

Uiterwaardvergraving Nederrijn

Geotechnisch rapport ter beschouwing van de ontgravingsinvloeden op de fundering van de brug A50 tussen Renkum en Heteren in het kader van het project 'Ruimte voor de Rivier'

Definitief

In opdracht van:
Rijkswaterstaat

Grontmij Nederland B.V.
De Bilt, 13 januari 2012

Verantwoording

Titel : Uiterwaardvergraving Nederrijn

Subtitel : Geotechnisch rapport ter beschouwing van de ontgravingsinvloeden op de fundering van de brug A50 tussen Renkum en Heteren in het kader van het project 'Ruimte voor de Rivier'

Projectnummer : 299493

Referentienummer : T&M-1034327-MP/lk

Revisie : D0


Datum : 13 januari 2012

Auteur(s) : ir. M.G.J.M. Peters

E-mail adres : geotechniek@grontmij.nl

Gecontroleerd door :  ir. L.B. Verbeek

Paraaf gecontroleerd :

Goedgekeurd door :  ir. J.A. Kleinjan

Paraaf goedgekeurd :

Contact : Grontmij Nederland B.V.
De Holle Bilt 22
3732 HM De Bilt
Postbus 203
3730 AE De Bilt
T +31 30 220 74 44
F +31 30 220 02 94
www.grontmij.nl

Inhoudsopgave

1	Inleiding.....	5
2	Gegevens en uitgangspunten.....	6
2.1	Algemeen.....	6
2.2	Informatiebronnen.....	6
2.3	Veiligheidsfilosofie.....	6
2.3.1	Normen en richtlijnen.....	6
2.3.2	Veiligheidsklasse.....	7
2.3.3	Geotechnische categorie.....	7
2.4	Constructie.....	7
2.4.1	Algemeen.....	7
2.4.2	Resultaten archiefonderzoek.....	8
2.4.3	Inschatting belastingen.....	11
3	Bodemschematisatie.....	12
3.1	Algemeen.....	12
3.2	Geotechnisch grondonderzoek.....	12
3.2.1	Veldwerk.....	12
3.2.2	Maaiveldniveau.....	12
3.3	Bodemschematisatie.....	13
3.4	Waterstanden en grondwater.....	13
3.4.1	Open water.....	13
3.4.2	Ondiep grondwater.....	13
3.4.3	Diep grondwater.....	13
4	Analyse pijlerfunderingen.....	14
4.1	Algemeen.....	14
4.2	Ontgravingen.....	14
4.3	Ontwerputgangspunten.....	15
4.3.1	Toegepaste rekenmodellen.....	15
4.3.2	Inschatting funderingsvlak.....	15
4.3.3	Inschatting funderingsdruk.....	15
4.3.4	Inschatting funderingsniveau.....	16
4.4	Analyse naar de draagkracht.....	16
4.4.1	Algemeen.....	16
4.4.2	Draagvermogen op staal gefundeerde pijlers.....	17
4.4.3	Conclusies draagkracht.....	18
4.5	EEM-analyses vervormingen fundering.....	18
4.5.1	Algemeen.....	18
4.5.2	Uitgevoerde PLAXIS-analyses.....	19
4.5.3	Conclusies verplaatsingen.....	20
5	Conclusies en advies.....	21
5.1	Conclusies.....	21
5.2	Aandachtspunten.....	21

- Bijlage 1: Ligging locatie
- Bijlage 2: Situatietekening
- Bijlage 3: Boorprofielen
- Bijlage 4: Sondeergrafieken
- Bijlage 5: Lengteprofielen en dwarsprofielen
- Bijlage 6: Resultaten draagkrachtsberekening
- Bijlage 7: Resultaten PLAXIS analyses

1 Inleiding

In het kader van het *Ruimte voor de rivier*-project bij de Nederrijn zullen ter plaatse van ondermeer de noordelijke uiterwaard bij de verkeersbrug in de A50 bij Renkum/Doorwerth ontgravingen worden gerealiseerd. Deze ontgravingen, die rondom de pijlers van de verkeersbrug plaatsvinden, zullen van invloed zijn op het draagvermogen van de fundering van de pijlers en kunnen tot verplaatsingen van de pijlers leiden.

De locatie van het werk is weergegeven in bijlage 1.

In dit geotechnisch rapport is de fundering van de brugpijlers nader in beschouwing genomen en is de ontgravingsinvloed nader geanalyseerd. Omdat de ontgravingen uitsluitend ter plaatse van de noordoever plaatsvinden (Doorwerthse Waarden) gaat het hierbij voornamelijk om de pijlers op de noordoever. Hiertoe is de plaatselijke bodemopbouw onderzocht waarbij gebruik is gemaakt van uitgevoerd grondonderzoek.

Aan de hand van archiefonderzoek en door de opdrachtgever beschikbaar gestelde gegevens betreffende de uitgevoerde herstelwerkzaamheden is informatie verkregen van de constructie en de fundering van de pijlers. Op basis hiervan is de draagkracht van de huidige fundering ingeschat. Vervolgens is gekeken naar de invloed van de geplande ontgravingswerkzaamheden op de draagkracht en vervormingen van de pijlers.

In hoofdstuk 2 zijn de relevante projectgegevens en de gehanteerde uitgangspunten en randvoorwaarden gegeven. In hoofdstuk 3 wordt ingegaan op de geotechnische bodemschematisatie. De resultaten uit de funderingsberekeningen ter bepaling van de draagkracht alsmede de vervormingen van de fundering, zijn opgenomen in hoofdstuk 4. Ten slotte worden in hoofdstuk 5 de conclusies en adviezen gegeven.

2 Gegevens en uitgangspunten

2.1 Algemeen

In de volgende paragrafen worden de gehanteerde gegevens en uitgangspunten beschreven. De uitgangspunten die (specifiek) gerelateerd zijn aan de geotechnische en geohydrologische schematisatie van de ondergrond zijn beschreven in hoofdstuk 3.

2.2 Informatiebronnen

Bij het opstellen van deze rapportage is gebruik gemaakt van de onderstaande informatie:

- [1] Tekening "VO Terreininrichting locatie Doorwerth" d.d. 20 september 2011 van Boskalis bv (tek.nr.: NR-TEK-SIT-09-0B).
- [2] Tekening "Boringen, sonderingen, peilbuizen, handboringen locatie Doorwerth" d.d. 19 oktober 2011 van Boskalis bv (tek.nr.: NR-TEK-SIT-139-0A).
- [3] Tekening "VO (Dwarsprofielen oever) locatie Doorwerth" d.d. 20 september 2011 van Boskalis bv (tek.nr.: NR-TEK-DWP-099-0B).
- [4] Boringen en sonderingen Nederrijn opdracht 6071711 d.d. oktober/november 2011 van MOS Grondmechanica BV.
- [5] Beeldmateriaal Brug over de Rijn bij Heteren, verkregen uit archiefonderzoek.
- [6] Tekeningen "Vervangen deувelconstructies Hulpconstructie deувel 1 (nabij strpt 5)", incl. situatieschets, d.d. 14 juni 2011 van Heijmans (tek.nr.: SV.001 revisie 0.1).
- [7] Geotechnisch onderzoek en berekeningen grondwerk d.d. 27 oktober 2011 van Grontmij (conceptrapport).
- [8] Geotechnisch rapport ter beschouwing van de ontgravingsinvloeden op de fundering van de brug N233 tussen Rhenen en Kesteren in het kader van het project: "Ruimte voor de Rivier", d.d. 12 december 2011 (doc.nr.: T&M-1034327-MP/lk, revisie D0).
- [9] Tekening Brug over de Rijn bij Heteren, Algemeen overzicht werk no. 2308 d.d. 1968-1971 van Rijkswaterstaat (archieftek.nr. 40A-100 map B1085 nr.B.14129).
- [10] Tekening Brug over de Rijn bij Heteren, Pijler 4 werk no. 2308 d.d. 1968-1971 van Rijkswaterstaat (archieftek.nr. 40A-100 map B1085 nr.B.14137).
- [11] Tekening Brug over de Rijn bij Heteren, Rijnvloer werk no. 2308 d.d. 1968-1971 van Rijkswaterstaat (archieftek.nr. 40A-100 map B1085 nr.B.14145).
- [12] Tekening Brug over de Rijn bij Heteren, Overzicht sonderingen renovatie deувels d.d. 21 november 1981 van Rijkswaterstaat (archieftek.nr. 40A-100 map B1098-II nr.B.39761).
- [13] Tekening Brug over de Rijn bij Heteren, Fundering vijzeltorens renovatie deувels d.d. 25 november 1981 van Rijkswaterstaat (archieftek.nr. 40A-100 map B1098-II nr.B.39762).

2.3 Veiligheidsfilosofie

2.3.1 Normen en richtlijnen

Bij het opstellen van het geotechnische advies is uitgegaan van de volgende normen en aanbevelingen.

Tabel 2.1 Normen en richtlijnen

Kenmerk	Titel
NEN 6702	Technische grondslagen voor bouwconstructies - TGB 1990 - Belastingen en vervormingen
NEN 6740	Geotechniek – TGB 1990 – Basiseisen en belastingen
NEN 6744	Geotechniek – Berekeningsmethode voor funderingen op staal

Bovengenoemde normen betreffen de vigerende normen, conform de UAV. Volgens het bouwbesluit dient op basis van NEN 2000:2005 echter nog te worden uitgegaan van de voorgaande normen NEN 6740 en NEN 6743 uit 1991. Door ons wordt een norm vanaf zes maanden na de uitgiftedatum vigerend geacht, daar de laatst verschenen normen zijn gebaseerd op voortschrijdend inzicht en de huidige stand der techniek.

2.3.2 Veiligheidsklasse

Op basis van tabel 1 uit NEN 6702, wordt de constructie ingedeeld in veiligheidsklasse 3.

2.3.3 Geotechnische categorie

Gezien de aard van de constructie, de onderhavige bodemopbouw en de omgevingsbeïnvloeding dient de constructie te worden ingedeeld in geotechnische categorie 2. Tot deze categorie behoren gangbare constructies, waarbij geen bijzondere risico's, grondgesteldheid of belastingen aanwezig zijn.

2.4 Constructie

2.4.1 Algemeen

De huidige verkeersbrug is een betonnen kokerliggerbrug die een totale overspanning heeft van 974 m. De breedte bedraagt circa 17 m. De brug is in 1972 opengesteld. Hij bestaat uit twee losse brugdelen (kokerliggers), die ter hoogte van de noordelijke oever elk onafhankelijk zijn ondersteund op een pijler (zie figuur 2.1 en 2.2), vermoedelijk elk ook op een eigen fundering (conservatieve aanname). Oorspronkelijk bevatte elk brugdeel twee rijstroken en een vluchtstrook. In de huidige situatie zijn de vluchtstroken aan de buitenzijden van de brugdelen vervangen door rijstroken. Aangezien er in de huidige situatie sprake is van overcapaciteit (zie ook de herstelwerkzaamheden [6]) zijn er plannen om in de toekomst de huidige brug uit te breiden met een nieuwe brug aan de oostzijde. In figuur 2.1 is een aanzicht weergegeven van de pijlers in de noordelijke oever [5].



Figuur 2.1 Aanzicht verkeersbrug en pijlers noordelijke oever vanaf de zuidoever [5]



Figuur 2.2 Pijlers op de noordelijke oever, locatie Doorwerthse Waarden [5]

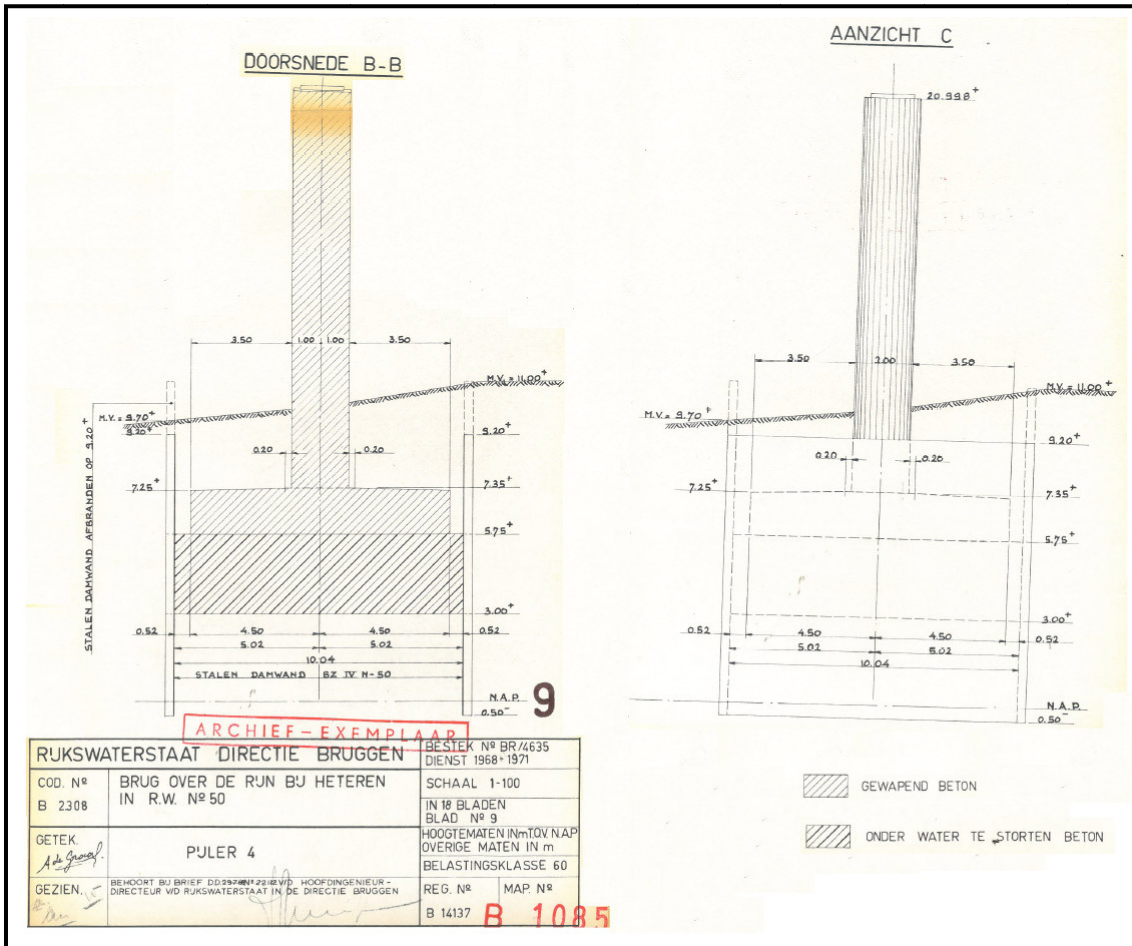
2.4.2 Resultaten archiefonderzoek

Om meer informatie te verkrijgen over het brugdek, de funderingen en de pijlers is archiefonderzoek uitgevoerd. Dit is gedaan bij het archief van Rijkswaterstaat. Daarnaast is gebruik gemaakt van de door de opdrachtgever beschikbaar gestelde informatie omtrent de herstelwerkzaamheden [6]. De relevante tekeningen zijn opgenomen in bijlage 5.

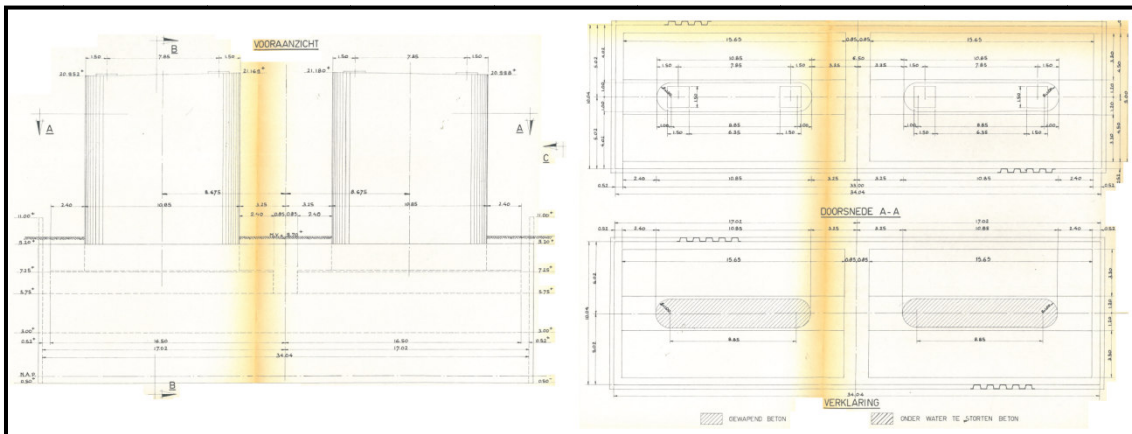
Het brugdek bestaat uit twee parallel aan elkaar gelegen betonnen kokerliggers, zie figuur 2.5. De pijlers op de noordoever bevinden zich op h.o.h. afstanden van 60 m. De pijlers zijn gefundeerd op staal. In figuur 2.4 staan lengteprofiel, aanzicht en situatie pijlers weergegeven [9].



Figuur 2.3 Aanleg fundering pijlers in bouwkuip [5]



Figuur 2.6 Dwarsprofiel fundering en pijler P4 [10]



Figuur 2.7 Vooraanzicht en bovenaanzicht pijler P4 [10]

In bijlage 5 zijn de volledige bovenstaande tekeningen opgenomen.

Voor de fundering van pijler P4 kan op basis van figuur 2.6 en 2.7 [10] worden uitgegaan van de volgende ingeschatte dimensies:

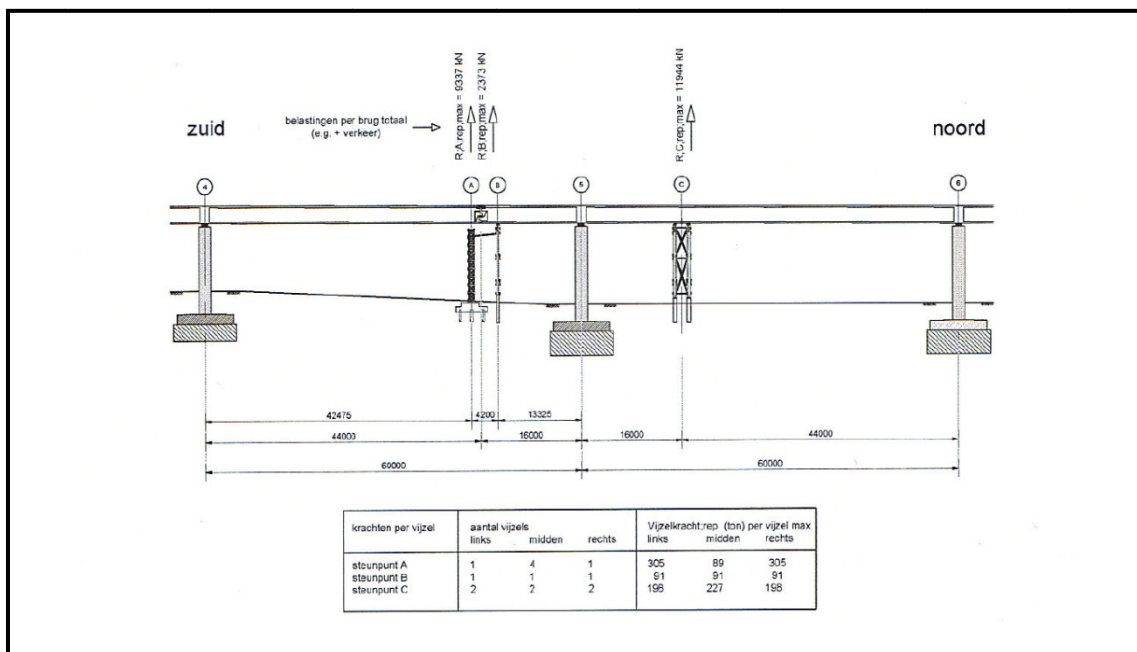
- bovenkant pijler: NAP +21,1 m;
- huidig maaiveldniveau: NAP +10,2 à +11,0 m;
- bovenkant poer: NAP +5,75 m;
- onderkant poer: NAP +3,0 m;
- afmetingen poer (onder beide brughelften samen) (B x L) = 10,04 x 34,04 m.

De overige pijlers zijn in dit rapport buiten beschouwing gelaten.

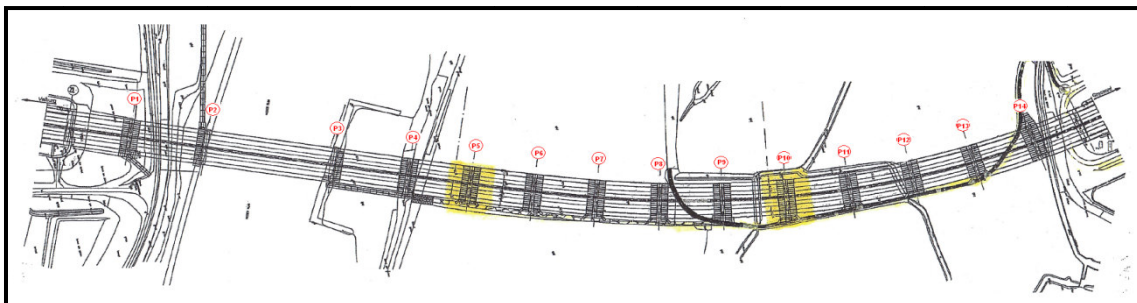
2.4.3 Inschatting belastingen

Teneinde de fundering van de pijlers te kunnen toetsen en de invloed van de ontgravingen bij de pijlers te kunnen analyseren, is de funderingsdruk ingeschat op basis van de beschikbaar gestelde gegevens betreffende de belastingbepaling voor de herstelwerkzaamheden [6]. De belastingen zijn weergegeven in figuur 2.8.

Voor de verkeersbelasting is conform NEN 6788 uitgegaan van verkeersklasse 600 over twee rijstroken.



Figuur 2.8 Belastingen vizeels herstelwerkzaamheden bij pijler 4 [6]



Figuur 2.9 Bovenaanzicht herstelwerkzaamheden pijlers (links is zuiden) [6]

3 Bodemschematisatie

3.1 Algemeen

Ten behoeve van de analyse van de fundering dient inzicht te worden verkregen in de opbouw van de bodem, de heersende grondwaterregimes en de terreingesteldheid.

3.2 Geotechnisch grondonderzoek

3.2.1 Veldwerk

Ten behoeve van het funderingsontwerp is grondonderzoek uitgevoerd bestaande uit sonderingen en handboringen. Daarnaast is gebruik gemaakt uit grondonderzoeksresultaten uit het archief van Rijkswaterstaat [9] en uitgevoerd in het kader van de herstelwerkzaamheden [12].

De vrijgekomen grond uit de boringen is omschreven met specifieke bodemkenmerken zoals de textuur (lutumgehalte en zandgrofheid), het organische stofgehalte, de consistentie en de doorlatendheid van de te onderscheiden bodemlagen. Tijdens het boren zijn tevens op basis van hydromorfe kenmerken (roest en reductieverschijnselen) de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) en de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) bepaald. Tevens is de grondwaterstand (GWS) opgenomen ten tijde van de boring.

De maaiveldhoogten van de onderzoeklocaties zijn ingemeten in meters ten opzichte van NAP. Voorts zijn de onderzoeklocaties vastgelegd in XY-coördinaten volgens het Rijksdriehoekstelsel (RD).

Het grondonderzoek alsmede het uitzetten en waterpassen van de onderzoeklocaties, is verzorgd door MOS Grondmechanica [2, 4] en gerapporteerd onder de projectnummer 6071711. Het veldwerk heeft plaatsgevonden in oktober en november 2010 en is uitgevoerd conform de norm NEN 5104 (boringen) en NEN 5140 (sonderingen).

De onderzoeklocaties zijn grafisch weergegeven in bijlage 2. De boorprofielen zijn opgenomen in bijlage 3 en de sondeergrafieken in bijlage 4.

Tezamen met de sonderingen uit het archiefonderzoek ([9], [12]) voldoet het grondonderzoek aan de vereiste omvang conform NEN 6740.

3.2.2 Maaiveldniveau

De tijdens het grondonderzoek vastgestelde maaiveldpeilen ter plaatse van de onderzoekspunten liggen tussen NAP +8,5 m en NAP +10,6 m. De kruin van de zomerdijk ligt op circa NAP +11,0 m en het maaiveld aan beide zijden van de dijk op NAP +8,5 à 8,9 m.

3.3 Bodemschematisatie

Aan de hand van de boringen, sonderingen, ervaringen in de omgeving en aan de hand van tabel 1 uit NEN 6740 zijn de grondprofielen vastgesteld en zijn de grondparameters geschematiseerd. De representatieve waarden van de grondparameters zijn vastgesteld conform tabel 1 van NEN 6740 en zijn voor de aangetroffen grondlagen gepresenteerd in tabel 3.1.

Tabel 3.1 Representatieve grondparameters grondlagen

Grondlaag	γ_d [kN/m ³]	γ_n [kN/m ³]	c' [kPa]	φ' [°]	E_{50}^{ref} [kPa]	m [-]
Klei slap, zwak zandig	15	15	0	22,5	1.500	0,8
Klei, matig zandig	18	18	5	22,5	3.000	0,8
Klei, sterk zandig	18	20	0	27,5	5.000	0,5
Zand, los gepakt	17	19	0	30,0	15.000	0,5
Zand, matig gepakt	18	20	0	32,5	45.000	0,5
Zand vast gepakt	19	21	0	35,0	75.000	0,5

Waarbij geldt:

- γ_d representatieve waarde van het volumegewicht van de grond bij natuurlijk watergehalte;
- γ_n representatieve waarde van het volumegewicht van verzadigde grond;
- φ' representatieve waarde van de effectieve hoek van inwendige wrijving;
- c' representatieve waarde van de effectieve cohesie;
- E_{50}^{ref} representatieve waarde secant modulus op basis van een referentiespanning $p^{ref} = 100$ kPa;
- m spanningsafhankelijkheidsfactor.

3.4 Waterstanden en grondwater

3.4.1 Open water

Voor de geohydrologische randvoorwaarden wordt verwezen naar het geotechnisch onderzoeksrapport [7]. Hieruit volgt voor het openwaterpeil in de Neder-Rijn:

- Stuwpeil = NAP +6,00 m.
- MHW elst = NAP +9,41 m.
- MHW middelwaard = NAP +9,41 m.

3.4.2 Ondiep grondwater

Voor de analyse van de fundering van de pijlers wordt een maatgevende grondwaterstand gelijk aan maximum huidig maaiveldniveau aangehouden op NAP +11,0 m.

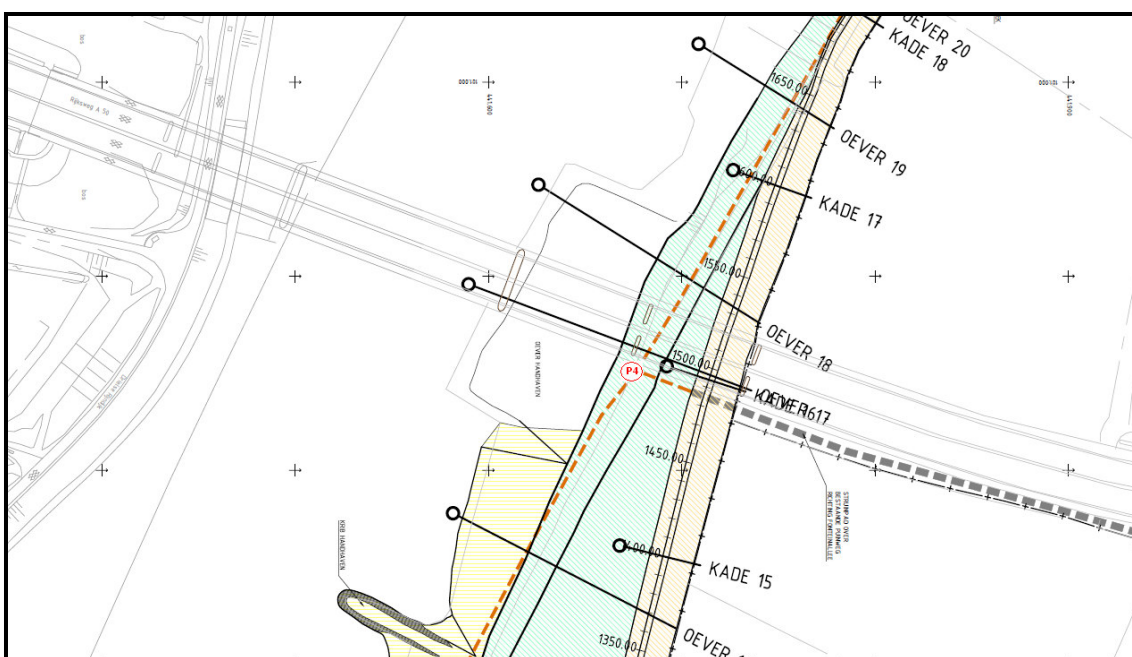
3.4.3 Diep grondwater

Op basis van de beschikbare gegevens kan conform rapport [7] voor de diepe stijghoogte in het eerste watervoerende pakket worden uitgegaan van NAP +5,9 à +6,0 m.

4 Analyse pijlerfunderingen

4.1 Algemeen

De beoogde ontgraving rondom de pijlers van de verkeersbrug (met name pijler P4, zie figuur 4.1) kan van invloed zijn op de spanningstoestand van de ondergrond en kan leiden tot een reductie van de draagkracht van de ondergrond en daarmee gepaard gaande vervormingen en verplaatsingen (zakking en horizontale verplaatsing).



Figuur 4.1 Situatie ontgraving zomerdijk bij pijler P4 [1]

Teneinde te kunnen vaststellen wat de invloed van de ontgravingswerkzaamheden op de brugfundering is, zijn in dit hoofdstuk analyses uitgevoerd naar de draagkracht van de ondergrond op basis van NEN 6744. Hierbij is gebruik gemaakt van het computerprogramma MFoundation (TGB-versie 6.4).

Daarnaast is gegeven in hoeverre de ontgraving, eenzijdig (d.w.z. per zijde) of integraal (dat wil zeggen rondom de pijler gelijktijdig) kan leiden tot ongewenste verplaatsingen van de pijlers. Hiervoor is gebruik gemaakt van eindige-elementenberekeningen met behulp van PLAXIS-2D (versie 2010).

4.2 Ontgravingen

Voor de ontgraving is uitgegaan van het ontgravingsprofiel bij pijler P4 zoals weergegeven in figuur 4.2. Dit betreft de ontgraving van de bestaande zomerdijk ter hoogte van pijler P4, zie figuur 4.1 en 4.2. Voor de vervormingen is gekeken naar zowel een éénzijdige ontgraving als een gelijktijdige tweezijdige ontgraving zoals dat ook is beschouwd in het geotechnisch advies voor de verkeersbrug N233 [8].

Voor het eigen gewicht van één pijler onder één brugheft is uitgegaan van:

- dikte: $t = 2,0$ m;
- breedte: $b = 10,85$ m;
- oppervlak: $A = 8,85 \times 2,0 + \pi \times 1,0^2 = 20,9$ m²;
- hoogte: $h = 21,1 - 7,3 = 13,8$ m;
- eigen gewicht: $F_{s,v,rep} = 24 \times 20,9 \times 13,8 = 6.922$ kN.

Voor het eigen gewicht van het bovenste, gewapend betonnen deel van de poer is per brugheft uitgegaan van:

- hoogte: $h = 1,55$ m;
- breedte: $b = 9,0$ m;
- lengte: $L = 15,65$ m;
- eigen gewicht: $F_{s,v,rep} = 24 \times 9,0 \times 15,65 \times 1,55 = 5.239$ kN.

Voor het eigen gewicht van de onderste, gezamenlijke poer van onderwaterbeton volgt:

- hoogte: $h = 2,75$ m;
- breedte: $b = 10,04$ m;
- lengte: $L = 34,04$ m;
- eigen gewicht: $F_{s,v,rep} = (24 - 10) \times 10,04 \times 34,04 \times 2,75 = 13.158$ kN.

Uitgaande van een centrische verticale belasting geldt dan voor de funderingsdruk van de gezamenlijke poer onder beide brugheften:

$$\sigma_{s,v,rep} = (2 \times 23.654 + 2 \times 6.922 + 2 \times 5.239 + 13.158) / (10,04 \times 34,04) = 248 \text{ kPa.}$$

$$\sigma_{s,v,d} = \gamma_f \times 248 = 1,35 \times 248 = 335 \text{ kPa.}$$

Totale funderingsdruk in de uiterste grenstoestand:

- $\sigma_{s,v,d} = 335$ kPa;
- $F_{s,v,d} = 335 \times 10,04 \times 34,04 = 114.464$ kN;

en in de bruikbaarheidsgrenstoestand:

- $\sigma_{s,v,d} = 250$ kPa;
- $F_{s,v,d} = 250 \times 10,04 \times 34,04 = 85.440$ kN.

4.3.4 Inschatting funderingsniveau

Het funderingsniveau, dat wil zeggen de onderkant van de betonnen fundering onder de pijler P4, is conform tekening [10] vastgesteld op NAP +3,0 m, waarbij eventuele lokaal aangetroffen kleilagen op dit niveau bij de pijler verondersteld worden te zijn afgegraven en vervangen door zand. Overigens is in de PLAXIS-analyses wel een gevoeligheidsanalyse naar de stijfheid van de ondergrond uitgevoerd, waarbij de verplaatsingen zijn geanalyseerd in een situatie waarin de fundering op klei (sterk zandig) zou zijn aangelegd.

4.4 Analyse naar de draagkracht

4.4.1 Algemeen

Op basis van de norm NEN 6740 dient bij de toetsing van een fundering te worden getoetst aan de verschillende grenstoestanden. Hierbij moet worden onderzocht of een van de volgende grenstoestanden niet wordt overschreden.

- Uiterste grenstoestand type 1A, hierbij treedt een bezwijkmechanisme op in de constructie, in de ondergrond, of op de grens tussen constructie en ondergrond.
- Uiterste grenstoestand type 1B, hierbij treden dusdanige vervormingen op in de geotechnische constructie dat een uiterste grenstoestand in de constructie wordt overschreden.
- Bruikbaarheidsgrenstoestand (type 2), hierbij treden dusdanige vervormingen op in de geotechnische constructie dat een ongewenst verlies aan bruikbaarheid optreedt.

4.4.2 Draagvermogen op staal gefundeerde pijlers

Het draagvermogen van de ondergrond dient zowel qua bezwijken als horizontaal afschuiven te worden getoetst volgens NEN 6744. Aangezien vrijwel geen sprake is van een horizontale belasting (remkrachten, windbelasting en belasting uit stromingsdruk en/of ijsgang zijn in de indicatieve belastingsberekening vooralsnog verwaarloosd) hoeft in de onderhavige situatie enkel het (verticaal) funderingsdraagvermogen van de ondergrond te worden getoetst. De uitgangspunten en resultaten van de funderingsberekeningen volgens NEN 6744 zijn weergegeven in bijlage 6.

Voorts is uitgegaan van het volgende.

- (Maximum) huidig maaiveld: NAP +11,0 m.
- Ontgravingsniveau eindsituatie: NAP +8,5 m.
- Reductie dekking eindsituatie: van 8,0 naar 5,6 m (gelijktijdig aan beide zijden ontgraven).
- Het fundament wordt centrisc belast, er is geen horizontale belasting in de eindsituatie.
- Beschouwd zijn zowel de ongedraineerde als de gedraineerde situatie (inclusief pons).

De resultaten zijn per sondering weergegeven in tabellen 4.1 t/m 4.3. Daarbij is eveneens gekeken naar een variatie in ontgravingsniveau.

Tabel 4.1 Resultaten draagkracht en funderingsdruk ongedraineerde situatie

Ontgravingsniveau [m+NAP]	Ds10	Ds11	Ds12	Ds13	Ds10	Ds11	Ds12	Ds13
	$F_{r,max;d}$ [kN]	$F_{r,max;d}$ [kN]	$F_{r,max;d}$ [kN]	$F_{r,max;d}$ [kN]	$F_{s,v;d}$ [kN]	$F_{s,v;d}$ [kN]	$F_{s,v;d}$ [kN]	$F_{s,v;d}$ [kN]
+11,0 ¹⁾	136447	-	-	136497	118222	-	-	118222
+8,5	130812	-	-	130882	118222	-	-	118222
+8,0	129684	-	-	129502	118222	-	-	118222

Tabel 4.2 Resultaten draagkracht en funderingsdruk gedraineerde situatie

Ontgravingsniveau [m+NAP]	Ds10	Ds11	Ds12	Ds13	Ds10	Ds11	Ds12	Ds13
	$F_{r,max;d}$ [kN]	$F_{r,max;d}$ [kN]	$F_{r,max;d}$ [kN]	$F_{r,max;d}$ [kN]	$F_{s,v;d}$ [kN]	$F_{s,v;d}$ [kN]	$F_{s,v;d}$ [kN]	$F_{s,v;d}$ [kN]
+11,0 ¹⁾	430853	605735	530466	624561	114464	114464	114464	114464
+8,5	351548	499594	433095	517477	114464	114464	114464	114464
+8,0	335688	478366	413620	491165	114464	114464	114464	114464

Tabel 4.3 Resultaten draagkracht en funderingsdruk gedraineerde situatie (pons, n.v.t.)

Ontgravingsniveau [m+NAP]	Ds10	Ds11	Ds12	Ds13	Ds10	Ds11	Ds12	Ds13
	$F_{r,max;d}$ [kN]	$F_{r,max;d}$ [kN]	$F_{r,max;d}$ [kN]	$F_{r,max;d}$ [kN]	$F_{s,v;d}$ [kN]	$F_{s,v;d}$ [kN]	$F_{s,v;d}$ [kN]	$F_{s,v;d}$ [kN]
+11,0 ¹⁾	-	-	-	-	118222	-	122213	118222
+8,5	-	-	-	-	118222	-	122213	118222
+8,0	-	-	-	-	118222	-	122213	118222

¹⁾ huidige situatie zonder ontgraving, ontgravingsniveau = maaiveldniveau (max.)

Waarbij geldt:

$F_{r,v;d}$ rekenwaarde van het verticaal draagvermogen voor beschouwde sondering en situatie;

$F_{s,v;d}$ rekenwaarde van de verticale belasting voor beschouwde sondering en situatie.

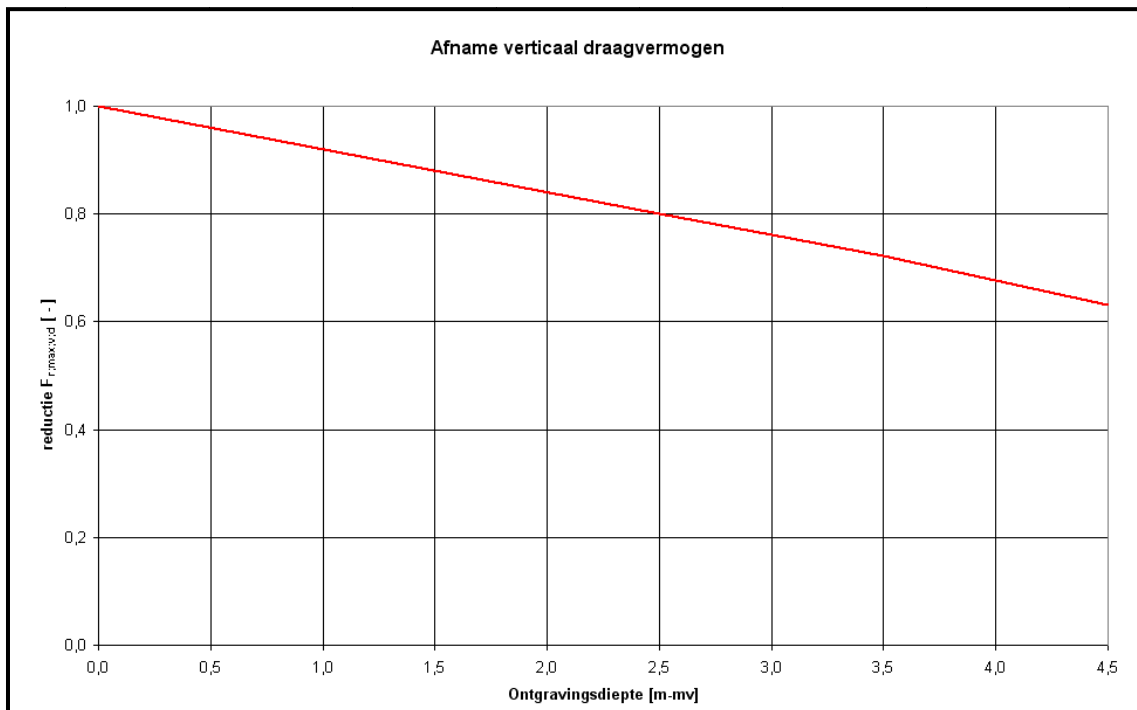
4.4.3 Conclusies draagkracht

Op basis van het bovenstaande uit tabel 4.1 en 4.2 volgt, dat indien kan worden uitgegaan van de ingeschatte belastingen volgens paragraaf 4.3.2, voor zowel de ongedraineerde als de gedraineerde situatie kan worden voldaan aan de eisen qua draagvermogen in uiterste grenstoestand, aangezien in alle situaties per sondering kan worden vastgesteld dat $F_{s,v;d} < F_{r,v;d}$.

Vanaf circa NAP +2,0 m bevindt zich lokaal een kleilaag. Klei valt onder de cohesieve gronden. Bij cohesieve gronden dienen tevens de mechanismen pons en squeezing te worden getoetst. Ook dient er in geval van cohesieve lagen onderscheid gemaakt te worden tussen de gedraïneerde en de ongedraïneerde toestand van de ondergrond.

De uitgangspunten en resultaten van de toetsing van het funderingsdraagvermogen voor de bovengenoemde mechanismen volgens NEN 6744 zijn weergegeven in bijlage 6. Op basis van de berekeningsuitkomsten uit tabel 4.3 lijkt het dat met de ingeschatte funderingsdruk ook voor de bovengenoemde mechanismen kan worden voldaan aan de eisen voor het funderingsdraagvermogen volgens NEN 6744.

In figuur 4.3 is de relatieve afname van de verticale draagkracht (op basis van maatgevende situaties tabel 4.2) grafisch uitgezet versus de ontgravingsdiepte.



Figuur 4.3 Reductie draagkracht als functie van ontgravingsdiepte

4.5 EEM-analyses vervormingen fundering

4.5.1 Algemeen

De funderingszakkingen dienen te worden getoetst op de volgende twee criteria.

- de toelaatbare funderingsverplaatsingen (zakkingen en horizontale verplaatsingen);
- de toelaatbare verschilzakkingen tussen de funderingen onderling (rotatie).

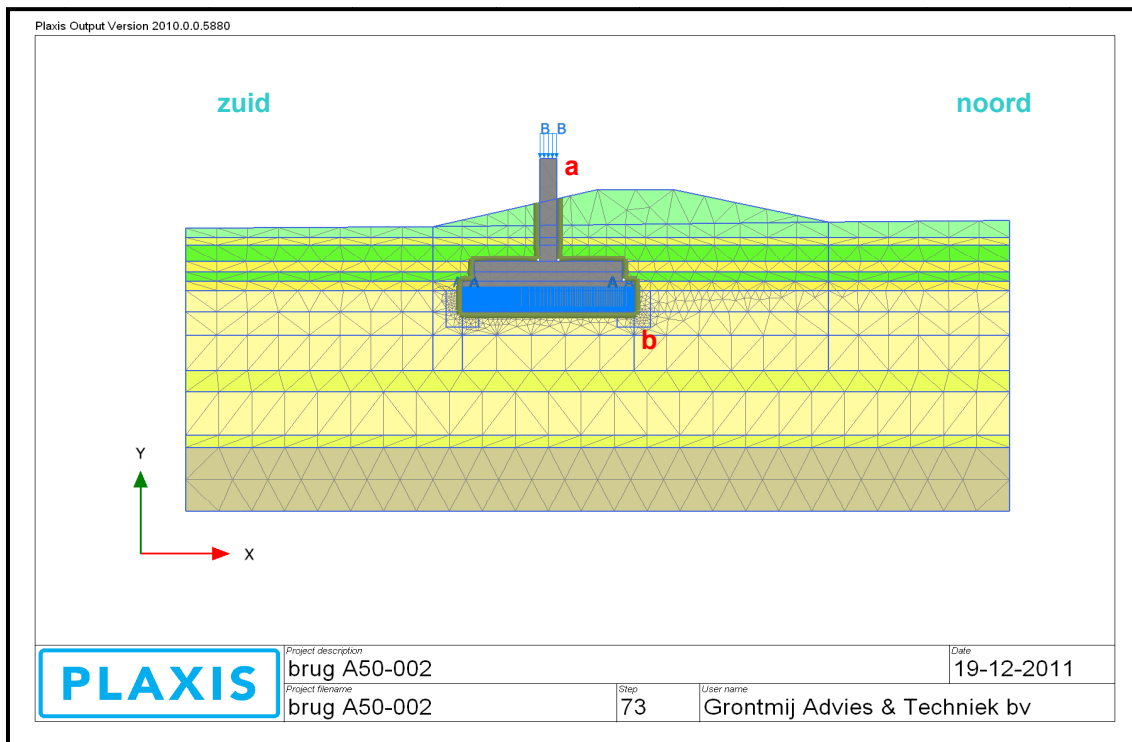
De verificatie van de uiterste grenstoestand type 1B en de bruikbaarheidsgrenstoestand (GT 2) kan feitelijk niet door de geotechnisch ontwerper worden gedaan, maar dient door de constructeur van de bovenbouw te worden uitgevoerd. De norm NEN 6740 geeft echter wel richtwaarden voor het toetsen van de zakkingen en rotaties. Voor de eis ten aanzien van de relatieve rotatie in de uiterste grenstoestand type 1B, wordt volgens de norm NEN 6740 veelal een toelaatbare rotatie van $\beta = 1:100$ aangehouden. Voor kunstwerken zijn in de bruikbaarheidsgrens-

toestand geen specifieke toelaatbare rotatie of verplaatsingen opgegeven. De constructeur van de bovenbouw dient een en ander te verifiëren. Hierbij kan worden uitgegaan van de verplaatsingen zoals deze in de volgende paragrafen zijn geanalyseerd aan de hand van de PLAXIS-berekeningen.

4.5.2 Uitgevoerde PLAXIS-analyses

Aan de hand van EEM-analyses met het computerprogramma PLAXIS-2D is gekeken wat de mogelijke verplaatsingen (horizontaal en verticaal) van de pijler P4 zijn als gevolg van de ontgravingswerkzaamheden. Daarbij is gekeken naar zowel een eenzijdige ontgraving als een ontgraving aan twee zijden die tegelijkertijd optreedt, voor zowel de tijdelijke ontgraving gedurende de uitvoeringsfase als de permanente ontgraving in de eindsituatie.

Het sterkte- en stijfheidsgedrag van de grondlagen zijn gemodelleerd volgens het Hardening Soil Model op basis van de grondparameters uit tabel 2.1. Daarnaast zijn de referentiewaarden van de oedometrische stijfheidsmodulus (E_{oed}^{ref}) en de stijfheidsmodulus bij ontlasten-herbelasten (E_{ur}^{ref}) bepaald op basis van de secant stijfheidsmodulus (E_{50}^{ref}) volgens tabel 2.1 vermenigvuldigd met een factor 1,0 respectievelijk 4,0. Uitgegaan is van de maatgevende sondering S39E0245. In figuur 4.4 is het ingevoerde elementenmesh (huidige situatie) weergegeven.



Figuur 4.4 Elementenmesh doorsnede bij pijler 4

Gelet op het wisselende sondeerbeeld, is er een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd waarbij de pijler niet alleen op zand is gefundeerd maar ook op klei met een stijfheid van 5.000 kPa (o.k. laag op NAP +1,5 m conform sondering Ds13; klei sterk zandig; zie tabel 3.1).

In tabel 4.4 zijn de resultaten van de verticale en horizontale verplaatsing van de pijler en de fundering samengevat voor zowel een eenzijdige ontgraving (zuidzijde) als voor een (tegelijkertijd uitgevoerde) tweezijdige ontgraving. De locaties van punt a (noordhoek bovenkant pijler) en b (noordhoek onderkant fundering) zijn weergegeven in figuur 4.4. De resultaten zijn opgenomen in bijlage 7. De file 002 betreft de fundering op zand en de file 004 op klei.

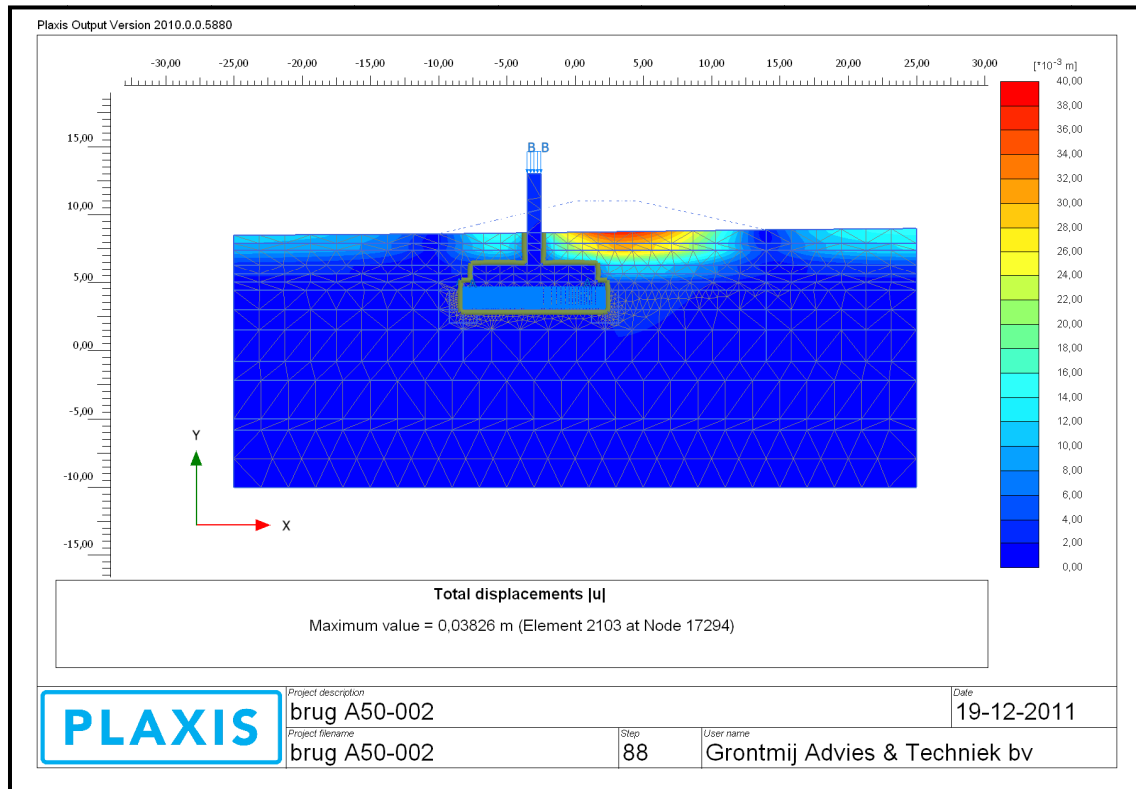
Tabel 4.4 Resultaten PLAXIS-analyses verplaatsing pijler in ontgravingsituaties

Situatie ontgraving	Ontgravingsniveau [m+NAP]	Ondergrond	Zijde	Step nummer	$u_{x;a}$ [mm]	$u_{y;a}$ [mm]	$u_{x;b}$ [mm]	$u_{y;b}$ [mm]
eindsituatie	+8,6	zand, los (file 002)	éénzijdig	75	1	0	0	0
			tweezijdig	78/88	4	1	0	1
		klei, zandig (file 004)	éénzijdig	91	2	1	0	-1
			tweezijdig	98/120	5	5	1	6

Waarbij geldt:

$u_{x;a,b}$ horizontale verplaatsing punt a of b (positief is hier in noordelijke richting);

$u_{y;a,b}$ verticale verplaatsing punt a of b (positief is een verplaatsing naar boven).



Figuur 4.5 Totale verplaatsingen bij pijler P4

4.5.3 Conclusies verplaatsingen

Op basis van de (nog voorlopig) ingeschatte belastingen uit paragraaf 4.3.2 en de resultaten uit de PLAXIS-analyses kan worden geconcludeerd dat de te verwachten verplaatsingen van de fundering in de beschouwde ontgravingsituaties beperkt zullen blijven tot enkele millimeters en daarmee naar verwachting niet onacceptabel groot zullen worden.

Op basis van NEN 6740 §10.8 dient voor de zakkingverschillen uitgegaan te worden van 50% van de totaal te verwachten gemiddelde zakking. Aangezien de verplaatsingen als gevolg van de beschouwde mogelijke ontgravingsituaties beperkt zijn, zullen ook de verschilzakkingen beperkt blijven, maximaal ordegrrootte enkele millimeters. Dit betekent dat de te verwachten zakkingen en verplaatsingen alsmede de zakkingsverschillen acceptabel kunnen worden geacht, mits de reeds opgetreden (verschil)zakkingen beperkt zijn.

5 Conclusies en advies

5.1 Conclusies

In het kader van het *Ruimte voor de Rivier*-project bij de Neder-Rijn zullen ter plaatse van ondermeer de noordelijke uiterwaard bij verkeersbrug A50 bij Heteren/Doorwerth ontgravingen worden gerealiseerd. In dit geotechnisch rapport zijn de (uitgaande van op staal gefundeerde) pijlers op de noordoever nader in beschouwing genomen en is de ontgravingsinvloed nader geanalyseerd. Hiertoe is inzicht verkregen in de plaatselijke bodemopbouw waarbij gebruik is gemaakt van het uitgevoerde grondonderzoek, grondonderzoeksgegevens uit het archief van Rijkswaterstaat en resultaten voortkomend uit de adviezen omtrent de onlangs uitgevoerde herstelwerkzaamheden [6]. Mede op basis hiervan is de funderingsdruk onder de huidige fundering ingeschat.

De draagkracht van de fundering op staal is getoetst conform NEN6744 voor verschillende ontgravingsituaties. Hieruit volgt, dat op basis van de ingeschatte belastingen kan worden voldaan aan de eisen qua draagvermogen in de uiterste grenstoestand (eindfase).

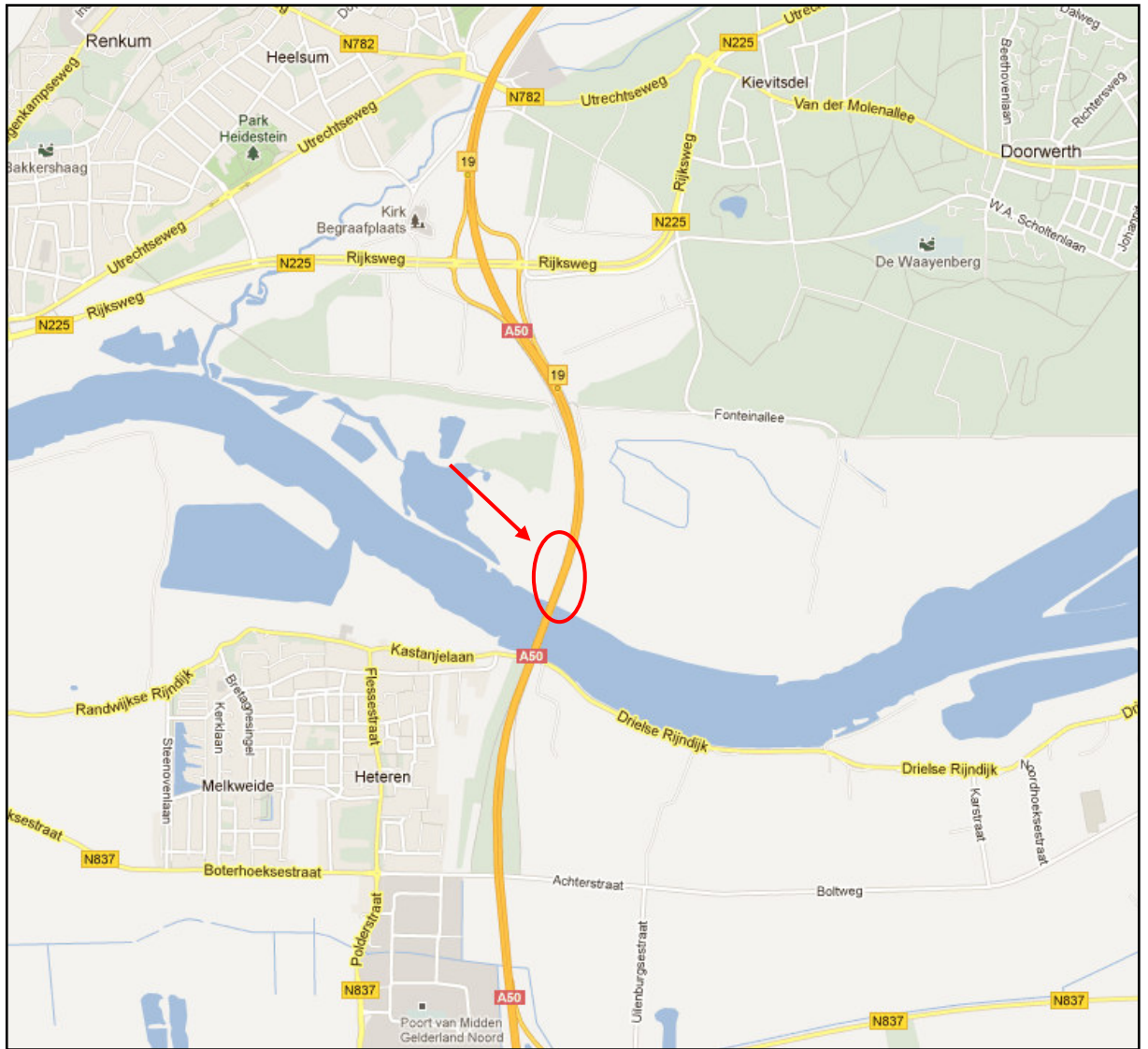
De verplaatsingen (zakkingen, horizontaal schuiven, kantelen) zijn geanalyseerd aan de hand van eindige-elementenberekeningen met PLAXIS-2D. Hieruit volgt, dat op basis van de ingeschatte belastingen kan worden geconcludeerd dat de te verwachten verplaatsingen van de fundering in de beschouwde ontgravingsituaties beperkt zullen blijven tot orde-grootte enkele millimeters en daarmee naar verwachting niet onacceptabel groot zullen worden.

5.2 Aandachtspunten

Gelet op de omvang en locaties van de ontgraving onder de verkeersbrug zal naar verwachting pijler 4 het meest worden beïnvloed. In dit rapport is daartoe alleen deze pijler 4 in beschouwing genomen. Andere pijlers zijn vooralsnog buiten beschouwing gelaten. Ook is uitgegaan van maximale verticale centrische belastingen ter bepaling van de funderingsdruk. Horizontale belastingen uit wind, verkeer, waterstroming en gronddruk (lateraal) zijn eveneens buiten beschouwing gelaten; gelet op de berekende draagkracht van de ondergrond zullen deze naar verwachting in de eindsituatie niet leiden tot een onacceptabele verhoging van stabiliteitrisico's.

Bijlage 1

Ligging locatie



copyright © 2011 Google Earth Pro

LIGGING LOCATIE Ontgraving Doorwerthse Waarden Noordoever verkeersbrug A50

19 december 2011



copyright © 2011 Google Earth Pro

LIGGING LOCATIE
Ontgraving Doorwerthse Waarden
Noordoever verkeersbrug A50

19 december 2011

Bijlage 2

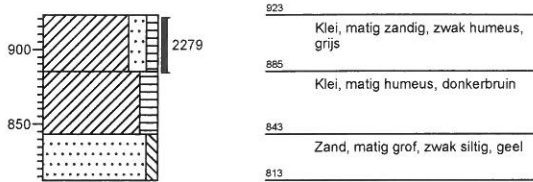
Situatietekening

Bijlage 3

Boorprofielen

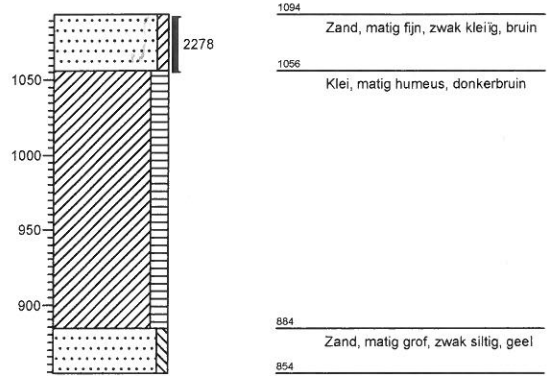
Boring: D-H01

X: 181423,92
Y: 441518,24
Maaiveld: 9,23
Uitvoering: 12-10-2011
GWS:
GHG:
GLG:



Boring: D-H02

X: 181311,47
Y: 441595,48
Maaiveld: 10,94
Uitvoering: 12-10-2011
GWS:
GHG:
GLG:



Doorwerthsche Waarden

Projectcode: 299493

Bodembeschrijving volgens NEN 5104

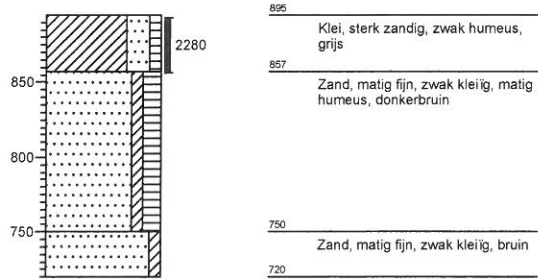
Boring volgens NEN 5119

Schaal A4: 1: 50

Pagina: 1 / 20

Boring: D-H03

X: 180977,82
Y: 441744,94
Maaiveld: 8,95
Uitvoering: 12-10-2011
GWS:
GHG:
GLG:



Doorwerthsche Waarden

Projectcode: 299493

Bodembeschrijving volgens NEN 5104

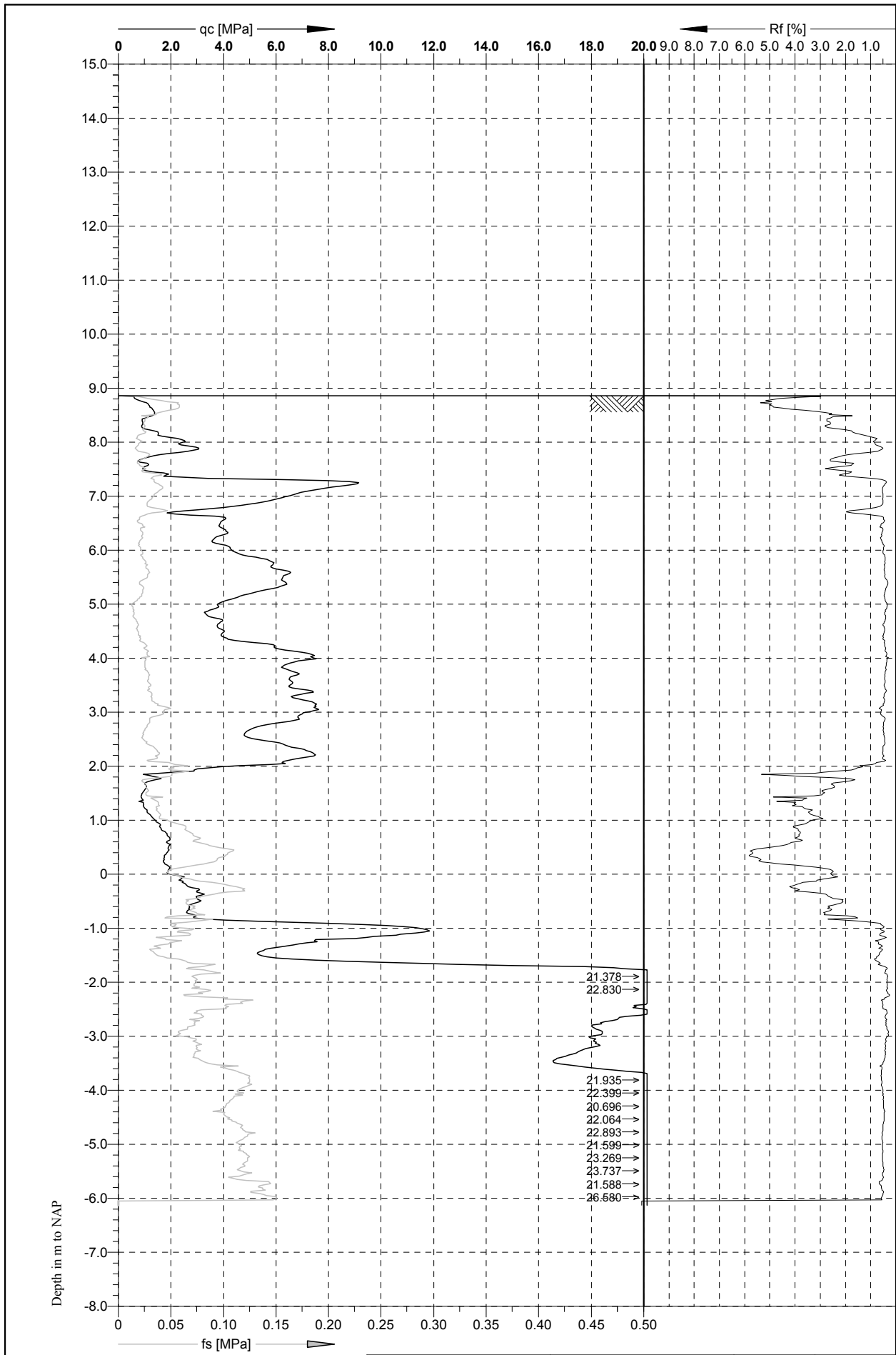
Boring volgens NEN 5119

Schaal A4: 1: 50

Pagina: 2 / 20

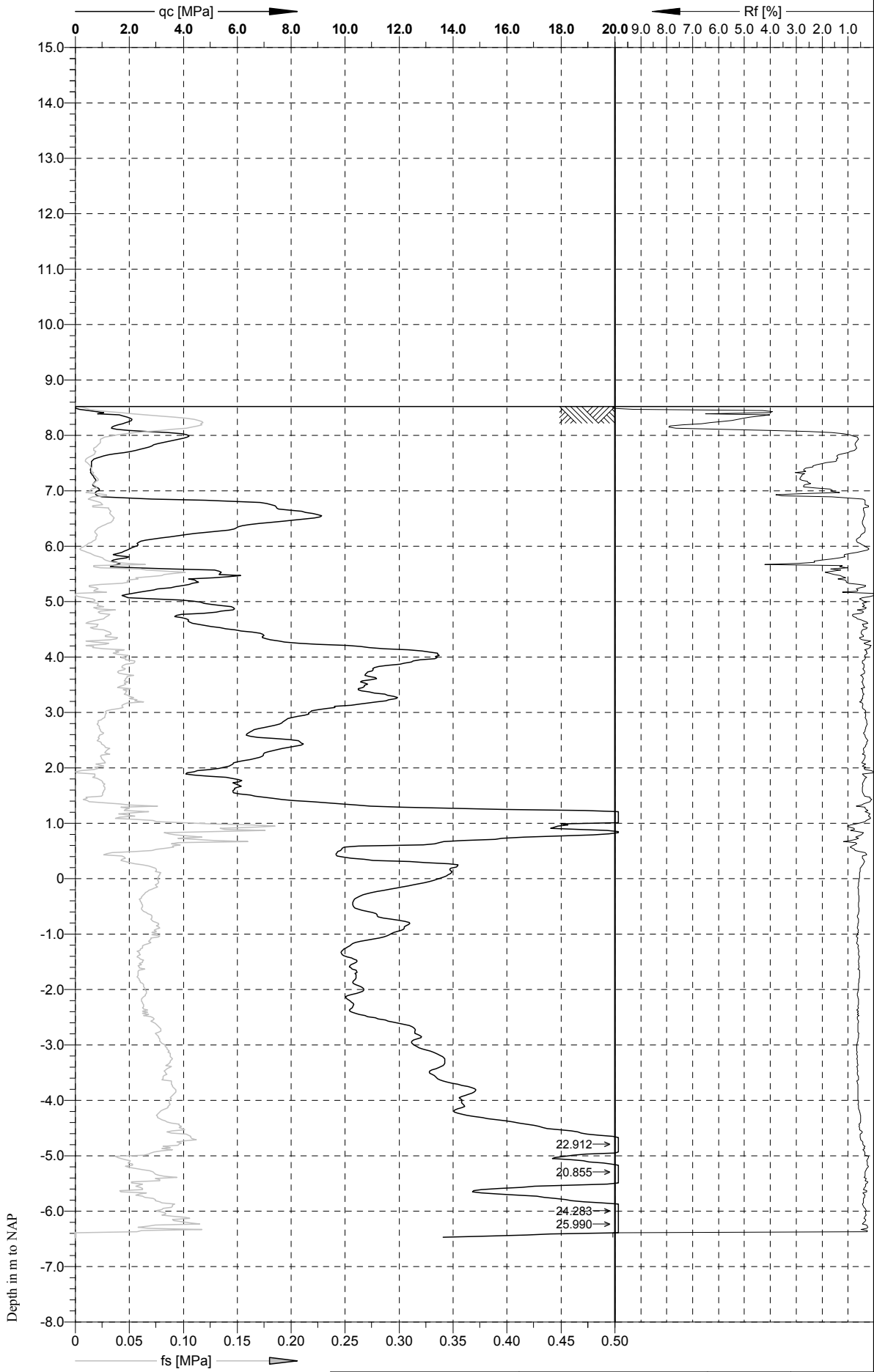
Bijlage 4

Sondeergrafieken



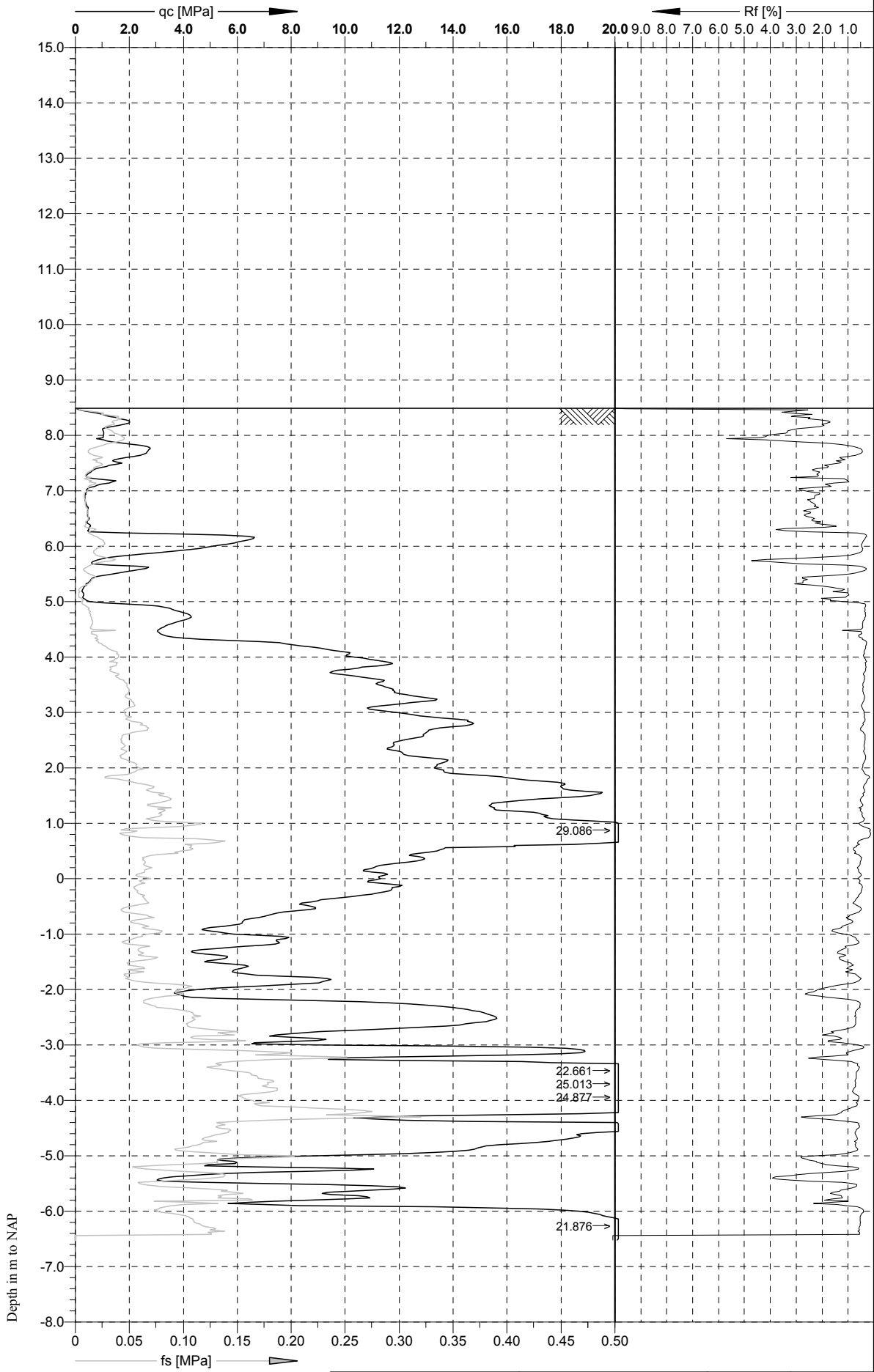
Cone No: S15-CFIP752
 Tip area [cm²]: 15
 Sleeve area [cm²]: 150

Location:	Position: X: 181293.71 m, Y: 441679.28	Ground level: m 8.86	Test no: Ds10
Project ID: CPT, 6071711	Client:	Date: 18-11-2011	Scale: 1 : 100
Project: CPT, 6071711		Page: 1/1	Fig:
		File: Ds10.cpd	



Cone No: S15-CFIP752
 Tip area [cm²]: 15
 Sleeve area [cm²]: 150

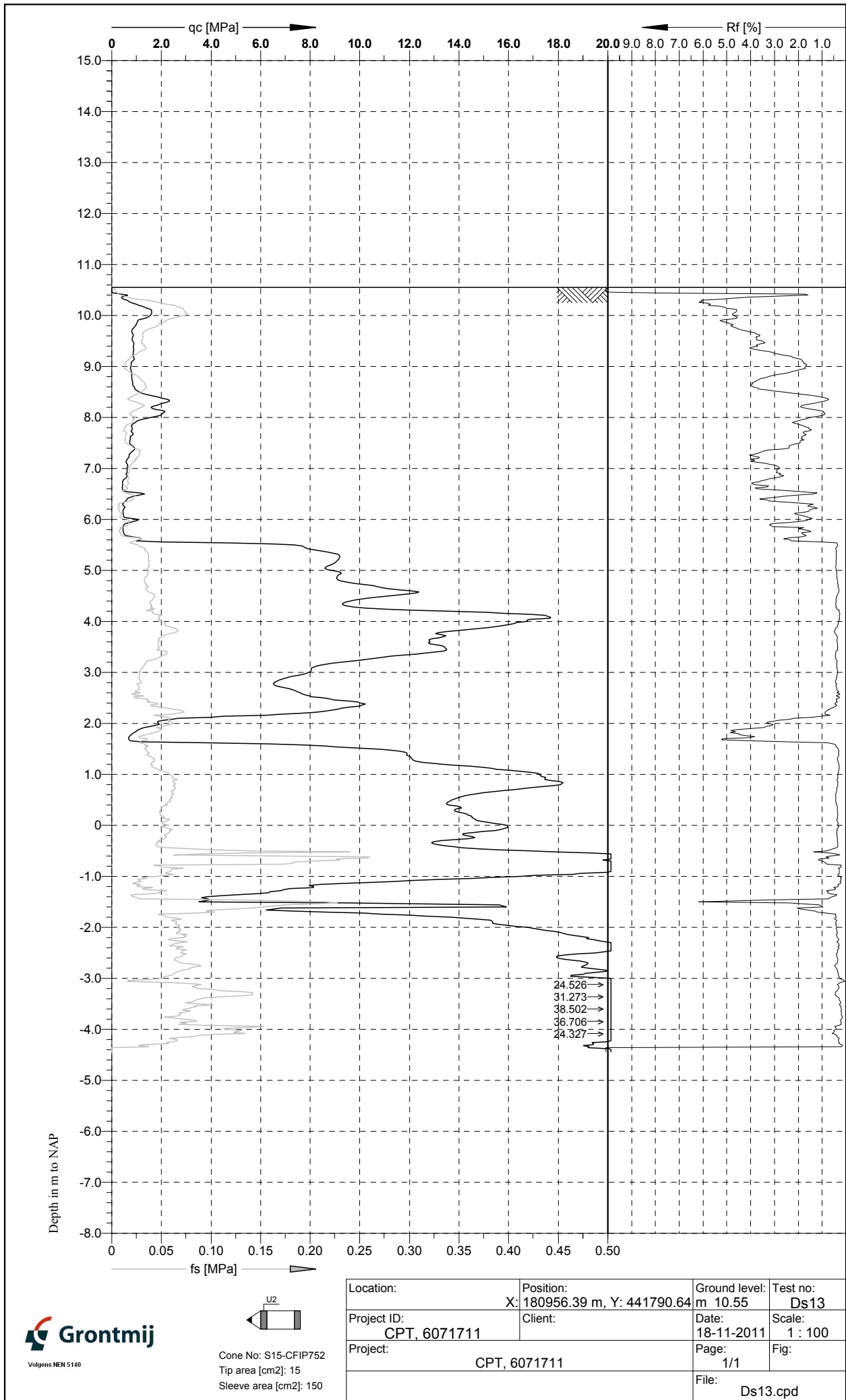
Location:	Position: X: 181177.28 m, Y: 441707.22	Ground level: m 8.52	Test no: Ds11
Project ID: CPT, 6071711	Client:	Date: 18-11-2011	Scale: 1 : 100
Project: CPT, 6071711		Page: 1/1	Fig:
		File: Ds11.cpd	



Cone No: S15-CFIP752
 Tip area [cm²]: 15
 Sleeve area [cm²]: 150



Location:	Position: X: 181117.90 m, Y: 441727.99	Ground level: m 8.49	Test no: Ds12
Project ID: CPT, 6071711	Client:	Date: 18-11-2011	Scale: 1 : 100
Project: CPT, 6071711		Page: 1/1	Fig:
		File: Ds12.cpd	

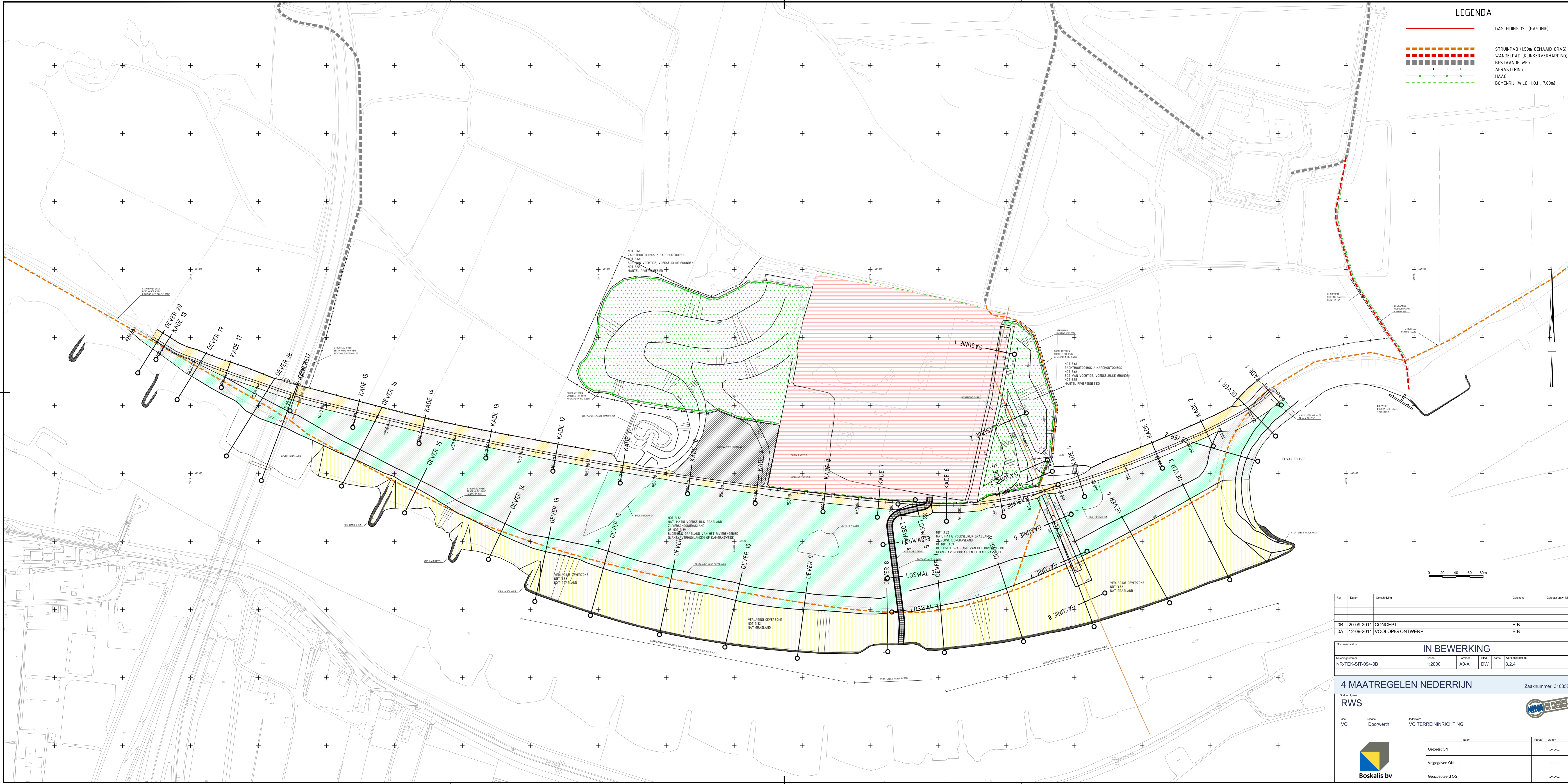


Cone No: S15-CFIP752
 Tip area [cm²]: 15
 Sleeve area [cm²]: 150

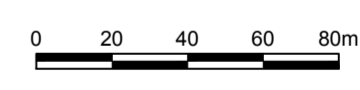
Location:	Position: X: 180956.39 m, Y: 441790.64	Ground level: m 10.55	Test no: Ds13
Project ID: CPT, 6071711	Client:	Date: 18-11-2011	Scale: 1 : 100
Project: CPT, 6071711		Page: 1/1	Fig:
		File: Ds13.cpd	

Bijlage 5

Lengteprofielen en dwarsprofielen



- LEGENDA:**
- GASLEIDING 12" (GASUNIE)
 - - - STRUINPAD (150m GEMAaid GRAS)
 - - - WANDELPAD (KLINKERVERHARDING)
 - - - BESTAANDE WEG
 - - - AFRASTERING
 - - - HAAG
 - - - BOMENRIJ (WILG H.O.H. 7.00m)



Rev.	Datum	Omschrijving	Geekend	Getoet door: Inzet
OB	20-09-2011	CONCEPT		E.B
OA	12-09-2011	VOOLOPIG ONTWERP		E.B

Documentstatus					
IN BEWERKING					
Projectnummer	Schaal	Format	Blad	Aantal	Werk periode
NR-TEK-SIT-094-0B	1:2000	A0-A1	DW	3,2,4	

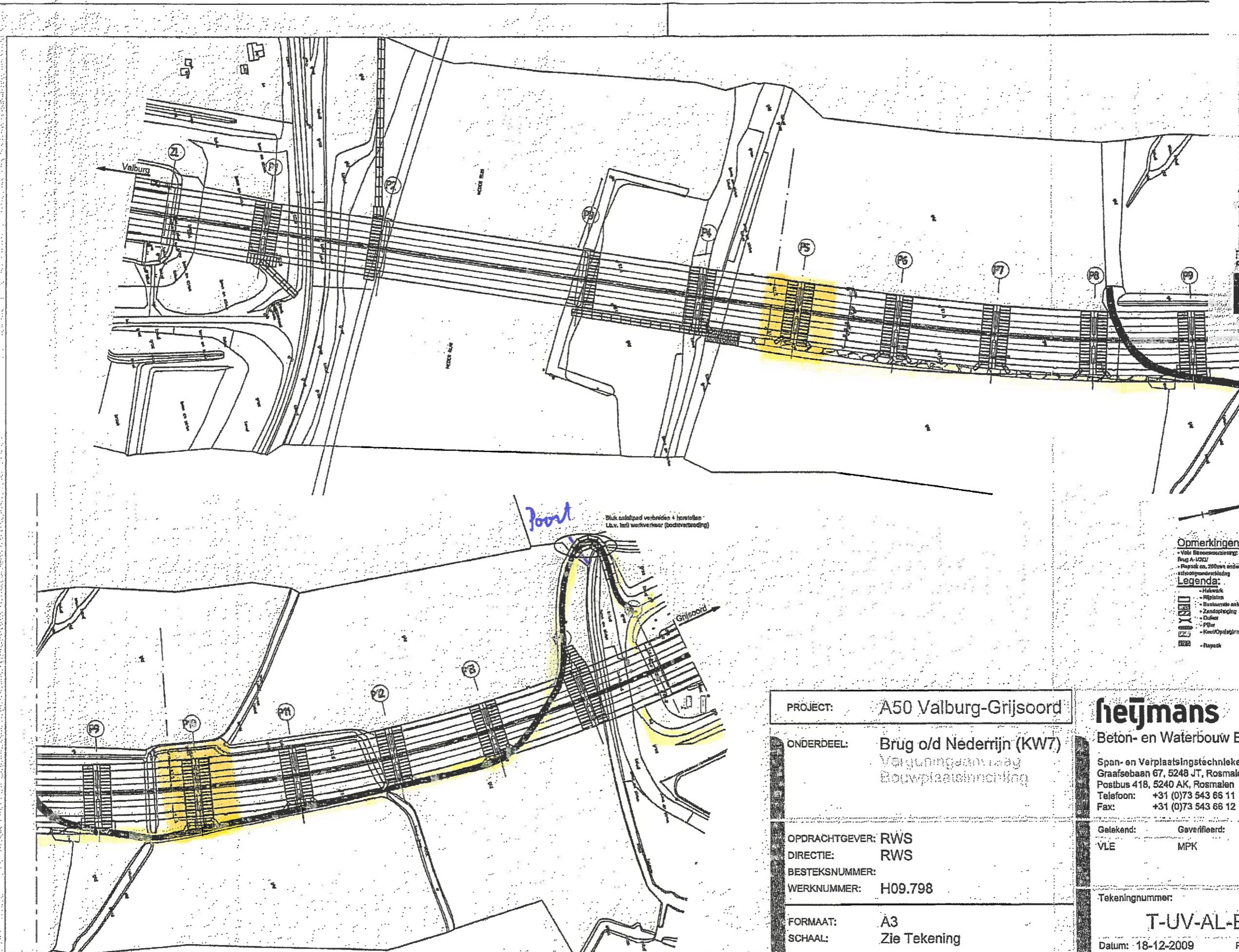
4 MAATREGELEN NEDERRIJN Zaaknummer: 31035845

RWS

Fase: VO Locatie: Doorwerth Onderwerp: VO TERREINRICHTING

Naam	Paraf	Datum
Getoetel ON		...
Vrijgegeven ON		...
Geaccepteerd OG		...

Boskalis bv



Rijkswaterstaat
 Ministerie van Verkeer en Waterstaat
 Rijkswaterstaat
 Dienst Verkeers- en Waterbouw
 Rijkswaterstaat
 Ministerie van Verkeer en Waterstaat

Bijlage 1 van 5
 Behorende bij beschikking P.A. van den Neste
 RWS/DON-2010/2622
 d.d. 18 MAART 2010

- Opmerkingen**
- Veld Bestemmingskaart: zie tekening(en) Blg A-1023
 - Rijkswaterstaat: 200mrit en/of dijken incl. schoonoeververbinding
- Legenda:**
- Heideveld
 - Rijkswaterstaat
 - Bestemmingskaart
 - Zandopvoering
 - Dijk
 - Pijler
 - KeerOpstapelmolen
 - Rijkswaterstaat

PROJECT:	A50 Valburg-Grijsoord
ONDERDEEL:	Brug o/d Nederrijn (KW7) VerGUNNINGSAANVRAAG Bouwplaatsinrichting
OPDRACHTGEVER:	RWS
DIRECTIE:	RWS
BESTEKSNUMMER:	
WERKNUMMER:	H09.798
FORMAAT:	A3
SCHAAL:	Zie Tekening

heijmans
 Beton- en Waterbouw B.V.

Span- en Verplaatsingstechnieken
 Graafsebaan 67, 5248 JT, Rosmalen
 Postbus 418, 5240 AK, Rosmalen
 Telefoon: +31 (0)73 543 66 11
 Fax: +31 (0)73 543 66 12

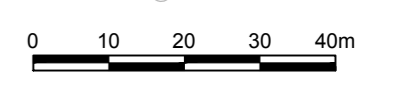
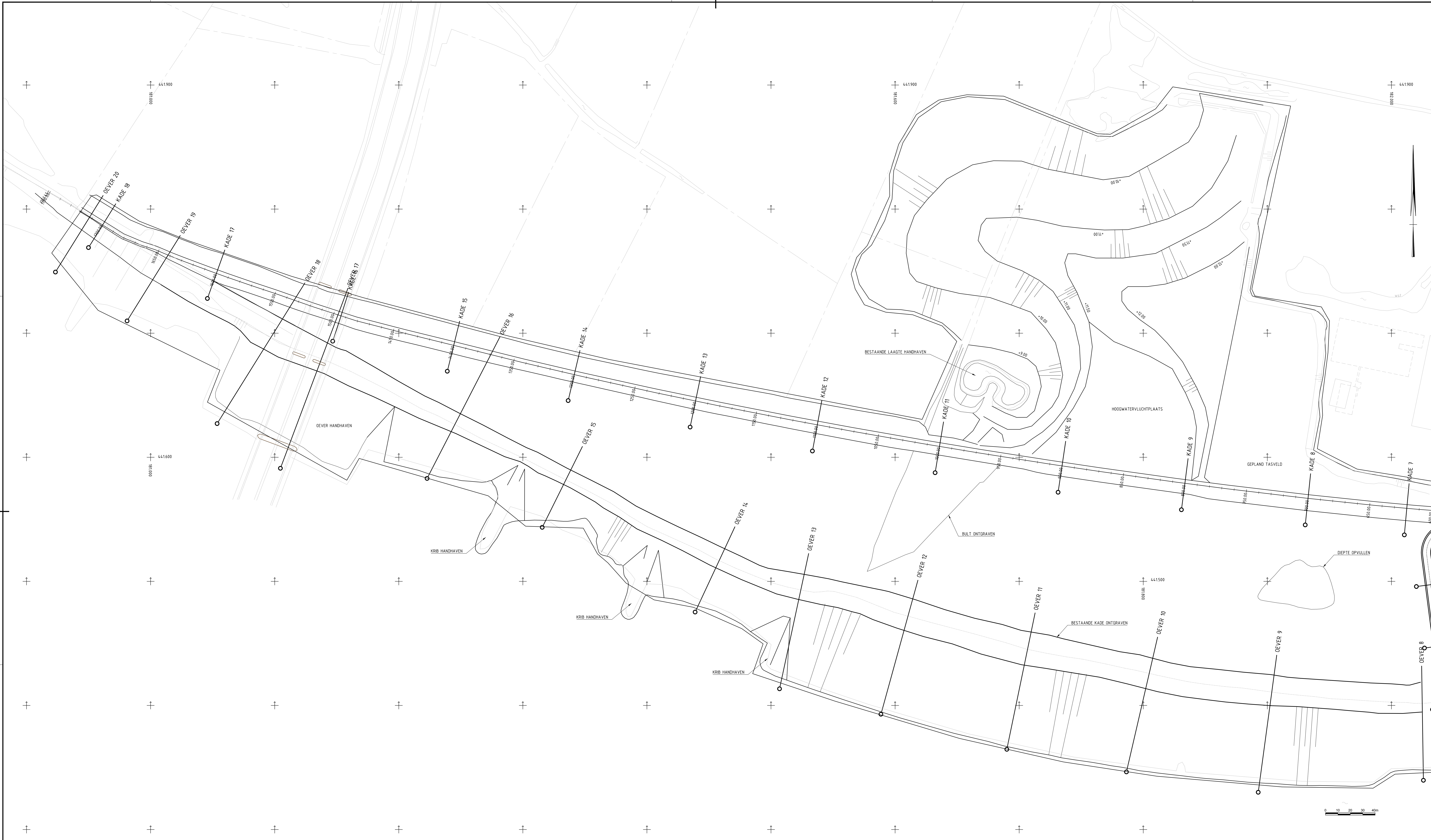
Geleend:	Gevefleerd:	Geautoriseerd:
VLE	MPK	MPK

Tekeningnummer:
T-UV-AL-BP-01

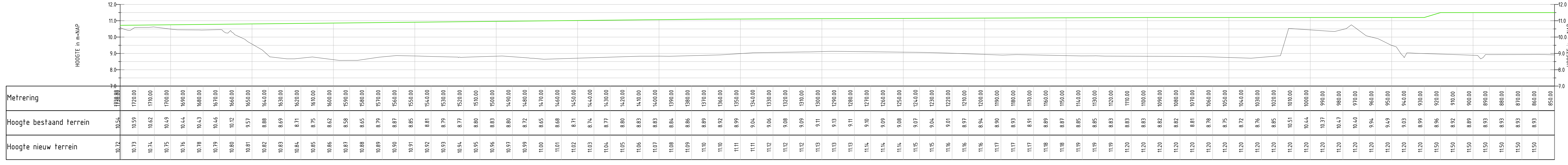
Datum: 18-12-2009 REVISIE: 1

Formaat: 297 x 420

c:\documents and settings\millel\local settings\temporary internet files\lokal\uv_al_bp_01 bouwplaatsinrichting.dwg



LENGTEPROFIEL KADE



Bijlage 6

Resultaten draagkrachtsberekening

Report for MFoundation 6.4

Design and Verification of Bearing/Tension Piles and Shallow Foundations
Developed by Deltares

Company: Grontmij

Date of report: 19-12-2011
Time of report: 21:11:21

Date of calculation: 19-12-2011
Time of calculation: 21:08:08

Filename: C:\..\06. Berekeningen brug A50\Fundering op staalPijler 4-001

Project identification: Uiterwaardvergraving Nederrijn - Brug A50
Ontgraven situaties pijler 4
MFoundation Pijler 4-001

1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Input Data	3
2.1 General Input Data	3
2.2 General Report Data	3
2.3 Application Area Model Shallow Foundations	3
2.4 Superstructure	3
2.5 General CPT Data	3
2.5.1 View of CPT's in Foundation Plan	3
2.6 Soil Data	4
2.6.1 Soil Profile Ds10	4
2.6.2 Soil Profile Ds11	5
2.6.3 Soil Profile Ds12	6
2.6.4 Soil Profile Ds13	7
2.6.5 Soil Profile Ds10 (1)	8
2.6.6 Soil Profile Ds11 (1)	9
2.6.7 Soil Profile Ds12 (1)	10
2.6.8 Soil Profile Ds13 (1)	11
2.6.9 Soil Profile Ds10 (1) (1)	12
2.6.10 Soil Profile Ds11 (1) (1)	12
2.6.11 Soil Profile Ds12 (1) (1)	13
2.6.12 Soil Profile Ds13 (1) (1)	14
2.7 Foundation Data	15
2.8 Foundation Plan	15
2.8.1 View of Foundation Plan	16
2.9 Load Data	16
2.9.1 Vertical Loads	16
2.9.2 Horizontal Loads	16
2.10 Requirements	17
2.11 Overruled Parameters	17
2.12 Calculation Options	17
3 Shallow Foundations: Results of Verification	18
3.1 Verification of Limit State 1A	18
3.1.1 Vertical Bearing Capacity, Undrained Situation	18
3.1.2 Vertical Bearing Capacity, Drained Situation	18
3.1.3 Horizontal Bearing Capacity	18
3.1.4 Stability	19

2 Input Data

2.1 General Input Data

Model Shallow Foundations

2.2 General Report Data

Geotechnical consultant :
Design engineer superstructure :
Principal :
Title 1 : Uiterwaardvergraving Nederrijn - Brug A50
Title 2 : Ontgraven situaties pijler 4
Title 3 : MFoundation Pijler 4-001
Number of project : 299493
Location of project :

2.3 Application Area Model Shallow Foundations

The verifications performed by the model Shallow Foundation of MFOUNDATION concern shallow foundations on which only static or quasi-static loads work. The foundation surface must be practically level and should not exceed an angle of 2.5 degrees with the horizon.

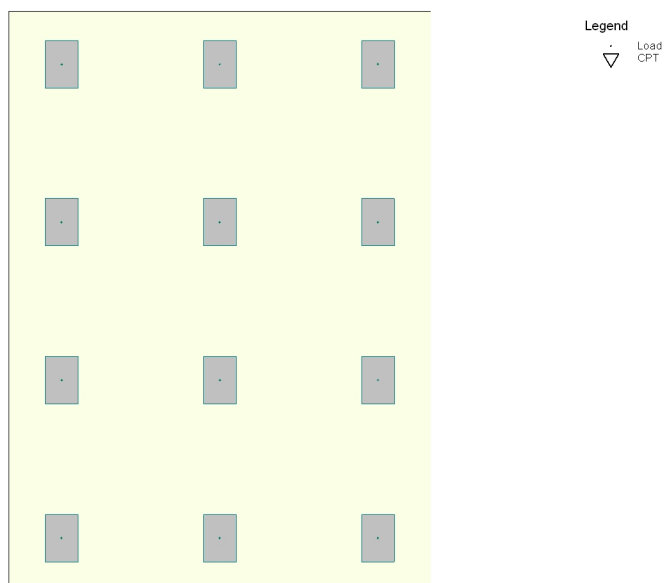
2.4 Superstructure

Type of superstructure : Other (than house)
Rigidity of the superstructure : Non-Rigid

2.5 General CPT Data

Number of CPT's : 12

2.5.1 View of CPT's in Foundation Plan



Number/name CPT	X-coordinate [m]	Y-coordinate [m]
1: Ds10	181293,71	441679,28
2: Ds11	181177,28	441707,22
3: Ds12	181117,90	441727,99
4: Ds13	180956,39	441790,64
5: Ds10 (1)	181293,71	441679,28
6: Ds11 (1)	181177,28	441707,22
7: Ds12 (1)	181117,90	441727,99
8: Ds13 (1)	180956,39	441790,64
9: Ds10 (1) (1)	181293,71	441679,28
10: Ds11 (1) (1)	181177,28	441707,22
11: Ds12 (1) (1)	181117,90	441727,99
12: Ds13 (1) (1)	180956,39	441790,64

2.6 Soil Data

Number of soilprofiles: 12

2.6.1 Soil Profile Ds10

Belonging to CPT

Surface level in [m. reference level] :

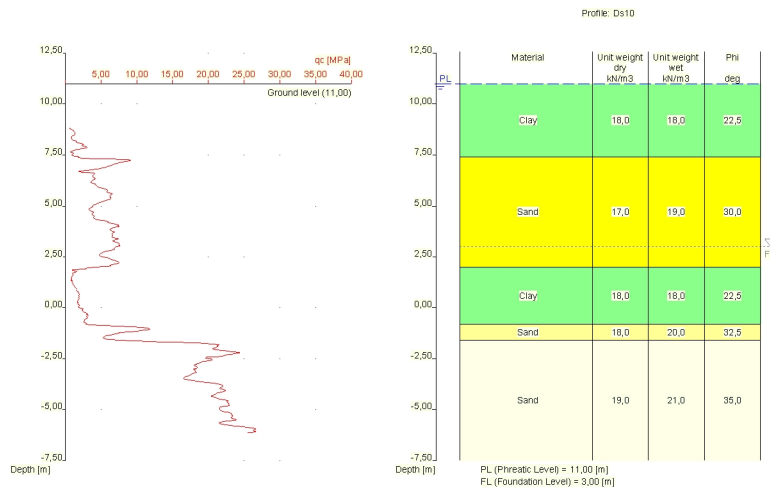
Phreatic level in [m. reference level] :

Placement depth of foundation element in [m R.L.] =

Concentration value according to Frohlich [-] =

Number of layers in profile :

Ds10
11,000
11,000
3,000
3
5



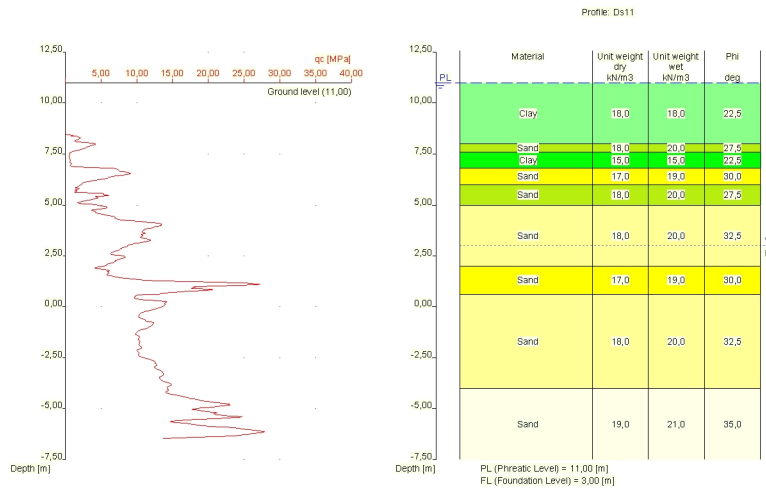
Number layer	Level top layer [m R.L.]	Gamma [kN/m3]	Gamma sat [kN/m3]	Phi [deg]	Cohesion [kPa]	f;undr [kPa]	Cc [-]	Ca [-]
1	11,000	18,00	18,00	22,50	5,00	80,00	0,12	0,00
2	7,400	17,00	19,00	30,00	0,00	0,00	0,01	0,00
3	2,000	18,00	18,00	22,50	5,00	80,00	0,12	0,00
4	-0,800	18,00	20,00	32,50	0,00	0,00	0,00	0,00
5	-1,600	19,00	21,00	35,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Number layer	Level top layer [m R.L.]	e0 [-]	Material type
1	11,000	0,00	Clay
2	7,400	0,26	Sand
3	2,000	0,00	Clay
4	-0,800	0,26	Sand
5	-1,600	0,26	Sand

2.6.2 Soil Profile Ds11

Belonging to CPT
 Surface level in [m. reference level] :
 Phreatic level in [m. reference level] :
 Placement depth of foundation element in [m R.L.] =
 Concentration value according to Frohlich [-] =
 Number of layers in profile :

Ds11
 11,000
 11,000
 3,000
 3
 9



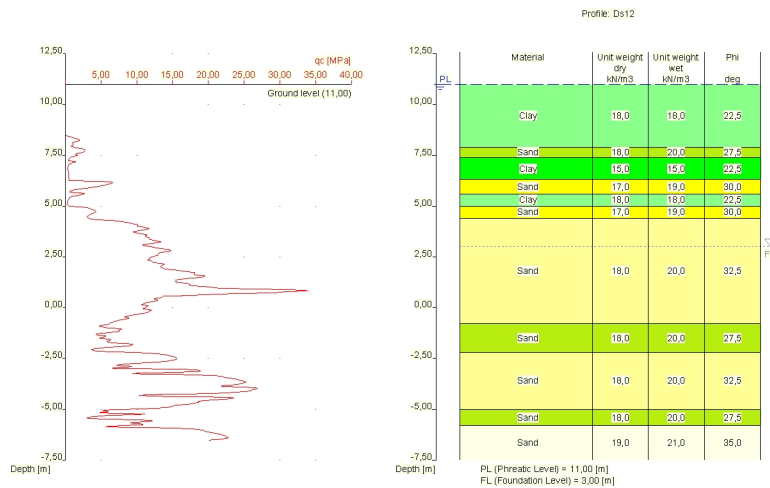
Number layer	Level top layer [m R.L.]	Gamma [kN/m3]	Gamma sat [kN/m3]	Phi [deg]	Cohesion [kPa]	f;undr [kPa]	Cc [-]	Ca [-]
1	11,000	18,00	18,00	22,50	5,00	80,00	0,12	0,00
2	8,000	18,00	20,00	27,50	0,00	0,00	0,09	0,00
3	7,600	15,00	15,00	22,50	0,00	40,00	0,23	0,01
4	6,800	17,00	19,00	30,00	0,00	0,00	0,01	0,00
5	6,000	18,00	20,00	27,50	0,00	0,00	0,09	0,00
6	5,000	18,00	20,00	32,50	0,00	0,00	0,00	0,00
7	2,000	17,00	19,00	30,00	0,00	0,00	0,01	0,00
8	0,600	18,00	20,00	32,50	0,00	0,00	0,00	0,00
9	-4,000	19,00	21,00	35,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Number layer	Level top layer [m R.L.]	e0 [-]	Material type
1	11,000	0,00	Clay
2	8,000	0,00	Sand
3	7,600	0,00	Clay

Number layer	Level top layer [m R.L.]	e0 [-]	Material type
4	6,800	0,26	Sand
5	6,000	0,00	Sand
6	5,000	0,26	Sand
7	2,000	0,26	Sand
8	0,600	0,26	Sand
9	-4,000	0,26	Sand

2.6.3 Soil Profile Ds12

Belonging to CPT Ds12
 Surface level in [m. reference level] : 11,000
 Phreatic level in [m. reference level] : 11,000
 Placement depth of foundation element in [m R.L.] = 3,000
 Concentration value according to Frohlich [-] = 3
 Number of layers in profile : 11



Number layer	Level top layer [m R.L.]	Gamma [kN/m ³]	Gamma sat [kN/m ³]	Phi [deg]	Cohesion [kPa]	f;undr [kPa]	Cc [-]	Ca [-]
1	11,000	18,00	18,00	22,50	5,00	80,00	0,12	0,00
2	7,900	18,00	20,00	27,50	0,00	0,00	0,09	0,00
3	7,400	15,00	15,00	22,50	0,00	40,00	0,23	0,01
4	6,300	17,00	19,00	30,00	0,00	0,00	0,01	0,00
5	5,600	18,00	18,00	22,50	5,00	80,00	0,12	0,00
6	5,000	17,00	19,00	30,00	0,00	0,00	0,01	0,00
7	4,400	18,00	20,00	32,50	0,00	0,00	0,00	0,00
8	-0,800	18,00	20,00	27,50	0,00	0,00	0,09	0,00
9	-2,200	18,00	20,00	32,50	0,00	0,00	0,00	0,00
10	-5,000	18,00	20,00	27,50	0,00	0,00	0,09	0,00
11	-5,800	19,00	21,00	35,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Number layer	Level top layer [m R.L.]	e0 [-]	Material type
1	11,000	0,00	Clay

Number layer	Level top layer [m R.L.]	e0 [-]	Material type
2	7,900	0,00	Sand
3	7,400	0,00	Clay
4	6,300	0,26	Sand
5	5,600	0,00	Clay
6	5,000	0,26	Sand
7	4,400	0,26	Sand
8	-0,800	0,00	Sand
9	-2,200	0,26	Sand
10	-5,000	0,00	Sand
11	-5,800	0,26	Sand

2.6.4 Soil Profile Ds13

Belonging to CPT

Surface level in [m. reference level] :

Phreatic level in [m. reference level] :

Placement depth of foundation element in [m R.L.] =

Concentration value according to Frohlich [-] =

Number of layers in profile :

Ds13

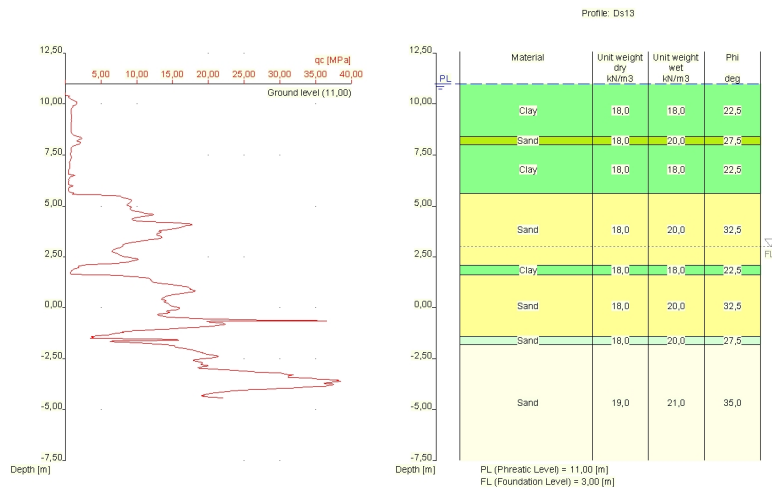
11,000

11,000

3,000

3

8



Number layer	Level top layer [m R.L.]	Gamma [kN/m ³]	Gamma sat [kN/m ³]	Phi [deg]	Cohesion [kPa]	f;undr [kPa]	Cc [-]	Ca [-]
1	11,000	18,00	18,00	22,50	5,00	80,00	0,12	0,00
2	8,400	18,00	20,00	27,50	0,00	0,00	0,09	0,00
3	8,000	18,00	18,00	22,50	5,00	80,00	0,12	0,00
4	5,600	18,00	20,00	32,50	0,00	0,00	0,00	0,00
5	2,100	18,00	18,00	22,50	5,00	80,00	0,12	0,00
6	1,600	18,00	20,00	32,50	0,00	0,00	0,00	0,00
7	-1,400	18,00	20,00	27,50	0,00	0,00	0,09	0,00
8	-1,800	19,00	21,00	35,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Number layer	Level top layer [m R.L.]	e0 [-]	Material type
1	11,000	0,00	Clay
2	8,400	0,00	Sand
3	8,000	0,00	Clay
4	5,600	0,26	Sand
5	2,100	0,00	Clay
6	1,600	0,26	Sand
7	-1,400	0,00	Sand
8	-1,800	0,26	Sand

2.6.5 Soil Profile Ds10 (1)

Belonging to CPT

Surface level in [m. reference level] :

Phreatic level in [m. reference level] :

Placement depth of foundation element in [m R.L.] =

Concentration value according to Frohlich [-] =

Number of layers in profile :

Ds10 (1)

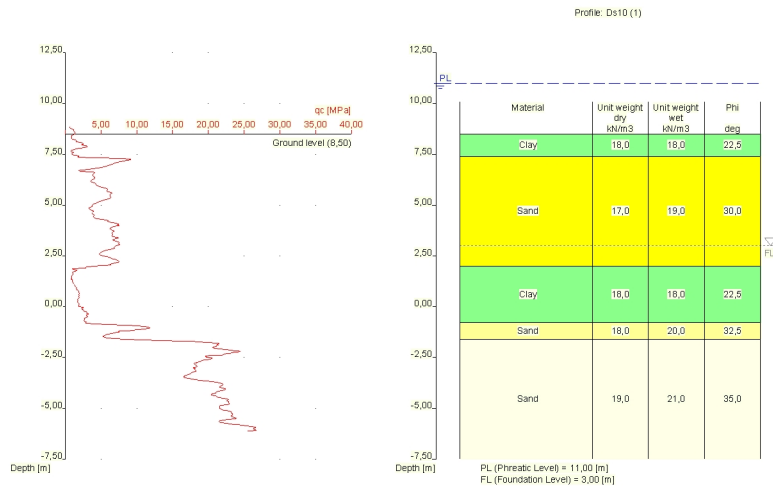
8,500

11,000

3,000

3

5



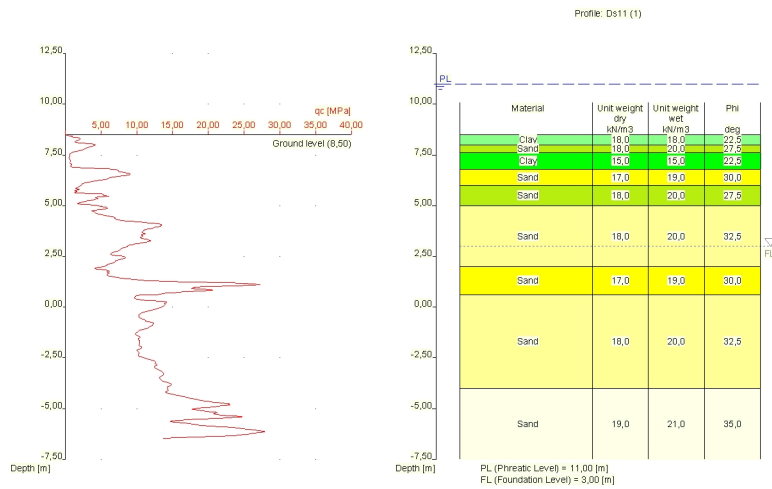
Number layer	Level top layer [m R.L.]	Gamma [kN/m ³]	Gamma sat [kN/m ³]	Phi [deg]	Cohesion [kPa]	f;undr [kPa]	Cc [-]	Ca [-]
1	8,500	18,00	18,00	22,50	5,00	80,00	0,12	0,00
2	7,400	17,00	19,00	30,00	0,00	0,00	0,01	0,00
3	2,000	18,00	18,00	22,50	5,00	80,00	0,12	0,00
4	-0,800	18,00	20,00	32,50	0,00	0,00	0,00	0,00
5	-1,600	19,00	21,00	35,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Number layer	Level top layer [m R.L.]	e0 [-]	Material type
1	8,500	0,00	Clay
2	7,400	0,26	Sand
3	2,000	0,00	Clay
4	-0,800	0,26	Sand

Number layer	Level top layer [m R.L.]	e0 [-]	Material type
5	-1,600	0,26	Sand

2.6.6 Soil Profile Ds11 (1)

Belonging to CPT
 Surface level in [m. reference level] : 8,500
 Phreatic level in [m. reference level] : 11,000
 Placement depth of foundation element in [m R.L.] = 3,000
 Concentration value according to Frohlich [-] = 3
 Number of layers in profile : 9



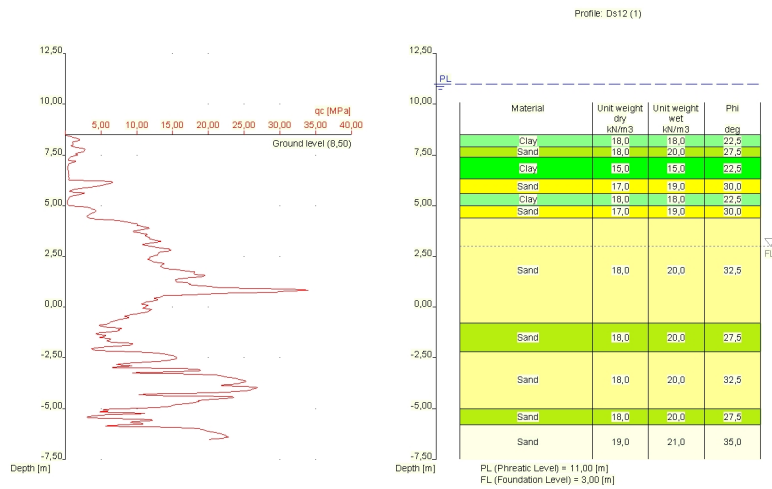
Number layer	Level top layer [m R.L.]	Gamma [kN/m ³]	Gamma sat [kN/m ³]	Phi [deg]	Cohesion [kPa]	f;undr [kPa]	Cc [-]	Ca [-]
1	8,500	18,00	18,00	22,50	5,00	80,00	0,12	0,00
2	8,000	18,00	20,00	27,50	0,00	0,00	0,09	0,00
3	7,600	15,00	15,00	22,50	0,00	40,00	0,23	0,01
4	6,800	17,00	19,00	30,00	0,00	0,00	0,01	0,00
5	6,000	18,00	20,00	27,50	0,00	0,00	0,09	0,00
6	5,000	18,00	20,00	32,50	0,00	0,00	0,00	0,00
7	2,000	17,00	19,00	30,00	0,00	0,00	0,01	0,00
8	0,600	18,00	20,00	32,50	0,00	0,00	0,00	0,00
9	-4,000	19,00	21,00	35,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Number layer	Level top layer [m R.L.]	e0 [-]	Material type
1	8,500	0,00	Clay
2	8,000	0,00	Sand
3	7,600	0,00	Clay
4	6,800	0,26	Sand
5	6,000	0,00	Sand
6	5,000	0,26	Sand
7	2,000	0,26	Sand
8	0,600	0,26	Sand

Number layer	Level top layer [m R.L.]	e0 [-]	Material type
9	-4,000	0,26	Sand

2.6.7 Soil Profile Ds12 (1)

Belonging to CPT
 Surface level in [m. reference level] : Ds12 (1) 8,500
 Phreatic level in [m. reference level] : 11,000
 Placement depth of foundation element in [m R.L.] = 3,000
 Concentration value according to Frohlich [-] = 3
 Number of layers in profile : 11



Number layer	Level top layer [m R.L.]	Gamma [kN/m3]	Gamma sat [kN/m3]	Phi [deg]	Cohesion [kPa]	f;undr [kPa]	Cc [-]	Ca [-]
1	8,500	18,00	18,00	22,50	5,00	80,00	0,12	0,00
2	7,900	18,00	20,00	27,50	0,00	0,00	0,09	0,00
3	7,400	15,00	15,00	22,50	0,00	40,00	0,23	0,01
4	6,300	17,00	19,00	30,00	0,00	0,00	0,01	0,00
5	5,600	18,00	18,00	22,50	5,00	80,00	0,12	0,00
6	5,000	17,00	19,00	30,00	0,00	0,00	0,01	0,00
7	4,400	18,00	20,00	32,50	0,00	0,00	0,00	0,00
8	-0,800	18,00	20,00	27,50	0,00	0,00	0,09	0,00
9	-2,200	18,00	20,00	32,50	0,00	0,00	0,00	0,00
10	-5,000	18,00	20,00	27,50	0,00	0,00	0,09	0,00
11	-5,800	19,00	21,00	35,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Number layer	Level top layer [m R.L.]	e0 [-]	Material type
1	8,500	0,00	Clay
2	7,900	0,00	Sand
3	7,400	0,00	Clay
4	6,300	0,26	Sand
5	5,600	0,00	Clay
6	5,000	0,26	Sand

Number layer	Level top layer [m R.L.]	e0 [-]	Material type
7	4,400	0,26	Sand
8	-0,800	0,00	Sand
9	-2,200	0,26	Sand
10	-5,000	0,00	Sand
11	-5,800	0,26	Sand

2.6.8 Soil Profile Ds13 (1)

Belonging to CPT

Surface level in [m. reference level] :

Phreatic level in [m. reference level] :

Placement depth of foundation element in [m R.L.] =

Concentration value according to Frohlich [-] =

Number of layers in profile :

Ds13 (1)

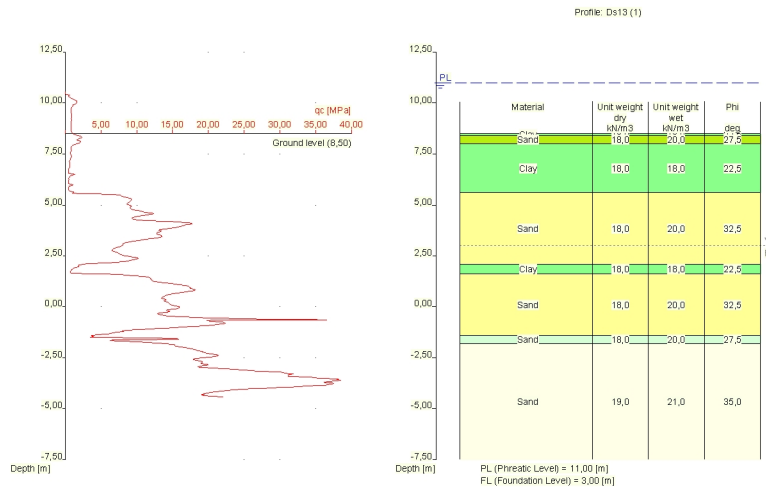
8,500

11,000

3,000

3

8



Number layer	Level top layer [m R.L.]	Gamma [kN/m3]	Gamma sat [kN/m3]	Phi [deg]	Cohesion [kPa]	f;undr [kPa]	Cc [-]	Ca [-]
1	8,500	18,00	18,00	22,50	5,00	80,00	0,12	0,00
2	8,400	18,00	20,00	27,50	0,00	0,00	0,09	0,00
3	8,000	18,00	18,00	22,50	5,00	80,00	0,12	0,00
4	5,600	18,00	20,00	32,50	0,00	0,00	0,00	0,00
5	2,100	18,00	18,00	22,50	5,00	80,00	0,12	0,00
6	1,600	18,00	20,00	32,50	0,00	0,00	0,00	0,00
7	-1,400	18,00	20,00	27,50	0,00	0,00	0,09	0,00
8	-1,800	19,00	21,00	35,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Number layer	Level top layer [m R.L.]	e0 [-]	Material type
1	8,500	0,00	Clay
2	8,400	0,00	Sand
3	8,000	0,00	Clay
4	5,600	0,26	Sand
5	2,100	0,00	Clay

Number layer	Level top layer [m R.L.]	e0 [-]	Material type
6	1,600	0,26	Sand
7	-1,400	0,00	Sand
8	-1,800	0,26	Sand

2.6.9 Soil Profile Ds10 (1) (1)

Belonging to CPT

Surface level in [m. reference level] :

Phreatic level in [m. reference level] :

Placement depth of foundation element in [m R.L.] =

Concentration value according to Frohlich [-] =

Number of layers in profile :

Ds10 (1) (1)

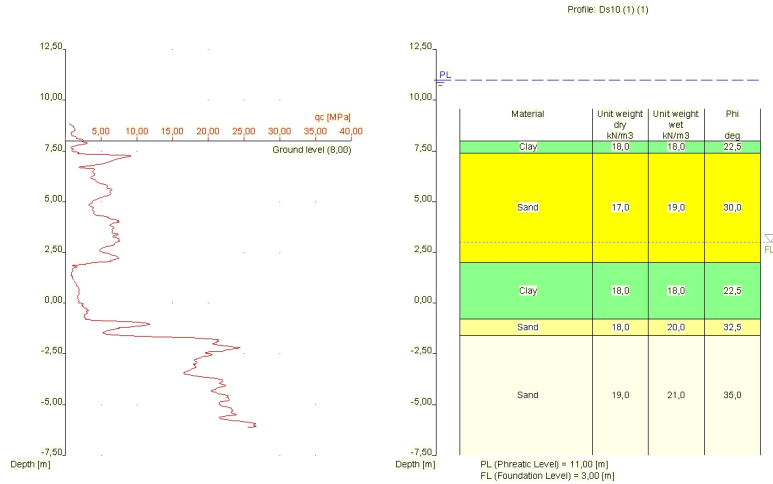
8,000

11,000

3,000

3

5



Number layer	Level top layer [m R.L.]	Gamma [kN/m3]	Gamma sat [kN/m3]	Phi [deg]	Cohesion [kPa]	f;undr [kPa]	Cc [-]	Ca [-]
1	8,000	18,00	18,00	22,50	5,00	80,00	0,12	0,00
2	7,400	17,00	19,00	30,00	0,00	0,00	0,01	0,00
3	2,000	18,00	18,00	22,50	5,00	80,00	0,12	0,00
4	-0,800	18,00	20,00	32,50	0,00	0,00	0,00	0,00
5	-1,600	19,00	21,00	35,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Number layer	Level top layer [m R.L.]	e0 [-]	Material type
1	8,000	0,00	Clay
2	7,400	0,26	Sand
3	2,000	0,00	Clay
4	-0,800	0,26	Sand
5	-1,600	0,26	Sand

2.6.10 Soil Profile Ds11 (1) (1)

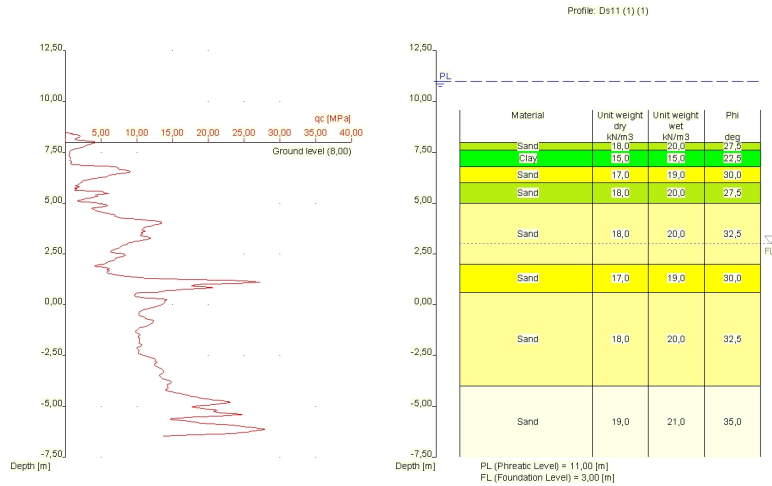
Belonging to CPT

Surface level in [m. reference level] :

Ds11 (1) (1)

8,000

Phreatic level in [m. reference level] : 11,000
 Placement depth of foundation element in [m R.L.] = 3,000
 Concentration value according to Frohlich [-] = 3
 Number of layers in profile : 8

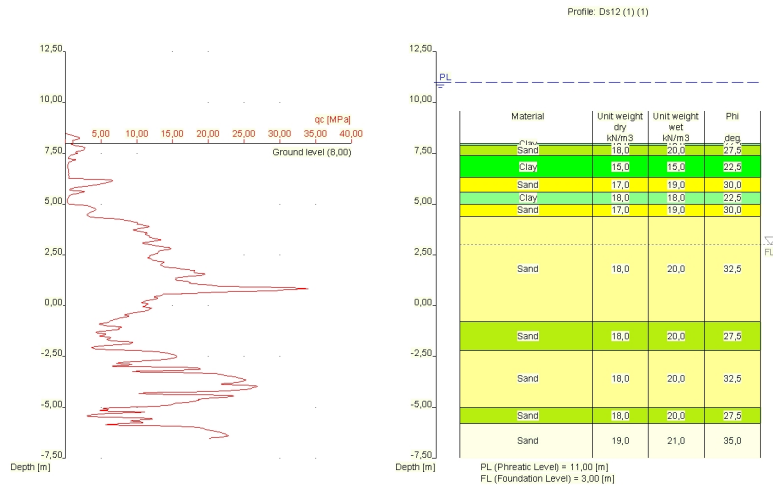


Number layer	Level top layer [m R.L.]	Gamma [kN/m ³]	Gamma sat [kN/m ³]	Phi [deg]	Cohesion [kPa]	f;undr [kPa]	Cc [-]	Ca [-]
1	8,000	18,00	20,00	27,50	0,00	0,00	0,09	0,00
2	7,600	15,00	15,00	22,50	0,00	40,00	0,23	0,01
3	6,800	17,00	19,00	30,00	0,00	0,00	0,01	0,00
4	6,000	18,00	20,00	27,50	0,00	0,00	0,09	0,00
5	5,000	18,00	20,00	32,50	0,00	0,00	0,00	0,00
6	2,000	17,00	19,00	30,00	0,00	0,00	0,01	0,00
7	0,600	18,00	20,00	32,50	0,00	0,00	0,00	0,00
8	-4,000	19,00	21,00	35,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Number layer	Level top layer [m R.L.]	e0 [-]	Material type
1	8,000	0,00	Sand
2	7,600	0,00	Clay
3	6,800	0,26	Sand
4	6,000	0,00	Sand
5	5,000	0,26	Sand
6	2,000	0,26	Sand
7	0,600	0,26	Sand
8	-4,000	0,26	Sand

2.6.11 Soil Profile Ds12 (1) (1)

Belonging to CPT Ds12 (1) (1)
 Surface level in [m. reference level] : 8,000
 Phreatic level in [m. reference level] : 11,000
 Placement depth of foundation element in [m R.L.] = 3,000
 Concentration value according to Frohlich [-] = 3
 Number of layers in profile : 11



Number layer	Level top layer [m R.L.]	Gamma [kN/m ³]	Gamma sat [kN/m ³]	Phi [deg]	Cohesion [kPa]	f;undr [kPa]	Cc [-]	Ca [-]
1	8,000	18,00	18,00	22,50	5,00	80,00	0,12	0,00
2	7,900	18,00	20,00	27,50	0,00	0,00	0,09	0,00
3	7,400	15,00	15,00	22,50	0,00	40,00	0,23	0,01
4	6,300	17,00	19,00	30,00	0,00	0,00	0,01	0,00
5	5,600	18,00	18,00	22,50	5,00	80,00	0,12	0,00
6	5,000	17,00	19,00	30,00	0,00	0,00	0,01	0,00
7	4,400	18,00	20,00	32,50	0,00	0,00	0,00	0,00
8	-0,800	18,00	20,00	27,50	0,00	0,00	0,09	0,00
9	-2,200	18,00	20,00	32,50	0,00	0,00	0,00	0,00
10	-5,000	18,00	20,00	27,50	0,00	0,00	0,09	0,00
11	-5,800	19,00	21,00	35,00	0,00	0,00	0,00	0,00

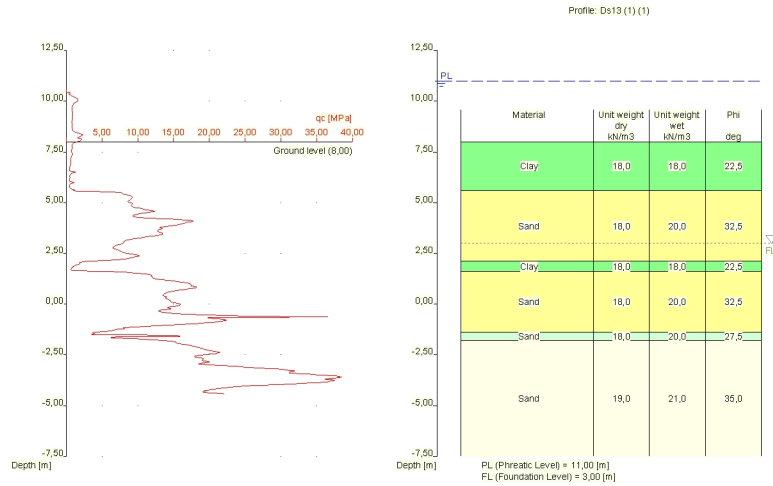
Number layer	Level top layer [m R.L.]	e0 [-]	Material type
1	8,000	0,00	Clay
2	7,900	0,00	Sand
3	7,400	0,00	Clay
4	6,300	0,26	Sand
5	5,600	0,00	Clay
6	5,000	0,26	Sand
7	4,400	0,26	Sand
8	-0,800	0,00	Sand
9	-2,200	0,26	Sand
10	-5,000	0,00	Sand
11	-5,800	0,26	Sand

2.6.12 Soil Profile Ds13 (1) (1)

Belonging to CPT	Ds13 (1) (1)
Surface level in [m. reference level] :	8,000
Phreatic level in [m. reference level] :	11,000
Placement depth of foundation element in [m R.L.] =	3,000
Concentration value according to Frohlich [-] =	3

Number of layers in profile :

6



Number layer	Level top layer [m R.L.]	Gamma [kN/m ³]	Gamma sat [kN/m ³]	Phi [deg]	Cohesion [kPa]	f;undr [kPa]	Cc [-]	Ca [-]
1	8,000	18,00	18,00	22,50	5,00	80,00	0,12	0,00
2	5,600	18,00	20,00	32,50	0,00	0,00	0,00	0,00
3	2,100	18,00	18,00	22,50	5,00	80,00	0,12	0,00
4	1,600	18,00	20,00	32,50	0,00	0,00	0,00	0,00
5	-1,400	18,00	20,00	27,50	0,00	0,00	0,09	0,00
6	-1,800	19,00	21,00	35,00	0,00	0,00	0,00	0,00

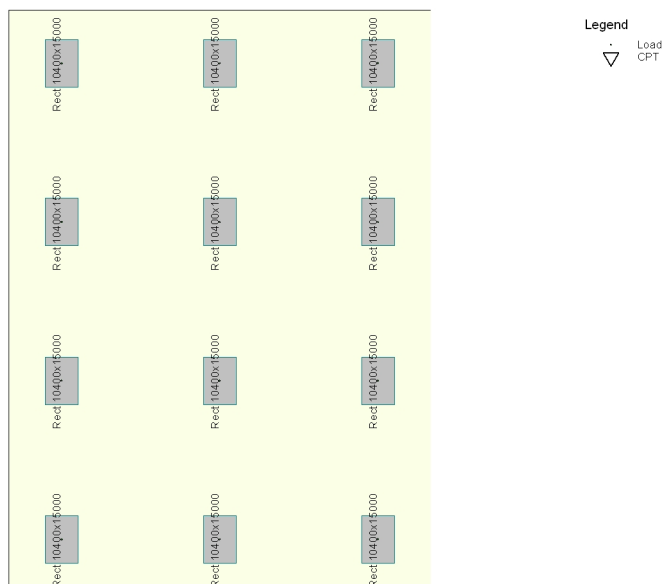
Number layer	Level top layer [m R.L.]	e0 [-]	Material type
1	8,000	0,00	Clay
2	5,600	0,26	Sand
3	2,100	0,00	Clay
4	1,600	0,26	Sand
5	-1,400	0,00	Sand
6	-1,800	0,26	Sand

2.7 Foundation Data

Element name	Element shape	Width [m]	Length [m]	Diameter [m]
Rect 10400..	Rectangular elem.	10,40	15,00	n.a.

2.8 Foundation Plan

2.8.1 View of Foundation Plan



Element number/ name	Xm [m]	Ym [m]	angle [deg]	Matching type name	Matching profile name	Matching load name	Nearby slope
1: Ds10	0,00	0,00	0,00	Rect 10400x15..	Ds10 ...	Load (1)	None
2: Ds11	0,00	50,00	0,00	Rect 10400x15..	Ds11 ...	Load (1)	None
3: Ds12	0,00	100,00	0,00	Rect 10400x15..	Ds12 ...	Load (1)	None
4: Ds13	0,00	150,00	0,00	Rect 10400x15..	Ds13 ...	Load (1)	None
5: Ds10(+3,...	50,00	0,00	0,00	Rect 10400x15..	Ds10 (1) ...	Load (1)	None
6: Ds11(+3,...	50,00	50,00	0,00	Rect 10400x15..	Ds11 (1) ...	Load (1)	None
7: Ds12(+3,...	50,00	100,00	0,00	Rect 10400x15..	Ds12 (1) ...	Load (1)	None
8: Ds13(+3,...	50,00	150,00	0,00	Rect 10400x15..	Ds13 (1) ...	Load (1)	None
9: Ds10(+2,...	100,00	0,00	0,00	Rect 10400x15..	Ds10 (1) ...	Load (1)	None
10: Ds11(+...)	100,00	50,00	0,00	Rect 10400x15..	Ds11 (1) ...	Load (1)	None
11: Ds12(+...)	100,00	100,00	0,00	Rect 10400x15..	Ds12 (1) ...	Load (1)	None
12: Ds13(+...)	100,00	150,00	0,00	Rect 10400x15..	Ds13 (1) ...	Load (1)	None

2.9 Load Data

2.9.1 Vertical Loads

Load	eLat. LS 1A/1B [m]	eLong. LS 1A/1B [m]	Fs;v;d LS 1A/1B [kN]	eLat. LS 2 [m]	eLong. LS 2 [m]	Fs;v;d LS 2 [kN]
Load (1)	0,00	0,00	46800,00	0,00	0,00	39000,00

2.9.2 Horizontal Loads

Load	eH LS 1A/1B [m]	Fs;h;d LS 1A/1B [kN]	eH LS 2 [m]	Fs;h;d LS 2 [kN]	Kappa [deg]
Load (1)	0,00	0,00	0,00	0,00	90,00

2.10 Requirements

Limit state 1B	
Maximum allowed settlement in [m] :	0,150
Maximum allowed (relative) rotation :	1 / 100
Limit state 2	
Maximum allowed settlement in [m] :	0,150
Maximum allowed (relative) rotation :	1 / 300

2.11 Overruled Parameters

All parameters according to standard.

2.12 Calculation Options

Do not create intermediate results file
Do not use the interaction model.

3 Shallow Foundations: Results of Verification

3.1 Verification of Limit State 1A

Required by NEN 6740 art. 5.2 and 6.4.1: $F_{s;d} \leq F_{r;d}$.

3.1.1 Vertical Bearing Capacity, Undrained Situation

Found elem. name	Calc. case	$F_{s;v;d}$ [kN]	$F_{r;v;d}$ [kN]	$F_{r;v;d}$ (Squeeze) [kN]	F_{pull} [kN]	Result of verification
Ds10	Case C	48523,63	66831,84	0,00	0,00	PASSED
Ds11	NONE					
Ds12	NONE					
Ds13	Case C	48519,72	66778,99	0,00	0,00	PASSED
Ds10(+3,0)	Case C	48523,63	64235,18	0,00	0,00	PASSED
Ds11(+3,0)	NONE					
Ds12(+3,0)	NONE					
Ds13(+3,0)	Case C	48519,72	64193,93	0,00	0,00	PASSED
Ds10(+2,5)	Case C	48523,63	63715,85	0,00	0,00	PASSED
Ds11(+2,5)	NONE					
Ds12(+2,5)	NONE					
Ds13(+2,5)	Case C	48519,72	63558,74	0,00	0,00	PASSED

- the highest value of $F_{r;v;d}$ is used in the verification!

- F_{pull} ($0.5 \cdot w' \cdot c_{u;d}$) is the tension force in the element per meter which should be handled by the element in case of squeeze (see last paragraph of article 5.2.7, NEN 6744).

3.1.2 Vertical Bearing Capacity, Drained Situation

Found elem. name	Calc. case	$F_{s;v;d}$ [kN]	$F_{r;v;d}$ [kN]	$F_{s;v;d}$ (Punch) [kN]	$F_{r;v;d}$ (Punch) [kN]	Result of verification
Ds10	Case C	46800,00	214551...	48523,63	263331,13	PASSED
Ds11	Case B	46800,00	297053...	0,00	0,00	PASSED
Ds12	Case C	46800,00	259138...	54549,23	475049,92	PASSED
Ds13	Case C	46800,00	306304...	48519,72	359725,11	PASSED
Ds10(+3,0)	Case C	46800,00	171901...	48523,63	216233,49	PASSED
Ds11(+3,0)	Case B	46800,00	239974...	0,00	0,00	PASSED
Ds12(+3,0)	Case C	46800,00	206935...	54549,23	408757,14	PASSED
Ds13(+3,0)	Case C	46800,00	248669...	48519,72	298174,33	PASSED
Ds10(+2,5)	Case C	46800,00	163372...	48523,63	206813,96	PASSED
Ds11(+2,5)	Case B	46800,00	228559...	0,00	0,00	PASSED
Ds12(+2,5)	Case C	46800,00	196495...	54549,23	395498,58	PASSED
Ds13(+2,5)	Case C	46800,00	234508...	48519,72	283050,43	PASSED

Note: both the situation with and without punch through are checked!

3.1.3 Horizontal Bearing Capacity

Found elem. name	$F_{s;h;d}$ [kN]	$Sh;d$ undrained [kN]	$Sh;d$ drained [kN]	Result of verification undrained	Result of verification drained
Ds10	0,00	0,00	0,00	PASSED	PASSED
Ds11	0,00	0,00	0,00	n.a.	PASSED
Ds12	0,00	0,00	0,00	n.a.	PASSED
Ds13	0,00	0,00	0,00	PASSED	PASSED
Ds10(+3,0)	0,00	0,00	0,00	PASSED	PASSED
Ds11(+3,0)	0,00	0,00	0,00	n.a.	PASSED
Ds12(+3,0)	0,00	0,00	0,00	n.a.	PASSED
Ds13(+3,0)	0,00	0,00	0,00	PASSED	PASSED
Ds10(+2,5)	0,00	0,00	0,00	PASSED	PASSED
Ds11(+2,5)	0,00	0,00	0,00	n.a.	PASSED
Ds12(+2,5)	0,00	0,00	0,00	n.a.	PASSED
Ds13(+2,5)	0,00	0,00	0,00	PASSED	PASSED

Note: As passive neither active soil loads are taken into account while determining the horizontal bearing capacity, the qualification "FAILED" in the above table is not an definitive answer. Additional calculations , based on NEN 6740 Chapter 12 including all factors, can lead to a different conclusion.

3.1.4 Stability

Found elem. name	Minimum l' [m]	Minimum w' [m]	Phi`d [deg]	Tip over stability	Total stability
Ds10	15,00	10,40	27,36	PASSED	PASSED
Ds11	15,00	10,40	29,38	PASSED	PASSED
Ds12	15,00	10,40	29,18	PASSED	PASSED
Ds13	15,00	10,40	29,65	PASSED	PASSED
Ds10(+3,0)	15,00	10,40	27,36	PASSED	PASSED
Ds11(+3,0)	15,00	10,40	29,38	PASSED	PASSED
Ds12(+3,0)	15,00	10,40	29,18	PASSED	PASSED
Ds13(+3,0)	15,00	10,40	29,65	PASSED	PASSED
Ds10(+2,5)	15,00	10,40	27,36	PASSED	PASSED
Ds11(+2,5)	15,00	10,40	29,38	PASSED	PASSED
Ds12(+2,5)	15,00	10,40	29,18	PASSED	PASSED
Ds13(+2,5)	15,00	10,40	29,65	PASSED	PASSED

End of Report

Resultaten afdame draagvermogen pijler (UGT)

pijler 4
o.k. fundering op NAP +3,0 m
sondeergrafieken Ds10, Ds11, Ds12 en Ds13

Verticale belasting (op funderingsniveau)

F_{s,v;d} = 46800 kN
F_{Smin} = 1,278

Verticaal draagvermogen (ongedraineerd)

ontgravings niveau [m+NAP]	ontgravings diepte [m-mv]	Ds10 F _{r,max;d} [kN]	Ds11 F _{r,max;d} [kN]	Ds12 F _{r,max;d} [kN]	Ds13 F _{r,max;d} [kN]	Ds10 F _{s,max;d} [kN]	Ds11 F _{s,max;d} [kN]	Ds12 F _{s,max;d} [kN]	Ds13 F _{s,max;d} [kN]
11,0	0,0	66832	-	-	66779	48524	-	-	48520
8,5	2,5	64235	-	-	64194	48524	-	-	48520
8,0	3,0	63716	-	-	63559	48524	-	-	48520
7,5	3,5	63197	-	-	63042	48524	-	-	48520
7,0	4,0	62618	-	-	62525	48524	-	-	48520
6,5	4,5	62024	-	-	62008	48524	-	-	48520

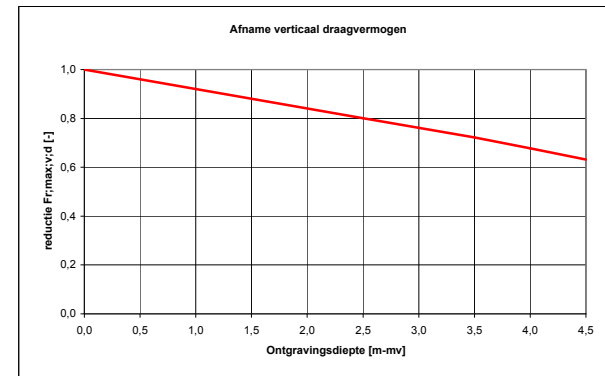
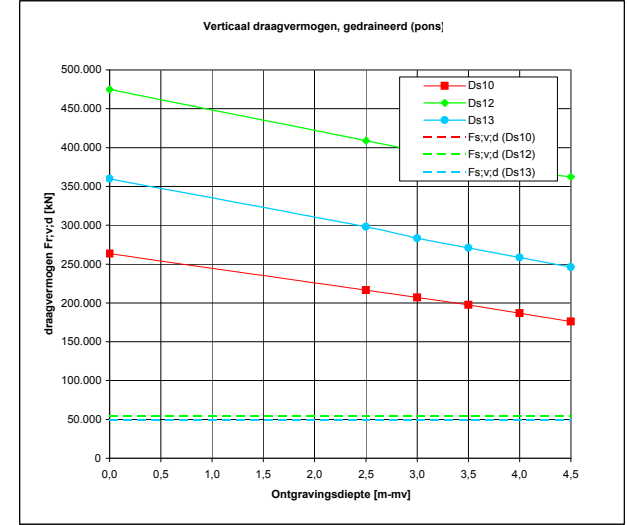
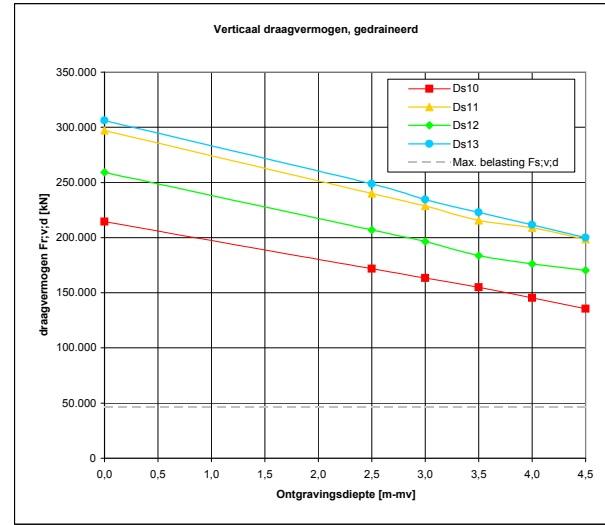
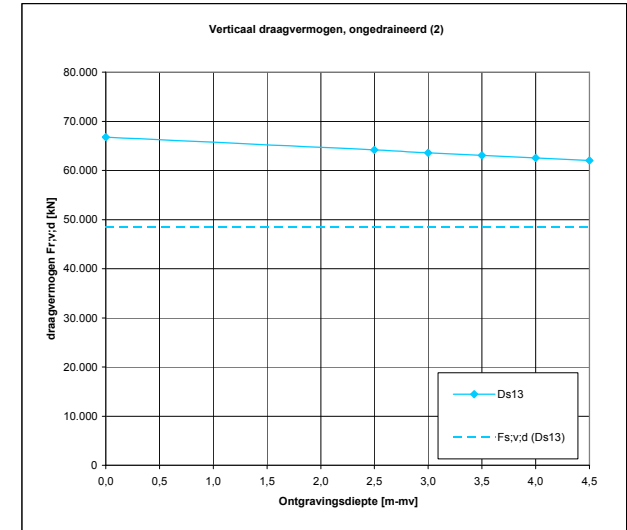
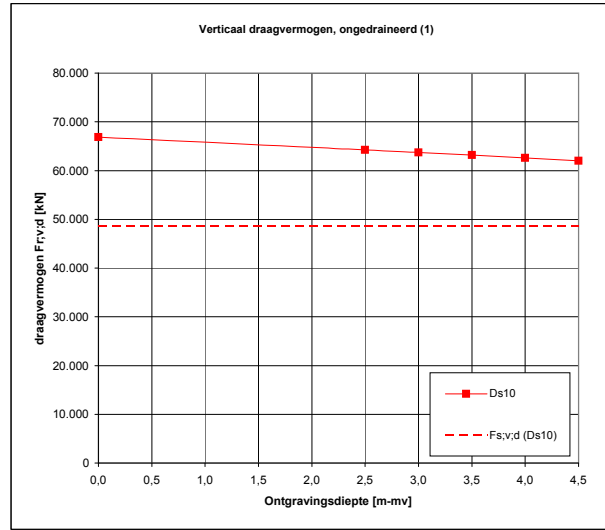
Verticaal draagvermogen (gedraineerd)

ontgravings niveau [m+NAP]	ontgravings diepte [m-mv]	Ds10 F _{r,max;d} [kN]	Ds11 F _{r,max;d} [kN]	Ds12 F _{r,max;d} [kN]	Ds13 F _{r,max;d} [kN]	Ds10 F _{s,max;d} [kN]	Ds11 F _{s,max;d} [kN]	Ds12 F _{s,max;d} [kN]	Ds13 F _{s,max;d} [kN]
11,0	0,0	214551	297053	259138	306304	46800	46800	46800	46800
8,5	2,5	171901	239974	206935	248669	46800	46800	46800	46800
8,0	3,0	163372	228559	196495	234508	46800	46800	46800	46800
7,5	3,5	154842	215512	183668	222981	46800	46800	46800	46800
7,0	4,0	145337	208989	176210	211454	46800	46800	46800	46800
6,5	4,5	135589	198551	170244	199927	46800	46800	46800	46800

Verticaal draagvermogen (gedraineerd, op pons)

ontgravings niveau [m+NAP]	ontgravings diepte [m-mv]	Ds10 F _{r,max;d} [kN]	Ds11 F _{r,max;d} [kN]	Ds12 F _{r,max;d} [kN]	Ds13 F _{r,max;d} [kN]	Ds10 F _{s,max;d} [kN]	Ds11 F _{s,max;d} [kN]	Ds12 F _{s,max;d} [kN]	Ds13 F _{s,max;d} [kN]
11,0	0,0	263331	-	475050	359725	48524	-	54549	48520
8,5	2,5	216233	-	408757	298174	48524	-	54549	48520
8,0	3,0	206813	-	395499	283050	48524	-	54549	48520
7,5	3,5	197394	-	379210	270740	48524	-	54549	48520
7,0	4,0	186898	-	369739	258430	48524	-	54549	48520
6,5	4,5	176133	-	362163	246120	48524	-	54549	48520

Ds10	Ds11	Ds12	Ds13	minimum	red.factor
1,377			1,376	1,376	1,000
1,324			1,323	1,323	0,961
1,313			1,310	1,310	0,952
1,302			1,299	1,299	0,944
1,290			1,289	1,289	0,936
1,278			1,278	1,278	0,929
4,584	6,347	5,537	6,545	4,584	1,000
3,673	5,128	4,422	5,313	3,673	0,801
3,491	4,884	4,199	5,011	3,491	0,761
3,309	4,605	3,925	4,765	3,309	0,722
3,105	4,466	3,765	4,518	3,105	0,677
2,897	4,243	3,638	4,272	2,897	0,632
5,427		8,709	7,414	5,427	1,000
4,456		7,493	6,145	4,456	0,821
4,262		7,250	5,834	4,262	0,785
4,068		6,952	5,580	4,068	0,750
3,852		6,778	5,326	3,852	0,710
3,630		6,639	5,073	3,630	0,669



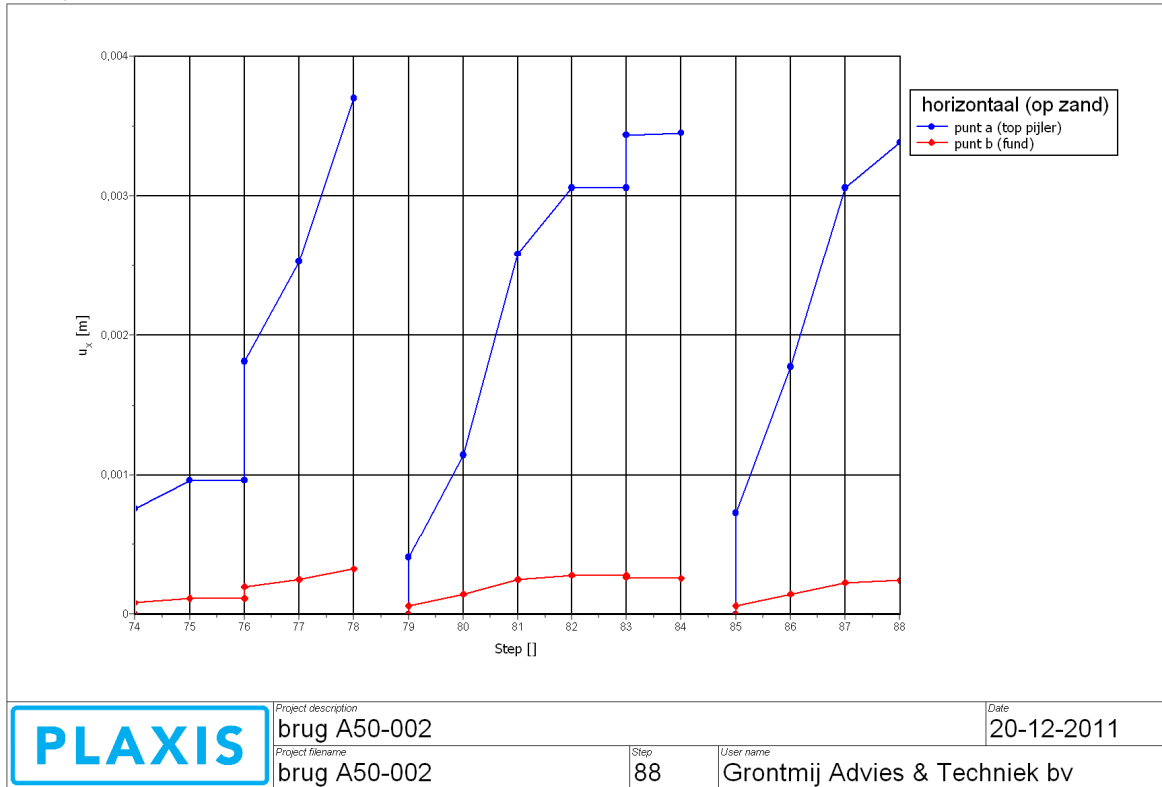
Bijlage 7

Resultaten PLAXIS analyses

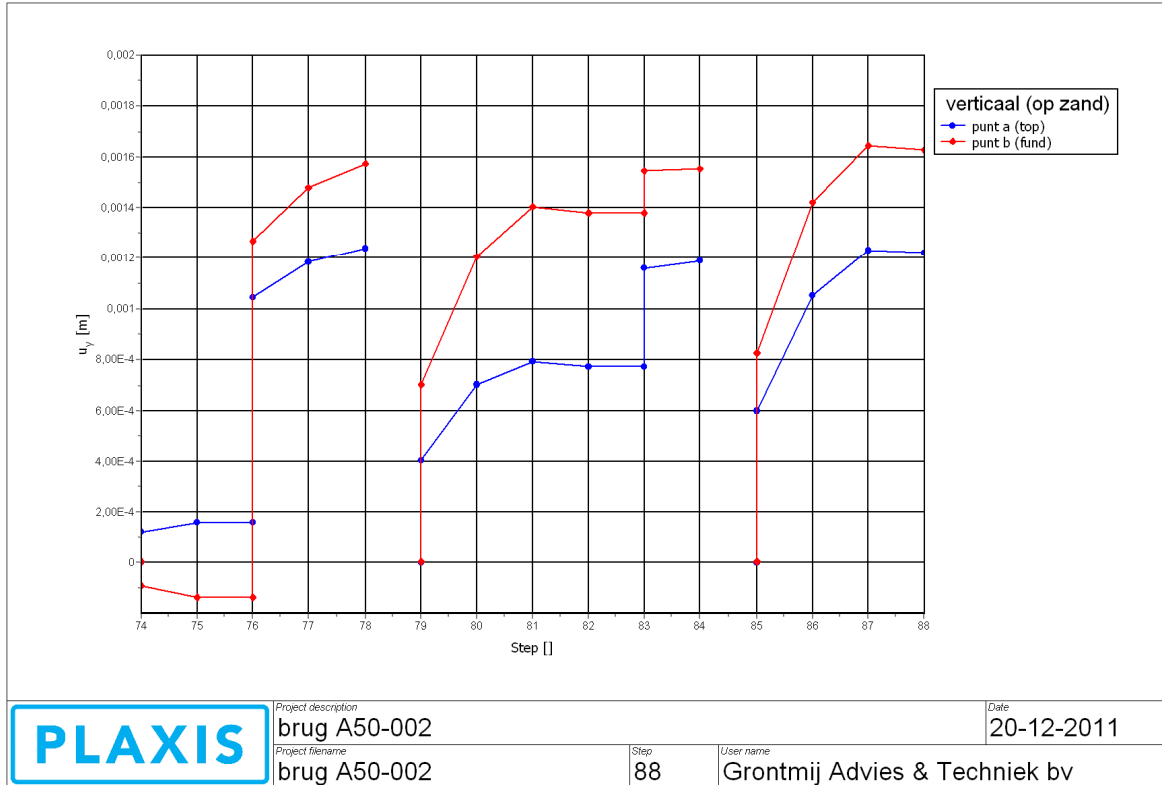
B7.1 Resultaten PLAXIS-analyses file 002 fundering op zandlaag (zand, los gepakt)

Ontwikkeling verplaatsingen gedurende ontgravingfasen

Plaxis Output Version 2010.0.0.5880

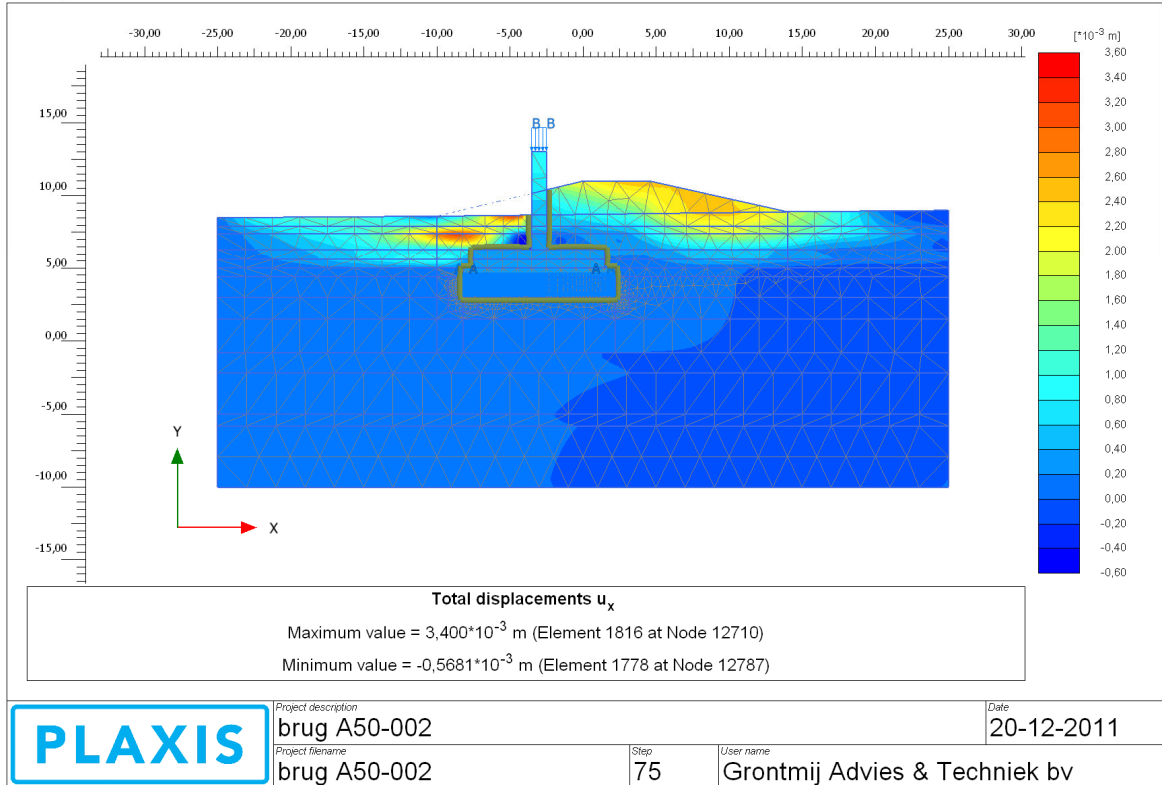


Plaxis Output Version 2010.0.0.5880

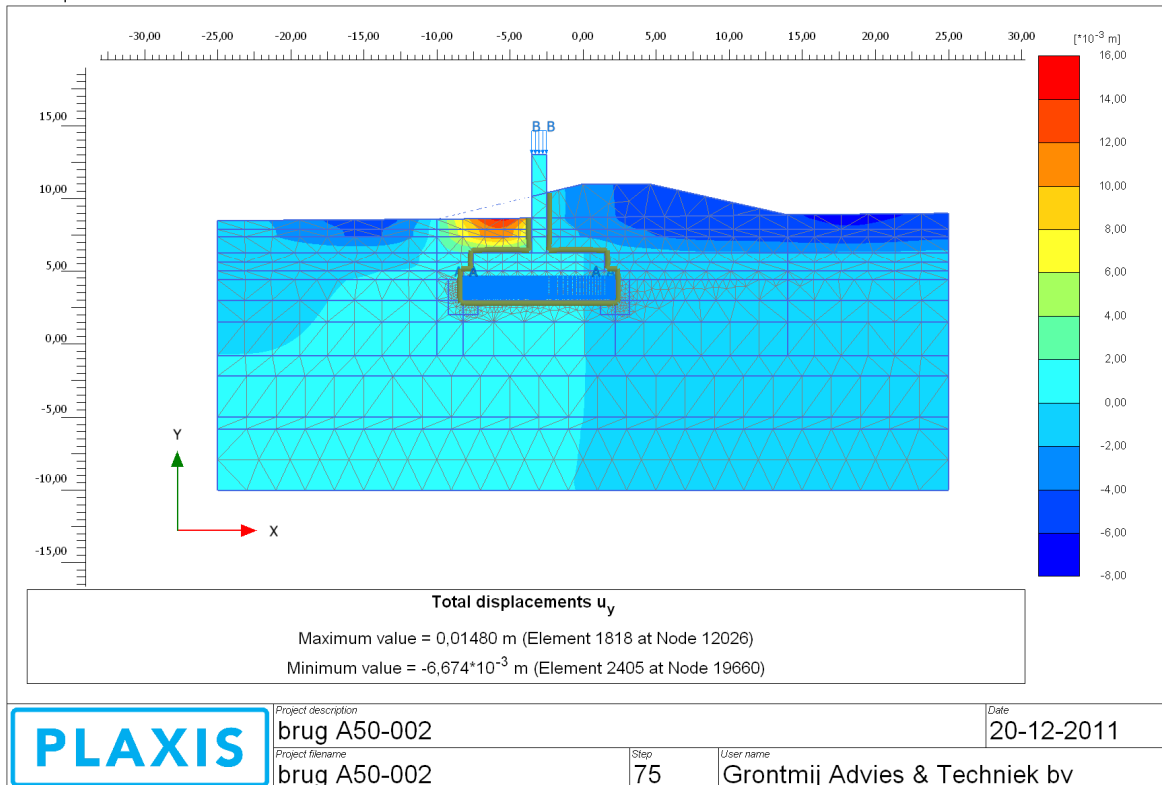


Situatie 1a: Eénzijdige ontgraving, zuidzijde

Plaxis Output Version 2010.0.0.5880

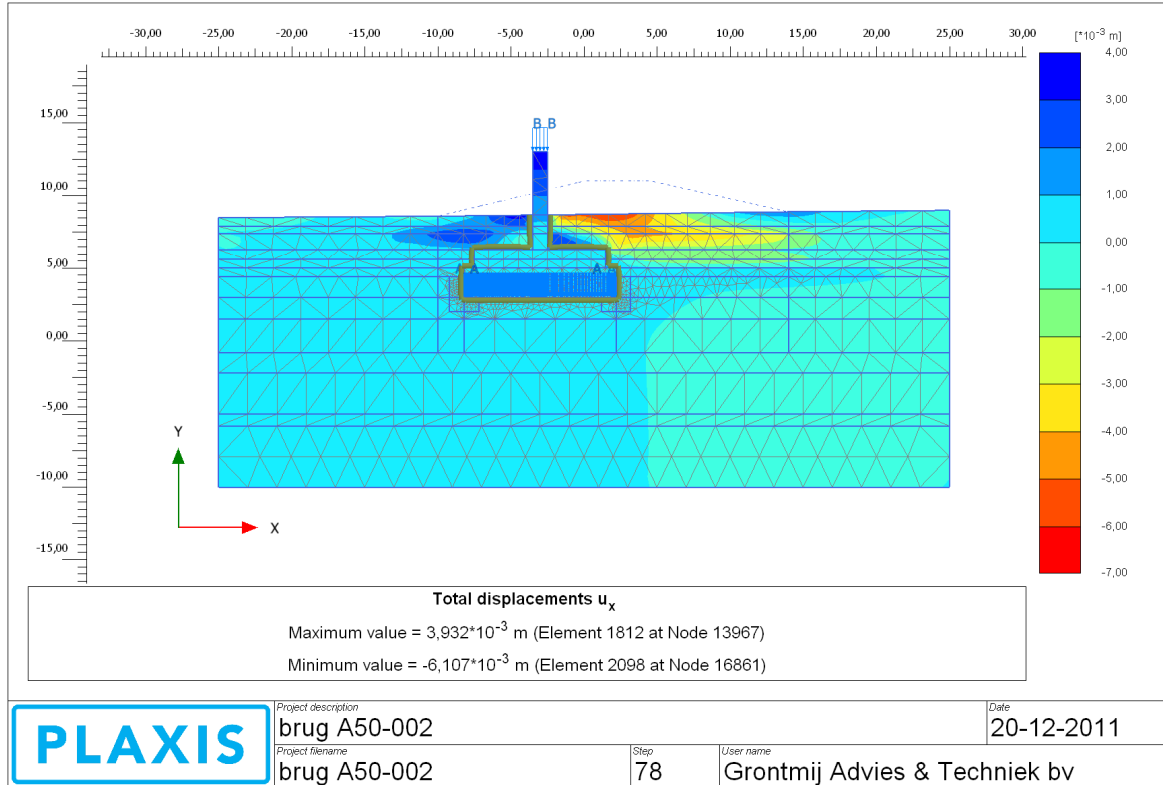


Plaxis Output Version 2010.0.0.5880

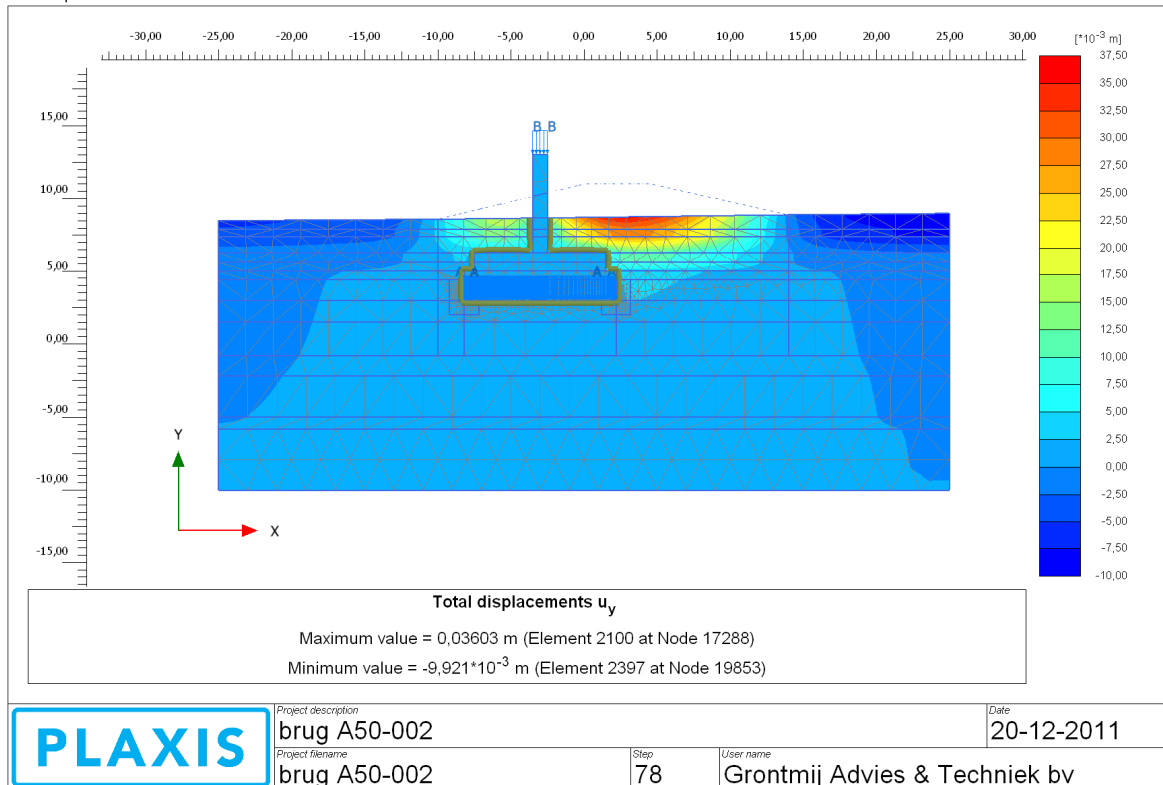


Situatie 1b: Vervolg ontgraving noordzijde

Plaxis Output Version 2010.0.0.5880

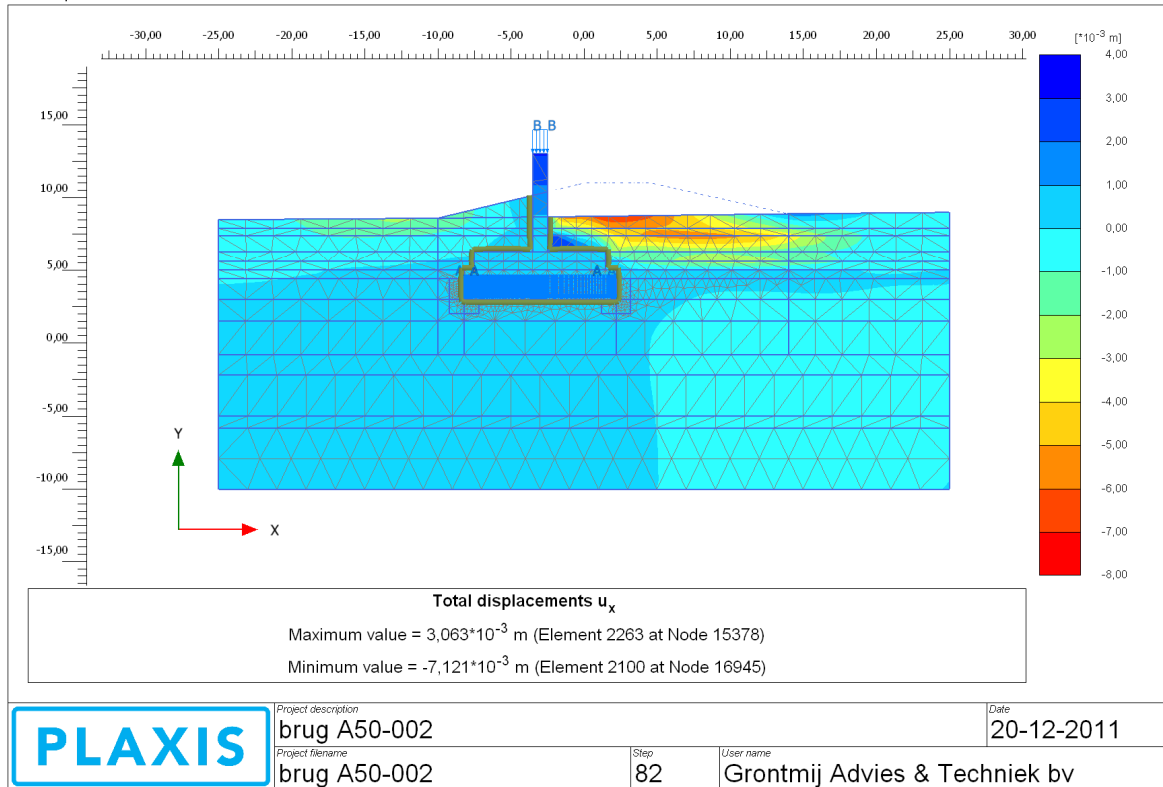


Plaxis Output Version 2010.0.0.5880

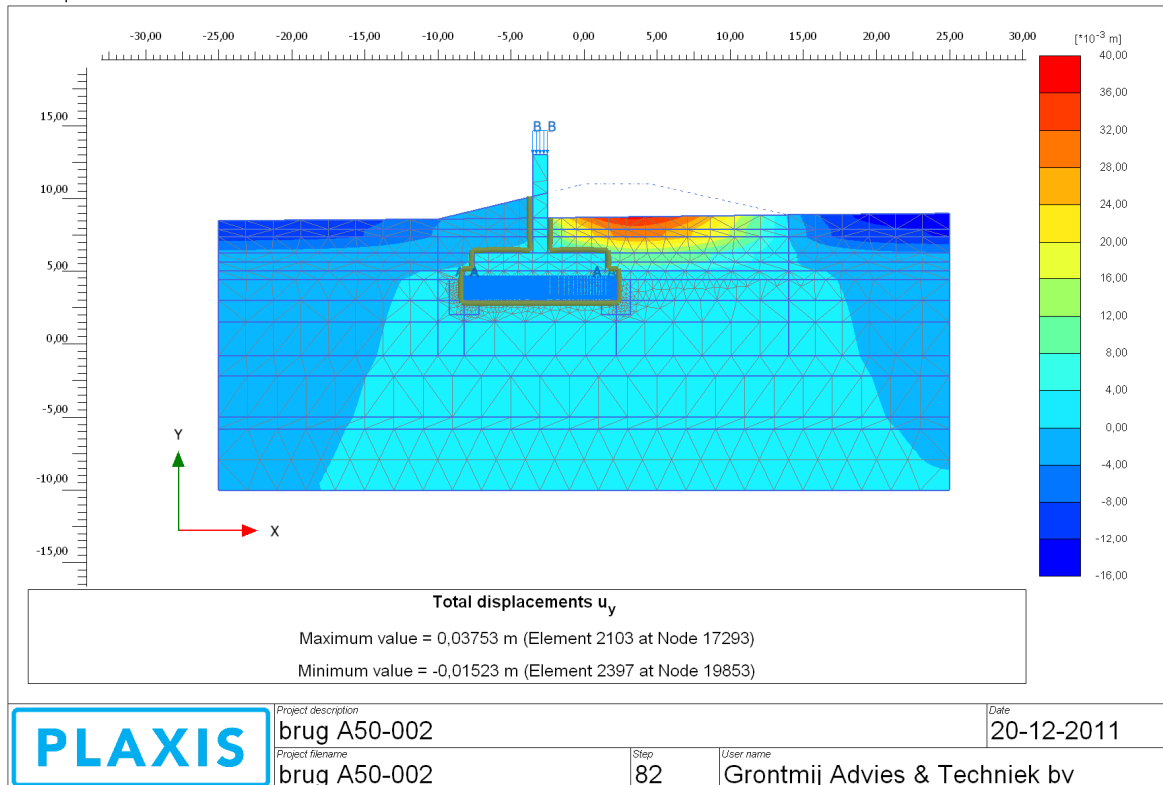


Situatie 2a: Eénzijdige ontgraving, noordzijde

Plaxis Output Version 2010.0.0.5880

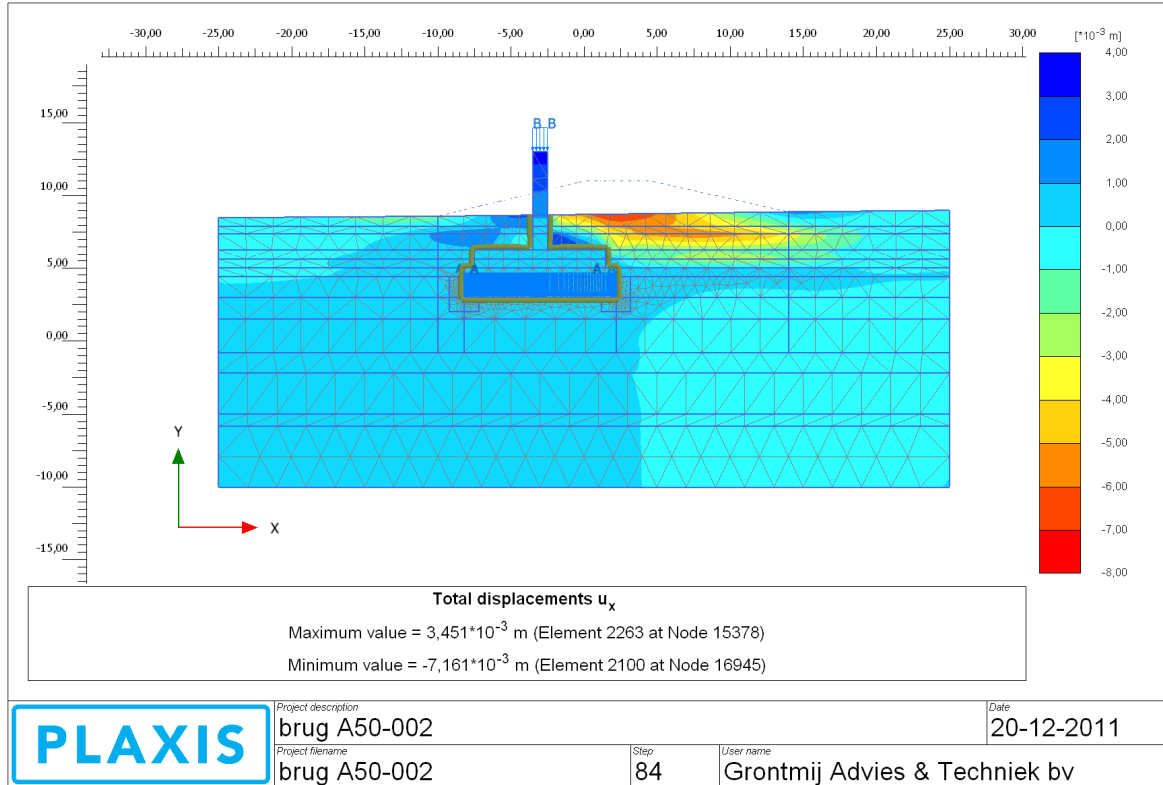


Plaxis Output Version 2010.0.0.5880

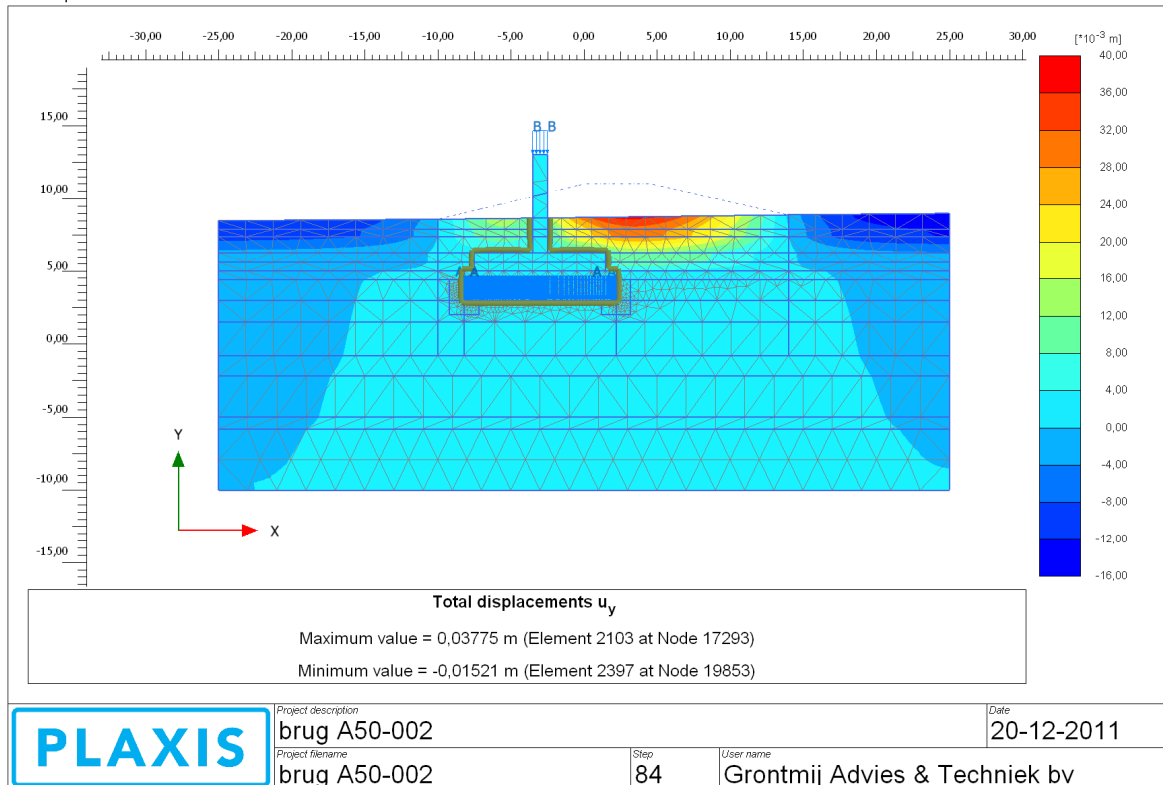


Situatie 2b: Vervolg ontgraving, zuidzijde

Plaxis Output Version 2010.0.0.5880

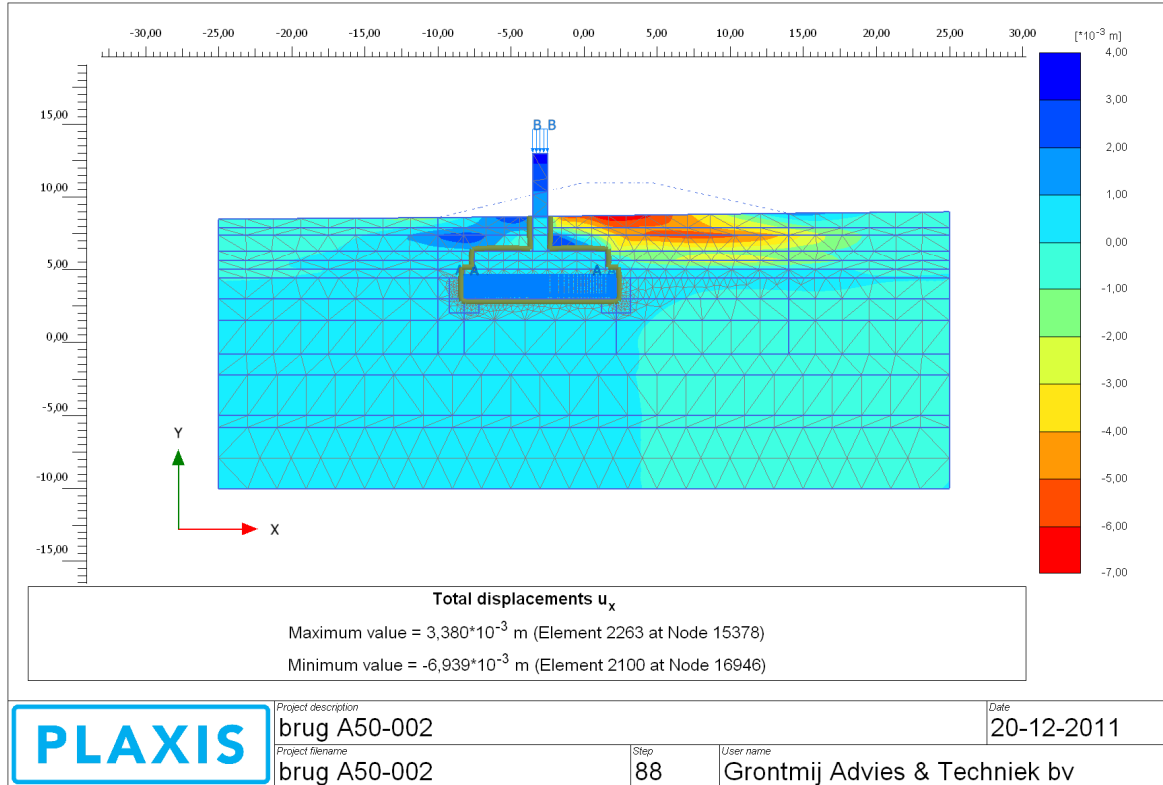


Plaxis Output Version 2010.0.0.5880

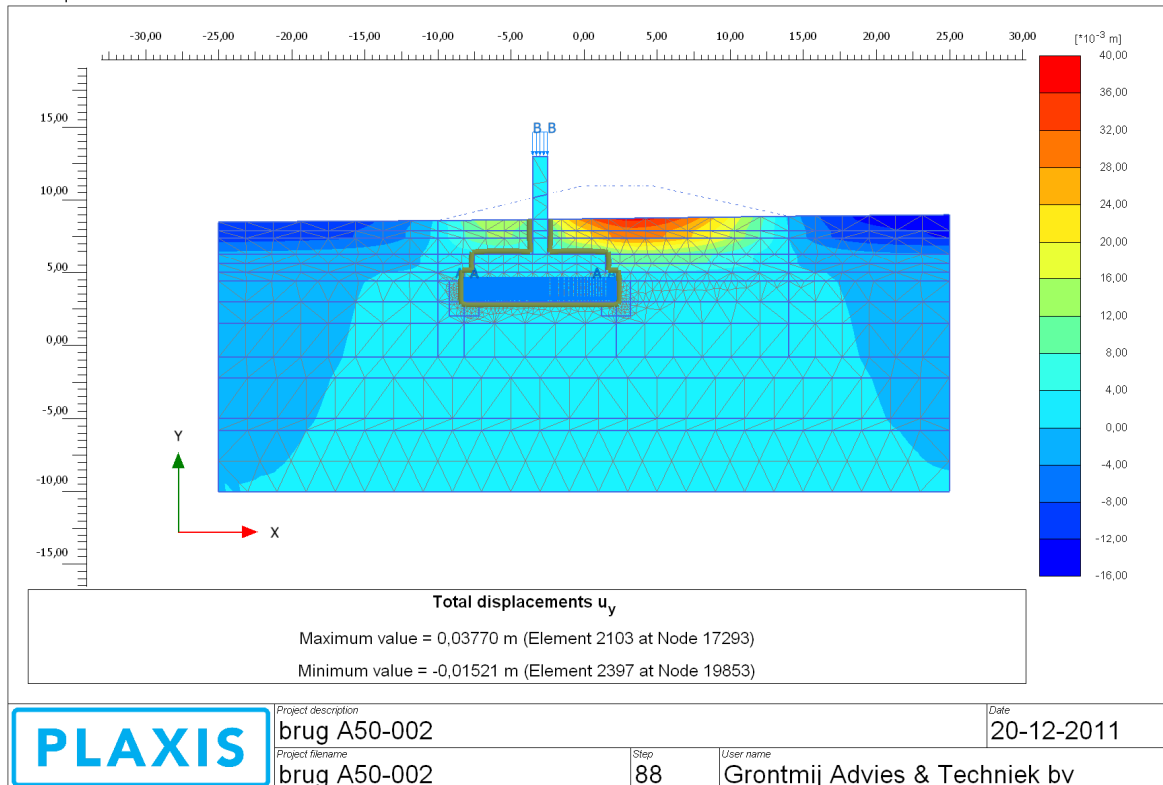


Situatie 3: Tweezijdige ontgraving (gelijktijdig)

Plaxis Output Version 2010.0.0.5880



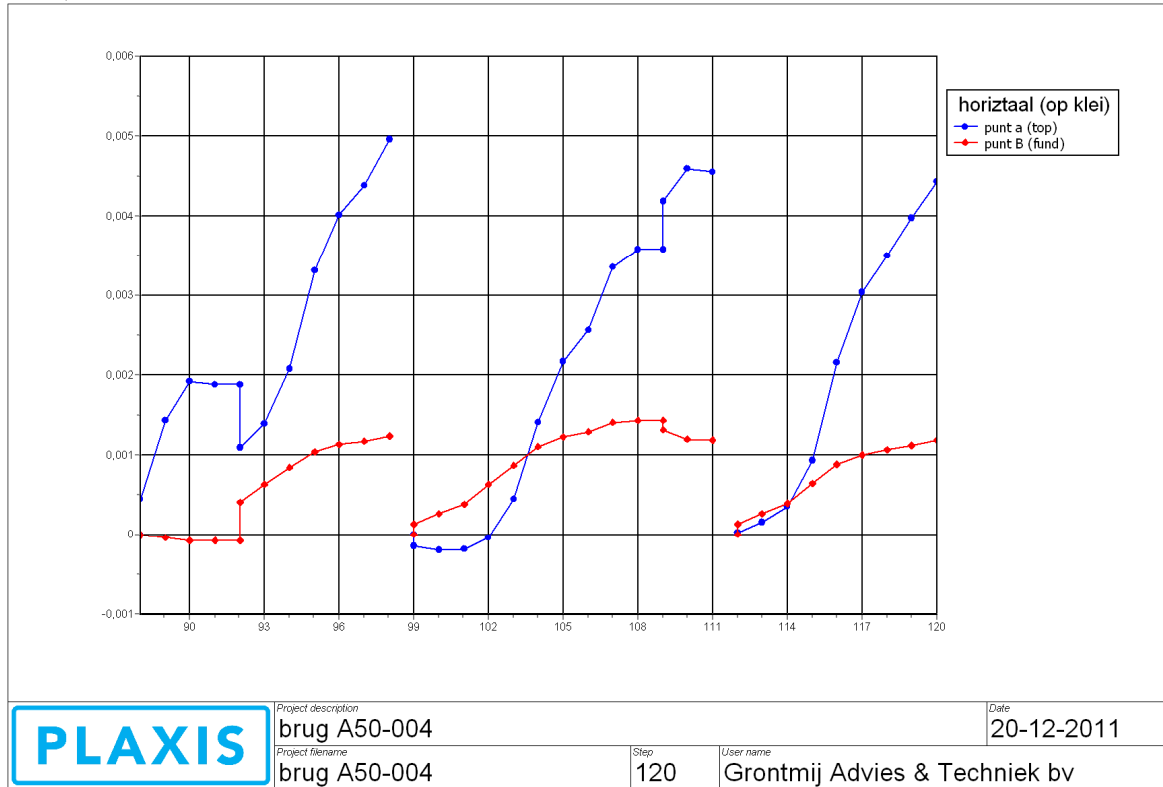
Plaxis Output Version 2010.0.0.5880



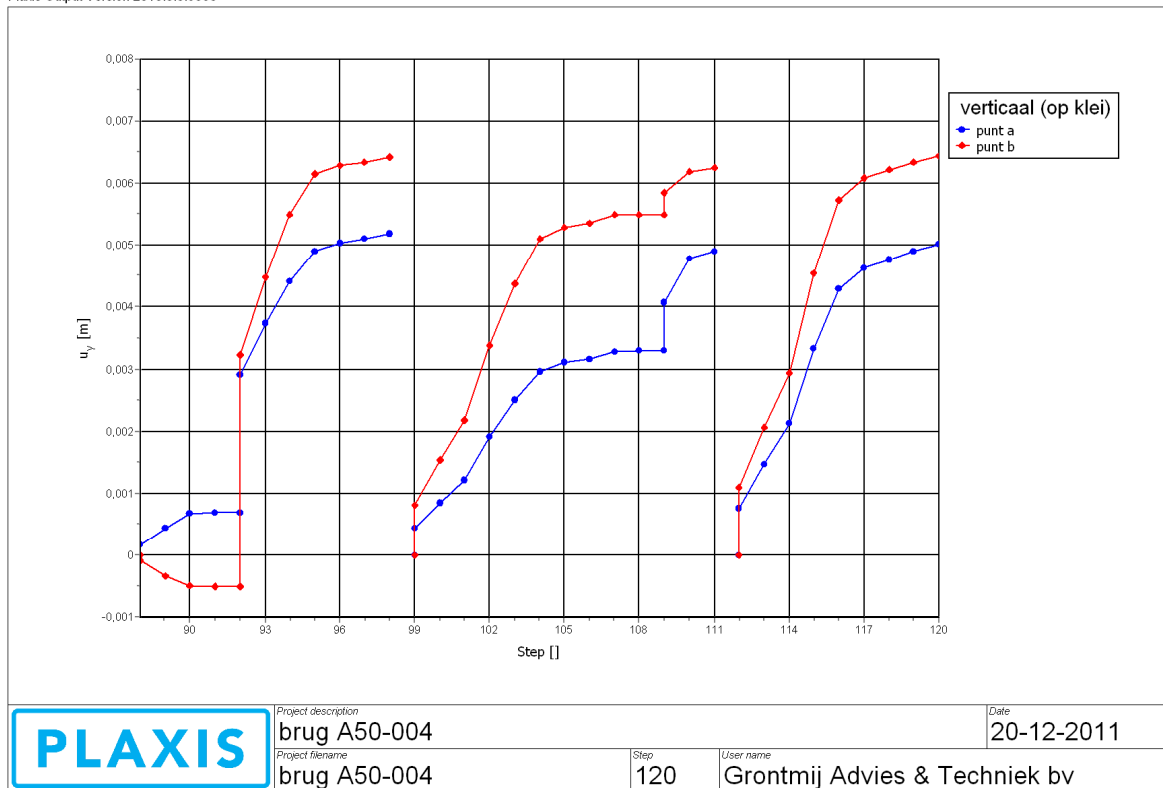
B7.2 Resultaten PLAXIS-analyses file 004 fundering op kleilaag (klei, sterk zandig)

Ontwikkeling verplaatsingen gedurende ontgravingsfasen

Plaxis Output Version 2010.0.0.5880

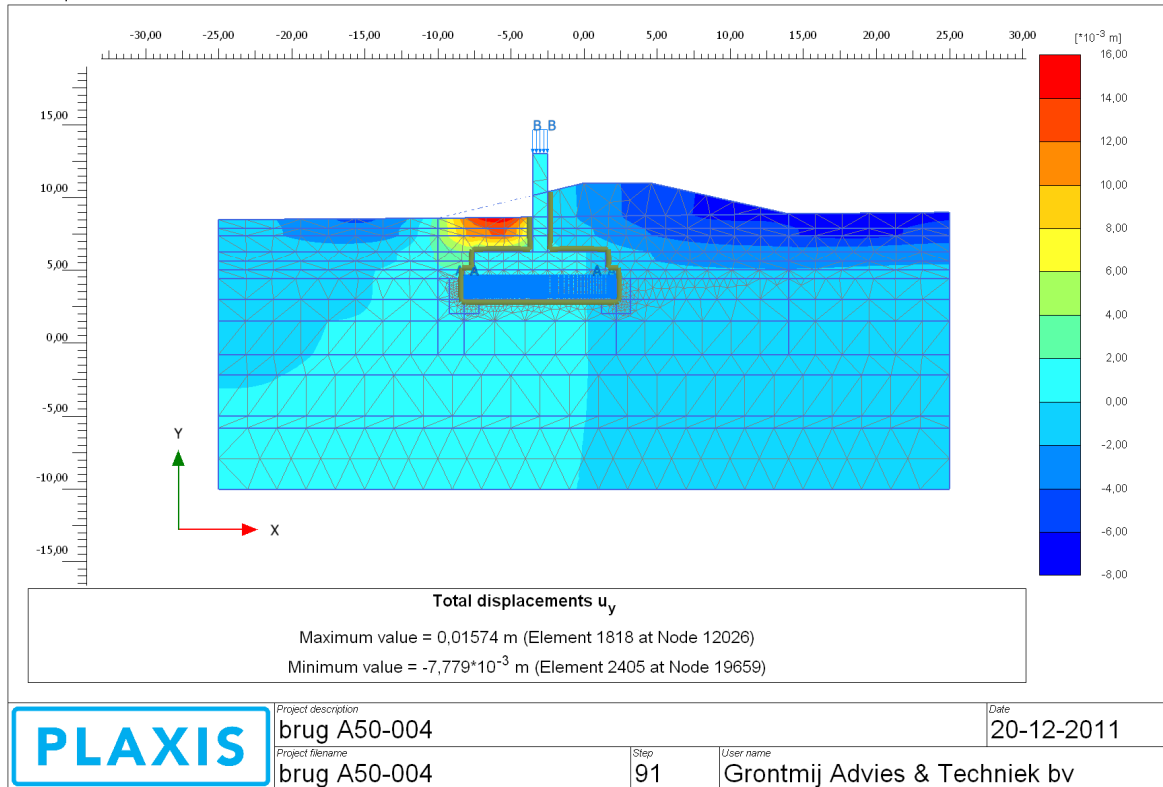


Plaxis Output Version 2010.0.0.5880

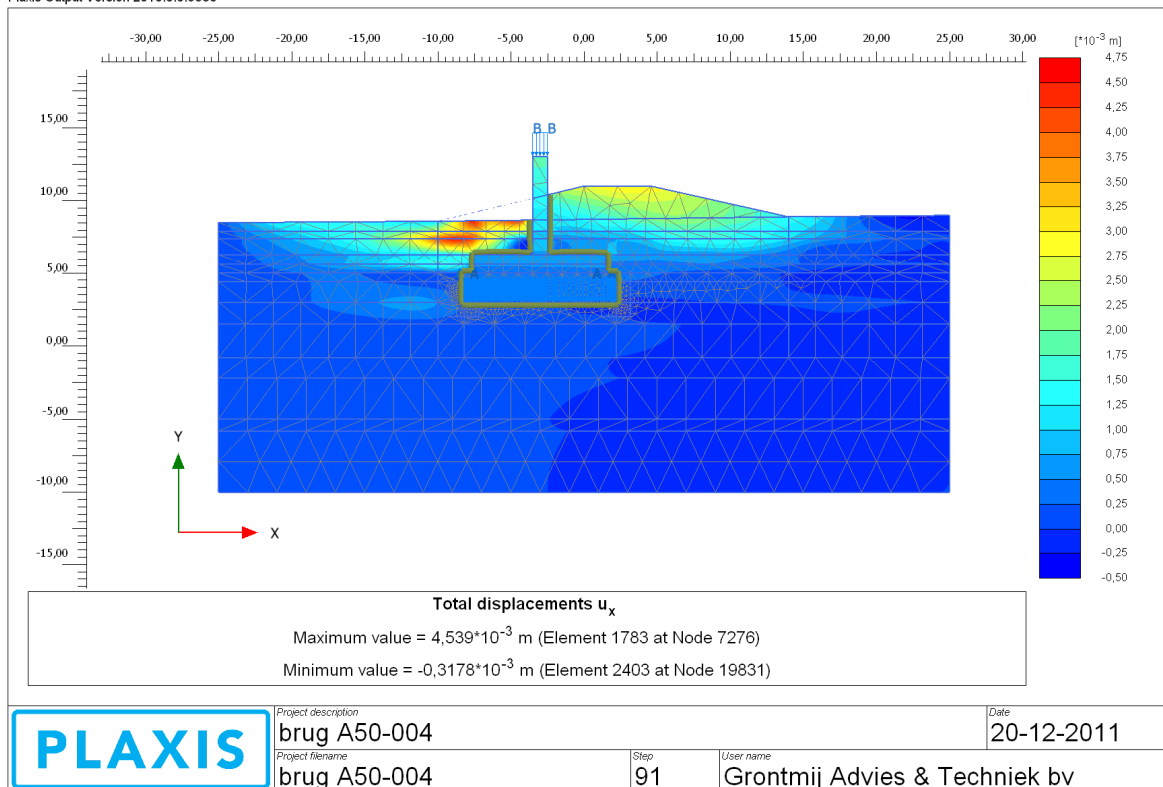


Situatie 1a: Eénzijdige ontgraving, zuidzijde

Plaxis Output Version 2010.0.0.5880

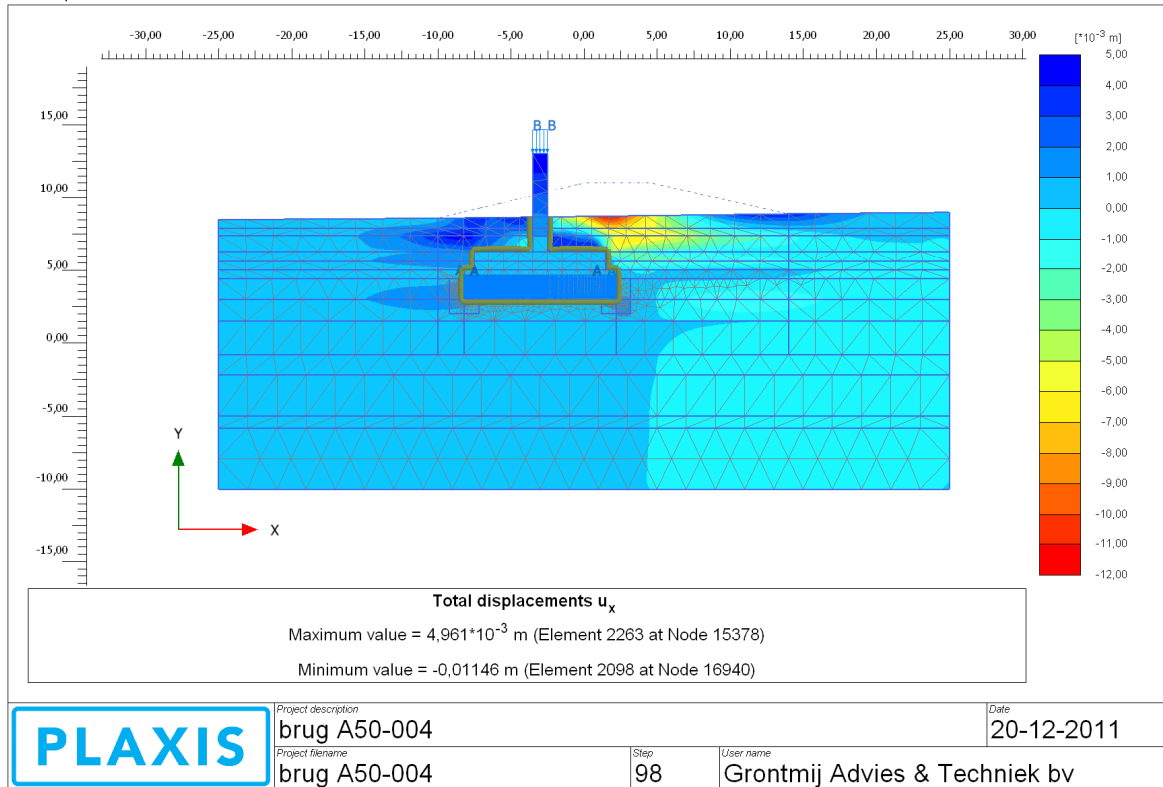


Plaxis Output Version 2010.0.0.5880

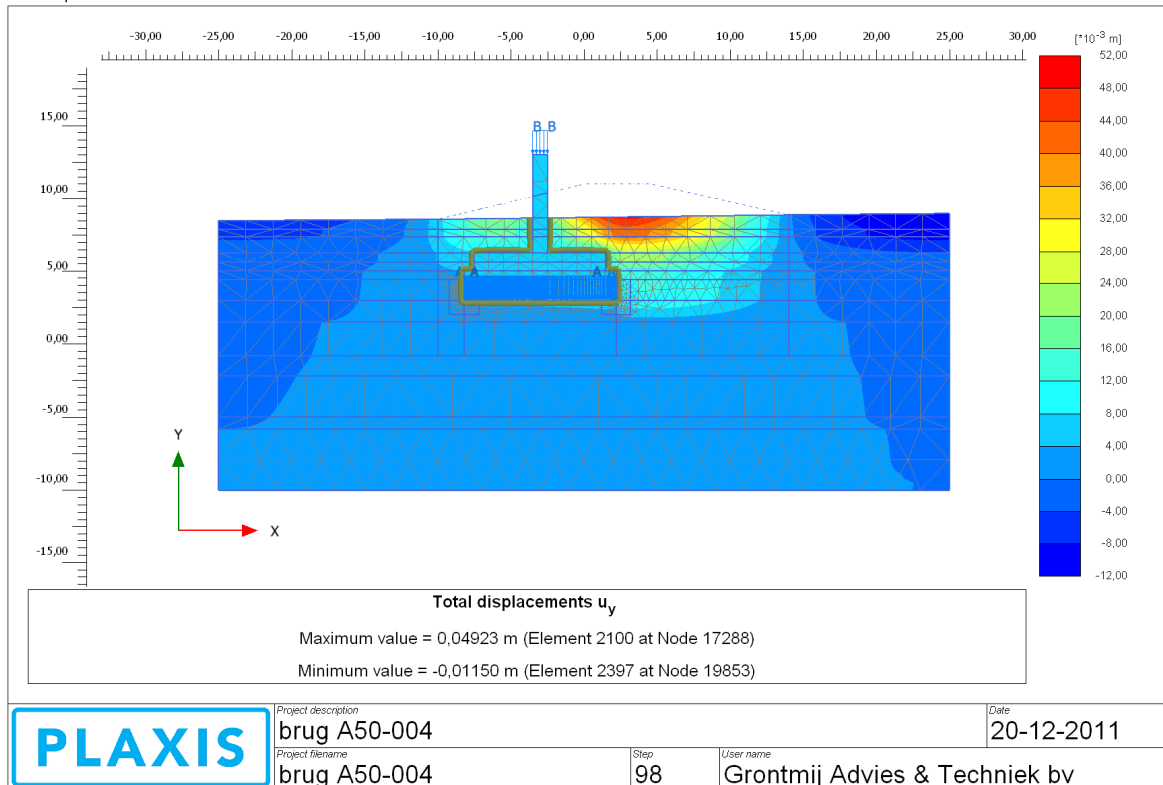


Situatie 1b: Vervolg ontgraving noordzijde

Plaxis Output Version 2010.0.0.5880

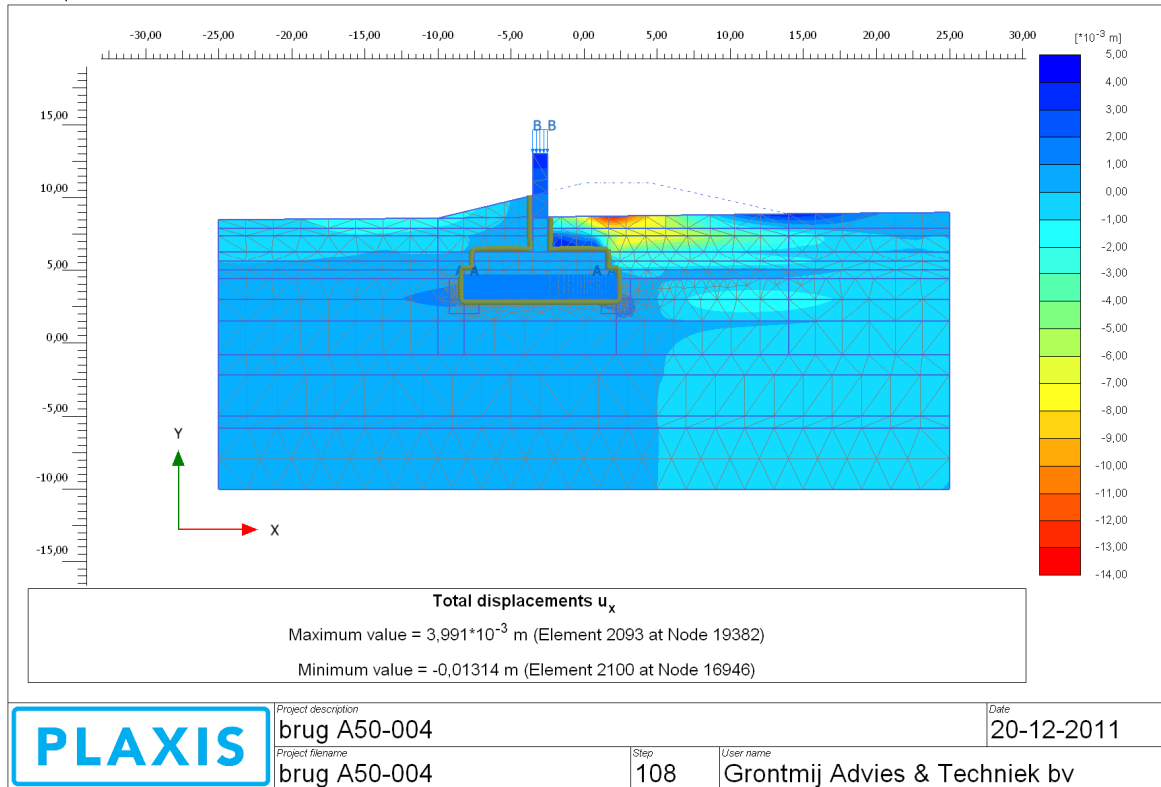


Plaxis Output Version 2010.0.0.5880

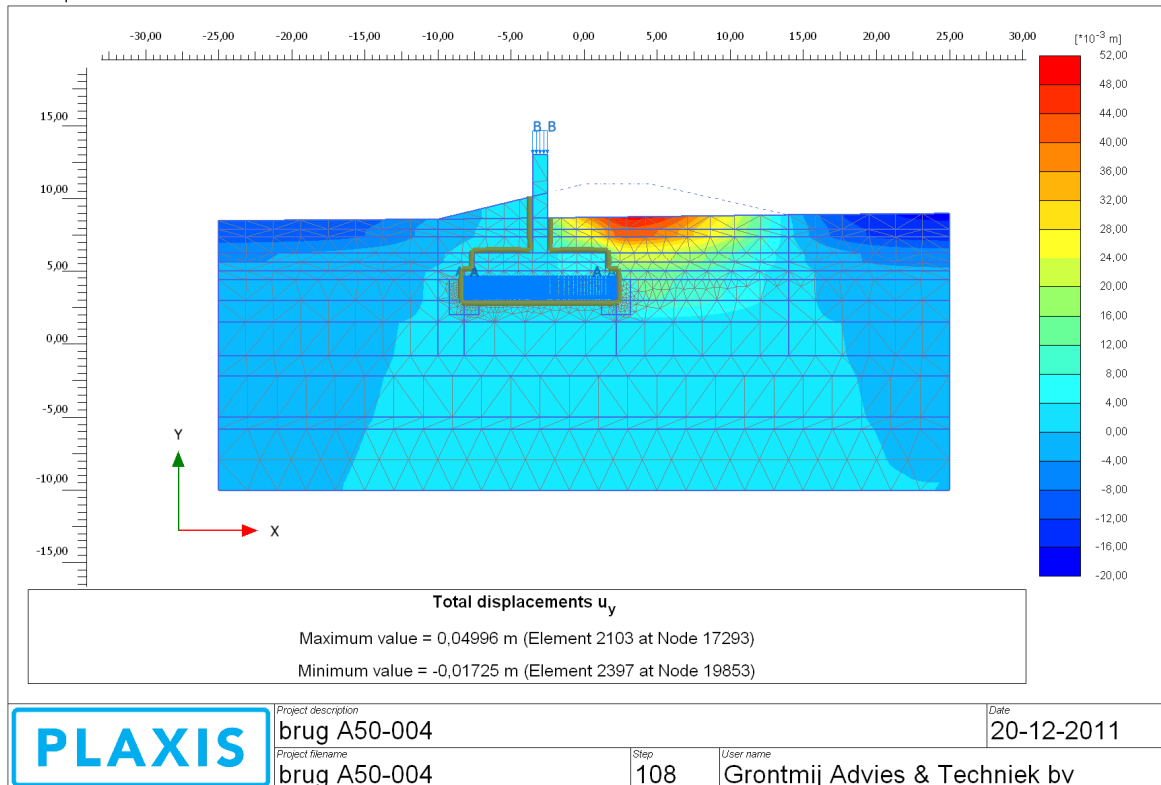


Situatie 2a: Eénzijdige ontgraving, noordzijde

Plaxis Output Version 2010.0.0.5880

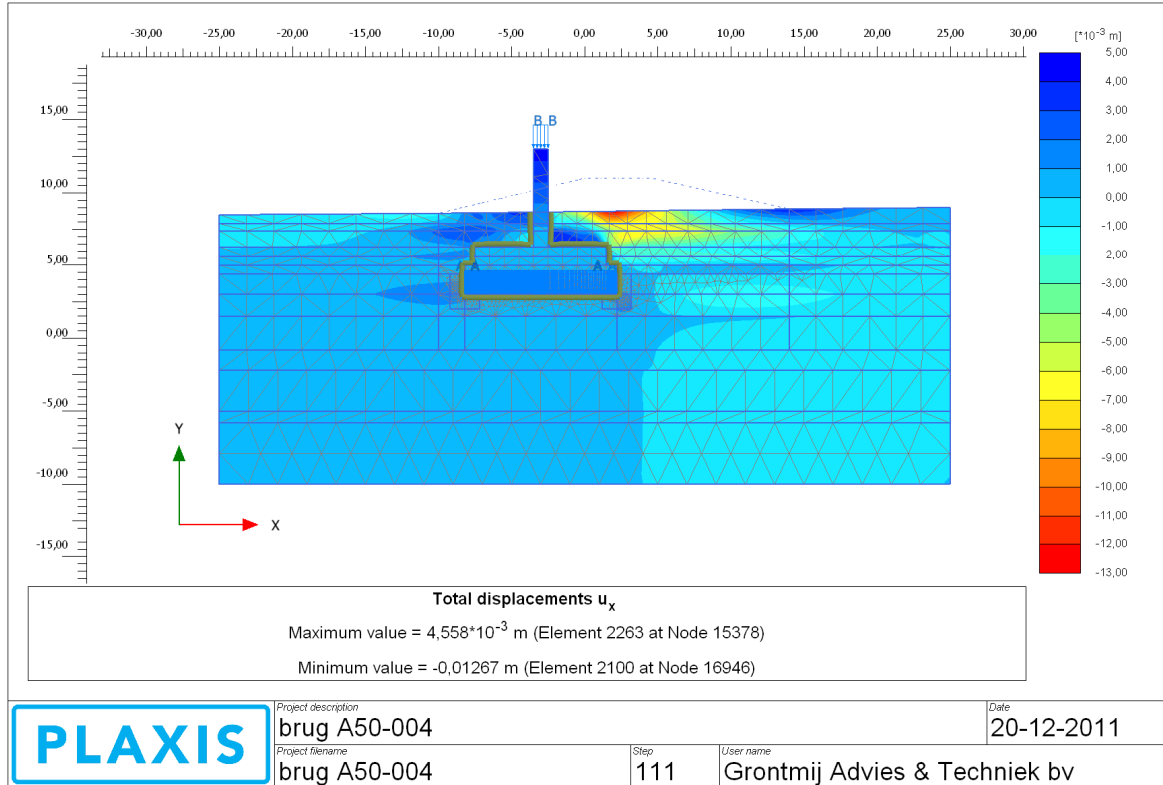


Plaxis Output Version 2010.0.0.5880

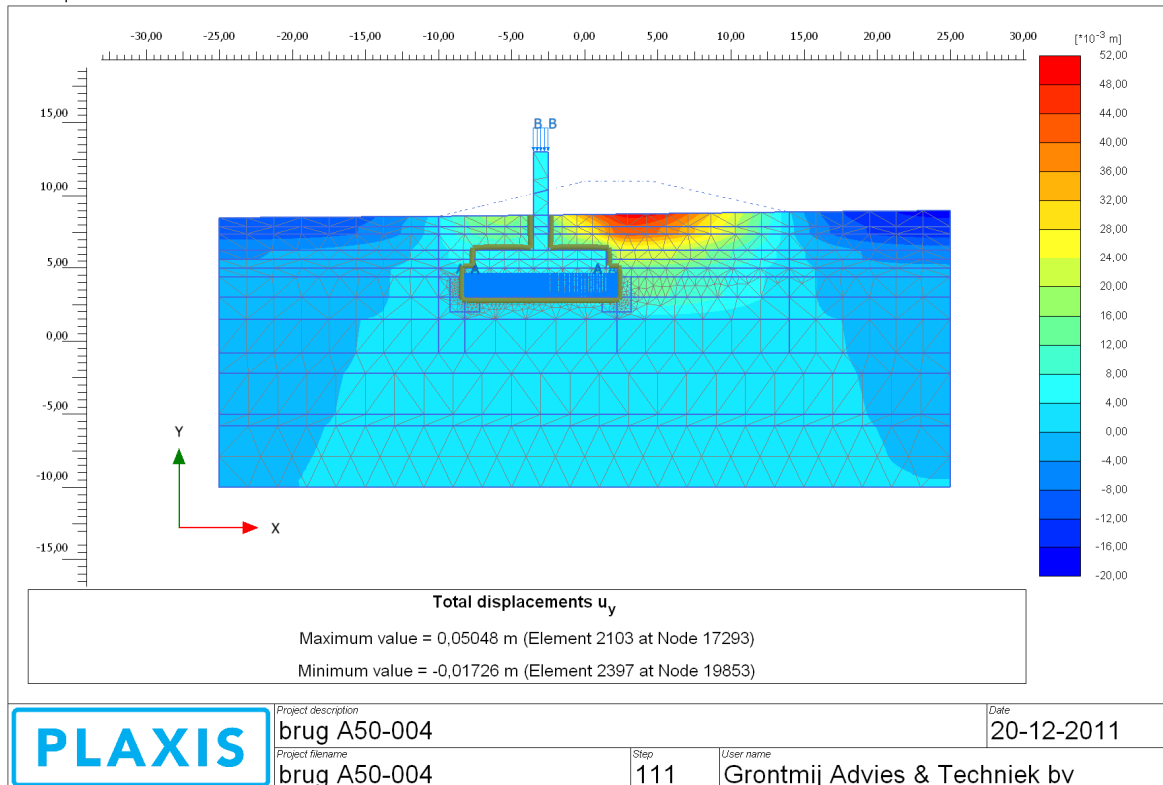


Situatie 2b: Vervolg ontgraving, zuidzijde

Plaxis Output Version 2010.0.0.5880

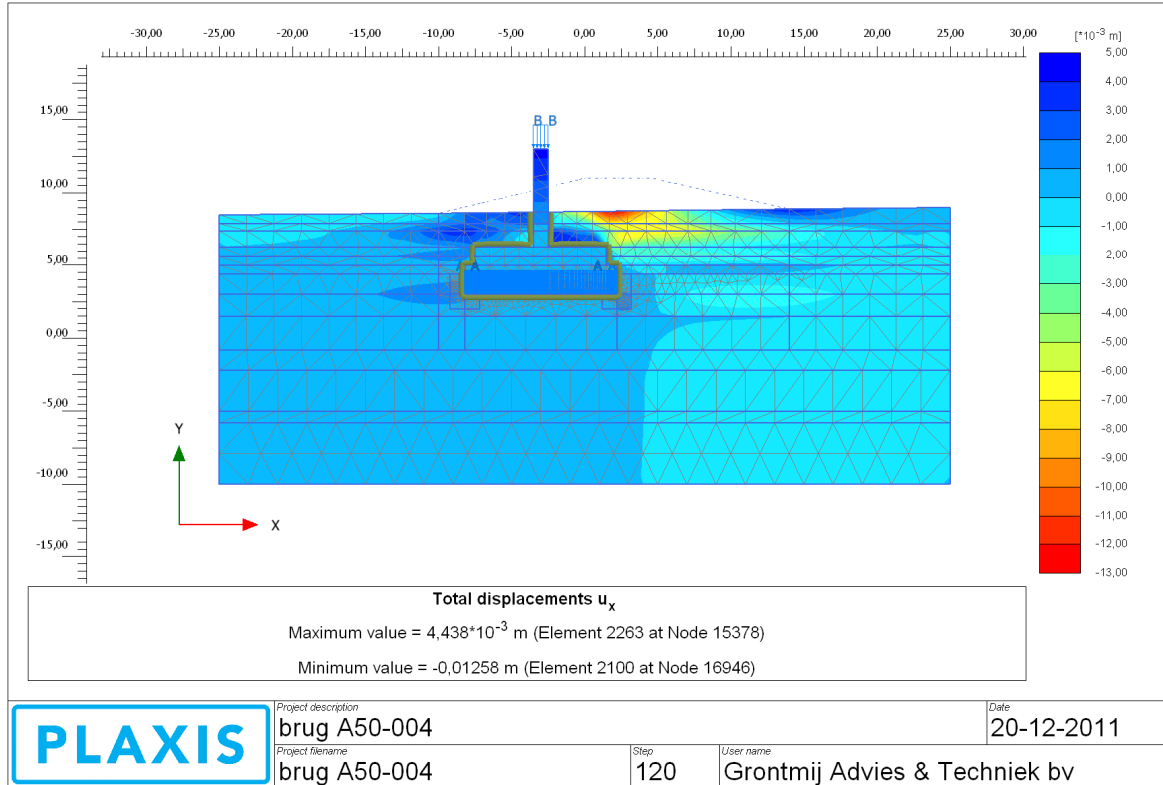


Plaxis Output Version 2010.0.0.5880



Situatie 3: Tweezijdige ontgraving (gelijktijdig)

Plaxis Output Version 2010.0.0.5880



Plaxis Output Version 2010.0.0.5880

