



# Onderheid regenwaterriool N200 (Haarlemmerweg gecomb. werken)

Advies verticaal evenwicht en fundering

**Datum**

20 maart 2017

**Ons kenmerk**

17.065138

**Projectnummer**

00.8796-003

## Colofon

---

**Opdrachtgever**

Sector	Afvalwater
Afdeling	Riolering
Projectleiding	R.M.H. van Gasteren
Projectnummer	00.8796-003

---

**Opdrachtnemer**

Sector	Techniek, Onderzoek en Projecten
Afdeling	Onderzoek en Advies
Projectleiding	G.J. in 't Veld
Projectnummer	00.8796-003

---

**Rapport**

Rapportage	G.J. in 't Veld
Versie	01
Rapportnummer	17.065138
Trefwoorden	Afvalwater, Geotechniek, Onderheid regenwaterriool, Riolering en Drainage

---

## Inhoud

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Advies</b>	<b>6</b>
2.1	Veiligheid verticaal evenwicht	6
2.2	Funderingswijze	6
2.3	Installatie van de palen	7
2.4	Ontgraving en bemaling	8
2.5	Risicoanalyse en monitoringsplan	8
<b>3</b>	<b>Vooronderzoek en geotechnisch bodemonderzoek</b>	<b>9</b>
3.1	Vooronderzoek	9
3.2	Geotechnisch bodemonderzoek	9
3.3	Resultaten geotechnisch bodemonderzoek	10
<b>4</b>	<b>Berekeningen en uitgangspunten</b>	<b>11</b>
4.1	Veiligheid verticaal evenwicht	11
4.2	Draagkracht	12
4.3	Bovenbelasting	12

## Bijlagen

<b>1</b>	Ontwerptekeningen Rv08796-03 en -04
<b>2</b>	Situatietekening geotechnisch bodemonderzoek
<b>3</b>	Berekeningen veiligheid verticaal evenwicht ontgraving
<b>4</b>	Draagkrachtberekeningen voorgespannen betonnen palen (vierkant 0,29 m)
<b>5</b>	Berekeningen bovenbelasting op het regenwaterriool
<b>6</b>	Berekeningsmethodiek bovenbelasting
<b>7</b>	Sonderingen 1 (C04-1514) en 2 (C04-1515)
<b>8</b>	Continu-steekboring B1 (C04-865)
<b>9</b>	Analyselijst geotechnisch laboratoriumonderzoek

# 1 Inleiding

De sector Afvalwater van Waternet start in 2017 met de aanleg van een onderheide regenwateruitlaat, een onderheid regenwaterriool en drie niet onderheide regenwaterriolen in de Haarlemmerweg in Amsterdam-West. Het werk maakt deel uit van het project 'Haarlemmerweg gecombineerde werken'. De locatie van het onderzoeksgebied is weergegeven op de voorlopige ontwerptekeningen Rv08796-03 en -04 in bijlage 1 en op de situatietekening van het geotechnisch bodemonderzoek in bijlage 2.

## Doel

Om de plannen te kunnen realiseren vraagt de sector Afvalwater van Waternet:

- een advies over de veiligheid met betrekking tot het verticale evenwicht bij de ontgraving voor het regenwaterriool
- een advies over de toe te passen fundering van het regenwaterriool
- een advies over de te realiseren damwandkuip
- een advies over de uitvoering van het aanlegwerk.

## Aanpak

De afdeling Onderzoek & Advies (O&A) van de sector Techniek, Onderzoek en Projecten (TOP) heeft opdracht gekregen voor het werk een advies op te stellen over de fundering van de regenwaterleiding (hoofdstuk 2) en de realisatie van de damwandkuip (hierover wordt apart gerapporteerd).

In hoofdstuk 3 staan de resultaten van het vooronderzoek en van het uitgevoerde bodemonderzoek. Voor het funderingsadvies is de bodemopbouw gemodelleerd op basis van de resultaten van het vooronderzoek en het bestaande geotechnische bodemonderzoek. Verder zijn berekeningen gemaakt van de draagkracht van de palen en van de bovenbelasting op de leiding. De gegevens over de berekeningen en de uitgangspunten voor de berekeningen staan in hoofdstuk 4.

Ter plaatse van de tracés is door TAUW B.V. tevens een milieukundig bodemonderzoek uitgevoerd. Over de resultaten van dit onderzoek wordt apart gerapporteerd.

## 2 Advies

In dit hoofdstuk staan adviezen het over verticale evenwicht en de fundering van het regenwaterriool. Verder worden richtlijnen en suggesties voor de uitvoering van het werk gegeven.

### 2.1 Veiligheid verticaal evenwicht

Omdat voor de aanleg van het regenwaterriool wordt ontgraven tot een niveau variërend van NAP -2,40 m tot -4,00m (B.O.B niveau -0,5 m) is het mogelijk dat het grondwater uit de wadzandlaag (voor zover deze echt watervoerend is) omhoog komt en de bodem van de ontgraving "opbarst".

Daarom zijn berekeningen uitgevoerd van de veiligheid met betrekking tot het verticale evenwicht. Deze veiligheid is gelijk aan het quotiënt van de gronddruk en de waterdruk op het niveau van de scheidende laag (klei - wadzand) en moet minimaal 1,0 bedragen om "opbarsting" te voorkomen. De resultaten van de berekeningen van de veiligheid met betrekking tot het verticale evenwicht ter plaatse van de damwandkuip zijn weergegeven in tabel 2.1. Voor de uitgangspunten van de berekeningen en de berekeningsresultaten wordt verwezen naar paragraaf 4.1 en bijlage 3.

**Tabel 2.1 - Veiligheid met betrekking tot het verticale evenwicht**

Bodemprofiel sondering of boring	Onderkant schei- dende laag t.o.v. NAP [m]	Bodemniveau ontgraving t.o.v. NAP [m]	Stijghoogte grondwater t.o.v. NAP <sup>1)</sup> [m]	Water- druk [kN/m <sup>2</sup> ]	Grond- druk [kN/m <sup>2</sup> ]	<b>Veilig- heid</b>
1 (C04-1514)	-5,20	-2,40	-0,23	48,76	32,44	<b>0,67</b>
	-5,20	-4,00	-0,23	48,76	14,95	<b>0,31</b>
2 (C04-1515)	-5,85	-4,00	-0,23	55,13	24,57	<b>0,45</b>
B1 (C04-865)	-5,75	-4,00	-0,23	54,05	22,35	<b>0,41</b>

<sup>1)</sup> Freatisch grondwater / grondwater wadzandlaag

In tabel 2.1 is te zien dat de veiligheid van het verticale evenwicht ter plaatse van het tracé varieert van 0,31 tot 0,67 (zie ook bijlage 3). Om een droge damwandkuip te verkrijgen dient de stijghoogte van het grondwater te worden verlaagd naar een niveau onder de bodem van de ontgraving. Afhankelijk van de snelheid van toestroming van het grondwater vanuit de wadzandlaag kan dit worden uitgevoerd met een bronbemaling in de wadzandlaag binnen de damwandkuip en/of een drainage met een klok pomp.

### 2.2 Funderingswijze

Geadviseerd wordt om het regenwaterriool te funderen op voorgespannen betonnen palen met schachtafmetingen van 0,29 x 0,29 m. Het wenselijke paalpuntniveau, de belastingen en het aantal benodigde palen staan vermeld in tabel 2.2. Voor de uitgangspunten van de berekeningen en de berekeningsresultaten wordt verwezen naar hoofdstuk 4 en de bijlagen 4 t/m 6.

**Tabel 2.2 - Paalpuntdiepten en belastingen voorgespannen betonnen palen (vierkant 0,29 m)**

Sondering	B.O.B t.o.v. NAP/ inwendige buisdiameter	Wenselijk paalpuntniveau t.o.v. NAP	$R_{c,net;d}$ <sup>1)</sup>	$F_{s,ink;d}$	Rekenwaarde totale bovenbelasting per rioolsegment/lengte rioolsegment <sup>2)</sup>	Aantal palen per segment
	[m / mm]	[m]	[kN]	[kN]	[kN/m]	
1 (C04-1514)	-1,90/1000	-13,00 <sup>3)</sup>	280	- <sup>4)</sup>	617/4,90	4
	-3,50/1000	-14,20	270	159 <sup>5)</sup>	573/3,71	4
	-3,50/1000	-14,20	270	159 <sup>5)</sup>	895/6,00	4
2 (C04-1515)	-3,50/1000	-14,00	372	- <sup>4)</sup>	950/6,00	4

<sup>1)</sup> Zie voor de uitgangspunten van de berekeningen ook paragraaf 4.2 en bijlage 4.

<sup>2)</sup> Zie voor de uitgangspunten van de berekeningen ook paragraaf 4.3 en de bijlagen 5 en 6.

<sup>3)</sup> Voor het leidingsegment van 4,90 m is op een paalpuntniveau van NAP -13,00 m al voldoende draagkracht voor een fundering op vier palen. Mocht een uniform paalpuntniveau gewenst zijn dan kan ook een paalpuntniveau van NAP -14,20 m worden aangehouden.

<sup>4)</sup> Het gedeelte van de regenwaterleiding met een B.O.B. van NAP -1,90 m is geheel in het ophoogzand geprojecteerd. Hetzelfde geldt voor het deel van de leiding nabij sondering C04-1515 (ophoogzand tot NAP -4,35 m). Daarom is bij de berekeningen voor het deel met B.O.B. NAP -1,90 m en voor sondering C04-1515 geen rekening gehouden met het optreden van negatieve kleeft.

<sup>5)</sup> Ter plaatse van het gedeelte van de regenwaterleiding met een B.O.B. van NAP -3,50 m en nabij sondering C04-1514 wordt veen ontgraven en vervangen door zand. Hierdoor kan in de toekomst een kleine zetting van het slappe lagenpakket optreden. Daarom is bij de berekeningen op deze locaties wel rekening gehouden met het optreden van negatieve kleeft. De negatieve kleeft is berekend van de bovenkant van de paal tot het hart van de wadzandlaag (NAP -9,75 m) met een partiële belastingfactor  $\gamma_{f,ink}$  van 1,4.

$R_{c,net;d}$  = rekenwaarde van de netto draagkracht

$F_{s,ink;d}$  = rekenwaarde van de negatieve kleeftbelasting

## 2.3 Installatie van de palen

Voor het inheien van de betonnen palen (vierkant 0,29 m) in de eerste zandlaag kan een dieselheimachine van het type Delmag D16-32 (energieafgifte per slag 54-25 kNm) met een zuigermassa van 1600 kg dan wel een heimachine met een equivalente energieafgifte worden gebruikt. Het gebruik van een regelbaar hydroblok met een gelijke massa en energieafgifte verdient, mede uit het oogpunt van geluidsoverlast en luchtverontreiniging, de voorkeur. Aanbevolen wordt om bij iedere paal een nieuwe mutsvulling te gebruiken om zodoende de trekspanning in de paal te reduceren.

Het is raadzaam de eerste paal in de nabijheid van één van de sonderingen te slaan. Het heiresultaat kan worden vergeleken met de sondeergrafiek. De gevonden kalender op het puntniveau kan worden gebruikt als leidraad voor de stuit van de overige palen, die buiten de directe invloedssfeer van de sonderingen vallen. Het gebruiken van de kalenderwaarden moet met inachtneming van de nodige voorzichtigheid plaatsvinden, omdat deze waarden slechts een indicatief karakter hebben.

## **2.4 Ontgraving en bemaling**

Volgens opgave van de afdeling Riolering wordt het regenwaterriool aangelegd in een ontgraving tussen damwandschermen (het damwandadvies wordt apart opgesteld). Hierbij kunnen zich de volgende problemen voordoen:

- beschadiging van de nabijgelegen panden (indien aanwezig)
- beschadiging van aanwezige kabels en leidingen
- beschadiging van de damwanden door de mogelijke aanwezigheid van puin in het ophoogmateriaal.

Door het intrillen en trekken van de damwandschermen kan door verdichting van het ophoogzand een maaiveldzetting tot circa 0,30 m optreden. De damwanden kunnen ook worden gedrukt (statische methode, trillingsarm). Wel moet rekening worden gehouden met mogelijk aanwezig puin in de toplaag. Indien nodig dient te worden voorgegraven om het puin te verwijderen. Bij het intrillen of drukken van de damwandschermen dient in ieder geval te worden gelet op de aanwezige kabels en leidingen in de ondergrond. Als de damwanden statisch worden getrokken blijft grond in de damwanden hangen, waardoor een lichte grondverplaatsing kan optreden. Om deze verplaatsing te voorkomen kunnen de sleuven tijdens het statisch trekken worden gevuld met een mengsel van zand-bentoniet.

Verder is het raadzaam rond het regenwaterriool zand zonder andere bestanddelen aan te brengen en goed te verdichten. Zo worden zettingen van de aanvulgrond geminimaliseerd. Indien het zand in het werk wordt teruggestort, moet vooraf het puin (indien aanwezig) uit het zand worden gezeefd. Dit om puntspanningen op de leiding te voorkomen. De bodem van de ontgraving kan, afhankelijk van de snelheid van toestroming van het grondwater, worden drooggehouden met een bronbemaling binnen de damwandkuip of een drainage met een klokpomp.

## **2.5 Risicoanalyse en monitoringsplan**

Om de invloed van de werkzaamheden op de omgeving volledig in kaart te kunnen brengen, kan een risicoanalyse voor het werk worden gemaakt. Aan de hand daarvan kan de uitvoeringswijze worden bepaald en kan, indien nodig, een ander paalsysteem worden gekozen en/of een monitoringsplan (monitoring van de trillingen en/of de grondwaterstand) worden opgesteld.

### 3 Vooronderzoek en geotechnisch bodemonderzoek

Voor de onderhavige opdracht is een vooronderzoek en een geotechnisch bodemonderzoek uitgevoerd.

#### 3.1 Vooronderzoek

De informatie uit het vooronderzoek is afkomstig van:

- de afdeling Riolering van de sector Afvalwater (Waternet)
- de afdeling O&A van de sector Techniek, Onderzoek en Projecten (Waternet).

##### Locatie

De onderzoekslocaties bevinden zich op de Haarlemmerweg (N200) tussen de rijksweg A10 en het kruispunt Haarlemmerweg/Admiraal de Ruijterweg. De locatie van het onderzoeksgebied is weergegeven op de voorlopige ontwerptekeningen Rv08796-03 en -04 in bijlage 1 en op de situatietekening van het geotechnisch bodemonderzoek in bijlage 2.

##### Waterstanden

Uit waarnemingen in peilfilter C04033A (voor perceel Admiraal de Ruyterweg 545) en uit het recent uitgevoerde bodemonderzoek blijkt dat de stand van het freatische grondwater in de afgelopen twee jaar varieerde van NAP -0,23 m tot -0,69 m. Het oppervlaktewaterpeil wordt onderhouden op een niveau van NAP -0,40 m (Stadsboezem) en in de Haarlemmervaart op een niveau van NAP -0,62 (winterpeil) tot NAP -0,59 m (zomerpeil) (Rijnlands boezem).

##### Regenwaterriolen

De karakteristieken van de te leggen regenwaterriolen staan in tabel 3.1.

Tabel 3.1 - Karakteristieken van de te realiseren transportleidingen

Type	Lengte tracé [m]	Inwendige buisdiameter / Uitwendige buisdiameter / materiaal [mm / mm / -]	Binnen-onderkant- buis t.o.v. NAP [m]	Gewicht [kg/m]
Onderheid regenwaterriool	35	1000 / 1048 / gietijzer	-1,90 en -3,50	356
Niet onderheid regenwaterriool	49	1000 / 1158 / beton	-2,00 tot -2,15	800
Niet onderheid regenwaterriool	71	299 / 315 / PVC ultra-3	-0,75, -0,50 en -1,15	9 à 10

#### 3.2 Geotechnisch bodemonderzoek

Van Dijk Geo- en Milieutechniek B.V. heeft in februari 2017 een geotechnisch bodemonderzoek uitgevoerd. De volgende werkzaamheden zijn verricht:

- twee sonderingen tot een diepte van NAP -25,2 tot -26,05 m, gecodeerd 1 (Waternetcodering C04-1514) en 2 (Waternetcodering C04-1515) (voor de uitvoering is op de sondeerlocaties voorgeboord tot een diepte van mv -1,30 m)
- één continu steekboring tot een diepte van mv -13,14 m, gecodeerd B1 (Waternetcodering C04-865)
- monsternamen van elf volumemonsters in de steekboring en analyse van de volumemonsters op volumieke massa en watergehalte
- waterpassing van de onderzoekspunten.



### 3.3 Resultaten geotechnisch bodemonderzoek

Het maaiveld ter plaatse van de onderzoekspunten lag tijdens de uitvoering van het grondonderzoek op een niveau van NAP +0,75 m tot +0,92 m. De sondeergrafieken C04-1514 en 1515 zijn te vinden in bijlage 7, de continu-steekboring C04-865 in bijlage 8 en de analyselijst bij boring C04-865 in bijlage 9. De voorboorgegevens van de sonderingen staan in tabel 3.2. De bodemopbouw tot in de eerste zandlaag staat in tabel 3.3.

**Tabel 3.2 - Voorboorgegevens**

Sondering	Diepte laag beneden mv [m]	Bodemmateriaal
C04-1514	0,00-0,34	asfalt
	0,34-0,50	puin
	0,50-1,30	zand, matig grof
C04-1515	0,00-0,50	zand, matig fijn, zwak humeus, donkerbruin
	0,50-0,75	zand, matig grof, zwak siltig, bruinbeige
	0,75-1,30	zand, matig fijn, zwak siltig, met sporen puin, bruin

**Tabel 3.3 - Bodemopbouw**

Bovenkant laag t.o.v. NAP [m]	Onderkant laag t.o.v. NAP [m]	Bodemmateriaal
+0,75 à +0,92	-2,60 à -4,35	- zand, matig fijn, matig siltig, met plaatselijk humus, plantenresten en puin (ophoogzand) - klei, matig siltig, matig humeus, sterk oliehoudend (niet ter plaatse van sondering 2 (c04-1515))
-2,60 à -4,35	-4,55 à -5,10	veen, sporen riet, sterk oliehoudend
-4,55 à -5,10	-5,20 à -5,85	klei, zwak tot matig siltig, matig humeus, sterk oliehoudend
-5,20 à -5,85	-7,15 à -7,35	zand, zeer fijn, matig siltig, sporen klei, sterk oliehoudend met laagjes klei, matig siltig, sporen zand, sterk oliehoudend
-7,15 à -7,35	-12,00 à -12,25	zand, matig fijn, matig siltig, kleilaagjes, sterk oliehoudend
-12,00 à -12,25	-12,20 à -12,55	veen met houtresten (basisveen)
-12,20 à -12,55	→	zand, matig fijn, matig siltig, humeus (eerste zandlaag)

## 4 Berekeningen en uitgangspunten

Voor de bodemprofielen van de sonderingen C04-1514, C04-1515 en boring C04-865 is de veiligheid met betrekking tot het verticale evenwicht bij een droge ontgraving in een damwandkuip berekend. Voor de sonderingen zijn berekeningen uitgevoerd van het paal draagvermogen bij toepassing van voorgespannen betonnen palen met schachtafmetingen van 0,29 x 0,29 m. Voor de palen is de rekenwaarde van de netto draagkracht  $R_{c,net;d}$  berekend. Verder is de rekenwaarde van de netto bovenbelasting op het regenwaterriool berekend. De uitgangspunten voor de berekeningen zijn volgens opgave van de afdeling Riolering óf ze zijn gebaseerd op de resultaten het uitgevoerde veld- en laboratoriumonderzoek (zie hoofdstuk 3).

### 4.1 Veiligheid verticaal evenwicht

De berekeningen van het verticale evenwicht zijn uitgevoerd volgens de rekenmethodiek in paragraaf 10.2 (bezwijken door opdrijven) uit NEN 9997-1+C1:2016, "Geotechnisch ontwerp van constructies - Deel 1: Algemene regels" (Eurocode 7 [EC7-NL]). De resultaten van de berekeningen staan in tabel 2.1 (hoofdstuk 2) en in bijlage 3. De bodemprofielen en de karakteristieken van de ontgraving staan vermeld in tabel 4.1.

Bij de berekeningen is rekening gehouden met:

- de sleufbreedte, de maaiveld- en bodem niveaus zoals weergegeven in tabel 4.1
- een ontgraving tussen damwandschermen
- een stijghoogte van het grondwater in het wadzandpakket van NAP -0,23 m (peilfilter C04033A)
- de laagste van de volumieke massa's per laag, zoals weergegeven in de analyselijst van de continu-steekboring B1 (C04-865) (zie bijlage 9) en in de berekeningsresultaten (zie bijlage 3)
- een volumieke massa van water van 1000 kg/m<sup>3</sup>
- een berekening van de volumieke gewichten door de volumieke massa's te vermenigvuldigen met 9,81 m/s<sup>2</sup> (gravitatieversnelling) en te delen door 1000 (zie bijlage 3)
- een factor  $f$  voor de spreiding van de belasting onder de bodem van de sleuf van 0, zoals vermeld in de berekeningen in bijlage 3, omdat de ontgraving tussen damwandschermen plaatsvindt en de grond naast de ontgraving dus niet bijdraagt aan de neerwaartse gronddruk
- een veiligheidsfactor voor de rekenwaarde van de gronddruk van 0,9 (zie NEN 9997-1:2012 Tabel A.15 - Partiele factoren op belastingen).

Tabel 4.1 - Bodemprofielen en karakteristieken ontgraving

Bodemprofiel Sondering / boring	Sleufbreedte <sup>1)</sup> [m]	Maaiveldhoogte bodemprofiel t.o.v. NAP [m]	B.O.B.-niveau regenwaterriool t.o.v. NAP [m]	Bodemniveau ontgraving t.o.v. NAP [m]
Sondering C04-1514	2,60	0,75	-1,90	-2,40
			-3,50	-4,00
Sondering C04-1515	2,60	0,92	-3,50	-4,00
Boring <u>C04-865</u>	2,60	0,85	-3,50	-4,00

<sup>1)</sup> De sleufbreedte is vermeld maar speelt geen rol omdat de ontgraving tussen damwandschermen plaatsvindt en de grond aan weersijden van de sleuf daarom niet bijdraagt aan de neerwaartse gronddruk.

## 4.2 Draagkracht

De berekeningen van het paal draagvermogen zijn uitgevoerd met het computerprogramma D-Foundations, versie 16.1 van Deltares volgens NEN 9997-1:2016, "Geotechnisch ontwerp van constructies - Deel 1: Algemene regels" (Eurocode 7 [EC7-NL]). De resultaten van de berekeningen staan in tabel 2.2 (hoofdstuk 2) en in bijlage 4. De uitgangspunten van de berekeningen van het paal draagvermogen zijn:

- een fundering op voorgespannen betonnen palen met schachtafmetingen van 0,29 x 0,29 m
- alleen een berekening van de negatieve kleef voor het tracédeel waar veen wordt ontgraven en vervangen door zand (sondering 1 (C04-1514) en B.O.B. -3,50 m). De negatieve kleef is berekend van de bovenkant van de paal tot het hart van de wadzandlaag (NAP -9,75 m) met een partiële belastingfactor van 1,4.
- een positieve kleef vanaf de aanzet van de eerste zandlaag tot het paalpuntniveau
- een maaiveldniveau van NAP +0,75 tot +0,92 m
- een grondwaterstand van NAP -0,65 m
- een partiële weerstandsfactor  $\gamma_b$  en  $\gamma_s$  van 1,20 (tabel A.6, NEN 9997-1)
- een correlatiefactor  $\xi_3$  en  $\xi_4$  van 1,39 (tabel A.9a, NEN 9997-1)
- een paalklassefactor  $\alpha_p$  van 0,7 (tabel 7.c, NEN 9997-1)
- een paalklassefactor  $\alpha_s$  van 0,01 (tabel 7.c, NEN 9997-1)
- een paalvoetvormfactor  $\beta$  van 1,0 (figuur 7.h en 7.i, NEN 9997-1)
- geen reductie van de conusweerstand ten gevolge van de ontlasting door de ontgraving (de ontgraving is niet permanent).

## 4.3 Bovenbelasting

De berekeningen van de bovenbelasting op de gietijzeren regenwaterleiding zijn uitgevoerd volgens de NEN 3650-1: 2012 [Eisen voor buisleidingsystemen - Deel 1: Algemene eisen, Bijlage C: Ontwerpaspecten - Belastingen]. De rekenwaarde van de totale bovenbelasting is berekend.

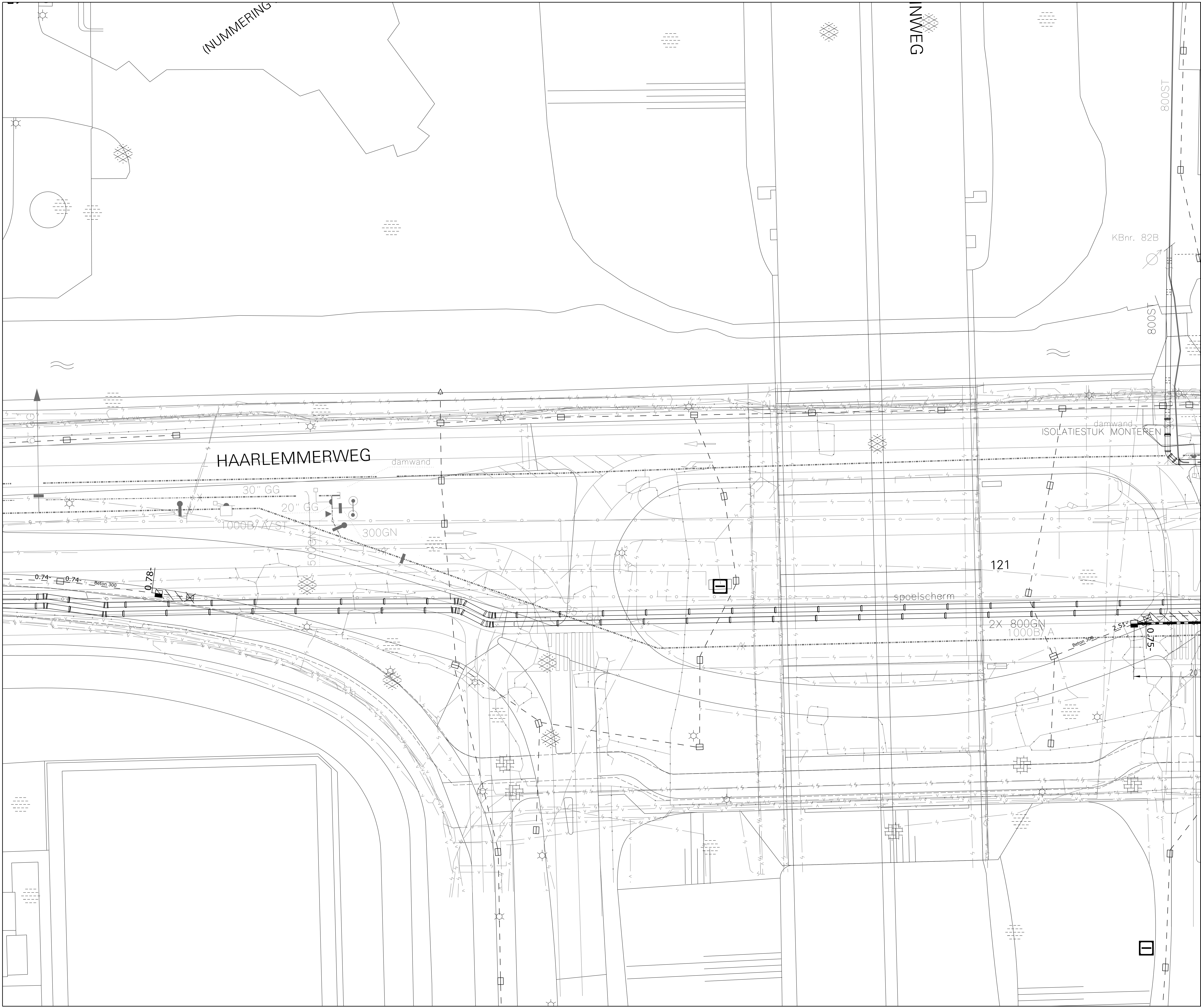
De resultaten van de berekeningen staan in tabel 2.2 (hoofdstuk 2) en in bijlage 5. De berekeningsmethodiek is te vinden in bijlage 6. De uitgangspunten van de berekeningen zijn:

- een droog volumegewicht van het aanvulzand ( $\gamma_d$ ) van 18,0 kN/m<sup>3</sup>
- een maaiveldniveau van NAP +0,75 m tot +0,92 m
- een B.O.B. van de leidingen, inwendige en uitwendige buisdiameters en gewichten zoals vermeld in tabel 3.1 in hoofdstuk 3
- een gronddekking (H) op de kruin van de leiding 1,63 tot 3,40 m
- een grondbelastingsfactor ( $f_m$ ) van Marston van 0,3
- een gewicht van de buisinhoud ( $Q_w$ ) van 7,85 kN/m
- een gronddruk op buiskruinniveau ten gevolge van het aslaststelsel ( $P_v$ ) van 16,0 tot 29,0 kN/m<sup>2</sup> ("Fatigue Load Model 3")
- een stootcoëfficiënt van 1,2.

# **Bijlage 1**

**Ontwerptekeningen Rv08796-03 en -04**

•



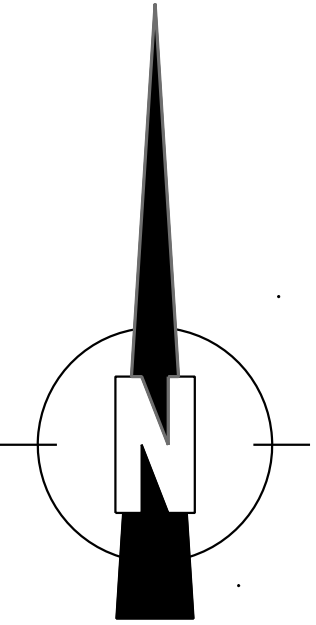
VERKLARING

- BESTAAND R.W. RIOL
- BESTAANDE RIOLERING
- BESTAANDE UITLAAT
- TE Vervallen RIOLPUT
- OP TE NEMEN RIOL
- TE PLAATSEN GEMETSELDE REGENWATERRIOLPUT
- TE LEGGEN PVC 315 MM ULTRA-3

VOOR AANSL. ZIE TEK Rv08796-03

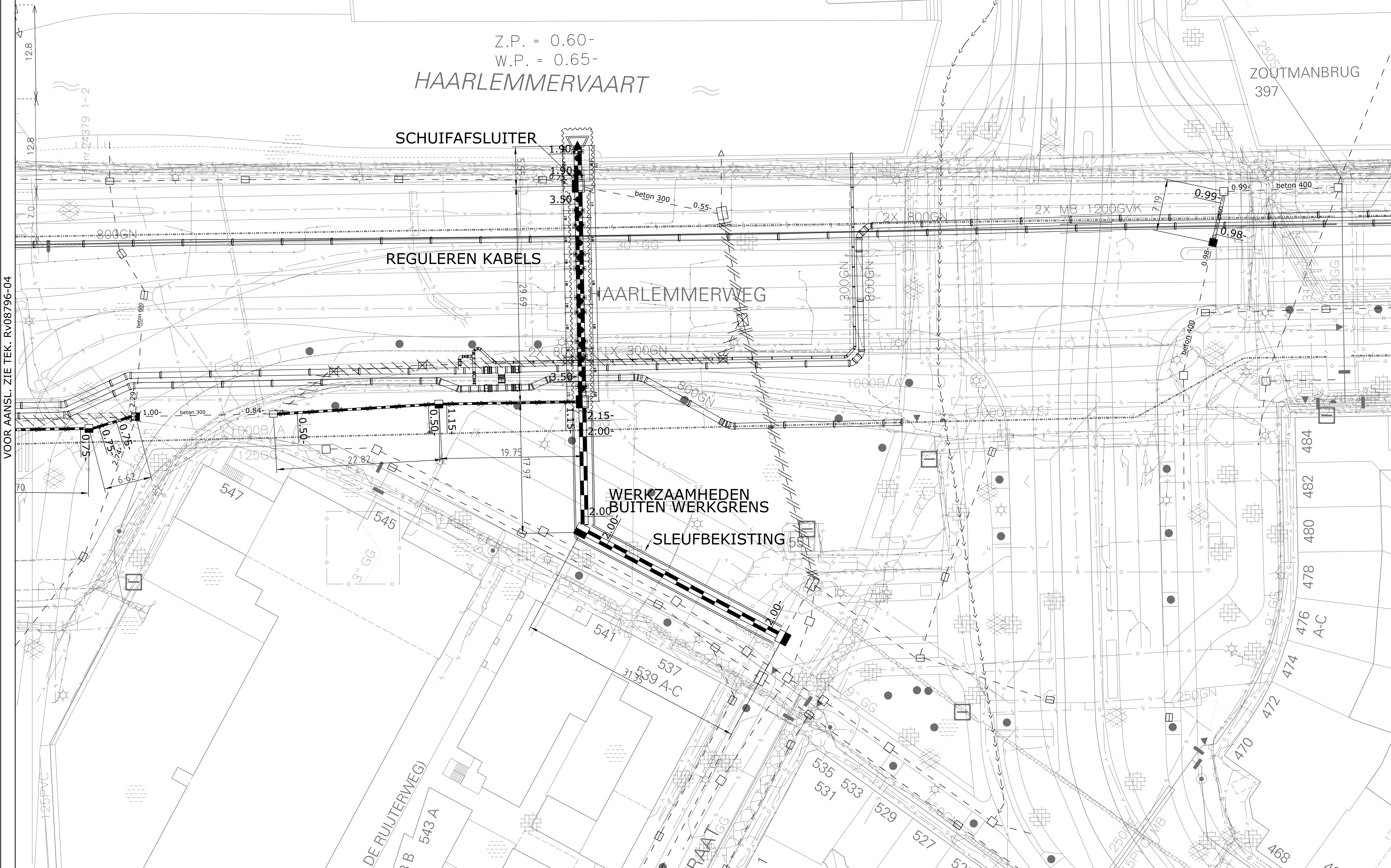
PEILMERK NR. m. t.o.v. N.A.P.

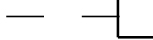
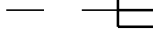
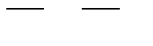
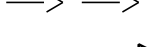




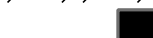



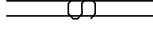



PEILMERK NR. m. t.o.v. N.A.P.



PROJECTNUMMER: 00.8796				HOOGTEMATEN IN M. T.O.V. N.A.P.			
SUBPROJECTNR. : -				CALCULATIEREGELS			
FASE		TOEZICHT	CIV. TECHN. KOSTEN	HERSTEL. WEGKES	MATERIAALKOSTEN	OVERIGE KOSTEN	OVERIGE KOSTEN
Realisatie		500	533000	410030	440000	441000	490000

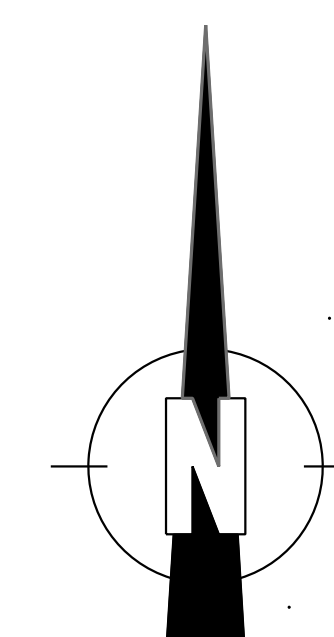




- # VERKLARING
- |   |  |
|---|--|
|  | BESTAAND V.W.RIOL/STRAATRIOL               |
|  | BESTAAND R.W.RIOL                          |
|  | BESTAANDE RIOLERLING                       |
|  | BESTAANDE PERSLEIDING                      |
|  | BESTAANDE UITLAAT                          |
|  | TE VERVALLEN RIOLPUT                       |
|  | DICHT TE ZETTEN RIOL                       |
|  | OP TE NEMEN RIOL                           |
|  | VOL TE SCHUIMEN RIOL                       |
|  | TE PLAATSEN VUILWATERRIOLPUT/STRAATRIOLPUT |
|  | TE PLAATSEN GEMETSELDE REGENWATERRIOLPUT   |
|  | TE MAKEN REGENWATER UITLAAT                |
|  | TE LEGGEN PVC 315 MM ULTRA-3               |
|  | TE LEGGEN PVC 400 MM ULTRA-3               |
|  | TE LEGGEN BETON 1000 MM                    |
|  | TE LEGGEN GIETSLIZER 1000 MM               |

PEILMERK NR. m. t. o. v. N.A.P.

PEILMERK NR. m. l.p.v. N.A.P.

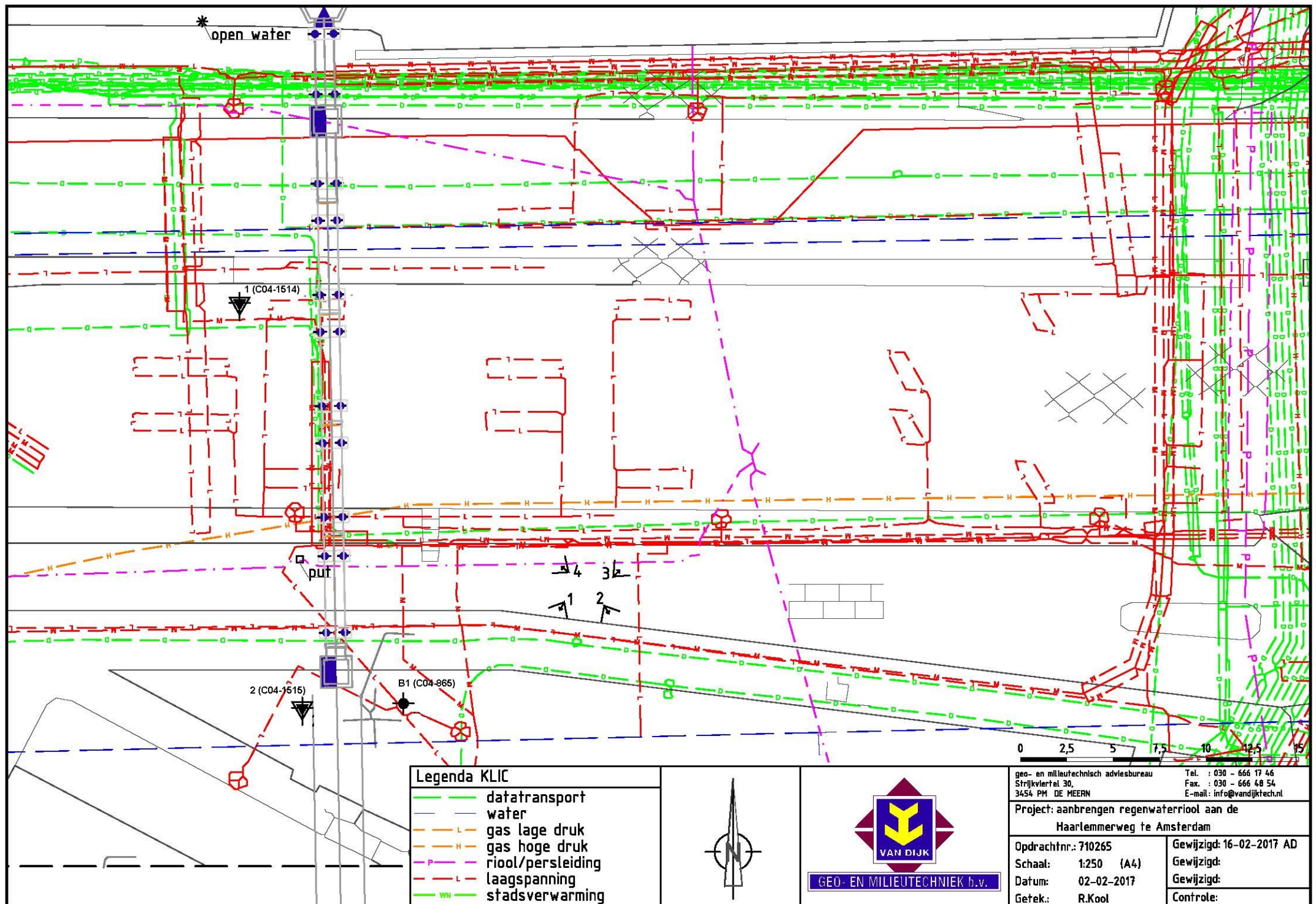
[illegible]

# **Bijlage 2**

## **Situatietekening**

•







# Bijlage 3

## Berekeningen veiligheid verticaal evenwicht ontgraving

•

Berekening van de veiligheid van het verticaal evenwicht ter plaatse van een ontgraving  
Berekening volgens NEN 9997-1+C1:2012 nl - Paragraaf 10.2 (Bezwinen door opdrijven)  
Versie 1: 13 april 2016  
Beheer: Geert in 't Veld

Projectnaam: Regenwaterriool N200 (Haarlemmerweg gecombineerde werken - ontgraving tot NAP -2,40 m)  
Projectnummer: 00.8796-003

Tabel A: Berekening van de rekenwaarde van de grondwaterdruk op het niveau van de waterscheidende laag					Formule ↓
	Eenheid	Symbool	Paragraaf NEN 9997-1 2012		
Grondprofiel (sondering of boring)				>	1 (C04-1514)
Peilfilter of dissipatietest				>	C04033A
Volumieke massa water	kg/m³	γ <sub>w</sub>			1000
Hoogst gemeten stijghoogte grondwater t.o.v. NAP	m	P <sub>0</sub>		>	-0,23
Onderkant waterscheidende laag t.o.v. NAP	m			>	-5,20
Waterkolom	m				4,97
Rekenwaarde grondwaterdruk op het niveau 'onderkant waterscheidende laag'	kN/m²	U <sub>z,d</sub>	Paragraaf 10.2		48,76

G17\*G14\*(9,81/1000)

Tabel B: Berekening van factor f voor de spreiding van de belasting onder de bodem van de ontgraving voor ontgravingen met sleufbekisting en open ontgravingen (voor ontgravingen in damwand: f = 0)					
	Eenheid	Symbool	Paragraaf 10.2 NEN 9997-1 2012		
Ontgraving in: Damwand	-	-			1
Maaiveld t.o.v. NAP	m	mv.		>	0,75
Ontgravingsniveau (niveau sleufbodem) t.o.v. NAP	m			>	-2,40
Breedte talud (horizontaal)	m	a	Figuur 10.b	>	0,01
Halve breedte sleufbodem	m	b	Figuur 10.b	>	1,30
Dikte pakket tussen sleufbodem en onderkant waterscheidende laag	m	d <sub>2</sub>	Figuur 10.b		2,80
2/n	-	-			0,637
(1+b/a)	-	-			131,000
arctan(d <sub>2</sub> /(a+b))	-	-			1,133
b/a	-	-			130,000
arctan(d <sub>2</sub> /b)	-	-			1,136
Factor f voor de spreiding van de belasting onder de bodem van de ontgraving	-	f			0,000

ALS(G24\*1;G30\*(G31\*G32-G33\*G34);0)

$$f = \frac{2}{\pi} \times \left( \left( 1 + \frac{b}{a} \right) \times \arctan \left( \frac{d_2}{a+b} \right) - \frac{b}{a} \times \arctan \left( \frac{d_2}{b} \right) \right)$$

U<sub>z,d</sub> is de rekenwaarde van de grondwaterdruk in de te bemalen watervoerende laag juist onder de afsluitende laag op diepte z beneden de bouwputbodem, in kN/m²;

d is de laagdikte, in m;

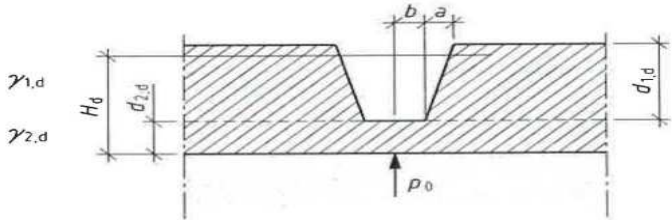
γ<sub>1,d</sub> is de rekenwaarde van het volumiek gewicht van de grond van laag d<sub>1</sub>, in kN/m³;

γ<sub>2,d</sub> is de rekenwaarde van het volumiek gewicht van de grond van laag d<sub>2</sub>, in kN/m³;

f factor, waarbij de functie arctan moet zijn uitgedrukt in radialen, zie figuur 10.c;

a is de breedte van de helling;

b is de halve breedte van de bodem;



Figuur 10.b — Opbarsten van de bodem van een bouwput

Tabel C: Berekening van de rekenwaarde van de gronddruk op het niveau van de waterscheidende laag							
Bovenkant laag t.o.v. NAP (m)	Onderkant laag t.o.v. NAP (m)	Dikte laag (m)	Materiaal	Volumieke massa (kg/m <sup>3</sup> )	Gronddruk exclusief <i>f</i> (kN/m <sup>2</sup> )	Factor <i>f</i>	Gronddruk inclusief <i>f</i> (kN/m <sup>2</sup> )
0,75	-2,30	3,05	zand, matig fijn, zwak siltig klei, siltig, zandig klei, siltig, zandig veen klei, siltig, humeus	1986	59,42	0,000	0,00
-2,30	-2,40	0,10		1841	1,81	0,000	0,00
-2,40	-2,60	0,20		1841	3,61	1,000	3,61
-2,60	-4,55	1,95		1152	22,04	1,000	22,04
-4,55	-5,20	0,65		1631	10,40	1,000	10,40
0,00	0,00	0,00		0,00	0,000	0,00	
0,00	0,00	0,00		0,00	0,000	0,00	
0,00	0,00	0,00		0,00	0,000	0,00	
0,00	0,00	0,00		0,00	0,000	0,00	
0,00	0,00	0,00		0,00	0,000	0,00	
0,00	0,00	0,00		0,00	0,000	0,00	
0,00	0,00	0,00		0,00	0,000	0,00	
0,00	0,00	0,00		0,00	0,000	0,00	
0,00	0,00	0,00		0,00	0,000	0,00	
0,00	0,00	0,00		0,00	0,000	0,00	
0,00	0,00	0,00		0,00	0,000	0,00	
0,00	0,00	0,00		0,00	0,000	0,00	
0,00	0,00	0,00		0,00	0,000	0,00	
Rekenwaarde totale gronddruk op het niveau 'onderkant waterscheidende laag'							32,44

Veiligheidsfactoren	Waarde	Toelichting
Rekenwaarde waterdruk	1,0	(zie NEN 9997-1:2012 Tabel A.15- Partiële factoren op belastingen)
Rekenwaarde gronddruk	0,9	(zie NEN 9997-1:2012 Tabel A.15- Partiële factoren op belastingen)

Veiligheid met betrekking tot het verticale evenwicht van de putbodem (veiligheid tegen opbarstgevaar)	0,67
--	------

Cellen ingevuld

Cellen berekend

Rekenwaarde waterdruk	Formule: G19*G15*(9,81/1000)
Factor f	Formule: ALS(G26*1;G32*(G33*G34-G35*G36);0)
Rekenwaarde gronddruk	Formule: SOM(Q14:Q36)
Veiligheid verticaal evenwicht	Formule: P36/G19

Berekening van de veiligheid van het verticaal evenwicht ter plaatse van een ontgraving  
Berekening volgens NEN 9997-1+C1:2012 nl - Paragraaf 10.2 (Bezwijken door opdrijven)  
Versie 1: 13 april 2016  
Beheer: Geert in 't Veld

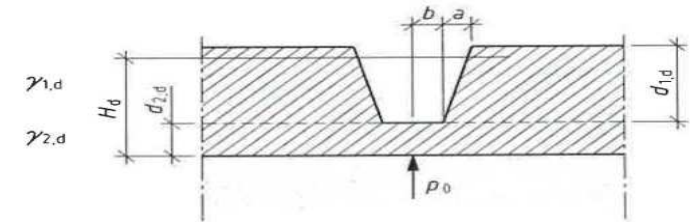
Projectnaam: Regenwaterriool N200 (Haarlemmerweg gecombineerde werken) - ontgraving tot NAP -4,00 m  
Projectnummer: 00.8796-003

Tabel A: Berekening van de rekenwaarde van de grondwaterdruk op het niveau van de waterscheidende laag					Formule ↓
	Eenheid	Symbool	Paragraaf NEN 9997-1 2012		
Grondprofiel (sondering of boring)				> 1 (C04-1514)	
Peilfilter of dissipatietest				> C04033A	
Volumieke massa water	kg/m <sup>3</sup>	γ <sub>w</sub>		1000	
Hoogst gemeten stijghoogte grondwater t.o.v. NAP	m	P <sub>0</sub>		> -0,23	
Onderkant waterscheidende laag t.o.v. NAP	m			> -5,20	
Waterkolom	m			4,97	
Rekenwaarde grondwaterdruk op het niveau 'onderkant waterscheidende laag'	kN/m <sup>2</sup>	U <sub>z,d</sub>	Paragraaf 10.2	48,76	G17*G14*(9,81/1000)

Tabel B: Berekening van factor f voor de spreiding van de belasting onder de bodem van de ontgraving voor ontgravingen met sleufbekisting en open ontgravingen (voor ontgravingen in damwand: f = 0)					
	Eenheid	Symbool	Paragraaf 10.2 NEN 9997-1 2012		
Ontgraving in: Damwand	-	-		1	
Maaiveld t.o.v. NAP	m	mv.		> 0,75	
Ontgravingsniveau (niveau sleufbodem) t.o.v. NAP	m			> -4,00	
Breedte talud (horizontaal)	m	a	Figuur 10.b	> 0,01	
Halve breedte sleufbodem	m	b	Figuur 10.b	> 1,30	
Dikte pakket tussen sleufbodem en onderkant waterscheidende laag	m	d <sub>2</sub>	Figuur 10.b	1,20	
2/n	-	-		0,637	
(1+b/a)	-	-		131,000	
arctan(d <sub>2</sub> /(a+b))	-	-		0,742	
b/a	-	-		130,000	
arctan(d <sub>2</sub> /b)	-	-		0,745	
Factor f voor de spreiding van de belasting onder de bodem van de ontgraving	-	f		0,000	ALS(G24*1;G30*(G31*G32-G33*G34);0)

$$f = \frac{2}{\pi} \times \left( \left( 1 + \frac{b}{a} \right) \times \arctan \left( \frac{d_2}{a+b} \right) - \frac{b}{a} \times \arctan \left( \frac{d_2}{b} \right) \right)$$

- U<sub>z,d</sub> is de rekenwaarde van de grondwaterdruk in de te bemalen watervoerende laag juist onder de afsluitende laag op diepte z beneden de bouwputbodem, in kN/m<sup>2</sup>;
- d is de laagdikte, in m;
- γ<sub>1,d</sub> is de rekenwaarde van het volumiek gewicht van de grond van laag d<sub>1</sub>, in kN/m<sup>3</sup>;
- γ<sub>2,d</sub> is de rekenwaarde van het volumiek gewicht van de grond van laag d<sub>2</sub>, in kN/m<sup>3</sup>;
- f factor, waarbij de functie arctan moet zijn uitgedrukt in radialen, zie figuur 10.c;
- a is de breedte van de helling;
- b is de halve breedte van de bodem;



Figuur 10.b — Opbarsten van de bodem van een bouwput

Tabel C: Berekening van de rekenwaarde van de gronddruk op het niveau van de waterscheidende laag							
Bovenkant laag t.o.v. NAP (m)	Onderkant laag t.o.v. NAP (m)	Dikte laag (m)	Materiaal	Volumieke massa (kg/m <sup>3</sup> )	Gronddruk exclusief <i>f</i> (kN/m <sup>2</sup> )	Factor <i>f</i>	Gronddruk inclusief <i>f</i> (kN/m <sup>2</sup> )
0,75	-2,30	3,05	zand, matig fijn, zwak siltig klei, siltig, zandig veen veen klei, siltig, humeus	1986	59,42	0,000	0,00
-2,30	-2,60	0,30		1841	5,42	0,000	0,00
-2,60	-4,00	1,40		1152	15,82	0,000	0,00
-4,00	-4,55	0,55		1152	6,22	1,000	6,22
-4,55	-5,20	0,65		1631	10,40	1,000	10,40
0,00	0,00	0,00			0,00	0,000	0,00
0,00	0,00	0,00			0,00	0,000	0,00
0,00	0,00	0,00			0,00	0,000	0,00
0,00	0,00	0,00			0,00	0,000	0,00
0,00	0,00	0,00			0,00	0,000	0,00
0,00	0,00	0,00			0,00	0,000	0,00
0,00	0,00	0,00			0,00	0,000	0,00
0,00	0,00	0,00			0,00	0,000	0,00
0,00	0,00	0,00			0,00	0,000	0,00
0,00	0,00	0,00			0,00	0,000	0,00
0,00	0,00	0,00			0,00	0,000	0,00
0,00	0,00	0,00			0,00	0,000	0,00
0,00	0,00	0,00			0,00	0,000	0,00
0,00	0,00	0,00			0,00	0,000	0,00
0,00	0,00	0,00			0,00	0,000	0,00
0,00	0,00	0,00			0,00	0,000	0,00
Rekenwaarde totale gronddruk op het niveau 'onderkant waterscheidende laag'							14,95

Veiligheidsfactoren	Waarde	Toelichting
Rekenwaarde waterdruk	1,0	(zie NEN 9997-1:2012 Tabel A.15- Partiële factoren op belastingen)
Rekenwaarde gronddruk	0,9	(zie NEN 9997-1:2012 Tabel A.15- Partiële factoren op belastingen)

Veiligheid met betrekking tot het verticale evenwicht van de putbodem (veiligheid tegen opbarstgevaar)	0,31
--	------

Cellen ingevuld	
Cellen berekend	
Rekenwaarde waterdruk	Formule: G19*G15*(9,81/1000)
Factor f	Formule: ALS(G26*1;G32*(G33*G34-G35*G36);0)
Rekenwaarde gronddruk	Formule: SOM(Q14:Q36)
Veiligheid verticaal evenwicht	Formule: P36/G19

Berekening van de veiligheid van het verticaal evenwicht ter plaatse van een ontgraving  
Berekening volgens NEN 9997-1+C1:2012 nl - Paragraaf 10.2 (Bezwinen door opdrijven)  
Versie 1: 13 april 2016  
Beheer: Geert in 't Veld

Projectnaam: Regenwaterriool N200 (Haarlemmerweg gecombineerde werken) - ontgraving tot NAP -4,00 m  
Projectnummer: 00.8796-003

Tabel A: Berekening van de rekenwaarde van de grondwaterdruk op het niveau van de waterscheidende laag					Formule ↓
	Eenheid	Symbool	Paragraaf NEN 9997-1 2012		
Grondprofiel (sondering of boring)				> 2 (C04-1515)	
Peilfilter of dissipatietest				> C04033A	
Volumieke massa water	kg/m³	γ <sub>w</sub>			1000
Hoogst gemeten stijghoogte grondwater t.o.v. NAP	m	P <sub>0</sub>		> -0,23	
Onderkant waterscheidende laag t.o.v. NAP	m			> -5,85	
Waterkolom	m				5,62
Rekenwaarde grondwaterdruk op het niveau 'onderkant waterscheidende laag'	kN/m²	U <sub>z,d</sub>	Paragraaf 10.2		55,13

G17\*G14\*(9,81/1000)

Tabel B: Berekening van factor f voor de spreiding van de belasting onder de bodem van de ontgraving voor ontgravingen met sleufbekisting en open ontgravingen (voor ontgravingen in damwand: f = 0)					
	Eenheid	Symbool	Paragraaf 10.2 NEN 9997-1 2012		
Ontgraving in: Damwand	-	-			1
Maaiveld t.o.v. NAP	m	mv.		> 0,92	
Ontgravingsniveau (niveau sleufbodem) t.o.v. NAP	m			> -4,00	
Breedte talud (horizontaal)	m	a	Figuur 10.b	> 0,01	
Halve breedte sleufbodem	m	b	Figuur 10.b	> 1,30	
Dikte pakket tussen sleufbodem en onderkant waterscheidende laag	m	d <sub>2</sub>	Figuur 10.b		1,85
2/n	-	-			0,637
(1+b/a)	-	-			131,000
arctan(d <sub>2</sub> /(a+b))	-	-			0,955
b/a	-	-			130,000
arctan(d <sub>2</sub> /b)	-	-			0,958
Factor f voor de spreiding van de belasting onder de bodem van de ontgraving	-	f			0,000

ALS(G24\*1;G30\*(G31\*G32-G33\*G34);0)

$$f = \frac{2}{\pi} \times \left( \left( 1 + \frac{b}{a} \right) \times \arctan \left( \frac{d_2}{a+b} \right) - \frac{b}{a} \times \arctan \left( \frac{d_2}{b} \right) \right)$$

U<sub>z,d</sub> is de rekenwaarde van de grondwaterdruk in de te bemalen watervoerende laag juist onder de afsluitende laag op diepte z beneden de bouwputbodem, in kN/m²;

d is de laagdikte, in m;

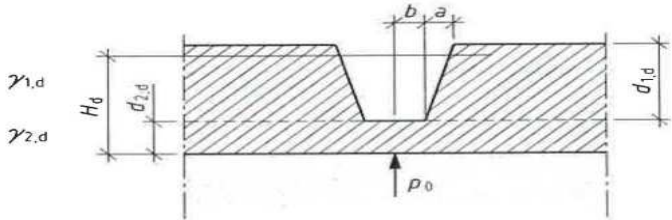
γ<sub>1,d</sub> is de rekenwaarde van het volumiek gewicht van de grond van laag d<sub>1</sub>, in kN/m³;

γ<sub>2,d</sub> is de rekenwaarde van het volumiek gewicht van de grond van laag d<sub>2</sub>, in kN/m³;

f factor, waarbij de functie arctan moet zijn uitgedrukt in radialen, zie figuur 10.c;

a is de breedte van de helling;

b is de halve breedte van de bodem;



Figuur 10.b — Opbarsten van de bodem van een bouwput

Tabel C: Berekening van de rekenwaarde van de gronddruk op het niveau van de waterscheidende laag							
Bovenkant laag t.o.v. NAP (m)	Onderkant laag t.o.v. NAP (m)	Dikte laag (m)	Materiaal	Volumieke massa (kg/m³)	Gronddruk exclusief <i>f</i> (kN/m²)	Factor <i>f</i>	Gronddruk inclusief <i>f</i> (kN/m²)
0,92	-4,00	4,92	zand, matig fijn, zwak siltig zand, matig fijn, zwak siltig veen klei, siltig, humeus	1986	95,85	0,000	0,00
-4,00	-4,35	0,35		1986	6,82	1,000	6,82
-4,35	-5,10	0,75		1152	8,48	1,000	8,48
-5,10	-5,85	0,75		1631	12,00	1,000	12,00
0,00	0,00	0,00			0,00	0,000	0,00
0,00	0,00	0,00			0,00	0,000	0,00
0,00	0,00	0,00			0,00	0,000	0,00
0,00	0,00	0,00			0,00	0,000	0,00
0,00	0,00	0,00			0,00	0,000	0,00
0,00	0,00	0,00			0,00	0,000	0,00
0,00	0,00	0,00			0,00	0,000	0,00
0,00	0,00	0,00			0,00	0,000	0,00
0,00	0,00	0,00			0,00	0,000	0,00
0,00	0,00	0,00			0,00	0,000	0,00
0,00	0,00	0,00			0,00	0,000	0,00
0,00	0,00	0,00			0,00	0,000	0,00
0,00	0,00	0,00			0,00	0,000	0,00
0,00	0,00	0,00			0,00	0,000	0,00
0,00	0,00	0,00			0,00	0,000	0,00
0,00	0,00	0,00			0,00	0,000	0,00
0,00	0,00	0,00			0,00	0,000	0,00
0,00	0,00	0,00			0,00	0,000	0,00
0,00	0,00	0,00			0,00	0,000	0,00
0,00	0,00	0,00			0,00	0,000	0,00
Rekenwaarde totale gronddruk op het niveau 'onderkant waterscheidende laag'							24,57

Veiligheidsfactoren	Waarde	Toelichting
Rekenwaarde waterdruk	1,0	(zie NEN 9997-1:2012 Tabel A.15- Partiële factoren op belastingen)
Rekenwaarde gronddruk	0,9	(zie NEN 9997-1:2012 Tabel A.15- Partiële factoren op belastingen)

Veiligheid met betrekking tot het verticale evenwicht van de putbodem (veiligheid tegen opbarstgevaar)	0,45
--	------

Cellen ingevuld

Cellen berekend

Rekenwaarde waterdruk	Formule: G19*G15*(9,81/1000)
Factor f	Formule: ALS(G26*1;G32*(G33*G34-G35*G36);0)
Rekenwaarde gronddruk	Formule: SOM(Q14:Q36)
Veiligheid verticaal evenwicht	Formule: P36/G19

Berekening van de veiligheid van het verticaal evenwicht ter plaatse van een ontgraving  
Berekening volgens NEN 9997-1+C1:2012 nl - Paragraaf 10.2 (Bezwijken door opdrijven)  
Versie 1: 13 april 2016  
Beheer: Geert in 't Veld

Projectnaam: Regenwaterriool N200 (Haarlemmerweg gecombineerde werken) - ontgraving tot NAP -4,00 m  
Projectnummer: 00.8796-003

Tabel A: Berekening van de rekenwaarde van de grondwaterdruk op het niveau van de waterscheidende laag					Formule ↓
	Eenheid	Symbool	Paragraaf NEN 9997-1 2012		
Grondprofiel (sondering of boring)				> B1 (C04-865)	
Peilfilter of dissipatietest				> C04033A	
Volumieke massa water	kg/m <sup>3</sup>	γ <sub>w</sub>			1000
Hoogst gemeten stijghoogte grondwater t.o.v. NAP	m	P <sub>0</sub>		> -0,23	
Onderkant waterscheidende laag t.o.v. NAP	m			> -5,74	
Waterkolom	m				5,51
Rekenwaarde grondwaterdruk op het niveau 'onderkant waterscheidende laag'	kN/m <sup>2</sup>	U <sub>z,d</sub>	Paragraaf 10.2		54,05

G17\*G14\*(9,81/1000)

Tabel B: Berekening van factor f voor de spreiding van de belasting onder de bodem van de ontgraving voor ontgravingen met sleufbekisting en open ontgravingen (voor ontgravingen in damwand: f = 0)					
	Eenheid	Symbool	Paragraaf 10.2 NEN 9997-1 2012		
Ontgraving in: Damwand	-	-			1
Maaiveld t.o.v. NAP	m	mv.		> 0,86	
Ontgravingsniveau (niveau sleufbodem) t.o.v. NAP	m			> -4,00	
Breedte talud (horizontaal)	m	a	Figuur 10.b	> 0,01	
Halve breedte sleufbodem	m	b	Figuur 10.b	> 1,30	
Dikte pakket tussen sleufbodem en onderkant waterscheidende laag	m	d <sub>2</sub>	Figuur 10.b		1,74
2/n	-	-			0,637
(1+b/a)	-	-			131,000
arctan(d <sub>2</sub> /(a+b))	-	-			0,925
b/a	-	-			130,000
arctan(d <sub>2</sub> /b)	-	-			0,929
Factor f voor de spreiding van de belasting onder de bodem van de ontgraving	-	f			0,000

ALS(G24\*1;G30\*(G31\*G32-G33\*G34);0)

$$f = \frac{2}{\pi} \times \left( \left( 1 + \frac{b}{a} \right) \times \arctan \left( \frac{d_2}{a+b} \right) - \frac{b}{a} \times \arctan \left( \frac{d_2}{b} \right) \right)$$

U<sub>z,d</sub> is de rekenwaarde van de grondwaterdruk in de te bemalen watervoerende laag juist onder de afsluitende laag op diepte z beneden de bouwputbodem, in kN/m<sup>2</sup>;

d is de laagdikte, in m;

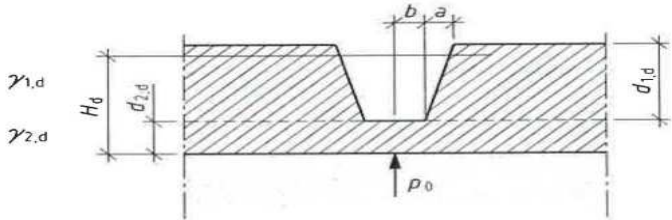
γ<sub>1,d</sub> is de rekenwaarde van het volumiek gewicht van de grond van laag d<sub>1</sub>, in kN/m<sup>3</sup>;

γ<sub>2,d</sub> is de rekenwaarde van het volumiek gewicht van de grond van laag d<sub>2</sub>, in kN/m<sup>3</sup>;

f factor, waarbij de functie arctan moet zijn uitgedrukt in radialen, zie figuur 10.c;

a is de breedte van de helling;

b is de halve breedte van de bodem;



Figuur 10.b — Opbarsten van de bodem van een bouwput

Tabel C: Berekening van de rekenwaarde van de gronddruk op het niveau van de waterscheidende laag							
Bovenkant laag t.o.v. NAP (m)	Onderkant laag t.o.v. NAP (m)	Dikte laag (m)	Materiaal	Volumieke massa (kg/m <sup>3</sup> )	Gronddruk exclusief <i>f</i> (kN/m <sup>2</sup> )	Factor <i>f</i>	Gronddruk inclusief <i>f</i> (kN/m <sup>2</sup> )
0,86	-2,54	3,40	zand, matig fijn, zwak siltig klei, siltig, zandig veen veen klei, siltig, humeus	1986	66,24	0,000	0,00
-2,54	-3,34	0,80		1841	14,45	0,000	0,00
-3,34	-4,00	0,66		1152	7,46	0,000	0,00
-4,00	-4,64	0,64		1152	7,23	1,000	7,23
-4,64	-5,74	1,10		1631	17,60	1,000	17,60
0,00	0,00	0,00		0,00	0,000	0,00	
0,00	0,00	0,00		0,00	0,000	0,00	
0,00	0,00	0,00		0,00	0,000	0,00	
0,00	0,00	0,00		0,00	0,000	0,00	
0,00	0,00	0,00		0,00	0,000	0,00	
0,00	0,00	0,00		0,00	0,000	0,00	
0,00	0,00	0,00		0,00	0,000	0,00	
0,00	0,00	0,00		0,00	0,000	0,00	
0,00	0,00	0,00		0,00	0,000	0,00	
0,00	0,00	0,00		0,00	0,000	0,00	
0,00	0,00	0,00		0,00	0,000	0,00	
Rekenwaarde totale gronddruk op het niveau 'onderkant waterscheidende laag'							22,35

Veiligheidsfactoren	Waarde	Toelichting
Rekenwaarde waterdruk	1,0	(zie NEN 9997-1:2012 Tabel A.15- Partiële factoren op belastingen)
Rekenwaarde gronddruk	0,9	(zie NEN 9997-1:2012 Tabel A.15- Partiële factoren op belastingen)

Veiligheid met betrekking tot het verticale evenwicht van de putbodem (veiligheid tegen opbarstgevaar)	0,41
--	------

Cellen ingevuld	
Cellen berekend	
Rekenwaarde waterdruk	Formule: G19*G15*(9,81/1000)
Factor f	Formule: ALS(G26*1;G32*(G33*G34-G35*G36);0)
Rekenwaarde gronddruk	Formule: SOM(Q14:Q36)
Veiligheid verticaal evenwicht	Formule: P36/G19

## **Bijlage 4**

**Draagkrachtberekeningen voorgespannen betonnen palen (vierkant 0,29 m)**

•

## Report for D-Foundations 16.1

Design and Verification according to Eurocode 7 of Bearing/Tension Piles and Shallow Foundations  
Developed by Deltares



Company: Waternet  
sector TOP - Afdeling O&A

Date of report: 7-3-2017  
Time of report: 12:09:23

Date of calculation: 7-3-2017  
Time of calculation: 12:07:18

Filename: T:\..\Draagkracht\00.8796-003 Regenwaterriool N200 (BOB -1,90 m)

Project identification: Haarlemmerweg - gecombineerde werken  
Onderheid regenwaterriool N200 - BOB -1,90 m  
D-Foundations 00.8796-003 Regenwaterriool N200 (BOB -1,90 m)

### 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 Bearing Piles	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 C04-1514	4
2.7 Pile Types	5
2.7.1 Pile type : Rect 290x290	5
2.8 Foundation Plan	5
2.8.1 View of Foundation Plan	6
2.9 Excavation Data	6
2.10 Overruled Parameters	7
2.11 Model Options	7
2.12 Model Options	7
3 Bearing Piles (EC7-NL): Results of the Option Preliminary Design, Indication Bearing Capacity	8
3.1 Errors and Warnings	8
3.2 Remarks	8
3.3 Calculation Parameters	8
3.3.1 Pile Factors	8
3.3.2 Pile type : Rect 290x290	8
3.4 Results Bearing Forces for Pile type : Rect 290x290	9
3.5 Summary Net Bearing Capacity in kN	9



## 2 Input Data

## 2.1 General Input Data

Model Bearing Piles (EC7-NL)

## 2.2 General Report Data

Geotechnical consultant :	G.J. in 't Veld
Design engineer superstructure :	
Principal :	
Title 1 :	Haarlemmerweg - gecombineerde werken
Title 2 :	Onderheid regenwaterriool N200 - BOB -1,90 m
Title 3 :	D-Foundations 00.8796-003 Regenwaterriool N200 (BOB -1,90 m)
Number of project :	00.8796-003
Location of project :	Amsterdam

### 2.3 Application Area Model Bearing Piles

The verifications performed by the model BEARING PILES of D-FOUNDATIONS concern pile foundations on which axial static or quasi-static loads cause pressures in the piles. The calculations of pile forces and pile displacements are based on Cone Penetration Tests. Possible rise of (tension-)piles and horizontal displacements of piles and/or pile groups are not taken into account.

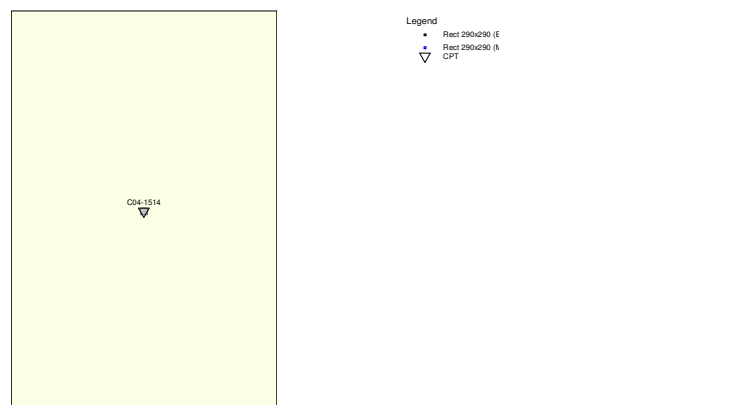
## 2.4 Superstructure

Rigidity of the superstructure : Non-Rigid

## 2.5 General CPT Data

Number of CPT's : 1  
Timing of CPT's : CPT - Excavation - Install

### 2.5.1 View of CPT's in Foundation Plan



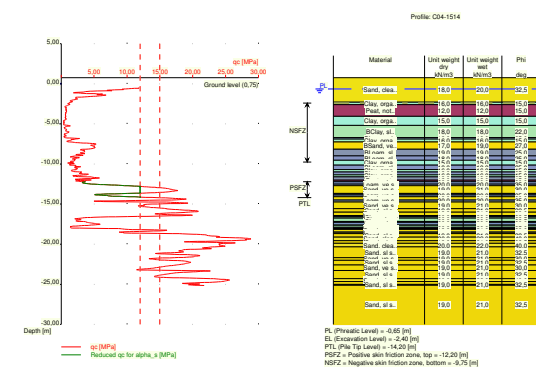
Number/Name CPT	Pile tip level [m R.L.]	Top of pos. friction zone [m R.L.]	Bottom of neg. friction zone [m R.L.]	X-coor- dinate [m]	Y-coor- dinate [m]
1: C04-1514	-14.20	-12.20	-9.75	118181.79	488702.47

## 2.6 Soil Data

Number of soil profiles (= number of CPT's) : 1

### 2.6.1 Soil Profile C04-1514

Belonging to CPT	C04-1514
Surface level in [m. reference level] :	0,75
Phreatic level in [m. reference level] :	-0,65
Pile tip level in [m. reference level] :	-14,20
Top of positive skin friction zone in [m. reference level] :	-12,20
Bottom of negative skin friction zone in [m. reference level] :	-9,75
OCR-value foundation layer :	1,00
Expected groundlevel settlement in [m] :	0,00
Number of layers in profile :	54



Number layer	Top layer [m R.L.]	Gamma [kN/m <sup>3</sup> ]	Gamma;sat [kN/m <sup>3</sup> ]	Phi [deg]	Soil Type	Median (Sand/Gravel [mm])
1	0,750	18,00	20,00	32,50	Sand	0,200
2	-2,300	16,00	16,00	15,00	Clay	--
3	-2,600	12,00	12,00	15,00	Peat	--
4	-4,050	15,00	15,00	15,00	Clay	--
5	-5,200	18,00	18,00	22,00	Clay	--
6	-6,700	18,00	18,00	25,00	Loam	--
7	-6,900	16,00	16,00	15,00	Clay	--
8	-7,250	17,00	19,00	27,00	Sand	0,200
9	-8,150	19,00	19,00	25,00	Loam	--
10	-9,000	18,00	18,00	25,00	Loam	--
11	-9,550	15,00	15,00	15,00	Clay	--
12	-10,150	18,00	18,00	25,00	Loam	--
13	-10,700	16,00	16,00	15,00	Clay	--



Number layer	Top layer [m R.L.]	Gamma [kN/m3]	Gamma:sat [kN/m3]	Phi [deg]	Soil Type	Median (Sand/Gravel) [mm]
14	-11,000	18,00	18,00	25,00	Loam	--
15	-11,350	16,00	16,00	15,00	Clay	--
16	-11,600	19,00	19,00	25,00	Loam	--
17	-12,000	12,00	12,00	15,00	Peat	--
18	-12,200	20,00	20,00	30,00	Loam	--
19	-12,513	20,00	20,00	35,00	Loam	--
20	-12,713	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
21	-13,670	20,00	20,00	35,00	Loam	--
22	-13,770	20,00	20,00	30,00	Loam	--
23	-13,870	20,00	20,00	35,00	Loam	--
24	-14,089	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
25	-14,508	20,00	20,00	35,00	Loam	--
26	-14,727	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
27	-15,565	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
28	-16,003	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
29	-16,422	20,00	20,00	35,00	Loam	--
30	-16,541	20,00	20,00	30,00	Loam	--
31	-16,641	20,00	20,00	32,50	Clay	--
32	-16,741	20,00	20,00	22,50	Clay	--
33	-17,179	20,00	20,00	32,50	Clay	--
34	-17,279	20,00	20,00	30,00	Loam	--
35	-17,617	20,00	20,00	32,50	Clay	--
36	-17,717	20,00	20,00	22,50	Clay	--
37	-17,936	20,00	20,00	30,00	Loam	--
38	-18,055	20,00	20,00	35,00	Loam	--
39	-18,155	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
40	-18,474	20,00	20,00	35,00	Loam	--
41	-18,593	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
42	-18,693	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
43	-19,131	20,00	22,00	40,00	Sand	0,200
44	-19,569	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
45	-19,907	20,00	22,00	40,00	Sand	0,200
46	-20,345	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
47	-21,678	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
48	-22,016	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
49	-22,592	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
50	-23,268	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
51	-24,301	20,00	22,00	40,00	Sand	0,200
52	-24,658	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
53	-25,015	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
54	-25,134	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200

## 2.7 Pile Types

### 2.7.1 Pile type : Rect 290x290

Pile type : Prefabricated concrete pile

Materialtype for pile : Concrete  
Slip layer : None  
Pile shape : Rectangular pile

beta (Shape factor) according to figure 7i, NEN-EN 9997-1:2012.  
s (factor for the influence of the shape of the crossection of the pile base) according to NEN-EN 9997-1:2012.

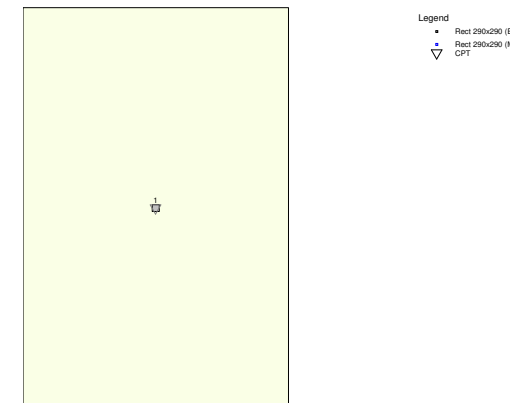
Pile dimensions :  
Smallest side pile tip [m] : 0,290  
Largest side pile tip [m] : 0,290

## 2.8 Foundation Plan

Number of piles : 1  
Number of collaborating piles\* : 1

\* : 0 = not defined, 1 = non rigid superstructure, >1 = rigid superstructure

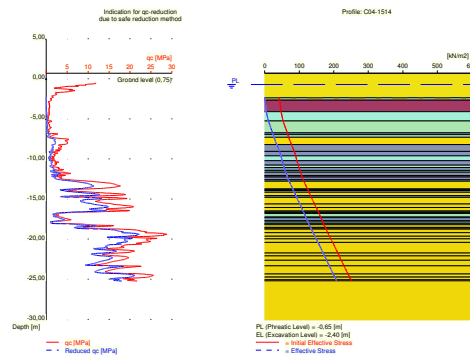
### 2.8.1 View of Foundation Plan



Pile nr/name	X-coor- dinate [m]	Y-coor- dinate [m]	Fc;d (STR/GEO) [kN]	Fc;d (SLS) [kN]	P0 [kN/m2]	Pile head level [m R.L.]
1: 1	118181,79	488702,47	0,00	0,00	0,00	-2,15

## 2.9 Excavation Data

Excavation level in [m. reference level] : -2,40  
Reduction model : Safe (NEN)



## 2.10 Overruled Parameters

User defined Factor xi3 [-] :	1,39
User defined Factor xi4 [-] :	1,39
User defined gamma;b [-] :	1,20
User defined gamma;s [-] :	1,20
User defined gamma;t;nk [-] :	1,40

## 2.11 Model Options

Suppress pile group (for negative skin friction)  
Do not create intermediate results file  
Use reduction for continuous flight auger piles (standard)  
Suppress the influence of excavations.

## 2.12 Model Options

Selected pile types :  
-Rect 290x290

Selected profiles :  
-C04-1514

Trajectory  
-begin [m] : -12,50  
-end [m] : -14,50  
-interval [m] : 0,10

## 3 Bearing Piles (EC7-NL): Results of the Option Preliminary Design, Indication Bearing Ca

### 3.1 Errors and Warnings

Warning : The factor xi3 (NEN-EN 1997 1:2005 NEN-EN 9997-1, annex A) is user defined. Evidence to support this from the NEN deviating value has to be provided.  
Warning : The factor xi4 (NEN-EN 1997 1:2005 NEN-EN 9997-1, annex A) is user defined. Evidence to support this from the NEN deviating value has to be provided.  
Warning : The factor gamma;b (NEN-EN 1997 1:2005 NEN-EN 9997-1, annex A) is user defined. Evidence to support this from the NEN deviating value has to be provided.  
Warning : The factor gamma;s (NEN-EN 1997 1:2005 NEN-EN 9997-1, annex A) is user defined. Evidence to support this from the NEN deviating value has to be provided.  
Warning : The factor gamma;t;nk (NEN-EN 1997 1:2005 par. 7.3.2.2: NEN-EN 9997-1) is user defined. Evidence to support this from the NEN deviating value has to be provided.  
Soil profile C04-1514  
Warning : The lowest pile head level lies below the surface level. The maximum value for the top of the friction zones is therefor reset to -2,15 m relative to reference level.

### 3.2 Remarks

When checking the survey and testing of soil according to NEN-EN 9997-1 art 3.2.3 lid (e), the program uses the provided CPT test level. It does NOT take into account possible different pile tip levels. When different pile tip levels are used in this calculation, the user itself must check for possibly required additional survey and testing of soil.

Note : The calculations performed are based on a single pile for limit state STR/GEO (= ultimate limit state). Due to the nature of preliminary design, a single pile is always assumed. A possible pileplan is disregarded when using the preliminary design option. Hence a non rigid superstructure is assumed and pile group effects are not considered.

### 3.3 Calculation Parameters

#### 3.3.1 Pile Factors

gamma;b (Limit State STR/GEO, user defined) :	1,20
gamma;s (Limit State STR/GEO, user defined) :	1,20
xi3 (user defined) :	1,39
xi4 (user defined) :	1,39

Note: The excavation(s) is not taken into account in the calculation!

#### 3.3.2 Pile type : Rect 290x290

Pile type : Prefabricated concrete pile

Materialtype for pile : Concrete  
Slip layer : None  
Pile shape : Rectangular pile

beta (Shape factor: figuur 7i, NEN-EN 1997 1:2005 par. 7.6.2.3(g): NEN-EN 9997-1 : Pile tip) : 1,00  
s (NEN-EN 1997 1:2005 par. 7.6.2.3(h), NEN-EN 9997-1 : factor for the influence of the shape of the crosssection of the pile base) : 1,00

Pile dimensions :  
Smallest side pile tip [m] : 0,290  
Largest side pile tip [m] : 0,290

CPT	Alpha_s Sand/ Gravel	Alpha_s Clay/Loam Peat	Alpha_p
C04-1514	0,0100	0,0250	0,7000

## 3.4 Results Bearing Forces for Pile type : Rect 290x290

CPT name	Level [m R.L.]	Rb;cal;max [kN]	Rs;cal;max [kN]	Rc;cal;max [kN]	Rc;d [kN]	F;nsf;rep [kN]	Fnsf;d [kN]	Rc;net;d [kN]
C04-1514	-12.50	285	31	316	189	0	0	189
C04-1514	-12.60	329	49	378	227	0	0	227
C04-1514	-12.70	334	73	407	244	0	0	244
C04-1514	-12.80	340	89	429	257	0	0	257
C04-1514	-12.90	344	103	447	268	0	0	268
C04-1514	-13.00	346	121	467	280	0	0	280
C04-1514	-13.10	345	138	483	290	0	0	290
C04-1514	-13.20	342	155	497	298	0	0	298
C04-1514	-13.30	336	173	509	305	0	0	305
C04-1514	-13.40	326	190	516	309	0	0	309
C04-1514	-13.50	312	208	520	312	0	0	312
C04-1514	-13.60	294	200	494	296	0	0	296
C04-1514	-13.70	277	217	494	296	0	0	296
C04-1514	-13.80	307	237	544	326	0	0	326
C04-1514	-13.90	370	253	623	374	0	0	374
C04-1514	-14.00	386	273	659	395	0	0	395
C04-1514	-14.10	398	298	696	417	0	0	417
C04-1514	-14.20	404	312	716	429	0	0	429
C04-1514	-14.30	399	331	730	438	0	0	438
C04-1514	-14.40	379	348	727	436	0	0	436

\* Rc;net;d = Rc;d - Fnsf;d

## 3.5 Summary Net Bearing Capacity in kN

CPT name	Groundlevel [m R.L.]	Level [m R.L.]	Rect 290x290 Rc;net;d [kN]
C04-1514	0,75	-12,50	189,00
C04-1514	0,75	-12,60	227,00
C04-1514	0,75	-12,70	244,00
C04-1514	0,75	-12,80	257,00
C04-1514	0,75	-12,90	268,00
C04-1514	0,75	-13,00	280,00
C04-1514	0,75	-13,10	290,00
C04-1514	0,75	-13,20	298,00
C04-1514	0,75	-13,30	305,00
C04-1514	0,75	-13,40	309,00
C04-1514	0,75	-13,50	312,00
C04-1514	0,75	-13,60	296,00
C04-1514	0,75	-13,70	296,00
C04-1514	0,75	-13,80	326,00
C04-1514	0,75	-13,90	374,00
C04-1514	0,75	-14,00	395,00
C04-1514	0,75	-14,10	417,00
C04-1514	0,75	-14,20	429,00
C04-1514	0,75	-14,30	438,00
C04-1514	0,75	-14,40	436,00

\* Rc;net;d = Rc;d - Fnsf;d

## End of Report

## Report for D-Foundations 16.1

Design and Verification according to Eurocode 7 of Bearing/Tension Piles and Shallow Foundations  
Developed by Deltares



Company: Waternet  
sector TOP - Afdeling O&A

Date of report: 7-3-2017  
Time of report: 11:34:10

Date of calculation: 7-3-2017  
Time of calculation: 11:32:36

Filename: T:\..\Draagkracht\00.8796-003 Regenwaterriool N200 (BOB -3,50 m)

Project identification: Haarlemmerweg - gecombineerde werken  
Onderheid regenwaterriool N200 - BOB -3,50 m  
D-Foundations 00.8796-003 Regenwaterriool N200 (BOB -3,50 m)

### 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 Bearing Piles	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 C04-1514	4
2.6.2 Soil Profile C04-1515	5
2.7 Pile Types	7
2.7.1 Pile type : Rect 290x290	7
2.8 Foundation Plan	7
2.8.1 View of Foundation Plan	8
2.9 Excavation Data	8
2.10 Overruled Parameters	9
2.11 Model Options	9
2.12 Model Options	9
3 Bearing Piles (EC7-NL): Results of the Option Preliminary Design, Indication Bearing Capacity	10
3.1 Errors and Warnings	10
3.2 Remarks	10
3.3 Calculation Parameters	10
3.3.1 Pile Factors	10
3.3.2 Pile type : Rect 290x290	10
3.4 Results Bearing Forces for Pile type : Rect 290x290	11
3.5 Summary Net Bearing Capacity in kN	11

## 2 Input Data

### 2.1 General Input Data

Model Bearing Piles (EC7-NL)

### 2.2 General Report Data

Geotechnical consultant : G.J. in 't Veld  
Design engineer superstructure :  
Principal :  
Title 1 : Haarlemmerweg - gecombineerde werken  
Title 2 : Onderheid regenwaterriool N200 - BOB -3,50 m  
Title 3 : D-Foundations 00.8796-003 Regenwaterriool N200 (BOB -3,50 m)  
Number of project : 00.8796-003  
Location of project : Amsterdam

### 2.3 Application Area Model Bearing Piles

The verifications performed by the model BEARING PILES of D-FOUNDATIONS concern pile foundations on which axial static or quasi-static loads cause pressures in the piles. The calculations of pile forces and pile displacements are based on Cone Penetration Tests. Possible rise of (tension-)piles and horizontal displacements of piles and/or pile groups are not taken into account.

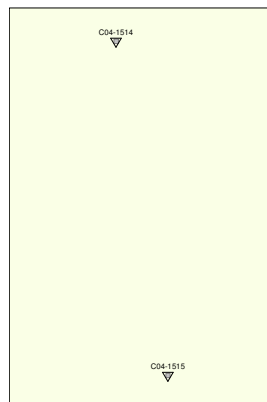
### 2.4 Superstructure

Rigidity of the superstructure : Non-Rigid

### 2.5 General CPT Data

Number of CPT's : 2  
Timing of CPT's : CPT - Excavation - Install

#### 2.5.1 View of CPT's in Foundation Plan



Legend  
• Rect 290x290 (E)  
• Rect 290x290 (B)  
▽ CPT

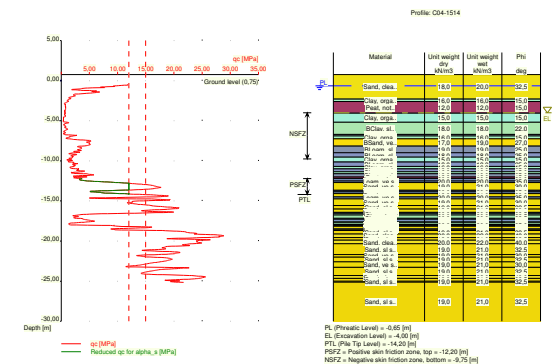
Number/Name CPT	Pile tip level [m R.L.]	Top of pos. friction zone [m R.L.]	Bottom of neg. friction zone [m R.L.]	X-coor- dinate [m]	Y-coor- dinate [m]
1: C04-1514	-14,20	-12,20	-9,75	118181,79	488702,47
2: C04-1515	-14,00	-12,75	-9,75	118185,17	488680,65

### 2.6 Soil Data

Number of soil profiles (= number of CPT's) : 2

#### 2.6.1 Soil Profile C04-1514

Belonging to CPT C04-1514  
Surface level in [m. reference level] : 0,75  
Phreatic level in [m. reference level] : -0,65  
Pile tip level in [m. reference level] : -14,20  
Top of positive skin friction zone in [m. reference level] : -12,20  
Bottom of negative skin friction zone in [m. reference level] : -9,75  
OCR-value foundation layer : 1,00  
Expected groundlevel settlement in [m] : 0,11  
Number of layers in profile : 54

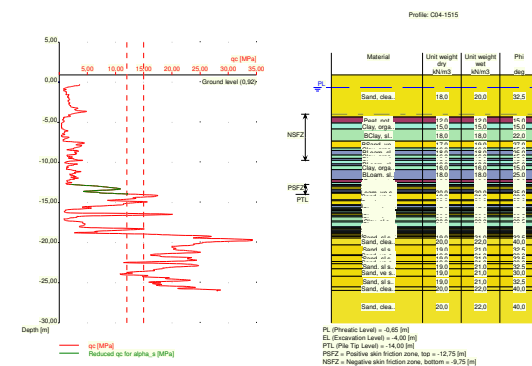


Number layer	Top layer [m R.L.]	Gamma [kN/m3]	Gamma;sat [kN/m3]	Phi [deg]	Soil Type	Median (Sand/Gravel) [mm]
1	0,750	18,00	20,00	32,50	Sand	0,200
2	-2,300	16,00	16,00	15,00	Clay	--
3	-2,600	12,00	12,00	15,00	Peat	--
4	-4,050	15,00	15,00	15,00	Clay	--
5	-5,200	18,00	18,00	22,00	Clay	--
6	-6,700	18,00	18,00	25,00	Loam	--
7	-6,900	16,00	16,00	15,00	Clay	--
8	-7,250	17,00	19,00	27,00	Sand	0,200
9	-8,150	19,00	19,00	25,00	Loam	--
10	-9,000	18,00	18,00	25,00	Loam	--
11	-9,550	15,00	15,00	15,00	Clay	--
12	-10,150	18,00	18,00	25,00	Loam	--

Number layer	Top layer [m R.L.]	Gamma [kN/m3]	Gamma;sat [kN/m3]	Phi [deg]	Soil Type	Median (Sand/Gravel) [mm]
13	-10,700	16,00	16,00	15,00	Clay	--
14	-11,000	18,00	18,00	25,00	Loam	--
15	-11,350	16,00	16,00	15,00	Clay	--
16	-11,600	19,00	19,00	25,00	Loam	--
17	-12,000	12,00	12,00	15,00	Peat	--
18	-12,200	20,00	20,00	30,00	Loam	--
19	-12,513	20,00	20,00	35,00	Loam	--
20	-12,713	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
21	-13,670	20,00	20,00	35,00	Loam	--
22	-13,770	20,00	20,00	30,00	Loam	--
23	-13,870	20,00	20,00	35,00	Loam	--
24	-14,089	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
25	-14,508	20,00	20,00	35,00	Loam	--
26	-14,727	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
27	-15,565	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
28	-16,003	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
29	-16,422	20,00	20,00	35,00	Loam	--
30	-16,541	20,00	20,00	30,00	Loam	--
31	-16,641	20,00	20,00	32,50	Clay	--
32	-16,741	20,00	20,00	22,50	Clay	--
33	-17,179	20,00	20,00	32,50	Clay	--
34	-17,279	20,00	20,00	30,00	Loam	--
35	-17,617	20,00	20,00	32,50	Clay	--
36	-17,717	20,00	20,00	22,50	Clay	--
37	-17,936	20,00	20,00	30,00	Loam	--
38	-18,055	20,00	20,00	35,00	Loam	--
39	-18,155	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
40	-18,474	20,00	20,00	35,00	Loam	--
41	-18,593	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
42	-18,693	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
43	-19,131	20,00	22,00	40,00	Sand	0,200
44	-19,569	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
45	-19,907	20,00	22,00	40,00	Sand	0,200
46	-20,345	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
47	-21,678	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
48	-22,016	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
49	-22,592	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
50	-23,268	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
51	-24,301	20,00	22,00	40,00	Sand	0,200
52	-24,658	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
53	-25,015	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
54	-25,134	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200

### 2.6.2 Soil Profile C04-1515

Belonging to CPT	C04-1515
Surface level in [m. reference level] :	0,92
Phreatic level in [m. reference level] :	-0,65
Pile tip level in [m. reference level] :	-14,00
Top of positive skin friction zone in [m. reference level] :	-12,75
Bottom of negative skin friction zone in [m. reference level] :	-9,75
OCR-value foundation layer :	1,00
Expected groundlevel settlement in [m] :	0,00
Number of layers in profile :	59



Number layer	Top layer [m R.L.]	Gamma [kN/m <sup>3</sup> ]	Gamma:sat [kN/m <sup>3</sup> ]	Phi [deg]	Soil Type	Median (Sand/Gravel [mm])
1	0,920	18,00	20,00	32,50	Sand	0,200
2	-4,350	12,00	12,00	15,00	Peat	--
3	-5,100	15,00	15,00	15,00	Clay	--
4	-5,850	18,00	18,00	22,00	Clay	--
5	-7,350	17,00	19,00	27,00	Sand	0,200
6	-8,200	16,00	16,00	15,00	Clay	--
7	-8,500	18,00	18,00	25,00	Loam	--
8	-9,100	16,00	16,00	15,00	Clay	--
9	-9,500	18,00	18,00	25,00	Loam	--
10	-9,750	15,00	15,00	15,00	Clay	--
11	-10,200	18,00	18,00	25,00	Loam	--
12	-10,400	16,00	16,00	15,00	Clay	--
13	-10,900	18,00	18,00	25,00	Loam	--
14	-12,150	12,00	12,00	15,00	Peat	--
15	-12,500	15,00	15,00	15,00	Clay	--
16	-12,750	20,00	20,00	30,00	Loam	--
17	-12,855	20,00	20,00	35,00	Loam	--
18	-13,055	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
19	-13,355	20,00	20,00	35,00	Loam	--
20	-13,555	20,00	20,00	30,00	Loam	--
21	-13,755	20,00	20,00	35,00	Loam	--
22	-13,855	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
23	-14,674	20,00	20,00	35,00	Loam	--
24	-14,774	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
25	-15,274	20,00	20,00	35,00	Loam	--
26	-15,374	20,00	20,00	30,00	Loam	--
27	-15,674	20,00	20,00	32,50	Clay	--
28	-15,774	20,00	20,00	22,50	Clay	--
29	-15,874	17,00	17,00	17,50	Clay	--
30	-15,993	15,00	15,00	15,00	Clay	--
31	-16,193	17,00	17,00	17,50	Clay	--
32	-16,293	20,00	20,00	30,00	Loam	--
33	-16,393	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
34	-16,593	20,00	20,00	30,00	Loam	--

Number layer	Top layer [m R.L.]	Gamma [kN/m3]	Gamma:sat [kN/m3]	Phi [deg]	Soil Type	Median (Sand/Gravel) [mm]
35	-16,693	20,00	20,00	32,50	Clay	--
36	-16,793	20,00	20,00	25,00	Clay	--
37	-17,312	20,00	20,00	22,50	Clay	--
38	-17,412	20,00	20,00	32,50	Clay	--
39	-18,031	20,00	20,00	30,00	Loam	--
40	-18,131	20,00	20,00	35,00	Loam	--
41	-18,231	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
42	-18,431	20,00	20,00	35,00	Loam	--
43	-18,531	20,00	20,00	30,00	Loam	--
44	-18,631	20,00	20,00	32,50	Clay	--
45	-18,731	20,00	20,00	30,00	Loam	--
46	-18,850	20,00	20,00	35,00	Loam	--
47	-18,950	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
48	-19,150	20,00	22,00	40,00	Sand	0,200
49	-19,250	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
50	-19,450	20,00	22,00	40,00	Sand	0,200
51	-20,288	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
52	-21,526	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
53	-21,626	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
54	-22,345	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
55	-22,645	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
56	-23,264	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
57	-24,202	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
58	-25,540	20,00	22,00	40,00	Sand	0,200
59	-25,959	20,00	22,00	40,00	Sand	0,200

## 2.7 Pile Types

### 2.7.1 Pile type : Rect 290x290

Pile type : Prefabricated concrete pile

Materialtype for pile : Concrete

Slip layer : None

Pile shape : Rectangular pile

beta (Shape factor) according to figure 7i, NEN-EN 9997-1:2012.

s (factor for the influence of the shape of the crossection of the pile base) according to NEN-EN 9997-1:2012.

Pile dimensions :

Smallest side pile tip [m] : 0,290

Largest side pile tip [m] : 0,290

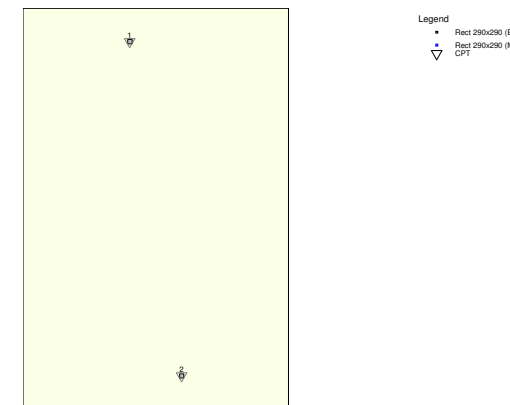
## 2.8 Foundation Plan

Number of piles : 2

Number of collaborating piles\* : 1

\* : 0 = not defined, 1 = non rigid superstructure, >1 = rigid superstructure

### 2.8.1 View of Foundation Plan



Pile nr/name	X-coordinate [m]	Y-coordinate [m]	Fc;d (STR/GEO) [kN]	Fc;d (SLS) [kN]	P0 [kN/m2]	Pile head level [m R.L.]
1: 1	118181,79	488702,47	0,00	0,00	0,00	-3,75
2: 2	118185,17	488680,65	0,00	0,00	0,00	-3,75

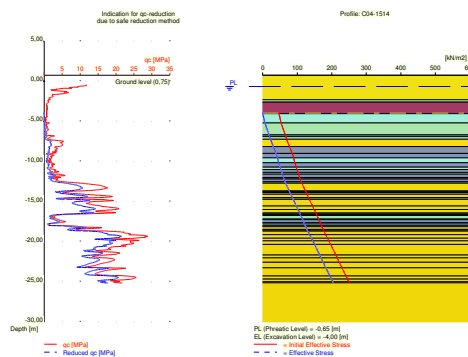
## 2.9 Excavation Data

Excavation level in [m. reference level] :

-4,00

Reduction model :

Safe (NEN)



## 2.10 Overruled Parameters

User defined Factor xi3 [-]	1,39
User defined Factor xi4 [-]	1,39
User defined gamma;b [-]	1,20
User defined gamma;s [-]	1,20
User defined gamma;f;nk [-]	1,40

## 2.11 Model Options

Suppress pile group (for negative skin friction)  
Do not create intermediate results file  
Use reduction for continuous flight auger piles (standard)  
Suppress the influence of excavations.

## 2.12 Model Options

Selected pile types :  
-Rect 290x290

Selected profiles :  
-C04-1514  
-C04-1515

Trajectory  
-begin [m] : -13,60  
-end [m] : -14,50  
-interval [m] : 0,10

## 3 Bearing Piles (EC7-NL): Results of the Option Preliminary Design, Indication Bearing Ca

### 3.1 Errors and Warnings

Warning : The factor xi3 (NEN-EN 1997 1:2005 NEN-EN 9997-1, annex A) is user defined. is user defined. Evidence to support this from the NEN deviating value has to be provided.

Warning : The factor xi4 (NEN-EN 1997 1:2005 NEN-EN 9997-1, annex A) is user defined. is user defined. Evidence to support this from the NEN deviating value has to be provided.

Warning : The factor gamma;b (NEN-EN 1997 1:2005 NEN-EN 9997-1, annex A) is user defined. Evidence to support this from the NEN deviating value has to be provided.

Warning : The factor gamma;s (NEN-EN 1997 1:2005 NEN-EN 9997-1, annex A) is user defined. Evidence to support this from the NEN deviating value has to be provided.

Warning : The factor gamma;f;nk (NEN-EN 1997 1:2005 par. 7.3.2.2: NEN-EN 9997-1) is user defined. Evidence to support this from the NEN deviating value has to be provided.

Soil profile C04-1514

Warning : The lowest pile head level lies below the surface level. The maximum value for the top of the friction zones is therefor reset to -3,75 m relative to reference level.

Soil profile C04-1515

Warning : The lowest pile head level lies below the surface level. The maximum value for the top of the friction zones is therefor reset to -3,75 m relative to reference level.

### 3.2 Remarks

When checking the survey and testing of soil according to NEN-EN 9997-1 art 3.2.3 lid (e), the program uses the provided CPT test level. It does NOT take into account possible different pile tip levels. When different pile tip levels are used in this calculation, the user itself must check for possibly required additional survey and testing of soil.

Note : The calculations performed are based on a single pile for limit state STR/GEO (= ultimate limit state). Due to the nature of preliminary design, a single pile is always assumed. A possible pileplan is disregarded when using the preliminary design option. Hence a non rigid superstructure is assumed and pile group effects are not considered.

### 3.3 Calculation Parameters

#### 3.3.1 Pile Factors

gamma;b (Limit State STR/GEO, user defined)	1,20
gamma;s (Limit State STR/GEO, user defined)	1,20
xi3 (user defined)	1,39
xi4 (user defined)	1,39

Note: The excavation(s) is not taken into account in the calculation!

#### 3.3.2 Pile type : Rect 290x290

Pile type : Prefabricated concrete pile

Materialtype for pile : Concrete  
Slip layer : None  
Pile shape : Rectangular pile

beta (Shape factor: figuur 7i, NEN-EN 1997 1:2005 par. 7.6.2.3(g): NEN-EN 9997-1 : Pile tip) : 1,00  
s (NEN-EN 1997 1:2005 par. 7.6.2.3(h), NEN-EN 9997-1 : factor for the influence of the shape of the crosssection of the pile base) : 1,00

Pile dimensions :  
Smallest side pile tip [m] : 0,290  
Largest side pile tip [m] : 0,290



CPT	Alpha_s Sand/ Gravel	Alpha_s Clay/Loam Peat	Alpha_p
C04-1514	0,0100	0,0250	0,7000
C04-1515	0,0100	0,0250	0,7000

### 3.4 Results Bearing Forces for Pile type : Rect 290x290

CPT name	Level [m R.L.]	Rb;cal;max [kN]	Rs;cal;max [kN]	Rc;cal;max [kN]	Rc;d [kN]	F;nsf;rep [kN]	Fnsf;d [kN]	Rc;net;d [kN]
C04-1514	-13.60	294	200	494	296	114	159	137
C04-1514	-13.70	277	217	494	296	114	159	137
C04-1514	-13.80	307	237	544	326	114	159	167
C04-1514	-13.90	370	253	623	374	114	159	215
C04-1514	-14.00	386	273	659	395	114	159	236
C04-1514	-14.10	398	298	696	417	114	159	258
C04-1514	-14.20	404	312	716	429	114	159	270
C04-1514	-14.30	399	331	730	438	114	159	279
C04-1514	-14.40	379	348	727	436	114	159	277
C04-1514	-14.50	369	366	735	441	114	159	282
C04-1515	-13.60	245	136	381	228	0	0	228
C04-1515	-13.70	316	150	466	279	0	0	279
C04-1515	-13.80	393	170	563	338	0	0	338
C04-1515	-13.90	408	188	596	357	0	0	357
C04-1515	-14.00	419	202	621	372	0	0	372
C04-1515	-14.10	404	220	624	374	0	0	374
C04-1515	-14.20	331	238	569	341	0	0	341
C04-1515	-14.30	308	255	563	338	0	0	338
C04-1515	-14.40	303	258	561	336	0	0	336
C04-1515	-14.50	272	272	544	326	0	0	326

\* Rc;net;d = Rc;d - Fnsf;d

### 3.5 Summary Net Bearing Capacity in kN

CPT name	Groundlevel [m R.L.]	Level [m R.L.]	Rect 290x290 Rc;net;d [kN]
C04-1514	0,75	-13,60	137,00
C04-1514	0,75	-13,70	137,00
C04-1514	0,75	-13,80	167,00
C04-1514	0,75	-13,90	215,00
C04-1514	0,75	-14,00	236,00
C04-1514	0,75	-14,10	258,00
C04-1514	0,75	-14,20	270,00
C04-1514	0,75	-14,30	279,00
C04-1514	0,75	-14,40	277,00
C04-1514	0,75	-14,50	282,00
C04-1515	0,92	-13,60	228,00
C04-1515	0,92	-13,70	279,00
C04-1515	0,92	-13,80	338,00
C04-1515	0,92	-13,90	357,00
C04-1515	0,92	-14,00	372,00
C04-1515	0,92	-14,10	374,00
C04-1515	0,92	-14,20	341,00
C04-1515	0,92	-14,30	338,00
C04-1515	0,92	-14,40	336,00
C04-1515	0,92	-14,50	326,00

\* Rc;net;d = Rc;d - Fnsf;d

**End of Report**

# Bijlage 5

## Berekeningen bovenbelasting op het regenwaterriool

•

Beheer: Geert in 't Veld

Veiligheidsfactoren (zie werkblad 'veiligheidsfactoren')	Eenheid	Klasse	Waarde	Toelichting
Maximale passieve grondbelasting	-	V	1,10	(zie NEN 3650-1:2012 Tabel B.3 - Partiële factoren op grondmechanische parameters voor de sterkteberekening)
Eigen gewicht van de leiding	-	BC3	1,10	(zie NEN 3650-2:2012 Tabel 2 - Belastingscombinaties en belastingsfactoren voor uiterste grenstoestanden)
Eigen gewicht van de leidinginhoud	-	BC3	1,10	(zie NEN 3650-2:2012 Tabel 2 - Belastingscombinaties en belastingsfactoren voor uiterste grenstoestanden)
Eigen gewicht kessen en palen	-	BC3	1,10	(zie NEN 3650-2:2012 Tabel 2 - Belastingscombinaties en belastingsfactoren voor uiterste grenstoestanden)
Verkeersbelasting	-	BC3	1,35	(zie NEN 3650-2:2012 Tabel 2 - Belastingscombinaties en belastingsfactoren voor uiterste grenstoestanden)

# **Bijlage 6**

## **Berekeningsmethodiek bovenbelasting**

•

## Berekeningsmethodiek bovenbelasting op een leiding

De karakteristieke waarde van de totale bovenbelasting per strekkende meter leiding is berekend volgens de NEN 3650-1: 2012 [Eisen voor buisleidingssystemen - Deel 1: Algemene eisen, Bijlage C: Ontwerpaspecten - Belastingen] en bestaat uit:

- de maximale passieve gronddruk  $Q_p = Q_n \cdot (1 + f_m \cdot H/D_o)$ , waarbij  
 $Q_n$  = de neutrale grondbelasting =  $\gamma_d \cdot H \cdot D_o$ ;
- het eigen gewicht van de leiding  $Q_{eg} = (D_o^2 - D_i^2) \cdot \pi/4 \cdot \gamma_m$ ;
- het gewicht van de buisinhoud  $Q_w = D_i^2 \cdot \pi/4 \cdot \gamma_w$ ;
- de verkeersbelasting  $Q_v = q_v \cdot D_o \cdot S$ .

Waarbij:

- $\gamma_d$  = droog volumiek gewicht aanvulzand ( $\text{kN/m}^3$ );
- $\gamma_n$  = nat volumiek gewicht aanvulzand ( $\text{kN/m}^3$ );
- $\gamma_w$  = volumiek gewicht water ( $\text{kN/m}^3$ );
- $\gamma_m$  = volumiek gewicht buismateriaal ( $\text{kN/m}^3$ );
- $H$  = gronddekking (m);
- $f_m$  = grondbelastingfactor van Marston (-);
- $D_o$  = uitwendige diameter (m);
- $D_i$  = inwendige diameter (m);
- $q_v$  = gronddruk op buiskruinniveau ten gevolge van een aslaststelsel ( $\text{kN/m}^2$ ), volgens het "Fatigue Load Model 2, Lorry 4" van NEN-EN 1991-2:2011 of het "Load Model 3" van NEN-EN 1991-2:2011;
- $S$  = stootcoëfficiënt (-).

Voor de totale belasting op en van de constructie per leidingsegmentlengte komt hier nog bij:

- het gewicht van de kespen  $Q_{kespen} = a \cdot Q_{enkele\ kesp}$  (voor  $a = 2$  of  $3$ );
- het gewicht van de palen  $Q_{palen} = b \cdot Q_{enkele\ paal}$  (voor  $b = 4$  of  $6$ );

Om de rekenwaarde van de totale bovenbelasting te verkrijgen dienen de karakteristieke waarden te worden vermenigvuldigd met onzekerheids- en veiligheidsfactoren (volgens NEN 3650-1:2012 tabel B.3 en NEN 3650-2:2012 tabel 2). Deze factoren zijn:

- een onzekerheidsfactor voor de maximale passieve grondbelasting van 1,1;
- een veiligheidsfactor voor de maximale passieve grondbelasting van 1,1;
- een veiligheidsfactor voor de belasting van het gewicht van de leiding van 1,1;
- een veiligheidsfactor voor de belasting van de buisinhoud van 1,1;
- een veiligheidsfactor voor de belasting van de kespen van 1,1;
- een veiligheidsfactor voor de belasting van de palen van 1,1;
- een veiligheidsfactor voor de verkeersbelasting van 1,35.

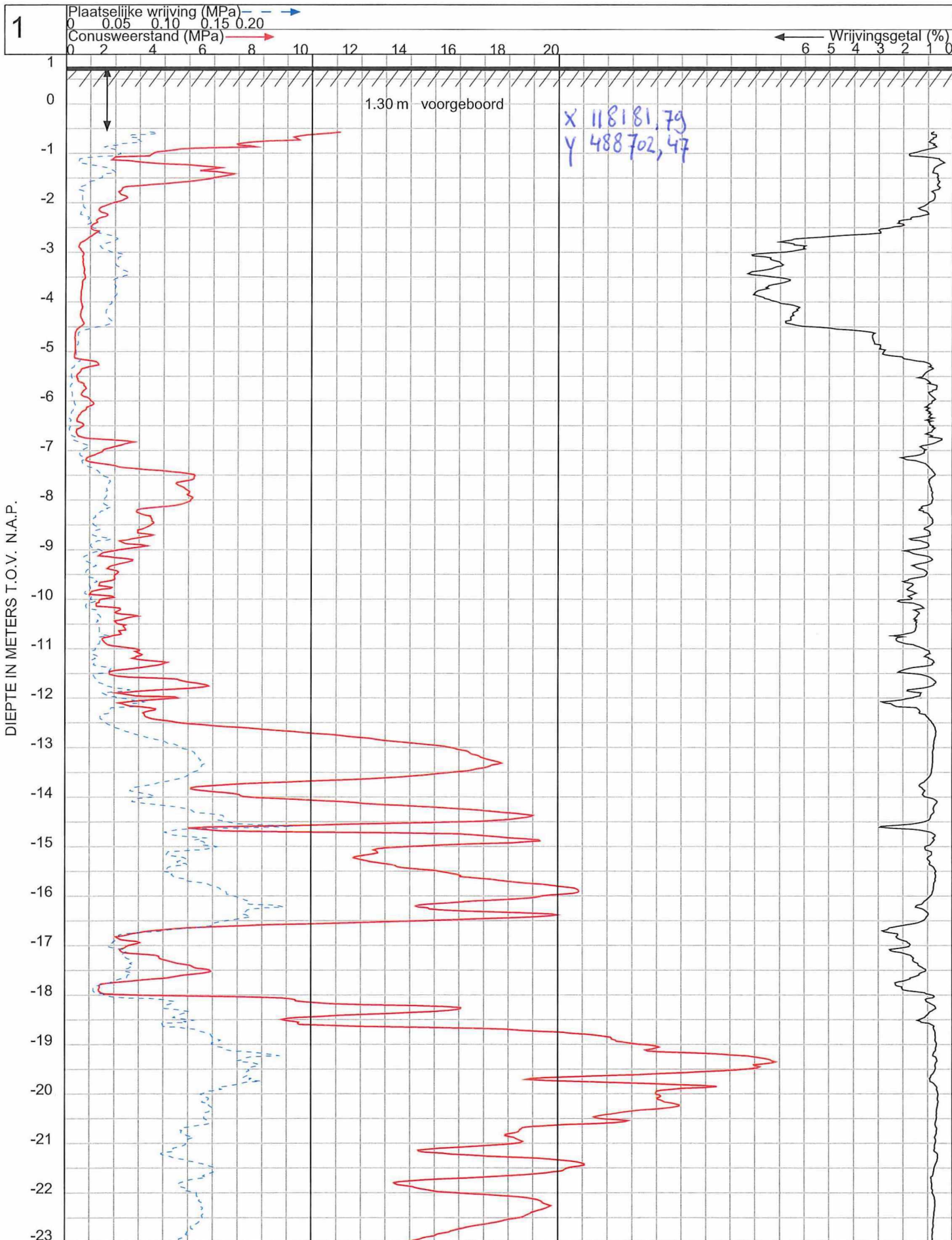
De rekenwaarde van de totale bovenbelasting  $Q_{totaal}$  per leidingsegment (lengte  $X$  m) is derhalve als volgt:

$$Q_{totaal} = X \cdot [1,1 \cdot (1,1 \cdot Q_p + Q_{eg} + Q_w) + 1,35 \cdot Q_v] + 1,1 \cdot (Q_{kespen} + Q_{palen})$$

# **Bijlage 7**

## **Sonderingen 1 (C04-1514) en 2 (C04-1515)**

-



GEO- EN MILIEUTECHNIEK b.v.

Plaats : Amsterdam

Maaiveld : 0.75 m t.o.v. N.A.P.

Uitgevoerd : 6-2-2017

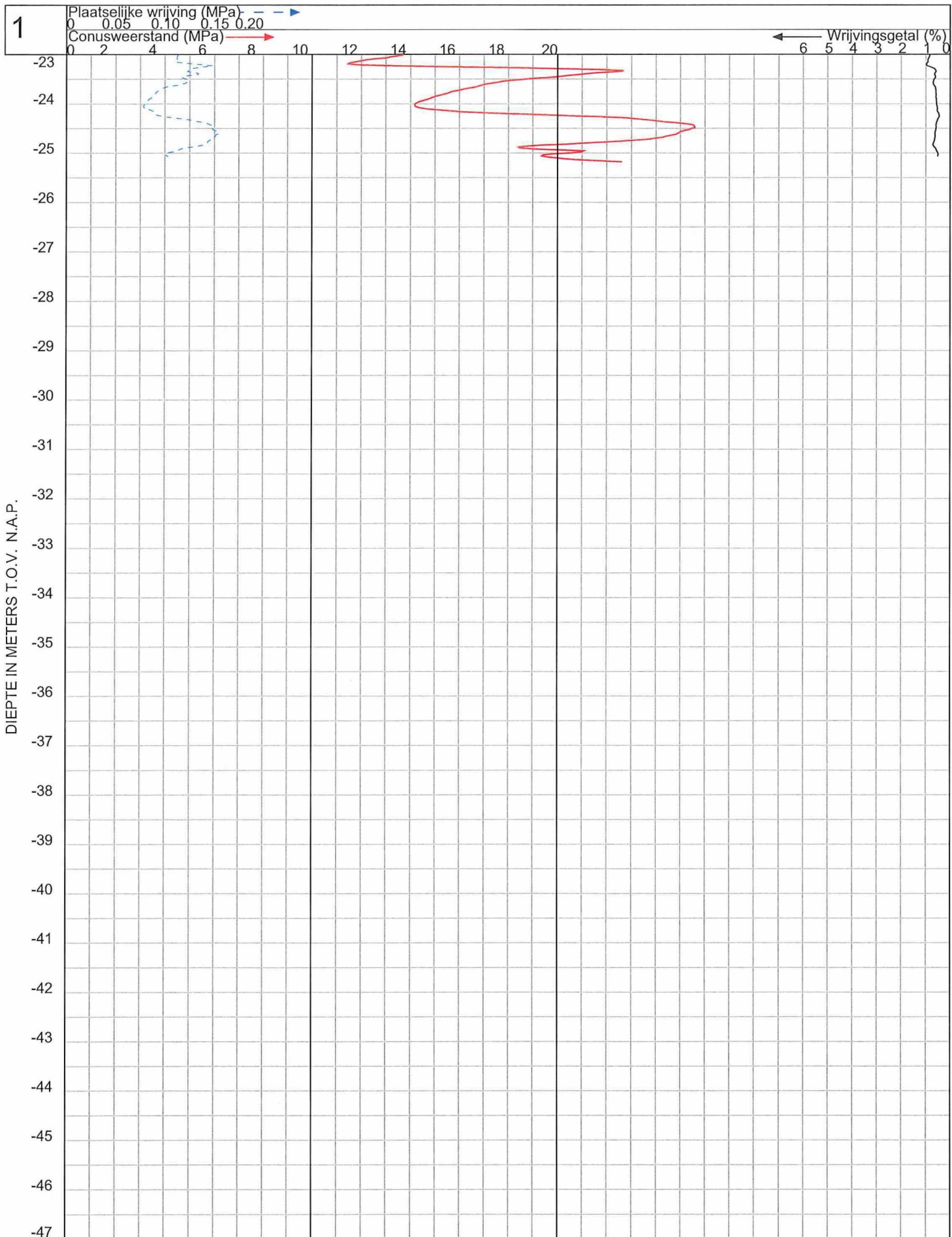
conus: CF-15 110601

Omschrijving : aanbrengen regenwaterriool, Haarlemmerweg

OPDRACHT NR: 710265

SONDERING : 1





GEO- EN MILIEUTECHNIEK b.v.

Plaats : Amsterdam

Maaiveld : 0.75 m t.o.v. N.A.P.  
 Uitgevoerd : 6-2-2017 conus : CF-15 110601  
 Omschrijving : aanbrengen regenwaterriool, Haarlemmerweg

OPDRACHT NR: 710265

SONDERING : 1



2

Plaatselijke wrijving (MPa) —→

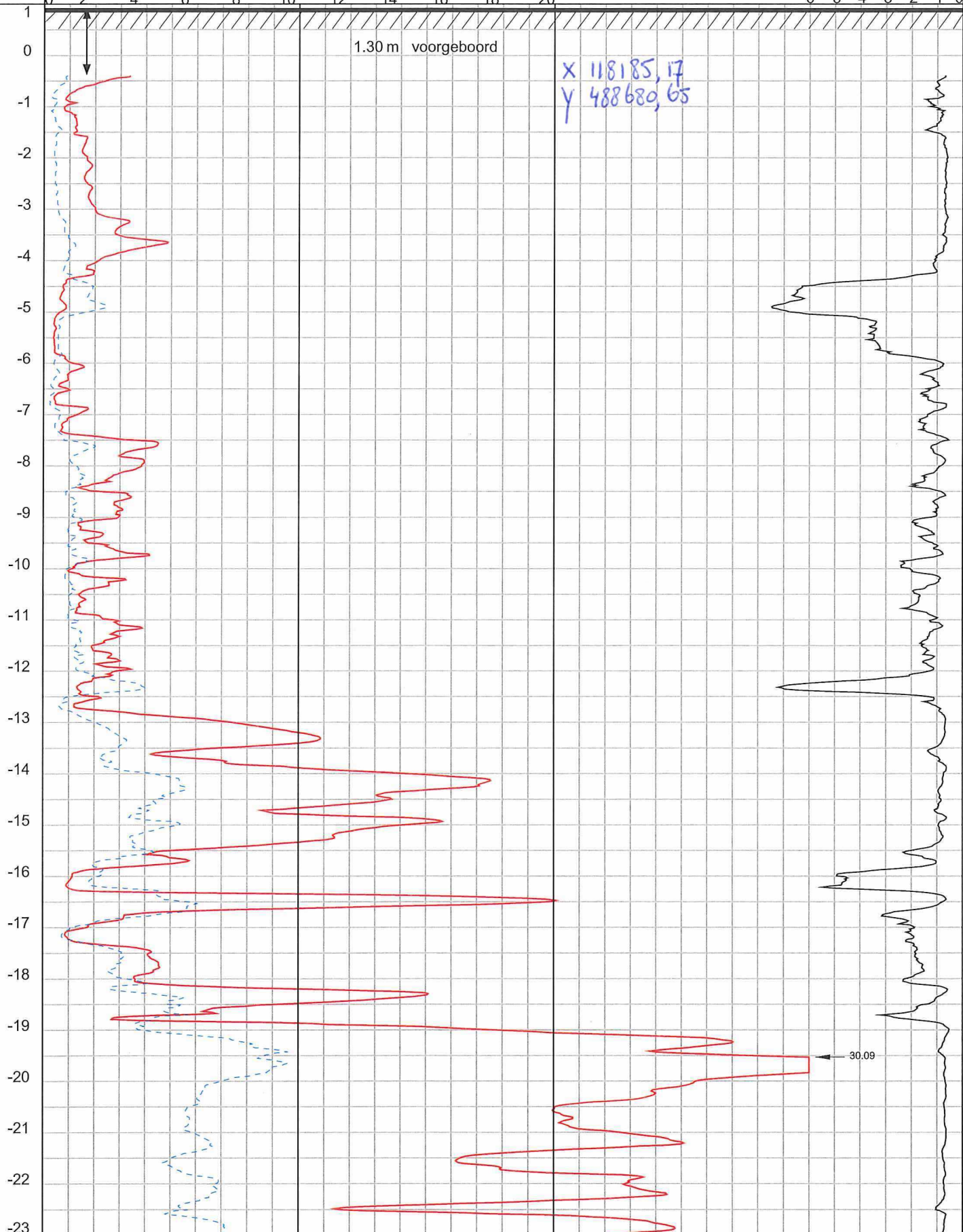
0 0.05 0.10 0.15 0.20

Conusweerstand (MPa) —→

← Wrijvingsgetal (%)

6 5 4 3 2 1 0

DIEPTE IN METERS T.O.V. N.A.P.



GEO- EN MILIEUTECHNIEK b.v.

Plaats : Amsterdam

Maaiveld : 0.92 m t.o.v. N.A.P.

Uitgevoerd : 6-2-2017

conus: CF-15 110601

Omschrijving : aanbrengen regenwaterriool, Haarlemmerweg

OPDRACHT NR: 710265

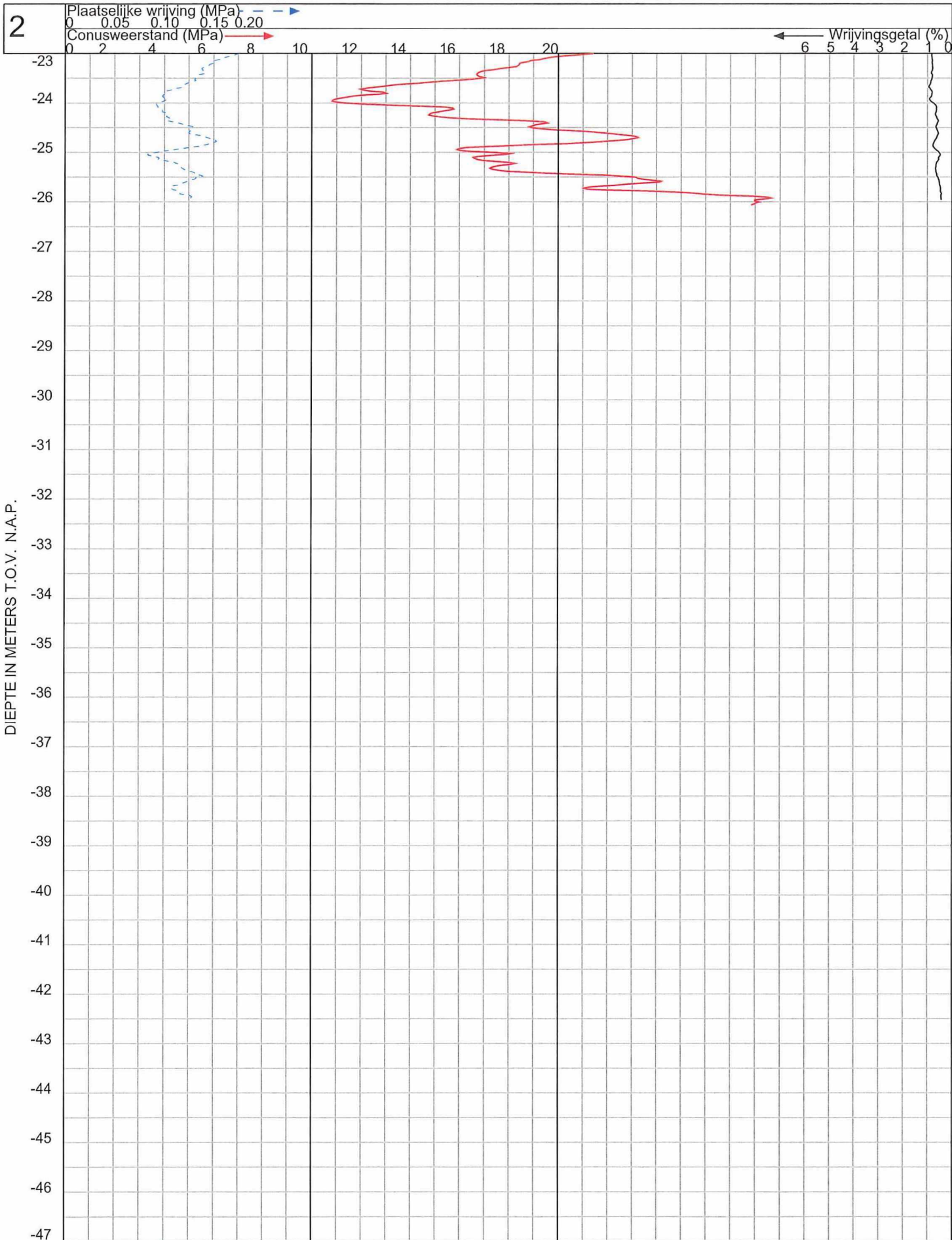
SONDERING : 2

16-2-2017

uitgevoerd volgens NEN-EN-ISO 2276-1: 2012/C1: 2013, toepassingsklasse 3

C04-1515

1/2



GEO- EN MILIEUTECHNIEK b.v.

Plaats : Amsterdam

Maaiveld : 0.92 m t.o.v. N.A.P.  
 Uitgevoerd : 6-2-2017 conus: CF-15 110601  
 Omschrijving : aanbrengen regenwaterriool, Haarlemmerweg

OPDRACHT NR: 710265

SONDERING : 2

# Bijlage 8

Continu-steekboring B1 (C04-865)

•

X 118190,62  
Y 488680,89

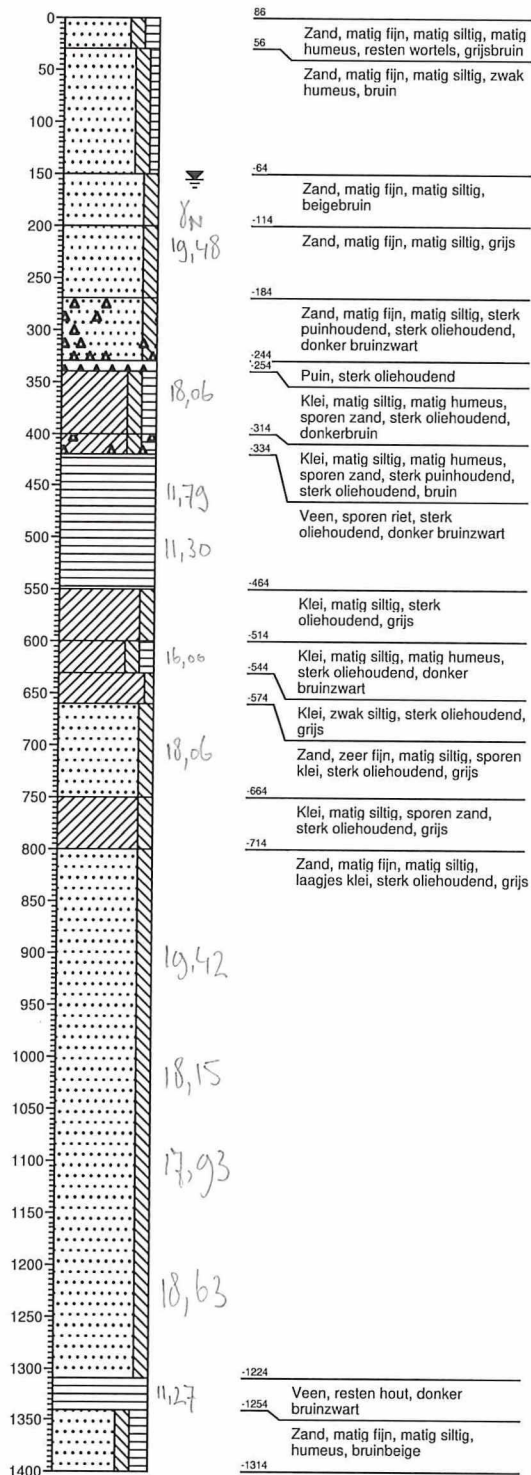


GEO- EN MILIEUTECHNIEK b.v.

## Boring:

Datum: 06-02-2017  
Maaiveldhoogte: 0,86 t.o.v. N.A.P.  
GWS: -0,69 t.o.v. N.A.P.

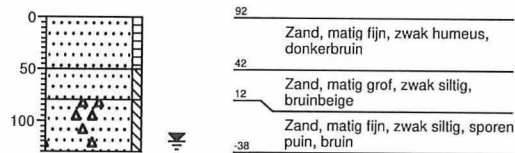
B1 (C04-865)



## Boring:

Datum: 06-02-2017  
Maaiveldhoogte: 0,92 t.o.v. N.A.P.  
GWS: -0,28 t.o.v. N.A.P.

## S2 voorboring



Grondwaterstand in het boor- / sondeergat is eenmalig bepaald en dient als indicatief te worden beschouwd.

Project: aanbrengen regenwaterriool, Haarlemmerweg  
Lokatiennaam: AMSTERDAM

Opdracht nr.: 710265



# Bijlage 9

## Analyselijst bij steekboring B1 (C04-865)

•

# Analyselijst

boring nr.	monster nr.	Diepte t.o.v. NAP		Grondsoort/ Grondsamenstelling	Volumieke massa		Watergehalte		Poriën- volume [%]	Verzadigings- graad [%]
		van [m]	tot [m]		nat [kN/m3]	droog [kN/m3]	massa [%]	volume [%]		
B1	1	-1,34	-1,44	Zand, matig fijn, matig siltig grijs	19,48	15,51	25,63	39,75	41,48	95,82
	2	-2,74	-2,84	Klei, matig siltig, matig humeus emt zandsporen donkerbruin	18,06	13,11	37,76	49,49	50,54	97,91
	3	-3,54	-3,64	Veen met rietsporen donkerbruin - zwart	11,79	2,88	309,35	89,06	89,14	99,92
	4	-4,24	-4,34	Veen met rietsporen donkerbruin - zwart	11,30	2,29	393,23	90,07	91,36	98,60
	5	-5,34	-5,44	klei, matig siltig, matig humeus donkerbruin - zwart	16,00	9,66	65,61	63,38	63,55	99,74
	6	-6,34	-6,44	Zand, zeer fijn, matig siltig met kleisporen, grijs	18,06	13,14	37,38	49,13	50,40	97,49
	7	-7,94	-8,04	Zand, matig fijn, matig siltig met kleilaagjes, grijs	19,42	15,44	25,78	39,81	41,73	95,41
	8	-9,54	-9,64	Zand, matig fijn, matig siltig met kleilaagjes, grijs	18,15	13,39	35,61	47,67	49,48	96,34
	9	-10,14	-10,24	Zand, matig fijn, matig siltig met kleilaagjes, grijs	17,93	13,04	37,45	48,85	50,78	96,21
	10	-11,64	-11,74	Zand, matig fijn, matig siltig met kleilaagjes, grijs	18,63	14,21	31,17	44,29	46,39	95,46
	11	-12,34	-12,44	Veen, met houtresten donkerbruin - zwart	11,27	2,82	298,92	84,44	89,34	94,52

Opdr. nr.: 710265  
Project: Regenwaterriaal Haarlemmerweg  
Plaats: Amsterdam  
Datum: 22 februari 2017