

RAPPORTAGE  
betreffende

**VERBREIDING WATERGANG KORFTLAAN  
TE DELFT**


Opdrachtnummer: 3008-0042-000

Opdrachtgever : Van der Waal & Partners B.V.  
Postbus 373  
2670 AK NAALDWIJK

Datum grondonderzoek : 2, 3, 4 en 7 juli 2008

Projectleider : ing. J.S.J. Misker

Opgesteld door : ing. J. Vermeij  
Adviseur Geotechniek

VERSIE	DATUM	OMSCHRIJVING WIJZIGING	PARAAF PROJECTLEIDER
1	20 augustus 2008		

FILE: 3008-0042-000.R01.doc Op deze rapportage zijn de algemene leveringsvoorwaarden van de V.O.T.B. van toepassing die een aansprakelijkheidsbeperking bevatten.

## INHOUDSOPGAVE

	<u>Blz.</u>
1. INLEIDING	1
2. PROJECTOMSCHRIJVING	2
3. GRONDONDERZOEK	3
3.1. Uitzetten en waterpassen	3
3.2. Sonderen	3
3.3. Boren	3
4. TERREIN- EN BODEMGESTELDHEID	5
4.1. Grondparameters	5
5. ADVISERING TBV GEMAAL	8
5.1. Algemeen	8
5.2. Damwandadvies	8
5.2.1. Berekeningsmethode	8
5.2.2. Uitgangspunten berekeningen	9
5.2.3. Berekeningsresultaten	11
5.2.4. Toetsing stempelkracht	12
5.2.5. Toetsing vloeimoment en dwarskracht	12
5.2.6. Toetsing vervormingen	13
5.2.7. Samenvatting	13
5.2.8. Uitvoeringsaspecten damwandconstructie	13
6. ADVISERING TBV TE VERVANGEN DUIKER	15
6.1. Algemeen	15
6.2. Draagkracht fundering (grenstoestand 1A)	15
6.3. Zakkingen van de fundering (grenstoestand 2)	15
6.4. Uitvoeringsaspecten	16
7. STABILITEITSCONTROLE HERPROFILERING WATERGANG	17
7.1. Methode Bishop	17
7.2. Berekende stabiliteitsfactor	18

## BIJLAGEN

Nr.

### Grondonderzoek

- Situatietekening	3008-0042-000-1
- "Legenda Terreinproeven en Grondsoorten"	
- "Continu Elektrisch Sonderen"	
- Sondeergrafieken	3008-0042-000-DKM1 t/m DKM3
- Boorstaat	3008-0042-000-B1
- Handboorstaten	3008-0042-000-HB1 t/m HB6

### Damwandadvies

- Fasering damwandberekening	3008-0042-000-2 t/m 5
- Resultaten damwandberekening MSheet	3008-0042-000-6

### Funderingsadvies

- Berekening rekenwaarde draagkracht strookfundering	3008-0042-000-7
--	-----------------

## 1. INLEIDING

Op 13 juni 2008 ontving Fugro Ingenieursbureau B.V. te Leidschendam van Van der Waal & Partners B.V. te Naaldwijk de opdracht voor het uitvoeren van een geotechnisch onderzoek alsmede het uitbrengen van verschillende adviezen die betrekking hebben op de verbreding van de watergang langs de Korftlaan te Delft.

Dit rapport bevat:

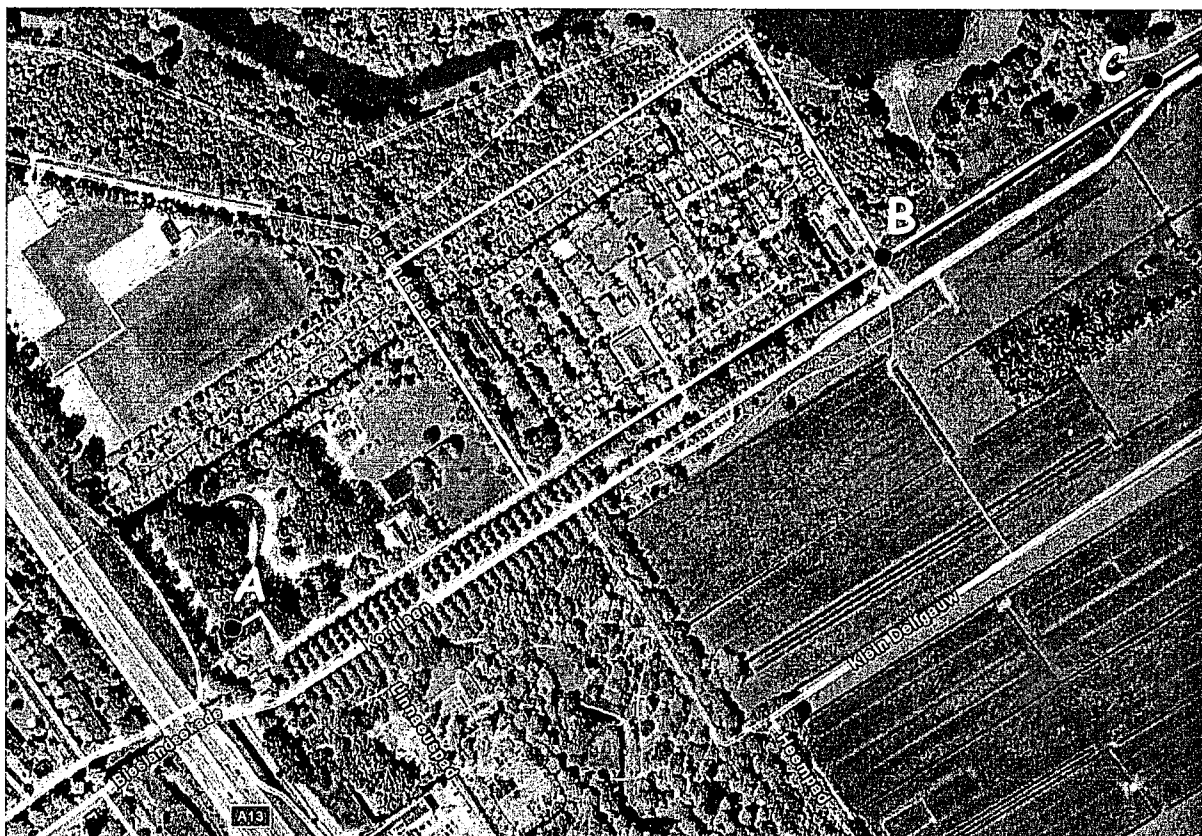
- Een korte projectomschrijving (hoofdstuk 2);
- Een beschrijving van het uitgevoerde grondonderzoek (hoofdstuk 3);
- Een omschrijving van de terrein- en bodemgesteldheid (hoofdstuk 4);
- Een damwandadvies ten behoeve van de bouw van een nieuw gemaal (hoofdstuk 5);
- Een advies met betrekking tot de fundering van een duiker (hoofdstuk 6);
- De resultaten van een stabiliteitsberekening ten behoeve van het herprofilen van de watergang (hoofdstuk 7).

Voor de bouwput ten behoeve van de bouw van het nieuwe gemaal is door Fugro tevens een oriënterend bemalingsadvies uitgebracht. Hiervoor wordt verwezen naar rapport 3008-0042-000.R02.

## 2. PROJECTOMSCHRIJVING

De projectlocatie ligt langs de Korftlaan in het noordoosten van Delft, ten oosten van de snelweg A13.

Het plan betreft de verbreding en herprofilering van de hier aanwezige watergangen. Tevens wordt er een nieuw gemaal gerealiseerd. In onderstaande figuur 2-1 is een luchtfoto van de locatie weergegeven.



Figuur 2-1: Bovenaanzicht projectlocatie.

In bovenstaande figuur zijn een drietal locaties aangegeven waarvoor Fugro berekeningen uit heeft gevoerd.

Op locatie A wordt een nieuw gemaal gerealiseerd. Teneinde de bouw van het gemaal mogelijk te maken wordt een bouwput gegraven. Fugro heeft opdracht gekregen ten behoeve van deze bouwput een damwandadvies alsmede een oriënterend bemalingsadvies te geven. Het bemalingsadvies is een apart rapport uitgebracht, te weten 3008-0042-000.R02.

Op locatie B wordt de bestaande duiker vervangen door een groter exemplaar. Fugro heeft opdracht gekregen ten behoeve van de nieuwe duiker een funderingsadvies op te stellen.

Ter plaatse van locatie C ligt de Korftlaan dicht langs de te verbreden watergang. Fugro heeft opdracht gekregen de stabiliteit van het nieuwe profiel van de watergang te controleren.

### 3. GRONDONDERZOEK

Het grondonderzoek voor dit project heeft bestaan uit:

- 3 sonderingen met meting van de plaatselijke wrijvingsweerstand (code DKM) tot 20 m diepte;
- 1 mechanische boring tot 15 m diepte;
- 6 handboringen tot 3 m diepte;
- Plaatsing van 2 peilbuizen.

#### 3.1. Uitzetten en waterpassen

De onderzoekslocaties zijn door Fugro uitgezet en gewaterpast (ten opzichte van NAP) en zijn aangegeven op de situatietekening in bijlage 3008-0042-000-1. Hierbij heeft de door de opdrachtgever verstrekte tekening als basis gediend.

Voor de waterpassing zijn een tweetal bouten (37E172; NAP -1,000 m en 77168; NAP -0,525 m) als uitgangspunt voor de hoogte gehanteerd. De hoogtebepaling van de onderzoekslocaties in het terrein is uitgevoerd met als doel de bodemopbouw te refereren aan NAP. De gerapporteerde hoogtes zijn niet geschikt voor andere doeleinden dan dit onderzoek.

Voor een verklaring van de op de situatietekening gebruikte tekens en symbolen wordt verwezen naar de bijlage "Legenda Terreinproeven en Grondsoorten".

#### 3.2. Sonderen

Het aantal en de locaties van de sonderingen zijn door de opdrachtgever vastgesteld. Wanneer de sonderingen gebruikt worden voor de toetsing van geotechnische constructies, dienen de aard en omvang van het grondonderzoek te voldoen aan art. 8.4.1. van NEN 6740, 1991, gecorrigeerd in september 2006.

De sonderingen zijn uitgevoerd met de elektrische Fugro-(kleefmantel)conus conform norm NEN 5140. Een beschrijving van de gevolgde meet- en registratiemethode is gegeven in de bijlage "Continu Elektrisch Sonderen".

De resultaten van de sonderingen zijn getekend op de grafieken 3008-0042-000-DKM1 t/m DKM3, waarop de diepte is uitgezet in meters ten opzichte van NAP.

Op de sondeergrafieken is het wrijvingsgetal weergegeven. Dit is de verhouding tussen de plaatselijke wrijvingsweerstand en de conusweerstand. Empirisch is vastgesteld dat het wrijvingsgetal een nauwe relatie heeft met de grondsoort, zodat een goede indicatie van de laagopbouw is verkregen.

#### 3.3. Boren

De mechanische boring is uitgevoerd conform NEN 5119. De boring is verbuisd uitgevoerd, waarbij de grond uit de buis is verwijderd met behulp van een puls (niet cohesieve gronden, zand, grind) en/of een avegaarboor (cohesieve gronden, klei, veen). Tijdens het boren is van elke laagwisseling een geroerd monster genomen en in het veld geïdentificeerd.

Het resultaat van de boring is weergegeven op de boorstaat 3008-0042-000-B1, waarbij de diepte is uitgezet ten opzichte van NAP.

In het boorgat zijn peilbuizen geplaatst conform NEN 5120 met de onderkant van de filters op NAP -2,9 m en NAP -15,9 m. De peilbuizen zijn ingetekend op de boorstaat en de locatie ervan is aangegeven op de situatietekening.

#### 4. TERREIN- EN BODEMGESTELDHEID

De maaiveldniveaus ter plaatse van de onderzoekslocaties varieerden ten tijde van het onderzoek van NAP -0,90 m tot NAP -1,90 m.

In onderstaande tabel 4-1 is de globale bodemgesteldheid ter plaatse van de onderzoekslocaties weergegeven.

Tabel 4-1: Globale bodemgesteldheid.

Diepte bovenkant laag in m t.o.v. NAP	Bodembeschrijving
-0,90 à -1,90	Toplaag <u>ZAND</u> , los gepakt, plaatselijk sterk siltig of <u>KLEI</u> , uitgedroogd
-2,70 à -4,50	<u>VEEN</u>
-5,20 à -5,70	<u>KLEI</u> , plaatselijk sterk siltig/zandig
-13,50 à -19,00	<u>ZAND</u> , matig gepakt
-21,00 à -22,00	Maximaal verkende diepte

Het peil van een nabijgelegen open water is gedurende het grondonderzoek aangetroffen op een niveau variërend van NAP -1,72 m tot NAP -3,13 m, de locaties zijn weergegeven op de situatietekening in bijlage 3008-0042-000-1. Deze waterstanden zijn bedoeld als een oriënterend gegeven.

Door na het trekken van de sondeerstangen te peilen in de sondeergaten, is de grondwaterstand vastgesteld op 0,60 m tot 0,70 m beneden maaiveld, hetgeen overeenkomt met circa NAP -2,35 m. Deze grondwaterstand is een éénmalige opname en slechts bedoeld als een oriënterend gegeven. De (grond)waterstand kan in de tijd (sterk) fluctueren.

##### 4.1. Grondparameters

Voor de berekeningen zijn representatieve waarden voor de relevante grondparameters bepaald aan de hand van interpretatie van het beschikbare grondonderzoek, tabel 1 uit NEN 6740, CUR-publicatie C166 en de in onze archieven beschikbare informatie. In tabellen 4-2 en 4-3 zijn de in de damwandberekening gehanteerde geotechnische parameters gegeven. In tabel 4-4 zijn de relevante geotechnische parameters voor de funderingsberekening voor de duiker weergegeven. In tabel 4-5 tot slot staan de gehanteerde geotechnische parameters ten behoeve van de stabiliteitsberekening gegeven.

Tabel 4-2: Representatieve waarden grondparameters tbv de damwandberekening gemaal.

bovenkant laag [m t.o.v. NAP]	grondlaag	$\gamma / \gamma_{\text{sat}}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]	$\delta$ [°]
-0,95	ZAND	17 / 19	0	30	20
-2,70	ZAND, sterk siltig	17 / 19	0	25	16,7
-3,90	ZAND, los gepakt	17 / 19	0	30	20
-4,50	VEEN	12 / 12	2	15	0
-5,20	KLEI, matig vast	15 / 15	5	17,5	11,7
-7,00	KLEI, siltig	16 / 16	1	25	16,7
-10,00	KLEI, siltig/zandig	17 / 18	0	30	20
-16,50	KLEI, matig vast	15 / 15	5	17,5	11,7
-18,50	ZAND, matig gepakt	18 / 20	0	32,5	21,7

Tabel 4-3: Representatieve waarden stijfheidparameters tbv de damwandberekening gemaal.

bovenkant laag [m t.o.v. NAP]	grondlaag	horizontale beddingconstante [kN/m <sup>3</sup> ]					
		lage waarden			hoge waarden		
		$k_{h,1}$	$k_{h,2}$	$k_{h,3}$	$k_{h,1}$	$k_{h,2}$	$k_{h,3}$
-0,95	ZAND	12000	6000	3000	12000	6000	3000
-2,70	ZAND, sterk siltig	12000	6000	3000	12000	6000	3000
-3,90	ZAND, los gepakt	12000	6000	3000	12000	6000	3000
-4,50	VEEN	2000	800	500	2000	800	500
-5,20	KLEI, matig vast	4000	2000	800	4000	2000	800
-7,00	KLEI, siltig	6000	4000	2000	6000	4000	2000
-10,00	KLEI, siltig/zandig	6000	4000	2000	6000	4000	2000
-16,50	KLEI, matig vast	4000	2000	800	4000	2000	800
-18,50	ZAND, matig gepakt	20000	10000	5000	20000	10000	5000

Tabel 4-4: Representatieve waarden grondparameters tbv de funderingsberekening duiker.

bovenkant laag [m t.o.v. NAP]	grondlaag	$\gamma / \gamma_{\text{sat}}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi'$ [°]	$C'$ [-]
-1,65	KLEI, toplaag uitgedroogd	15 / 15	17,5	12
-4,20	VEEN	11 / 11	15	5
-5,70	KLEI, matig vast	15 / 15	22,5	15
-19,00	ZAND, matig gepakt	18 / 20	30	200



Tabel 4-5: Representatieve waarden grondparameters tbv de stabiliteitsberekening.

bovenkant laag [m t.o.v. NAP]	grondlaag	$\gamma / \gamma_{\text{sat}}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
-1,80	KLEI, uitgedroogd	15 / 15	4	20
-2,70	VEEN	11 / 11	2	15
-5,00	KLEI, siltig	16 / 16	1	25
-9,50	KLEI, matig vast	17 / 17	5	17,5
-13,50	ZAND, matig gepakt	17 / 19	0	30

Opmerkingen bij de tabellen:

- $\gamma$  en  $\gamma_{\text{sat}}$  = volumiek gewicht; sat = verzadigd
- $c'$  = effectieve cohesie
- $\phi'$  = effectieve hoek van inwendige wrijving
- $\delta$  = wandwrijvingshoek
- voor een berekening conform CUR Publicatie 166 kan een multi-lineaire veer karakteristiek worden gehanteerd, bestaande uit 3 tussentakken aangeduid met  $k_{h,1}$  t/m  $k_{h,3}$ , waarin:
  - $k_{h,1}$  = lage- of hoge waarde voor de horizontale beddingconstante van tak 1
  - $k_{h,2}$  = lage- of hoge waarde voor de horizontale beddingconstante van tak 2
  - $k_{h,3}$  = lage- of hoge waarde voor de horizontale beddingconstante van tak 3.

## 5. ADVISERING TBV GEMAAL

### 5.1. Algemeen

Het constructieve aanlegniveau van het nieuwe te realiseren gemaal bevindt zich conform de door de opdrachtgever ter beschikking gestelde tekening (WAPA080134-37003, blad 1) op circa NAP -4,10 m. Dit is circa 2 meter onder de waterstand in de watergang ter plaatse. Om de bouw van het gemaal in den droge uit te kunnen voeren is de toepassing van een bouwput voorzien. Ten behoeve van deze bouwput is een oriënterend bemalingsadvies en een damwandadvies opgesteld. Voor het oriënterende bemalingsadvies wordt verwezen naar rapport 3008-0042-000.R02.

### 5.2. Damwandadvies

#### 5.2.1. Berekeningsmethode

De damwandberekening is uitgevoerd conform de norm geotechniek NEN 6740 en CUR-Publicatie 166 "Damwandconstructies" (4<sup>e</sup> druk), waarbij onderscheid is gemaakt in de uiterste grenstoestanden 1A en 1B (UGT) en de bruikbaarheidsgrenstoestand (BGT) ook wel grenstoestand 2 genoemd.

Bij het bereiken van de uiterste grenstoestand 1A is de stabiliteit van de gehele damwandconstructie nog juist gewaarborgd. In een eerder stadium kunnen echter al zodanige grote vervormingen van de damwandconstructie en het aangrenzende terrein optreden dat de stabiliteit van de daar aanwezige bouwwerken in gevaar komt. In die situatie is de uiterste grenstoestand 1B bereikt, die vervolgens een toetsing vereist van de optredende vervormingen aan de voor deze grenstoestand gestelde eisen.

De controle van de bruikbaarheidsgrenstoestand houdt eveneens verband met vervormingen, maar daarbij gaat het om de toetsing van de bruikbaarheid. Bij overschrijding van deze grenstoestand worden de vervormingen van de damwandconstructie en het aangrenzende terrein zodanig groot dat de bruikbaarheid in ernstige mate wordt geschaad. Hierbij moet onder andere worden gedacht aan invloed op belendende bebouwing en hinder voor verkeer en kranen door (ongelijkmatige) zakking van het achter de damwand gelegen terrein.

In het ontwerpstadium staat de controle van de uiterste grenstoestand (UGT) van de stabiliteit van de hoofdwand centraal, namelijk:

- Het overschrijden van de passieve weerstand van de damwand (grondbreuk);
- Het ontstaan van een vloeimoment/breukmoment in de damwandplanken;
- Het overschrijden van de draagkracht van eventuele stempels/ankers;

En, indien de damwand ook verticale belastingen moet opnemen:

- Het overschrijden van de verticale draagkracht.

Daarnaast worden de vervormingen in de bruikbaarheidsgrenstoestand (BGT) globaal gecontroleerd.

De damwandberekeningen zijn uitgevoerd met het eendimensionaal eindig elementenprogramma MSheet, waarmee momenten, dwarskrachten en verplaatsingen van een al dan niet (meervoudig) gestempelde of verankerde damwand kunnen worden berekend.

De gronddruk op de damwand wordt in de berekening afhankelijk gesteld van de uitbuiging van de wand. De spanningsrekrelatie van de grond wordt beschreven door een multi-lineaire veer karakteristiek bestaande uit 3 tussentakken, aangeduid met  $k_{h,1}$ ,  $k_{h,2}$  en  $k_{h,3}$ .

De volgende berekeningen zijn gemaakt:

- Berekeningen UGT

Met rekenwaarden voor de geotechnische- en geometrische parameters, alsmede rekenwaarden voor de buigstijfheid van de damwand en *lage* rekenwaarden voor de beddingsconstante van de grondlagen wordt een ontwerpberekening uitgevoerd, waarmee de minimale inbeddingsdiepte wordt bepaald.

De minimale inbeddingsdiepte kan echter ook beïnvloed worden door andere factoren, zoals de verticale draagkracht, geohydrologische omstandigheden en/of het beschikbare damwandprofiel.

Vervolgens worden gevoeligheidsberekeningen uitgevoerd met *lage* en *hoge* rekenwaarden voor de beddingsconstanten en wordt de inbeddingsdiepte geoptimaliseerd. Met deze berekeningen worden tevens eventuele onzekerheden in de buigstijfheid van de wand verwerkt. Ook wordt de grondwaterstand aan de *lage* zijde gevarieerd. De hier genoemde berekeningen zijn de berekeningen 6.1 t/m 6.4 volgens CUR 166.

- Berekening BGT

Ten slotte worden de berekeningen uitgevoerd met representatieve waarden van de geotechnische- en geometrische parameters. Door variatie van de beddingsconstanten (*hoge* en *lage* gemiddelde waarde) kan een goede indruk worden verkregen van de te verwachten uitbuigingen. Behalve voor de gebruikstoestand, wordt deze berekening ook gebruikt voor de toetsing van de uiterste grenstoestand, door een belastingsfactor van 1,2 op het moment, de snedekrachten en de anker/stempelkrachten te zetten (berekening 6.5 volgens CUR 166).

- Maatgevende waarden

De maatgevende rekenwaarden van moment  $M_{s;d}$  en dwarskracht  $D_{s;d}$  van de bovengenoemde berekeningen 6.1 t/m 6.5 dienen getoetst te worden aan de rekenwaarde van de sterkte van de plank volgens materiaalgebonden normen. Voor de toetsing van de rekenwaarde van de stempel/ankerkracht  $F_{s;A;d}$ , indien van toepassing, worden additionele partiële factoren gebruikt, onder andere vanwege het feit dat bij vloeï of breuk het stempel of anker volledig uitvalt.

### 5.2.2. Uitgangspunten berekeningen

#### *Veiligheidsklasse*

Conform CUR-Publicatie 166 is de constructie, gezien het geringe persoonlijke veiligheidsrisico, ingedeeld in veiligheidsklasse II.

#### *Damwandprofiel*

Op basis van oriënterende berekeningen is uitgegaan van stalen damwandprofiel type AZ26.

In de berekeningen zijn voor de eigenschappen van de damwand de volgende waarden gebruikt:

- $EI = 116.570 \text{ kNm}^2/\text{m}$
- $W = 2.600 \text{ cm}^3/\text{m}$

### Stempel / anker

Uit oriënterende berekeningen is gebleken dat een vrijstaande damwand (dus zonder verankering of stempeling) geen stabiele situatie en/of onacceptabele vervormingen oplevert. Voor de verdere uitwerking is derhalve uitgegaan van een gestempelde damwandconstructie.

Het stempel is geschematiseerd als een star steunpunt met een scharnierend verankeringspunt.

### Bouwfasen

In de berekeningen zijn de volgende bouwfasen beschouwd:

- Bouwfase 1: aanbrengen damwand;
- Bouwfase 2: ontgraven tot NAP -2,00 m, aanbrengen stempel op NAP -1,50 m;
- Bouwfase 3: ontgraven tot onderkant veenlaag, circa NAP -5,20 m. Verlagen GWS tot NAP -4,60 m;
- Bouwfase 4: aanbrengen zand tot NAP -4,10 m.

Voor eventuele geohydrologische aspecten wordt verwezen naar het oriënterende bemalingsadvies, rapport 3008-0042-000.R02.

### Terrein- en verkeersbelasting

Voor de verkeersbelasting aan de actieve zijde van de damwand is conform CUR 166 een waarde aangehouden van 50 kN/m<sup>2</sup> (representatieve waarde) op een afstand van 1 tot 3 meter uit de damwand.

### Geometrische parameters en overige uitgangspunten

De representatieve waarden voor de geometrische parameters en overige uitgangspunten zijn voor iedere bouwfase samengevat in tabel 5-1. De bovenkant van de damwand ligt op NAP -0,95 m. De juistheid van deze uitgangspunten moet door de opdrachtgever/constructeur worden gecontroleerd.

De in de berekeningen gehanteerde bouwfasering is grafisch weergegeven in de bijlagen 3008-0042-000-2 t/m 5.

Tabel 5-1: Representatieve waarden geometrische parameters.

bouw- fase	representatieve waarde maaiveld [m t.o.v. NAP]		representatieve waarde (grond)waterstand [m t.o.v. NAP]		bovenbelasting in kN/m <sup>2</sup> en traject in m vanaf damwand	opmerkingen
	hoge zijde	lage zijde	hoge zijde	lage zijde		
1	-0,95	-0,95	-2,10	-2,10	-	-
2	-0,95	-2,00	-2,10	-2,50	50 kN/m <sup>2</sup> / 1 tot 3 m	-
3	-0,95	-5,20	-2,10	-4,60	50 kN/m <sup>2</sup> / 1 tot 3 m	-
4	-0,95	-4,10	-2,10	-4,60	50 kN/m <sup>2</sup> / 1 tot 3 m	-

### Rekenwaarden

De rekenwaarden voor de geotechnische parameters worden gevonden door deling van de representatieve waarden ( $X_{rep}$ ) uit de tabellen in hoofdstuk 4 door materiaalfactoren uit tabel 2.5 van CUR-Publicatie 166. Bij de geometrische parameters uit tabel 5-1 wordt de rekenwaarde gevonden door toepassing van een additionele veiligheidsmarge, waarvoor een minimum geldt van  $\Delta$ . De gehanteerde factoren en veiligheidsmarges zijn samengevat in tabel 5-2.

Tabel 5-2: Partiele materiaalfactoren ( $\gamma$ ) en additionele veiligheidsmarges ( $\Delta$ ).

parameter	partiele materiaalfactor $\gamma$ betrokken op $X_{rep}$	additionele veiligheidsmarge $\Delta$ betrokken op $\mu$	rekenwaarde
	veiligheidsklasse II		
c' cohesie	1,00	-	$X_{rep}/\gamma$ (min)
$\phi'$ hoek van inwendige wrijving	1,15	-	$X_{rep}/\gamma$ (min)
kerende hoogte	-	0,30	Max ( $\mu+\Delta$ )
GWS lage zijde	-	0,20	Max ( $\mu+\Delta$ ) of Min( $(\mu-\Delta)$ )
GWS hoge zijde	-	0,05	Max ( $\mu+\Delta$ )
bovenbelasting:			
- permanent	1,0	-	
- veranderlijk	1,0	-	

De rekenwaarde van de buigstijfheid van de damwand is gelijk aan de representatieve waarde (partiele materiaalfactor 1,0).

Rekenwaarden voor de lage- en hoge waarden van de beddingsconstanten zijn verkregen door toepassing van partiele materiaalfactoren van respectievelijk 1,3 en 1,0 op de representatieve waarden.

### Berekeningsschema (stap 4 CUR 166)

De berekeningen zijn gemaakt volgens schema A, dat wil zeggen dat in alle bouwfases rekenwaarden van de parameters zijn gebruikt.

### 5.2.3. Berekeningsresultaten

In onderstaande tabel 5-3 zijn van de maatgevende doorsnede van de damwand de uitgangspunten en berekeningsresultaten gepresenteerd. De berekeningsresultaten zijn tevens gepresenteerd op de bijlage 3008-0042-000-6.

Tabel 5-3: Maatgevende rekenwaarden en uitgangspunten voor toetsing grenstoestand 1A en 2.

Damwand profiel	AZ26 of gelijkwaardig
lengte	13 m
inbeddingsdiepte	NAP -13,95 m
traagheidsmoment	55.510 cm <sup>4</sup> /m <sup>1</sup>
weerstandsmoment	2.600 cm <sup>3</sup> /m <sup>1</sup>
rekenwaarde optredend buigend moment $M_{s,d}$ (UGT)	490 kNm/m <sup>1</sup>
rekenwaarde optredende dwarskracht $D_{s,d}$ (UGT)	185 kN/m <sup>1</sup>
anker/stempelkracht (horizontaal) $F_{s,A,max}$ (UGT)	195 kN/m <sup>1</sup>
maximum uitbuiging $\delta_{max}$ (BGT)	45 mm

**Opmerkingen:**

- De rekenwaarde van het buigend moment  $M_{s;d}$  en de dwarskracht  $D_{s;d}$  is berekend in fase 4 en grenstoestand 1A bij rekenwaarden voor alle parameters en lage beddingsconstanten.
- De rekenwaarde van de stempelkracht  $F_{s;A;max}$  is berekend in fase 4 en grenstoestand 1A bij rekenwaarden voor alle parameters en hoge beddingsconstanten.
- De rekenwaarde van de optredende uitbuiging  $\delta_{max}$  is berekend in fase 3 en grenstoestand 2 bij representatieve waarden voor geotechnische parameters, lage beddingsconstanten en representatieve waarden voor geometrische parameters.

**5.2.4. Toetsing stempelkracht**

De rekenwaarde van de stempelkracht dient getoetst te worden aan de rekenwaarde voor de sterkte. Bij deze toetsing kunnen conform stap 9 van CUR 166 de volgende rekenwaarden worden gehanteerd:

*stempel:*  $F_{s;A;d} = 1,25 \cdot F_{s;A;max}$  in dit geval:  $1,25 \cdot 195 = 243,75 \text{ kN/m}^1$

De nadere detaillering van het stempel en de bijbehorende gording valt buiten het kader van dit rapport.

Opmerking:

Voor de toetsing van de rekenwaarde van de stempelkracht worden additionele partiële factoren toegepast, onder andere vanwege het feit dat bij vloeit of breuk van het stempel dit volledig uitvalt.

**5.2.5. Toetsing vloeimoment en dwarskracht**

Toetsing dient te geschieden aan de gestelde eisen in het Bouwbesluit en NEN-normen. Bij controle op het moment moet overeenkomstig NEN 6770 (staalconstructies) zijn voldaan aan:

$$M_{s;d} < M_{r;d}$$

waarin:

$$M_{r;d} = \text{rekenwaarde van het vloeimoment} = M_{r;rep} / \gamma_m$$

$$M_{r;rep} = \text{representatieve waarde van het vloeimoment}$$

$$\gamma_m = 1,0 \text{ (staal)}$$

Voor de maatgevende situatie is de rekenwaarde van het maatgevende moment  $M_{s;d}$  490 kNm/m'.

De rekenwaarde van de sterkte  $M_{r;d}$  is in dit geval 624 kNm/m' (profiel AZ26 met kwaliteit S240), zodat voldaan is aan de gestelde sterkte-eis.

*Dwars- en normaalkracht*

De berekende dwarskracht  $D_{s;d}$  dient eveneens te worden getoetst aan de materiaalgebonden normen. Hierbij dient  $D_{s;d}$  kleiner te zijn dan de rekenwaarde voor de sterkte  $D_{r;d}$ .

Bij de samenstelling van dit rapport was niets bekend over een axiale belasting van de damwand. Als in het definitieve ontwerp sprake is van een normaalkracht in de damwand dient deze te worden meegenomen in de toets op de sterkte van het damwandprofiel. Een

normaalkracht in de damwand kan ontstaan door een verticale belasting op de kop van de damwand, (grout)ankers onder een hoek met de horizontaal en/of negatieve kleeft.

De definitieve toetsing van dwars- en normaalkracht (en 2<sup>o</sup> orde effecten) valt buiten het kader van dit rapport.

### 5.2.6. Toetsing vervormingen

Bij controle op vervormingen dient aan de volgende vervormingseis te worden voldaan:

$$\delta_{\max} \leq \delta_{\text{req}}$$

waarin:

$\delta_{\text{req}}$  = rekenwaarde maximaal toelaatbare uitbuiging in bruikbaarheidsgrenstoestand

$\delta_{\max}$  = rekenwaarde optredende uitbuiging in bruikbaarheidsgrenstoestand

De maximale uitbuiging ( $\delta_{\max}$ ) is voor grenstoestand 2 berekend op 45 mm.

Aangezien in dit stadium van het ontwerp nog geen eisen zijn geformuleerd met betrekking tot de maximale toelaatbare uitbuiging ( $\delta_{\text{req}}$ ) kan de definitieve toetsing nog niet plaatsvinden. Echter, gelet op de berekende waarden van  $\delta_{\max}$ , lijkt de te verwachten uitbuiging acceptabel.

Opgemerkt wordt dat als gevolg van een horizontale uitbuiging van de damwand direct achter de damwand maaiveldzakkingen van ongeveer dezelfde orde van grootte zijn te verwachten.

### 5.2.7. Samenvatting

Uit de berekeningsresultaten voor dit project kan worden geconcludeerd dat een damwandconstructie bestaande uit AZ26 ( $W = 2.600 \text{ cm}^3/\text{m}$ ,  $EI = 116.570 \text{ kNm}^2/\text{m}$ ) of gelijkwaardig met een lengte van 13 m (hetgeen overeenkomt met een installatieniveau van ca. NAP -13,95 m) en een stempeling op NAP -1,50 m voldoet.

Voor de berekende waarden van krachten en vervormingen wordt verwezen naar de voorgaande paragrafen.

De vervormingen zijn globaal getoetst en lijken te voldoen.

Opgemerkt wordt, dat de gehanteerde uitgangspunten (zoals ontgravingsdiepte en maaiveldbelasting) en vervormingseisen dienen te worden geverifieerd door de opdrachtgever.

### 5.2.8. Uitvoeringsaspecten damwandconstructie

De wijze waarop de damwandplanken kunnen worden aangebracht en eventueel verwijderd is sterk afhankelijk van de bodemopbouw, de kwaliteit van eventuele belendende bebouwing en de wijze waarop deze is gefundeerd, de aanwezigheid van kabels en leidingen en de bereikbaarheid van de locatie van bouw materieel. Binnen onze opdrachtverlening is geen ruimte om op deze aspecten nader in te gaan. Desgewenst kunnen wij u hierin nader adviseren.

Damwanden kunnen heidend, trillend of drukkend op diepte worden gebracht.

Heiend of trillend inbrengen van damwanden brengt trillingen in de bodem die uitdempen naarmate de afstand tot de trillingsbron toeneemt. Deze trillingen kunnen vervormingen en schade veroorzaken aan trillingsgevoelige constructies (b.v. belendende gebouwen, leidingen, grondconstructies e.d.). De grootte van de optredende trillingen en vervormingen alsmede eventuele schadelijke gevolgen zijn onder andere afhankelijk van de afstand tot, het energieniveau en de aard van de trillingsbron, de bodemgesteldheid en de aard alsmede de staat van de betreffende trillingsgevoelige constructies.

Desgewenst kan door Fugro Ingenieursbureau B.V. een trillingsprognose worden opgesteld, waarmee een redelijk inzicht kan worden verkregen in de te verwachten trillingsniveaus en de invloed hiervan op gebouwen, personen en apparatuur.

Hierbij dient te worden opgemerkt dat de zettingen achter de damwand door intrillen, heien of trekken over het algemeen groter zijn dan de zettingen door uitbuiging van de damwand. Desgewenst kan deze invloed op achterliggende constructies nader worden geanalyseerd.

Trillingen in de ondergrond kunnen worden beperkt door toepassing van een hoog frequent trilblok met variabel moment.

Trillingen kunnen worden voorkomen door de damwanden drukkend op diepte te brengen (b.v. met de Silent Piler Methode).

Het trekken van de damwanden dient zodanig te geschieden dat geen grond wordt opgehaald. Geadviseerd wordt de profielen voor het trekken enigszins los te wrikken.



## 6. ADVISERING TBV TE VERVANGEN DUIKER

### 6.1. Algemeen

Gezien de aangetroffen bodemgesteldheid en de aard van de bebouwing komt voor dit project een fundering op staal in aanmerking.

De fundering van de duiker is geschematiseerd als strookfundering. Deze funderingsoplossing is in paragraaf 6.2 nader uitgewerkt.

Het funderingsadvies voor dit project is opgesteld conform de normen geotechniek NEN 6740 en NEN 6744. Het mede op basis van dit advies gemaakte funderingsontwerp dient achteraf te worden getoetst aan de geldende geotechnische normen. In dit stadium van het project wordt volstaan met het verstrekken van die gegevens die nodig zijn om het ontwerp van de fundering mogelijk te maken.

De constructie dient te voldoen aan:

- Grenstoestand 1A (draagkracht): bij deze toetsing dient de rekenwaarde van de belasting ( $F_{s,d}$ ) kleiner te zijn dan de rekenwaarde van de draagkracht ( $F_{r,d}$ ).
- Grenstoestand 1B (bezwijken bovenbouw door te grote vervorming fundering): bij normale bouwconstructies, waarvan hier sprake is, is grenstoestand 2 (bruikbaarheids-grenstoestand) maatgevend.
- Grenstoestand 2 (vervormingen): getoetst wordt of de berekende zakkings van de bovenzijde van de fundering toelaatbaar zijn.

Voor de uitwerking van het funderingsadvies voor dit project zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Het constructieve aanlegniveau van de fundering bedraagt NAP -3,15 m.
- De maximale aslast bedraagt 10 ton (verkeersklasse 30), hiervoor is 10 kN/m<sup>2</sup> in rekening gebracht.
- De rekenwaarde (grenstoestand 1A) van de belasting vanuit de constructie bedraagt circa 25 kN/m<sup>2</sup>.

Er is uitgegaan van een horizontaal maaiveld, alsmede van verticaal en centrisch aangrijpende belastingen.

In de berekening is gerekend met een grondwaterstand van NAP -2,10 m, gelijk aan het waterpeil volgens de door de opdrachtgever ter beschikking gestelde tekening (W08-1817-VO-09, versie 4, d.d. 31-07-2008).

### 6.2. Draagkracht fundering (grenstoestand 1A)

Op basis van de aangetroffen bodemgesteldheid is volgens NEN 6744 de rekenwaarde van de draagkracht ( $F_{r,v,d}$ ) van de funderingsgrondslag berekend. Een voorbeeldberekening is gegeven in bijlage 3008-0042-000-7.

De berekende draagkracht bij een strookbreedte van 4,5 m bedraagt circa 580 kN/m'. De maximale belasting zal circa 160 kN/m' bedragen. De draagkracht van de bodem is dus ruimschoots voldoende.

### 6.3. Zakkingen van de fundering (grenstoestand 2)

Voor de berekening van de zakking is de formule van Koppejan (Terzaghi-Buisman) toegepast.

De in de berekeningen gehanteerde samendrukkingsconstanten zijn geschat aan de hand van de gemeten conusweerstand en de waarden gegeven in tabel 1 van NEN 6740.

In de berekening is zoveel mogelijk rekening gehouden met belastingen die de bodem in het verleden gekend zal hebben.

Uit de berekeningen blijkt dat zakkings kunnen optreden van circa 0,10 m à 0,15 m.

Uit de door de opdrachtgever beschikbaar gestelde tekening blijkt dat de nieuwe duiker half op de locatie van de huidige duiker wordt gerealiseerd. Op de locatie van de huidige duiker zal de bodem naar verwachting stijver reageren, dientengevolge zijn er zakkingsverschillen te verwachten. Hierdoor zal de nieuwe duiker naar verwachting over de lengterichting licht kantelen. Er is bij Fugro niet bekend in hoeverre vervormingen toe zijn gestaan.

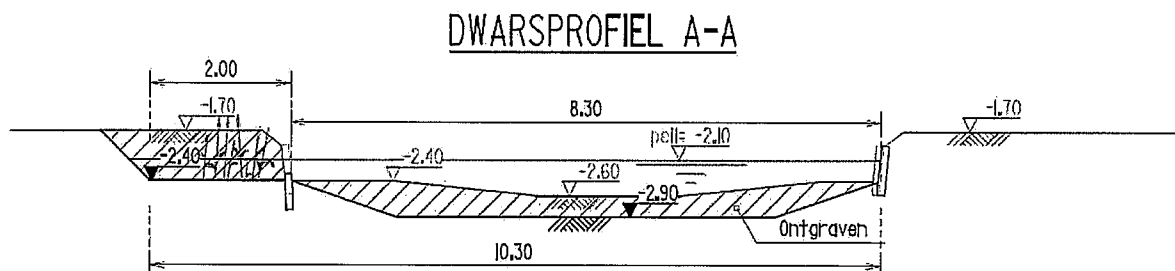
#### **6.4. Uitvoeringsaspecten**

De aanleg van de nieuwe duiker dient in den droge te geschieden. Mogelijk dienen hiertoe tijdelijke damwanden in de watergang aangebracht te worden. Om de bouwput droog te houden kan een bemaling noodzakelijk zijn. Wanneer dit wenselijk is kan Fugro hiervoor een advies uitbrengen.

Op het moment dat de bouwput droog is gezet wordt aangeraden te ontgraven tot onder het constructieve aanlegniveau van de duiker, zodat een werkvloer aangelegd kan worden.

## 7. STABILITEITSCONTROLE HERPROFILERING WATERGANG

Men is voornemens de watergang langs de Korftlaan te herprofilen. Ter plaatse van dwarsprofiel A-A bevindt de watergang zich in de huidige situatie op circa 3 meter afstand van de rand van de verharding van de Korftlaan. Door het herprofilen van de watergang komt de bovenkant van het talud van de watergang echter circa 2,70 meter dicht bij de rand van de verharding. Dwarsprofiel A-A is weergegeven in figuur 7-1.



Figuur 7-1: Dwarsprofiel A-A, herprofilering watergang.

Om te controleren of de toekomstige situatie stabiel zal zijn is een stabiliteitsberekening uitgevoerd.

### 7.1. Methode Bishop

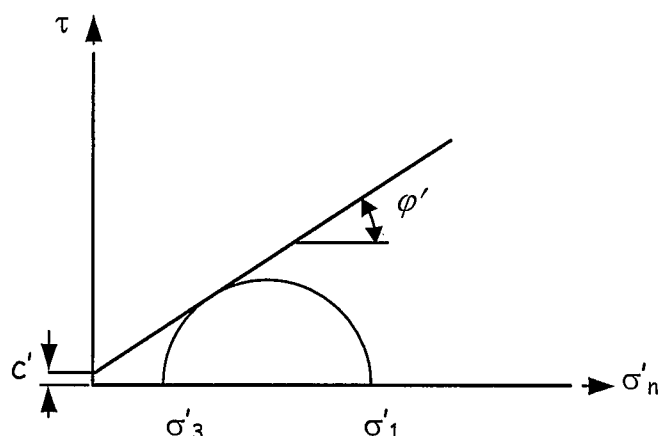
De stabiliteit van het gewenste profiel van de watergang is geanalyseerd door het uitvoeren van glijvlakberekeningen volgens de vereenvoudigde methode Bishop met het computerprogramma MStab. Hierbij wordt de veiligheidsfactor van een grondmoot langs een cirkelvormig glijvlak berekend. De stabiliteit van het talud is afhankelijk van:

- De sterkte van de grond;
- De taludhelling.

De benodigde minimale veiligheidsfactor bedraagt 1,3 in de eindsituatie, indien wordt uitgegaan van karakteristieke waarden van de grondparameters.

In de berekeningen zijn de afmetingen van het dwarsprofiel aangenomen conform de door de opdrachtgever verstrekte tekening.

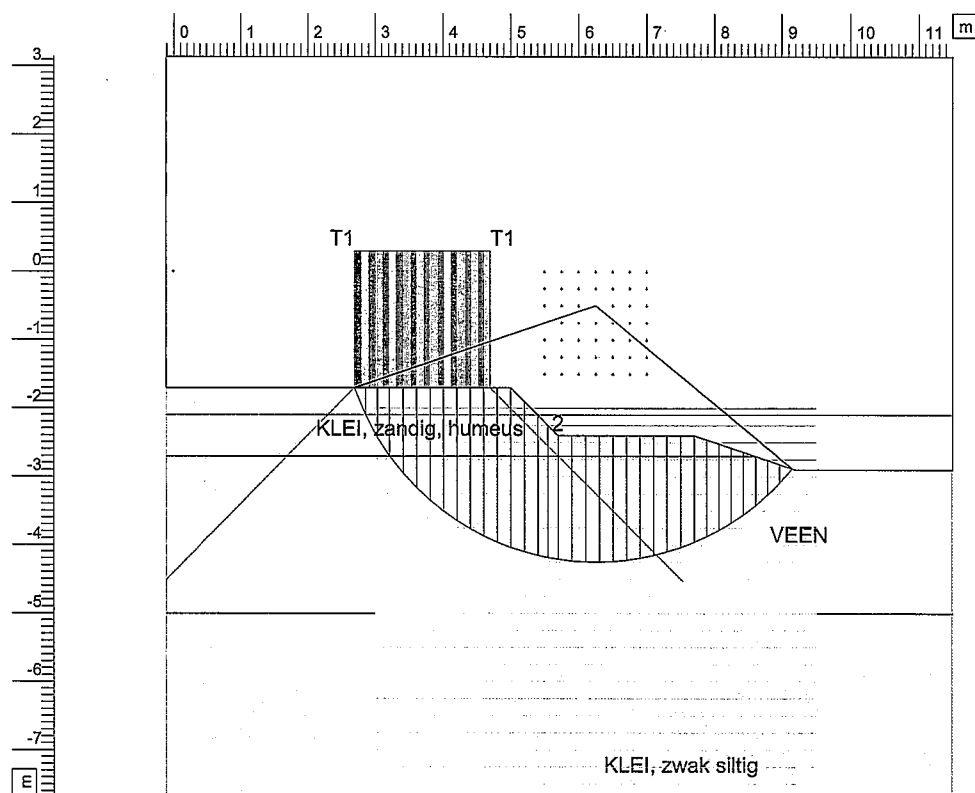
De ondergrond is verdeeld in een aantal lagen waarbij voor iedere laag het volume gewicht en de wrijvingseigenschappen (hoek van inwendige wrijving  $\phi'$  en de cohesie  $c'$ ) worden opgegeven, zie figuur 7-2. Deze parameters zijn o.a. bepaald aan de hand van interpretatie van het grondonderzoek alsmede aan de hand van ervaring. Bij de berekeningen zijn representatieve waarden van de grondparameters gebruikt zoals weergegeven in tabel 4-5.



Figuur 7-2: Schuifweerstand.

### 7.2. Berekende stabiliteitsfactor

Voor het berekenen van de stabiliteit van het gewenste dwarsprofiel is een verkeersbelasting aangenomen van 10 kN/m<sup>2</sup> op een afstand van 0,30 m tot 2,30 m van de bovenkant van het talud. In figuur 7-3 is het kritieke cirkelvormige glijvlak weergegeven dat berekend is met MStab.



Figuur 7-3: Berekende kritieke cirkelvormige glijvlak.

De berekende stabiliteitsfactor bedraagt 1,25, hetgeen lager is dan de minimaal benodigde 1,30. Als gevolg van de verkeersbelasting vanaf de Korftlaan is het doorgerekende dwarsprofiel niet stabiel. Wanneer men voornemens blijft een natuurvriendelijke oever te realiseren, kan overwogen worden deze aan de noordzijde van de watergang te realiseren.

BORINGEN/PEILBUIZEN

- mechanische boring (B)
- ◐ handboring (HB)
- niet uitgevoerde boring
- ◑ niet uitgevoerde handboring
- └ boring met peilbuis
- └└ boring met peilbuis, ondiep en diep filter
- └└└ boring met peilbuis, ondiep, middeldiep en diep filter
- ◑└ handboring met peilbuis
- ⊕ hellingmeterbuis (HMB)
- ▽└ gedrukte peilbuis (PB) / minifilter (MF)
- ⊙ boring derden
- ◑└ boring derden met peilbuis

SONDERINGEN

- ▼ diep-/diepzware sondering
- ▽ middeldzware sondering
- ▼└ diep-/diepzware sondering met plaatselijke kleefmeting
- ▽└ middeldzware sondering met plaatselijke kleefmeting
- ▼└ slagsondering
- ▽ niet uitgevoerde sondering
- ◑└ waterspanningsmeter (WSM)
- ▼└ sondering derden
- ▼└└ sondering derden met plaatselijke kleefmeting

*Type sonderingen*


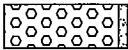
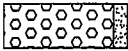
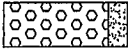
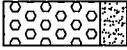
- M middeldzware sondering
- D diepsondering
- DZ diepzware sondering
- S slagsondering

*Toegevoegde metingen*

- KM meting van de plaatselijke kleef
- P meting van waterspanning
- M meting van de magnetische veldsterkte
- G meting van de geleidbaarheid
- S meting van de schuifgolfsnelheid (seismische meting)
- T meting van de temperatuur

**LEGENDA / TERMINOLOGIE (conform NEN5104)**

**grind**

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



**zand**

-  Zand, kleilig
-  Zand, zwak siltig
-  Zand, matig siltig
-  Zand, sterk siltig
-  Zand, uiterst siltig

**veen**

-  Veen, mineraalarm
-  Veen, zwak kleilig
-  Veen, sterk kleilig
-  Veen, zwak zandig
-  Veen, sterk zandig



**monsters**

-  geroerd monster
-  ongeroid monster

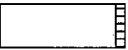
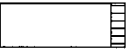
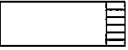
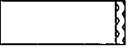
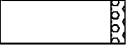

**klei**

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





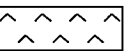
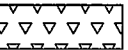
**leem**

-  Leem, zwak zandig
-  Leem, sterk zandig

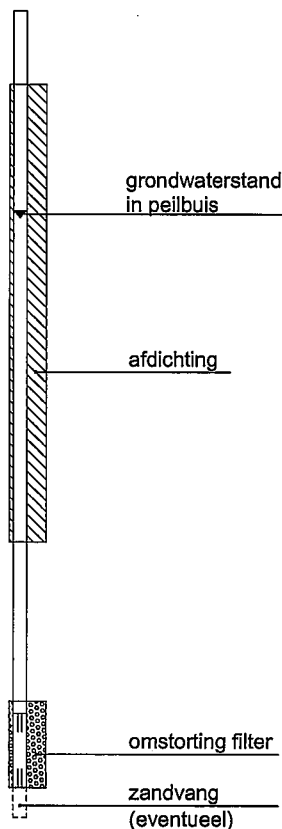
**overige toevoegingen**

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

**overig**

-  gemiddeld hoogste grondwaterstand
-  grondwaterstand
-  gemiddeld laagste grondwaterstand
-  slib
-  verharding / kern / asfalt
-  puin

**peilbuis**



### Meettechniek

Bij het uitvoeren van een sondering conform NEN 5140 wordt de puntweerstand gemeten, die moet worden overwonnen om een conus met een tophoek van  $60^{\circ}$  en een basisoppervlak van  $1000 \text{ mm}^2$  met een constante snelheid van ca  $20 \text{ mm/s}$  in de bodem te drukken<sup>1)</sup>. De druk op de conuspunt (conusweerstand in MPa) wordt door rekstrookjes in de conus continu gemeten. De meetsignalen worden via een kabel naar een elektrische meeteenheid gestuurd en tezamen met de diepte en de tijd in een computer opgeslagen. Definitieve verwerking vindt daarna op kantoor plaats, waarbij de gemeten conusweerstand tegen de diepte in grafiekvorm wordt uitgewerkt. Door continue registratie van de conusweerstand wordt een nauwkeurig beeld van de gelaagdheid en de vastheid van de bodem verkregen.

In de elektrische conus is standaard een hellingmeter ingebouwd waarmee tijdens het sonderen de afwijking van de conus met de verticaal wordt geregistreerd. Onjuiste diepteaanduiding als gevolg van "krom sonderen" wordt hiermee voorkomen. Afhankelijk van de sondeerklasse wordt de diepte hiervoor gecorrigeerd.

Naast de conusweerstand kunnen, bij gebruik van andere conustypen, ook andere gegevens worden gemeten. De meest toegepaste conus is de "elektrische kleefmantelconus", waarmee zowel de conusweerstand als de plaatselijke wrijvingsweerstand gelijktijdig wordt gemeten. Hiertoe is een mantel met een oppervlak van  $15000 \text{ mm}^2$  boven de punt aangebracht. De plaatselijke wrijving wordt op dezelfde wijze als de conusweerstand gemeten en geregistreerd.

<sup>1)</sup> Volgens NEN 5140 mag het basisoppervlak tussen  $500$  en  $2000 \text{ mm}^2$  variëren zonder dat correctiefactoren op de meetresultaten behoeven te worden toegepast.

### Interpretatie van de sonderingen met plaatselijke wrijvingsweerstand

Meting van zowel de conusweerstand als de plaatselijke wrijvingsweerstand maakt het mogelijk het wrijvingsgetal  $R_f$  te berekenen. Het wrijvingsgetal wordt gedefinieerd als het quotiënt van de plaatselijke wrijving en de op gelijke diepte gemeten conusweerstand, vermenigvuldigd met een factor 100. Hierbij wordt rekening gehouden met laagscheidingen ter hoogte van de mantel.

Het wrijvingsgetal geeft samen met de conusweerstand over het algemeen een goed beeld van de bodemopbouw *benen* de grondwaterspiegel. In de onderstaande tabel zijn enige kenmerkende waarden van het wrijvingsgetal aangegeven. *Met nadruk dient te worden gesteld dat deze waarden slechts indicatief zijn en getoetst dienen te worden aan boringen, dan wel lokale ervaring en uitsluitend gelden voor de cilindrische elektrische conus.*

grondsoort	wrijvingsgetal	grondsoort	wrijvingsgetal
Grind, grof zand	0,2 – 0,6	Klei	3,0 – 5,0
Zand	0,6 – 1,2	Potklei	5,0 – 7,0
Silt, leem, löss	1,2 – 4,0	Veen	5,0 – 10,0

In geroerde grond en in grond boven de grondwaterspiegel kunnen grote afwijkingen ten opzichte van de genoemde waarden voorkomen.

### Andere conustypen

Naast de meting van conusweerstand en plaatselijke wrijving is het mogelijk extra (combinaties van) metingen uit te voeren. In onderstaand schema zijn enkele mogelijkheden aangegeven. Indien gewenst kan nadere informatie over metingen en toepassingsmogelijkheden worden verschaft.

type meting	meetresultaten	toepassingsmogelijkheden
waterspanning	waterspanning ter plaatse van de punt	registreren waterremmende lagen indicatie stijghoogte grondwater classificatie / gelaagdheid bodem
magnetometer	Magnetische veldsterkte in 3 orthogonale richtingen (X,Y,Z)	Blindganger onderzoek, onderzoek ligging obstakels ( stalen leidingen), grondankers), onderzoek paalpunt niveau / schoorstand funderingspalen, onderzoek ligging onderzijde stalen damwanden
geleidbaarheid	elektrische geleiding grond en grondwater	indicatie waterkwaliteit / zoet - zout water grens onderzoek verspreiding verontreiniging
temperatuur	temperatuurmeting op verschillende diepten	warmteoverdracht in de bodem bepaling temperatuurgradiënt
schuifgolfsnelheid (seismisch)	dynamische bodemparameters op verschillende diepten	machiefunderingen, windturbinefunderingen
versnelling	versnellingen op verschillende diepten	heitrillingen / verkeerstrillingen
CPM (conuspressiometer)	spannings-tek-gedrag en sterkte in situ	bepaling grondstijfheid, horizontale korrelspanning, ongedraineerde schuifweerstand en relatieve dichtheid
MIP (membrane interface probe)	verticale verspreiding van vluchtige (gechloreerde) koolwaterstoffen	bestudering zak/drijfslagen en/of verontreinigingen met vluchtige (gechloreerde) koolwaterstoffen
ROST (rapid optical screening tool)	verticale verspreiding van (aromatische) koolwaterstoffen	bestudering zak/drijfslagen en/of verontreinigingen met (aromatische) koolwaterstoffen
video	videobeeld van de grond bij het passeren van de conus	nadere geotechnische classificatie / structuur informatie over bodemverontreiniging (verkleuring)

### Klassenindeling NEN 5140

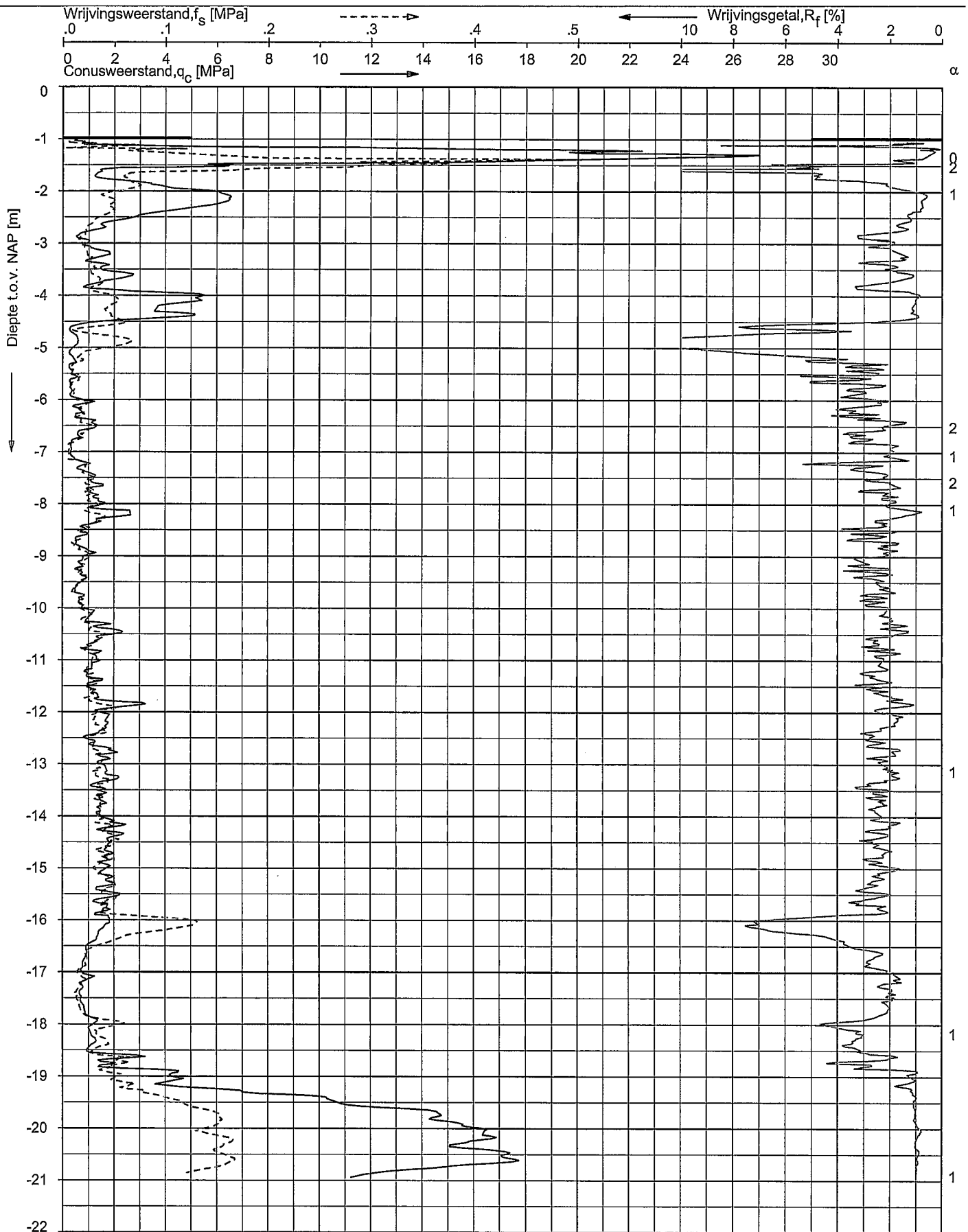
De norm gaat uit van vier kwaliteitsklassen. Voorafgaand aan de uitvoering dient een keuze te worden gemaakt binnen welke kwaliteitsklasse het werk uitgevoerd moet worden. De klassenindeling heeft voornamelijk betrekking op de nauwkeurigheid van de gemeten conusweerstand, plaatselijke wrijvingsweerstand en diepte, zoals blijkt uit de onderstaande tabel.

klasse	meetgrootheid	toelaatbare meetonzekerheid	meetinterval
1	Conusweerstand	0,05 MPa of 3%	20 mm
	Plaatselijke wrijvingsweerstand	0,01 MPa of 10%	
	Helling	2°	
	Sondeerdiepte	0,2 m of 1 %	
2	Conusweerstand	0,25 MPa of 5%	50 mm
	Plaatselijke wrijvingsweerstand	0,05 MPa of 15%	
	Helling	2°	
	Sondeerdiepte	0,2 m of 2 %	
3	Conusweerstand	0,5 MPa of 5%	100 mm
	Plaatselijke wrijvingsweerstand	0,05 MPa of 20%	
	Helling	5°	
	Sondeerdiepte	0,2 m of 2 %	
4	Conusweerstand	0,5 MPa of 5%	100 mm
	Plaatselijke wrijvingsweerstand	0,05 MPa of 20%	
	Sondeerlengte	0,1 m of 1 %	

Opmerking: De toelaatbare meetonzekerheid is de grotere waarde van de absolute meetonzekerheid en de relatieve meetonzekerheid. De relatieve meetonzekerheid geldt voor de meetwaarde en niet voor het meetbereik.

Voor projecten, waarbij parameters op basis van Tabel 1 NEN 6740 worden afgeleid, is een hoge nauwkeurigheidsklasse gewenst. Het is in slappe grondlagen met lage conusweerstand extra moeilijk om aan de eisen van klassen 1 en 2 te voldoen. Dit in tegenstelling tot grondsoorten met hoge conusweerstand. Het bij Fugro gehanteerde meetsysteem voor sonderen is bijzonder nauwkeurig door strikte kwaliteitscontroles en calibraties. Fugro sonderingen vallen dan ook standaard in klasse 2. Klasse 1 sonderingen dienen alleen voor calibratiedoeleinden en wetenschappelijk onderzoek. Bij routinematige sonderingen kunnen de specificaties van klasse 1 sonderingen alleen door aanvullende maatregelen worden benaderd.





Opg.: SC/JSL d.d. 03-Jul-2008 conus: F7.5CKE2HA/B X =  
 Get.: KOOGERS d.d. 2008-07-04 MV = NAP -0.97 m Y =

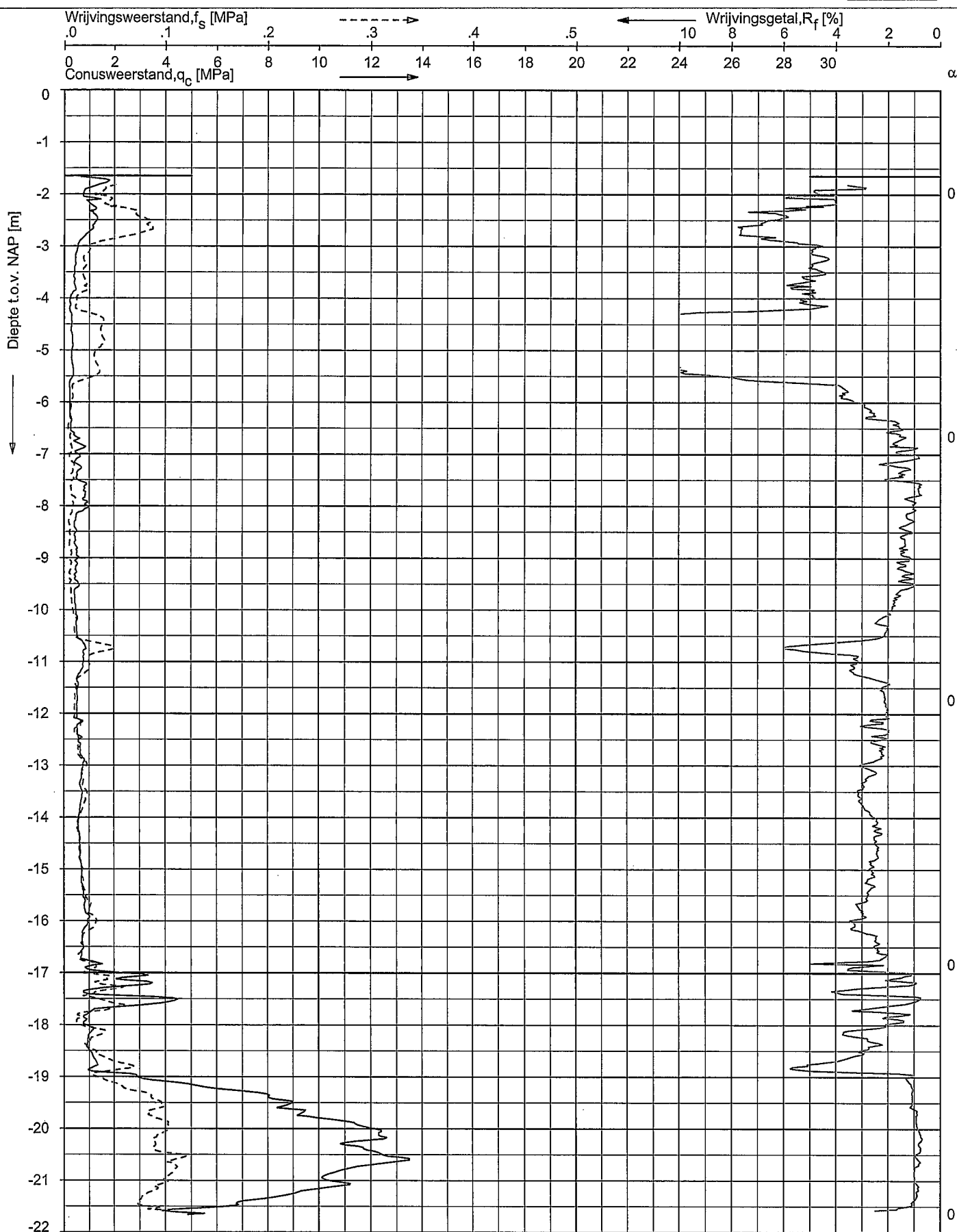
Sondering volgens norm NEN 5140  
 conustype cilindrisch elektrisch  
 $\alpha$  afwijking van de vertikaal



**SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING**

VERBREIDING WATERGANG KORFTLAAN TE DELFT

Opdr. 3008-0042-000  
 Sond. DKM1



Opg.: SC/JSL d.d. 02-Jul-2008 conus: F7.5CKE2HA/B X =  
 Get.: KOOGERS d.d. 2008-07-04 MV = NAP -1.65 m Y =

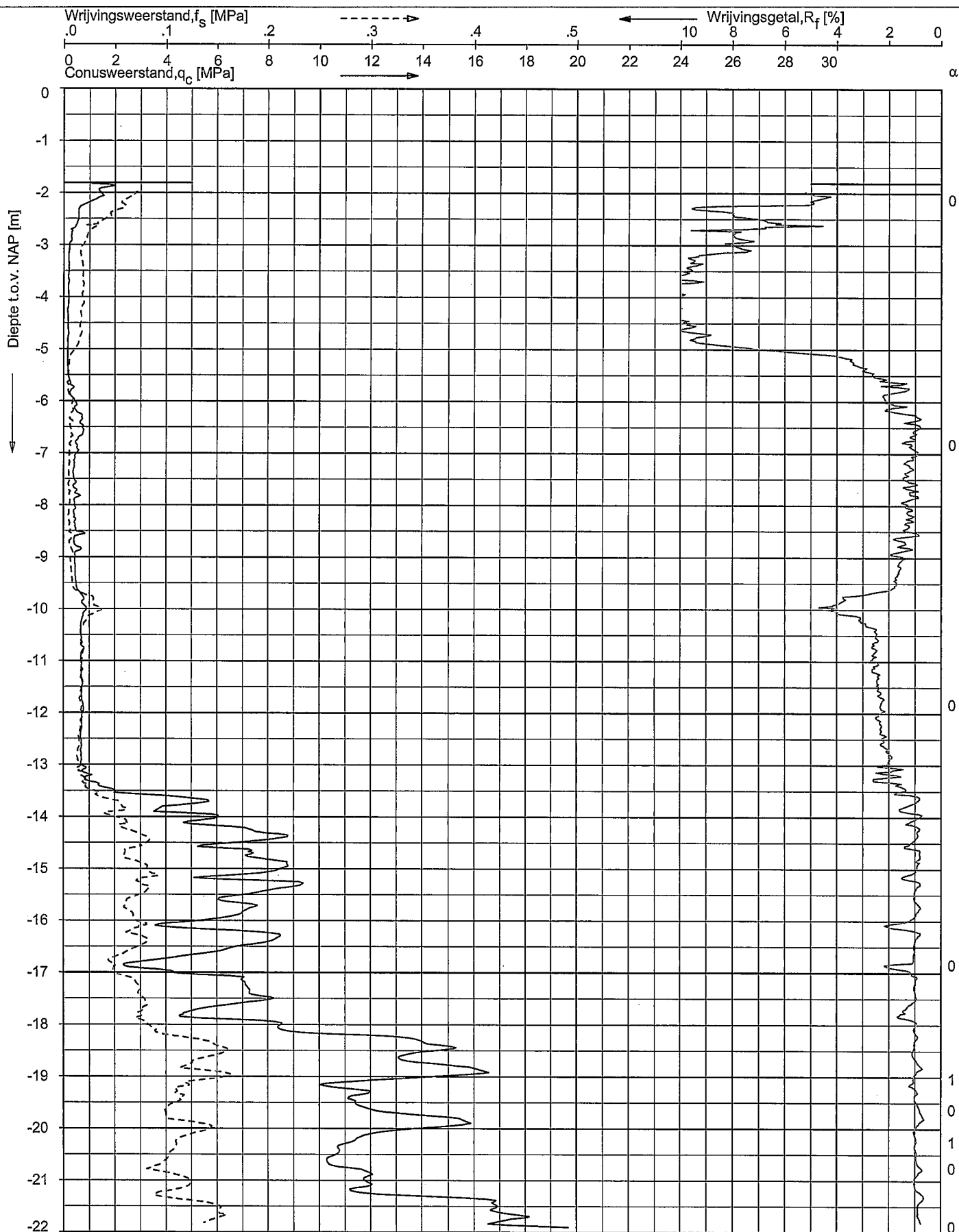
Sondering volgens norm NEN 5140  
 conustype cilindrisch elektrisch  
 α afwijking van de verticale



**SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING**

VERBREIDING WATERGANG KORFTLAAN TE DELFT

Opdr. 3008-0042-000  
 Sond. DKM2



Opg.: SC/JSL d.d. 02-Jul-2008 conus: F7.5CKE2HA/B X =  
 Get.: KOOGERS d.d. 2008-07-04 MV = NAP -1.81 m Y =

Sondering volgens norm NEN 5140  
 conustype cilindrisch elektrisch  
 $\alpha$  afwijking van de vertikaal



**SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING**

VERBREDING WATERGANG KORFTLAAN TE DELFT

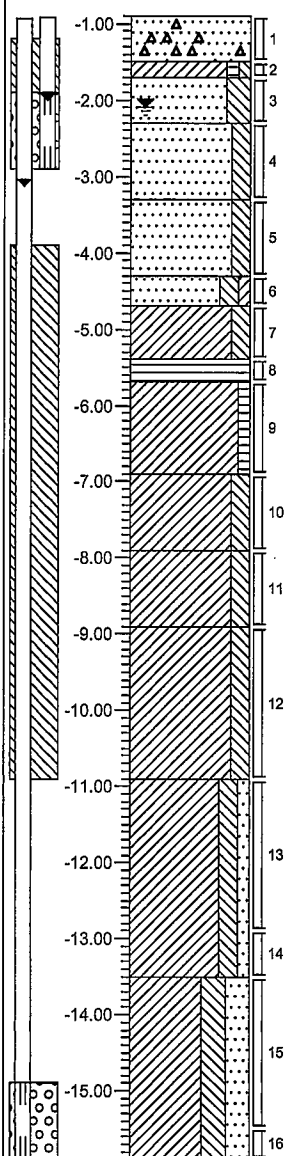
Opdr. 3008-0042-000  
 Sond. DKM3

### Boring: B1

### Veldclassificatie

Diepte (m tov NAP) Monsternr.

Bodembeschrijving volgens NEN 5104



0.00	berm
-1.50	Zand, matig fijn, resten puin, beigeerood
-1.70	Klei, matig vast, zwak humeus, zwak siltig, beige
-2.30	Zand, zeer fijn, sterk siltig, grijs
	Zand, matig fijn, matig siltig, grijs
-3.30	Zand, matig fijn, matig siltig, grijs
-4.30	Zand, zeer fijn, matig vast, matig siltig, zwak kleiïg, grijs
-4.70	Klei, matig vast, matig siltig, grijs
-5.40	Veen, matig vast, bruin
-5.70	Klei, matig vast, zwak humeus, grijs
-6.90	Klei, matig vast, matig siltig, grijs
-7.50	Klei, matig vast, matig siltig, grijs
-8.90	Klei, matig vast, matig siltig, grijs
-10.90	Klei, matig vast, matig siltig, zwak zandig, grijs
-13.50	Klei, matig vast, sterk siltig, sterk zandig, grijs
-15.90	

Uitvoering: 06-07-2008

X:  
Y:

MV (m tov NAP): -0.9  
GWS (cm tov MV): 120

GHG (cm tov MV):  
GLG (cm tov MV):

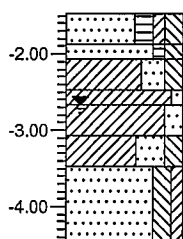
Bk PB (m tov NAP): -0.93 / -0.95

Boormeester:

### Boring: HB1

### Veldclassificatie

Diepte (m tov NAP) Monsternr. Bodembeschrijving volgens NEN 5104



-1.47	Zand, uiterst fijn, matig humeus, zwak kleiig, matig siltig, bruingrijs
-1.87	Zand, uiterst fijn, zwak humeus, matig siltig, bruingrijs, baksteen
-2.07	Klei, matig vast, sterk zandig, matig siltig, bruingrijs
-2.47	Klei, vast, zwak zandig, bruin
-2.67	Klei, matig vast, matig zandig, grijs
-3.07	Klei, slap, uiterst zandig, matig siltig, grijs
-3.47	Zand, zeer fijn, matig siltig, zwak kleiig, grijs

Uitvoering: 07-07-2008

X:  
Y:

MV (m tov NAP): -1.47  
GWS (cm tov MV): 120

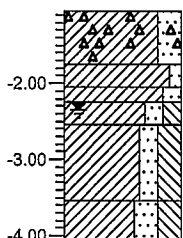
GHG (cm tov MV):  
GLG (cm tov MV):

Bk PB (m tov NAP):  
Boormeester: RH

### Boring: HB2

### Veldclassificatie

Diepte (m tov NAP) Monsternr. Bodembeschrijving volgens NEN 5104



-1.05	Klei, matig vast, sterk zandig, sterk puinhoudend, donkerbruin, baksteen
-1.75	Klei, matig vast, zwak zandig, donkerbruin
-2.05	Klei, matig vast, matig zandig, roest, grijs
-2.25	Klei, slap, matig zandig, matig siltig, grijs
-2.55	Klei, slap, matig zandig, sterk siltig, grijs
-3.55	Klei, slap, sterk zandig, sterk siltig, grijs
-4.05	

Uitvoering: 07-07-2008

X:  
Y:

MV (m tov NAP): -1.05  
GWS (cm tov MV): 130

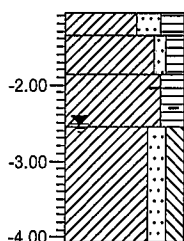
GHG (cm tov MV):  
GLG (cm tov MV):

Bk PB (m tov NAP):  
Boormeester: RH

### Boring: HB3

### Veldclassificatie

Diepte (m tov NAP) Monsternr. Bodembeschrijving volgens NEN 5104



-1.06	Klei, matig vast, sterk zandig, sterk humeus, donkerbruin
-1.36	Klei, matig vast, zwak zandig, matig humeus, donkerbruin
-1.86	Klei, slap, sterk humeus, resten hout, donkerbruin
-2.56	Klei, slap, matig zandig, matig siltig, grijs, zandlaagjes
-4.06	

Uitvoering: 07-07-2008

X:  
Y:

MV (m tov NAP): -1.06  
GWS (cm tov MV): 145

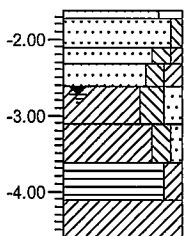
GHG (cm tov MV):  
GLG (cm tov MV):

Bk PB (m tov NAP):  
Boormeester: RH

### Boring: HB4

### Veldclassificatie

Diepte (m tov NAP) Monsternr. Bodembeschrijving volgens NEN 5104



-1.52	Zand, zeer fijn, sterk humeus, donkerbruin
-2.12	Zand, zeer fijn, zwak siltig, bruingrijs
-2.32	Zand, uiterst fijn, matig siltig, zwak kleiig, roest, grijs
-2.62	Zand, uiterst fijn, matig siltig, matig kleiig, grijs
-3.12	Klei, slap, sterk siltig, matig zandig, grijs
-3.62	Klei, matig vast, matig siltig, zwak zandig, volledig veen, donkergrijs
-4.12	Veen, matig vast, matig kleiig, bruinzwart
-4.62	Klei, slap, sporen veen, grijs

Uitvoering: 07-07-2008

X:  
Y:

MV (m tov NAP): -1.62  
GWS (cm tov MV): 110

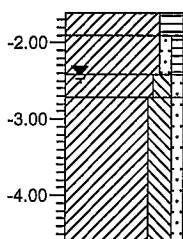
GHG (cm tov MV):  
GLG (cm tov MV):

Bk PB (m tov NAP):  
Boormeester: RH

### Boring: HB5

### Veldclassificatie

Diepte (m tov NAP) Monsternr. Bodembeschrijving volgens NEN 5104



-1.61		
-1.61		Klei, matig vast, sterk humeus, donkerbruin
-2.41		Klei, matig vast, zwak zandig, zwak humeus, donkergrijs
-2.71		Klei, matig vast, matig siltig, zwak zandig, roest, grijs
		Klei, matig vast, sterk siltig, zwak zandig, grijs, zandlaagjes
-4.61		

Uitvoering: 07-07-2008

X:  
Y:

MV (m tov NAP): -1.61  
GWS (cm tov MV): 80

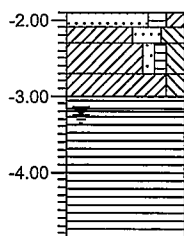
GHG (cm tov MV):  
GLG (cm tov MV):

Bk PB (m tov NAP):  
Boormeester: RH

### Boring: HB6

### Veldclassificatie

Diepte (m tov NAP) Monsternr. Bodembeschrijving volgens NEN 5104



-1.80		
-2.10		Zand, zeer fijn, matig humeus, matig kleiig, bruin
-2.30		Klei, matig vast, uiterst zandig, sterk siltig, grijsbruin
-2.70		Klei, matig vast, zwak zandig, zwak humeus, matig siltig, donkergrijs
-3.00		Klei, matig vast, matig siltig, donkergrijs
-3.20		Veen, slap, zwart
		Veen, slap, bruin
-4.80		

Uitvoering: 07-07-2008

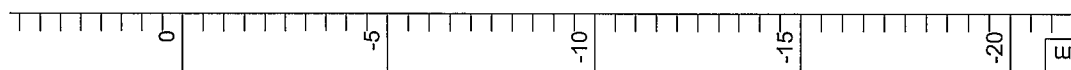
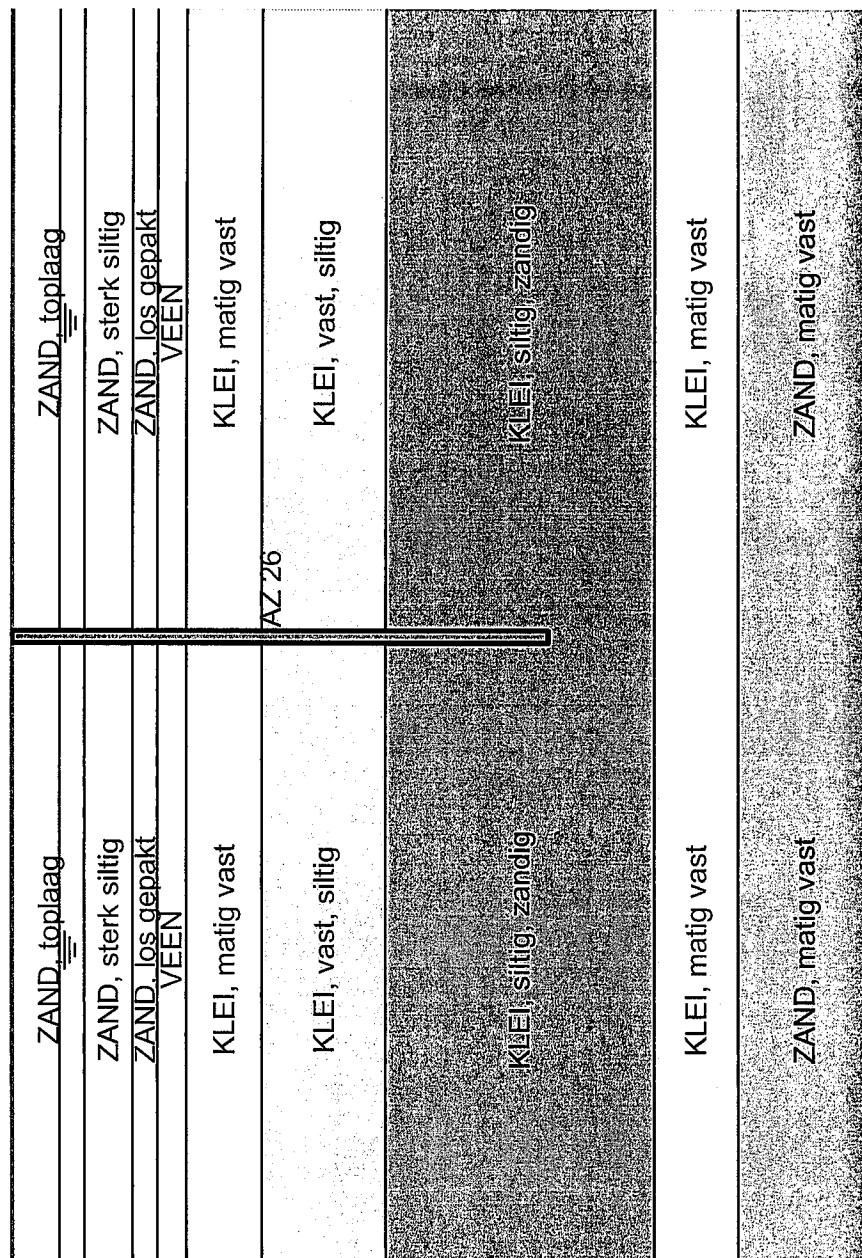
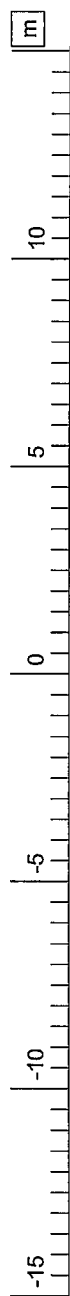
X:  
Y:

MV (m tov NAP): -1.9  
GWS (cm tov MV): 135

GHG (cm tov MV):  
GLG (cm tov MV):

Bk PB (m tov NAP):  
Boormeester: RH

# Outline - Stage 1: Nul-situatie



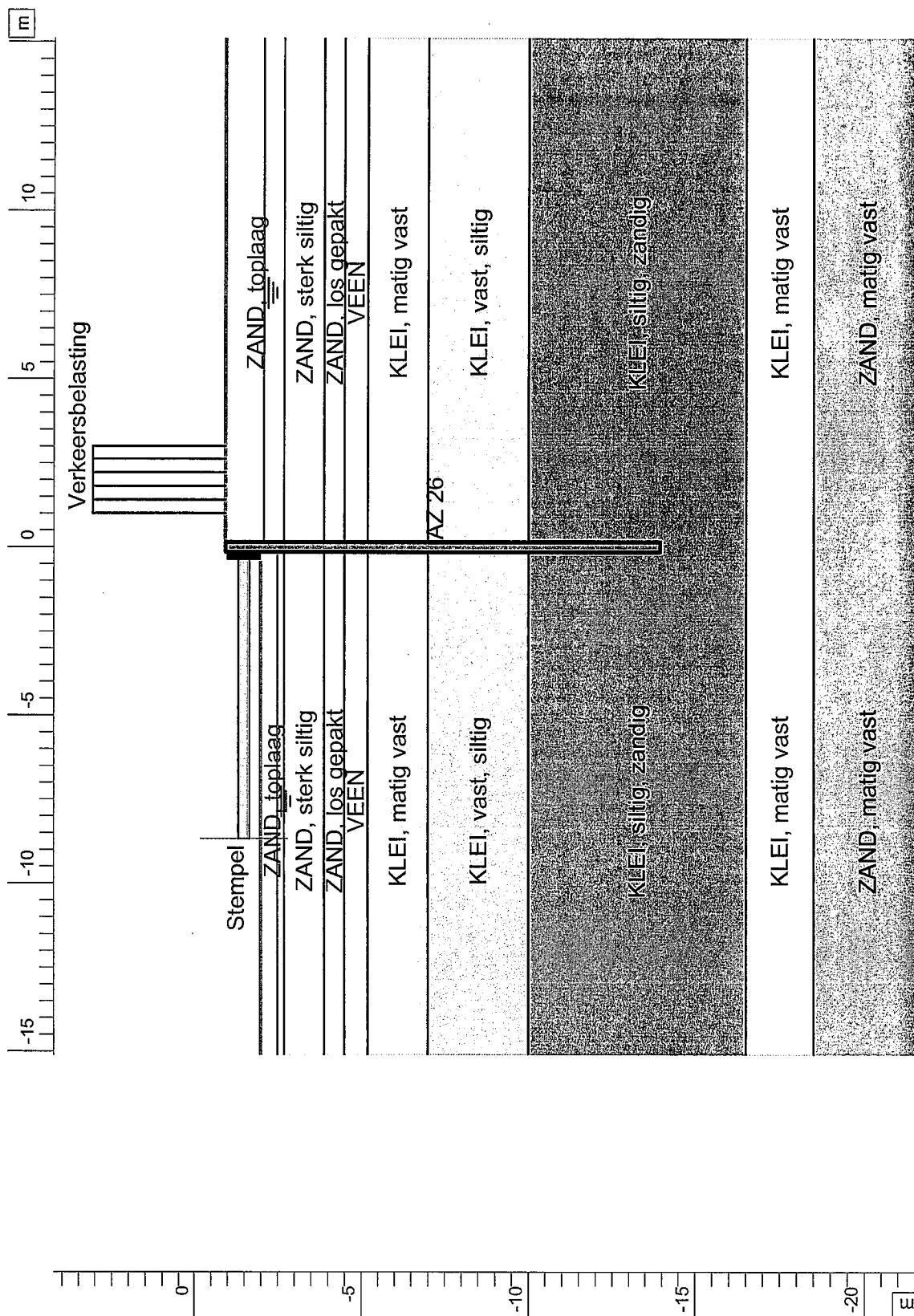
## BOUWFASE 1: AANBRENGEN DAMWAND

VERBREDING WATERGANG KORFTLAAN TE DELFT

Opdr. : 3008-0042-000  
 Bijl. : 2



## Outline - Stage 2: Ontgraving tbv stempel

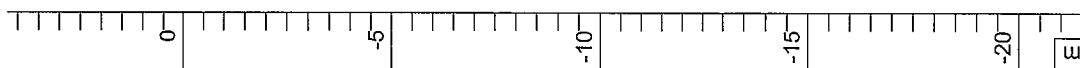
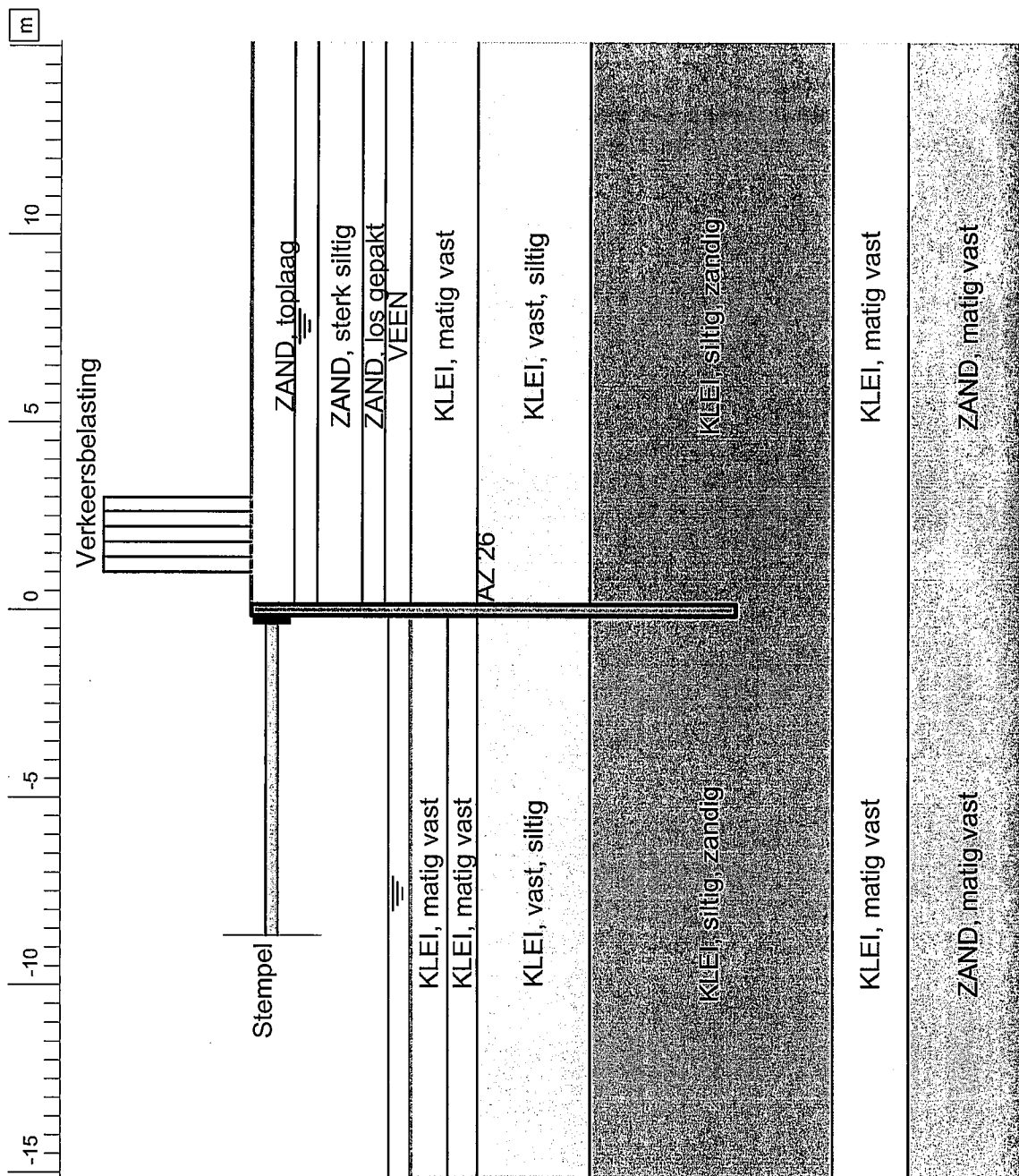


### BOUWFASE 2: ONTGRAVEN TBV AANBRENGEN STEMPEL

VERBREIDING WATERGANG KORFTLAAN TE DELFT

Opdr. : 3008-0042-000  
 Bijl. : 3

# Outline - Stage 3: Ontgraving tot o.k. veen

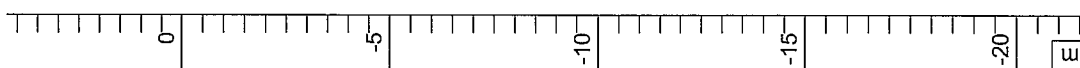
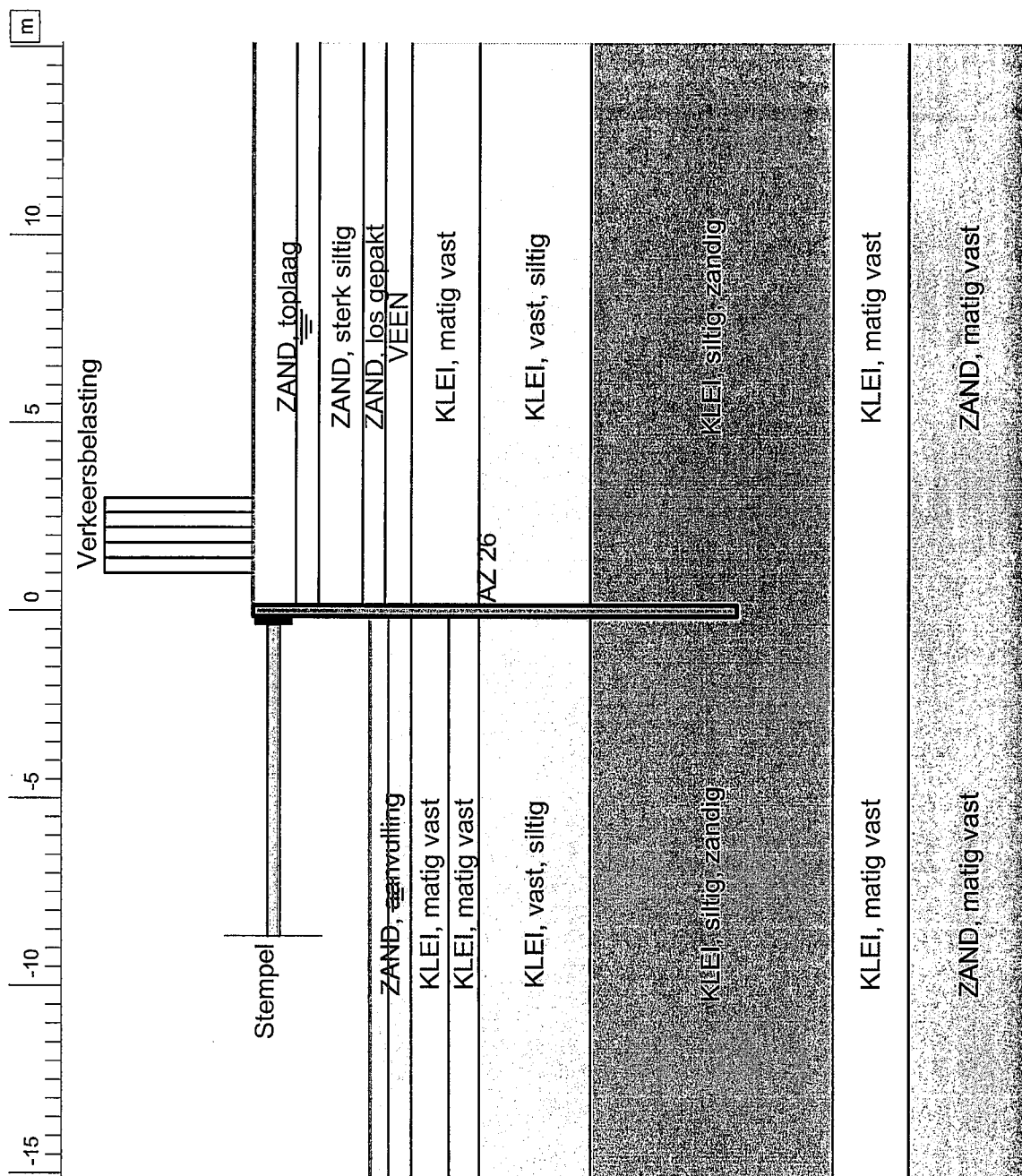


## BOUWFASE 3: ONTGRAVEN TOT ONDERKANT VEENLAAG

VERBREDING WATERGANG KORFTLAAN TE DELFT

Opdr. : 3008-0042-000  
 Bijl. : 4

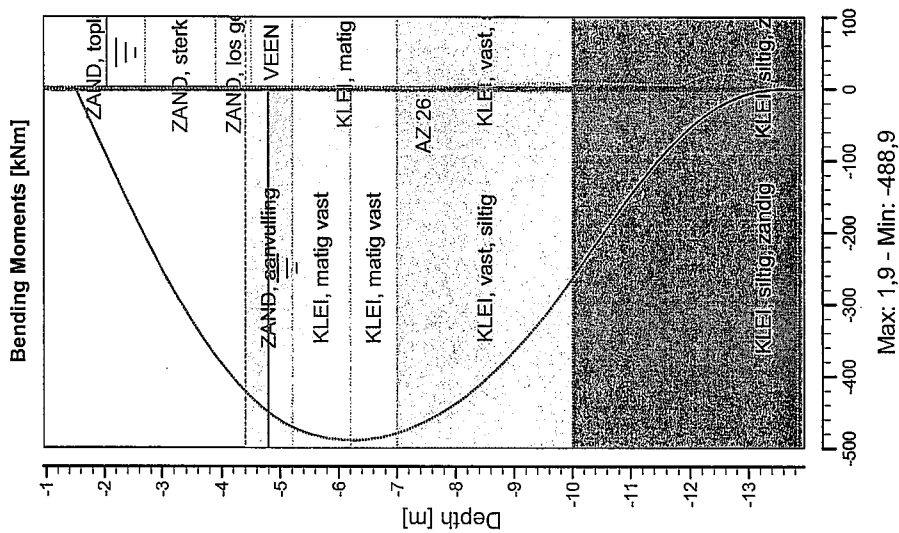
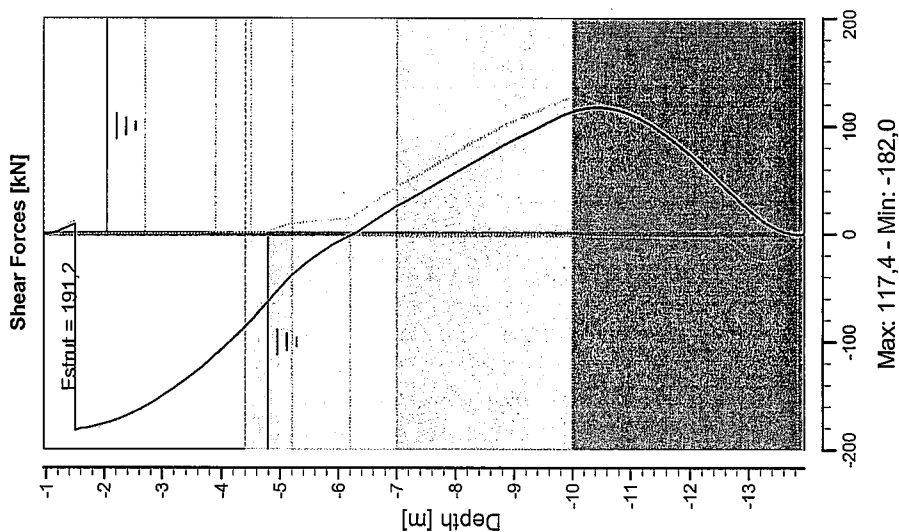
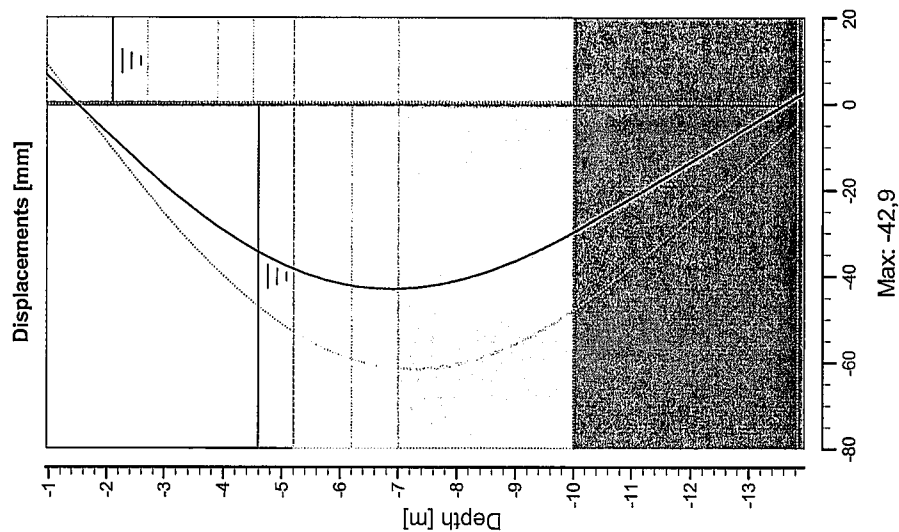
# Outline - Stage 4: Aanvullen zand



## BOUWFASE 4: AANVULLEN ZAND TOT NAP -4,10 M

VERBREDING WATERGANG KORFTLAAN TE DELFT

Opdr. : 3008-0042-000  
 Bijl. : 5



## BEREKENINGSRESULTATEN DAMWANDPROFIEL AZ26

VERBREIDING WATERGANG KORFTLAAN TE DELFT

Opdr. : 3008-0042-000  
Bijl. : 6

## Uitgangspunten

- gehanteerde sondering : DKM2
- grondwaterstand : NAP -2,10 m
- aanlegniveau : NAP -3,15 m
- gronddekking : 2,5 m
- rekenwaarde  
wrijvingshoek  $\phi'_d$  : 16,38°

In de berekening is uitgegaan van een gedraineerde situatie (lange termijn gedrag) en gewogen parameters voor de grondslag tussen het funderingsoppervlak en de maatgevende invloedsdiepte.

De invloedsdiepte  $z_e$  is volgens art. 5.2.4 en figuur 6 van NEN 6744 bepaald op 1,5 maal de effectieve funderingsbreedte  $b'$ .

De rekenwaarde van de maximale funderingsdruk op het effectieve funderingsoppervlak in de gedraineerde toestand volgens art. 5.2.3 van NEN 6744 bedraagt:

$$\sigma'_{\max;d} = \sigma'_{v,z;d} \cdot N_q \cdot s_q \cdot i_q + 0,5 \cdot \gamma'_{\text{gem};d} \cdot b' \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma = 129 \text{ kPa}$$

waarin:

in dit geval:

$\sigma'_{v,z;d}$	= rekenwaarde van de verticale korrelspanning op het aanlegniveau	23,59	kPa
$N_q$	= draagkrachtfactor voor de invloed gronddekking	4,49	-
$s_q$	= vormfactor voor de invloed van de gronddekking	1,13	-
$i_q$	= reductiefactor belastinghelling	1,00	-
$\gamma'_{\text{gem};d}$	= rekenwaarde van het (gewogen) effectieve volumieke gewicht van de grond onder aanlegniveau	2,44	kN/m <sup>3</sup>
$b'$	= effectieve breedte funderingsoppervlak	4,5	m
$N_\gamma$	= draagkrachtfactor voor de invloed van het effectieve volumieke gewicht van de grond onder aanlegniveau	2,05	-
$s_\gamma$	= vormfactor voor de invloed van het effectieve gewicht van de grond onder aanlegniveau	0,87	-
$i_\gamma$	= reductiefactor belastinghelling	1,00	-

De rekenwaarde van de draagkracht loodrecht op het funderingsoppervlak bedraagt:

$$Q_{r,v;d} = \sigma'_{\max;d} \cdot b' = 582 \text{ kN/m}^1$$

waarin:

in dit geval:

$b'$	= effectieve funderingsbreedte	4,5	m
------	--------------------------------	-----	---

---

## BEREKENING DRAAGKRACHT STAALFUNDERING