

Groninger Forum

2105-37

code: 09615G

Voorlopig ontwerp bouwput en fundering

Voorlopig ontwerp bouwput en fundering

11 april 2008

abt

projectgegevens

project

Groninger Forum

onderdeel

voorlopig ontwerp bouwput en fundering

werkcode / werknummer

09615G

datum

11 april 2008

samengesteld door
projectleider
raadgevend ingenieur

ing. N.T. Loonen / ing. H.J. Everts
ir. E.H.J. ten Brincke
ir. W. Spangenberg

opdrachtgever
architect
projectmanagement
beschikbare gegevens

Gemeente Groningen, afdeling ROEZ
NL Architects, Amsterdam
Twynstra & Gudde, Amersfoort
-

onder verantwoording van

ABT bv
Arnhemsestraatweg 358 Velp
postbus 82 6800 AB Arnhem

geautoriseerd door

ir. W. Spangenberg

paraaf

datum	versie	omschrijving	verificatie
14-4-08	A	Technische Verificatie	eus i.o. 

inhoudsopgave

1. projectgegevens	4
1.1. inleiding	4
1.2. grondonderzoek	4
1.3. terrein en omgeving	4
1.4. bodemgesteldheid	5
1.5. grondwater	5
1.6. nieuwbouw	5
2. funderingsontwerp	6
2.1. algemeen	6
2.2. ontgravingseffect	7
2.3. op druk belaste palen	8
2.3.1. uiterste grenstoestand 1A	8
2.3.2. vervormingen / stijfheden	9
2.3.3. maatgevende grenstoestand	9
2.4. op trek belaste palen	9
2.5. overige randvoorwaarden voor het ontwerp	10
3. Bouwput	11
3.1. Diepe garage	11
3.2. fietsenkelder	14
3.3. toeritten	15
3.4. onderwaterbetonvloer	15
4. risico analyse	16

Bijlagen:

- A. Situatie
- B. Sonderingen Wiertsema
- C. Bouwkundige doorsneden / plattegronden
- D. Berekeningen funderingsontwerp
- E. Berekeningen bouwput ontwerp
- F. Tekening fundering bouwput

1.

projectgegevens

1.1.

inleiding

Voorliggend rapport betreft de fundering van het nieuw te bouwen Groninger Forum. De nieuwbouw is geprojecteerd op een terrein gelegen aan de Schoolstraat / Popkenstraat te Groningen.

De situering van het bouwterrein is aangegeven op een overdruk van een stadsplattegrond in bijlage A.

In het navolgende wordt, in het kader van het voorlopig ontwerp ten behoeve van een kostenbegroting, achtereenvolgens ingegaan op de beschikbare projectgegevens, het funderingsontwerp en het bouwputontwerp.

Belangrijke aspecten als de extra zakking van de kernen t.o.v. de overige gebouwdelen en mogelijke invloeden van zwelbelasting op het ontwerp van de palen als gevolg van het ontgraven van de bouwput worden uitgewerkt, zodra het ontwerp van het project het DO-stadium nadert/heeft bereikt.

1.2.

grondonderzoek

Ter plaatse van de nieuwbouw is nog bestaande bebouwing aanwezig. Het beschikbare grondonderzoek is derhalve nog beperkt van omvang en bestaat deels uit onderzoek uit het verleden dat is uitgevoerd in de nabije omgeving. Nabij Mutua Fides is een 22-tal sonderingen beschikbaar dat een indruk geeft van de diepteligging van de klei- en leemlagen. Verder van het project verwijderd aan de Waagstraat is een uitgebreider grondonderzoek uitgevoerd, waarbij ook laboratorium onderzoek beschikbaar is. Ten behoeve van de nieuwbouw is in eerste instantie door Fugro een grondonderzoek uitgevoerd. Het vervolgonderzoek wordt uitgevoerd door Wiertsema. Een deel daarvan is reeds beschikbaar. Het onderzoek van Fugro heeft bestaan uit een 8 tal sonderingen en een boring met peilbuis.

Door Wiertsema is in december 2007 een vijftal kleefsonderingen uitgevoerd tot een maximale diepte van NAP -40 meter (44 m minus maaiveld). Daarvan zijn 2 sonderingen met registratie van waterspanningen uitgevoerd. De resultaten van het grondonderzoek zijn als bijlage B toegevoegd. Een tweetal diepe boringen, waarbij grondmonsters worden genomen en peilbuizen worden geplaatst zijn in voorbereiding. Nadat het terrein bouwrijp is gemaakt dient aanvullend grondonderzoek middels kleefsonderingen te worden uitgevoerd.

1.3.

terrein en omgeving

Het terrein is in de huidige situatie grotendeels bebouwd.

Het maaiveldpeil ter plaatse van de sondeerlocaties varieerde ten tijde van het grondonderzoek van NAP +4,53 m tot NAP +7,29 m. Het maaiveld aan de Marktzijde (west) ligt circa 2,5 à 3 meter hoger dan aan de zijde van de Schoolstraat (oost).

In de ondergrond kunnen van nature obstakels als zwerfkeien aanwezig zijn. Ook kunnen ander funderingsresten worden aangetroffen. Sondering DKP-1 kon niet tot een grotere diepte dan 4 m worden gemaakt vanwege een obstakel.

In de directe omgeving zijn kritische belendingen, waaronder een monumentje, aanwezig welke gevoelig kunnen zijn voor zakkingen en trillingen.

1.4.

bodemgesteldheid

Op basis van het beschikbare grondonderzoek kan de bodemopbouw als volgt schematisch worden weergegeven.

schematisch bodemprofiel

diepte (m t.o.v. NAP)	omschrijving
mv - ca. +0 à +3	Toplaag van sterk wisselende samenstelling van zand met klei, klei en leem
ca. +0 - ca. -7	Leem
ca. -7 - ca. -13 à -17	Potklei (plaatselijk niet aanwezig)
ca. -17 - ca. -40	Zeer vast gepakt zand
ca. -40	maximaal verkende diepte

1.5.

grondwater

De freatische grondwaterstand werd tijdens de uitvoering van het grondonderzoek in 2005 aangetroffen op ca. NAP +3,3 meter (ter hoogte Schoolstraat). Ter hoogte van de Markt ligt de waterstand vermoedelijk hoger; op circa NAP +4,25 meter. Opgemerkt wordt dat dit een eenmalige waarneming betreft.

De stijghoogte van het diepe grondwater is in een peilbuis aangetroffen op NAP -0,75 meter. Uit de dissipatietesten kan deze worden bepaald op circa NAP - 1 m.

De uitvoering van boringen, waarin peilbuizen worden geplaatst om de freatische grondwaterstand en de stijghoogte op en nabij de bouwlocatie te monitoren, is in voorbereiding.

1.6.

nieuwbouw

De nieuwbouw bestaat uit een bovenbouw op een 5-laagse splitlevel parkeergarage en een 1-laagse fietsenkelder, zonder bovenbouw. De parkeergarage zal plaats bieden aan circa 390 auto's. De fietsenkelder zal 1800 fietsen kunnen herbergen. Boven de parkeergarage zal een gebouw met een hoogte van circa 45 m gerealiseerd worden. Op de fietsenkelder is een parkafwerking voorzien.

Enkele bouwkundige plattegronden en doorsneden zijn als bijlage C toegevoegd. Voor gedetailleerde gegevens betreffende de constructie wordt verwezen naar de betreffende rapportages.

De bouwput voor de garage zal tot maximaal NAP - 10,4 m en die voor de fietsenkelder tot maximaal NAP + 2,5 ontgraven worden.

2.

2.1.

funderingsontwerp

algemeen

Gezien de aangetroffen bodemopbouw en de aard van de bebouwing komt alleen een fundering op palen in aanmerking. Voor de bouwputoplossing is, vanwege de afstand tot en de aard van de belendingen, gekozen voor de toepassing van diepwanden als grond- en waterkering en een onderafdichting door middel van een verankerde onderwaterbetonvloer. Tevens zullen de diepwanden als funderingselement worden gebruikt. Voor het opnemen van waterdruk tegen de (onderwater)betonvloeren dienen in aanvulling op de palen trekankers te worden toegepast. Voor de verschillende onderdelen worden de volgende paaltypen toegepast:

- Funderingspalen t.p.v. diepe kelder: Tubex-groutinjectionpalen
- Funderingspalen t.p.v. fietsenkelder / toeritten: Fundex-groutinjectionpalen
- Trekankers fietsenkelder & diepe kelder: Gewi ankers

Voor deze paal / ankertypen is om de volgende redenen gekozen:

- Trillingsvrije uitvoering van palen en ankers waardoor trillings- en geluidsoverlast tot een minimum beperkt blijft;
- Door de uitvoering van de palen (Tubex & Fundex) met groutinjection kan tot diep in de vaste zandlagen gepenetreerd worden;
- De Tubex palen kunnen voorafgaand aan de graafwerkzaamheden worden uitgevoerd, omdat de stalen buis die in de grond achterblijft als gevolg van graafwerkzaamheden niet gevoelig is voor beschadigingen.

De vastgestelde rekenwaarden van de paalbelastingen alsmede de aan te houden paalafmetingen kunnen in principe als volgt worden samengevat:

paalafmeting en -belastingen

paaltype	paalafmeting	maximale rekenwaarde belasting F_{rd}	Paalpuntniveau t.o.v. NAP
Tubex-groutinjection	Ø 670/457 mm*	4300 kN (druk)	-26,0 m
Fundex-groutinjection	Ø 450/324 mm**	2000 kN (druk)	-23,0 m
Diepwand diepe kelder	Wanddikte 1000 mm	1300 kN/m ¹ (druk)	-19,0 m
Diepwand diepe kelder	Wanddikte 1200 mm	1450 kN/m ¹ (druk)	-19,0 m
Diepwand fietsenkelder / diepe kelder	Wanddikte 1000 mm	1700 kN/m ¹ (druk)	-19,0 m
Diepwand fietsenkelder	Wanddikte 800 mm	750 kN/m ¹ (druk)	-16,0 m
Gewi anker diepe kelder	Ø 200/50 mm***	600 kN (trek)	-29,0 m
Gewi anker fietsenkelder	Ø 200/50 mm***	600 kN (trek)	-27,0 m

* respectievelijk de schachtdiameter en de buisdiameter

** respectievelijk de schachtdiameter en de hulpbuisdiameter

*** respectievelijk de schachtdiameter en de diameter van de ankerstang

De drukbelastingen op de Tubex en Fundex palen zijn opgegeven door de constructeur. De trekkracht op de Gewi ankers is voor de diepe kelder bepaald voor een stramien van 2,7 x 2,7 m², bij een waterdruk van 9,68 m (o.k. onderwaterbeton NAP -10,43 meter en stijghoogte NAP -0,75 m) tegen de 1,2 meter dikke onderwater betonvloer. Tegen de vloer van de fietsenkelder werkt slechts incidenteel waterdruk; door 600 kN ankerkracht te rekenen voor een stramien van 5,6 x 5,6 m² kan 2,5 meter waterdruk tegen onderkant keldervloer worden opgenomen, hetgeen overeenkomt met een grondwaterpeil van NAP + 5 m, hetgeen ruim hoger is dan de tot nu toe bekende hoogste grondwaterstand. Nader onderzoek naar de maximale grondwaterstand zal nog worden uitgevoerd. De in dit rapport vermelde drukdraagkracht van de diepwanden betreft de berekende bezwijkdraagkracht van

de diepwanden, waarvan de afmetingen volgden uit de diepwand als grond- en waterkering.

In verband met het beperkte aantal sonderingen is vooralsnog voor alle elementen uitgegaan van dezelfde als maatgevend veronderstelde sondering.. Dit betreft sondering DKMP-3.

Het ontwerp van de fundering heeft plaatsgevonden conform de normen NEN 6740 en NEN 6743. De constructie is hierbij in het algemeen als een niet-stijf bouwwerk beschouwd. De constructie moet worden ingedeeld in Geotechnische Categorie 2, gezien de aard van de constructie, de eventuele invloedsfactoren vanuit de omgeving alsmede de aangetroffen bodemgesteldheid.

2.2

ontgravingseffect

In verband met de benodigde ontgravingen moet rekening worden gehouden met een reductie van de gemeten sondeerwaarden. Op basis van NEN 6740 en CUR-rapport 2001-4 wordt de volgende berekeningsmethode gehanteerd:

- ontgraving na heilwerk palen

$$q_{\text{C,z,corr}} = \sqrt{\frac{\sigma'_{v,z}}{\sigma'_{v,zj}}} q_{\text{C,z}}$$

In bijlage B is de berekening van de reductiefactoren in verband met het ontgravingseffect in een spreadsheet weergegeven. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen het maximale ontgravingseffect ter plaatse van het midden van de diepe kelder en ter plaatse van het midden van de fietsenkelder. Nabij de rand van de bouwput is de reductie aanmerkelijk geringer.

dieptetraject [m – NAP]	reductiefactor		
	diepe kelder*	fietsen kelder**	diepe kelder / fietsenkelder***
NAP -15 m	0,44	0,80	0,68
NAP -20 m	0,58	0,84	0,75
NAP -22 m	0,61	0,85	0,77
NAP -24 m	0,64	0,86	0,78
NAP -26 m	0,67	0,87	0,80
NAP -28 m	0,69	0,87	0,81

* ontgraving tot NAP -10,5 m

** ontgraving tot NAP +2,5 m

*** ontgraving tot gemiddeld NAP -4,0 m

Bij het bepalen van het ontgravingseffect is sondering 4 in verband met het hoge maaiveld (grotere ontlasting bij zelfde ontgravingsdiepte) en het ontbreken van de potklei (relatief hoog volume gewicht grondlagen) als maatgevend beschouwd.

2.3.

op druk belaste palen

Voor op druk belaste palen worden achtereenvolgens de uiterste grenstoestanden 1A en 1B getoetst, alsmede de bruikbaarheidsgrenstoestand 2:

- uiterste grenstoestand 1A: bezwijkmechanisme in de grond;
- uiterste grenstoestand 1B: vervormingen zodanig dat voor de bouwconstructie niet meer wordt voldaan aan de eis van veiligheid;
- bruikbaarheidsgrenstoestand 2: vervormingen zodanig dat verlies aan bruikbaarheid van de bouwconstructie ontstaat alsmede schade, hoge onderhoudskosten e.d.

2.3.1.

uiterste grenstoestand 1A

De maximale draagkracht van de paalpunt is berekend met de 4D/8D-methode van Koppejan. Voor de verschillende paaltypen zijn de volgende paalklassefactoren aangehouden:

Paalttype	α_p	α_s	α_t	β	s_t
Tubex groutinjectie	0,9	0,009	0,009	1,0	1,0
Fundex groutinjectie	0,9	0,009	0,009	1,0	1,0
Diepwand	0,5	0,006	0,0045	1,0	0,6
Gewi anker	-	-	0,014	1,0	1,0

De maximale schachtwrijvingskracht is bepaald aan de hand van een percentage van de gemiddelde conusweerstand, die is afgesneden op een waarde van 15 MPa.

Ten aanzien van het grondonderzoek wordt gesteld dat slechts 1 representatieve sondering is uitgevoerd hetgeen geen indicatie geeft van de statistische variatie van de grondslag in het gebied. Bij de bepaling van de rekenwaarde van de maximale draagkracht is op basis van het bovenstaande een ξ -waarde van 0,72 gehanteerd.

De uitgangspunten en resultaten van de berekeningen zijn voor de maatgevende sondering gepresenteerd in bijlage D. De berekening in de betreffende tabel(len) vindt plaats op basis van de door de geotechnische adviseur geïnterpreteerde waarden van de paalpuntsdruk en schachtwrijving vanuit de sondeergrafieken. Deze waarden worden ingevoerd in een spreadsheetprogramma, tezamen met de overige uitgangspunten voor de berekening.

De keuze van de paalpuntsniveaus in het palenplan vindt in het definitieve ontwerp stadium plaats op basis van een onderlinge vergelijking van sonderingen, waarbij ook uitvoeringstechnische aspecten een rol spelen.

In verband met de uitgevoerde ontgraving wordt bij de dimensionering van de palen een ontgravingseffect in rekening gebracht. Er treedt geen negatieve kleef langs de paalschacht op.

In verband met de in het verleden aanwezige ijsbelasting is de ondergrond overgeconsolideerd. Op basis van het beschikbare grondonderzoek wordt voornamelijk uitgegaan van een overconsolidatiegraad van 1,5. Bij het inbrengen van palen kan ontspanning van de grond optreden, waardoor met een reductie van de conusweerstand van een factor 0,81 moet worden gerekend. Strikt volgens de norm hoeft bij de toegepaste paaltypen geen OCR reductie te worden gerekend, echter in verband met de mogelijke ontspanning rondom de palen, ankers en wandpanelen wordt de reductie voor de helft in rekening gebracht (reductiefactor 0,90). Ik had dat niet gedaan; er zit al zo veel reserve in door ksi en ontgravingseffect.

2.3.2.

vervormingen / stijfheden

De maximale vervorming aan de bovenzijde van de funderingspalen is vastgesteld voor zowel uiterste grenstoestand 1B als bruikbaarheidsgrenstoestand 2. Hierbij is voor de diepwanden een maximale vervorming van circa 50 mm in de gebruikstoestand als maatgevend aangehouden.

De totale vervorming is opgebouwd uit:

- vervormingen onder de paalpunt in verband met mobilisatie van de draagkracht bij belasting van een paal: $w_{pant,d}$
- elastische verkorting van de paalschacht: $w_{el,d}$
- zakking door samendrukking van de onder het paalpuntniveau gelegen lagen: $w_{2,d}$

Overeenkomstig norm NEN 6740 dient voor het bepalen van de relatieve rotatie in principe een derde deel van de berekende vervorming in rekening te worden gebracht als zakkingverschil tussen naburige funderingselementen.

De uitgangspunten en resultaten van de berekeningen zijn weergegeven in bijlage D.

Uit de toetsing blijkt dat er wordt voldaan aan de gangbare richtlijnen met betrekking tot de maximale relatieve rotatie van de draagconstructie van respectievelijk 1: 100 voor uiterste grenstoestand 1B en 1: 300 voor bruikbaarheidsgrenstoestand 2.

Bij het bepalen van de vervormingen zijn de verschillende funderingselementen en solitaire onderdelen beschouwd. Bij een hoge concentratie van palen zoals onder de kernen het geval is zal een grotere zakking optreden. Hierop wordt nader ingegaan in het kader van het definitieve ontwerp, één en ander in relatie tot de dan verder uitgewerkte gebouwconstructie.

2.3.3.

maatgevende grenstoestand

Concluderend kan worden gesteld dat voor de palen in het onderhavige geval de maximaal realiseerbare draagkracht bepalend is voor het funderingsontwerp, dat wil zeggen: uiterste grenstoestand 1A, rekening houdend met het optreden van overconsolidatie en het ontgravingseffect. Voor de diepwanden is grenstoestand 2 maatgevend.

2.4.

op trek belaste palen

Ter plaatse van de keldervloeren moet rekening worden gehouden met een trekbelasting in de palen als gevolg van waterdruk. Vooralsnog is er niet vanuit gegaan dat vanuit excentriciteiten in de gebouwconstructie trekbelastingen op de fundering optreden. Voor de trekpalen wordt uitgegaan van GEWI ankers Ø 200 mm.

De rekenwaarde van de trekbelasting op de ankers bedraagt circa 600 kN.

De ankers dienen te worden gedimensioneerd op basis van een drietal criteria:

- opneembaarheid van de trekkracht door de paalschacht;
- waarborging van evenwicht door mobilisatie van wrijving tussen grond en paalschacht, het zogenaamde schuifcriterium;
- waarborging van evenwicht door mobilisatie van grondgewicht tussen de palen, het zogenaamde kluitcriterium.

Voor de berekeningen zijn de door CUR-rapport 2001-4 opgestelde rekenregels gehanteerd, gebaseerd op de zogenaamde q_c -methode. Voor de paalklassefactor is een waarde van $\alpha_c = 0,012$ aangehouden. In deze berekeningsmethode is het kluitcriterium impliciet verwerkt.

De factor voor het opspaneffect bij f , is op 1,0 gesteld.

De stramienafstand is in geval van de diepe keldervloer dusdanig dat een reductie van de paaltrekkracht in rekening moet worden gebracht in verband met een verminderde

korrelspanning ten gevolge van de afgifte van schuifkrachten in de hogere zandlagen (groepswerking). Deze reductie wordt in rekening gebracht met een factor f_2 . Gemiddeld is voor f_2 een waarde berekend van 0,7. Voor de fietsenkelder kan voor de factor f_2 een waarde van 1,0 worden aangehouden.

Voor het bepalen van de rekenwaarde van de trekkracht van de diepe kelder is een materiaalfactor van $\gamma_{m,trek} = 1,4$ en een variatiecoëfficiënt van $\gamma_{m,var,qc} = 1,00$ gehanteerd. Voor de fietsenkelder bedraagt variatiecoëfficiënt $\gamma_{m,var,qc} = 1,25$ in verband met het afwisselend op trek belast en onbelast zijn van deze ankers.

De berekeningsresultaten zijn weergegeven in bijlage D.

2.5.

overige randvoorwaarden voor het ontwerp

De palen moeten worden voorzien van een kopwapening tot een niveau van NAP -18 meter. Voor de trekpalen dient een doorgaande wapeningskorf te worden toegepast.

De wapening van de palen moet worden afgestemd op de mogelijke belastingsituaties in de verschillende bouwstadia en in de uiteindelijke toestand.

Hierbij spelen de volgende aspecten een rol:

- grootte van de drukbelasting;
- grootte van de trekbelasting;
- mogelijk excentriciteiten;
- horizontale belasting vanuit de constructie;
- horizontale belasting in verband met zijdelingse gronddruk;
- de korflengte in relatie tot diameter hulpbuis in verband met silowerking bij storten betonspecie.

Voor nadere randvoorwaarden wordt verwezen naar (voor)norm NVN 6724.

3.

Bouwput

De bouwput voor de nieuwbouw bestaat uit een drietal delen. Te weten de diepe parkeerkelder, de éénlaagse fietsenkelder en de inritten voor de fietsenkelder.

De diepe kelder zal worden uitgevoerd met gestempelde diepwanden en onderwaterbeton. De fietsenkelder zal worden uitgevoerd met gestempelde diepwanden en een bemaling. De inritten worden uitgevoerd met gestempelde stalen damwanden en een bemaling. Door diepwanden en damwanden tot in de leem / kleilagen uit te voeren wordt de hoeveelheid te bemalen water beperkt tot geringe hoeveelheden.

Voor de toepassing van diepwanden is gekozen in verband met het risico op obstakels in de vorm van zwerfkeien. Tevens is een diepwand relatief stijf, waardoor de invloed op de omgeving geringer is dan bijvoorbeeld bij de toepassing van een stalen damwand. Bij de diepe kelder is de onderwater betonvloer noodzakelijk om de vervormingen en de krachten in de diepwand te beperken; tevens is het hierdoor mogelijk zonder spanningsbemaling een droge bouwput te creëren.

Omdat de risico's voor de omgeving bij de diepe bouwput het grootst zijn is in dit stadium voor dit deel van de bouwput een aantal eindige elementen berekeningen uitgevoerd (zowel 2D als 3D) in het programma Plaxis. Op basis van deze analyse is er voor gekozen met een tweetal stempelniveaus te werken; één stempellaag op maaiveldniveau en een tweede stempelniveau dat het eerste vervangt op NAP +0,0 meter (circa 4 tot 6 meter minus maaiveld. Een uitgebreide analyse van de zakkingen in de omgeving in relatie tot de uit te voeren monitoring zal onderdeel uitmaken van het definitieve ontwerp.

3.1.

Diepe garage

Bij de diepe garage ziet de fasering er als volgt uit:

- Uitvoeren diepwand
- Aanbrengen Tubex palen
- Aanbrengen stempel op maaiveldniveau
- Strooksgewijs in den droge ontgraven tot NAP +0,0 meter
- Bovenste stempel verwijderen, nadat onderste stempel op NAP + 0 geplaatst is
- Stempels voorspannen
- Water in de bouwkuip opzetten tot NAP +3,0 meter
- In den natte ontgraven tot NAP -10,5 meter
- GEWI ankers boren vanaf pontons
- Onderwater betonvloer storten
- Bouwput leeg pompen
- Kelderconstructie bouwen
- Stempels verwijderen

Sterkte technisch is een dikte van de diepwand bij de bovengenoemde werkwijze van 1,00 meter voldoende. Echter in verband met de noodzaak tot beperking van de horizontale defromatie nabij de kwetsbare belendingen is aan de zuidzijde de dikte van de diepwand vergroot tot 1,20 meter. De kopwanden worden met een dikte van 1,00 m uitgevoerd.

De bouwput is gedimensioneerd in het rekenprogramma Plaxis v8. Hierin is de diepwand gedimensioneerd met een dikte van 1,20 meter aan de zuidzijde en 1,00 meter aan de noordzijde.

In de berekening zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd.

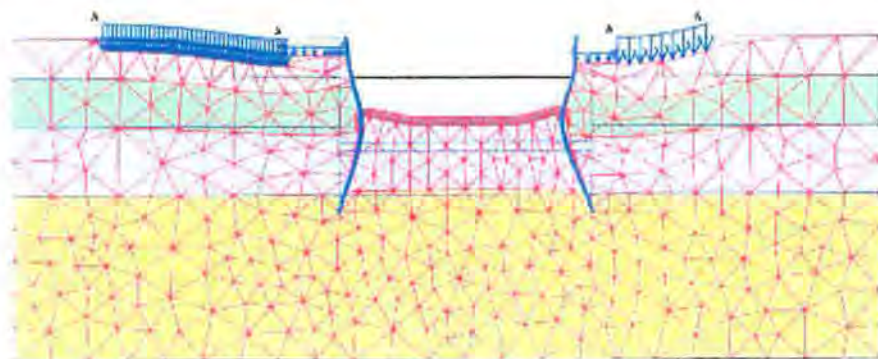
- Maaiveldhoogte NAP + 5,5 m
- Hoogte eerste stempellaag NAP + 4,5 m
- Hoogte tweede stempellaag NAP + 0,0 m
- Ontgravingsniveau NAP -10,5 m
- Puntniveau diepwand NAP -19,0 meter
- Bodemprofiel met leem / potklei tot NAP -16,5 m
- Bovenbelasting tussen belendingen en diepwand 10 kN/m²
- Bovenbelasting door belendingen 30 kN/m² vanaf 8 meter vanaf diepwand en grotere afstanden op 1,5 meter minus maaiveld aan de zuidzijde.
- Bovenbelasting door belendingen 30 kN/m² op maaiveldniveau vanaf 5 meter vanaf diepwand en grotere afstanden aan de noordzijde.

Uit de berekeningen blijkt het volgende (zie ook bijlage E):

- Buigend moment diepwand zuidzijde $M_{rep} = +1333 / -1043$ kNm
- Buigend moment diepwand noordzijde $M_{rep} = +1090 / -1070$ kNm
- Stempelkracht eerste stempellaag $F_{rep} = 1850$ kN (Ø 1300 mm, t = 35 mm, h.o.h. 7,0 m)
- Stempelkracht tweede stempellaag $F_{rep} = 7686$ kN (Ø 1300 mm, t = 35 mm, h.o.h. 7,0 m)
- Uitbuiging diepwand zuidzijde maximaal 32 mm (rep-waarde)
- Uitbuiging diepwand noordzijde maximaal 43 mm (rep-waarde)
- Zakking belendingen zuidzijde 25 mm (helling ca. 1:800)
- Zakking belendingen Noordzijde 38 mm (helling ca. 1:500)

Deze betreffen de helling van de belendingen en niet de rotatie uit het vlak van scheefstand; hetgeen een veilige benadering is. De berekende hellingen echter zijn exclusief de vervormingen als gevolg van het graven van de diepwand. Deze vervormingen worden vooralsnog toelaatbaar geacht.

Ten behoeve van rekenwaarden dienen de buigende momenten met een factor 1,3 en de stempelkrachten met een factor $1,3 \times 1,25 = 1,5$ te worden verhoogd. De tweede stempellaag zal vertikaal gesteund moeten worden en horizontaal van een knikverkort moeten worden voorzien.



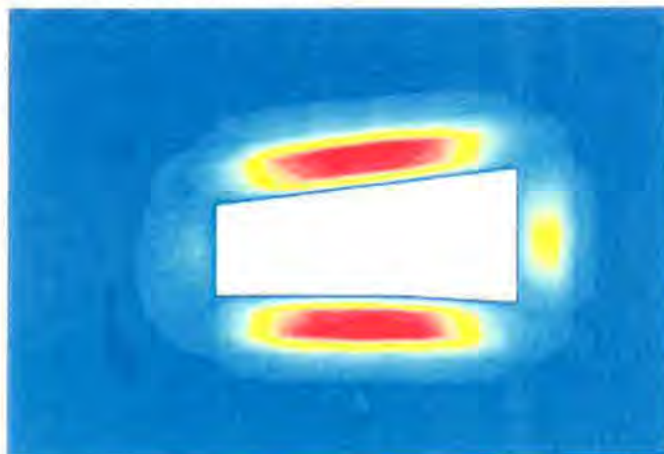
Uniformed mesh
Bouwen met de Plaxis v8.12 (2012) (12/12/2012)
Bouwen met de Plaxis v8.12 (2012) (12/12/2012)

Uit de uitgevoerde berekeningen volgt een relatief grote zakking van de belendingen in de directe omgeving van de nieuwbouw. Echter niet de zakking, maar voorval de helling die in de belendingen ontstaat, is maatgevend voor het schaderisico.

Om de zakkingen en zakkingsverschillen in de omgeving beter in beeld te krijgen is in het rekenprogramma Plaxis 3D een aanvullende berekening van de diepe bouwput uitgevoerd. Hierin is de toepassing van een tweetal stempellagen nog niet verwerkt, wel is duidelijk zichtbaar dat de in Plaxis v8 berekende zakkingen alleen zullen optreden in het midden van de bouwput. Bij de kopwanden en zeker bij de hoeken van de bouwput zullen de zakkingen van belendingen veel minder groot zijn. Het monumentje zal derhalve veel minder zakken dan de berekende 25 mm. In het definitieve ontwerp zal met name de 3D berekening verder worden uitgewerkt; hierin zal dan ook de fietsenkelder worden meegenomen. Een en ander om tot een goede inschatting van risico's te komen en een adequaat monitorings- en bewakingsplan te kunnen opstellen.



Geometrie Plaxis 3D berekening



Zakking maaiveld op basis van Plaxis 3D berekening

Opgemerkt moet worden dat de grote ontgravingsdiepte, in combinatie met op staal gefundeerde belendingen op een afstand geringer dan de putdiepte, nooit geheel zonder invloed op de belendingen kan worden uitgevoerd. Geadviseerd wordt vooraf budget te reserveren om eventuele nieuwe scheurtjes of toename van bestaande scheurvorming te herstellen. Het ontwerp van de bouwput is zo gemaakt dat een eventuele schade esthetische schade zal betreffen, die relatief eenvoudig is te herstellen. Voor het monumentje kan worden overwogen vooraf stut-/herstelwerkzaamheden uit te voeren; e.e.a. gezien de matige staat waarin dit pand (visueel beoordeeld) verkeert

3.2.

fietsenkelder

Bij de fietsenkelder ziet de fasering er als volgt uit:

- Uitvoeren diepwand
- Aanbrengen Fundex palen
- Strooksgewijs ontgraven t.b.v. stempelraam
- Aanbrengen stempel
- In den droge ontgraven
- GEWI ankers boren
- Betonvloer storten
- Stempel verwijderen

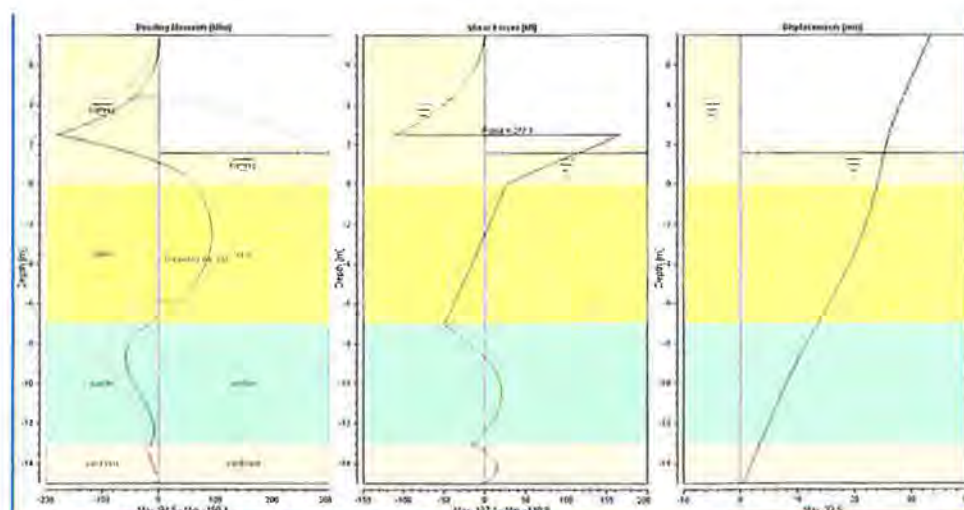
Net als voor de diepe bouwput wordt de bouwputbegrenzing middels een diepwand uitgevoerd. De dimensionering van de diepwand is uitgevoerd in het rekenprogramma MSheet. Een berekening met Plaxis is in dit stadium niet noodzakelijk omdat de invloed naar de omgeving gering is.

In de berekening zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd.

- Maaiveldhoogte NAP + 7,5 m
- Hoogte stempel NAP + 5,0 m
- Ontgravingsniveau NAP +2,25 m
- Puntniveau diepwand NAP -16,0 meter
- Dikte diepwand 800 mm
- Bodemprofiel met leem / potklei tot NAP -13,0 m
- Bovenbelasting tussen belendingen en diepwand 10 kN/m²
- Bovenbelasting door belendingen 40 kN/m² vanaf 5 meter vanaf diepwand op maaiveld

Uit de berekeningen blijkt het volgende:

- Buigend moment diepwand $M_{rep} = +202 / -227$ kNm
- Stempelkracht $F_s = 236$ kN/m (Ø 600 mm, t = 11 mm, h.o.h. 10,0 m)
- Uitbuiging diepwand 24 mm



Krachtwerking en vervorming diepwand in Uiterste Grenstoestand; gestempeld door betonvloer

Mogelijk dat de stempels in het midden vertikaal gesteund moeten worden en horizontaal van een knikverkorter moeten worden voorzien.

3.3.

toeritten

Bij de toeritten ziet de fasering er als volgt uit:

- inbrengen damwanden (drukkend of trillend afhankelijk van belendingen)
- aanbrengen stempelraam
- in den droge ontgraven
- vloer en wanden aanbrengen
- grond aanvullen tussen betonwand en damwand
- damwand verwijderen

Een berekening van de damwand is uitgevoerd in het rekenprogramma MSheet. In de berekening zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd.

- Maaiveldhoogte NAP + 6,6 m
- Hoogte stempel NAP + 6,0 m
- Ontgravingsniveau NAP +2,8 m
- Puntniveau damwand NAP -5,0 meter (lengte damwand 11,6 m)
- Damwand type AU25
- Bovenbelasting 10 kN/m²
- Bovenbelasting door belendingen 40 kN/m² vanaf 5 meter vanaf diepwand op maaiveld

Uit de berekeningen blijkt het volgende (zie ook bijlage E):

- Buigend moment damwand $M_d = 160 \text{ kNm}$
- Stempelkracht $F_s = 82 \text{ kN/m'}$
- Uitbuiging damwand 11 mm

Uitvoer van de berekening is als bijlage toegevoegd.

3.4.

onderwaterbetonvloer

De onderwater betonvloer zal in het kader van het definitieve ontwerp conform CUR aanbeveling 77 worden gedimensioneerd. Een en ander op basis van het dan definitief op te stellen palen- en ankerplan. Vooralsnog wordt, in het kader van de te begroten kosten, uitgegaan van een 1,20 meter dikke vloer met betonkwaliteit C28/35.

De onderwater betonvloer dient behalve op waterdruk ook op een zwelbelasting te worden gedimensioneerd. Een en ander is afhankelijk van de uitvoeringsmethode en de resultaten van aanvullend uit te voeren laboratorium-onderzoek.

4.

risico analyse

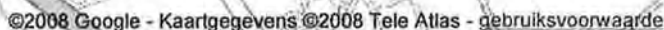
Het beheersen van risico's is een belangrijk onderdeel van het ontwerp- en bouwproces. Om risico's te kunnen beheersen moeten ze benoemd worden. De risico-analyse kan gebruikt worden voor het V&G-plan, maar ook andere risico's dan V&G-aspecten kunnen in het project een rol spelen.

In onderstaande tabel is een aantal risico's aangegeven en de wijze hoe hier in het ontwerp mee om wordt gegaan.

Aspect	Gevolg	Maatregel
Ontwerp		
Bezwijken van een constructieonderdeel • stempel • onderwater betonvloer • diepwand • damwand • trekanker • funderingspaal	• economische schade • risico's voor zakkings in de omgeving	• robuust ontwerpen conform geldende normen / richtlijnen
Verschillen in stijfheid van de verschillende funderingselementen	• vervormingsverschillen in de constructie • gewijzigde krachtsverdeling	• analyse van stijfheden en stijfheidsverschillen in het ontwerp en de constructie daar zonedig op aanpassen
Zakking van belendingen	• esthetische schade aan belendingen • economische schade aan belendingen	• toelaatbare vervormingen in omgeving als uitgangspunt voor het ontwerp van de put kiezen. • opstellen monitorings- en bewakingsplan
Waterdichtheid van de (diepe) bouwput	• economische schade (kosten voor injecteren) • langere bouwijd	• ontwerp en detaillering afstemmen op beoogde waterdichtheid
Obstakels in ondergrond ter plaatse van diepwanden	• economische schade	bouwmethode kiezen, waarmee obstakels kunnen worden verwijderd
Obstakeld in ondergrond ter plaatse van damwanden	• economische schade	• damwanden vroegtijdig inbrengen; indien obstakels aanwezig dan ofwel trace aanpassen of damwanden vervangen door diepwanden
Obstakels in ondergrond ter plaatse van palen	• economische schade	• paallocatie verplaatsen
Vervormingen in omgeving groter dan verwacht	• economische schade	• Zo mogelijk bouw wijze optimaliseren (vergroten stabiliteit diepwandpanelen, stijfheid stempels, opzetten waterniveau, Eventueel belendingen versterken.

Bijlage A:

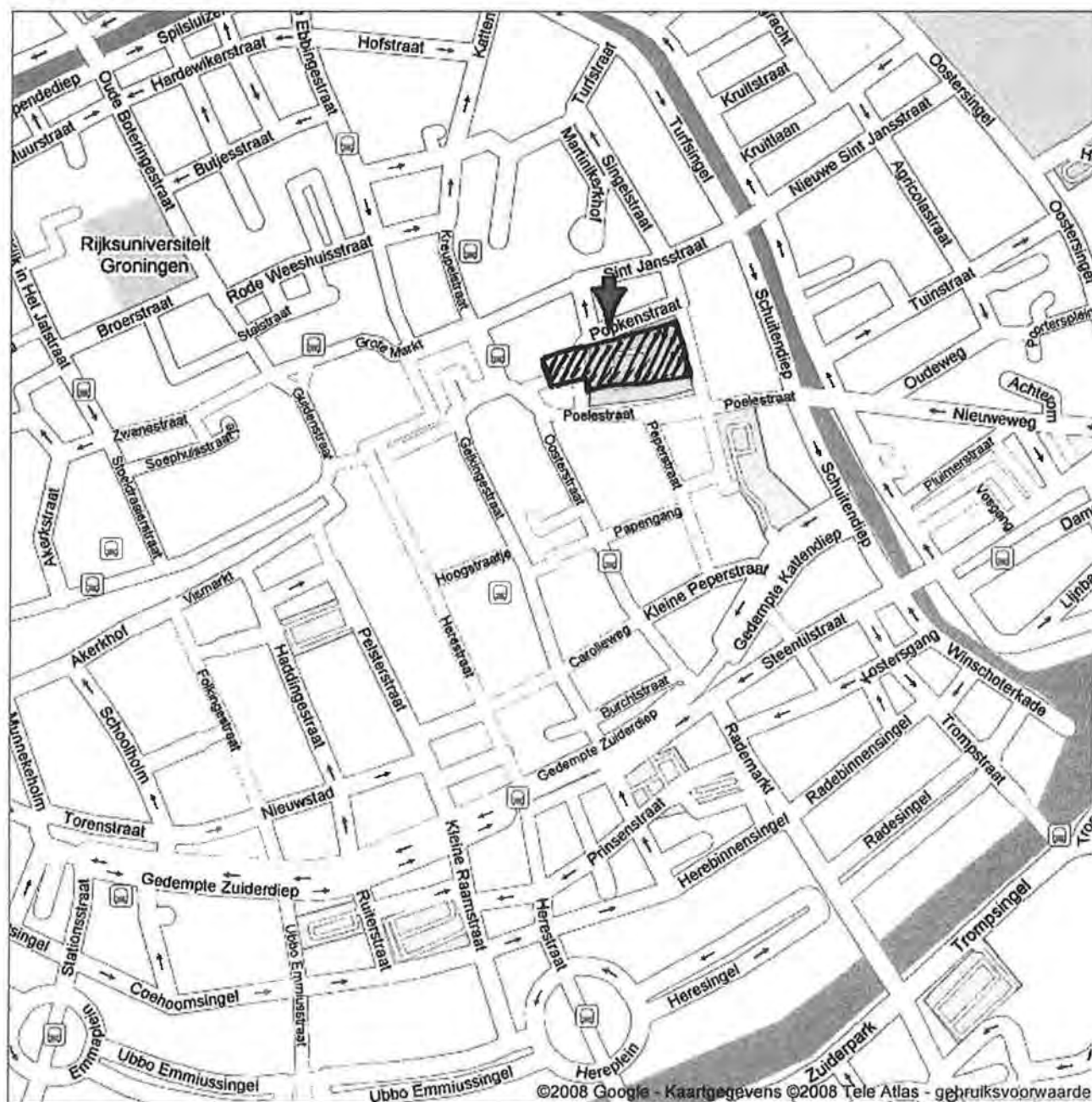
Situatie



Google™

Adres **Popkenstraat**
Groningen

Maps Nederland



Bijlage B:

Sonderingen Wiertsema

Wiertsema & Partners

RAADGEVEND INGENIEURS

Raadgevend Ingenieursbureau
Wiertsema & Partners B.V.
Feithspark 6 9356 BZ Tolbert
Postbus 27 9356 ZG Tolbert
Tel. (0594) 51 68 64
Fax (0594) 51 64 79
E-mail: info@wieritsema.nl
Internet: www.wiertsema.nl

Resultaten grondonderzoek

ten behoeve van het Groninger Forum te Groningen

Opdrachtnummer

VN-43977

Opdrachtgever

ABT Adviseurs in Bouwtechniek B.V.
Postbus 82
6800 AB Arnhem

Bijlagen

Situatietekening
Sondeergrafieken
Waterpasstaat
Voorboringen

VN-43977-1
VN-43977-DKP1 t/m DKP4 en DKP6
VN-43977-2
VN-43977-3

Datum rapport

28 januari 2008

abt	Velp
datum	29 JAN 2008
dossier	ogbis G
t. n. v.	



▲ Algemeen

Ten behoeve van het Groninger Forum te Groningen is door ons bureau een grondonderzoek uitgevoerd overeenkomstig de richtlijnen hiertoe gegeven door ABT Adviseurs in Bouwtechniek B.V. te Velp.

▲ Grondonderzoek

De veldwerkzaamheden zijn uitgevoerd op 21 november 2007, 10 december 2007 en 17 december 2007 en hebben bestaan uit het verrichten van een 5-tal sonderingen tot een diepte van maximaal circa 44 m- maaiveld. De sonderingen zijn verricht met onze 20-tons sondeerapparatuur met behulp van een steuncasing en een elektrische waterspanningsconus type U₁ (filter in de punt) welke, naast de punt- en wrijvingsweerstand, tevens de waterspanning (uitgedrukt in MPa) continu meet en registreert. In de bijlagen VN-43977-DKP1 t/m DKP4 en DKP6 zijn de aldus verkregen sondeerresultaten grafisch gepresenteerd waarbij de conusweerstand en de plaatselijke wrijvingsweerstand zijn uitgezet tegen de diepte in meters ten opzichte van N.A.P. Het wrijvingsgetal (plaatselijke wrijvingsweerstand uitgedrukt in % van de conusweerstand) is kenmerkend voor de verschillende grondsoorten en geeft derhalve een gedetailleerd beeld van de bodemopbouw. Tijdens het sonderen is met behulp van een in de conus ingebouwde hellingmeter de afwijking van de conus ten opzichte van de verticaal gecontroleerd. De sonderingen zijn uitgevoerd

De sondering DKP5 is niet uitgevoerd, aangezien de sondeerlocatie ten tijde van de uitvoering van het grondonderzoek vanwege de opslag van containers niet bereikbaar was voor onze sondeerequipement.

In verband met de mogelijke ligging van kabels en/of leidingen zijn 5 sonderingen voorgeboord. De bijbehorende boorbeschrijvingen zijn weergegeven in bijlage VN-43977-3.

De sondeerpunten zijn door ons bureau in het terrein uitgezet en gewaterpast met een nauwkeurigheid van 5 cm ten opzichte van N.A.P. Bij de waterpassing is uitgegaan van de N.A.P.-hoogte van 6,93 m+ N.A.P.; de plaats hiervan is aangegeven op de situatietekening bijlage VN-43977-1. De resultaten van deze waterpassing zijn gepresenteerd op de bijlage VN-43977-2. Alle gegevens van de inmetingen en waterpassingen genoemd in deze rapportage zijn een momentopname en zijn alleen te gebruiken voor het grondonderzoek.



Op de situatietekening in bijlage VN-43977-1 is de plaats aangegeven waar de sonderingen en de boring zijn uitgevoerd.

Tolbert, 28 januari 2008

A. Palama
Hoofd Uitvoering

AP/JDV





LEGENDA

- DKP  Diepsondering met plaatselijke wrijving en waterspanning
- DKP  sondering niet uitvoerbaar
-  hoogtereferentie

Situatietekening

Groninger Forum te Groningen

Opdracht : VN-43977

Getekend : RE

Bijlage : 1

Schaal : 1:500

Datum : 25.01.08

Gew.:

Gew.:

Gew.:

Gew.:

Maten in meters



Wertheim & Partners



RAADGEVEND INGENIEURS

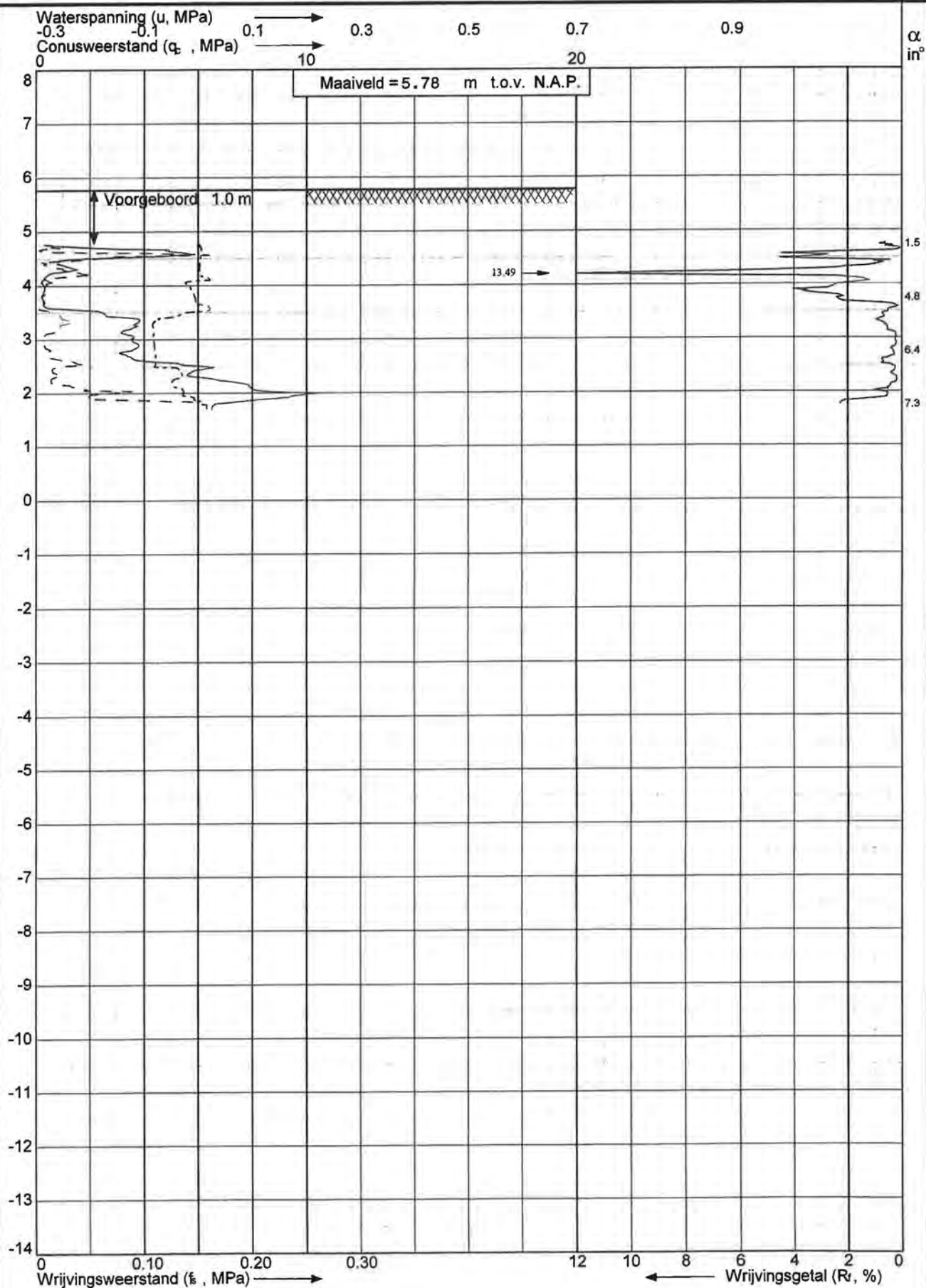
Wiertsema & Partners

Klasse: 2

Sondering volgens norm NEN 5140 Conus type: cilindrisch elektrisch

Oppervlakte punt: 10 cm² Afwijking van de vertikaal

Diepte in meters ten opzichte van N.A.P.





Klasse: 2

Sondering volgens norm NEN 5140 Conustype: cilindrisch elektrisch

Oppervlakte punt: 10 cm²

Diepte in meters ten opzichte van N.A.P.

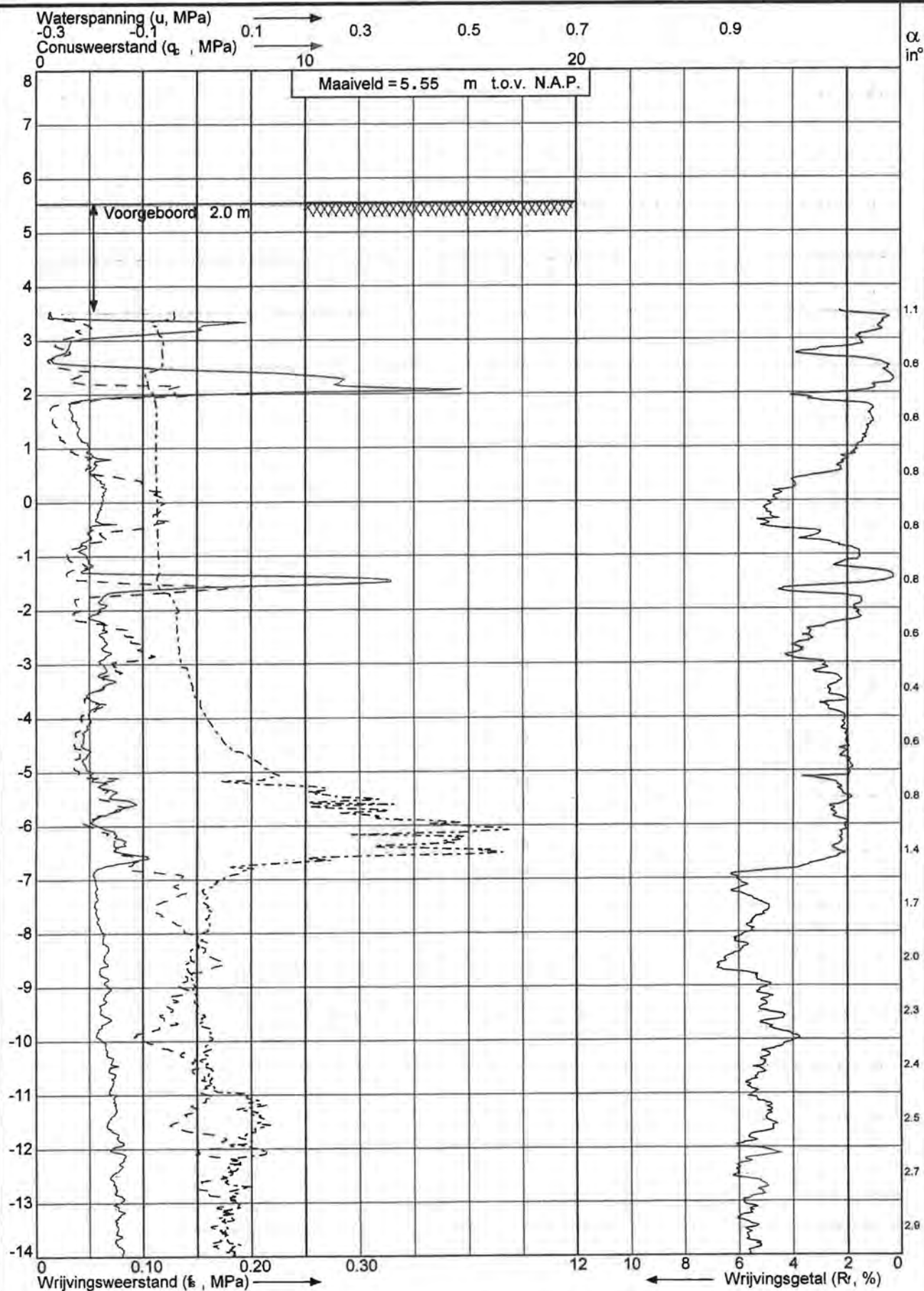
Project: Groninger Forum
te Groningen

Datum: 17-12-2007

Blad: 1 van 2

Sondering: DKP-2

Opdr.nr: VN-43977





RAADGEVEND INGENIEURS

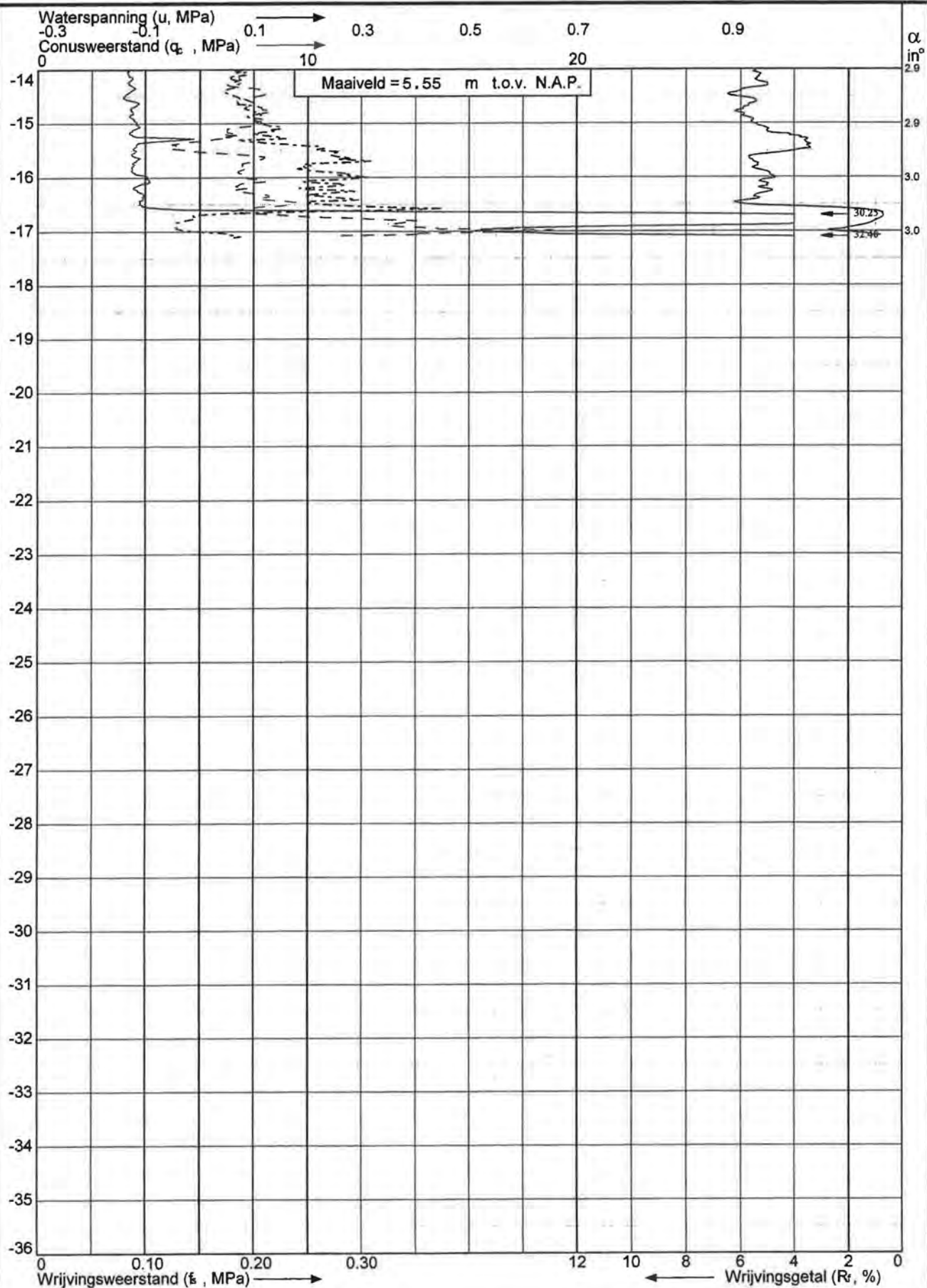
Wiertsema & Partners

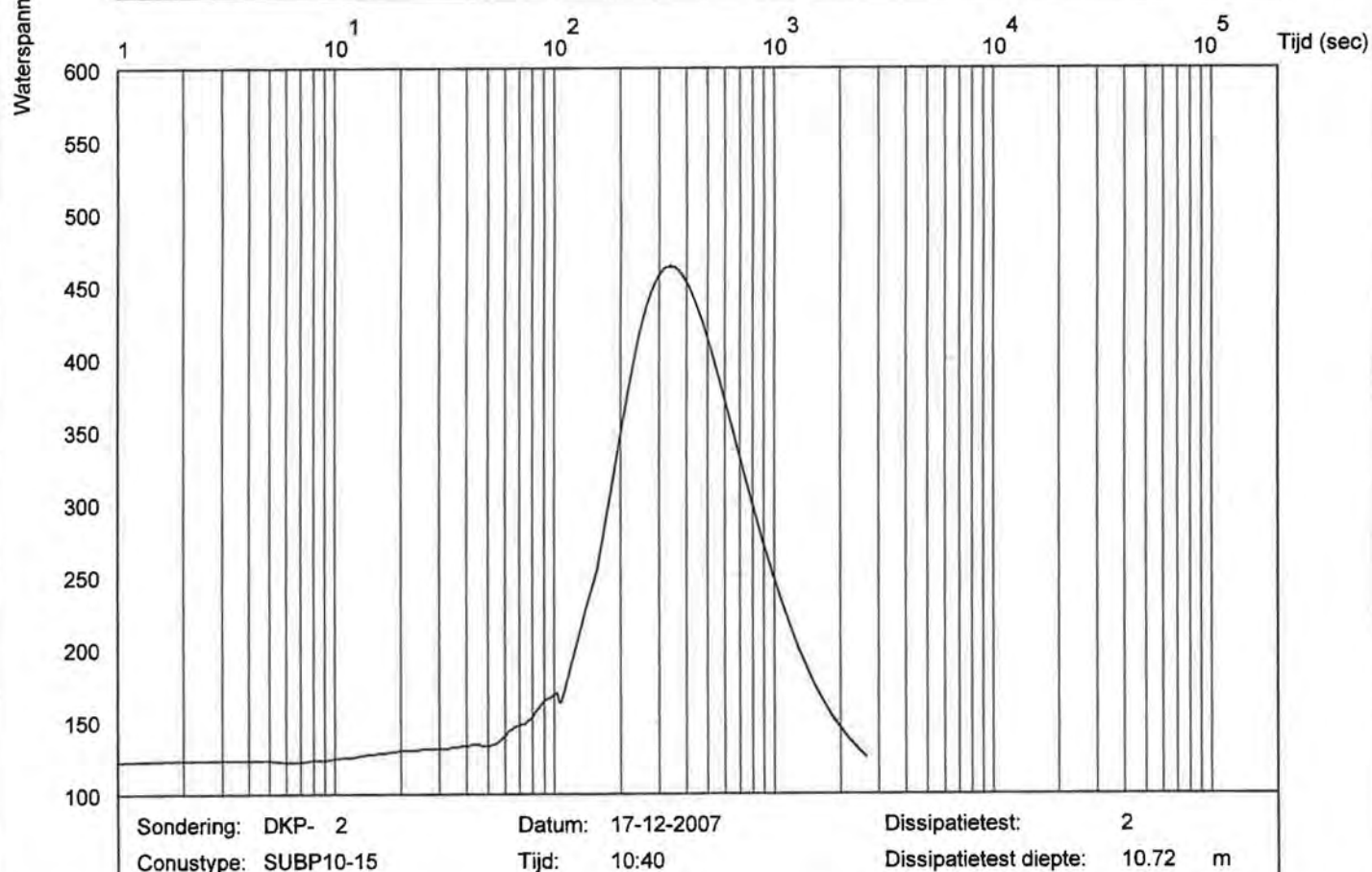
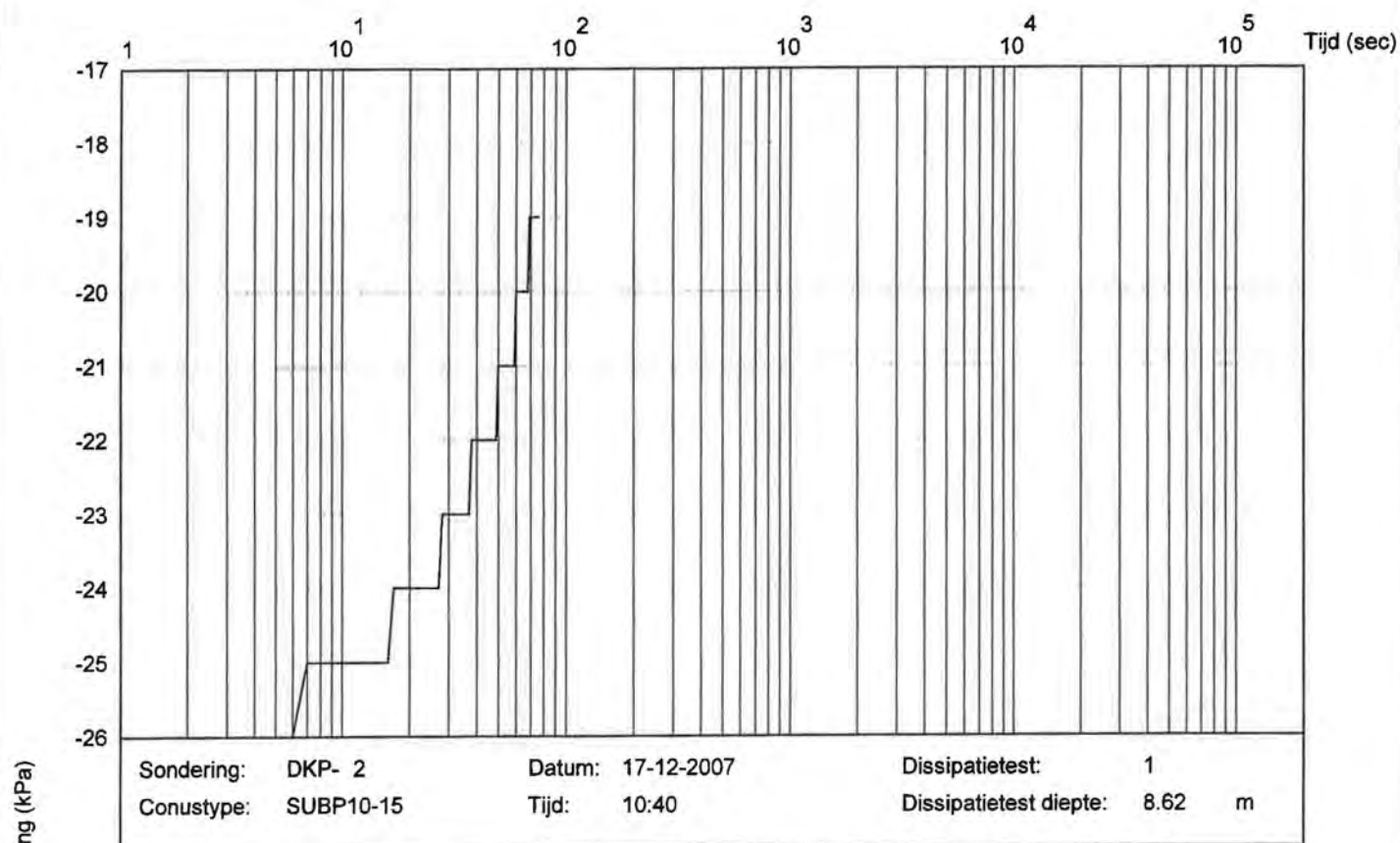
Klasse: 2

Sondering volgens norm NEN 5140 Conus type: cilindrisch elektrisch

Oppervlakte punt: 10 cm²

Diepte in meters ten opzichte van N.A.P.

Project: Groninger Forum
te GroningenDatum: 17-12-2007
Blad: 2 van 2Sondering: DKP-2
Opdr.nr: VN-43977





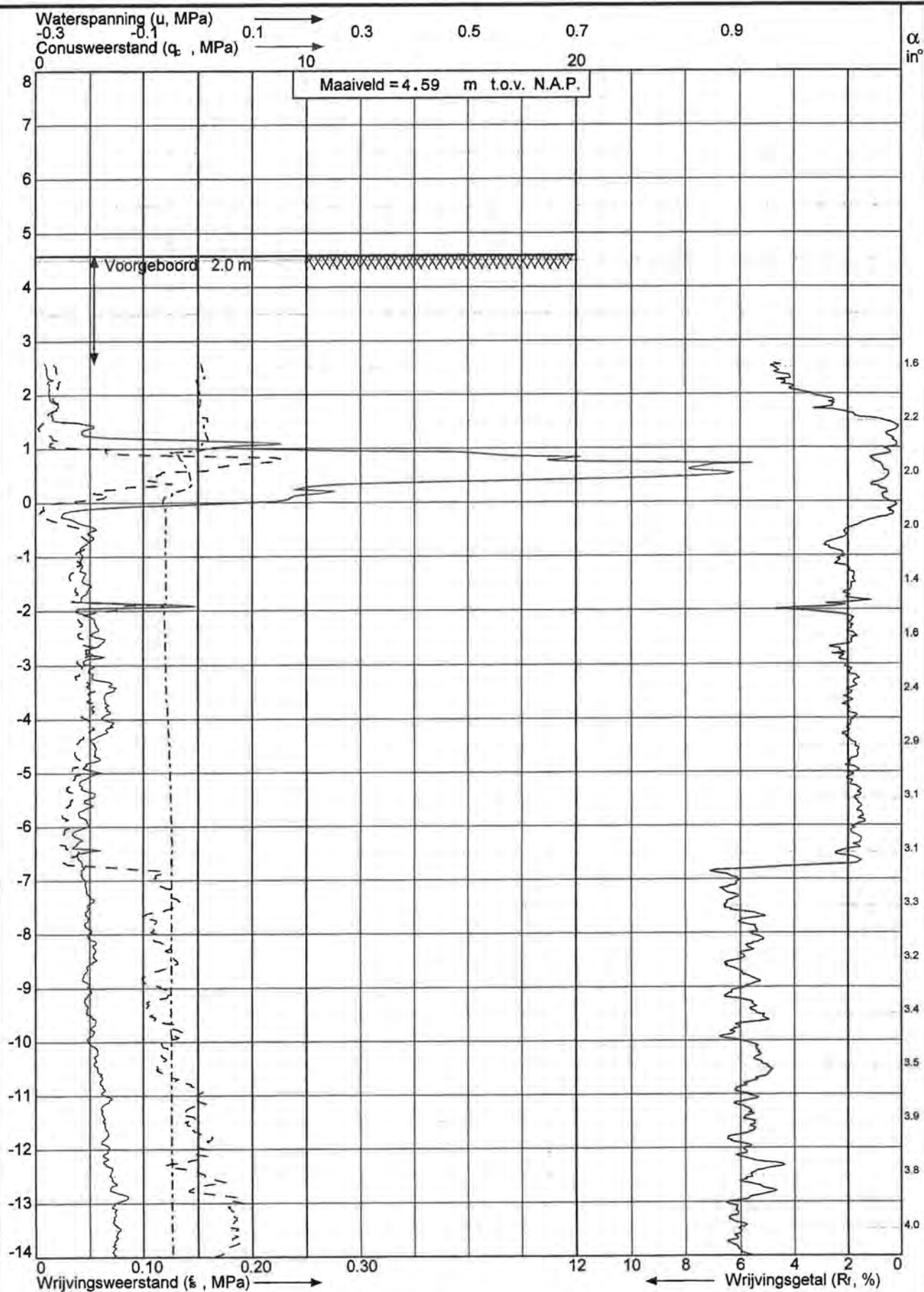
RAADGEVEND INGENIEURS

Wiertsema & Partners

Klasse: 2

Sondering volgens norm NEN 5140 Conustype: cilindrisch elektrisch
Oppervlakte punt: 10 cm² α : Afwijking van de vertikaal

Diepte in meters ten opzichte van N.A.P.





RAADGEVEND INGENIEURS

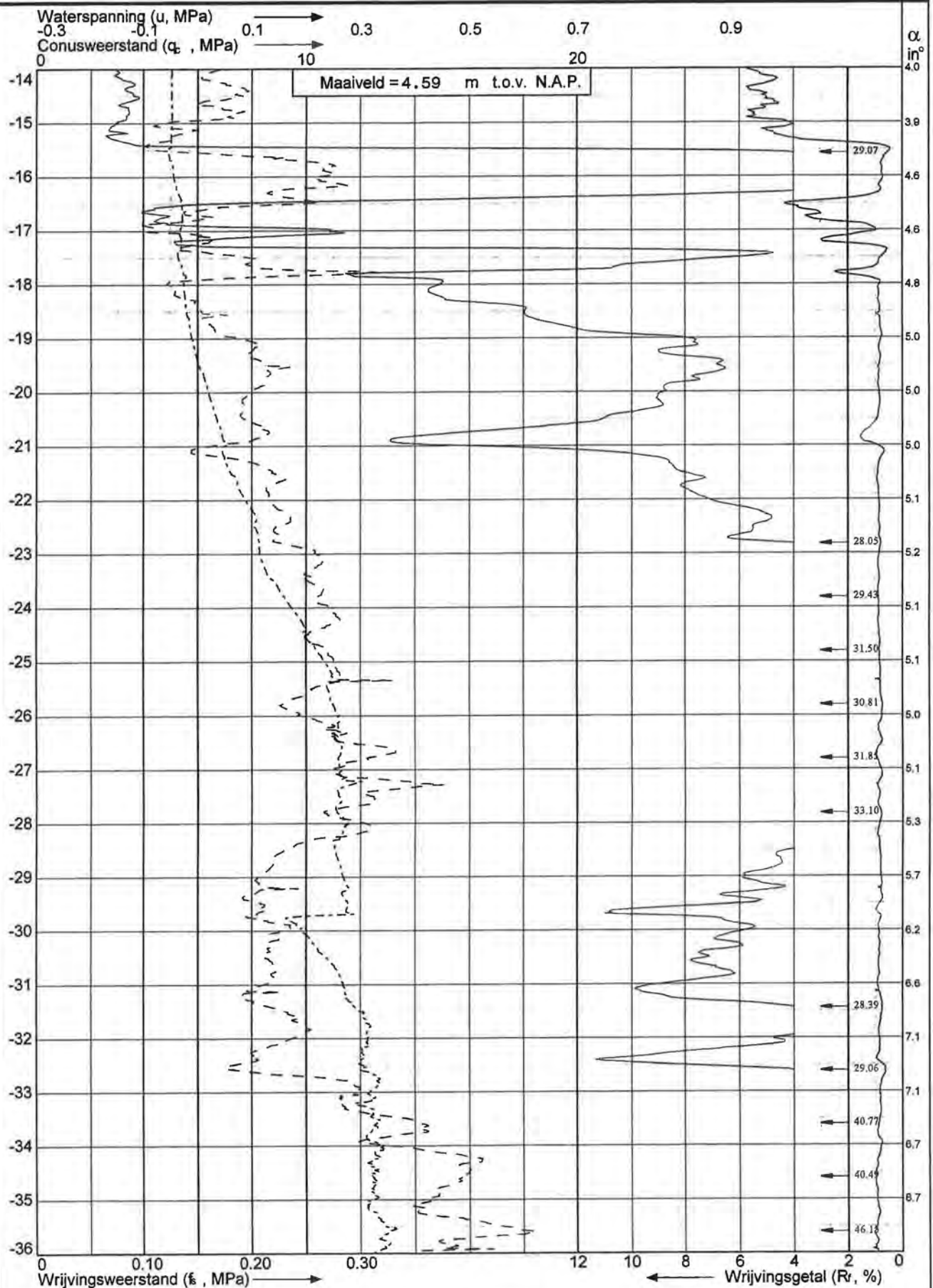
Wiertsema & Partners

Klasse: 2

Oppervlakte punt: 10 cm² α : Afwijking van de vertikaal

Sondering volgens norm NEN 5140 Conustype: cilindrisch elektrisch

Diepte in meters ten opzichte van N.A.P.





RAADGEVEND INGENIEURS

Wiertsema & Partners

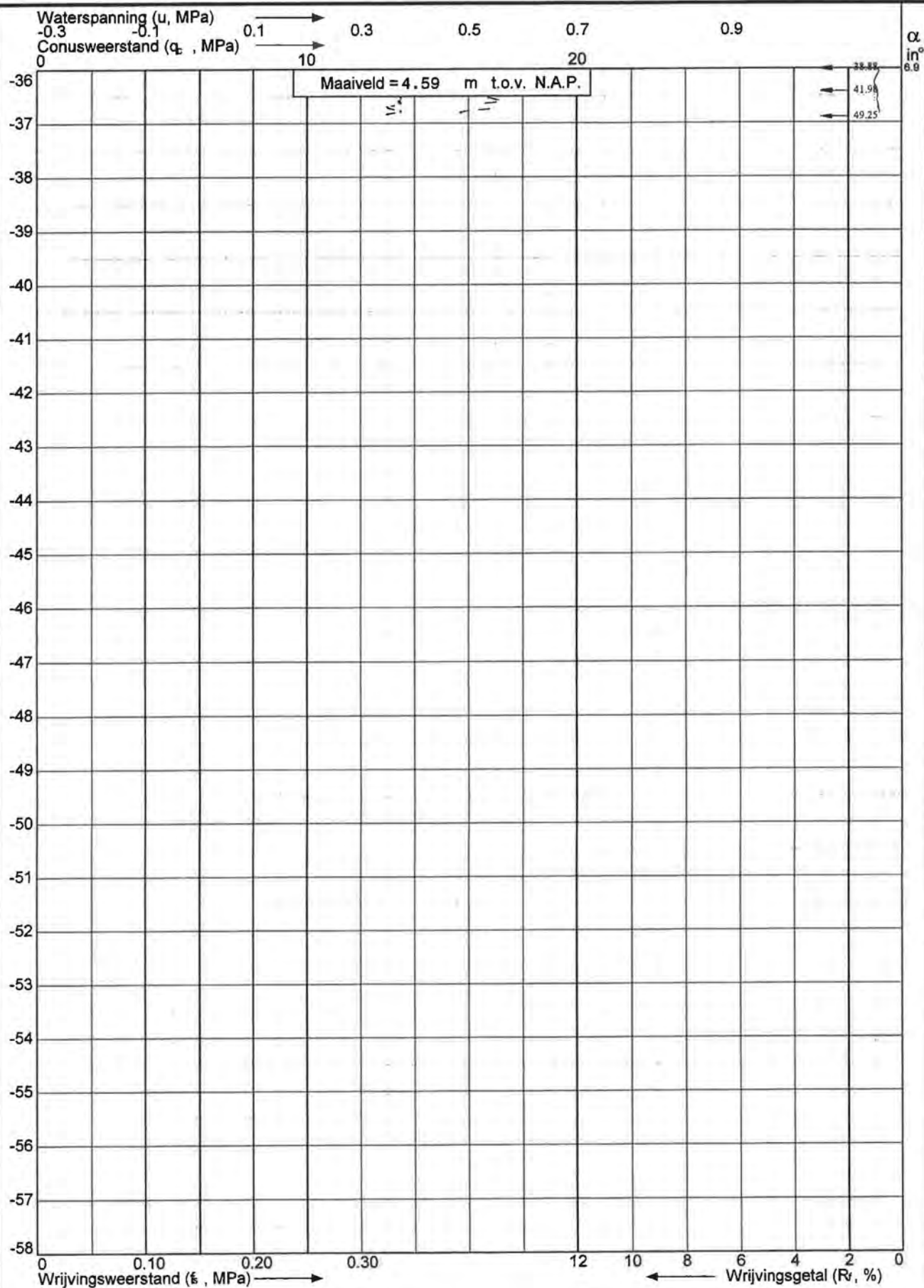
Klasse: 2

 α : Afwijking van de vertikaalOppervlakte punt: 10 cm²

Conustype: cilindrisch elektrisch

Sondering volgens norm NEN 5140

Diepte in meters ten opzichte van N.A.P.





RAADGEVEND INGENIEURS

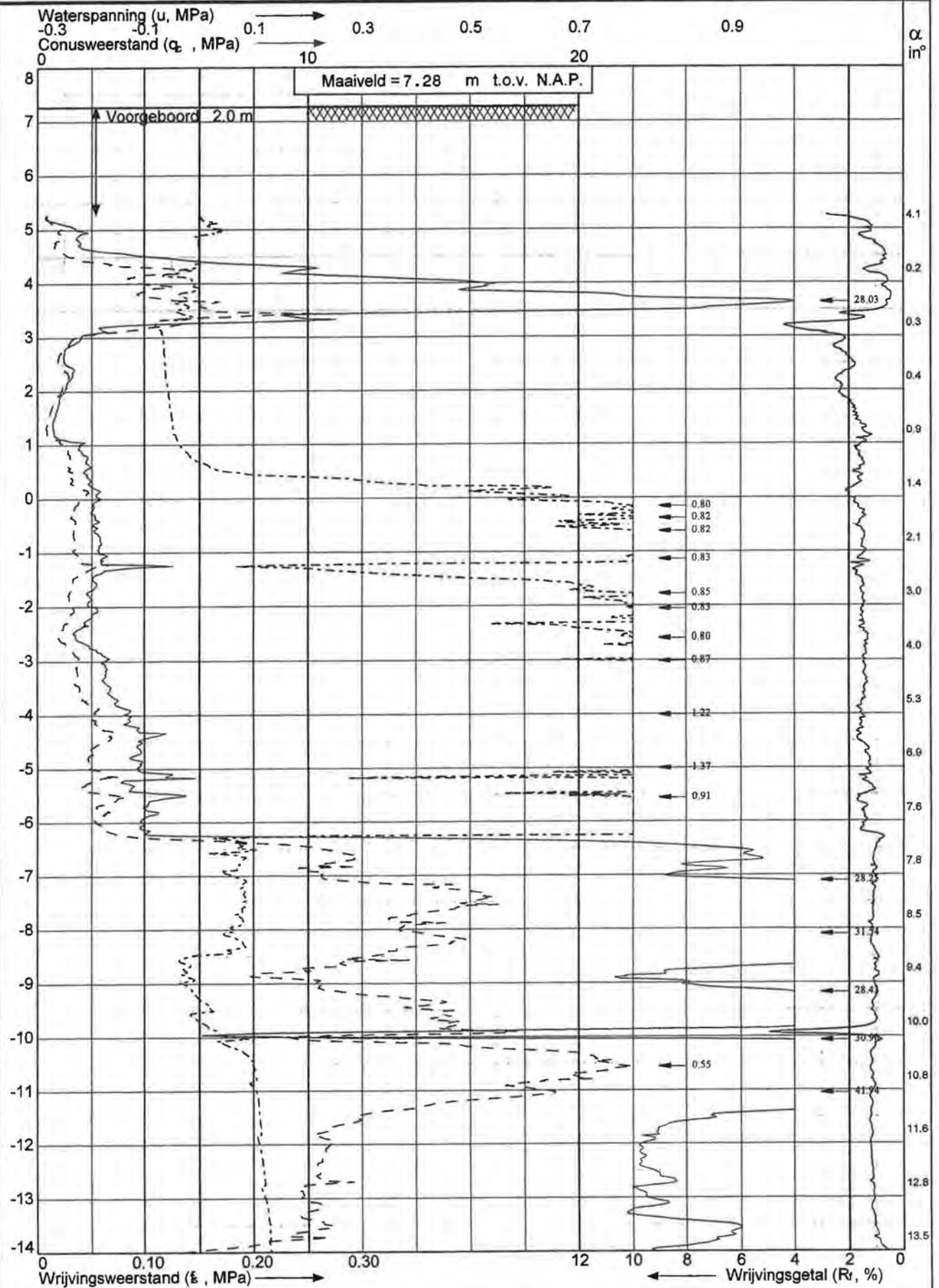
Wiertsema & Partners

Klasse: 2

Oppervlakte punt: 10 cm² α : Afwijking van de vertikaal

Sondering volgens norm NEN 5140 Conus type: cilindrisch elektrisch

Diepte in meters ten opzichte van N.A.P.





RAADGEVEND INGENIEURS

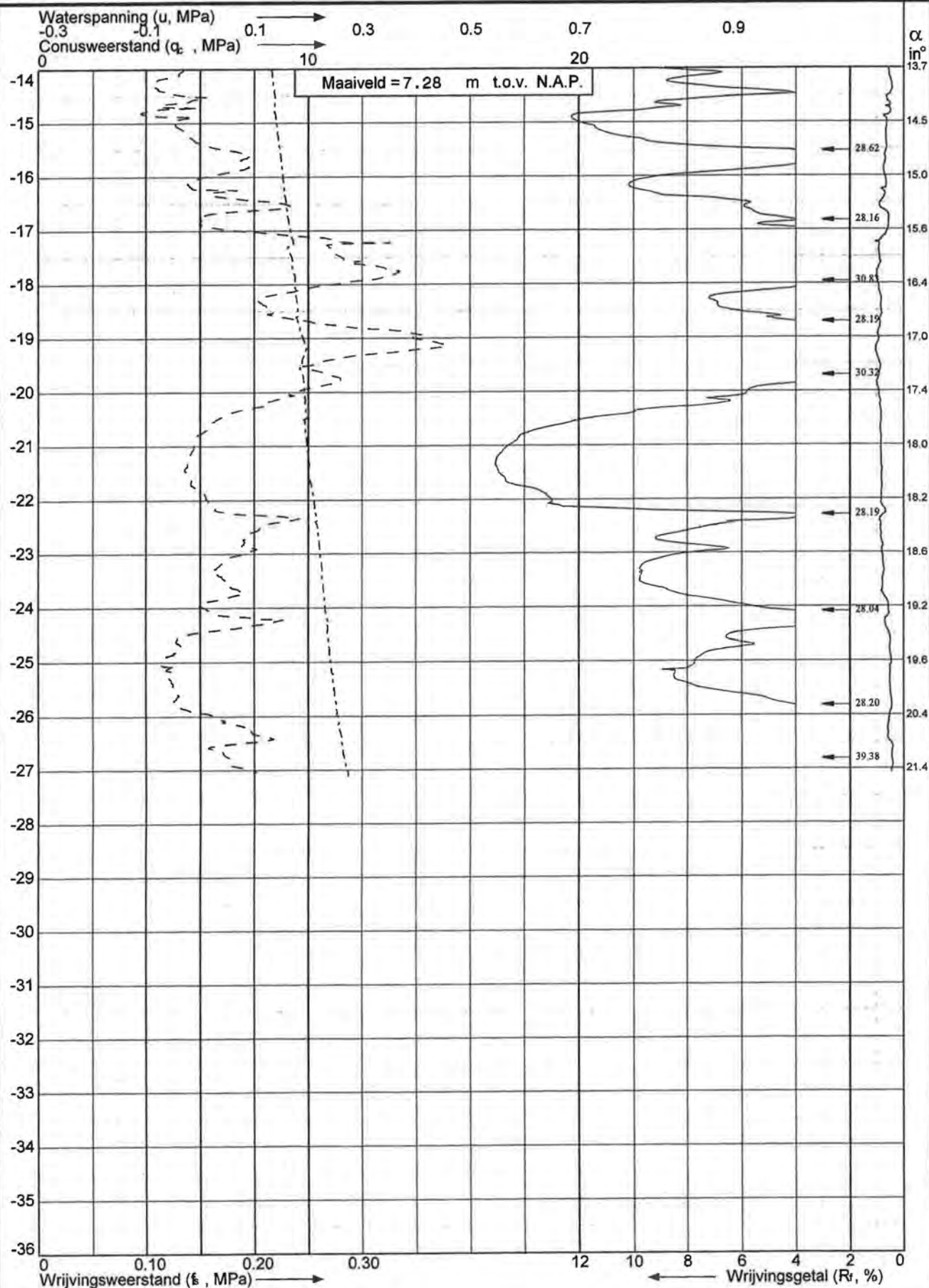
Wiertsema & Partners

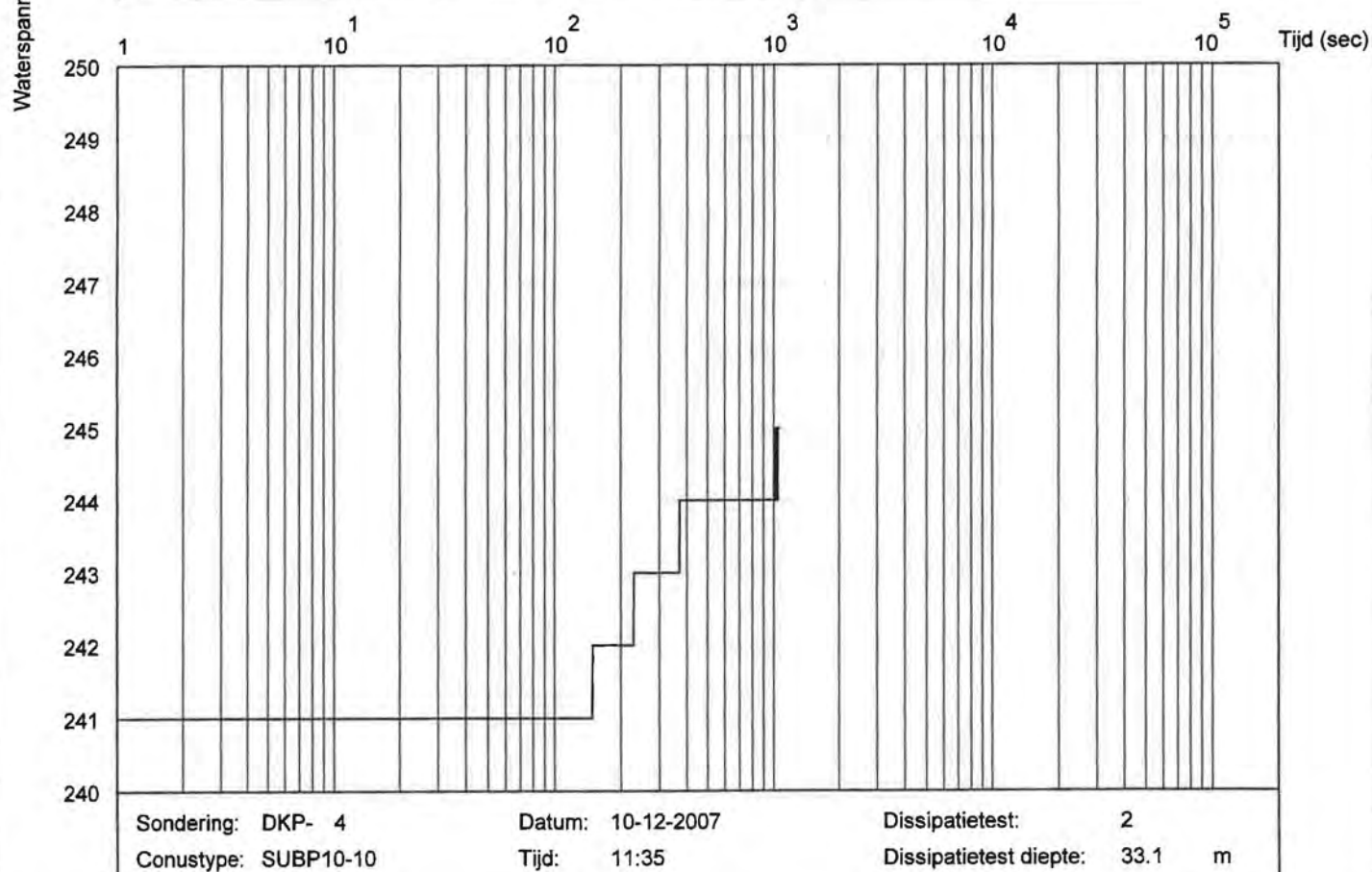
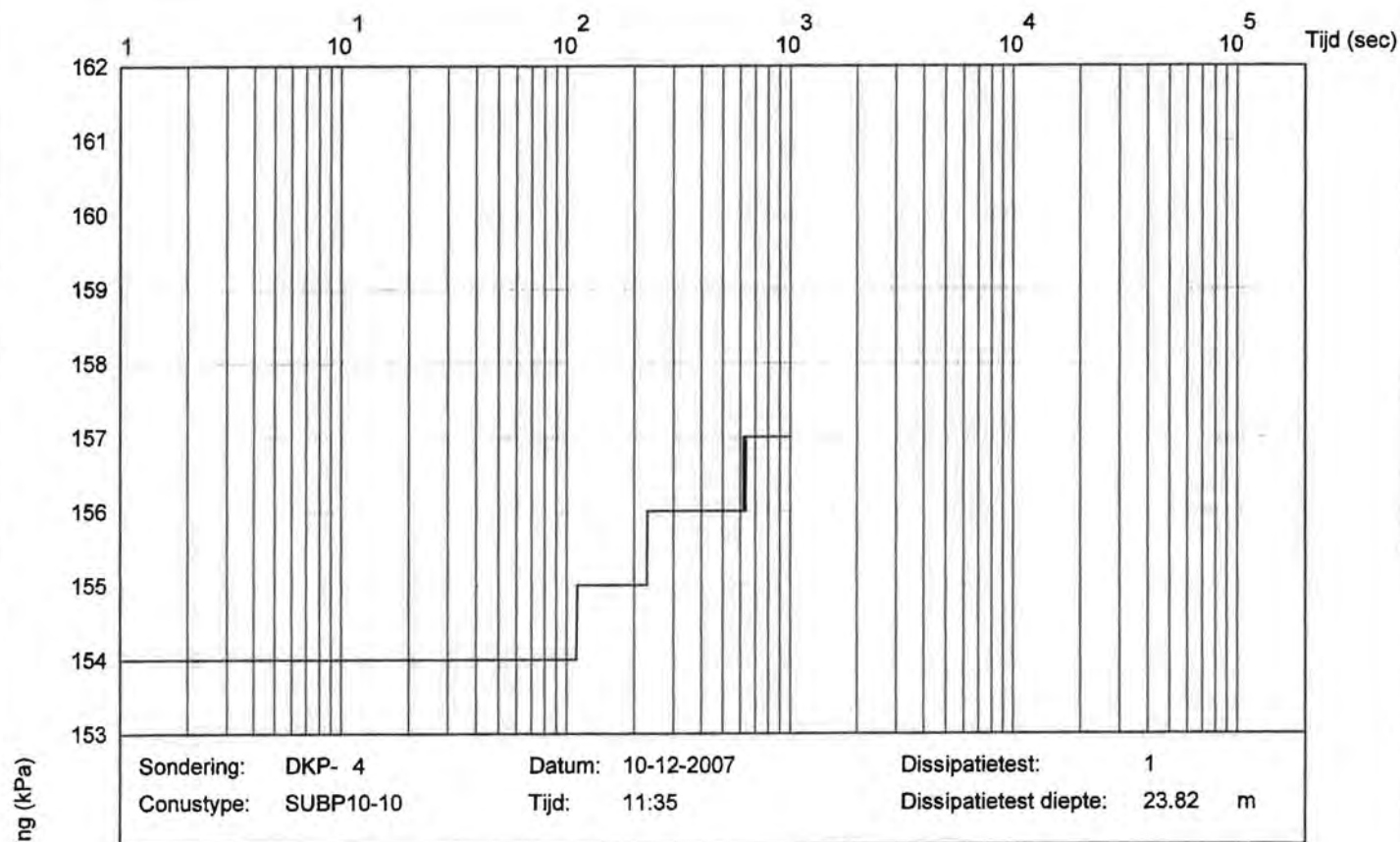
Klasse: 2

Oppervlakte punt: 10 cm² α : Afwijking van de vertikaal

Sondering volgens norm NEN 5140 Conustype: cilindrisch elektrisch

Diepte in meters ten opzichte van N.A.P.







RAADGEVEND INGENIEURS

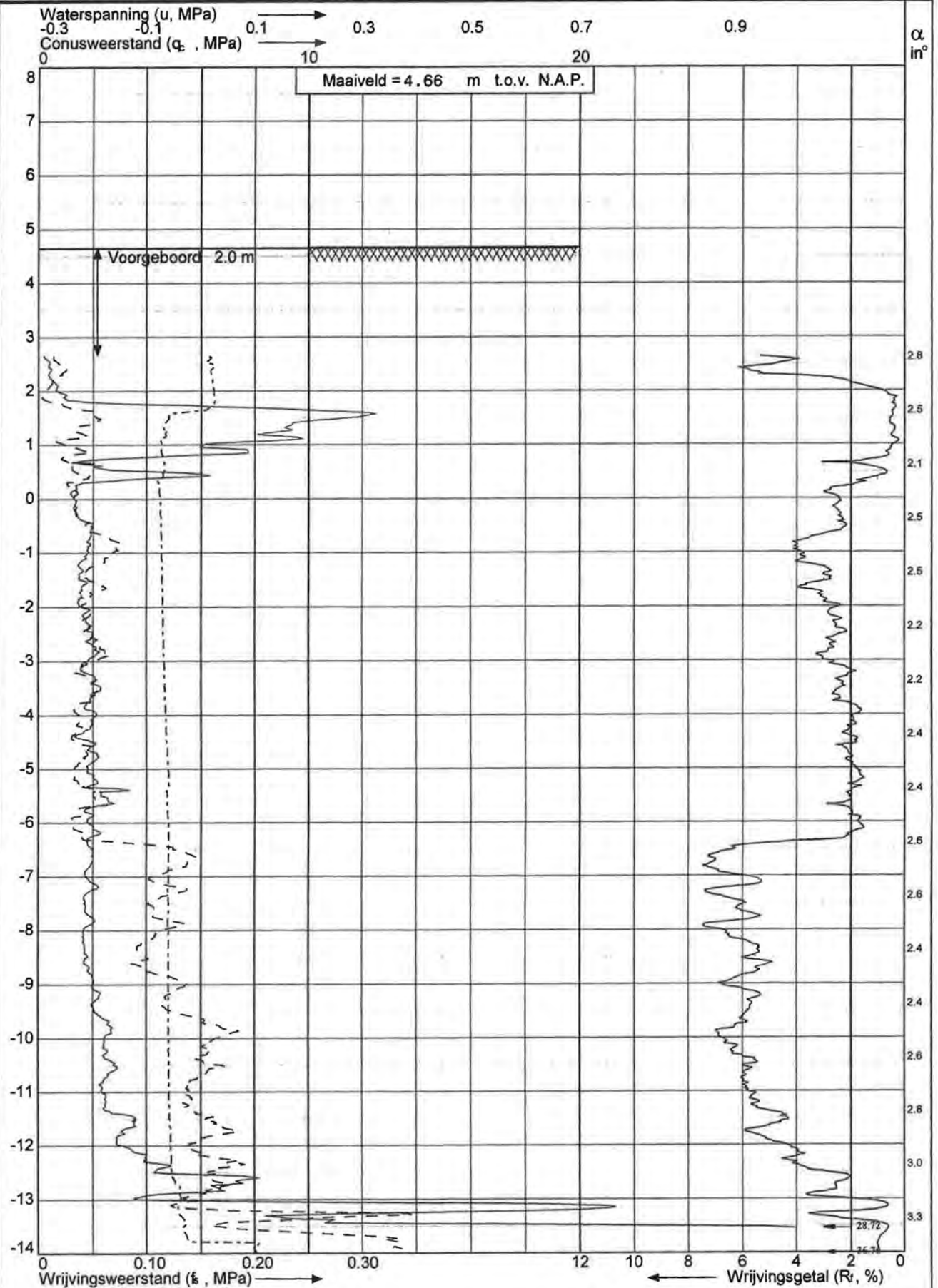
Wiertsema & Partners

Klasse: 2

Oppervlakte punt: 10 cm² α : Afwijking van de vertikaal

Sondering volgens norm NEN 5140 Conustype: cilindrisch elektrisch

Diepte in meters ten opzichte van N.A.P.





RAADGEVEND INGENIEURS

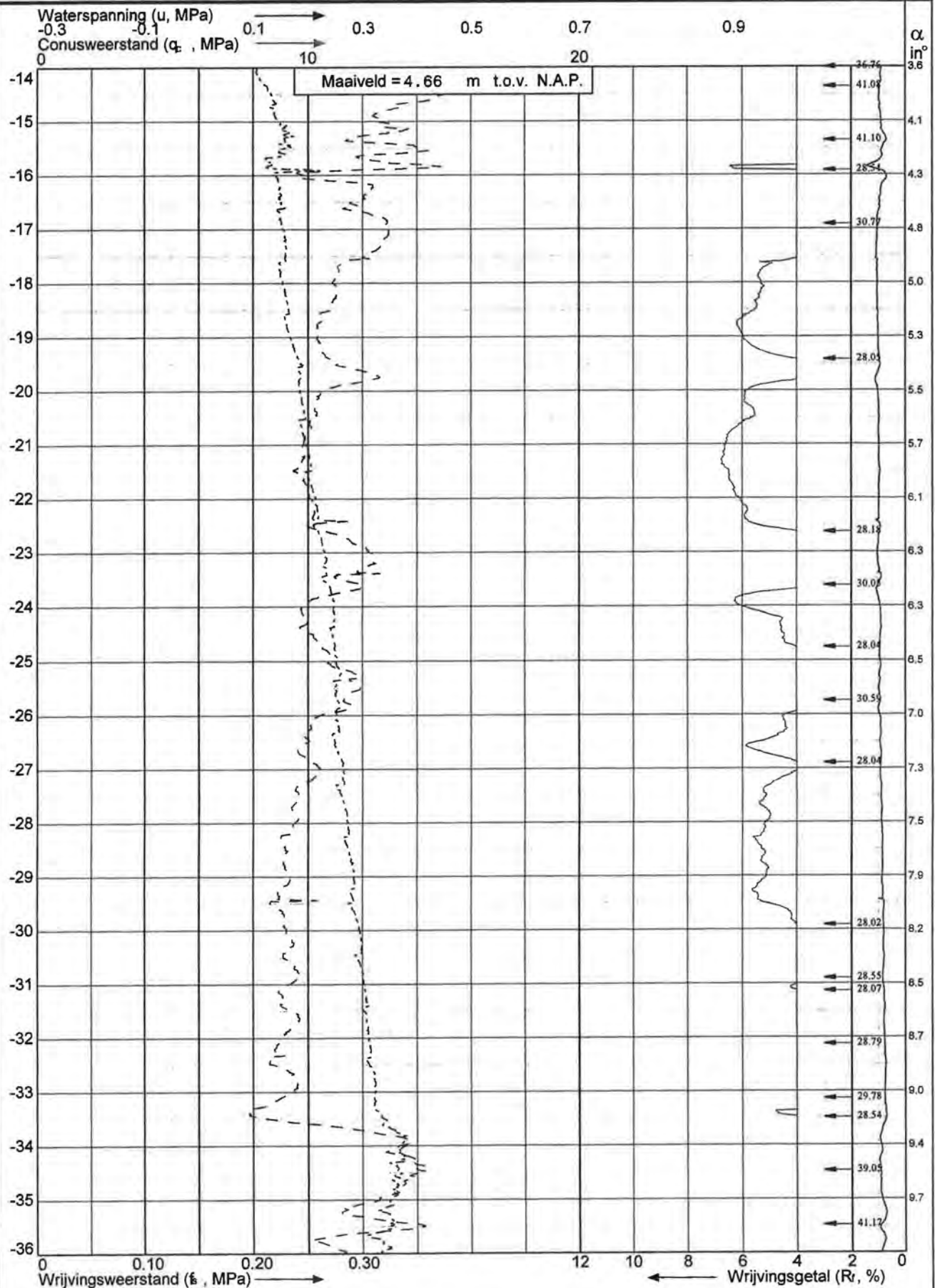
Wiertsema & Partners

Klasse: 2

Oppervlakte punt: 10 cm² α : Afwijking van de vertikaal

Sondering volgens norm NEN 5140 Conus type: cilindrisch elektrisch

Diepte in meters ten opzichte van N.A.P.



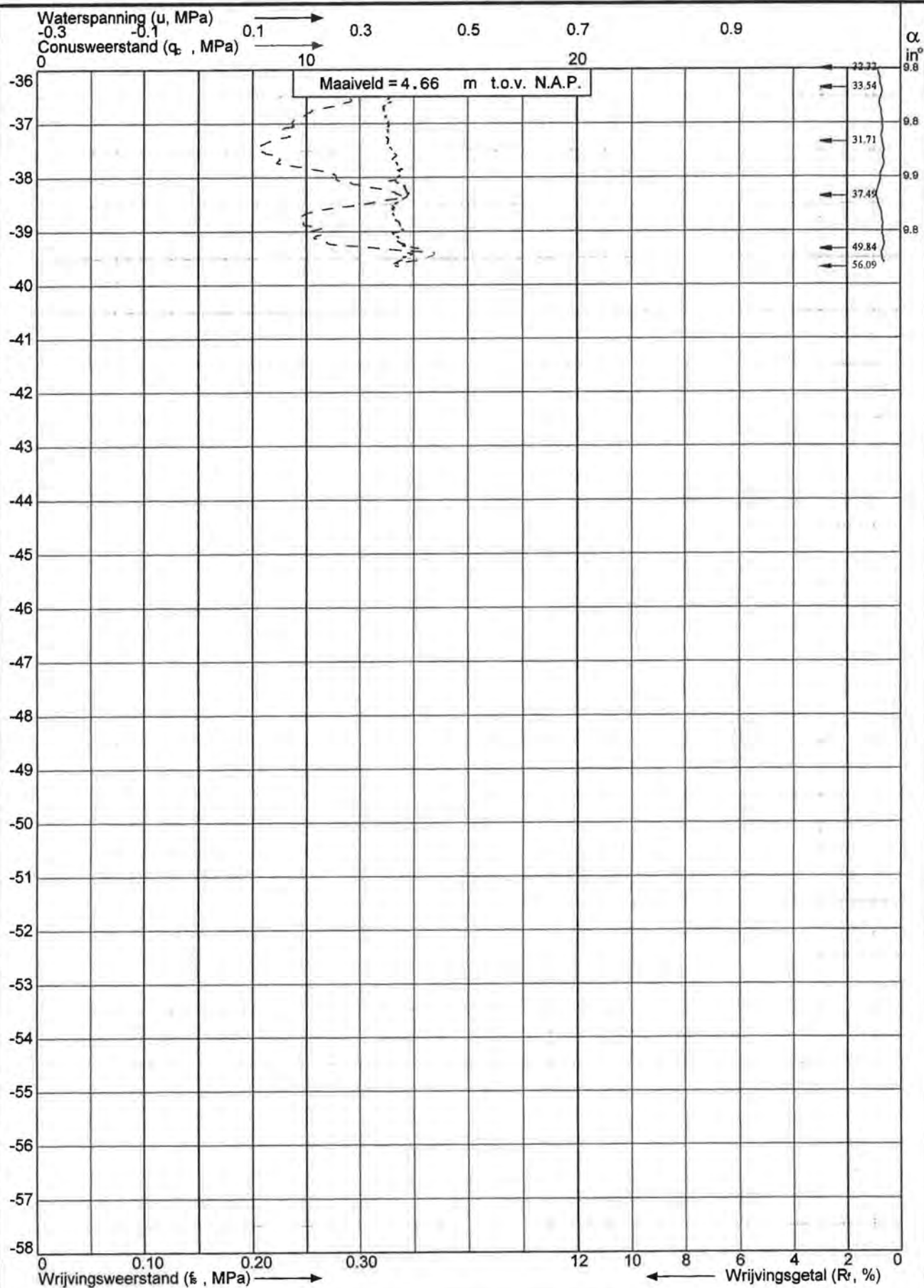


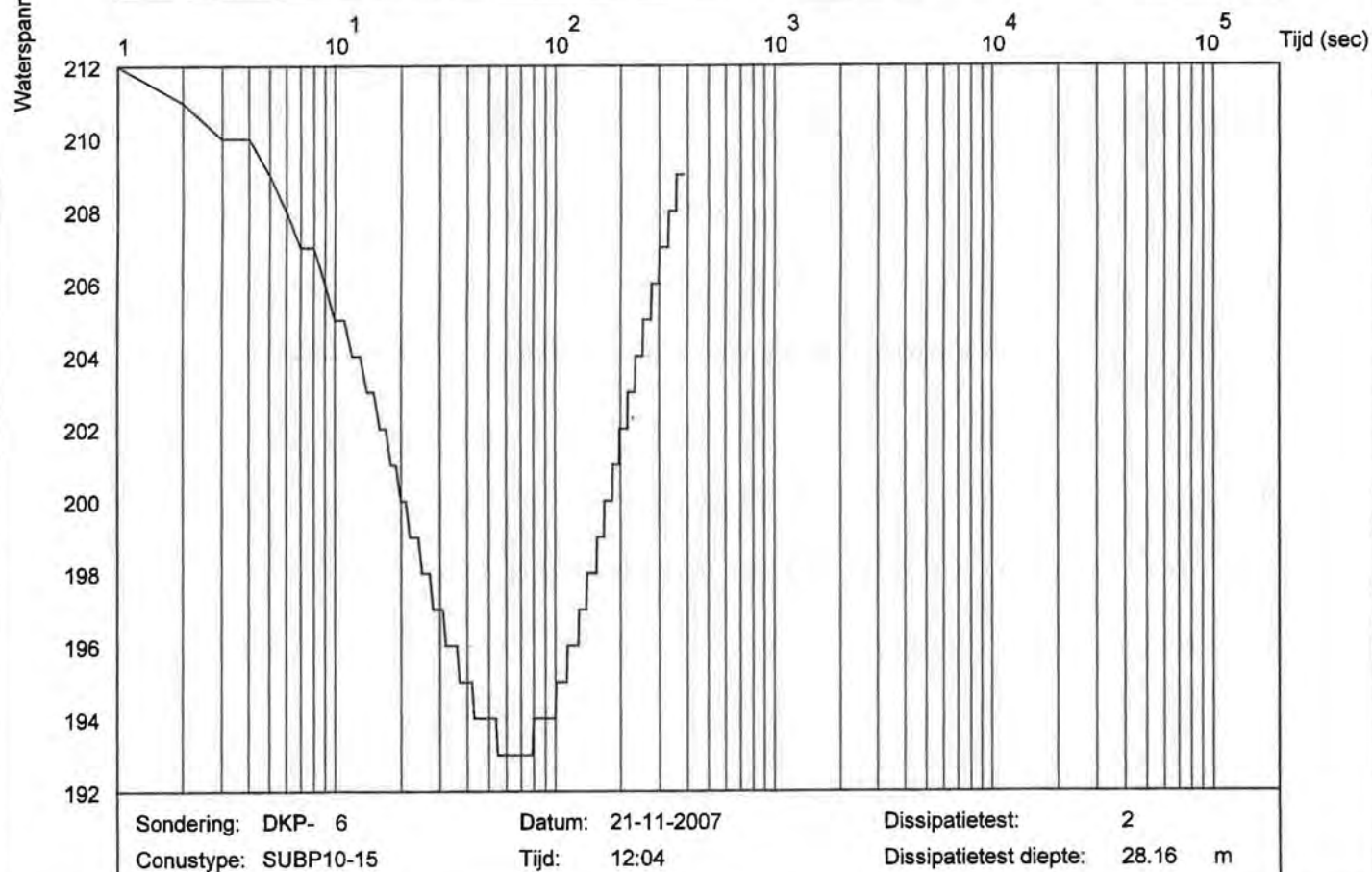
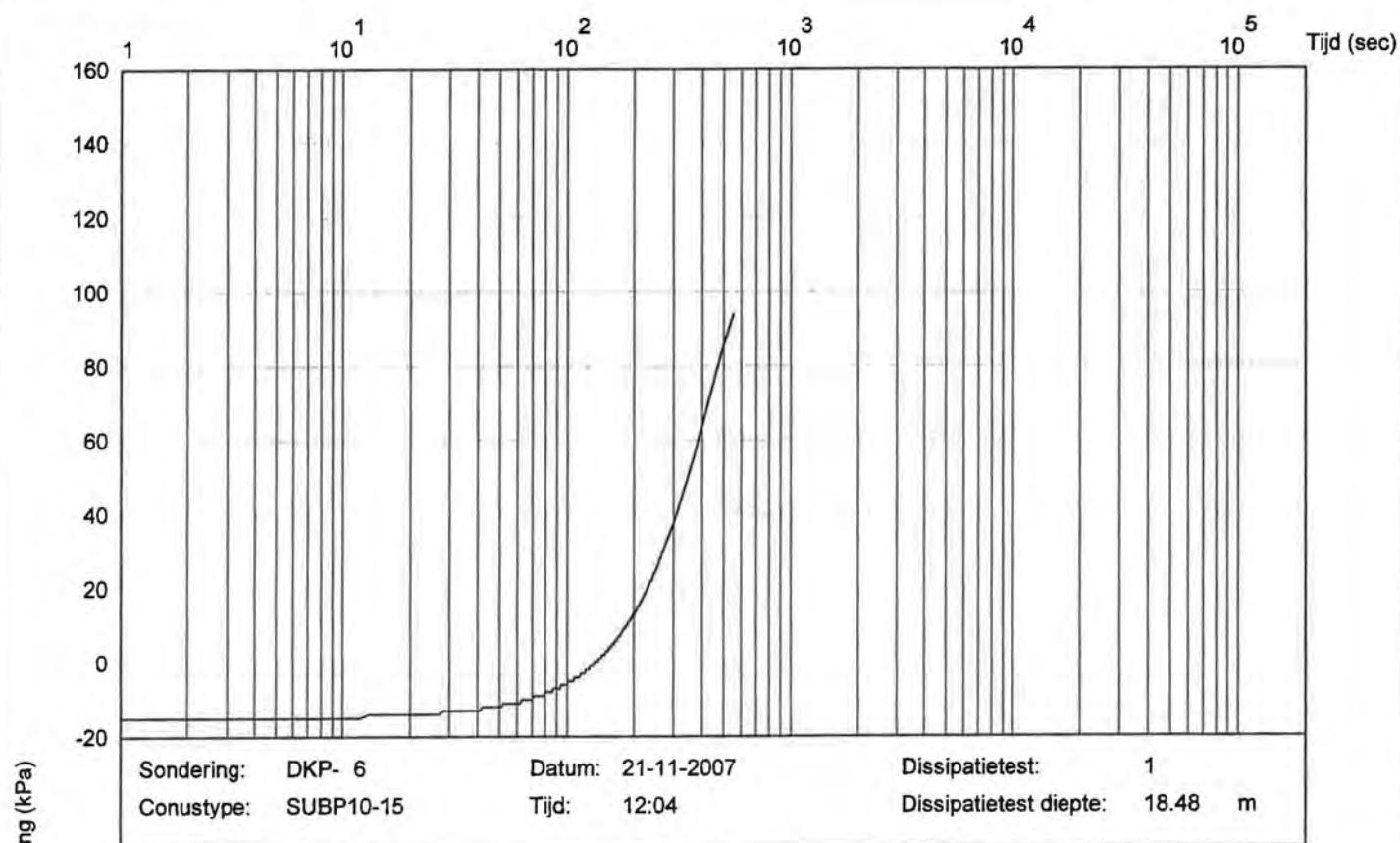
Klasse: 2

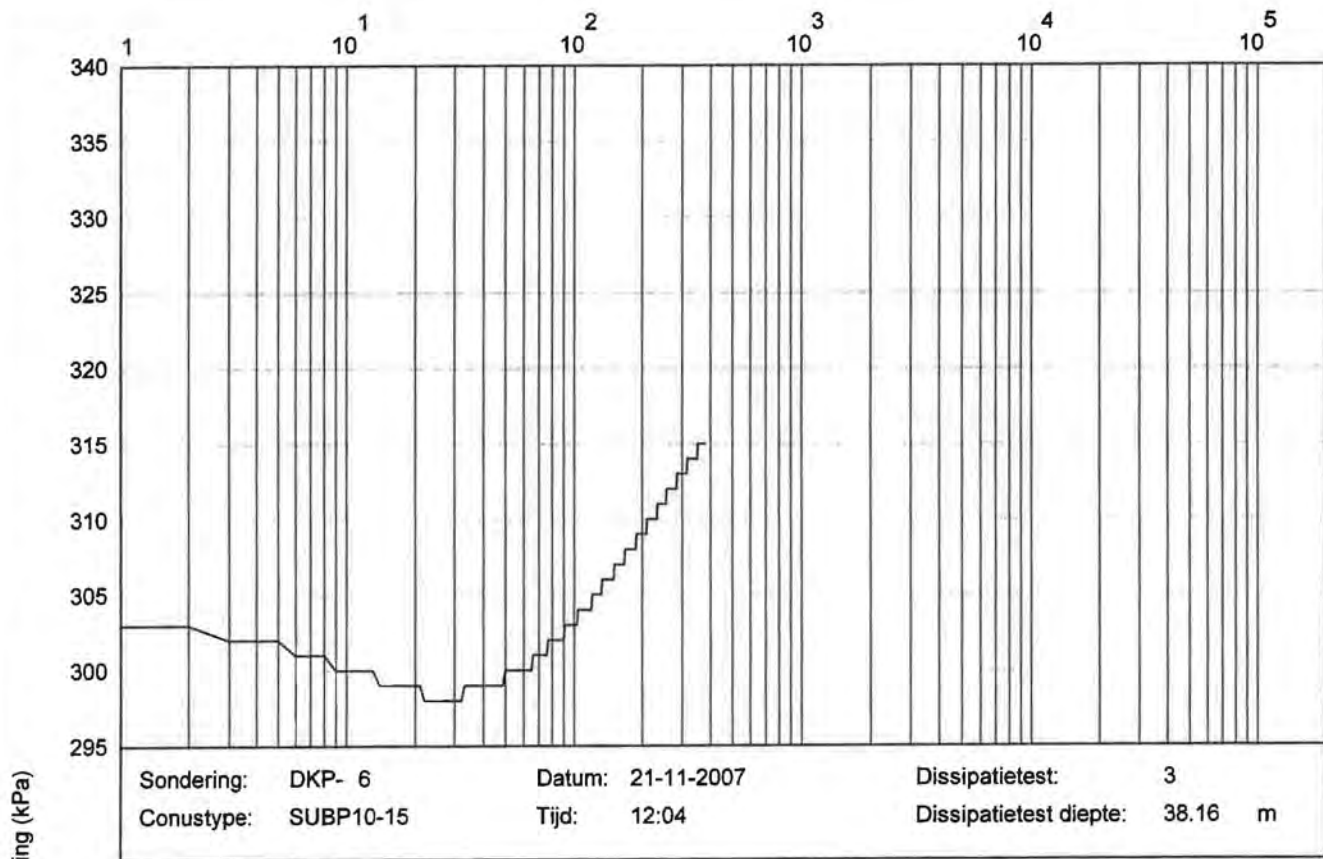
Oppervlakte punt: 10 cm² α : Afwijking van de vertikaal

Sondering volgens norm NEN 5140 Conustype: cilindrisch elektrisch

Diepte in meters ten opzichte van N.A.P.







▲ Waterpasstaat

Bij de waterpassing is uitgegaan van de put met een N.A.P.-hoogte van 6,93 m+ N.A.P., zoals is aangegeven op de situatietekening in bijlage VN-43977-1.

Meetpunt:

Maaiveldhoogte:

DKP1	= 5,78 m+ N.A.P.
DKP2	= 5,55 m+ N.A.P.
DKP3	= 4,59 m+ N.A.P.
DKP4	= 7,28 m+ N.A.P.
DKP6	= 4,66 m+ N.A.P.



▲ Voorboringen

Voorboring VB-1 is gemaakt bij DKP1, d.d. 17 december 2007:

0,00 - 0,08	m- maaiveld	KLINKER.
0,08 - 0,40	m- maaiveld	ZAND, matig grof/matig fijn, lichtbruin/grijs.
0,40 - 1,80	m- maaiveld	STENEN.

Voorboring VB-2 is gemaakt bij DKP2, d.d. 17 december 2007:

0,00 - 0,10	m- maaiveld	KLINKER.
0,10 - 0,30	m- maaiveld	ZAND, matig fijn, grijs, opgebracht.
0,30 - 1,00	m- maaiveld	ZAND, grof, bruin/grijs, puinhoudend, opgebracht, geroerd.
1,00 - 1,40	m- maaiveld	KLEI, matig vast, blauw/grijs, puinhoudend, met grof zand, opgebracht, geroerd.
1,40 - 2,00	m- maaiveld	VEEN, matig vast, donkerbruin, sterk zandhoudend, humeus, puinhoudend, geroerd.

Voorboring VB-3 is gemaakt bij DKP3, d.d. 21 november 2007:

0,00 - 0,10	m- maaiveld	KLINKER.
0,10 - 0,30	m- maaiveld	ZAND, matig fijn, grijs, opgebracht.
0,30 - 1,00	m- maaiveld	ZAND, grof, bruin/grijs, puinhoudend, opgebracht, geroerd.
1,00 - 1,40	m- maaiveld	KLEI, matig vast, blauw/grijs, puinhoudend, met grof zand, opgebracht, geroerd.
1,40 - 2,00	m- maaiveld	VEEN, matig vast, donkerbruin, sterk zandhoudend, humeus, puinhoudend, geroerd.

Voorboring VB-4 is gemaakt bij DKP4, d.d. 21 november 2007:

0,00 - 0,06	m- maaiveld	KLINKER.
0,06 - 0,30	m- maaiveld	ZAND, matig fijn, grijs.
0,30 - 0,70	m- maaiveld	ZAND, matig fijn, bruin/grijs, humeus, puinhoudend.
0,70 - 1,30	m- maaiveld	ZAND, matig fijn, bruin, sterk humeus, puinhoudend.
1,30 - 2,00	m- maaiveld	ZAND, matig fijn, bruin, sterk veenhoudend.



▲ Vervolg voorboringen

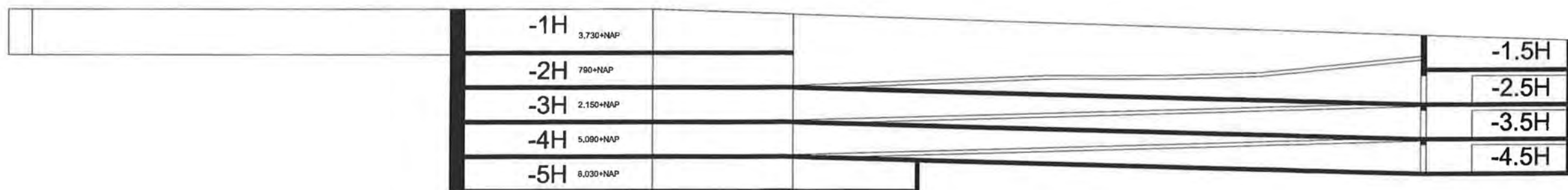
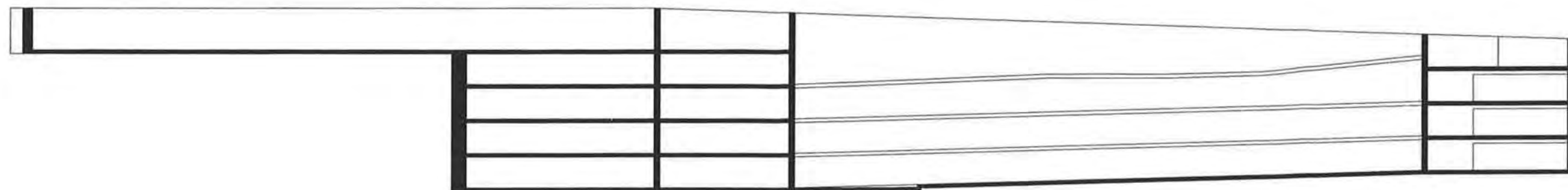
Voorboring VB-5 is gemaakt bij DKP6, d.d. 21 november 2007:

0,00 - 0,10	m- maaiveld	KLINKER.
0,10 - 0,30	m- maaiveld	ZAND, matig fijn, grijs.
0,30 - 0,70	m- maaiveld	FUNDERING (oud).
0,70 - 2,00	m- maaiveld	KLEI, matig vast, donkerbruin, zandhoudend, humeus, puinhoudend.

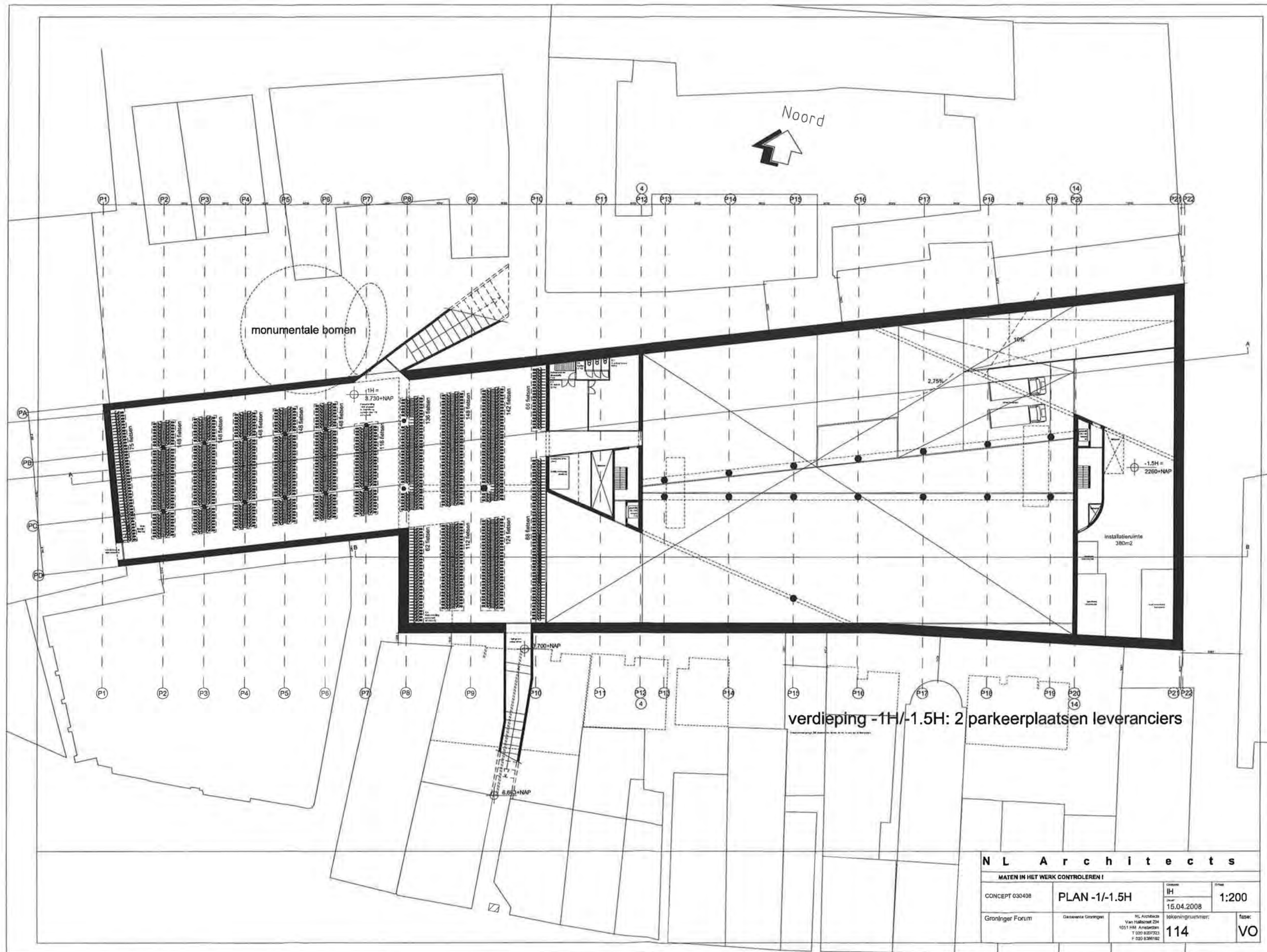


Bijlage C:

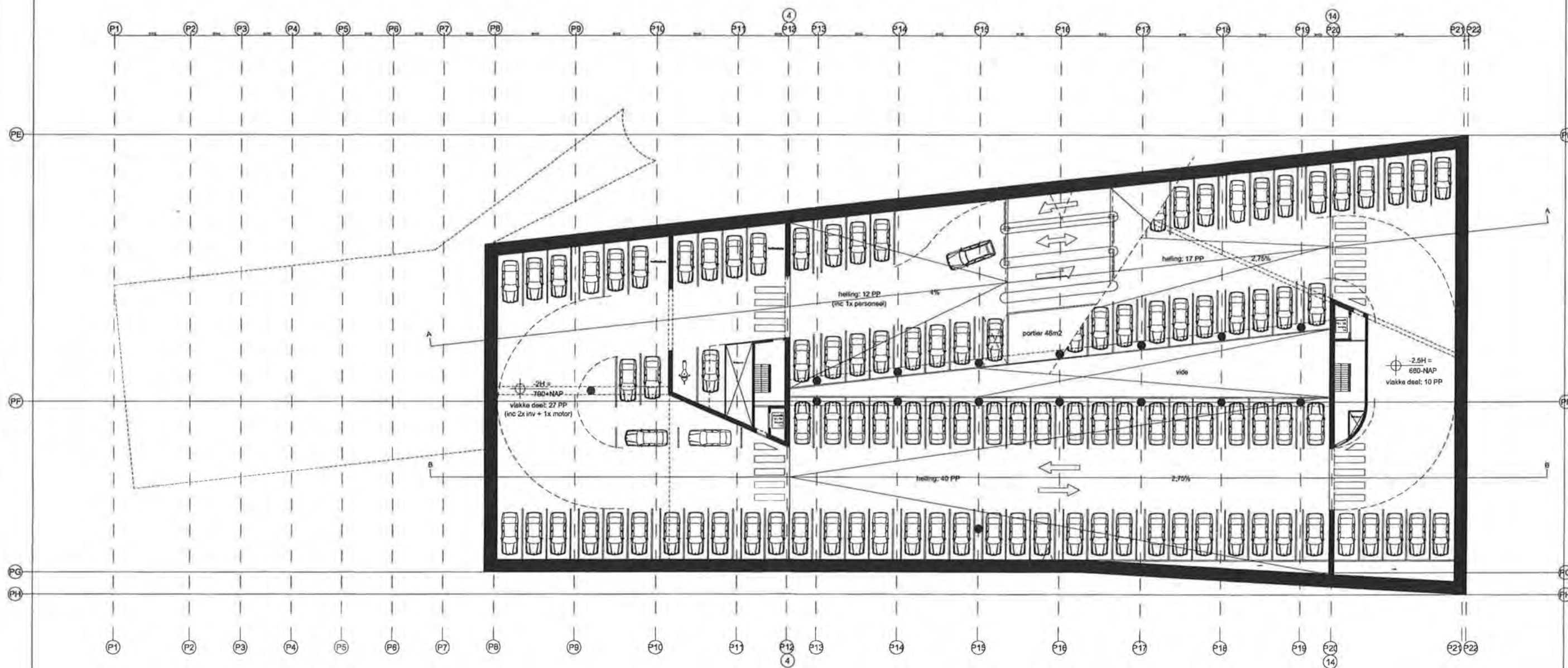
Bouwkundige doorsneden / plattegronden



N L Architects				
MATEN IN HET WERK CONTROLEREN I				
CONCEPT 030408	DOORSN. AA/BB	Ontwerper: IH	Scale: 1:200	
Groninger Forum	Dienswaaije Groningen	Ontwerper: NL Architects Van Halbeek 254 1011 HM Amsterdam T 020 6207323 F 020 6206142	tekeningsnummer: 130	fase: VO

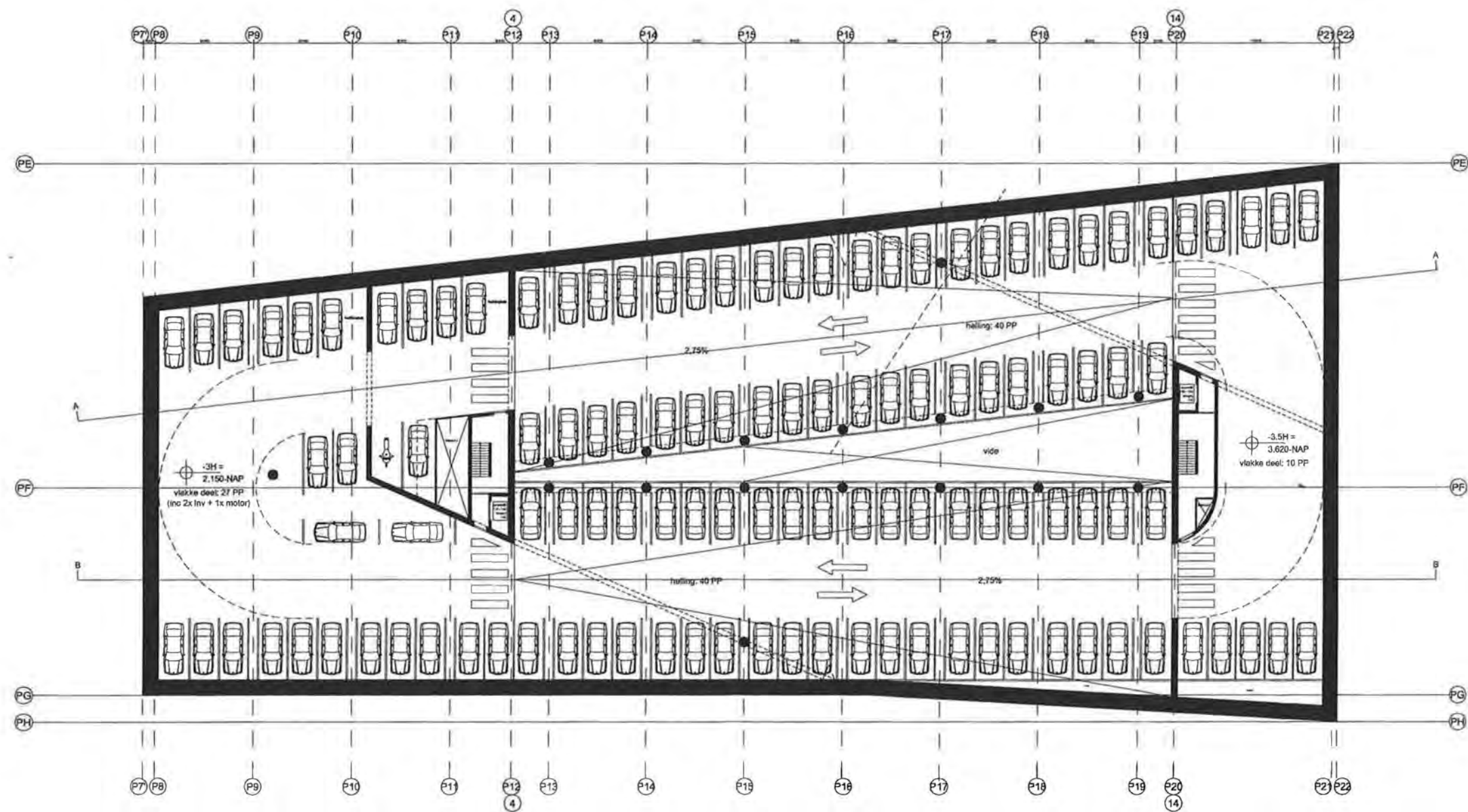


N L Architects				
MATEN IN HET WERK CONTROLEREN I				
CONCEPT 030408	PLAN -1/-1.5H	IH 15.04.2008	1:200	
Groninger Forum	Deventer Groningen	NL Architects Van Halbeek 204 1051 HM Amsterdam T 020 6257323 F 020 6256182	tekeningsnummer: 114	fase: VO



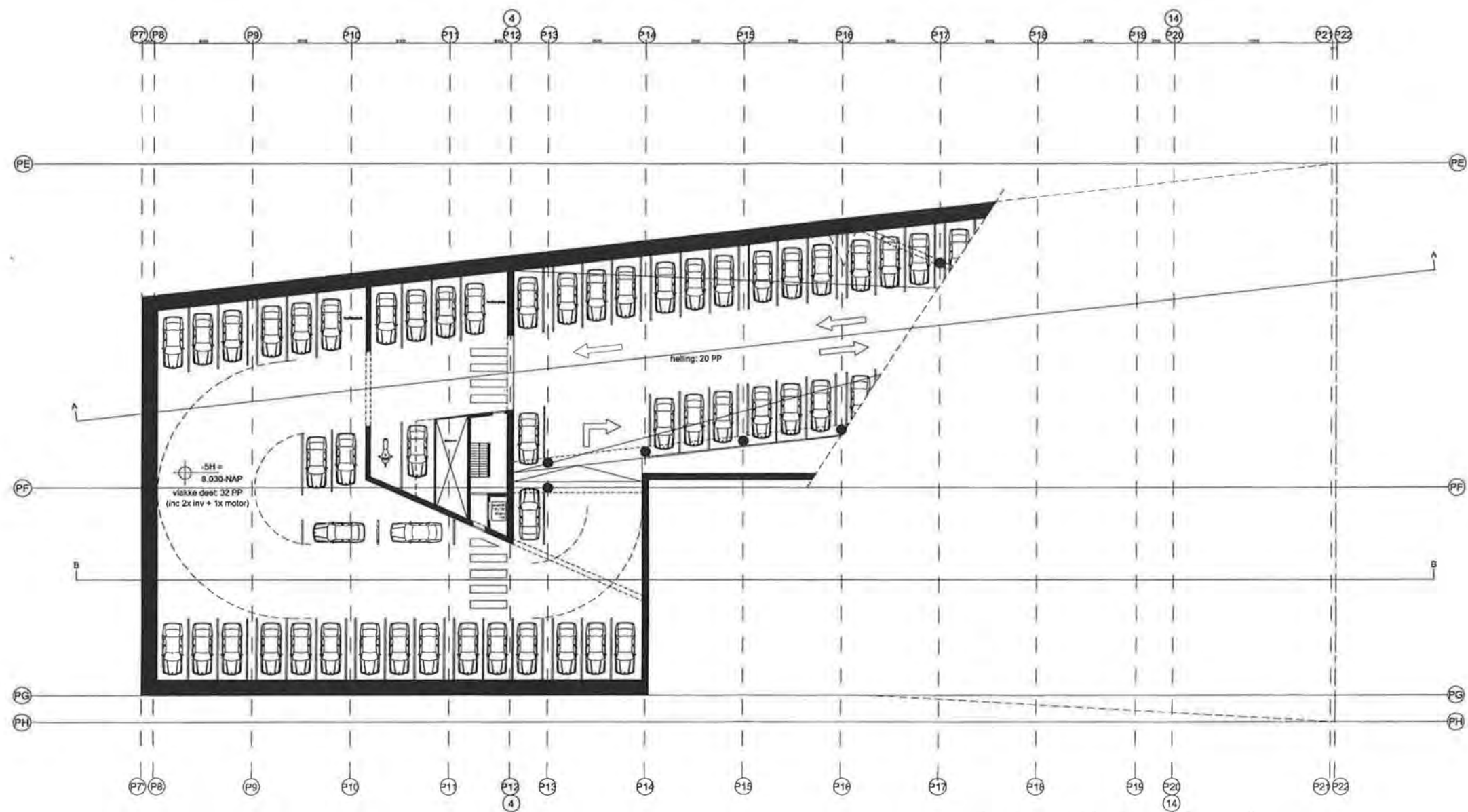
verdieping -2H/-2.5H: 106 parkeerplaatsen

N L Architects				
MATEN IN HET WERK CONTROLEREN I				
CONCEPT 030408	PLAN -2/-2.5H	Gemaakt door 15.04.2008	Schaal 1:200	
Groninger Forum	Gemeente Groningen	NL Architects Van Halbeek 204 1051 HM Amsterdam T 020 635 7223 F 020 6380192	tekeningsnummer: 113	fase: VO



verdieping -3H/-3.5H: 117 parkeerplaatsen

N L Architects				
MATEN IN HET WERK CONTROLEREN I				
CONCEPT 030408	PLAN -3/-3.5H	IH	1:200	
Groninger Forum	Genewerk Groningen	15.04.2008	takeningsnummer:	112
	NL Architects Van Halbeek 204 1051 HM Amsterdam T 020 6207323 F 020 6385122		fase:	VO



verdieping -5H: 52 parkeerplaatsen

N L Architects				
MATEN IN HET WERK CONTROLEREN I				
CONCEPT 030408	PLAN -5H	Gepland 15.04.2008	Schaal 1:200	
Groninger Forum	Gemeente Groningen	NL Architects Van Halbeek 254 1051 HM Amsterdam T 020 6207333 F 020 6207192	tekeningsnummer: 110	fase: VO

Bijlage D:

Berekeningen funderingsontwerp

Diepe keider

Project omschrijving: **Groninger Forum**
code: **09615G**
onderdeel: **Diepe keider**

Ontgravingsniveau [m NAP] **-10.5**
ontlasting [kPa] **190.4**
breedte ontgraving [m] **100**
lengte ontgraving [m] **100**
spreidingsfactor (h/v) [-] **0.5**

INITEEL			NA ONTGRAVING						
niveau ok m NAP	γ' kN/m ³	$\sigma'_{v,oud}$ kPa	Bx L m2	met spreiding			zonder spreiding		
				$\sigma'_{v,nieuw}$ kPa	graaf-hei qc-red $\sigma_{v,nw}/\sigma_{v,oud}$	hei-graaf qc-red $\sigma_{v,nw}/\sigma_{v,oud}$	$\sigma'_{v,nieuw}$ kPa	graaf-hei qc-red $\sigma_{v,nw}/\sigma_{v,oud}$	hei-graaf qc-red $\sigma_{v,nw}/\sigma_{v,oud}$
7.3					0	0		0	0.00
2.5	18	86.4	10000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	8	95.4	10000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-4	8	125.4	10000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-6	10	145.4	10000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-10.5	10	190.4	10000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-15	10	235.4	10920.25	61.05	0.26	0.51	45.00	0.19	0.44
-20	10	285.4	11990.25	126.60	0.44	0.67	95.00	0.33	0.58
-22	10	305.4	12432.25	152.25	0.50	0.71	115.00	0.38	0.61
-24	10	325.4	12882.25	177.60	0.55	0.74	135.00	0.41	0.64
-26	10	345.4	13340.25	202.67	0.59	0.77	155.00	0.45	0.67
-28	10	365.4	13806.25	227.49	0.62	0.79	175.00	0.48	0.69
-30	10	385.4	14280.25	252.07	0.65	0.81	195.00	0.51	0.71
-32	10	405.4	14762.25	276.42	0.68	0.83	215.00	0.53	0.73



0.03/m

ontgravingseffecten

Drukking

Project omschrijving: **Groninger Forum**
 code: **09615G**
 onderdeel: **Diepe kelder**

Ontgravingsniveau [m NAP] **-4**
 ontlasting [kPa] **125.4**
 breedte ontgraving [m] **100**
 lengte ontgraving [m] **100**
 spreidingsfactor (h/v) [-] **0.5**

INITEEL			NA ONTGRAVING						
niveau ok m NAP	γ' kN/m ³	$\sigma'_{v,oud}$ kPa	met spreiding				zonder spreiding		
			Bx L m2	$\sigma'_{v,nieuw}$ kPa	graaf-hei	hei-graaf	$\sigma'_{v,nieuw}$ kPa	graaf-hei	hei-graaf
					qc-red $\sigma_{v,nw}/\sigma_{v,oud}$	qc-red $\sigma_{v,nw}/\sigma_{v,oud}$		qc-red $\sigma_{v,nw}/\sigma_{v,oud}$	qc-red $\sigma_{v,nw}/\sigma_{v,oud}$
7.3					0	0		0	0.00
2.5	18	86.4	10000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	8	95.4	10000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-4	8	125.4	10000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-6	10	145.4	10404	24.87	0.17	0.41	20.00	0.14	0.37
-10.5	10	190.4	11342.25	79.84	0.42	0.65	65.00	0.34	0.58
-15	10	235.4	12321	133.62	0.57	0.75	110.00	0.47	0.68
-20	10	285.4	13456	192.21	0.67	0.82	160.00	0.56	0.75
-22	10	305.4	13924	215.34	0.71	0.84	180.00	0.59	0.77
-24	10	325.4	14400	238.32	0.73	0.86	200.00	0.61	0.78
-26	10	345.4	14884	261.15	0.76	0.87	220.00	0.64	0.80
-28	10	365.4	15376	283.84	0.78	0.88	240.00	0.66	0.81
-30	10	385.4	15876	306.41	0.80	0.89	260.00	0.67	0.82
-32	10	405.4	16384	328.86	0.81	0.90	280.00	0.69	0.83



Tietse kelder

Project omschrijving: **Groninger Forum**
code: **00015G**
onderdeel: **Diepe kelder**

Ontgravingsniveau [m NAP] **2.5**
ontlasting [kPa] **86.4**
breedte ontgraving [m] **100**
lengte ontgraving [m] **100**
spreidingsfactor (h/v) [-] **0.5**

INITEEL			NA ONTGRAVING						
niveau ok m NAP	γ' kN/m ³	$\sigma'_{v,oud}$ kPa	B x L m ²	met spreiding			zonder spreiding		
				$\sigma'_{v,nieuw}$ kPa	graaf-hei	hei-graaf	$\sigma'_{v,nieuw}$ kPa	graaf-hei	hei-graaf
					qc-red	qc-red		qc-red	qc-red
					$\sigma_{v,nw}/\sigma_{v,oud}$	$\sigma_{v,nw}/\sigma_{v,oud}$		$\sigma_{v,nw}/\sigma_{v,oud}$	$\sigma_{v,nw}/\sigma_{v,oud}$
7.3					0	0		0	0.00
2.5	18	86.4	10000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	8	95.4	10302.25	11.53	0.12	0.35	9.00	0.09	0.31
-4	8	125.4	11342.25	49.22	0.39	0.63	39.00	0.31	0.56
-6	10	145.4	11772.25	72.01	0.50	0.70	59.00	0.41	0.64
-10.5	10	190.4	12769	122.74	0.64	0.80	104.00	0.55	0.74
-15	10	235.4	13806.25	172.82	0.73	0.86	149.00	0.63	0.80
-20	10	285.4	15006.25	227.82	0.80	0.89	199.00	0.70	0.84
-22	10	305.4	15500.25	249.66	0.82	0.90	219.00	0.72	0.85
-24	10	325.4	16002.25	271.41	0.83	0.91	239.00	0.73	0.86
-26	10	345.4	16512.25	293.08	0.85	0.92	259.00	0.75	0.87
-28	10	365.4	17030.25	314.67	0.86	0.93	279.00	0.76	0.87
-30	10	385.4	17556.25	336.19	0.87	0.93	299.00	0.78	0.88
-32	10	405.4	18090.25	357.64	0.88	0.94	319.00	0.79	0.89





adviseurs in bouwtechniek

Arnhemsestraatweg 358 Velp
Postbus 82 6800 AB Arnhem
telefoon +31 (0)26 368 31 11
fax +31 (0)26 368 31 10
www.abt-consult.nl abt@abt-consult.nl

Datum 08-04-08 Adviseur: ing. N.T. Loonen
Versie: 15-06-07 Bestand: P:\096\09615\CT\Berekeningen\Inn_080408_tubex.xls\invoer

BEREKENING TOELAATBARE PAALBELASTING VOLGENS NEN 6743

BIJLAGE

ALGEMEEN

Werkcode **09615G**
Project **Groninger Forum**

Onderdeel Tubex palen diepe kelder
Datum 8-4-2008
Adviseur ing. N.T. Loonen

PAALGEGEVENS

Paaltype **Tubex Grout injectie**
Rond/vierkant rond
Open/dichte punt dicht

Paalafmetingen
Schachtdiameter 0.670 m
Voetdiameter 0.670 m
Schachtomtrek 2.10 m
Voetoppervlak 0.353 m²

BEREKENINGSFACTOREN

ξ -waarde 0.72
 γ_{mb} (materiaalfactor) 1.20
 α_p (paalklasse) 0.9
 β (voetvorm) 1.0
 s (voetverhouding) 1.0
 α_s (schachtwrijving) 0.009
Red.factor α_s (grof zand) 1.00
OCR-waarde 1.5
Red.factor ontgraving (schacht) 0.54
Red.factor ontgraving (punt) 0.60
 $\gamma_{f,nk}$ (belastingfactor negatieve kleef) 1.0

NEGATIEVE KLEEF

Rekenwaarde negatieve kleef per paal $F_{s,nk;d}$

0 kN

REKENWAARDE PAALBELASTING

$F_{s;d}$ (DRUK)

4300 kN

BEREKENING PAALDRAAGVERMOGEN

NEN 6743 artikel:		5.3.3.1	5.3.3.1.4	5.3.3.2	5.3.3	5.3.3	5.3.3	5.3.2	NEN 6702	TOELAATBARE BELASTING $F_{s;d}$		Voldoet aan eis U.G.T 1A
Sonde-ring nr.	Basisnivo in m t.o.v. NAP	$P_{r,max;punt}$ [MPa]	$P_{r,max;punt;red}$ [MPa]	$P_{r,max;schaft}$ [MPa]	ΔL [m]	$F_{r,max;punt}$ [kN]	$F_{r,max;schaft}$ [kN]	$F_{r,max;rep}$ [kN]	$F_{r;d}$ [kN]	TREK [kN]	DRUK [kN]	
DKMP-3	-26.00	14.92	14.92	0.111	10.00	5262	2343	5475	4563	n.v.t.	4563	ja



adviseurs in bouwtechniek

Arnhemsestraatweg 358 Velp
Postbus 82 6800 AB Arnhem
telefoon +31 (0)26 368 31 11
fax +31 (0)26 368 31 10
www.abt-consult.nl abt@abt-consult.nl

Datum	08-04-08	Adviseur:	ing. N.T. Loonen
Versie:	15-06-07	Bestand:	P:\096\09615\CT\Berekeningen\l\lnn_080408_tubex.xls\invoer

TOETSING AAN UITERSTE GRENSTOESTAND 1B VOLGENS NEN 6743

BIJLAGE -

ALGEMEEN

Werkcode **09615G**
Project **Groninger Forum**

Onderdeel Tubex palen diepe kelder
Datum 08-04-08
Adviseur ing. N.T. Loonen

MAXIMAAL PAALDRAAGVERMOGEN

Fr;max;punt 5262 kN
Fr;max;schacht 2343 kN

FACTOREN

ξ -waarde 0.72
 $\gamma_{m;b}$ (materiaalfactor) 1.2

PAALGEGEVENS

Paaltype Tubex Grout injectie
Paalafmetingen Schacht 0.670 m
Voet 0.670 m

REKENWAARDEN PAALDRAAGVERMOGEN

Fr;max;punt;d 3157 kN
Fr;max;sch.;d 1406 kN

paalpuntniveau -26.00 m tov NAP

REKENWAARDEN VAN DE BELASTING

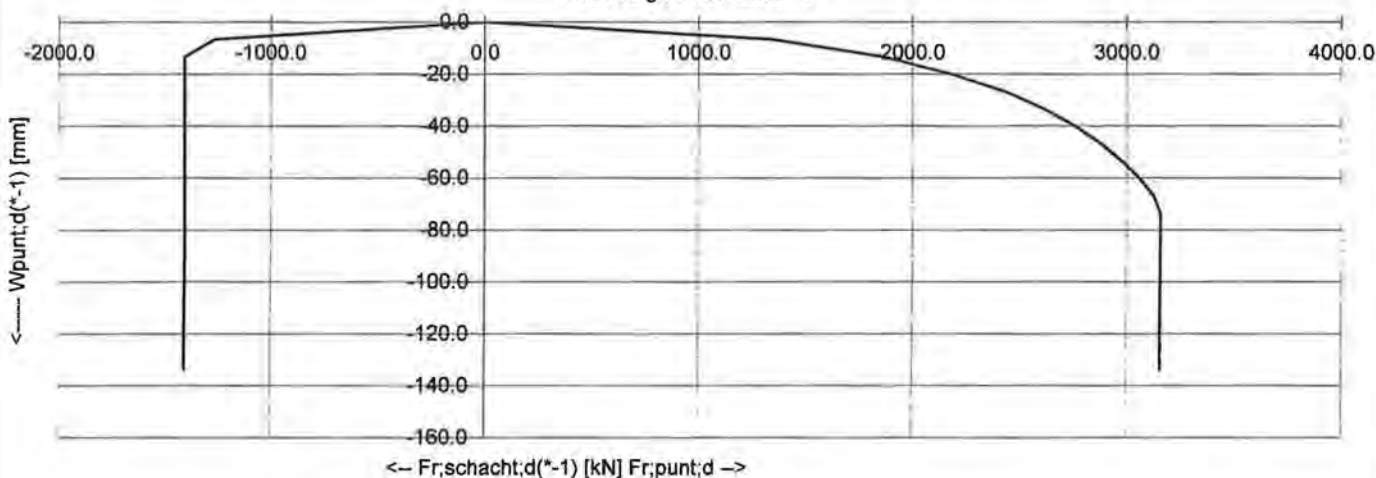
F_{s;d} 4300 kN
F_{s;nk;d} 0 kN
F_{s;tot;d;t} 4300 kN

VOLGNUMMER VAN DE SONDERING GEBRUIKT VOOR DE BEREKENING VAN DE ZAKKING:

DKMP-3

LASTZAKKINGSDIAGRAM T.B.V. BEPALING W_{punt;d}

LASTZAKKINGSDIAGRAM
Uiterste grenstoestand 1B



ZAKKING

W _{punt;d}	47.8 mm
W _{el;d}	14.9 mm
W _{2;d}	10.2 mm +
W _d	72.8 mm

TOETSING GRENSTOESTAND 1B

Zakkingseis volgens NEN 6740 art. 5.1 en 6.3.1 : $W_d \leq W_{req}$
W_d 73 mm
W_{req} 150 mm

Er wordt VOLDAAN aan de zakkingseis van grenstoestand 1B

Rotatie-eis volgens NEN 6740 art. 5.1:
Stramienafstand toetsing rotatie: 6 m
Maximaal optredende relatieve rotatie: 1 : 247
Maximaal toegestane relatieve rotatie: 1 : 100

Er wordt VOLDAAN aan de rotatie-eis van grenstoestand 1B

Datum	08-04-08	Adviseur:	ing. N.T. Loonen
Versie:	15-06-07	Bestand:	P:\096\09615\CT\Berekeningen\Inn_080408_tubex.xlsjinvoer

TOETSING AAN BRUIKBAARHEIDSGRENSTOESTAND 2 VOLGENS NEN 6743

BIJLAGE -

ALGEMEEN

Werkcode **09615G**
Project **Groninger Forum**

MAXIMAAL PAALDRAAGVERMOGEN

Fr;max;punt 5262 kN
Fr;max;schacht 2343 kN

Onderdeel Tubex palen diepe kelder
Datum 08-04-08
Adviseur ing. N.T. Loonen

FACTOREN

ξ -waarde 0.72
 $\gamma_{m;b}$ (materiaalfactor) 1.00

PAALGEGEVENS

Paaltype Tubex Grout injectie
Paalafmetingen Schacht 0.670 m
Voet 0.670 m

REKENWAARDEN PAALDRAAGVERMOGEN

Fr;max;punt;d 3788 kN
Fr;max;sch.;d 1687 kN

paalpuntniveau -26.00 m tov NAP

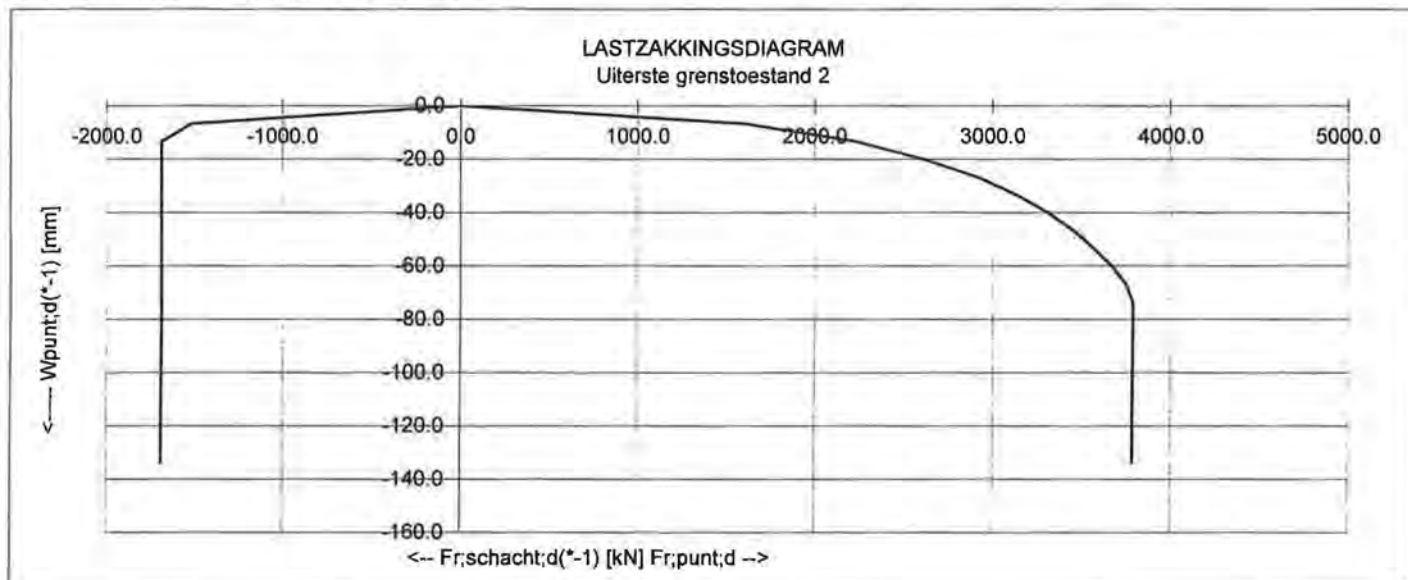
REKENWAARDEN VAN DE BELASTING

Fs;d 3190 kN
Fs;nk;d 0 kN
Fs;tot;d;t 3190 kN

VOLGNUMMER VAN DE SONDERING GEBRUIKT VOOR DE BEREKENING VAN DE ZAKKING:

DKMP-3

LASTZAKKINGSDIAGRAM T.B.V. BEPALING $W_{punt;d}$



ZAKKING

$W_{punt;d}$ 7.2 mm
 $W_{el;d}$ 10.7 mm
 $W_{2;d}$ 7.5 mm +
 W_d 25.4 mm

TOETSING GRENSTOESTAND 2

Zakkingseis volgens NEN 6740 art. 5.1 en 6.3.1 : $W_d \leq W_{req}$
 W_d 25 mm
 W_{req} 150 mm

Er wordt VOLDAAN aan de zakkingseis van grenstoestand 2

Rotatie-eis volgens NEN 6740 art. 5.1:

Stramienafstand toetsing rotatie: 6 m
Maximaal optredende relatieve rotatie: 1 : 707
Maximaal toegestane relatieve rotatie: 1 : 300

Er wordt VOLDAAN aan de rotatie-eis van grenstoestand 2



adviseurs in bouwtechniek

Arnhemsestraatweg 358 Velp
Postbus 82 6800 AB Arnhem
telefoon +31 (0)26 368 31 11
fax +31 (0)26 368 31 10
www.abt-consult.nl abt@abt-consult.nl

Datum 08-04-08 Adviseur: ing. N.T. Loonen
Versie: 15-06-07 Bestand: P:\096\09615\CT\Berekeningen\Inn_080408_fundex.xls\invoer

BEREKENING TOELAATBARE PAALBELASTING VOLGENS NEN 6743

BIJLAGE

ALGEMEEN

Werkcode **09615G**
Project **Groninger Forum**

Onderdeel Fundex palen fietsenkelder
Datum 8-4-2008
Adviseur ing. N.T. Loonen

PAALGEGEVENS

Paaltype **Fundex Grout injectie**
Rond/vierkant rond
Open/dichte punt dicht

Paalafmetingen
Schachtdiameter 0.450 m
Voetdiameter 0.450 m
Schachtmtek 1.41 m
Voetoppervlak 0.159 m²

BEREKENINGSFACTOREN

ξ-waarde 0.72
γ_{mb} (materiaalfactor) 1.20
α_p (paalklasse) 0.9
β (voetvorm) 1.0
s (voetverhouding) 1.0
α_s (schachtwrijving) 0.009
Red.factor α_s (grof zand) 1.00
OCR-waarde 1.5
Red.factor ontgraving (schacht) 0.76
Red.factor ontgraving (punt) 0.77
γ_{tnk} (belastingfactor negatieve kleef) 1.0

NEGATIEVE KLEEF

Rekenwaarde negatieve kleef per paal F_{s;nk;d}

0 kN

REKENWAARDE PAALBELASTING

F_{s;d} (DRUK)

2000 kN

BEREKENING PAALDRAAGVERMOGEN

NEN 6743 artikel:		5.3.3.1	5.3.3.1.4	5.3.3.2	5.3.3	5.3.3	5.3.3	5.3.2	NEN 6702	TOELAATBARE BELASTING F _{s;d}		Voldoet aan eis U.G.T 1A
Sonde-ring nr.	Basisnivo in m t.o.v. NAP	Pr;max; punt [MPa]	Pr;max; punt;red [MPa]	Pr;max; schacht [MPa]	delta L [m]	Fr;max; punt [kN]	Fr;max; schacht [kN]	Fr;max; rep [kN]	Fr;d [kN]	TREK [kN]	DRUK [kN]	
DKMP-3	-23.00	16.09	15.00	0.141	7.00	2386	1395	2722	2268	n.v.t.	2268	ja



adviseurs in bouwtechniek

Arnhemsestraatweg 358 Velp
Postbus 82 6800 AB Arnhem
telefoon +31 (0)26 368 31 11
fax +31 (0)26 368 31 10
www.abt-consult.nl abt@abt-consult.nl

Datum 08-04-08 Adviseur: ing. N.T. Loonen
Versie: 15-06-07 Bestand: P:\096\09615\CT\Berekeningen\Inn_080408_fundex.xls\invoer

TOETSING AAN UITERSTE GRENSTOESTAND 1B VOLGENS NEN 6743

BIJLAGE -

ALGEMEEN

Werkcode **09615G**
Project **Groninger Forum**

Onderdeel Fundex palen fietsenkelder
Datum 08-04-08
Adviseur ing. N.T. Loonen

MAXIMAAL PAALDRAAGVERMOGEN

Fr;max;punt 2386 kN
Fr;max;schacht 1395 kN

FACTOREN

ξ -waarde 0.72
 $\gamma_{m;b}$ (materiaalfactor) 1.2

PAALGEGEVENS

Paaltype Fundex Grout injectie
Paalafmetingen Schacht 0.450 m
Voet 0.450 m

REKENWAARDEN PAALDRAAGVERMOGEN

Fr;max;punt;d 1431 kN
Fr;max;sch.;d 837 kN

paalpuntniveau -23.00 m tov NAP

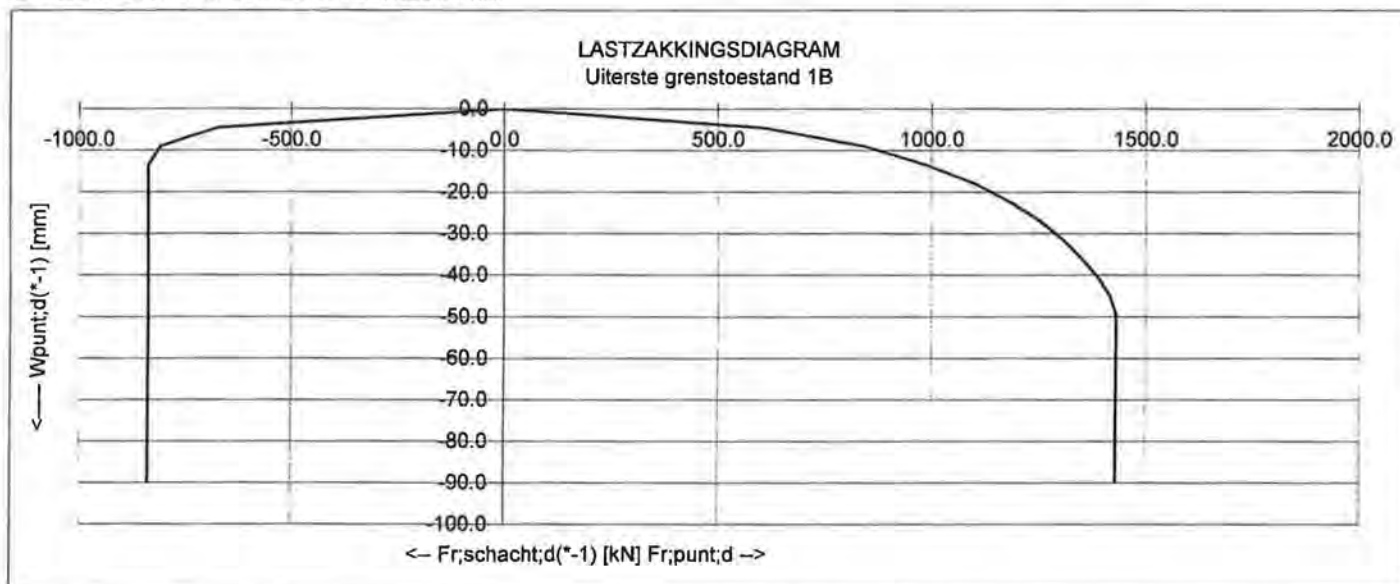
REKENWAARDEN VAN DE BELASTING

Fs;d 2000 kN
Fs;nk;d 0 kN
Fs;tot;d;t 2000 kN

VOLGNUMMER VAN DE SONDERING GEBRUIKT VOOR DE BEREKENING VAN DE ZAKKING:

DKMP-3

LASTZAKKINGSDIAGRAM T.B.V. BEPALING $W_{punt;d}$



ZAKKING

$W_{punt;d}$ 21.3 mm
 $W_{el;d}$ 13.5 mm
 $W_{2;d}$ 7.0 mm +
 W_d 41.9 mm

TOETSING GRENSTOESTAND 1B

Zakkingseis volgens NEN 6740 art. 5.1 en 6.3.1 : $W_d \leq W_{req}$
 W_d 42 mm
 W_{req} 150 mm

Er wordt VOLDAAN aan de zakkingseis van grenstoestand 1B

Rotatie-eis volgens NEN 6740 art. 5.1:

Stramienafstand toetsing rotatie: 6 m
Maximaal optredende relatieve rotatie: 1 : 430
Maximaal toegestane relatieve rotatie: 1 : 100

Er wordt VOLDAAN aan de rotatie-eis van grenstoestand 1B

Datum	08-04-08	Adviseur:	ing. N.T. Loonen
Versie:	15-06-07	Bestand:	P:\096\09615\CT\Berekeningen\Inn_080408_fundex.xls\invoer

TOETSING AAN BRUIKBAARHEIDSGRENSTOESTAND 2 VOLGENS NEN 6743

BIJLAGE -

ALGEMEEN

Werkcode **09615G**
Project **Groninger Forum**

MAXIMAAL PAALDRAAGVERMOGEN

Fr;max;punt 2386 kN
Fr;max;schacht 1395 kN

Onderdeel Fundex palen fietsenkelder
Datum 08-04-08
Adviseur ing. N.T. Loonen

FACTOREN

ξ -waarde 0.72
 γ_m ;b (materiaalfactor) 1.00

PAALGEGEVENS

Paaltype Fundex Grout injectie
Paalafmetingen Schacht 0.450 m
Voet 0.450 m

REKENWAARDEN PAALDRAAGVERMOGEN

Fr;max;punt;d 1718 kN
Fr;max;sch.;d 1004 kN

paalpunteniveau -23.00 m tov NAP

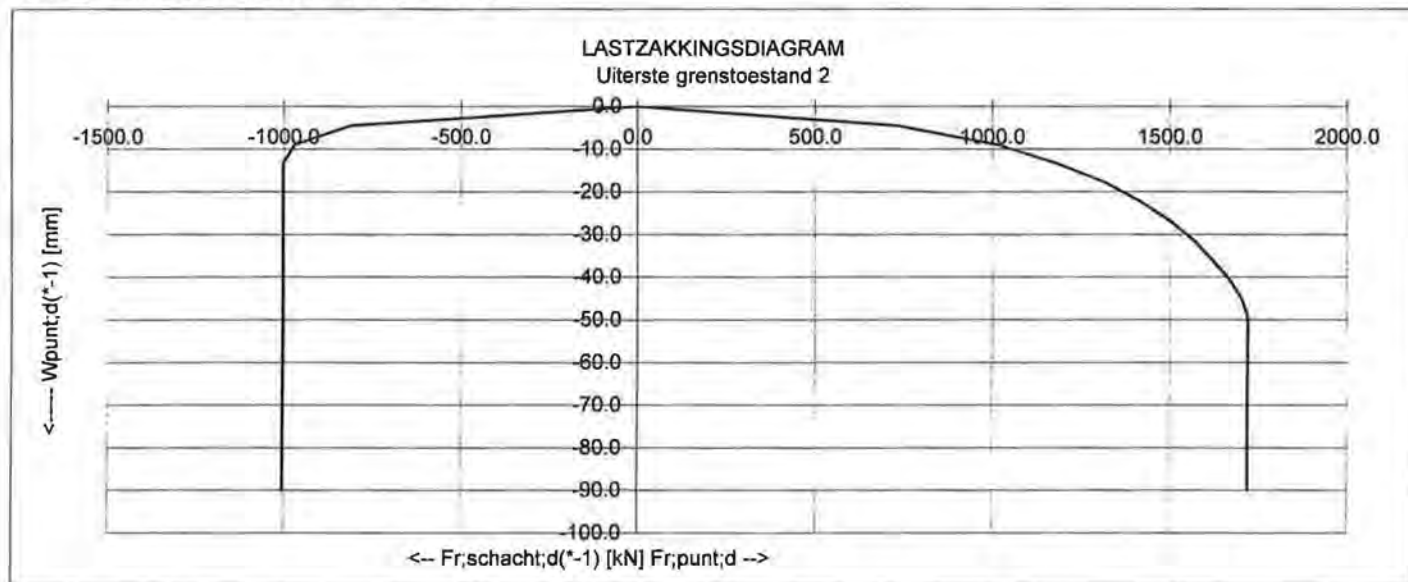
REKENWAARDEN VAN DE BELASTING

F_s;d 1480 kN
F_s;nk;d 0 kN
F_s;tot;d;t 1480 kN

VOLGNUMMER VAN DE SONDERING GEBRUIKT VOOR DE BEREKENING VAN DE ZAKKING:

DKMP-3

LASTZAKKINGSDIAGRAM T.B.V. BEPALING $W_{punt;d}$



ZAKKING

$W_{punt;d}$	4.3 mm
$W_{el;d}$	9.8 mm
$W_{2;d}$	5.2 mm +
W_d	19.4 mm

TOETSING GRENSTOESTAND 2

Zakkingseis volgens NEN 6740 art. 5.1 en 6.3.1 : $W_d \leq W_{req}$
 W_d 19 mm
 W_{req} 150 mm

Er wordt VOLDAAN aan de zakkingseis van grenstoestand 2

Rotatie-eis volgens NEN 6740 art. 5.1:
Stramienafstand toetsing rotatie: 6 m
Maximaal optredende relatieve rotatie: 1 : 929
Maximaal toegestane relatieve rotatie: 1 : 300

Er wordt VOLDAAN aan de rotatie-eis van grenstoestand 2



adviseurs in bouwtechniek

Arnhemsestraatweg 358 Velp
Postbus 82 6800 AB Arnhem
telefoon +31 (0)26 368 31 11
fax +31 (0)26 368 31 10
www.abt-consult.nl abt@abt-consult.nl

Datum 08-04-08 Adviseur: ing. N.T. Loonen
Versie: 15-06-07 Bestand: P:\096\09615\CTBerekeningen\Inn_080408_diepwand 1000 diep.xls\invoer

BEREKENING TOELAATBARE PAALBELASTING VOLGENS NEN 6743

BIJLAGE

ALGEMEEN

Werkcode **09615G**
Project **Groninger Forum**

Onderdeel Diepwand diepe kelder
Datum 8-4-2008
Adviseur ing. N.T. Loonen

Dik 1,0 m

BEREKENINGSFACTOREN

ξ -waarde 0.72
 γ_{mb} (materiaalfactor) 1.20
 α_p (paalklasse) 0.5
 β (voetvorm) 1.0
 s (voetverhouding) 0.9
 α_s (schachtwrijving) 0.006
Red.factor α_s (grof zand) 1.00
OCR-waarde 1.5
Red.factor ontgraving (schacht) 0.46
Red.factor ontgraving (punt) 0.52
 γ_{tnk} (belastingfactor negatieve kleef) 1.0

PAALGEGEVENS

Paaltype **Diepwand**
Rond/vierkant vierkant
Open/dichte punt dicht

Paalafmetingen
Schachtdiameter 0.500 m
Voetdiameter 1.000 m
Schachtomtrek 2.00 m
Voetoppervlak 1.000 m²

NEGATIEVE KLEEF

Rekenwaarde negatieve kleef per paal $F_{s;nk;d}$

0 kN

REKENWAARDE PAALBELASTING

$F_{s;d}$ (DRUK)

1300 kN

BEREKENING PAALDRAAGVERMOGEN

NEN 6743 artikel:		5.3.3.1	5.3.3.1.4	5.3.3.2	5.3.3	5.3.3	5.3.3	5.3.2	NEN 6702	TOELAATBARE BELASTING $F_{s;d}$		Voldoet aan eis U.G.T 1A
Sonde-ring nr.	Basisnivo in m t.o.v. NAP	$P_{r,max;punt}$ [MPa]	$P_{r,max;punt;red}$ [MPa]	$P_{r,max;schaft}$ [MPa]	delta L [m]	$F_{r,max;punt}$ [kN]	$F_{r,max;schaft}$ [kN]	$F_{r,max;rep}$ [kN]	$F_{r;d}$ [kN]	TREK [kN]	DRUK [kN]	
DKMP-3	-19.00	2.16	2.16	0.051	3.50	2163	358	1815	1513	n.v.t.	1513	ja

Datum	08-04-08	Adviseur:	ing. N.T. Loonen
Versie:	15-06-07	Bestand:	P:\096\09615\CT\Berekeningen\Inn_080408_diepwand 1000 diep.xls\invoer

TOETSING AAN UITERSTE GRENSTOESTAND 1B VOLGENS NEN 6743

BIJLAGE -

ALGEMEEN

Werkcode **09615G**
Project **Groninger Forum**

Onderdeel Diepwand diepe kelder
Datum 08-04-08
Adviseur ing. N.T. Loonen

MAXIMAAL PAALDRAAGVERMOGEN

Fr;max;punt 2163 kN
Fr;max;schacht 358 kN

FACTOREN

ξ -waarde 0.72
 $\gamma_{m;b}$ (materiaalfactor) 1.2

PAALGEGEVENS

Paaltype Diepwand
Paalafmetingen Schacht 0.500 m
Voet 1.000 m

REKENWAARDEN PAALDRAAGVERMOGEN

Fr;max;punt;d 1298 kN
Fr;max;sch.;d 215 kN

paalpuntniveau -19.00 m tov NAP

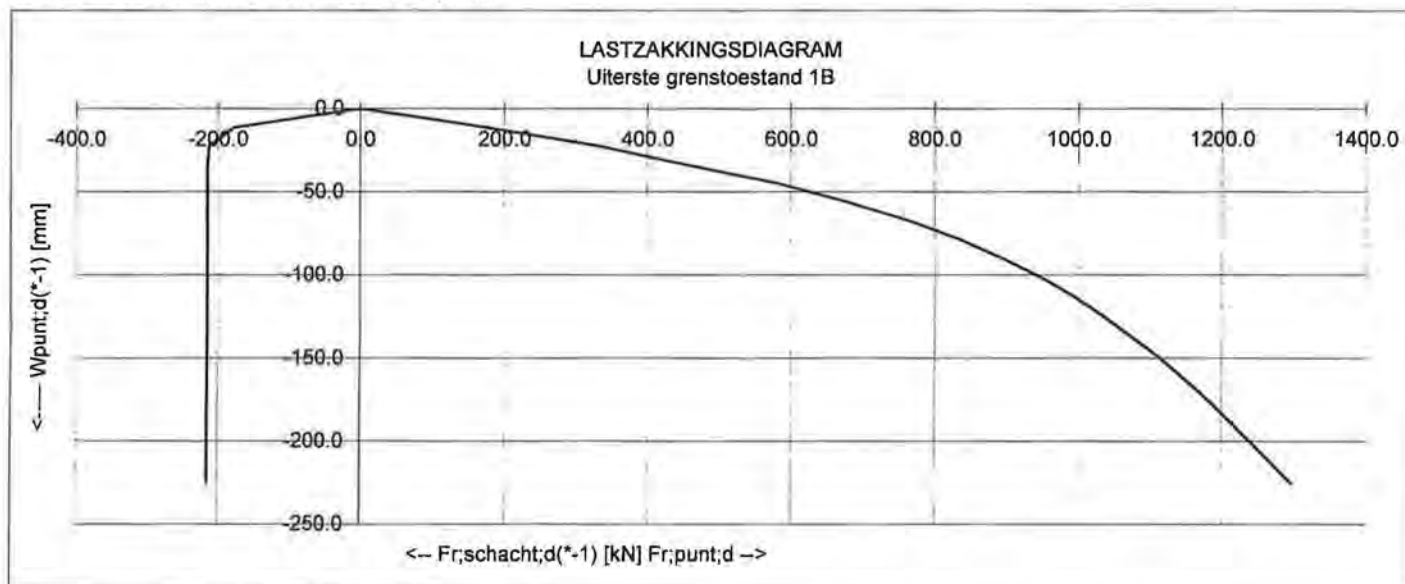
REKENWAARDEN VAN DE BELASTING

F_{s;d} 1300 kN
F_{s;nk;d} 0 kN
F_{s;tot;d;t} 1300 kN

VOLGNUMMER VAN DE SONDERING GEBRUIKT VOOR DE BEREKENING VAN DE ZAKKING:

DKMP-3

LASTZAKKINGSDIAGRAM T.B.V. BEPALING $W_{punt;d}$



ZAKKING

$W_{punt;d}$	140.9 mm
$W_{el;d}$	4.9 mm
$W_{2;d}$	2.1 mm +
W_d	147.8 mm

TOETSING GRENSTOESTAND 1B

Zakkingseis volgens NEN 6740 art. 5.1 en 6.3.1 : $W_d \leq W_{req}$
 W_d 148 mm
 W_{req} 150 mm

Er wordt VOLDAAN aan de zakkingseis van grenstoestand 1B

Rotatie-eis volgens NEN 6740 art. 5.1:
Stramienafstand toetsing rotatie: 6 m
Maximaal optredende relatieve rotatie: 1 : 122
Maximaal toegestane relatieve rotatie: 1 : 100

Er wordt VOLDAAN aan de rotatie-eis van grenstoestand 1B

Datum	08-04-08	Adviseur:	ing. N.T. Loonen
Versie:	15-06-07	Bestand:	P:\096\09615\CT\Berekeningen\Inn_080408_diepwand 1000 diep.xls\invoer

TOETSING AAN BRUIKBAARHEIDSGRENSTOESTAND 2 VOLGENS NEN 6743

BIJLAGE -

ALGEMEEN

Werkcode **09615G**
Project **Groninger Forum**

MAXIMAAL PAALDRAAGVERMOGEN

Fr;max;punt 2163 kN
Fr;max;schacht 358 kN

Onderdeel Diepwand diepe kelder
Datum 08-04-08
Adviseur ing. N.T. Loonen

FACTOREN

ξ -waarde 0.72
 $\gamma_{m;b}$ (materiaalfactor) 1.00

PAALGEGEVENS

Paaltype Diepwand
Paalafmetingen Schacht 0.500 m
Voet 1.000 m

REKENWAARDEN PAALDRAAGVERMOGEN

Fr;max;punt;d 1557 kN
Fr;max;sch.;d 258 kN

paalpuntniveau -19.00 m tov NAP

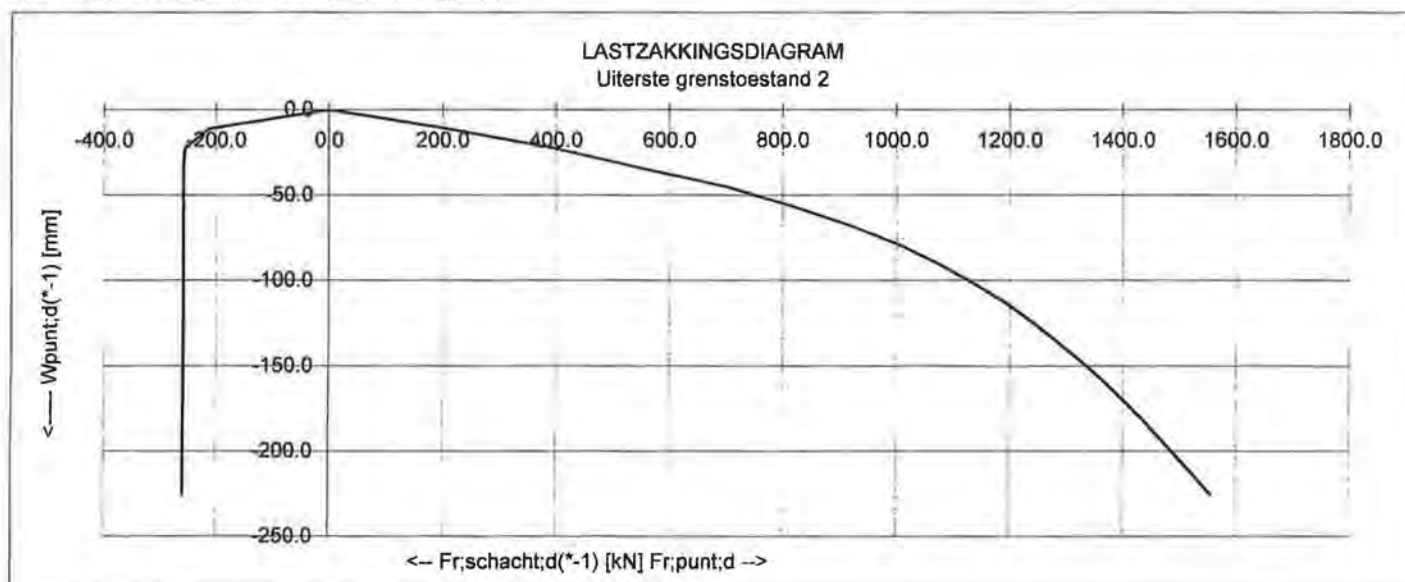
REKENWAARDEN VAN DE BELASTING

Fs;d 960 kN
Fs;nk;d 0 kN
Fs;tot;d;t 960 kN

VOLGNUMMER VAN DE SONDERING GEBRUIKT VOOR DE BEREKENING VAN DE ZAKKING:

DKMP-3

LASTZAKKINGSDIAGRAM T.B.V. BEPALING $W_{punt;d}$



ZAKKING

$W_{punt;d}$	45.3 mm
$W_{el;d}$	3.6 mm
$W_{2;d}$	1.5 mm +
W_d	50.3 mm

TOETSING GRENSTOESTAND 2

Zakkingseis volgens NEN 6740 art. 5.1 en 6.3.1 : $W_d \leq W_{req}$
 W_d 50 mm
 W_{req} 150 mm

Er wordt VOLDAAN aan de zakkingseis van grenstoestand 2

Rotatie-eis volgens NEN 6740 art. 5.1:
Stramienafstand toetsing rotatie: 6 m
Maximaal optredende relatieve rotatie: 1 : 358
Maximaal toegestane relatieve rotatie: 1 : 300

Er wordt VOLDAAN aan de rotatie-eis van grenstoestand 2



adviseurs in bouwtechniek

Arnhemsestraatweg 358 Velp
Postbus 82 6800 AB Arnhem
telefoon +31 (0)26 368 31 11
fax +31 (0)26 368 31 10
www.abt-consult.nl abt@abt-consult.nl

Datum 08-04-08 Adviseur: ing. N.T. Loonen
Versie: 15-06-07 Bestand: P:\096\09615\CTBerekeningen\Inn_080408_diepwand 1000 diep.xls\invoer

BEREKENING TOELAATBARE PAALBELASTING VOLGENS NEN 6743

BIJLAGE

ALGEMEEN

Werkcode **09615G**
Project **Groninger Forum**

Onderdeel Diepwand diepe kelder
Datum 8-4-2008
Adviseur ing. N.T. Loonen

Dik 1,2 m

BEREKENINGSFACTOREN

ξ -waarde 0.72
 $\gamma_{m;b}$ (materiaalfactor) 1.20
 α_p (paalklasse) 0.5
 β (voetvorm) 1.0
 s (voetverhouding) 0.9
 α_s (schachtwrijving) 0.006
Red.factor α_s (grof zand) 1.00
OCR-waarde 1.5
Red.factor ontgraving (schacht) 0.46
Red.factor ontgraving (punt) 0.52
 $\gamma_{t;nk}$ (belastingfactor negatieve kleef) 1.0

PAALGEGEVENS

Paaltype **Diepwand**
Rond/vierkant vierkant
Open/dichte punt dicht

Paalafmetingen
Schachtdiameter 0.500 m
Voetdiameter 1.095 m
Schachtomtrek 2.00 m
Voetoppervlak 1.199 m²

NEGATIEVE KLEEF

Rekenwaarde negatieve kleef per paal $F_{s;nk;d}$

0 kN

REKENWAARDE PAALBELASTING

$F_{s;d}$ (DRUK)

1450 kN

BEREKENING PAALDRAAGVERMOGEN

NEN 6743 artikel:		5.3.3.1	5.3.3.1.4	5.3.3.2	5.3.3	5.3.3	5.3.3	5.3.2	NEN 6702	TOELAATBARE BELASTING $F_{s;d}$		Voldoet aan eis U.G.T 1A
Sonde-ring nr.	Basisnivo in m t.o.v. NAP	$P_{r,max;punt}$ [MPa]	$P_{r,max;punt;red}$ [MPa]	$P_{r,max;schaft}$ [MPa]	delta L [m]	$F_{r,max;punt}$ [kN]	$F_{r,max;schaft}$ [kN]	$F_{r,max;rep}$ [kN]	$F_{r;d}$ [kN]	TREK [kN]	DRUK [kN]	
DKMP-3	-19.00	2.16	2.16	0.051	3.50	2594	358	2125	1771	n.v.t.	1771	ja



adviseurs in bouwtechniek

Arnhemsestraatweg 358 Velp
Postbus 82 6800 AB Arnhem
telefoon +31 (0)26 368 31 11
fax +31 (0)26 368 31 10
www.abt-consult.nl abt@abt-consult.nl

Datum	08-04-08	Adviseur:	ing. N.T. Loonen
Versie:	15-06-07	Bestand:	P:\096\09615\CT\Berekeningen\Inn_080408_diepwand 1000 diep.xls\invoer

TOETSING AAN UITERSTE GRENSTOESTAND 1B VOLGENS NEN 6743

BIJLAGE -

ALGEMEEN

Werkcode
Project

09615G
Groninger Forum

MAXIMAAL PAALDRAAGVERMOGEN

Fr;max;punt 2594 kN
Fr;max;schacht 358 kN

Onderdeel

Diepwand diepe kelder

FACTOREN

Datum

08-04-08

ξ -waarde 0.72

Adviseur

ing. N.T. Loonen

$\gamma_{m,b}$ (materiaalfactor) 1.2

PAALGEGEVENS

Paaltype

Diepwand

REKENWAARDEN PAALDRAAGVERMOGEN

Paalafmetingen

Schacht

0.500 m

Fr;max;punt;d 1556 kN

Voet

1.095 m

Fr;max;sch.;d 215 kN

REKENWAARDEN VAN DE BELASTING

paalpuntniveau

-19.00

m tov NAP

Fs;d 1450 kN

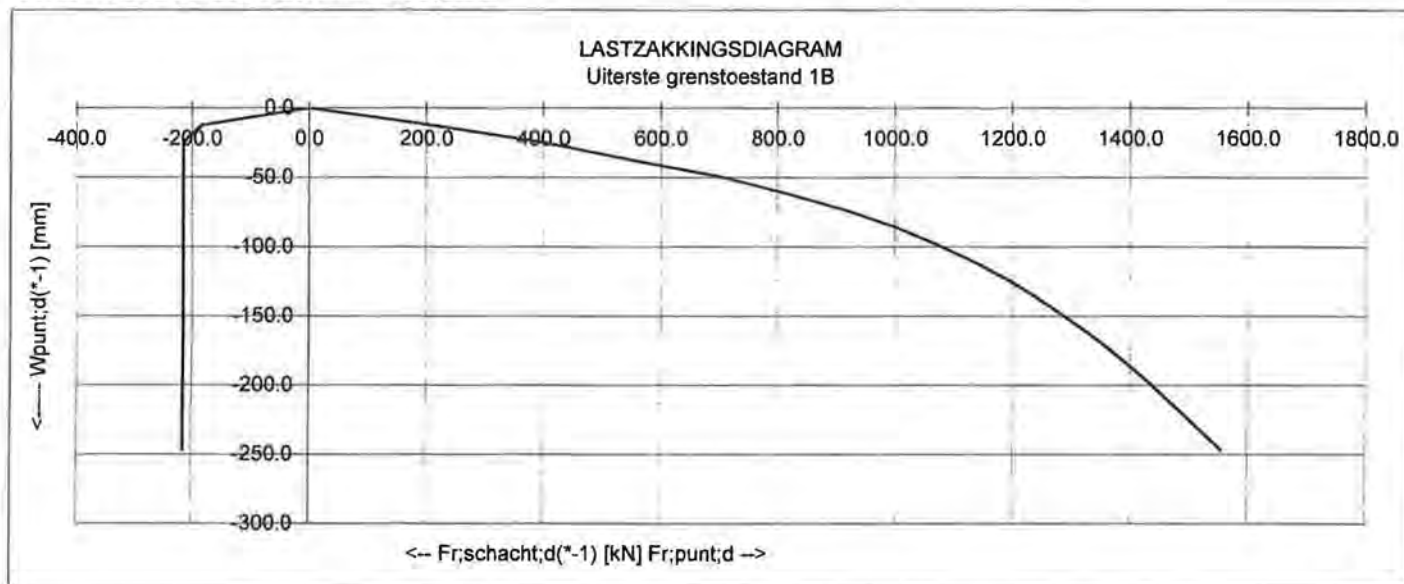
Fs;nk;d 0 kN

Fs;tot;d;t 1450 kN

VOLGNUMMER VAN DE SONDERING GEBRUIKT VOOR DE BEREKENING VAN DE ZAKKING:

DKMP-3

LASTZAKKINGSDIAGRAM T.B.V. BEPALING Wpunt;d



ZAKKING

Wpunt;d 135.4 mm
Wel;d 5.4 mm
W2;d 2.1 mm +
Wd 142.9 mm

TOETSING GRENSTOESTAND 1B

Zakkingseis volgens NEN 6740 art. 5.1 en 6.3.1 : $W_d \leq W_{req}$

Wd 143 mm

Wreq 150 mm

Er wordt VOLDAAN aan de zakkingseis van grenstoestand 1B

Rotatie-eis volgens NEN 6740 art. 5.1:

Stramienafstand toetsing rotatie: 6 m

Maximaal optredende relatieve rotatie: 1 : 125

Maximaal toegestane relatieve rotatie: 1 : 100

Er wordt VOLDAAN aan de rotatie-eis van grenstoestand 1B

Datum	08-04-08	Adviseur:	ing. N.T. Loonen
Versie:	15-06-07	Bestand:	P:\096\09615\CT\Berekeningen\Inn_080408_diepwand 1000 diep.xls\invoer

TOETSING AAN BRUIKBAARHEIDSGRENSTOESTAND 2 VOLGENS NEN 6743

BIJLAGE -

ALGEMEEN

Werkcode **09615G**
Project **Groninger Forum**

MAXIMAAL PAALDRAAGVERMOGEN

Fr;max;punt 2594 kN
Fr;max;schacht 358 kN

Onderdeel Diepwand diepe kelder
Datum 08-04-08
Adviseur ing. N.T. Loonen

FACTOREN

ξ -waarde 0.72
 $\gamma_{m,b}$ (materiaalfactor) 1.00

PAALGEGEVENS

Paaltype Diepwand
Paalafmetingen Schacht 0.500 m
Voet 1.095 m

REKENWAARDEN PAALDRAAGVERMOGEN

Fr;max;punt;d 1867 kN
Fr;max;sch.;d 258 kN

paalpuntniveau -19.00 m tov NAP

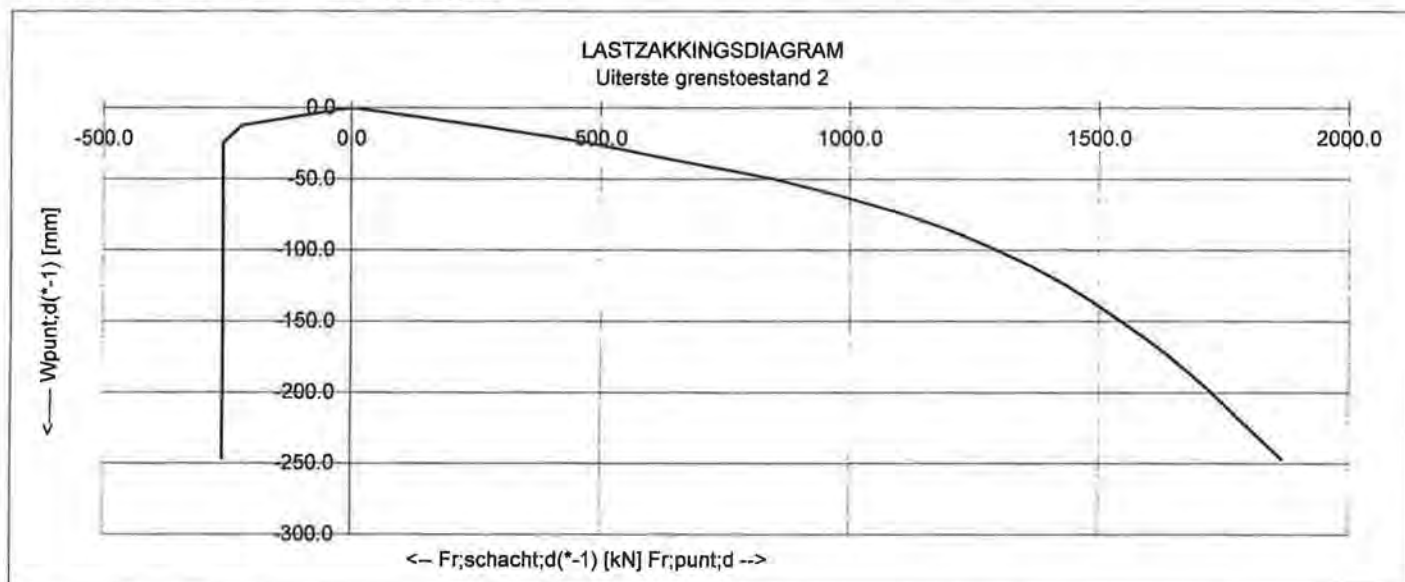
REKENWAARDEN VAN DE BELASTING

Fs;d 1070 kN
Fs;nk;d 0 kN
Fs;tot;d;t 1070 kN

VOLGNUMMER VAN DE SONDERING GEBRUIKT VOOR DE BEREKENING VAN DE ZAKKING:

DKMP-3

LASTZAKKINGSDIAGRAM T.B.V. BEPALING $W_{punt;d}$



ZAKKING

$W_{punt;d}$ 47.6 mm
 $W_{el;d}$ 4.0 mm
 $W_{2;d}$ 1.5 mm +
 W_d 53.1 mm

TOETSING GRENSTOESTAND 2

Zakkingseis volgens NEN 6740 art. 5.1 en 6.3.1 : $W_d \leq W_{req}$
 W_d 53 mm
 W_{req} 150 mm

Er wordt VOLDAAN aan de zakkingseis van grenstoestand 2

Rotatie-eis volgens NEN 6740 art. 5.1:

Stramienafstand toetsing rotatie: 6 m
Maximaal optredende relatieve rotatie: 1 : 339
Maximaal toegestane relatieve rotatie: 1 : 300

Er wordt VOLDAAN aan de rotatie-eis van grenstoestand 2



adviseurs in bouwtechniek

Arnhemsestraatweg 358 Velp
Postbus 82 6800 AB Arnhem
telefoon +31 (0)26 368 31 11
fax +31 (0)26 368 31 10

www.abt-consult.nl abt@abt-consult.nl

Datum 08-04-08 Adviseur: ing. N.T. Loonen
Versie: 15-06-07 Bestand: P:\096\09615\CT\Berekeningen\Inn_080408_diepwand 1000 tussen.xls\invoer

BEREKENING TOELAATBARE PAALBELASTING VOLGENS NEN 6743

BIJLAGE

ALGEMEEN

Werkcode 09615G
Project Groninger Forum

Onderdeel Diepwand diepe/fietsen kelder
Datum 8-4-2008
Adviseur ing. N.T. Loonen

BEREKENINGSFACTOREN

ξ -waarde 0.72
 γ_{mb} (materiaalfactor) 1.20
 α_p (paalklasse) 0.5
 β (voetvorm) 1.0
 s (voetverhouding) 0.9
 α_s (schachtwrijving) 0.006
Red.factor α_s (grof zand) 1.00
OCR-waarde 1.5
Red.factor ontgraving (schacht) 0.64
Red.factor ontgraving (punt) 0.68
 $\gamma_{f,nk}$ (belastingfactor negatieve kleef) 1.0

PAALGEGEVENS

Paaltype Diepwand
Rond/vierkant vierkant
Opervdichte punt dicht

Paalafmetingen
Schachtdiameter 0.500 m
Voetdiameter 1.000 m
Schachtomtrek 2.00 m
Voetoppervlak 1.000 m²

NEGATIEVE KLEEF

Rekenwaarde negatieve kleef per paal $F_{s,nk;d}$

0 kN

REKENWAARDE PAALBELASTING

$F_{s;d}$ (DRUK)

1700 kN

BEREKENING PAALDRAAGVERMOGEN

NEN 6743 artikel:		5.3.3.1	5.3.3.1.4	5.3.3.2	5.3.3	5.3.3	5.3.3	5.3.2	NEN 6702	TOELAATBARE BELASTING $F_{s;d}$		Voldoet aan eis U.G.T 1A
Sonde-ring nr.	Basisnivo in m t.o.v. NAP	$P_{r,max;punt}$ [MPa]	$P_{r,max;punt,red}$ [MPa]	$P_{r,max;schaft}$ [MPa]	δL [m]	$F_{r,max;punt}$ [kN]	$F_{r,max;schaft}$ [kN]	$F_{r,max;rep}$ [kN]	$F_{r,d}$ [kN]	TREK [kN]	DRUK [kN]	
DKMP-3	-19.00	2.80	2.80	0.071	3.50	2797	498	2373	1977	n.v.t.	1977	ja



adviseurs in bouwtechniek

Arnhemsestraatweg 358 Velp
Postbus 82 6800 AB Arnhem
telefoon +31 (0)26 368 31 11
fax +31 (0)26 368 31 10
www.abt-consult.nl abt@abt-consult.nl

Datum	08-04-08	Adviseur:	ing. N.T. Loonen
Versie:	15-06-07	Bestand:	P:\096\09615\CT\Berekeningen\Inn_080408_diepwand 1000 tussen.xlsjinvoer

TOETSING AAN UITERSTE GRENSTOESTAND 1B VOLGENS NEN 6743

BIJLAGE -

ALGEMEEN

Werkcode **09615G**
Project **Groninger Forum**

MAXIMAAL PAALDRAAGVERMOGEN

Fr;max;punt 2797 kN
Fr;max;schacht 498 kN

Onderdeel Diepwand diepe/fietsen kelder
Datum 08-04-08
Adviseur ing. N.T. Loonen

FACTOREN

ξ -waarde 0.72
 $\gamma_{m;b}$ (materiaalfactor) 1.2

PAALGEGEVENS

Paaltype Diepwand
Paalafmetingen Schacht 0.500 m
Voet 1.000 m

REKENWAARDEN PAALDRAAGVERMOGEN

Fr;max;punt;d 1678 kN
Fr;max;sch.;d 299 kN

paalpuntniveau -19.00 m tov NAP

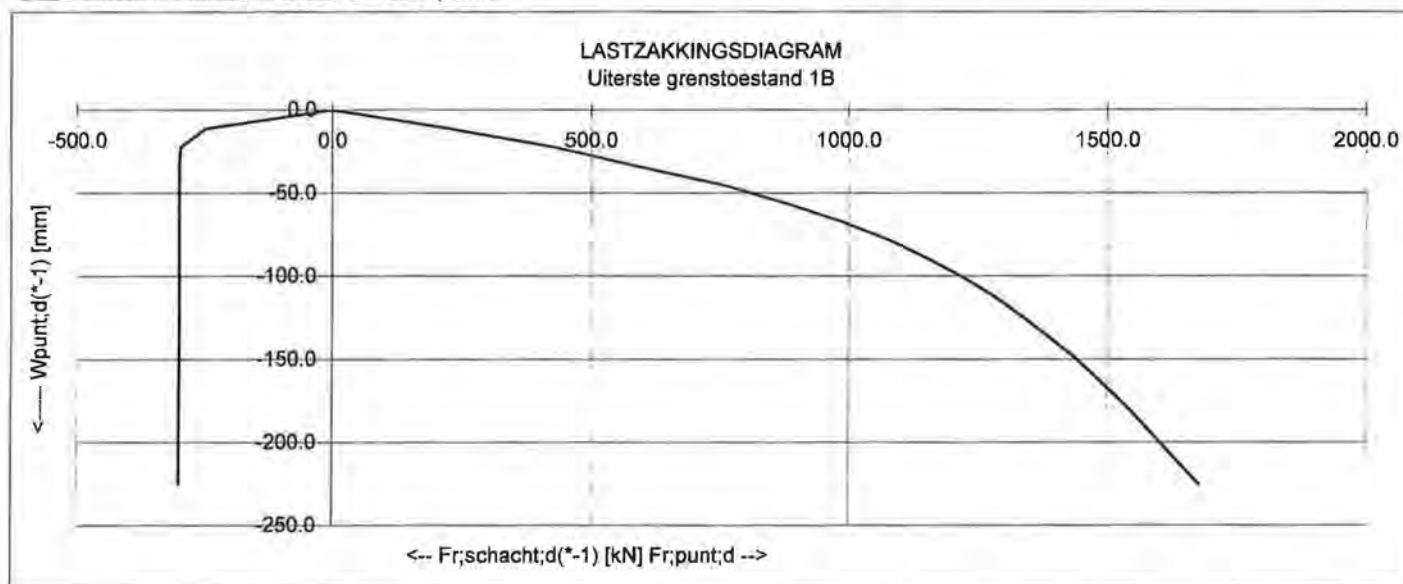
REKENWAARDEN VAN DE BELASTING

F_{s;d} 1700 kN
F_{s;nk;d} 0 kN
F_{s;tot;d;t} 1700 kN

VOLGNUMMER VAN DE SONDERING GEBRUIKT VOOR DE BEREKENING VAN DE ZAKKING:

DKMP-3

LASTZAKKINGSDIAGRAM T.B.V. BEPALING W_{punt;d}



ZAKKING

W _{punt;d}	140.3 mm
W _{el;d}	6.4 mm
W _{2;d}	2.7 mm +
W _d	149.4 mm

TOETSING GRENSTOESTAND 1B

Zakkingseis volgens NEN 6740 art. 5.1 en 6.3.1 : $W_d \leq W_{req}$

W _d	149 mm
W _{req}	150 mm

Er wordt VOLDAAN aan de zakkingseis van grenstoestand 1B

Rotatie-eis volgens NEN 6740 art. 5.1:

Stramienafstand toetsing rotatie:	6 m
Maximaal optredende relatieve rotatie:	1 : 121
Maximaal toegestane relatieve rotatie:	1 : 100

Er wordt VOLDAAN aan de rotatie-eis van grenstoestand 1B

Datum	08-04-08	Adviseur:	ing. N.T. Loonen
Versie:	15-06-07	Bestand:	P:\096\09615\CT\Berekeningen\Inn_080408_diepwand 1000 tussen.xls\invoer

TOETSING AAN BRUIKBAARHEIDSGRENSTOESTAND 2 VOLGENS NEN 6743

BIJLAGE -

ALGEMEEN

Werkcode	09615G
Project	Groninger Forum
Onderdeel	Diepwand diepe/fietsen kelder
Datum	08-04-08
Adviseur	ing. N.T. Loonen

MAXIMAAL PAALDRAAGVERMOGEN

Fr;max;punt	2797 kN
Fr;max;schacht	498 kN

FACTOREN

ξ -waarde	0.72
$\gamma_{m,b}$ (materiaalfactor)	1.00

PAALGEGEVENS

Paaltype	Diepwand
Paalafmetingen	Schacht 0.500 m Voet 1.000 m

REKENWAARDEN PAALDRAAGVERMOGEN

Fr;max;punt;d	2014 kN
Fr;max;sch.;d	359 kN

REKENWAARDEN VAN DE BELASTING

Fs;d	1260 kN
Fs;nk;d	0 kN
Fs;tot;d;t	1260 kN

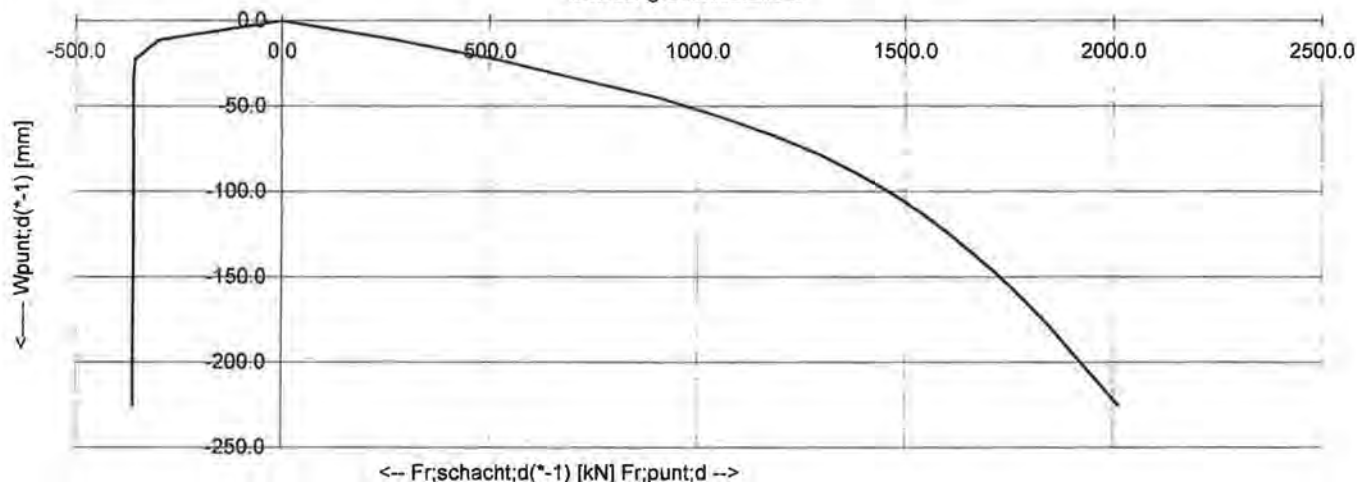
paalpuntniveau -19.00 m tov NAP

VOLGNUMMER VAN DE SONDERING GEBRUIKT VOOR DE BEREKENING VAN DE ZAKKING:

DKMP-3

LASTZAKKINGSDIAGRAM T.B.V. BEPALING $W_{punt;d}$

LASTZAKKINGSDIAGRAM
Uiterste grenstoestand 2



ZAKKING

$W_{punt;d}$	44.8 mm
$W_{el;d}$	4.7 mm
$W_{2;d}$	2.0 mm +
W_d	51.5 mm

TOETSING GRENSTOESTAND 2

Zakkingseis volgens NEN 6740 art. 5.1 en 6.3.1 : $W_d \leq W_{req}$

W_d	52 mm
W_{req}	150 mm

Er wordt **VOLDAAN** aan de zakkingseis van grenstoestand 2

Rotatie-eis volgens NEN 6740 art. 5.1:

Stramienafstand toetsing rotatie:	6 m
Maximaal optredende relatieve rotatie:	1 : 349
Maximaal toegestane relatieve rotatie:	1 : 300

Er wordt **VOLDAAN** aan de rotatie-eis van grenstoestand 2



adviseurs in bouwtechniek

Arnhemsestraatweg 358 Velp
Postbus 82 6800 AB Arnhem
telefoon +31 (0)26 368 31 11
fax +31 (0)26 368 31 10
www.abt-consult.nl abt@abt-consult.nl

Datum: 08-04-08 Adviseur: ing. N.T. Loonen
Versie: 15-06-07 Bestand: P:\096\09615\CT\Berekeningen\Inn_080408_diepwand 800 fiets.xls\invoer

BEREKENING TOELAATBARE PAALBELASTING VOLGENS NEN 6743

BIJLAGE

ALGEMEEN

Werkcode: 09615G
Project: Groninger Forum

Onderdeel: Diepwand fietskelder
Datum: 8-4-2008
Adviseur: ing. N.T. Loonen

PAALGEGEVENS

Paaltype: Diepwand
Rond/vierkant: vierkant
Open/dichte punt: dicht

Paalafmetingen
Schachtdiameter: 0.500 m
Voetdiameter: 0.890 m
Schachtomtrek: 2.00 m
Voetoppervlak: 0.792 m²

BEREKENINGSFACTOREN

ξ-waarde: 0.72
γ_{m;b} (materiaalfactor): 1.20
α_p (paalklasse): 0.5
β (voetvorm): 1.0
s (voetverhouding): 0.9
α_s (schachtwrijving): 0.006
Red.factor α_s (grof zand): 1.00
OCR-waarde: 1.5
Red.factor ontgraving (schacht): 0.72
Red.factor ontgraving (punt): 0.73
γ_{f;nk} (belastingfactor negatieve kleef): 1.0

NEGATIEVE KLEEF

Rekenwaarde negatieve kleef per paal F_{s;nk;d}

0 kN

REKENWAARDE PAALBELASTING

F_{s;d} (DRUK)

750 kN

BEREKENING PAALDRAAGVERMOGEN

NEN 6743 artikel:		5.3.3.1	5.3.3.1.4	5.3.3.2	5.3.3	5.3.3	5.3.3	5.3.2	NEN 6702	TOELAATBARE BELASTING F _{s;d}		Voldoet
Sonde-ring nr.	Basisnivo in m t.o.v. NAP	Pr,max; punt [MPa]	Pr,max; punt;red [MPa]	Pr,max; schacht [MPa]	delta L [m]	Fr,max punt [kN]	Fr,max; schacht [kN]	Fr,max; rep [kN]	Fr;d [kN]	TREK [kN]	DRUK [kN]	aan eis U.G.T 1A
DKMP-3	-16.00	1.70	1.70	0.052	0.50	1350	52	1009	841	n.v.t.	841	ja

Datum	08-04-08	Adviseur:	ing. N.T. Loonen
Versie:	15-06-07	Bestand:	P:\096\09615\CT\Berekeningen\Inn_080408_diepwand 800 fiets.xls\invoer

TOETSING AAN UITERSTE GRENSTOESTAND 1B VOLGENS NEN 6743

BIJLAGE -

ALGEMEEN

Werkcode **09615G**
Project **Groninger Forum**

MAXIMAAL PAALDRAAGVERMOGEN

Fr;max;punt 1350 kN
Fr;max;schacht 52 kN

Onderdeel Diepwand fietskelder
Datum 08-04-08
Adviseur ing. N.T. Loonen

FACTOREN

ξ-waarde 0.72
γ_{m;b} (materiaalfactor) 1.2

PAALGEGEVENS

Paaltype Diepwand
Paalafmetingen Schacht 0.500 m
Voet 0.890 m

REKENWAARDEN PAALDRAAGVERMOGEN

Fr;max;punt;d 810 kN
Fr;max;sch.;d 31 kN

paalpuntniveau -16.00 m tov NAP

REKENWAARDEN VAN DE BELASTING

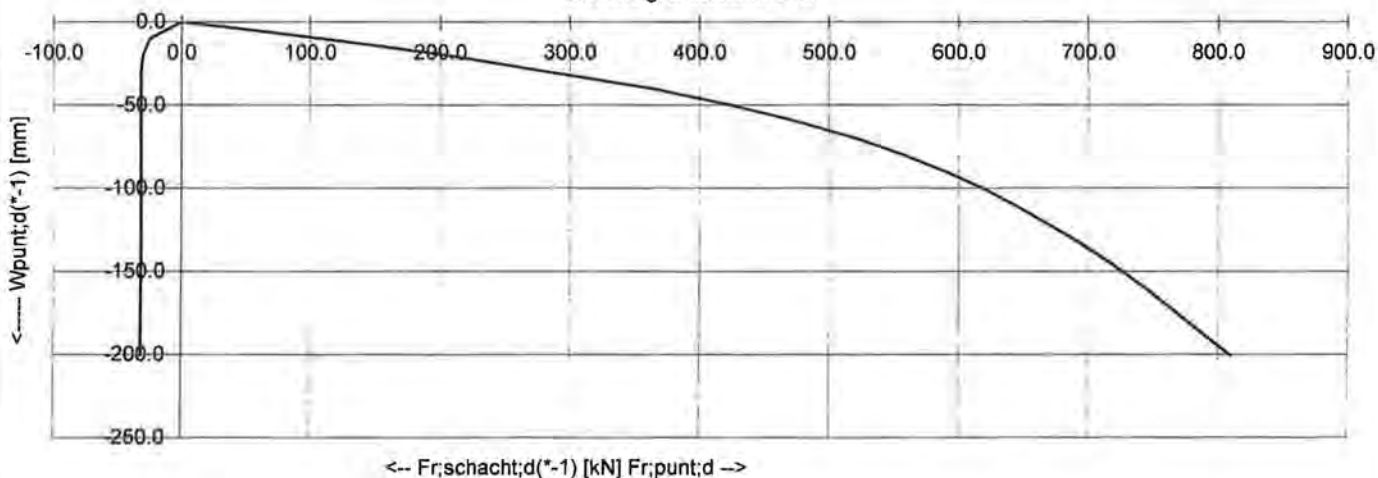
F_{s;d} 750 kN
F_{s;nk;d} 0 kN
F_{s;tot;d;t} 750 kN

VOLGNUMMER VAN DE SONDERING GEBRUIKT VOOR DE BEREKENING VAN DE ZAKKING:

DKMP-3

LASTZAKKINGSDIAGRAM T.B.V. BEPALING W_{punt;d}

LASTZAKKINGSDIAGRAM
Uiterste grenstoestand 1B



ZAKKING

W _{punt;d}	146.1 mm
W _{ei;d}	2.4 mm
W _{2;d}	1.3 mm +
W _d	149.9 mm

TOETSING GRENSTOESTAND 1B

Zakkingseis volgens NEN 6740 art. 5.1 en 6.3.1 : $W_d \leq W_{req}$
W_d 150 mm
W_{req} 150 mm

Er wordt VOLDAAN aan de zakkingseis van grenstoestand 1B

Rotatie-eis volgens NEN 6740 art. 5.1:
Stramienafstand toetsing rotatie: 6 m
Maximaal optredende relatieve rotatie: 1 : 120
Maximaal toegestane relatieve rotatie: 1 : 100

Er wordt VOLDAAN aan de rotatie-eis van grenstoestand 1B

Datum	08-04-08	Adviseur:	ing. N.T. Loonen
Versie:	15-06-07	Bestand:	P:\096\09615\CT\Berekeningen\Inn_080408_diepwand 800 fiets.xls\invoer

TOETSING AAN BRUIKBAARHEIDSGRENSTOESTAND 2 VOLGENS NEN 6743

BIJLAGE -

ALGEMEEN

Werkcode **09615G**
Project **Groninger Forum**

MAXIMAAL PAALDRAAGVERMOGEN

Fr;max;punt 1350 kN
Fr;max;schacht 52 kN

Onderdeel Diepwand fietskelder
Datum 08-04-08
Adviseur ing. N.T. Loonen

FACTOREN

ξ-waarde 0.72
γ_{m,b} (materiaalfactor) 1.00

PAALGEGEVENEN

Paaltype Diepwand
Paalafmetingen Schacht 0.500 m
Voet 0.890 m

REKENWAARDEN PAALDRAAGVERMOGEN

Fr;max;punt;d 972 kN
Fr;max;sch.;d 37 kN

paalpuntniveau -16.00 m tov NAP

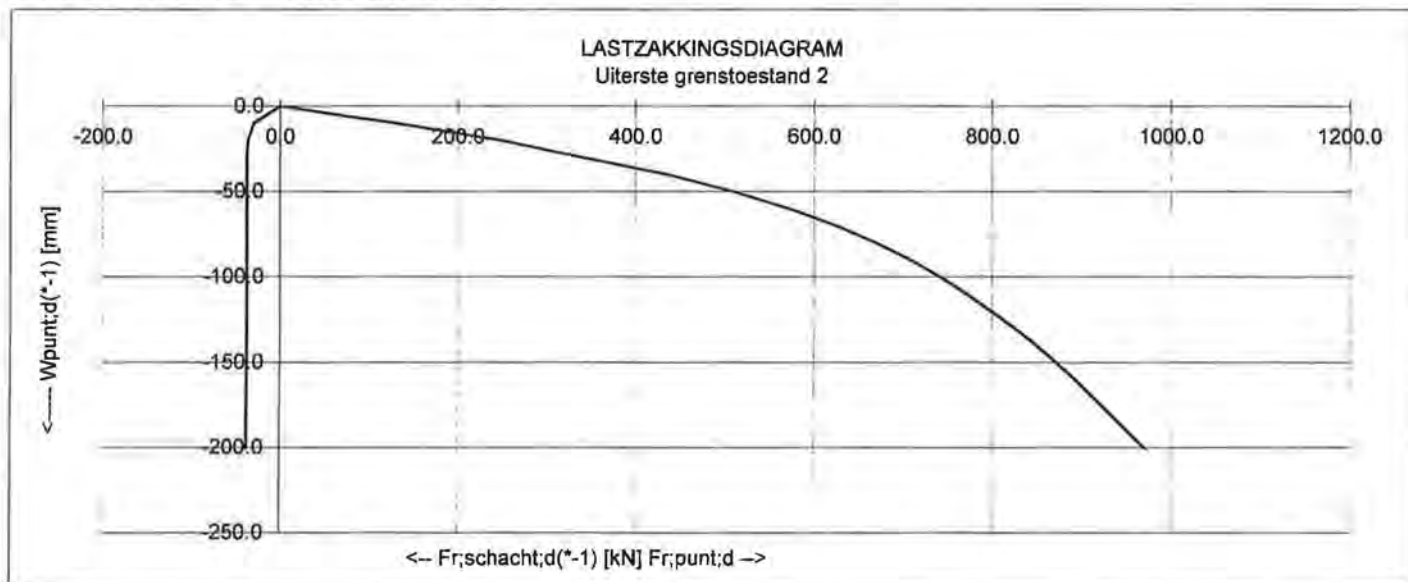
REKENWAARDEN VAN DE BELASTING

F_{s;d} 560 kN
F_{s;nk;d} 0 kN
F_{s;tot;d;t} 560 kN

VOLGNUMMER VAN DE SONDERING GEBRUIKT VOOR DE BEREKENING VAN DE ZAKKING:

DKMP-3

LASTZAKKINGSDIAGRAM T.B.V. BEPALING W_{punt;d}



ZAKKING

W_{punt;d} 52.2 mm
W_{el;d} 1.8 mm
W_{2;d} 1.0 mm +
W_d 55.0 mm

TOETSING GRENSTOESTAND 2

Zakkingseis volgens NEN 6740 art. 5.1 en 6.3.1 : W_d ≤ W_{req}
W_d 55 mm
W_{req} 150 mm

Er wordt VOLDAAN aan de zakkingseis van grenstoestand 2

Rotatie-eis volgens NEN 6740 art. 5.1:

Stramienafstand toetsing rotatie: 6 m
Maximaal optredende relatieve rotatie: 1 : 327
Maximaal toegestane relatieve rotatie: 1 : 300

Er wordt VOLDAAN aan de rotatie-eis van grenstoestand 2

Werkcode	09615G
Referentie	ing. N.T. Loonen
Printdatum	8-apr-08
Printtijd	16:26:05
Adviesgroep	CT

paaltype :	GEWI	
paalvorm (r/v):	r	*
schachtafm.:	0.200	m
paalomtrek :	0.63	m
paalopp.:	0.03	m ²
stramien:	2.70	m
oppervlak :	7.26	m ²

F _{max}	600	kN (trek > 0)
F _{max} trek	420	kN (trek > 0)
F _{max} druk	420	kN (druk < 0)
α	0.014	-
ξ	0.75	-
Y _{trek}	1.40	-
Y _{varias}	1.00	-
Y _a	1.10	-

GWS:	+0.0	m tov NAP
ontwikkingsniveau:	-10.5	m tov NAP
paalpuntniveau	-29.0	m tov NAP
controle sonderingen:	nee	
E_{norm} :	13.50	D_{norm}
E_{max} :	0.7	-
$E_{proj} = E_{norm}$:	0.4	-
n :	8	-

tilsætt (m)ov	tilsætt NAF	dikte (m)	γ_{m} (N/m ³)	γ_{c} (N/m ³)	γ_{s} (N/m ³)	σ_{f} (kPa)	σ_{c} (kPa)	σ_{s} (kPa)	σ_{f} (kPa)	σ_{c} (kPa)	σ_{s} (kPa)
5.0	0.0	5.0	18.0	18.0	18.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	-7.0	7.0	16.0	6.0	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
-7.0	-10.5	3.5	18.0	8.0	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
-10.5	-15.0	4.5	18.0	8.0	6.4	36.0	28.6	0.0	0.0	0.0	0.0
-15.0	-16.0	1.0	20.0	10.0	8.2	46.0	36.8	5.9	3.2	0.0	0.0
-16.0	-17.0	1.0	20.0	10.0	8.2	56.0	45.0	6.3	3.4	0.0	0.0
-17.0	-18.0	1.0	20.0	10.0	8.2	66.0	53.2	6.8	3.6	0.0	0.0
-18.0	-19.0	1.0	20.0	10.0	8.2	76.0	61.4	6.8	3.4	0.0	0.0
-19.0	-20.0	1.0	20.0	10.0	8.2	86.0	69.6	12.5	6.5	0.0	0.0
-20.0	-21.0	1.0	20.0	10.0	8.2	96.0	77.7	10.3	5.5	0.0	0.0
-21.0	-22.0	1.0	20.0	10.0	8.2	106.0	85.9	12.6	6.8	0.0	0.0
-22.0	-23.0	1.0	20.0	10.0	8.2	116.0	94.1	15.1	8.0	0.0	0.0
-23.0	-24.0	1.0	20.0	10.0	8.2	126.0	102.3	16.1	8.0	0.0	0.0
-24.0	-25.0	1.0	20.0	10.0	8.2	135.0	110.5	16.6	8.0	0.0	0.0
-25.0	-26.0	1.0	20.0	10.0	8.2	146.0	118.6	16.9	8.0	0.0	0.0
-26.0	-27.0	1.0	20.0	10.0	8.2	156.0	126.8	17.1	8.0	0.0	0.0
-27.0	-28.0	1.0	20.0	10.0	8.2	166.0	135.0	17.4	8.0	0.0	0.0
-28.0	-29.0	1.0	20.0	10.0	8.2	176.0	143.2	17.6	8.0	0.0	0.0
-29.0	-30.0	1.0	20.0	10.0	8.2	186.0	151.4	16.6	8.0	0.0	0.0
-30.0	-31.0	1.0	20.0	10.0	8.2	196.0	159.5	16.2	8.0	0.0	0.0
-31.0	-32.0	1.0	20.0	10.0	8.2	206.0	167.7	17.7	8.0	0.0	0.0
-32.0	-33.0	1.0	20.0	10.0	8.2	216.0	175.9	18.0	8.0	0.0	0.0
-33.0	-34.0	1.0	20.0	10.0	8.2	226.0	184.1	18.9	8.0	0.0	0.0
-34.0	-35.0	1.0	20.0	10.0	8.2	236.0	192.3	19.2	8.0	0.0	0.0

[illegible]

M	f_0	T	ΔT	F_{observed}	$F_{\text{calculated}}$	F_{observed}	DIFFERENCE
(km/s)	(s)	(km/s)	(km/s)	(km/s)	(km/s)	(km/s)	(m/sec-N)
0	1.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
0	1.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	-7
0	1.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	-103
0	1.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	-15
3.9	1.0	3.7	3	27	285	27	-160
4.4	0.9	3.8	7.5	54	297	54	-17.0
5.3	0.9	3.9	11.4	83	356	83	-18.0
6.1	0.8	5.6	16.0	116	416	116	-19.0
6.7	0.8	5.8	22.7	165	475	165	-20.0
6.7	0.8	5.4	28.1	204	534	204	-21.0
8.2	0.8	6.4	34.6	251	594	251	-22.0
9.7	0.8	7.4	41.9	304	653	304	-23.0
9.7	0.7	7.1	45.1	356	713	356	-24.0
9.7	0.7	7.0	56.0	407	772	407	-25.0
9.7	0.7	6.8	62.8	456	831	456	-26.0
9.7	0.7	6.7	69.5	505	891	505	-27.0
9.7	0.7	6.6	76.1	552	950	552	-28.0
9.7	0.7	6.5	82.5	599	1010	599	-29.0
9.7	0.7	6.4	88.9	645	1069	645	-30.0
9.7	0.6	6.3	95.2	691	1128	691	-31.0
9.7	0.6	6.2	101.4	736	1188	736	-32.0
9.7	0.6	6.2	107.6	781	1247	781	-33.0
9.7	0.6	6.1	113.7	826	1307	826	-34.0
9.7	0.6	6.1	119.8	870	1366	870	-35.0

$F_{1, \text{low}}$ [N]	$F_{1, \text{high}}$ [N]	puntivaje (m log NAE)
0,0	0,0	0,0
0,0	0,0	-7,0
0,0	0,0	-10,5
0,0	0,0	-15,0
28,0	58	-16,0
38,2	58	-17,0
31,8	90	-18,0
38,2	128	-19,0
59,0	187	-20,0
48,3	235	-21,0
59,5	295	-22,0
70,7	365	-23,0
70,7	436	-24,0
70,7	507	-25,0
70,7	578	-26,0
70,7	648	-27,0
70,7	719	-28,0
70,7	790	-29,0
70,7	860	-30,0
70,7	931	-31,0
70,7	1002	-32,0
70,7	1072	-33,0
70,7	1143	-34,0
70,7	1214	-35,0

opneembare belasting trekpalen
volgens CUR 2001-4

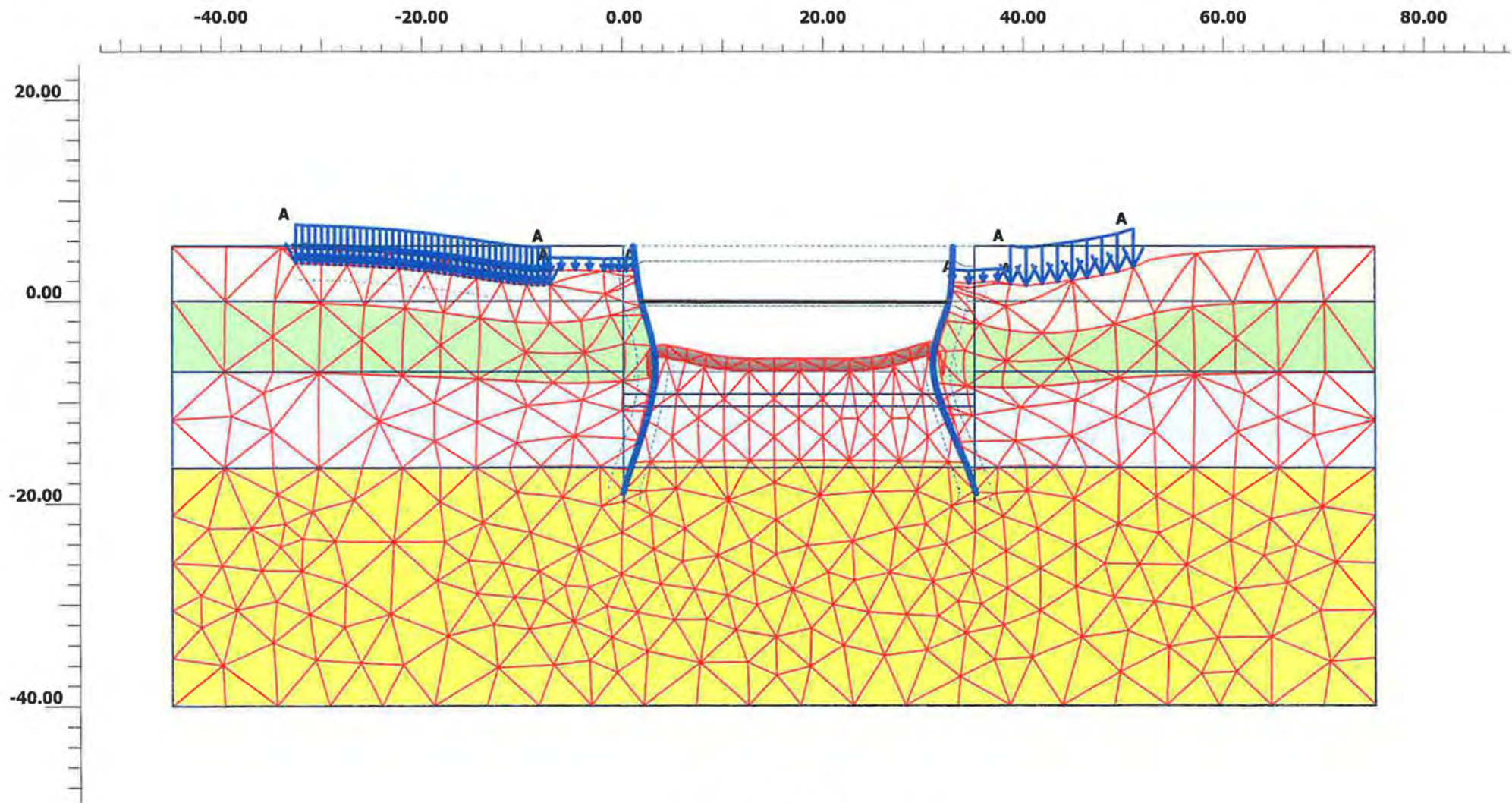
Werkcode	09615G
Referentie	Ing. N.T. Loonen
Printdatum	8-apr-08
Printtijd	16:30:16
Adviesgroep	CT

controle sonderingen:	nee	
T_{aan} :	28.00	D_{an}
e_{max} :	0.7	
$e_{\text{max}} - e_{\text{min}}$:	0.4	
n :	8	

$F_{\text{var}, \text{var}}$ [kN]	$F_{\text{var}, \text{var}}$ [kN]	pull/move (m top NAR)
0,0	0,0	0,0
0,0	0,0	-7,0
0,0	0,0	-10,5
0,0	0,0	-15,0
40,7	41	-16,0
41,7	82	-17,0
41,7	124	-18,0
47,9	127	-19,0
56,5	228	-20,0
54,2	282	-21,0
56,5	339	-22,0
56,5	352	-23,0
56,5	495	-24,0
56,5	508	-25,0
56,5	565	-26,0
56,5	622	-27,0
56,5	678	-28,0
56,5	735	-29,0
56,5	791	-30,0
56,5	848	-31,0
56,5	904	-32,0
56,5	961	-33,0
56,5	1017	-34,0
56,5	1074	-35,0

Bijlage E:

Berekeningen bouwput ontwerp



Deformed mesh

Extreme total displacement $57.60 \cdot 10^{-3}$ m
(displacements scaled up 100.00 times)

PLAXIS

Finite Element Code for Soil and Rock Analyses

Project description

Groninger Forum

Project name

Groninger Foru...

Step

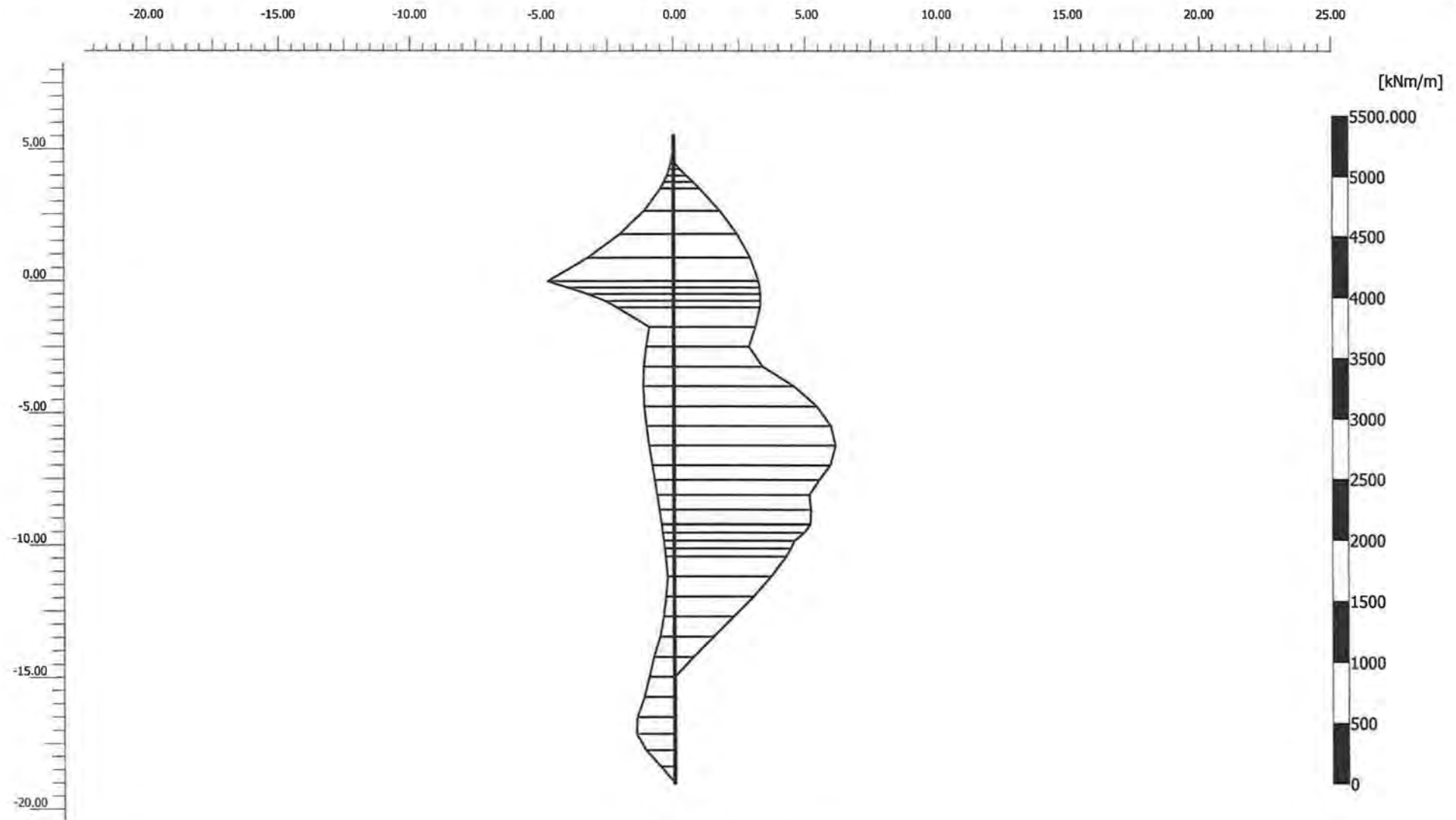
54

Date

09-04-08

User name

ABT bv



Envelope of Bending moments
Extreme bending moment $1.33 \cdot 10^3$ kNm/m

PLAXIS

Finite Element Code for Soil and Rock Analyses

Project description

Groninger Forum

Project name

Groninger Foru...

Step

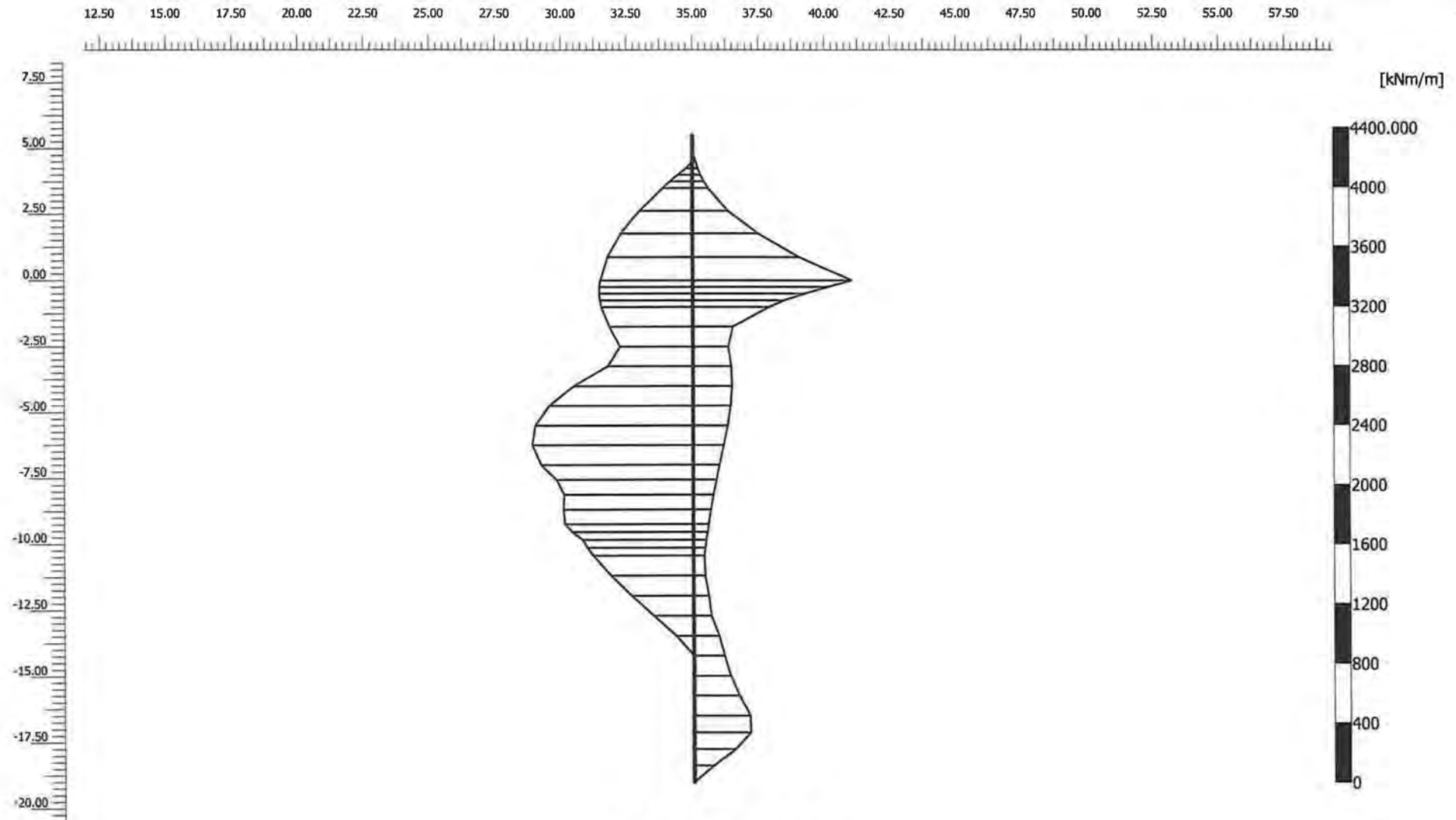
54

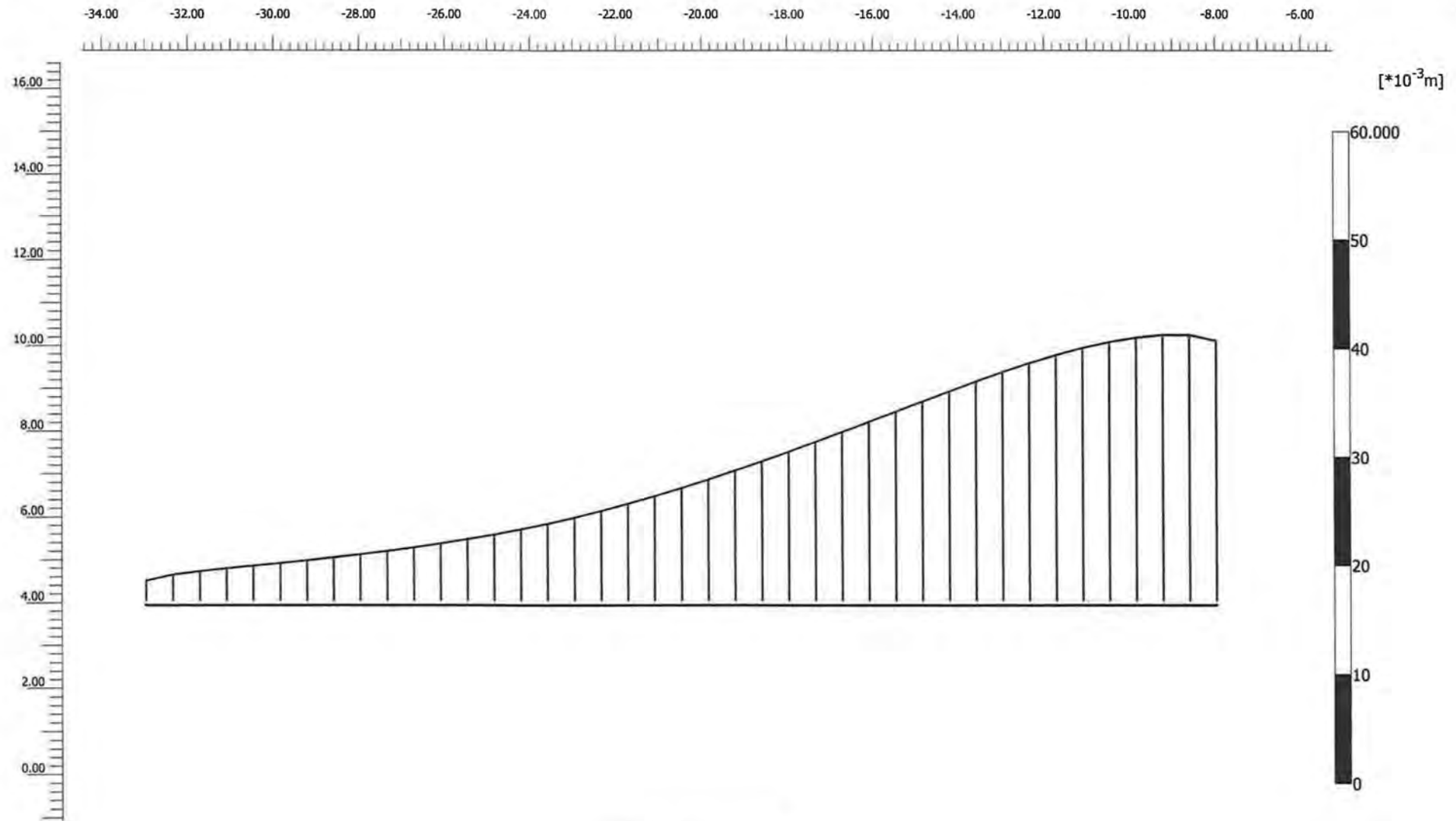
Date

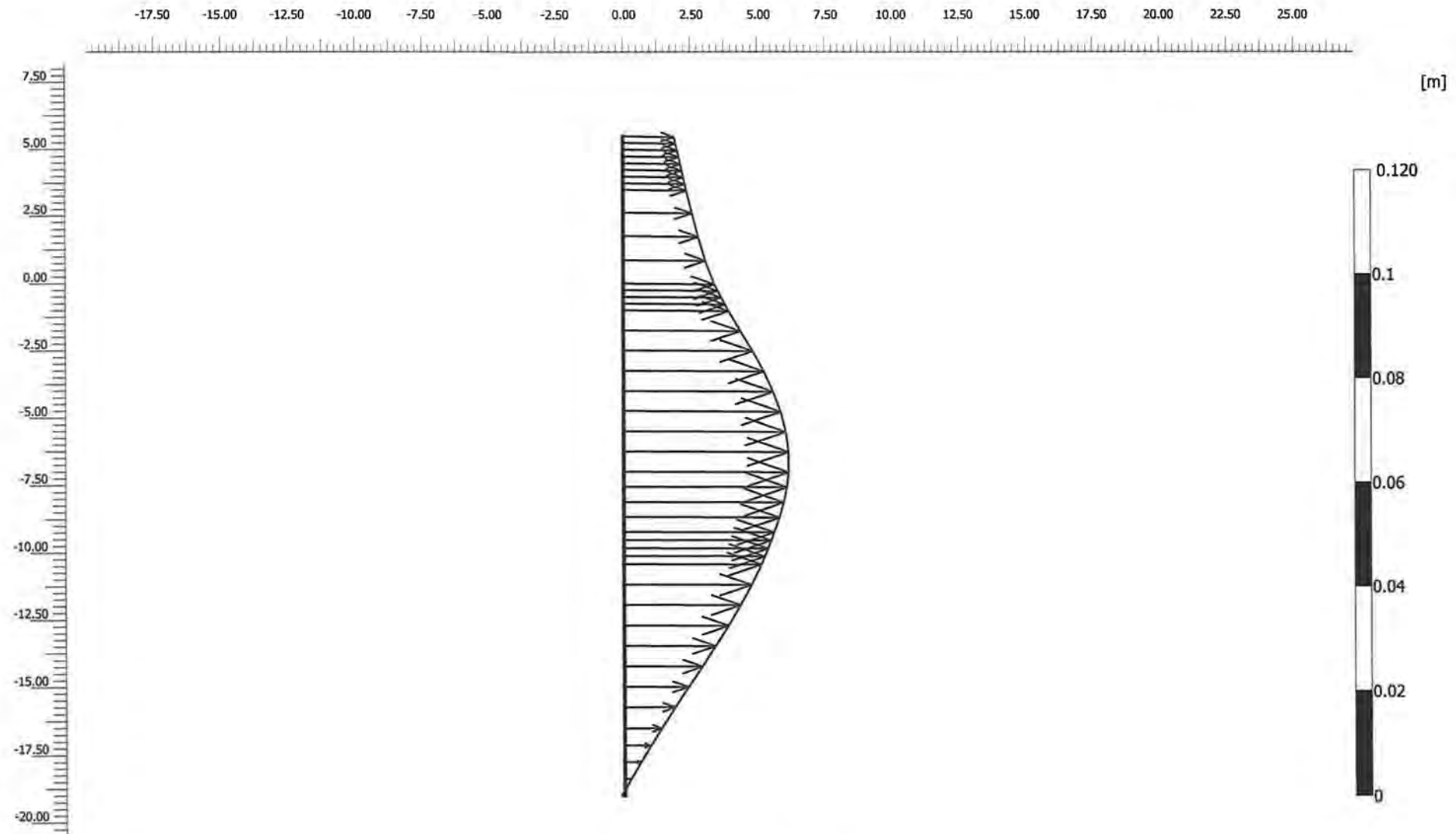
09-04-08

User name

ABT bv







Total displacements (Utot)

Extreme Utot $31.57 \cdot 10^{-3}$ m

PLAXIS

Finite Element Code for Soil and Rock Analyses

Project description

Groninger Forum

Project name

Groninger Foru...

Step

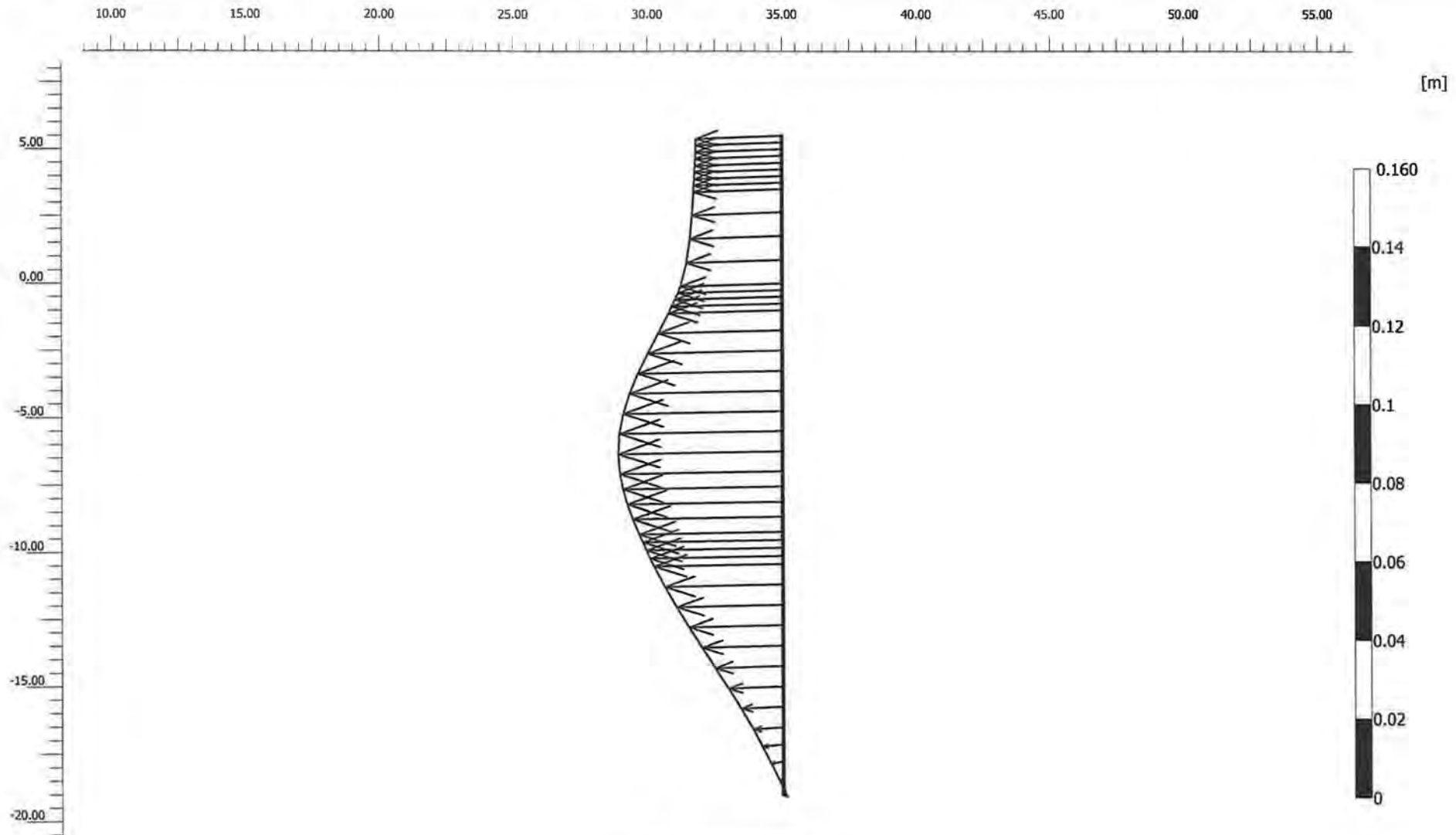
54

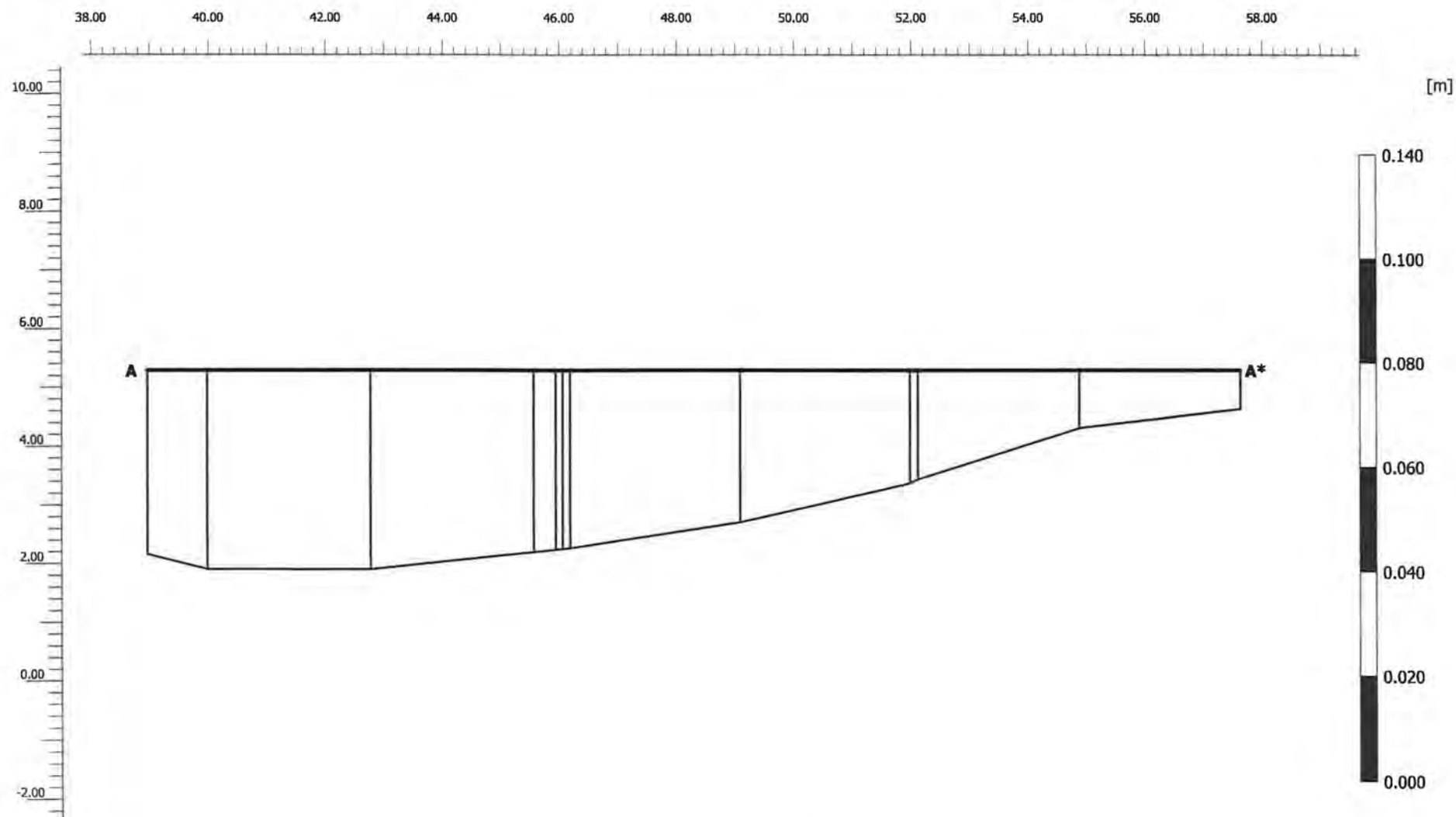
Date

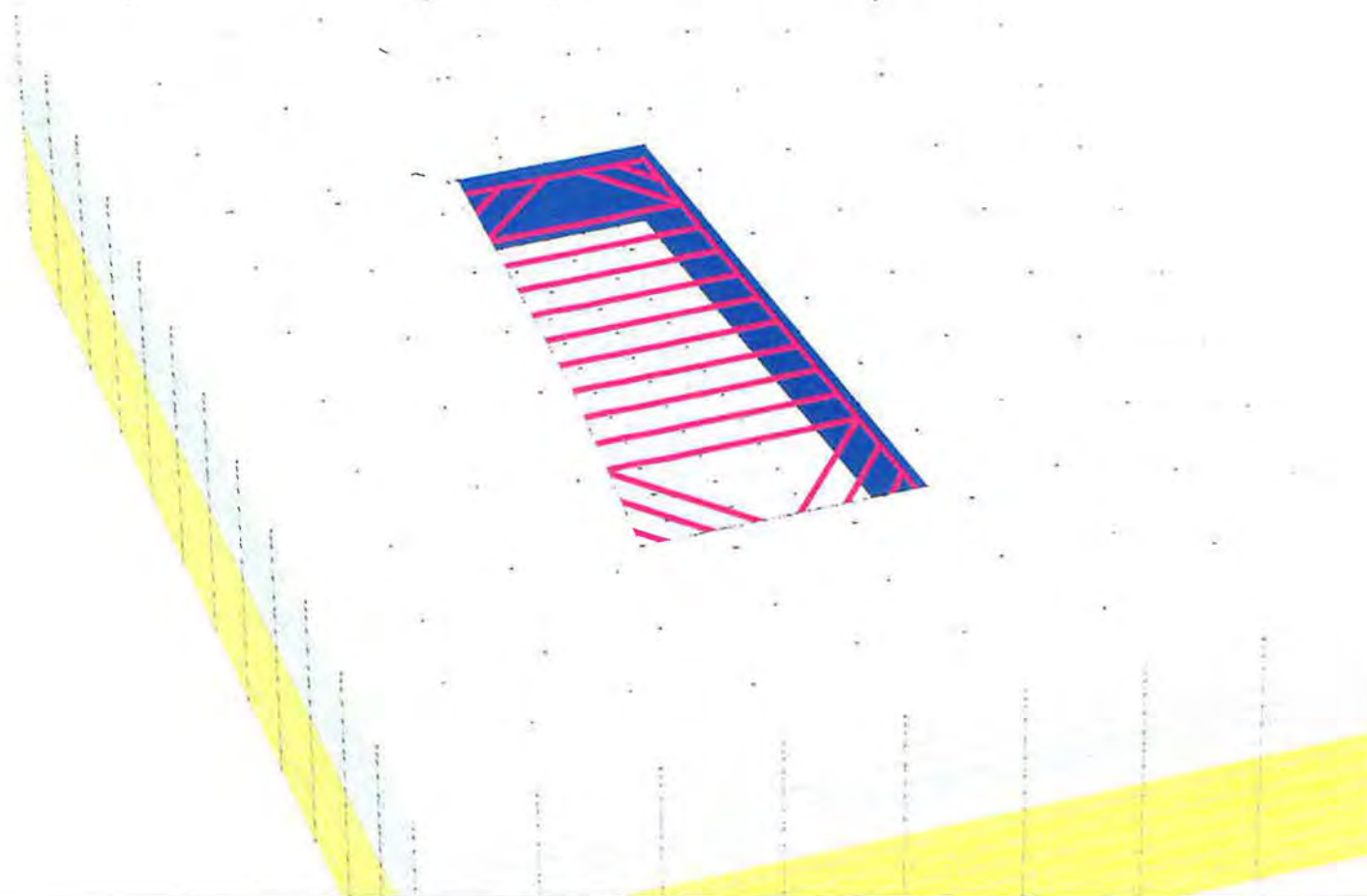
09-04-08

User name

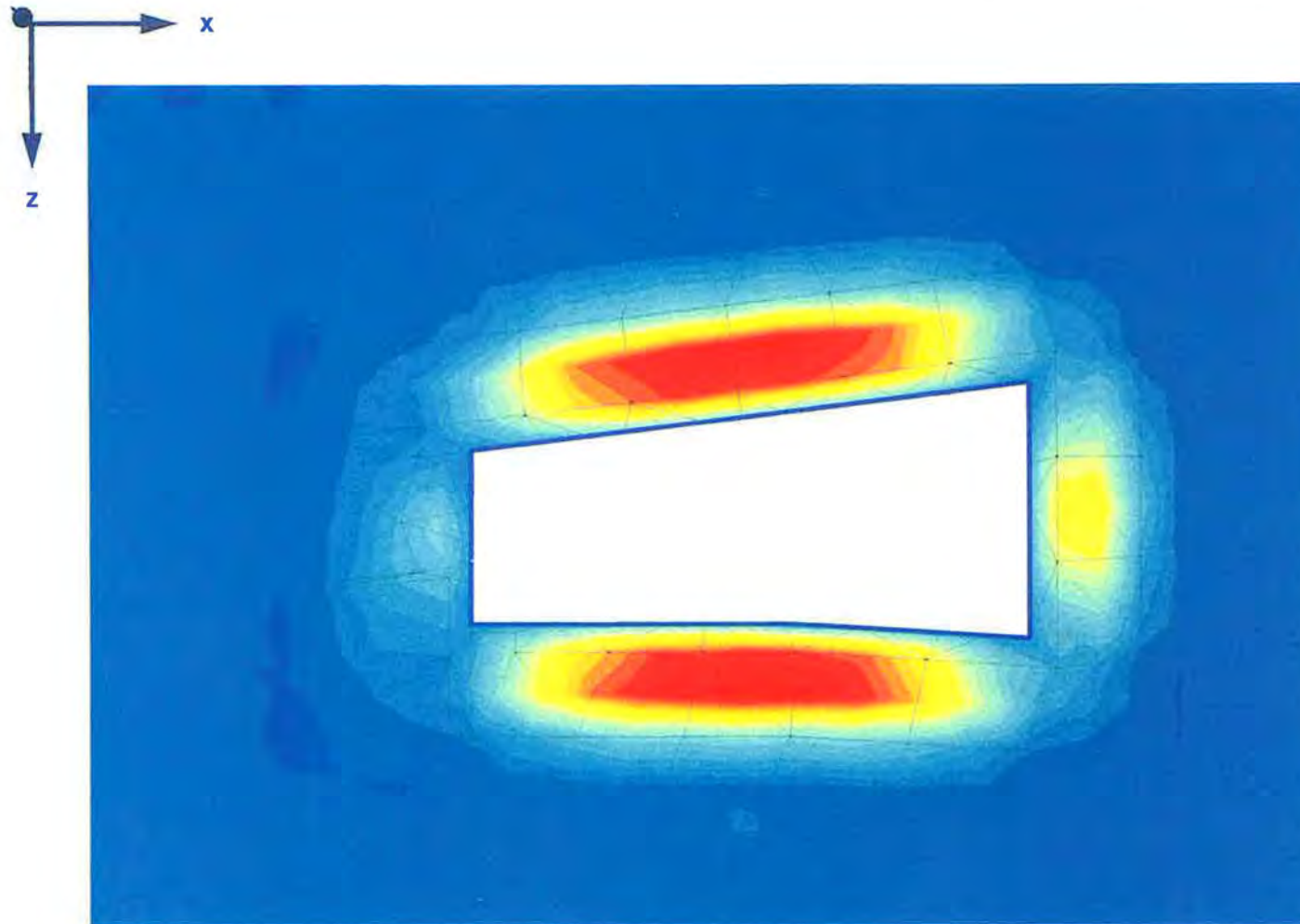
ABT bv





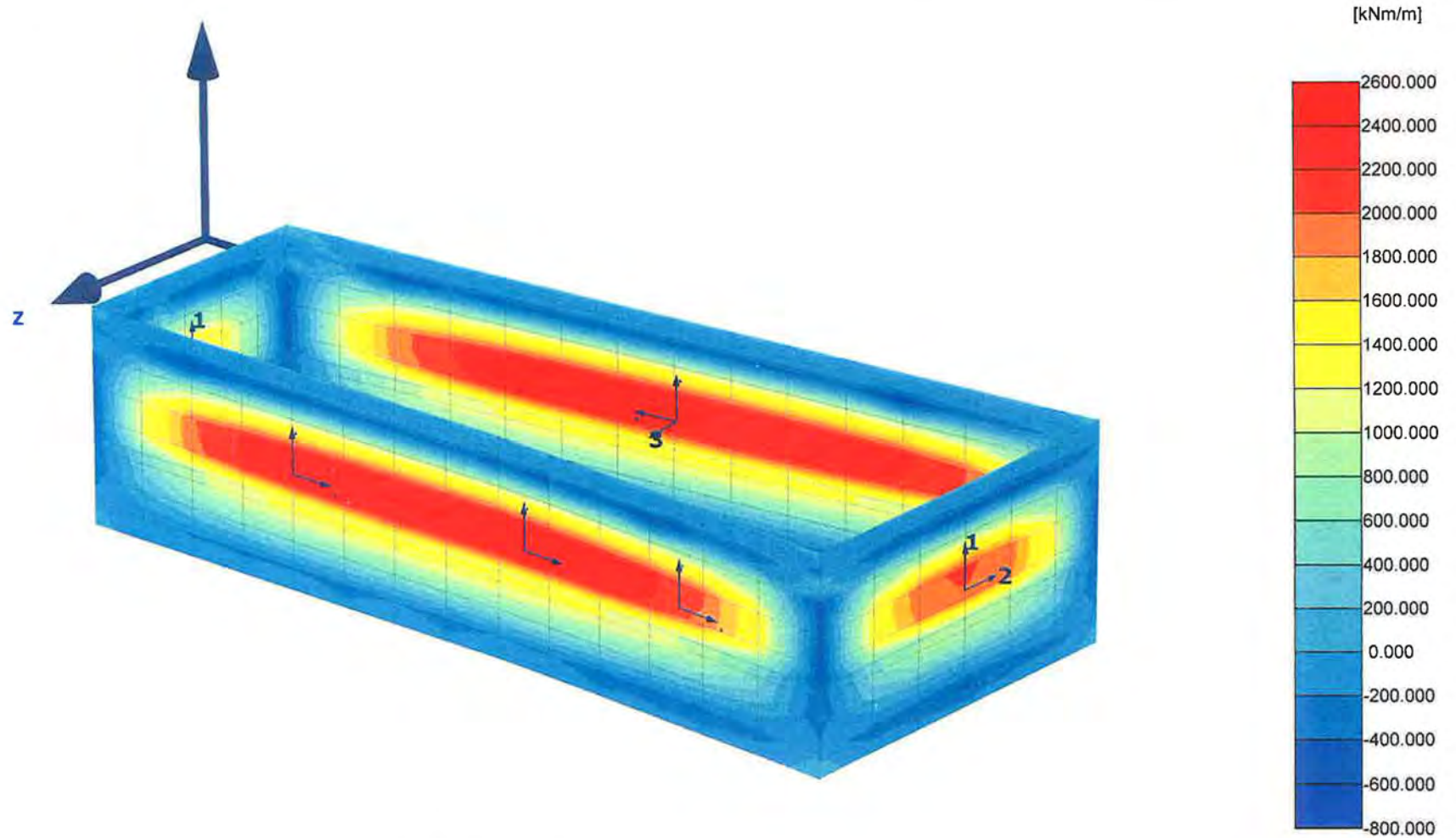


Deformed Mesh (at true scale)
 Maximum Value = $104.79 \cdot 10^{-3}$ m
 Minimum Value = 0.00 m

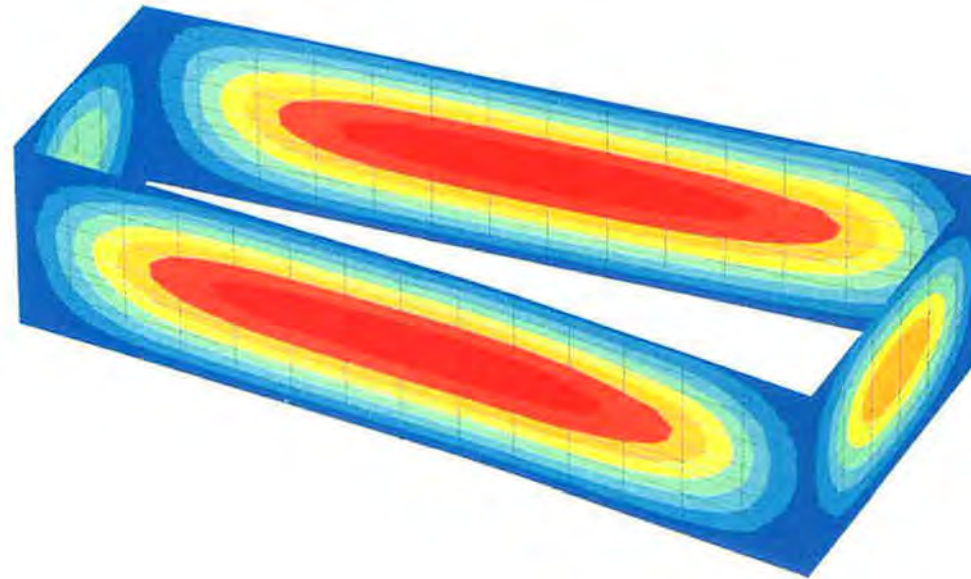
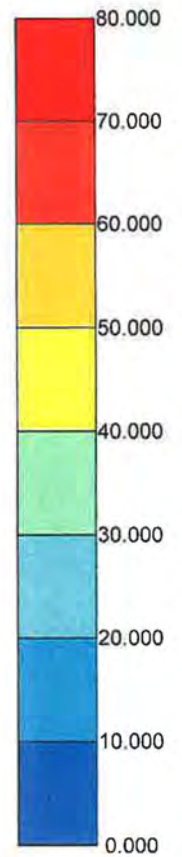
**Total Displacements u_y**

Maximum Value = $74.41 \cdot 10^{-3}$ m (Element 2500 at Node 7850) / Minimum Value = $-59.19 \cdot 10^{-3}$ m (Element 151 at Node 1980)

On the Workplane: Maximum Value = $301.63 \cdot 10^{-6}$ m (Element 118 at Node 1586) / Minimum Value = $-59.19 \cdot 10^{-3}$ m (Element 151 at Node 1980)

**Bending Moments M_{11}** Maximum Value = $2.41 \cdot 10^3$ kNm/m (Element 201 at Node 5911)

Minimum Value = -731.84 kNm/m (Element 52 at Node 2832)

[*10⁻³ m]**Total Displacements |u|**Maximum Value = $76.02 \cdot 10^{-3}$ m (Element 213 at Node 18976)Minimum Value = $585.99 \cdot 10^{-6}$ m (Element 67 at Node 12658)

Report for MSheet 7.7

Design of Sheet Piling
Developed by GeoDelft



Company:	abt
Date of report:	10-4-2008
Time of report:	14:13:07
Date of calculation:	10-4-2008
Time of calculation:	14:10:58
Filename:	P:\..\evs1501200f

Verification according to CUR 166

1 Summary

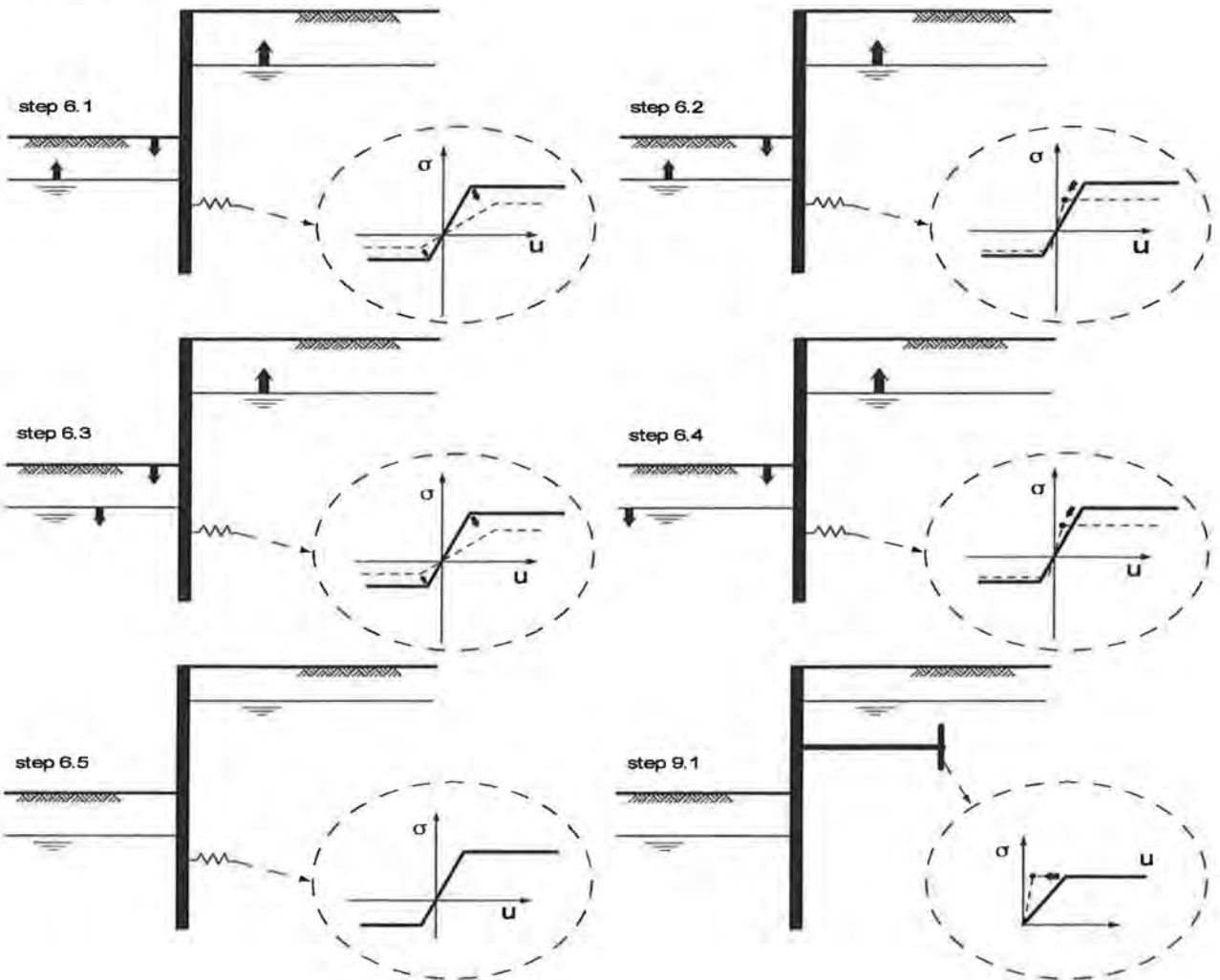
1.1 Overview per Stage and Test

Stage no.	Verification type	Displacement [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Vertical balance
1	Step 6.1		159,6	73,8	37,4	41,0	Upwards
1	Step 6.2		131,5	65,4	38,3	42,6	Upwards
1	Step 6.3		156,0	72,8	37,3	41,0	Upwards
1	Step 6.4		128,7	64,5	38,2	42,5	Upwards
1	Step 6.5	11,9	89,2	49,2	26,0	29,4	Upwards
1	Step 6.5 * 1,20		107,0	59,0			
1	Step 9.1		159,6	73,8	37,4	41,0	Upwards
Max		11,9	159,6	73,8	38,3	42,6	Sufficient

1.2 Anchors and Struts

Stage	Verification type	Anchor/strut stempel + 5	
		Force [kN]	State
1	Step 6.1	82,01	Elastic
1	Step 6.2	72,68	Elastic
1	Step 6.3	80,96	Elastic
1	Step 6.4	71,75	Elastic
1	Step 6.5	56,22	Elastic
1	Step 9.1	82,01	Elastic

1.3 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	Yes
Number of construction stages	1
Unit weight of water	9,81 kN/m ³
Number of curves on spring characteristic	1
Unloading curve on spring characteristic	No

2.2 Sheet Piling Properties

Length	11,60 m
Level top side	6,60 m
Number of sections	1
Pr;max;point	15,00 MPa
Xi factor	0,75

Section name	From [m]	To [m]	Stiffness EI [kNm ² /m']	Acting width [m]	Maximum moment [kNm/m']
AZ 18	-5,00	6,60	7,1820E+04	1,00	432,00

Section name	From [m]	To [m]	Red. factor EI [-]	Red. factor max. moment [-]	Note to reduction factor
AZ 18	-5,00	6,60	1,00	1,00	

Section name	From [m]	To [m]	Corrected stiffness EI [kNm ²]	Corrected max. moment [kNm]
AZ 18	-5,00	6,60	7,1820E+04	432,00

Section name	From [m]	To [m]	Height [mm]	Coating area [m ² /m ² wall]	Section area [cm ²]
AZ 18	-5,00	6,60	380,00	1,35	150,00

2.3 Calculation Options

First stage represents initial situation	No
Calculation refinement	Coarse
Reduce delta(s) according to CUR	Yes
Verification	CUR method I: Partial factors (design values) in all stages
Multiplication factor for anchor stiffness	1,000
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

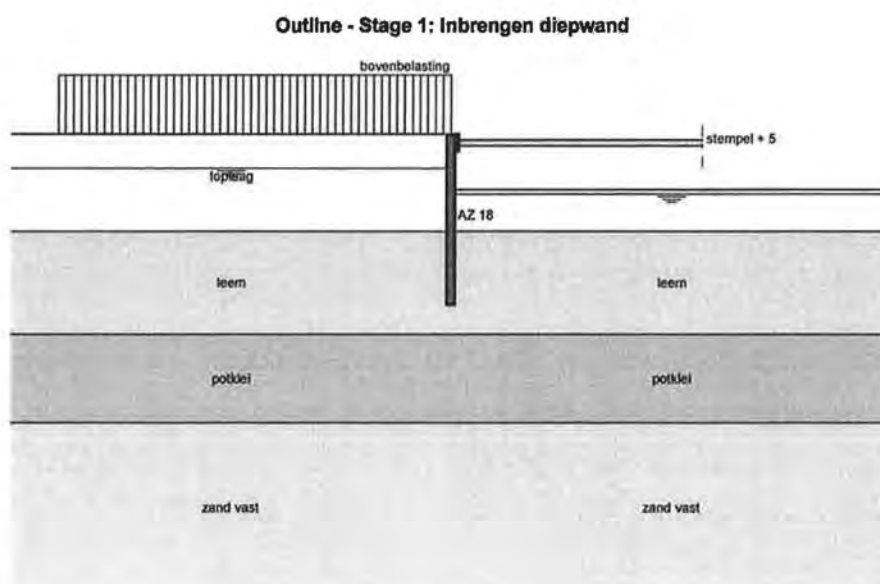
Geometry modification

- 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

Vertical balance factors

- Gamma m:b4 1,25

3 Outline Stage 1: Inbrengen diepwand



4 Step 6.5 Stage 1: Inbrengen diepwand

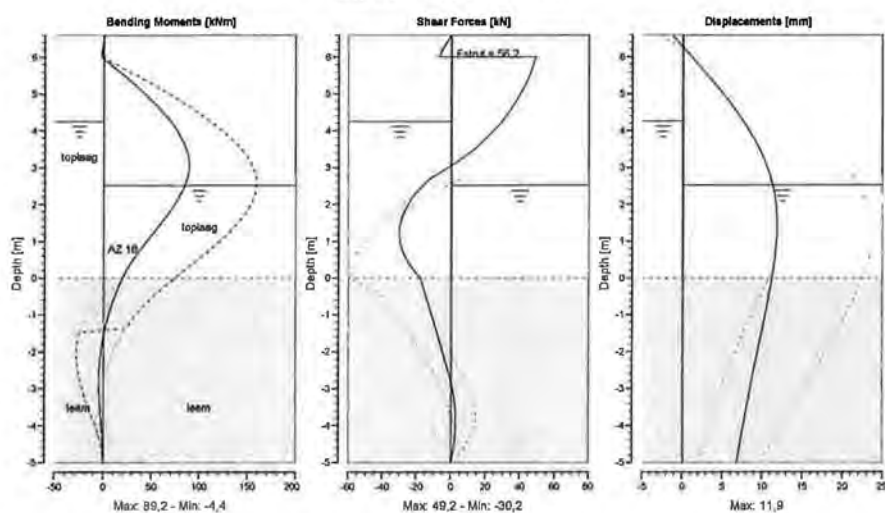
4.1 Calculation Results

Number of iterations: 5

4.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 1: Inbrengen diepwand

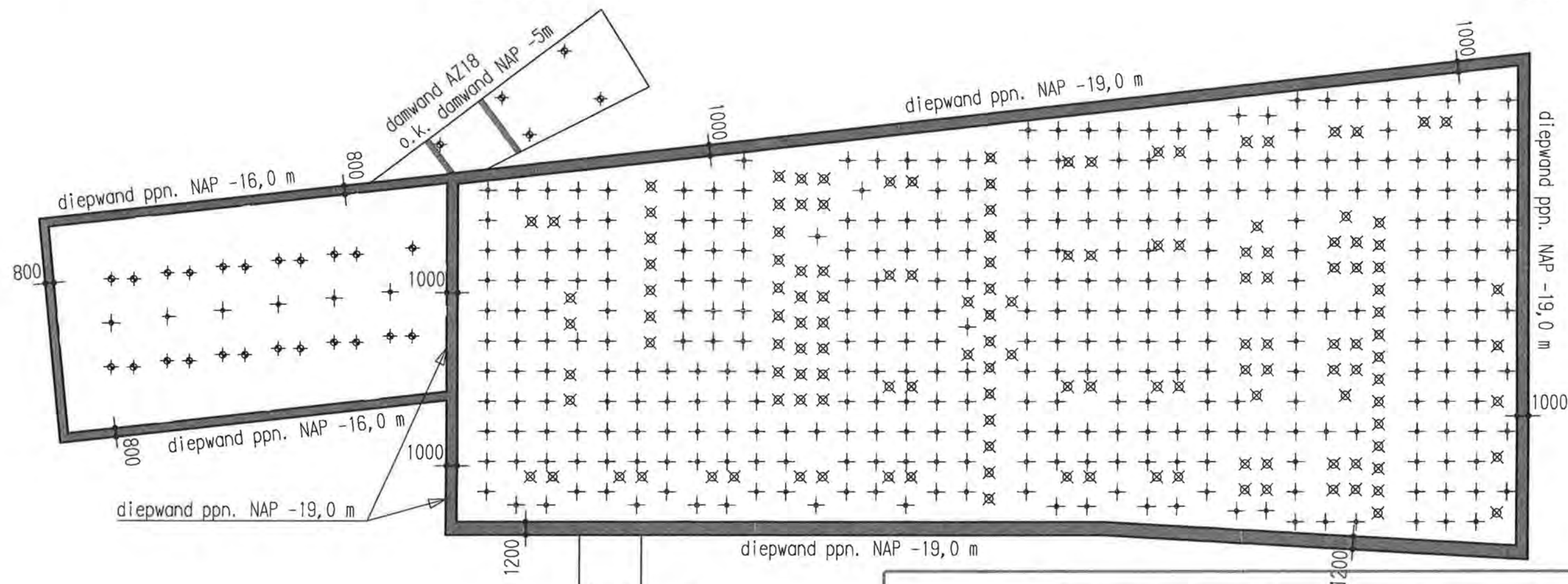
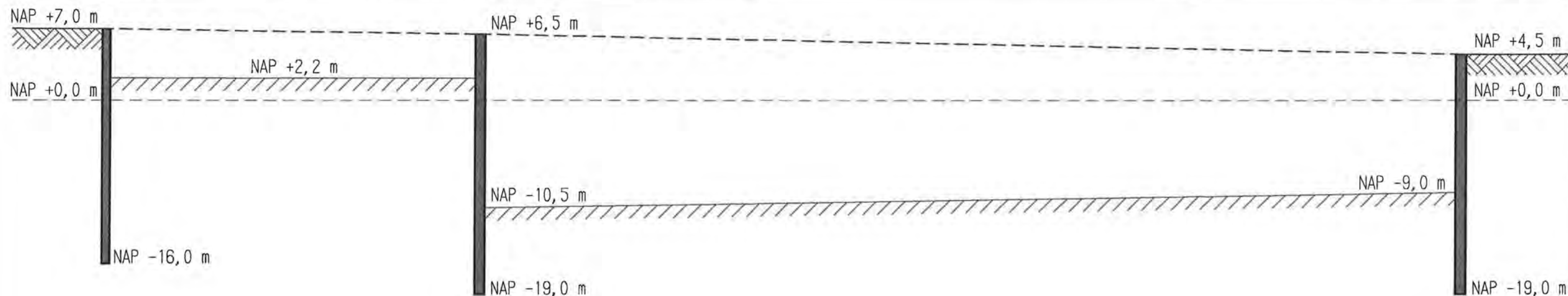
Step 6.5 - Partial factor set: II



End of Report

Bijlage F:

Tekening fundering / bouwput



- ⊗ 141 stuks Tubex GI. paal ϕ 760-457; ppn. NAP -26m
- ◆ 35 stuks Fundex GI. paal ϕ 450-324; ppn. NAP -23m
- + 344 stuks GEWI anker ϕ 200-50; ppn. NAP -29m
- + 6 stuks GEWI anker ϕ 200-50; ppn. NAP -27m

damwand AZ18
o.k. damwand NAP -5m

status	voorlopig ontwerp						11-04-2008
werkkode	09615G	uitgite/wijziging	getek.	gecontr.	beoord.	wijzig.	datum
school	1:400	inn				-	11-04-2008
onderwerp	palenplan en bouwput						
werk	Groninger Forum						Groningen

abt

Velp Arnhemsestraatweg 358, Velp Postbus 82, 6800 AB Arnhem
tel. +31 (0)26 368 31 11 fax +31 (0)26 368 31 10
www.abt.eu info@abt.eu

civiele techniek

abt

velp

ABT bv Arnhemsestraatweg 358 Velp
Postbus 82 6800 AB Arnhem
telefoon +31 (0)26 368 31 11
fax +31 (0)26 368 31 10
www.abt.eu abt@abt.eu

delft

ABT bv Delftechpark 12
Postbus 458 2600 AL Delft
telefoon +31 (0)15 270 36 11
fax +31 (0)15 270 36 60
www.abt.eu abt@abt.eu

antwerpen

ABT België nv Karmenstraat 18
2000 Antwerpen
telefoon +32 (0)3 205 37 11
fax +32 (0)3 205 37 10
www.abt.eu abt@abt.eu