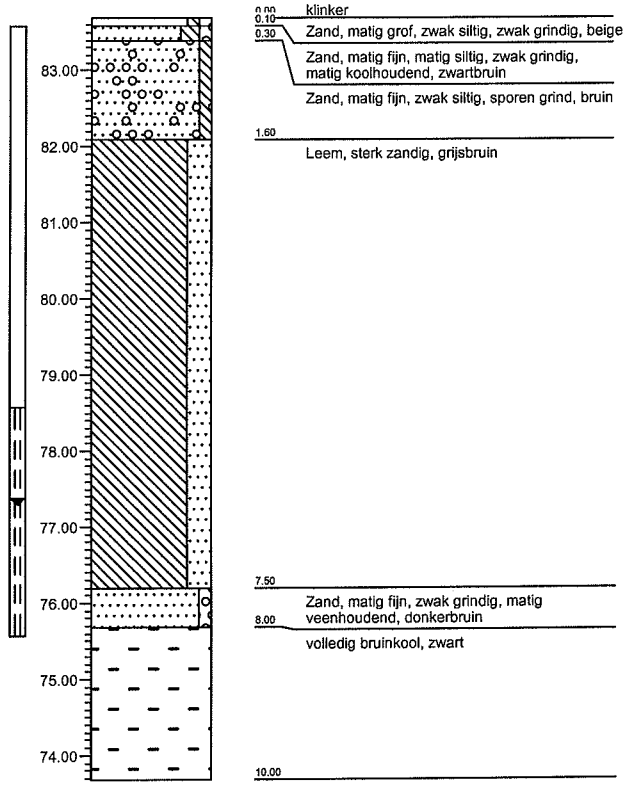
bentoniet afdichting

filter

GEONIUS
CIVIEL GEOTECHNIEK MILIEU

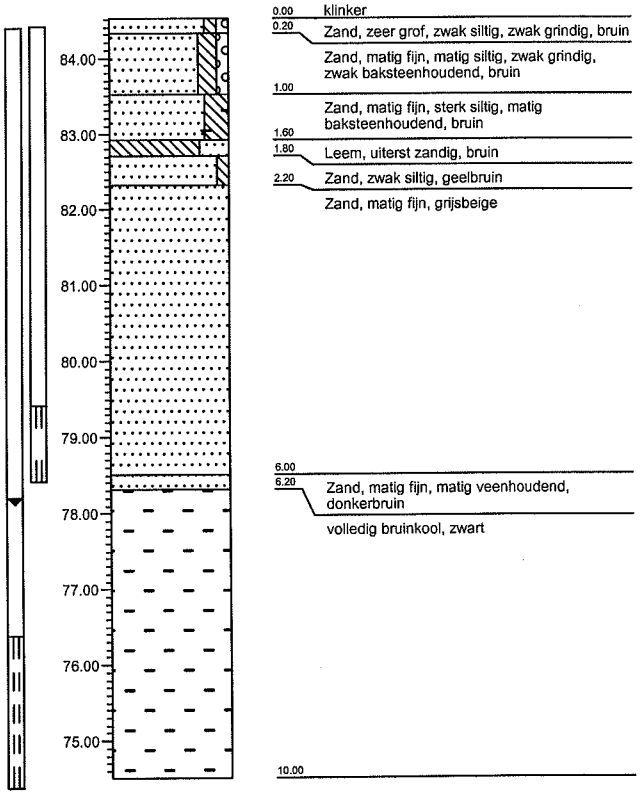
Boring: B01

Maaiveldhoogte: 83.69 m. t.o.v. N.A.P.
GWS (cm- maaiveld):
Datum: 06-05-2009
Opmerking:



Boring: B02

Maaiveldhoogte: 84.52 m. t.o.v. N.A.P.
GWS (cm- maaiveld):
Datum: 05-05-2009
Opmerking:



Projectnaam: **Masterplan Brunssum aan het Lindeplein**
Locatienaam: **te Brunssum**
Projectcode: **GA-90133**

verticale schaal: 1: 100

GEONIUS

Uitgangspunten

- paaltype : Avegaarpaal

- schachtafmeting : 600 mm

- paalklassefactor punt αp : 0,8
- paalfactor wrijving αs : 0,0060
- Xi-factor : 0,72

		PUNT			WRIJVING		
Sondering no.	ppnivo (Ref)	QcI (MPa)	QcII (MPa)	QcIII (MPa)	Qcgem (MPa)	Hoogte (m)	Fr;net;d (kN)
SW03	+68,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
SW04	+68,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
SW07	+68,50	25,00	25,00	2,00	15,00	1,50	1985
SW08	+68,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
SW09	+68,50	17,00	17,00	2,00	15,00	1,50	1442
SW10	+68,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
SW11	+68,50	25,00	25,00	2,00	15,00	1,70	2005
SW12	+68,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
SW15	+68,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
SW16	+68,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
SW17	+68,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
ZS18	+68,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0

Uitgangspunten

- paaltype : Avegaarpaal

- paalklassefactor punt αp : 0,80
- paalfactor wrijving αs : 0,0060
- Xi-factor : 0,72

			Rekenwaarden draagkracht Fr;netto;d		
Sondering no.	mv-niveau tov NAP	puntniveau tov NAP	400 (mm)	500 (mm)	600 (mm)
SW03	+83,80	+68,50	0	0	0
SW04	+83,80	+68,50	0	0	0
SW07	+84,09	+68,50	916	1400	1985
SW08	+83,76	+68,50	0	0	0
SW09	+85,10	+68,50	675	1023	1442
SW10	+84,63	+68,50	0	0	0
SW11	+84,27	+68,50	930	1417	2005
SW12	+83,98	+68,50	0	0	0
SW15	+84,37	+68,50	0	0	0
SW16	+84,10	+68,50	0	0	0
SW17	+83,87	+68,50	0	0	0
ZS18	+81,61	+68,50	0	0	0

Uitgangspunten

- paaltype : Avegaarpaal

- paalklassefactor punt αp : 0,80
- paalfactor wrijving αs : 0,0060
- Xi-factor : 0,72

			Rekenwaarden draagkracht Fr;netto;d		
Sondering no.	mv-niveau tov NAP	puntniveau tov NAP	0 (mm)	300 (mm)	600 (mm)
SW03	+83,80	+68,50	0	0	0
SW04	+83,80	+68,50	0	0	0
SW07	+84,09	+68,50	0	534	1985
SW08	+83,76	+68,50	0	0	0
SW09	+85,10	+68,50	0	399	1442
SW10	+84,63	+68,50	0	0	0
SW11	+84,27	+68,50	0	545	2005
SW12	+83,98	+68,50	0	0	0
SW15	+84,37	+68,50	0	0	0
SW16	+84,10	+68,50	0	0	0
SW17	+83,87	+68,50	0	0	0
ZS18	+81,61	+68,50	0	0	0

Uitgangspunten

- gehanteerde sondering : SW09
- paaltype : Avegaarpaal
- paalpuntniveau : NAP +68,50 meter
- schachtafmeting : 600 mm

Maximale draagkracht van de paalpunt

De *maximale puntweerstand* volgens art. 5.3.3.1 bedraagt :

$P_{r;max;punt} = ½ \cdot \alpha_p \cdot ß \cdot s \cdot \{(q_{c;I;gem} + q_{c;II,gem})/2 + q_{c,III,gem}\}$

$= 7,600$ MPa

waarin:		in dit geval :
$q_{c;I;gem}$	= de gemiddelde waarde van de conusweerstanden over een traject van 0,7 à 4,0 maal de equivalente diameter beneden de paalvoet (art. 5.3.3.1)	17,0 MPa
$q_{c;II;gem}$	= de minimum gemiddelde waarde van de conusweerstanden over dit traject (art. 5.3.3.1)	17,0 MPa
$q_{c;III,gem}$	= de minimum gemiddelde waarde van de conusweerstanden over een traject van 8,0 maal de equivalente diameter boven de paalvoet (art. 5.3.3.1)	2,0 MPa
α_p	= paalklassefactor (art. 5.3.3.1.1)	0,8 -
ß	= factor voor de paalvoetvorm (art. 5.3.3.1.2)	1,0 -
s	= factor voor de vorm van de dwarsdoorsnede van paalvoet (art. 5.3.3.1.3)	1,0 -

Voor een uitgebreide beschrijving van de verschillende factoren wordt verwezen naar het normblad NEN 6743.

De *maximale draagkracht* van de paalpunt volgens art. 5.3.3 bedraagt :

$F_{r;max;punt} = A_{punt} \cdot P_{r;max;punt}$

$= 2149$ kN

waarin :		in dit geval :
A_{punt}	= oppervlakte van de paalvoet	0,2827 m²

Maximale paalschachtwrijving
De *maximale paalschachtwrijving* volgens art. 5.3.3.2 bedraagt :

$p_{r;max;schacht} = \alpha_s \cdot q_{c;z;a}$

$= 0{,}090$ MPa

waarin :		in dit geval
α_s	= factor afhankelijk van de uitvoering en het paaltype	0,006 -
$q_{c;z;a}$	= de gemiddelde waarde van de conusweerstanden over het traject waarover schachtwrijving wordt berekend	15,0 MPa

De *maximale schachtwrijvingskracht* volgens art. 5.3.3 bedraagt :

$F_{r;max;schacht} = O_p \cdot \Delta L \cdot p_{r;max;schacht}$

$= 254$ kN

waarin :		in dit geval
O_p	= omtrek van de paalschacht	1,885 m
ΔL	= traject voor berekening schachtwrijving :	NAP 70,0 m tot NAP 68,5 m

Maximale draagkracht
De *maximale draagkracht* van de paal volgens art. 5.3.3 bedraagt :

$F_{r;max} = F_{r;max;punt} + F_{r;max;schacht}$

$= 2403$ kN

De *representatieve waarde* van de maximale draagkracht van de paal volgens art. 5.3.2.2 bedraagt :

$F_{r;max;rep} = \xi_{1;N} \cdot F_{r;max}$

$= 1730$ kN

waarin :		in dit geval
$\xi_{1,N}$	= factor volgens tabel 1 van NEN 6743	0,72 -

Voor de *rekenwaarde* van de maximale draagkracht van de paal kan volgens art. 5.2 worden aangehouden :

$F_{r;max;d} = F_{r;max;rep} / \gamma_{m;b}$

$= 1442$ kN

waarin :		in dit geval
$\gamma_{m;b}$	= $\gamma_{m;b;4}$	
	= partiële materiaalfactor volgens tabel 3 van NEN 6740	1,20 -

Uitgangspunten

- gehanteerde sondering : SW09
- paaltype : Avegaarpaal
- paalpuntniveau : NAP +68,50 meter
- schachtafmeting : 600 mm

Last-zakkingsgedrag paal

paalzakking (mm)		draagvermogen 1B (kN)			draagvermogen 2 (kN)		
voet	kop	punt	wrijving	totaal	punt	wrijving	totaal
0,8	0,9	39	16	55	47	19	66
1,7	2,1	88	35	123	105	42	148
3,9	4,7	198	68	266	238	82	320
8,8	10,4	421	114	534	505	136	641
19,9	22,4	699	148	847	839	178	1016
44,8	48,2	1001	153	1154	1202	183	1385
101,0	105,1	1266	153	1419	1520	183	1703
227,4	231,6	1289	153	1442	1547	183	1731

Toetsing grenstoestand 1A en 1B (constructieve veiligheid)

Rekenwaarde draagkracht : 1442 kN
Rekenwaarde totale belasting lager dan : 1442 kN
Rekenwaarde negatieve kleef : 0 kN
Rekenwaarde constructieve belasting : 1442 kN
Optredende paalkopzakking : 127,6 mm
Toelaatbare paalkopzakking : 150,0 mm

Indien de constructieve belasting beperkt wordt tot 1442 kN
dan wordt voldaan aan zowel grenstoestand 1A als 1B.

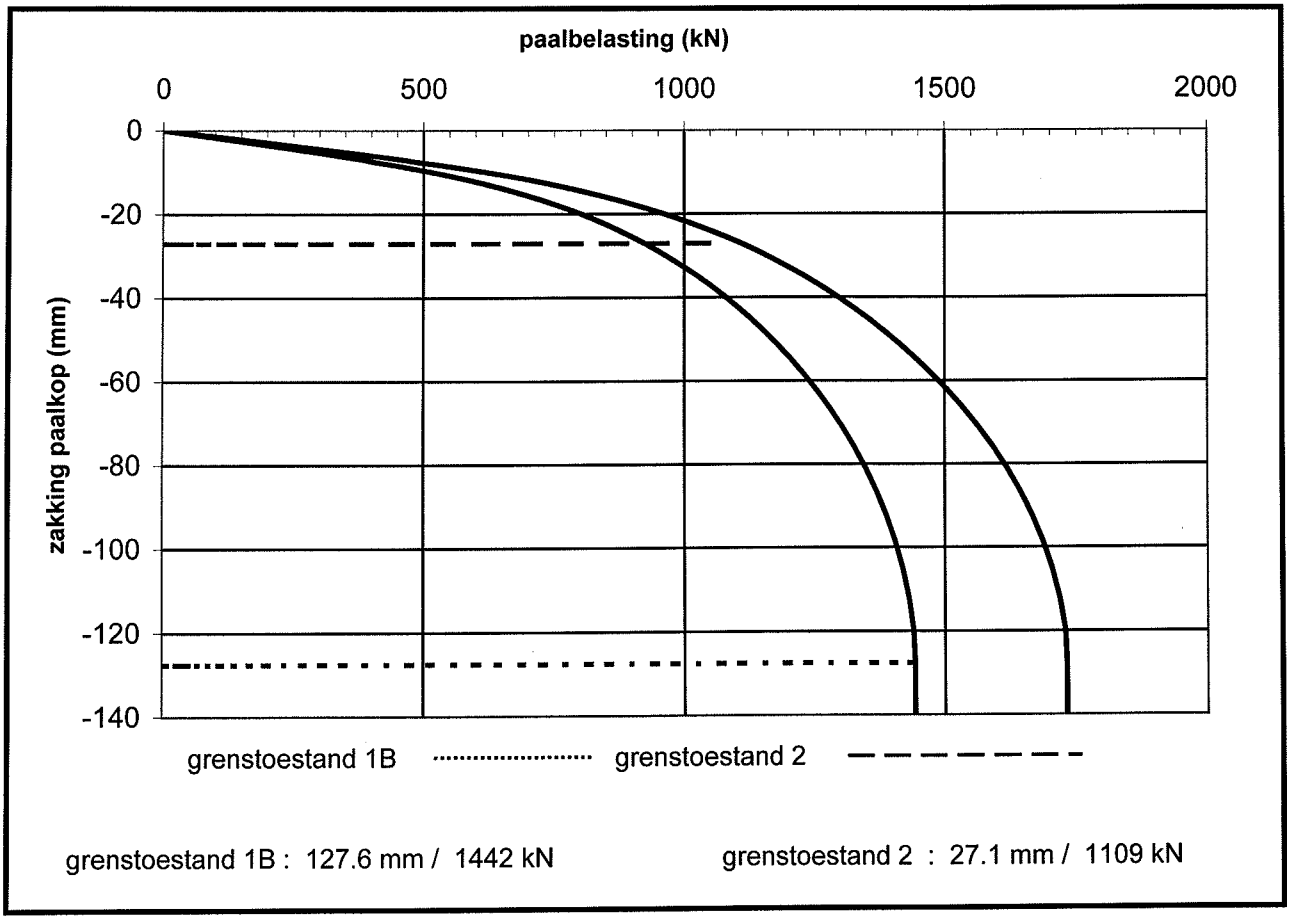
Toetsing grenstoestand 2 (gebruikstoestand)

Representatieve waarde draagkracht : 1731 kN
Gemiddelde (aangenomen) belastingsfactor : 1,30 -
Representatieve waarde constructieve belasting : 1109 kN
Representatieve waarde negatieve kleef : 0 kN
(Afgeleide) representatieve belasting op de paal : 1109 kN
Optredende paalkopzakking : 27,0 mm
Toelaatbare paalkopzakking : 50,0 mm

Gezien de waarden van optredende en toelaatbare paalkopzakking
wordt voldaan aan grenstoestand 2.

Last-zakkingsdiagram

Project: GA-90133 ; Masterplan Lindeplein Brunssum: mortelschroefpaal
Paaltype: Avegaarpaal 600 mm
Paalpuntniveau: 68,5 m+ NAP



grenstoestand 1B : 127.6 mm / 1442 kN

grenstoestand 2 : 27.1 mm / 1109 kN

Veerstijfheden:		$K_{v;rep}$ (kN/mm)	$K_{v;d}$ (kN/mm)
paalbelasting $F_{s;rep}$ =	1109 kN	41,0	31,5
paalbelasting $F_{s;rep}$ =	887 kN	51,6	39,7

Geonius geotechniek BV
Breinderveldweg 15, 6365 CM Schinnen
T: 046-4572666 F: 046-4572679
www.geonius.eu info@geonius.eu

Uitgangspunten

- paaltype : Geschroefde in de grond gevormde paal

- schachtafmeting : 470 mm
- diameter voet : 560 mm

- paalklassefactor punt αp : 0,9
- paalfactor wrijving αs : 0,0090
- Xi-factor : 0,72

		PUNT			WRIJVING		
Sondering no.	ppnivo (Ref)	QcI (MPa)	QcII (MPa)	QcIII (MPa)	Qcgem (MPa)	Hoogte (m)	Fr;net;d (kN)
SW03	+68,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
SW04	+68,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
SW07	+68,50	25,00	25,00	4,00	15,00	1,50	1915
SW08	+68,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
SW09	+68,50	17,00	17,00	4,00	15,00	1,50	1436
SW10	+68,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
SW11	+68,50	25,00	25,00	4,00	15,00	1,70	1939
SW12	+68,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
SW15	+68,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
SW16	+68,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
SW17	+68,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
ZS18	+68,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0

Uitgangspunten

- paaltype : Geschroefde in de grond gevormde paal

- paalklassefactor punt αp : 0,90
- paalfactor wrijving αs : 0,0090
- Xi-factor : 0,72

			Rekenwaarden draagkracht Fr;netto;d		
Sondering no.	mv-niveau tov NAP	puntniveau tov NAP	300/360 (mm)	380/440 (mm)	470/560 (mm)
SW03	+83,80	+68,50	0	0	0
SW04	+83,80	+68,50	0	0	0
SW07	+84,09	+68,50	832	1217	1915
SW08	+83,76	+68,50	0	0	0
SW09	+85,10	+68,50	634	921	1436
SW10	+84,63	+68,50	0	0	0
SW11	+84,27	+68,50	847	1236	1939
SW12	+83,98	+68,50	0	0	0
SW15	+84,37	+68,50	0	0	0
SW16	+84,10	+68,50	0	0	0
SW17	+83,87	+68,50	0	0	0
ZS18	+81,61	+68,50	0	0	0

Uitgangspunten

- gehanteerde sondering : SW09
- paaltype : Geschroefde in de grond gevormde paal
- paalpuntniveau : NAP +68,50 meter
- schachtafmeting : 470 mm
- diameter voet : 560 mm

Maximale draagkracht van de paalpunt

De *maximale puntweerstand* volgens art. 5.3.3.1 bedraagt :

$$P_{r;max;punt} = \tfrac{1}{2} \cdot \alpha_p \cdot ß \cdot s \cdot \{(q_{c;I;gem} + q_{c;II,gem})/2 + q_{c,III,gem}\}$$

$$= 8{,}505 \text{ MPa}$$

waarin:		in dit geval :
$q_{c;I;gem}$	= de gemiddelde waarde van de conusweerstanden over een traject van 0,7 à 4,0 maal de equivalente diameter beneden de paalvoet (art. 5.3.3.1)	17,0 MPa
$q_{c;II;gem}$	= de minimum gemiddelde waarde van de conusweerstanden over dit traject (art. 5.3.3.1)	17,0 MPa
$q_{c;III,gem}$	= de minimum gemiddelde waarde van de conusweerstanden over een traject van 8,0 maal de equivalente diameter boven de paalvoet (art. 5.3.3.1)	4,0 MPa
α_p	= paalklassefactor (art. 5.3.3.1.1)	0,9 -
ß	= factor voor de paalvoetvorm (art. 5.3.3.1.2)	0,9 -
s	= factor voor de vorm van de dwarsdoorsnede van paalvoet (art. 5.3.3.1.3)	1,0 -

Voor een uitgebreide beschrijving van de verschillende factoren wordt verwezen naar het normblad NEN 6743.

De *maximale draagkracht* van de paalpunt volgens art. 5.3.3 bedraagt :

$$F_{r;max;punt} = A_{punt} \cdot P_{r;max;punt}$$

$$= 2095 \text{ kN}$$

waarin :		in dit geval :
A_{punt}	= oppervlakte van de paalvoet	0,2463 m²

Maximale paalschachtwrijving
De *maximale paalschachtwrijving* volgens art. 5.3.3.2 bedraagt :

$p_{r;max;schacht} = \alpha_s \cdot q_{c;z;a}$

$= 0{,}135$ MPa

waarin :		in dit geval
α_s	= factor afhankelijk van de uitvoering en het paaltype	0,009 -
$q_{c;z;a}$	= de gemiddelde waarde van de conusweerstanden over het traject waarover schachtwrijving wordt berekend	15,0 MPa

De *maximale schachtwrijvingskracht* volgens art. 5.3.3 bedraagt :

$F_{r;max;schacht} = O_p \cdot \Delta L \cdot p_{r;max;schacht}$

$= 299$ kN

waarin :		in dit geval
O_p	= omtrek van de paalschacht	1,477 m
ΔL	= traject voor berekening schachtwrijving	: NAP 70,0 m tot NAP 68,5 m

Maximale draagkracht
De *maximale draagkracht* van de paal volgens art. 5.3.3 bedraagt :

$F_{r;max} = F_{r;max;punt} + F_{r;max;schacht}$

$= 2394$ kN

De *representatieve waarde* van de maximale draagkracht van de paal volgens art. 5.3.2.2 bedraagt :

$F_{r;max;rep} = \xi_{1;N} \cdot F_{r;max}$

$= 1724$ kN

waarin :		in dit geval
$\xi_{1,N}$	= factor volgens tabel 1 van NEN 6743	0,72 -

Voor de *rekenwaarde* van de maximale draagkracht van de paal kan volgens art. 5.2 worden aangehouden :

$F_{r;max;d} = F_{r;max;rep} / \gamma_{m;b}$

$= 1436$ kN

waarin :		in dit geval
$\gamma_{m;b}$	= $\gamma_{m;b;4}$ = partiële materiaalfactor volgens tabel 3 van NEN 6740	1,20 -

Uitgangspunten

- gehanteerde sondering : SW09
- paaltype : Geschroefde in de grond gevormde paal
- paalpuntniveau : NAP +68,50 meter
- schachtafmeting : 470 mm
- diameter voet : 560 mm

Last-zakkingsgedrag paal

paalzakking (mm) voet	kop	draagvermogen 1B (kN) punt	wrijving	totaal	draagvermogen 2 (kN) punt	wrijving	totaal
0,7	1,4	75	63	137	90	75	165
1,6	2,9	168	103	271	202	124	326
3,7	6,1	379	144	523	455	172	627
8,2	12,2	666	176	843	800	212	1011
18,6	24,0	953	180	1132	1144	215	1359
41,8	48,4	1206	180	1385	1447	215	1662
94,2	101,1	1257	180	1436	1508	215	1724
212,2	219,0	1257	180	1436	1508	215	1724

Toetsing grenstoestand 1A en 1B (constructieve veiligheid)

Rekenwaarde draagkracht	:	1436 kN
Rekenwaarde totale belasting lager dan	:	1436 kN
Rekenwaarde negatieve kleef	:	0 kN
Rekenwaarde constructieve belasting	:	1436 kN
Optredende paalkopzakking	:	64,3 mm
Toelaatbare paalkopzakking	:	150,0 mm

Indien de constructieve belasting beperkt wordt tot 1436 kN
dan wordt voldaan aan zowel grenstoestand 1A als 1B.

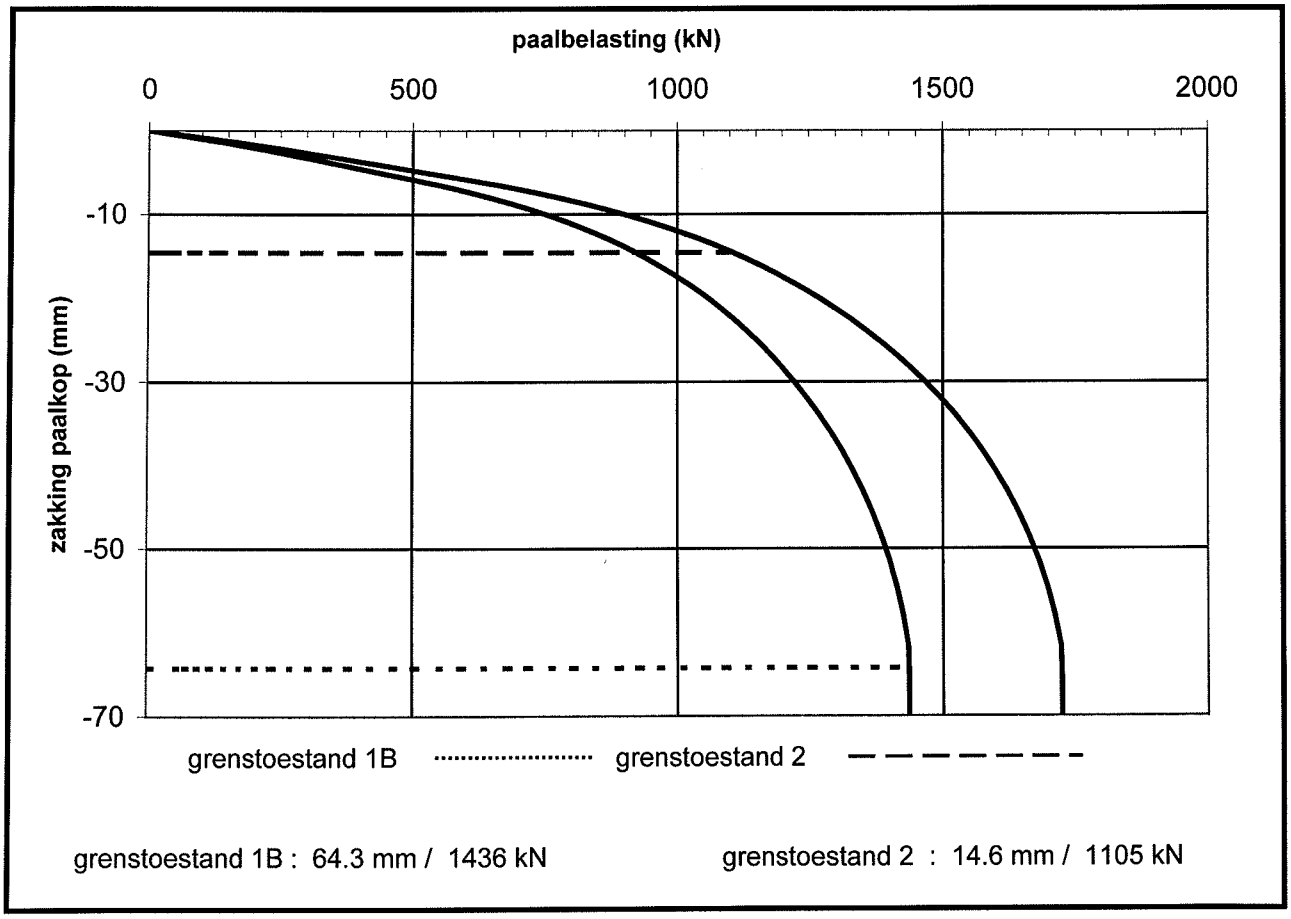
Toetsing grenstoestand 2 (gebruikstoestand)

Representatieve waarde draagkracht	:	1724 kN
Gemiddelde (aangenomen) belastingsfactor	:	1,30 -
Representatieve waarde constructieve belasting	:	1105 kN
Representatieve waarde negatieve kleef	:	0 kN
(Afgeleide) representatieve belasting op de paal	:	1105 kN
Optredende paalkopzakking	:	14,6 mm
Toelaatbare paalkopzakking	:	50,0 mm

Gezien de waarden van optredende en toelaatbare paalkopzakking
wordt voldaan aan grenstoestand 2.

Last-zakkingsdiagram

Project: GA-90133 ; Masterplan Lindeplein:schroefpaal verloren punt
Paaltype: Geschroefde in de grond gevormde paal 470 / 560 mm
Paalpuntniveau: 68,5 m+ NAP



Veerstijfheden:		$K_{v;rep}$ (kN/mm)	$K_{v;d}$ (kN/mm)
paalbelasting $F_{s;rep}$ =	1105 kN	75,9	58,4
paalbelasting $F_{s;rep}$ =	884 kN	90,7	69,7

Uitgangspunten

- paaltype : Geschroefde in de grond gevormde paal

- schachtafmeting : 323 mm
- diameter voet : 450 mm

- paalklassefactor punt αp : 0,8
- paalfactor wrijving αs : 0,0060
- Xi-factor : 0,72

		PUNT			WRIJVING		
Sondering no.	ppnivo (Ref)	QcI (MPa)	QcII (MPa)	QcIII (MPa)	Qcgem (MPa)	Hoogte (m)	Fr;net;d (kN)
SW08	+68,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
SW11	+68,50	25,00	25,00	4,00	15,00	1,50	857
SW12	+68,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
SW16	+68,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
SW17	+68,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
ZS18	+68,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0

Uitgangspunten

- paaltype : Geschroefde in de grond gevormde paal

- paalklassefactor punt αp : 0,80
- paalfactor wrijving αs : 0,0060
- Xi-factor : 0,72

			Rekenwaarden draagkracht Fr;netto;d		
Sondering no.	mv-niveau tov NAP	puntniveau tov NAP	219/310 (mm)	273/350 (mm)	323/450 (mm)
SW08	+83,76	+68,50	0	0	0
SW11	+84,27	+68,50	423	538	857
SW12	+83,98	+68,50	0	0	0
SW16	+84,10	+68,50	0	0	0
SW17	+83,87	+68,50	0	0	0
ZS18	+81,61	+68,50	0	0	0

Uitgangspunten

- gehanteerde sondering : SW11
- paaltype : Geschroefde in de grond gevormde paal
- paalpuntniveau : NAP +68,50 meter
- schachtafmeting : 323 mm
- diameter voet : 450 mm

Maximale draagkracht van de paalpunt

De *maximale puntweerstand* volgens art. 5.3.3.1 bedraagt :

$$P_{r;max;punt} = \tfrac{1}{2} \cdot \alpha_p \cdot ß \cdot s \cdot \{(q_{c;I;gem} + q_{c;II,gem})/2 + q_{c,III,gem}\}$$

$$= 8{,}120 \text{ MPa}$$

waarin:		in dit geval :
$q_{c;I;gem}$	= de gemiddelde waarde van de conusweerstanden over een traject van 0,7 à 4,0 maal de equivalente diameter beneden de paalvoet (art. 5.3.3.1)	25,0 MPa
$q_{c;II;gem}$	= de minimum gemiddelde waarde van de conusweerstanden over dit traject (art. 5.3.3.1)	25,0 MPa
$q_{c;III,gem}$	= de minimum gemiddelde waarde van de conusweerstanden over een traject van 8,0 maal de equivalente diameter boven de paalvoet (art. 5.3.3.1)	4,0 MPa
α_p	= paalklassefactor (art. 5.3.3.1.1)	0,8 -
ß	= factor voor de paalvoetvorm (art. 5.3.3.1.2)	0,7 -
s	= factor voor de vorm van de dwarsdoorsnede van paalvoet (art. 5.3.3.1.3)	1,0 -

Voor een uitgebreide beschrijving van de verschillende factoren wordt verwezen naar het normblad NEN 6743.

De *maximale draagkracht* van de paalpunt volgens art. 5.3.3 bedraagt :

$$F_{r;max;punt} = A_{punt} \cdot P_{r;max;punt}$$

$$= 1291 \text{ kN}$$

waarin :		in dit geval :
A_{punt}	= oppervlakte van de paalvoet	0,1590 m²

Maximale paalschachtwrijving
De *maximale paalschachtwrijving* volgens art. 5.3.3.2 bedraagt :

$p_{r;max;schacht} = \alpha_s \cdot q_{c;z;a}$

$= 0,090$ MPa

waarin :		in dit geval
α_s	= factor afhankelijk van de uitvoering en het paaltype	0,006 -
$q_{c;z;a}$	= de gemiddelde waarde van de conusweerstanden over het traject waarover schachtwrijving wordt berekend	15,0 MPa

De *maximale schachtwrijvingskracht* volgens art. 5.3.3 bedraagt :

$F_{r;max;schacht} = O_p \cdot \Delta L \cdot p_{r;max;schacht}$

$= 137$ kN

waarin :		in dit geval
O_p	= omtrek van de paalschacht	1,015 m
ΔL	= traject voor berekening schachtwrijving	: NAP 70,0 m tot NAP 68,5 m

Maximale draagkracht
De *maximale draagkracht* van de paal volgens art. 5.3.3 bedraagt :

$F_{r;max} = F_{r;max;punt} + F_{r;max;schacht}$

$= 1428$ kN

De *representatieve waarde* van de maximale draagkracht van de paal volgens art. 5.3.2.2 bedraagt :

$F_{r;max;rep} = \xi_{1;N} \cdot F_{r;max}$

$= 1028$ kN

waarin :		in dit geval
$\xi_{1,N}$	= factor volgens tabel 1 van NEN 6743	0,72 -

Voor de *rekenwaarde* van de maximale draagkracht van de paal kan volgens art. 5.2 worden aangehouden :

$F_{r;max;d} = F_{r;max;rep} / \gamma_{m;b}$

$= 857$ kN

waarin :		in dit geval
$\gamma_{m;b}$	= $\gamma_{m;b;4}$ = partiële materiaalfactor volgens tabel 3 van NEN 6740	1,20 -

Uitgangspunten

- gehanteerde sondering : SW11
- paaltype : Geschroefde in de grond gevormde paal
- paalpuntniveau : NAP +68,50 meter
- schachtafmeting : 323 mm
- diameter voet : 450 mm

Last-zakkingsgedrag paal

paalzakking (mm)		draagvermogen 1B (kN)			draagvermogen 2 (kN)		
voet	kop	punt	wrijving	totaal	punt	wrijving	totaal
0,6	0,9	46	24	70	55	29	84
1,3	2,0	104	43	147	125	51	176
2,9	4,4	234	61	295	280	74	354
6,6	9,0	411	78	489	493	93	586
14,9	18,2	587	82	670	705	99	804
33,6	37,6	743	82	826	892	99	991
75,7	79,9	775	82	857	930	99	1028
170,5	174,7	775	82	857	930	99	1028

Toetsing grenstoestand 1A en 1B (constructieve veiligheid)

Rekenwaarde draagkracht	:	857 kN
Rekenwaarde totale belasting lager dan	:	857 kN
Rekenwaarde negatieve kleef	:	0 kN
Rekenwaarde constructieve belasting	:	857 kN
Optredende paalkopzakking	:	51,0 mm
Toelaatbare paalkopzakking	:	150,0 mm

Indien de constructieve belasting beperkt wordt tot 857 kN
dan wordt voldaan aan zowel grenstoestand 1A als 1B.

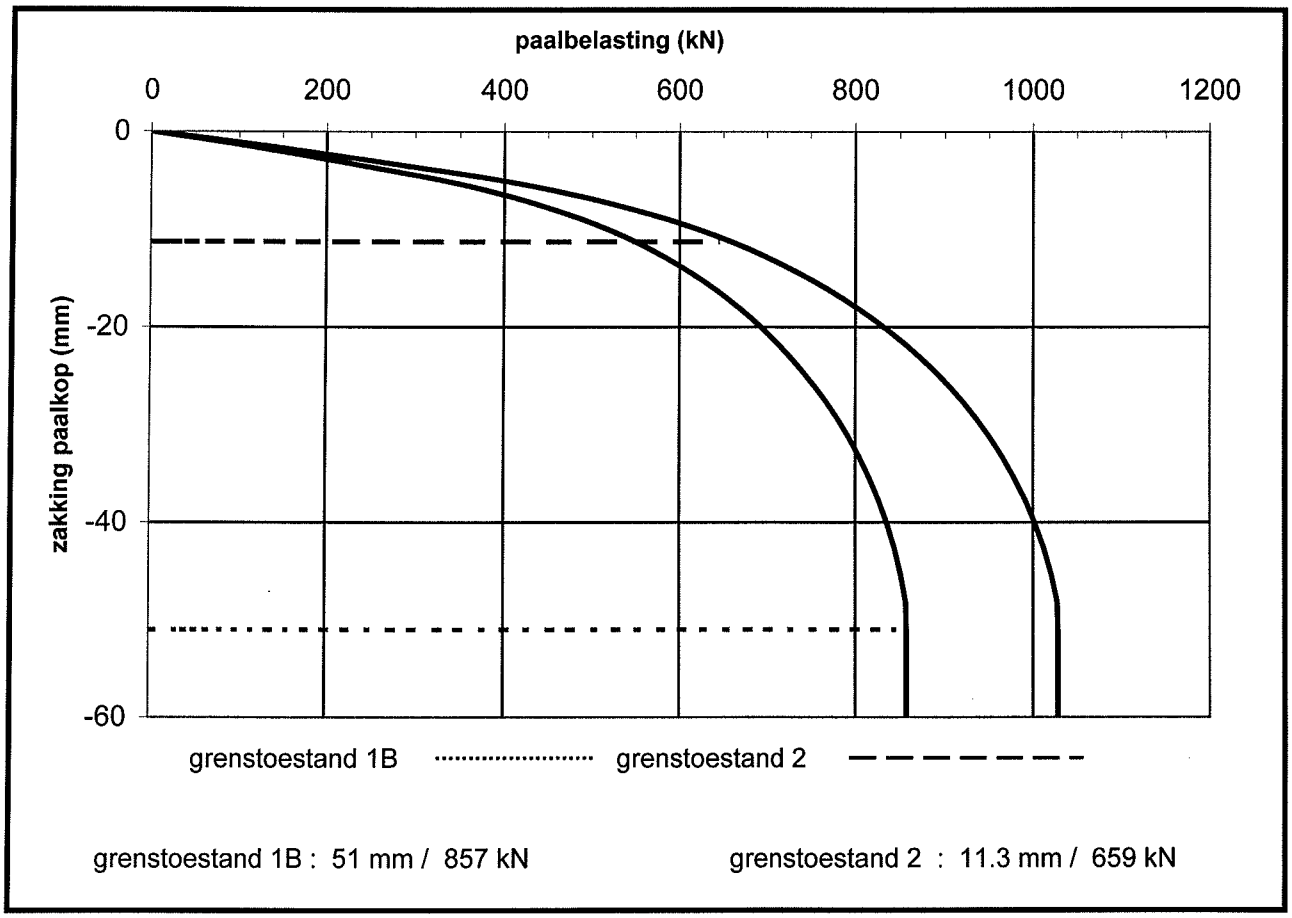
Toetsing grenstoestand 2 (gebruikstoestand)

Representatieve waarde draagkracht	:	1028 kN
Gemiddelde (aangenomen) belastingsfactor	:	1,30 -
Representatieve waarde constructieve belasting	:	659 kN
Representatieve waarde negatieve kleef	:	0 kN
(Afgeleide) representatieve belasting op de paal	:	659 kN
Optredende paalkopzakking	:	11,2 mm
Toelaatbare paalkopzakking	:	50,0 mm

Gezien de waarden van optredende en toelaatbare paalkopzakking
wordt voldaan aan grenstoestand 2.

Last-zakkingsdiagram

Project: GA-90133 ; Masterplan Lindeplein:schroefpaal verloren punt
Paaltype: Geschroefde in de grond gevormde paal 323 / 450 mm
Paalpuntniveau: 68,5 m+ NAP



Veerstijfheden:		$K_{v;rep}$ (kN/mm)	$K_{v;d}$ (kN/mm)
paalbelasting $F_{s;rep}$ =	659 kN	58,6	45,1
paalbelasting $F_{s;rep}$ =	527 kN	70,5	54,2

Bepaling ankerlengte en opneembare kracht

Opdrachtnr: GA-90133
Project: Masterplan Brunssum
Lokatie: Brunssum

==========

Bepaling rekenwaarden voor toetsing groutanker

Op te nemen trekkracht (Rekenwaarde)	238,0	kN
Hoek met horizontaal	45,0	graden
Op te nemen trekkracht in richting van anker (rek. waarde)	336,6	
Op te nemen trekkracht in richting van anker (rek. waarde)	336,6	kN

Minimale sterkte groutlichaam:	Fa;max;gr;d = 1,10 *Fa;max=	370,2	kN
Minimale sterkte staal:	Fa;max;st;d = 1,25* Fa;max =	420,7	kN

==========

Controle op ankerkracht stap 7 CUR 166

Toe te passen anker:		3 strengsanker, A=450 mm2	
Vloeikracht (opgave fabrikant)		750,0	kN
Breukkracht (opgave fabrikant)		837,0	kN
Materiaalfactor (CUR 166)	Ym;st	1,0	
Rekenwaarde sterkte:	Vloeikracht/Ym;st	750,0	kN
Rekenwaarde sterkte:	Breukkracht/1,4	597,9	kN

Toetsing: Rekenwaarde sterkte < sterkte staaf voldoet

==========

Bepaling lengte groutlichaam

Doorsnede boorkop	D	=	0,13	m
Diameter groutlichaam (pratijkerv	1,5*D	=	0,20	m
Omtrek groutlichaam	PI*D	=	0,63	m^2/m
Materiaalfactor Grond	Ymat;gr	=	1,25	
Eis effectieve groutlengte 5,0 m- maaiveld		=	80,00	m
Eis groutlengte vanaf 1,0 m- slappe lagen		=	69	m
Eis groutlengte omsloten door zand		=	nvt	
Eis effectieve groutlengte buiten glijvlak		=	nvt	
Eis minimale lengte groutanker ca. 3,5 tot 4 meter			19	m
Alfa S voor Groutlichaam (zand ca. 0,009)		=	0,009	

==========

Traject Boven	Traject Onder	Laagdikte [M]	Qc [MPa]	Maximale wrijving m1 per laag [kN/m]	Lengte per laag [m] [m]	Maximale houdkracht per laag [kN]	Totale houdkracht [kN]
87,00	69,00	-	-	-	-	-	-
69,00	68,00	1,0	15,0	67,9	1,4	96,0	96,0
68,00	67,00	1,0	15,0	67,9	1,4	96,0	191,9
67,00	66,00	1,0	15,0	67,9	1,4	96,0	287,9
66,00	65,00	1,0	15,0	67,9	1,4	96,0	383,9
65,00	64,40	0,0	15,0	67,9	0,0	0,0	383,9
64,40	64,40	0,0	10,0	45,2	0,0	0,0	383,9
64,40	64,40	0,0	10,0	45,2	0,0	0,0	383,9

Geonius Geotechniek
Breinderveldweg 15
6365 CM Schinnen

Lengte groutlichaam: 5,66 m
Lengte totale anker 31,96 m
Datum: 29-6-2009
Bijlage G01

Bepaling ankerlengte en opneembare kracht

Opdrachtnr: GA-90133
Project: Masterplan Brunssum
Lokatie: Brunssum

==========

Bepaling rekenwaarden voor toetsing groutanker

Op te nemen trekkracht (Rekenwaarde)	289,0	kN
Hoek met horizontaal	45,0	graden
Op te nemen trekkracht in richting van anker (rek. waarde)	408,7	
Op te nemen trekkracht in richting van anker (rek. waarde)	408,7	kN

Minimale sterkte groutlichaam:	Fa;max;gr;d = 1,10 *Fa;max=	449,6	kN
Minimale sterkte staal:	Fa;max;st;d = 1,25* Fa;max =	510,9	kN

==========

Controle op ankerkracht stap 7 CUR 166

Toe te passen anker:		3 strengsanker, A=450 mm2	
Vloeikracht (opgave fabrikant)		750,0	kN
Breukkracht (opgave fabrikant)		837,0	kN
Materiaalfactor (CUR 166)	Ym;st	1,0	
Rekenwaarde sterkte:	Vloeikracht/Ym;st	750,0	kN
Rekenwaarde sterkte:	Breukkracht/1,4	597,9	kN

Toetsing: Rekenwaarde sterkte < sterkte staaf voldoet

==========

Bepaling lengte groutlichaam

Doorsnede boorkop	D	=		0,13	m
Diameter groutlichaam (pratijkerv	1,5*D	=		0,20	m
Omtrek groutlichaam	PI*D	=		0,63	m^2/m
Materiaalfactor Grond	Ymat;gr	=		1,25	
Eis effectieve groutlengte 5,0 m- maaiveld		=		80,00	m
Eis groutlengte vanaf 1,0 m- slappe lagen		=		69	m
Eis groutlengte omsloten door zand		=	nvt		
Eis effectieve groutlengte buiten glijvlak		=	nvt		
Eis minimale lengte groutanker ca. 3,5 tot 4 meter				19	m
Alfa S voor Groutlichaam (zand ca. 0,009)		=		0,009	

==========

Traject		Laagdikte	Qc	Maximale wrijving m1 per laag	Lengte per laag [m]	Maximale houd-kracht per laag	Totale houdkracht
Boven	Onder	[M]	[MPa]	[kN/m]	[m]	[kN]	[kN]
83,00	69,00	-	-	-	-	-	-
69,00	68,00	1,0	15,0	67,9	1,4	96,0	96,0
68,00	67,00	1,0	15,0	67,9	1,4	96,0	191,9
67,00	66,00	1,0	15,0	67,9	1,4	96,0	287,9
66,00	65,00	1,0	15,0	67,9	1,4	96,0	383,9
65,00	64,05	1,0	15,0	67,9	1,3	91,2	475,0
64,05	64,05	0,0	10,0	45,2	0,0	0,0	475,0
64,05	64,05	0,0	10,0	45,2	0,0	0,0	475,0

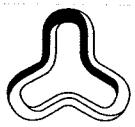
Geonius Geotechniek
Breinderveldweg 15
6365 CM Schinnen



Lengte groutlichaam: 7,00 m
Lengte totale anker 26,80 m
Datum: 29-6-2009
Bijlage G02

Report for MSheet 7.7

Design of Sheet Pilings
Developed by GeoDelft



Company:	Geonius Geotechniek bv
Date of report:	29-6-2009
Time of report:	14:29:06
Date of calculation:	29-6-2009
Time of calculation:	14:24:57
Filename:	H:\..\Msheet\GA-90133 Masterplan Lindeplein dsn 1 Mozartstraat
Project identification:	Damwandberekening Masterplan Lindeplein Dwarsprofiel 1: Parkeergarage - Mozartstraat begrenzing langs Mozartstraat

Verification according to CUR 166

1 Summary

1.1 Overview per Stage and Test

Stage no.	Verification type	Displace-ment [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Vertical balance
1	Step 6.1		-118,7	-50,2	0,0	16,5	---
1	Step 6.2		-108,6	-50,0	0,0	16,7	---
1	Step 6.3		-118,7	-50,2	0,0	16,5	---
1	Step 6.4		-108,6	-50,0	0,0	16,7	---
1	Step 6.5	26,4	-67,8	-33,8	0,0	10,8	---
1	Step 6.5 * 1,20		-81,4	-40,6			
2	Step 6.1		**202,0**	**119,4**	46,5	49,7	---
2	Step 6.2		175,4	116,0	**51,2**	**54,6**	---
2	Step 6.3		201,8	**119,4**	45,5	48,7	---
2	Step 6.4		175,2	116,0	50,0	53,5	---
2	Step 6.5	**32,4**	131,2	92,0	26,2	29,0	---
2	Step 6.5 * 1,20		157,5	110,4			
Max		**32,4**	**202,0**	**119,4**	**51,2**	**54,6**	---

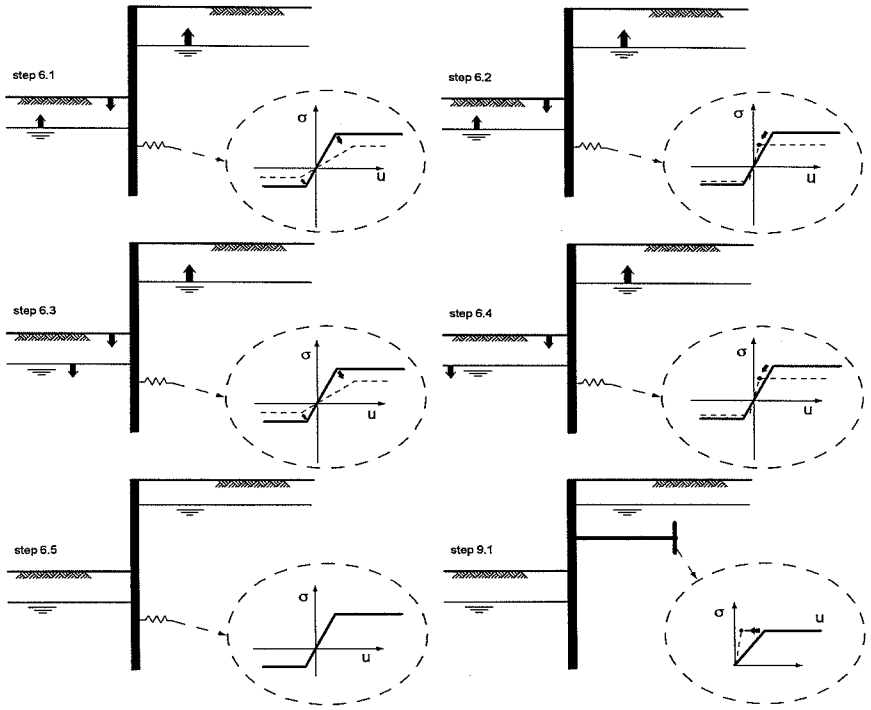
1.2 Supports

Stage	Verification type	Support steunpunt 87	
		Force [kN]	Moment [kNm/m']
1	Step 6.1	-	-
2	Step 6.1	-178,89	-
1	Step 6.2	-	-
2	Step 6.2	-198,22	-
1	Step 6.3	-	-
2	Step 6.3	-178,82	-
1	Step 6.4	-	-
2	Step 6.4	-198,15	-
1	Step 6.5	-	-
2	Step 6.5	-139,47	-

1.3 Overall Stability per Stage

Stage name	Stability factor [-]
aanbrengen ste...	1,74

1.4 CUR Verification Steps



2 Input Data for all Stages

2.1 General Input Data

Verification according to CUR 166

Model	Sheet piling
Check vertical balance	No
Number of construction stages	2
Unit weight of water	9,81 kN/m³
Number of curves on spring characteristic	3
Unloading curve on spring characteristic	No

2.2 Sheet Piling Properties

Length	11,00 m
Level top side	88,00 m
Number of sections	1

Section name	From [m]	To [m]	Stiffness EI [kNm²/m']	Acting width [m]	Maximum moment [kNm/m']
L 603	77,00	88,00	3,9060E+04	1,00	288,00

Section name	From [m]	To [m]	Red. factor EI [-]	Red. factor max. moment [-]	Note to reduction factor
L 603	77,00	88,00	1,00	1,00	

Section name	From [m]	To [m]	Corrected stiffness EI [kNm²]	Corrected max. moment [kNm]
L 603	77,00	88,00	3,9060E+04	288,00

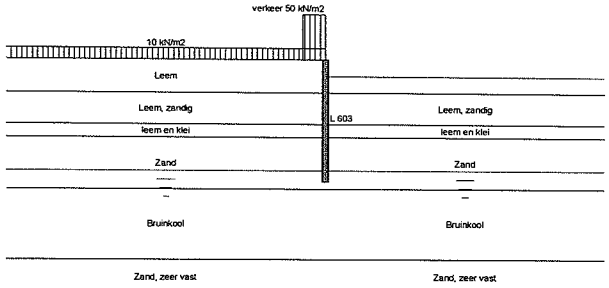
2.3 Calculation Options

First stage represents initial situation	No
Calculation refinement	Coarse
Reduce delta(s) according to CUR	No
Verification	CUR method I: Partial factors (design values) in all stages
Used partial factor set	II
Factors on surface loads	
- Permanent load, unfavourable	1,00
- Permanent load, favourable	1,00
- Variable load, unfavourable	1,00
- Variable load, favourable	0,00
Material factors	
- Cohesion	1,00
- Tangent phi	1,15
- Delta (wall friction angle)	1,15
- Modulus of subgrade reactions	1,30
Geometry modification	
- Reduction in surface level on passive side	- 0,30 m
- Reduction in phreatic line on passive side	- 0,20 m
- Raise in phreatic line on passive side	- 0,20 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Overall stability factors	
- Driving moment	1,00
- Cohesion	1,50

- Phi	1,20

3 Outline Stage 1: ontgraving tbv aanbrengen steunpunt

Outline - Stage 1: ontgraving tbv aanbrengen steunpunt

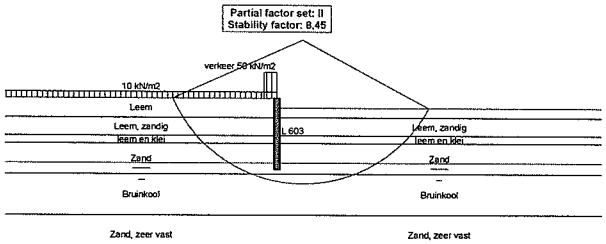


4 Overall Stability Stage 1: ontgraving tbv aanbrengen steunpunt

Stability factor : 8,45

4.1 Overall Stability

Overall Stability - Stage 1: ontgraving tbv aanbrengen steunpunt



5 Step 6.1 Stage 1: ontgraving tbv aanbrengen steunpunt

5.1 Input Data Left

5.1.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

5.1.2 Water Level

Water level: 78,05 [m]

5.1.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	88,00

5.1.4 Soil Layer Properties in Profile: bestaand

Layer name	Level [m]	Unit weight Unsat [kN/m³]	Unit weight Sat [kN/m³]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [deg]	Delta friction angle [deg]
Leem	88,00	18,00	18,00	0,00	23,90	15,93
Leem, zandig	85,00	17,00	18,00	0,00	24,81	16,39
leem en klei	82,20	17,00	17,00	1,00	22,07	14,57
Zand	81,00	18,00	20,00	0,00	28,98	19,18
Bruinkool	76,30	15,00	15,00	2,00	19,36	0,00
Zand, zeer vast	70,00	20,00	21,00	0,00	33,71	22,48

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Leem	88,00	1,00	1,00	Fine
Leem, zandig	85,00	1,00	1,00	Fine
leem en klei	82,20	1,00	1,00	Fine
Zand	81,00	1,00	1,00	Fine
Bruinkool	76,30	1,00	1,00	Fine
Zand, zeer vast	70,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients Active [-]	Earth pressure coefficients Neutral [-]	Earth pressure coefficients Passive [-]	Additional pore pressure Top [kN/m²]	Additional pore pressure Bottom [kN/m²]
Leem	88,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Leem, zandig	85,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
leem en klei	82,20	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Zand	81,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Bruinkool	76,30	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Zand, zeer vast	70,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00

5.1.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1 Top [kN/m³]	Branch 1 Bottom [kN/m³]	Branch 2 Top [kN/m³]	Branch 2 Bottom [kN/m³]
Leem	88,00	3846,15	3846,15	1923,08	1923,08
Leem, zandig	85,00	4615,38	4615,38	2307,69	2307,69
leem en klei	82,20	3076,92	3076,92	1538,46	1538,46
Zand	81,00	13076,92	13076,92	6538,46	6538,46
Bruinkool	76,30	3076,92	3076,92	1538,46	1538,46
Zand, zeer vast	70,00	30769,23	30769,23	15384,62	15384,62

Layer name	Level [m]	Branch 3 Top [kN/m³]	Branch 3 Bottom [kN/m³]
Leem	88,00	923,08	923,08
Leem, zandig	85,00	1153,85	1153,85
leem en klei	82,20	615,38	615,38
Zand	81,00	3269,23	3269,23
Bruinkool	76,30	615,38	615,38
Zand, zeer vast	70,00	7692,31	7692,31

5.1.6 Uniform Loads

Name	Load [kN/m²]
10 kN/m2	10,00

5.1.7 Surcharge Loads

Name	Distance [m]	Load [kN/m²]
verkeer 50 kN/m2	0,00	40,00
	2,00	40,00

5.2 Input Data Right

5.2.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

5.2.2 Water Level

Water level: 78,20 [m]

5.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	86,20

5.2.4 Soil Layer Properties in Profile: bestaand

Layer name	Level [m]	Unit weight Unsat [kN/m³]	Unit weight Sat [kN/m³]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [deg]	Delta friction angle [deg]
Leem	88,00	18,00	18,00	0,00	23,90	15,93
Leem, zandig	85,00	17,00	18,00	0,00	24,81	16,39
leem en klei	82,20	17,00	17,00	1,00	22,07	14,57
Zand	81,00	18,00	20,00	0,00	28,98	19,18
Bruinkool	76,30	15,00	15,00	2,00	19,36	0,00
Zand, zeer vast	70,00	20,00	21,00	0,00	33,71	22,48

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Leem	88,00	1,00	1,00	Fine
Leem, zandig	85,00	1,00	1,00	Fine
leem en klei	82,20	1,00	1,00	Fine
Zand	81,00	1,00	1,00	Fine
Bruinkool	76,30	1,00	1,00	Fine
Zand, zeer vast	70,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients Active [-]	Earth pressure coefficients Neutral [-]	Earth pressure coefficients Passive [-]	Additional pore pressure Top [kN/m²]	Additional pore pressure Bottom [kN/m²]
Leem	88,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Leem, zandig	85,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
leem en klei	82,20	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Zand	81,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Bruinkool	76,30	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Zand, zeer vast	70,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00

5.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

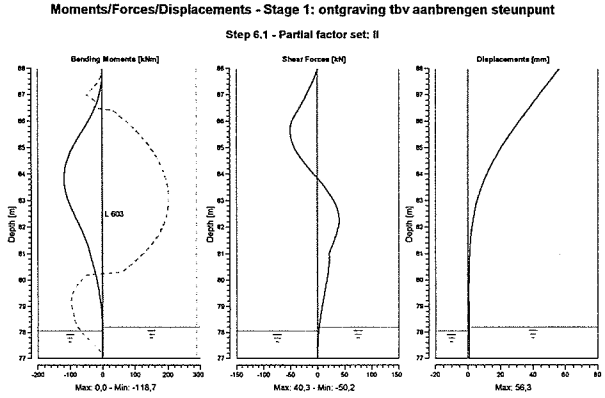
Layer name	Level [m]	Branch 1 Top [kN/m³]	Branch 1 Bottom [kN/m³]	Branch 2 Top [kN/m³]	Branch 2 Bottom [kN/m³]
Leem	88,00	3846,15	3846,15	1923,08	1923,08
Leem, zandig	85,00	4615,38	4615,38	2307,69	2307,69
leem en klei	82,20	3076,92	3076,92	1538,46	1538,46
Zand	81,00	13076,92	13076,92	6538,46	6538,46
Bruinkool	76,30	3076,92	3076,92	1538,46	1538,46
Zand, zeer vast	70,00	30769,23	30769,23	15384,62	15384,62

Layer name	Level [m]	Branch 3 Top [kN/m³]	Branch 3 Bottom [kN/m³]
Leem	88,00	923,08	923,08
Leem, zandig	85,00	1153,85	1153,85
leem en klei	82,20	615,38	615,38
Zand	81,00	3269,23	3269,23
Bruinkool	76,30	615,38	615,38
Zand, zeer vast	70,00	7692,31	7692,31

5.3 Calculation Results

Number of iterations: 5

5.3.1 Charts of Moments, Forces and Displacements



5.3.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	88,00	0,0	0,0	**56,3**
1	87,50	-2,1	-9,1	50,0
2	87,50	-2,1	-9,1	50,0
2	87,00	-9,4	-20,6	43,7
3	87,00	-9,4	-20,6	43,7
3	86,50	-23,0	-33,7	37,5
4	86,50	-23,0	-33,7	37,5
4	86,20	-34,4	-42,4	33,8
5	86,20	-34,4	-42,4	33,8
5	85,80	-53,1	**-49,6**	29,1
6	85,80	-53,1	**-49,6**	29,1
6	85,40	-73,1	-49,2	24,6
7	85,40	-73,1	-49,2	24,6
7	85,00	-91,6	-43,1	20,3
8	85,00	-91,6	-43,1	20,3
8	84,50	-109,4	-27,4	15,6
9	84,50	-109,4	-27,4	15,6
9	84,00	**-118,2**	-7,3	11,5
10	84,00	**-118,2**	-7,2	11,5
10	83,50	-116,4	13,3	8,2
11	83,50	-116,4	13,3	8,2
11	83,07	-107,4	27,9	6,0
12	83,07	-107,4	27,9	6,0
12	82,63	-93,1	37,1	4,2
13	82,63	-93,1	37,1	4,2
13	82,20	-76,1	40,3	2,9
14	82,20	-76,1	40,3	2,9
14	81,80	-60,9	35,6	2,0
15	81,80	-60,9	35,6	2,0
15	81,40	-47,9	29,0	1,4
16	81,40	-47,9	29,0	1,4
16	81,00	-37,9	21,2	1,0
17	81,00	-37,9	21,2	1,0
17	80,70	-31,4	21,4	0,8
18	80,70	-31,4	21,4	0,8
18	80,17	-20,7	18,6	0,6
19	80,17	-20,7	18,6	0,6
19	79,64	-12,0	14,0	0,5
20	79,64	-12,0	14,0	0,5
20	79,11	-5,9	9,1	0,5
21	79,11	-5,9	9,1	0,5
21	78,58	-2,3	4,9	0,6
22	78,58	-2,3	4,9	0,6
22	78,05	-0,5	1,9	0,7
23	78,05	-0,5	1,9	0,7
23	78,00	-0,5	1,7	0,7
24	78,00	-0,5	1,7	0,7
24	77,80	-0,2	1,0	0,7
25	77,80	-0,2	1,0	0,7
25	77,40	0,0	0,1	0,8
26	77,40	0,0	0,1	0,8
26	77,00	0,0	0,0	0,8
Max		**-118,2**	**-49,6**	**56,3**
Max, minor nodes incl.		-118,7	-50,2	56,3

5.3.3 Stresses

Node number	Level	Left				Right			
		Effective stress	Water stress	Stat*	Mob*	Effective stress	Water stress	Stat*	Mob*
	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]		[%]	[kN/m²]	[kN/m²]		[%]
1	88,00	3,62	0,00			0,00	0,00		
1	87,50	21,29	0,00			0,00	0,00		

Node number	Level	Left				Right			
		Effective stress	Water stress	Stat*	Mob*	Effective stress	Water stress	Stat*	Mob*
	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]		[%]	[kN/m²]	[kN/m²]		[%]
2	87,50	21,53	0,00			0,00	0,00		
2	87,00	24,33	0,00			0,00	0,00		
3	87,00	24,99	0,00			0,00	0,00		
3	86,50	27,42	0,00			0,00	0,00		
4	86,50	28,16	0,00			0,00	0,00		
4	86,20	29,54	0,00			0,00	0,00		
5	86,20	30,22	0,00			0,00	0,00		
5	85,80	32,06	0,00			26,06	0,00		
6	85,80	32,79	0,00			26,06	0,00		
6	85,40	34,71	0,00			43,23	0,00		83
7	85,40	33,26	0,00			43,23	0,00		83
7	85,00	35,17	0,00			53,28	0,00		68
8	85,00	30,46	0,00			59,21	0,00		71
8	84,50	32,46	0,00			66,44	0,00		57
9	84,50	29,15	0,00			66,44	0,00		57
9	84,00	31,05	0,00			74,55	0,00		50
10	84,00	28,11	0,00			74,55	0,00		50
10	83,50	29,92	0,00			65,35	0,00		36
11	83,50	27,71	0,00			65,35	0,00		36
11	83,07	29,21	0,00			59,17	0,00		28
12	83,07	30,45	0,00			59,17	0,00		28
12	82,63	41,18	0,00			55,37	0,00		23
13	82,63	42,19	0,00			55,37	0,00		23
13	82,20	51,38	0,00			53,63	0,00		20
14	82,20	61,70	0,00			52,18	0,00		23
14	81,80	67,65	0,00			53,73	0,00		22
15	81,80	68,51	0,00			53,73	0,00		22
15	81,40	73,78	0,00			56,04	0,00		21
16	81,40	74,58	0,00			56,04	0,00		21
16	81,00	79,32	0,00			58,97	0,00		20
17	81,00	55,69	0,00			59,09	0,00		12
17	80,70	60,83	0,00			59,03	0,00		12
18	80,70	61,42	0,00			59,03	0,00		12
18	80,17	68,39	0,00			61,11	0,00		11
19	80,17	69,08	0,00			61,11	0,00		11
19	79,64	74,17	0,00			65,16	0,00		11
20	79,64	74,80	0,00			65,16	0,00		11
20	79,11	78,80	0,00			70,36	0,00		11
21	79,11	79,37	0,00			70,36	0,00		11
21	78,58	82,86	0,00			76,14	0,00		11
22	78,58	83,37	0,00			76,14	0,00		11
22	78,05	86,68	0,00			81,39	1,47		11
23	78,05	86,95	0,00			81,39	1,47		11
23	78,00	87,07	0,49			81,76	1,96		11
24	78,00	87,15	0,49			81,76	1,96		11
24	77,80	87,63	2,45			83,24	3,92		11
25	77,80	87,82	2,45			83,24	3,92		11
25	77,40	88,78	6,38			86,21	7,85		11
26	77,40	89,03	6,38			86,21	7,85		11
26	77,00	90,01	10,30			89,19	11,77		11

*

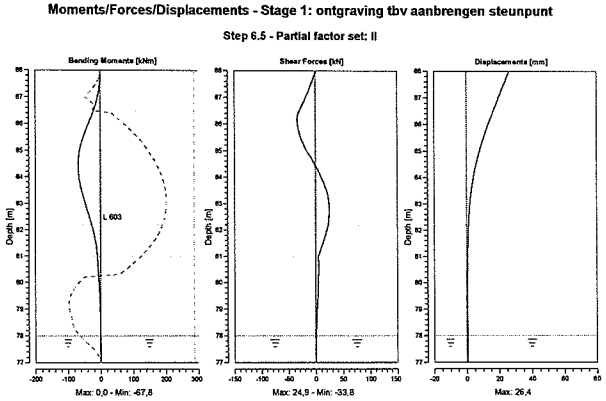
Stat Status (A=active, P=passive, Number is branche, 0 is unloading)
Mob Percentage passive mobilized

6 Step 6.5 Stage 1: ontgraving tbv aanbrengen steunpunt

6.1 Calculation Results

Number of iterations: 4

6.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements



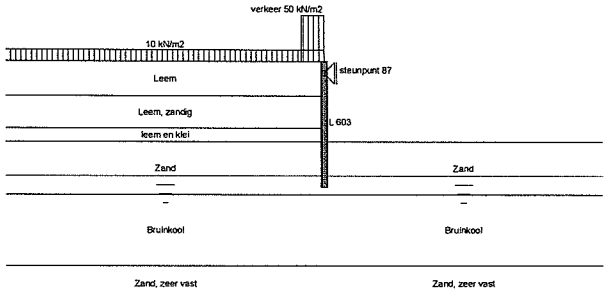
6.1.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	88,00	0,0	0,0	**26,4**
1	87,50	-1,8	-8,0	23,1
2	87,50	-1,8	-8,0	23,1
2	87,00	-8,3	-18,1	19,8
3	87,00	-8,3	-18,1	19,8
3	86,50	-20,2	-29,6	16,6
4	86,50	-20,2	-29,6	16,6
4	86,00	-36,6	**-33,4**	13,5
5	86,00	-36,6	**-33,4**	13,5
5	85,50	-52,0	-27,6	10,6
6	85,50	-52,0	-27,6	10,6
6	85,00	-63,3	-16,8	8,1
7	85,00	-63,3	-16,8	8,1
7	84,50	**-67,8**	-2,0	5,9
8	84,50	**-67,8**	-2,0	5,9
8	84,00	-65,6	10,0	4,2
9	84,00	-65,6	10,0	4,2
9	83,50	-57,9	20,1	2,9
10	83,50	-57,9	20,1	2,9
10	83,07	-48,2	24,2	2,1
11	83,07	-48,2	24,2	2,1
11	82,63	-37,5	24,9	1,5
12	82,63	-37,5	24,9	1,5

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
12	82,20	-27,0	23,0	1,1
13	82,20	-27,0	23,0	1,1
13	81,80	-18,9	17,5	0,9
14	81,80	-18,9	17,5	0,9
14	81,40	-13,1	11,3	0,7
15	81,40	-13,1	11,3	0,7
15	81,00	-9,9	4,7	0,6
16	81,00	-9,9	4,7	0,6
16	80,50	-7,4	5,2	0,5
17	80,50	-7,4	5,2	0,5
17	80,00	-4,9	4,6	0,5
18	80,00	-4,9	4,6	0,5
18	79,50	-2,9	3,5	0,4
19	79,50	-2,9	3,5	0,4
19	79,00	-1,5	2,3	0,4
20	79,00	-1,5	2,3	0,4
20	78,50	-0,6	1,3	0,5
21	78,50	-0,6	1,3	0,5
21	78,00	-0,2	0,5	0,5
22	78,00	-0,2	0,5	0,5
22	77,50	0,0	0,1	0,5
23	77,50	0,0	0,1	0,5
23	77,00	0,0	0,0	0,5
Max		**-67,8**	**-33,4**	**26,4**
Max, minor nodes incl.		-67,8	-33,8	26,4

7 Outline Stage 2: aanbrengen steunpunt, volledige ontgraving

Outline - Stage 2: aanbrengen steunpunt, volledige ontgraving

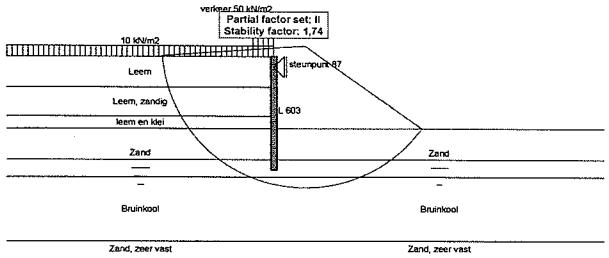


8 Overall Stability Stage 2: aanbrengen steunpunt, volledige ontgraving

Stability factor : 1,74

8.1 Overall Stability

Overall Stability - Stage 2: aanbrengen steunpunt, volledige ontgraving



9 Step 6.3 Stage 2: aanbrengen steunpunt, volledige ontgraving

9.1 General Input Data

9.1.1 Rigid Supports

Name	Level [m]	Prevention of rotation	Prevention of translation
steunpunt 87	87,00	No	Yes

9.2 Input Data Left

9.2.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

9.2.2 Water Level

Water level: 78,05 [m]

9.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	88,00

9.2.4 Uniform Loads

Name	Load [kN/m²]
10 kN/m2	10,00

9.3 Input Data Right

9.3.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

9.3.2 Water Level

Water level: 77,80 [m]

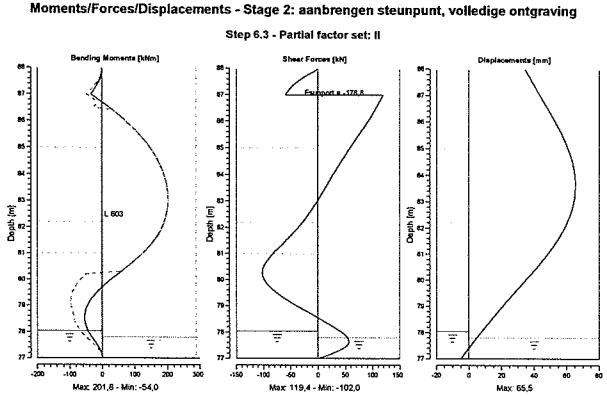
9.3.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	80,70

9.4 Calculation Results

Number of iterations: 6

9.4.1 Charts of Moments, Forces and Displacements



9.4.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	88,00	0,0	-0,1	34,4
1	87,50	-9,5	-38,0	39,0
2	87,50	-9,5	-38,1	39,0
2	87,00	-34,6	-59,5	43,7
3	87,00	-34,6	**119,4**	43,7
3	86,50	21,8	106,3	48,5
4	86,50	21,8	106,3	48,5
4	86,20	52,4	97,6	51,4
5	86,20	52,4	97,6	51,4
5	85,80	89,0	85,2	55,0
6	85,80	89,0	85,2	55,0
6	85,40	120,4	71,7	58,3
7	85,40	120,4	71,7	58,3
7	85,00	146,3	58,0	61,0
8	85,00	146,3	58,0	61,0
8	84,50	171,4	42,3	63,6
9	84,50	171,4	42,3	63,6
9	84,00	188,9	27,2	65,1
10	84,00	188,9	27,2	65,1
10	83,50	198,9	12,7	**65,4**
11	83,50	198,9	12,7	**65,4**
11	83,07	**201,8**	0,4	64,7
12	83,07	**201,8**	0,4	64,7
12	82,63	199,0	-13,1	62,9
13	82,63	199,0	-13,1	62,9
13	82,20	190,1	-28,1	60,2
14	82,20	190,1	-28,1	60,2
14	81,80	175,5	-45,0	57,0
15	81,80	175,5	-45,0	57,0
15	81,40	153,9	-63,3	52,9
16	81,40	153,9	-63,3	52,9

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
16	81,00	124,7	-82,9	48,3
17	81,00	124,7	-82,9	48,3
17	80,70	98,2	-94,0	44,5
18	80,70	98,2	-94,0	44,5
18	80,17	45,2	-101,5	37,2
19	80,17	45,2	-101,5	37,2
19	79,64	-5,0	-84,0	29,7
20	79,64	-5,0	-84,0	29,7
20	79,11	-40,5	-48,0	22,1
21	79,11	-40,5	-48,0	22,1
21	78,58	-54,0	-2,5	14,8
22	78,58	-54,0	-2,5	14,8
22	78,05	-44,0	39,7	7,9
23	78,05	-44,0	39,7	7,9
23	78,00	-41,9	43,3	7,3
24	78,00	-41,9	43,3	7,3
24	77,80	-32,1	53,4	4,8
25	77,80	-32,1	53,6	4,8
25	77,40	-10,4	47,4	-0,1
26	77,40	-10,4	47,3	-0,1
26	77,00	0,0	0,0	-5,0
Max		**201,8**	**119,4**	**65,4**
Max, minor nodes incl.		201,8	119,4	65,5

9.4.3 Stresses

Node number	Level	Left				Right			
	[m]	Effective stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob* [%]	Effective stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob* [%]
1	88,00	31,30	0,00		86	0,00	0,00		
1	87,50	63,49	0,00		30	0,00	0,00		
2	87,50	55,44	0,00		53	0,00	0,00		
2	87,00	24,33	0,00			0,00	0,00		
3	87,00	24,99	0,00			0,00	0,00		
3	86,50	27,42	0,00			0,00	0,00		
4	86,50	28,16	0,00			0,00	0,00		
4	86,20	29,54	0,00			0,00	0,00		
5	86,20	30,22	0,00			0,00	0,00		
5	85,80	32,06	0,00			0,00	0,00		
6	85,80	32,79	0,00			0,00	0,00		
6	85,40	34,71	0,00			0,00	0,00		
7	85,40	33,26	0,00			0,00	0,00		
7	85,00	35,17	0,00			0,00	0,00		
8	85,00	30,46	0,00			0,00	0,00		
8	84,50	32,46	0,00			0,00	0,00		
9	84,50	29,15	0,00			0,00	0,00		
9	84,00	31,05	0,00			0,00	0,00		
10	84,00	28,11	0,00			0,00	0,00		
10	83,50	29,92	0,00			0,00	0,00		
11	83,50	27,71	0,00			0,00	0,00		
11	83,07	29,21	0,00			0,00	0,00		
12	83,07	30,45	0,00			0,00	0,00		
12	82,63	32,06	0,00			0,00	0,00		
13	82,63	33,78	0,00			0,00	0,00		
13	82,20	35,51	0,00			0,00	0,00		
14	82,20	41,23	0,00			0,00	0,00		
14	81,80	43,12	0,00			0,00	0,00		
15	81,80	44,63	0,00			0,00	0,00		
15	81,40	46,62	0,00			0,00	0,00		
16	81,40	48,03	0,00			0,00	0,00		
16	81,00	50,11	0,00			0,00	0,00		
17	81,00	36,41	0,00			0,00	0,00		
17	80,70	37,63	0,00			0,00	0,00		
18	80,70	38,12	0,00			0,00	0,00		
18	80,17	40,33	0,00			50,09	0,00		

Node number	Level	Left				Right			
	[m]	Effective stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob* [%]	Effective stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob* [%]
19	80,17	40,90	0,00			50,09	0,00		
19	79,64	43,16	0,00			99,92	0,00		99
20	79,64	43,68	0,00			99,92	0,00		99
20	79,11	45,99	0,00			125,49	0,00		84
21	79,11	45,09	0,00			125,49	0,00		84
21	78,58	47,37	0,00			131,09	0,00		65
22	78,58	47,67	0,00			131,09	0,00		65
22	78,05	49,98	0,00			126,02	0,00		50
23	78,05	50,24	0,00			126,02	0,00		50
23	78,00	50,35	0,49			120,35	0,00		47
24	78,00	52,57	0,49			120,35	0,00		47
24	77,80	53,07	2,45			89,42	0,00		33
25	77,80	54,85	2,45			89,42	0,00		33
25	77,40	100,71	6,38		10	27,09	3,92		
26	77,40	100,96	6,38		10	27,09	3,92		
26	77,00	166,63	10,30		16	17,63	7,85		

*

Stat Status (A=active, P=passive, Number is branche, 0 is unloading)
Mob Percentage passive mobilized

9.4.4 Rigid and Spring Supports

Node number	Level [m]	Force [kN]	Moment [kNm]
3	87,00	-178,82	0,00

10 Step 6.5 Stage 2: aanbrengen steunpunt, volledige ontgraving

10.1 General Input Data

10.1.1 Rigid Supports

Name	Level [m]	Prevention of rotation	Prevention of translation
steunpunt 87	87,00	No	Yes

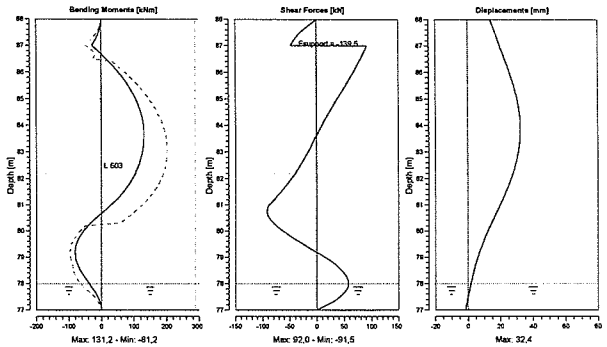
10.2 Calculation Results

Number of iterations: 5

10.2.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 2: aanbrengen steunpunt, volledige ontgraving

Step 6.5 - Partial factor set: II



10.2.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	88,00	0,0	-0,1	14,0
1	87,50	-7,5	-29,7	16,9
2	87,50	-7,5	-29,7	16,9
2	87,00	-27,5	-47,5	19,8
3	87,00	-27,5	**92,0**	19,8
3	86,50	15,7	80,5	22,8
4	86,50	15,7	80,5	22,8
4	86,00	52,8	67,6	25,7
5	86,00	52,8	67,6	25,7
5	85,50	83,0	53,2	28,3
6	85,50	83,0	53,2	28,3
6	85,00	105,8	37,7	30,4
7	85,00	105,8	37,7	30,4
7	84,50	121,1	23,3	31,7

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
8	84,50	121,1	23,3	31,7
8	84,00	129,4	9,7	**32,4**
9	84,00	129,4	9,7	**32,4**
9	83,50	**131,0**	-3,3	32,1
10	83,50	**131,0**	-3,3	32,1
10	83,07	127,2	-14,3	31,3
11	83,07	127,2	-14,3	31,3
11	82,63	118,5	-26,2	29,8
12	82,63	118,5	-26,2	29,8
12	82,20	104,3	-39,4	27,8
13	82,20	104,3	-39,4	27,8
13	81,80	85,6	-54,3	25,4
14	81,80	85,6	-54,3	25,4
14	81,40	60,7	-70,3	22,8
15	81,40	60,7	-70,3	22,8
15	81,00	29,1	-87,7	19,9
16	81,00	29,1	-87,7	19,9
16	80,50	-16,1	-87,8	16,1
17	80,50	-16,1	-87,8	16,1
17	80,00	-54,5	-62,8	12,4
18	80,00	-54,5	-62,8	12,4
18	79,50	-76,9	-26,1	9,0
19	79,50	-76,9	-26,1	9,0
19	79,00	-79,9	14,3	6,1
20	79,00	-79,9	14,4	6,1
20	78,50	-64,2	45,2	3,7
21	78,50	-64,3	45,2	3,7
21	78,00	-37,6	57,6	1,8
22	78,00	-37,6	57,7	1,8
22	77,50	-11,4	42,3	0,0
23	77,50	-11,4	42,2	0,0
23	77,00	0,0	0,0	-1,6
Max		**131,0**	**92,0**	**32,4**
Max, minor nodes incl.		131,2	92,0	32,4

10.2.3 Rigid and Spring Supports

Node number	Level [m]	Force [kN]	Moment [kNm]
3	87,00	-139,47	0,00

End of Report

Report for MSheet 7.7

Design of Sheet Pilings
Developed by GeoDelft



Company: Geonius Geotechniek bv

Date of report: 30-6-2009
Time of report: 9:26:48

Date of calculation: 30-6-2009
Time of calculation: 9:20:03

Filename: H:\..\GA-90133 Masterplan Lindeplein dsn 2 Lindeplein naast belending SW10

Project identification: Damwandberekening Masterplan Lindeplein
Dwarsprofiel 2:
Parkeergarage - Belendende panden Lindeplein

Verification according to CUR 166

1 Summary

1.1 Overview per Stage and Test

Stage no.	Verification type	Displace-ment [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Vertical balance
1	Step 6.1		-57,9	43,7	0,0	27,8	---
1	Step 6.2		-53,4	38,1	0,0	27,4	---
1	Step 6.3		-57,9	43,7	0,0	27,8	---
1	Step 6.4		-53,4	38,1	0,0	27,4	---
1	Step 6.5	**18,6**	-23,6	17,9	0,0	16,5	---
1	Step 6.5 * 1,20		-28,3	21,4			
2	Step 6.1		**60,6**	**54,1**	44,8	48,4	---
2	Step 6.2		56,5	52,1	**46,2**	**50,4**	---
2	Step 6.3		**60,6**	**54,1**	44,6	48,3	---
2	Step 6.4		56,5	52,1	46,0	50,2	---
2	Step 6.5	15,0	45,8	41,9	25,4	28,3	---
2	Step 6.5 * 1,20		54,9	50,3			
Max		**18,6**	**60,6**	**54,1**	**46,2**	**50,4**	---

1.2 Supports

Stage	Verification type	Support steunpunt 83,5	
		Force [kN]	Moment [kNm/m']
1	Step 6.1	-	-
2	Step 6.1	-60,06	-
1	Step 6.2	-	-
2	Step 6.2	-59,98	-
1	Step 6.3	-	-
2	Step 6.3	-60,06	-
1	Step 6.4	-	-
2	Step 6.4	-59,97	-
1	Step 6.5	-	-
2	Step 6.5	-47,45	-

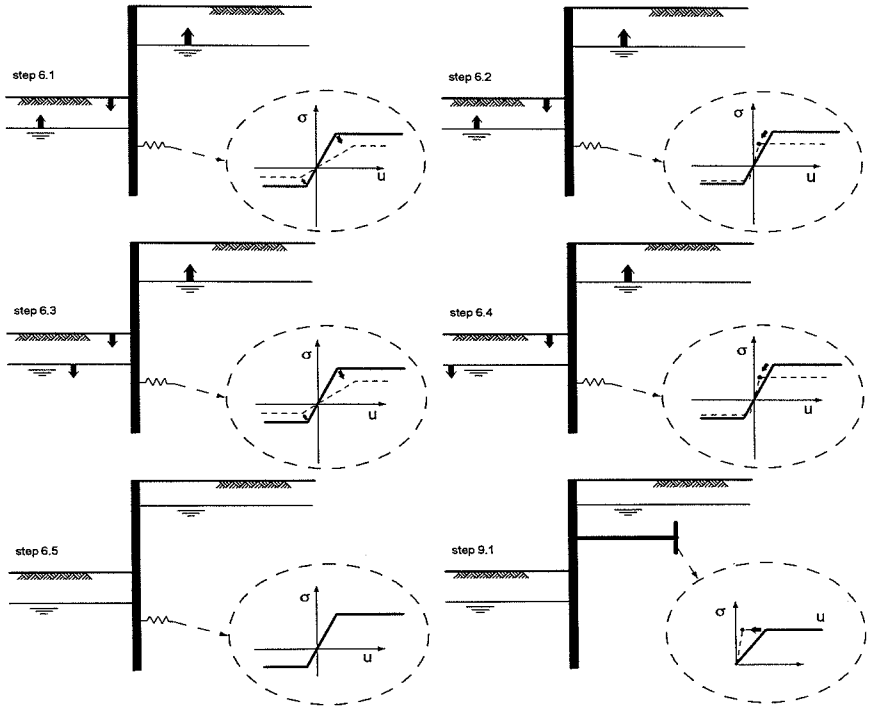
1.3 Overall Stability per Stage

Stage name	Stability factor [-]
aanbrengen ste...	2,07

1.4 Warnings

Warning
There is a large differences between the phi's of the different layers in profile
1
bestaand

1.5 CUR Verification Steps



2 Input Data for all Stages

2.1 General Input Data

Verification according to CUR 166

Model	Sheet piling
Check vertical balance	No
Number of construction stages	2
Unit weight of water	9,81 kN/m³
Number of curves on spring characteristic	3
Unloading curve on spring characteristic	No

2.2 Sheet Piling Properties

Length	6,50 m
Level top side	84,50 m
Number of sections	1

Section name	From [m]	To [m]	Stiffness EI [kNm²/m']	Acting width [m]	Maximum moment [kNm/m']
L 602	78,00	84,50	2,7027E+04	1,00	199,00

Section name	From [m]	To [m]	Red. factor EI [-]	Red. factor max. moment [-]	Note to reduction factor
L 602	78,00	84,50	1,00	1,00	

Section name	From [m]	To [m]	Corrected stiffness EI [kNm²]	Corrected max. moment [kNm]
L 602	78,00	84,50	2,7030E+04	199,00

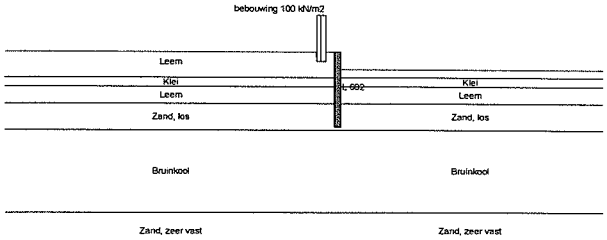
2.3 Calculation Options

First stage represents initial situation	No
Calculation refinement	Coarse
Reduce delta(s) according to CUR	No
Verification	CUR method I: Partial factors (design values) in all stages
Used partial factor set	II
Factors on surface loads	
- Permanent load, unfavourable	1,00
- Permanent load, favourable	1,00
- Variable load, unfavourable	1,00
- Variable load, favourable	0,00
Material factors	
- Cohesion	1,00
- Tangent phi	1,15
- Delta (wall friction angle)	1,15
- Modulus of subgrade reactions	1,30
Geometry modification	
- Reduction in surface level on passive side	- 0,30 m
- Reduction in phreatic line on passive side	- 0,20 m
- Raise in phreatic line on passive side	- 0,20 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Overall stability factors	
- Driving moment	1,00
- Cohesion	1,50

- Phi	1,20

3 Outline Stage 1: ontgraving tbv aanbrengen steunpunt

Outline - Stage 1: ontgraving tbv aanbrengen steunpunt

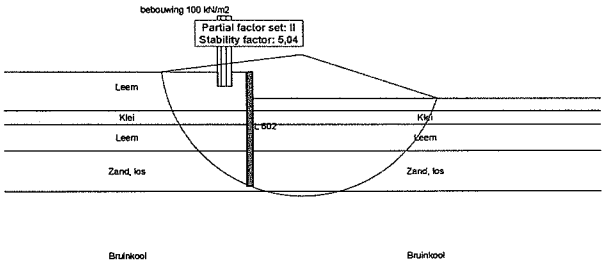


4 Overall Stability Stage 1: ontgraving tbv aanbrengen steunpunt

Stability factor : 5,04

4.1 Overall Stability

Overall Stability - Stage 1: ontgraving tbv aanbrengen steunpunt



5 Step 6.3 Stage 1: ontgraving tbv aanbrengen steunpunt

5.1 Input Data Left

5.1.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

5.1.2 Water Level

Water level: 78,05 [m]

5.1.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	84,50
1,00	84,50
1,01	83,70
1,80	83,70
1,81	84,50

5.1.4 Soil Layer Properties in Profile: bestaand

Layer name	Level [m]	Unit weight Unsat [kN/m³]	Unit weight Sat [kN/m³]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [deg]	Delta friction angle [deg]
Leem	85,00	17,00	18,00	0,00	24,81	16,40
Klei	82,30	16,00	16,00	1,00	22,07	14,57
Leem	81,50	17,00	18,00	0,00	24,81	16,40
Zand, los	80,00	17,00	18,00	0,00	26,66	17,77
Bruinkool	77,70	15,00	15,00	2,00	19,36	0,00
Zand, zeer vast	70,50	20,00	21,00	0,00	33,71	22,48

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Leem	85,00	1,00	1,00	Fine
Klei	82,30	1,00	1,00	Fine
Leem	81,50	1,00	1,00	Fine
Zand, los	80,00	1,00	1,00	Fine
Bruinkool	77,70	1,00	1,00	Fine
Zand, zeer vast	70,50	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients Active [-]	Earth pressure coefficients Neutral [-]	Earth pressure coefficients Passive [-]	Additional pore pressure Top [kN/m²]	Additional pore pressure Bottom [kN/m²]
Leem	85,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei	82,30	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Leem	81,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Zand, los	80,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Bruinkool	77,70	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Zand, zeer vast	70,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00

5.1.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1 Top [kN/m³]	Branch 1 Bottom [kN/m³]	Branch 2 Top [kN/m³]	Branch 2 Bottom [kN/m³]
Leem	85,00	3076,92	3076,92	1538,46	1538,46
Klei	82,30	3076,92	3076,92	1538,46	1538,46
Leem	81,50	3076,92	3076,92	1538,46	1538,46
Zand, los	80,00	9230,77	9230,77	4615,38	4615,38
Bruinkool	77,70	3076,92	3076,92	1538,46	1538,46
Zand, zeer vast	70,50	30769,23	30769,23	15384,62	15384,62

Layer name	Level [m]	Branch 3 Top [kN/m³]	Branch 3 Bottom [kN/m³]
Leem	85,00	769,23	769,23
Klei	82,30	615,38	615,38
Leem	81,50	769,23	769,23
Zand, los	80,00	2307,69	2307,69
Bruinkool	77,70	615,38	615,38
Zand, zeer vast	70,50	7692,31	7692,31

5.1.6 Surcharge Loads

Name	Distance [m]	Load [kN/m²]
bebouwing 100 ...	1,01	125,00
	1,80	125,00

5.2 Input Data Right

5.2.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

5.2.2 Water Level

Water level: 77,80 [m]

5.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	82,70

5.2.4 Soil Layer Properties in Profile: bestaand

Layer name	Level [m]	Unit weight Unsat [kN/m³]	Unit weight Sat [kN/m³]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [deg]	Delta friction angle [deg]
Leem	85,00	17,00	18,00	0,00	24,81	16,40
Klei	82,30	16,00	16,00	1,00	22,07	14,57
Leem	81,50	17,00	18,00	0,00	24,81	16,40
Zand, los	80,00	17,00	18,00	0,00	26,66	17,77
Bruinkool	77,70	15,00	15,00	2,00	19,36	0,00
Zand, zeer vast	70,50	20,00	21,00	0,00	33,71	22,48

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Leem	85,00	1,00	1,00	Fine
Klei	82,30	1,00	1,00	Fine
Leem	81,50	1,00	1,00	Fine
Zand, los	80,00	1,00	1,00	Fine
Bruinkool	77,70	1,00	1,00	Fine
Zand, zeer vast	70,50	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients Active [-]	Earth pressure coefficients Neutral [-]	Earth pressure coefficients Passive [-]	Additional pore pressure Top [kN/m²]	Additional pore pressure Bottom [kN/m²]
Leem	85,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei	82,30	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Leem	81,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Zand, los	80,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Bruinkool	77,70	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Zand, zeer vast	70,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00

5.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

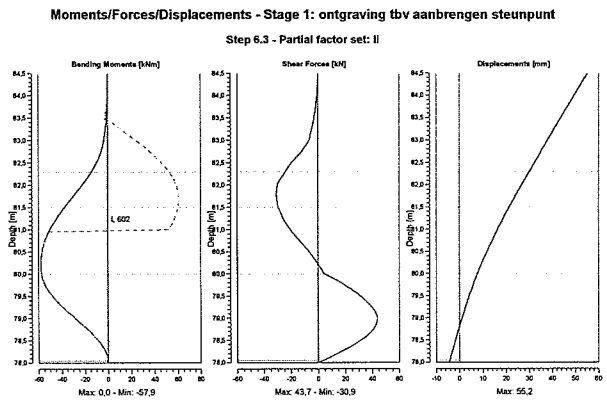
Layer name	Level [m]	Branch 1 Top [kN/m³]	Branch 1 Bottom [kN/m³]	Branch 2 Top [kN/m³]	Branch 2 Bottom [kN/m³]
Leem	85,00	3076,92	3076,92	1538,46	1538,46
Klei	82,30	3076,92	3076,92	1538,46	1538,46
Leem	81,50	3076,92	3076,92	1538,46	1538,46
Zand, los	80,00	9230,77	9230,77	4615,38	4615,38
Bruinkool	77,70	3076,92	3076,92	1538,46	1538,46
Zand, zeer vast	70,50	30769,23	30769,23	15384,62	15384,62

Layer name	Level [m]	Branch 3 Top [kN/m³]	Branch 3 Bottom [kN/m³]
Leem	85,00	769,23	769,23
Klei	82,30	615,38	615,38
Leem	81,50	769,23	769,23
Zand, los	80,00	2307,69	2307,69
Bruinkool	77,70	615,38	615,38
Zand, zeer vast	70,50	7692,31	7692,31

5.3 Calculation Results

Number of iterations: 6

5.3.1 Charts of Moments, Forces and Displacements



5.3.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	84,50	0,0	0,0	**55,2**
1	84,25	0,0	-0,2	52,3
2	84,25	0,0	-0,2	52,3
2	84,00	-0,1	-0,7	49,5
3	84,00	-0,1	-0,7	49,5

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
3	83,75	-0,4	-1,7	46,6
4	83,75	-0,4	-1,7	46,6
4	83,50	-1,0	-3,0	43,8
5	83,50	-1,0	-3,0	43,8
5	83,25	-1,9	-4,6	40,9
6	83,25	-1,9	-4,6	40,9
6	83,00	-3,3	-6,7	38,0
7	83,00	-3,3	-6,7	38,0
7	82,70	-6,3	-13,4	34,6
8	82,70	-6,3	-13,4	34,6
8	82,50	-9,6	-19,6	32,4
9	82,50	-9,6	-19,6	32,4
9	82,30	-14,0	-24,0	30,1
10	82,30	-14,0	-24,0	30,1
10	82,03	-21,2	-29,9	27,2
11	82,03	-21,2	-29,9	27,2
11	81,77	-29,3	-30,9	24,2
12	81,77	-29,3	-30,9	24,2
12	81,50	-37,4	-29,6	21,4
13	81,50	-37,4	-29,6	21,4
13	81,25	-44,3	-25,8	18,8
14	81,25	-44,3	-25,8	18,8
14	81,00	-50,1	-20,6	16,4
15	81,00	-50,1	-20,6	16,4
15	80,70	-55,1	-12,3	13,6
16	80,70	-55,1	-12,3	13,6
16	80,47	-57,2	-5,9	11,5
17	80,47	-57,2	-5,9	11,5
17	80,23	**-57,9**	-0,5	9,6
18	80,23	**-57,9**	-0,5	9,6
18	80,00	-57,4	4,3	7,8
19	80,00	-57,4	4,3	7,8
19	79,72	-53,8	21,0	5,7
20	79,72	-53,8	21,0	5,7
20	79,44	-46,1	33,5	3,8
21	79,44	-46,1	33,5	3,8
21	79,16	-35,5	41,8	2,1
22	79,16	-35,5	41,9	2,1
22	78,89	-23,5	**43,3**	0,5
23	78,89	-23,5	**43,3**	0,5
23	78,61	-12,2	36,5	-1,1
24	78,61	-12,2	36,5	-1,1
24	78,33	-3,8	22,4	-2,6
25	78,33	-3,8	22,4	-2,6
25	78,05	-0,1	3,8	-4,2
26	78,05	-0,1	3,8	-4,2
26	78,00	0,0	0,0	-4,4
Max		**-57,9**	**43,3**	**55,2**
Max, minor nodes incl.		-57,9	43,7	55,2

5.3.3 Stresses

Node number	Level [m]	Left Effective stress [kN/m²]	Left Water stress [kN/m²]	Left Stat*	Left Mob* [%]	Right Effective stress [kN/m²]	Right Water stress [kN/m²]	Right Stat*	Right Mob* [%]
1	84,50	0,00	0,00			0,00	0,00		
1	84,25	1,46	0,00			0,00	0,00		
2	84,25	1,51	0,00		30	0,00	0,00		
2	84,00	2,91	0,00		30	0,00	0,00		
3	84,00	3,02	0,00		21	0,00	0,00		
3	83,75	4,38	0,00		21	0,00	0,00		
4	83,75	4,48	0,00			0,00	0,00		
4	83,50	6,03	0,00			0,00	0,00		
5	83,50	5,64	0,00			0,00	0,00		
5	83,25	7,98	0,00			0,00	0,00		

Node number	Level [m]	Left Effective stress [kN/m²]	Left Water stress [kN/m²]	Left Stat*	Left Mob* [%]	Right Effective stress [kN/m²]	Right Water stress [kN/m²]	Right Stat*	Right Mob* [%]
6	83,25	6,71	0,00			0,00	0,00		
6	83,00	9,47	0,00			0,00	0,00		
7	83,00	18,72	0,00			0,00	0,00		
7	82,70	25,91	0,00			0,00	0,00		
8	82,70	34,62	0,00			0,00	0,00		
8	82,50	40,60	0,00			13,06	0,00		
9	82,50	39,00	0,00		28	13,06	0,00		
9	82,30	44,11	0,00		28	25,46	0,00		97
10	82,30	47,71	0,00		35	23,49	0,00		93
10	82,03	53,77	0,00		35	34,28	0,00		84
11	82,03	40,04	0,00		43	32,94	0,00		84
11	81,77	43,76	0,00		43	42,67	0,00		79
12	81,77	37,66	0,00			42,20	0,00		80
12	81,50	40,36	0,00			45,90	0,00		68
13	81,50	34,80	0,00			48,53	0,00		64
13	81,25	36,82	0,00			53,00	0,00		58
14	81,25	33,26	0,00			52,94	0,00		58
14	81,00	34,92	0,00			57,49	0,00		53
15	81,00	31,67	0,00			57,46	0,00		53
15	80,70	33,36	0,00			61,03	0,00		48
16	80,70	30,96	0,00			61,03	0,00		48
16	80,47	32,12	0,00			57,00	0,00		40
17	80,47	31,42	0,00			57,00	0,00		40
17	80,23	32,54	0,00			53,33	0,00		34
18	80,23	30,53	0,00			53,33	0,00		34
18	80,00	31,56	0,00			50,02	0,00		29
19	80,00	27,97	0,00			96,41	0,00		48
19	79,72	29,06	0,00			80,30	0,00		36
20	79,72	27,32	0,00			80,30	0,00		36
20	79,44	28,35	0,00			65,62	0,00		27
21	79,44	28,09	0,00			65,62	0,00		27
21	79,16	31,70	0,00			52,14	0,00		20
22	79,16	32,20	0,00			52,14	0,00		20
22	78,89	49,18	0,00			39,61	0,00		14
23	78,89	49,70	0,00			39,61	0,00		14
23	78,61	66,09	0,00		15	27,70	0,00		
24	78,61	66,61	0,00		15	27,70	0,00		
24	78,33	82,71	0,00		18	23,69	0,00		
25	78,33	83,23	0,00		18	23,69	0,00		
25	78,05	99,25	0,00		21	25,21	0,00		
26	78,05	99,54	0,00		21	25,21	0,00		
26	78,00	102,21	0,49		21	25,49	0,00		

*

Stat Status (A=active, P=passive, Number is branche, 0 is unloading)
Mob Percentage passive mobilized