



Gemeente Rotterdam

Gemeentewerken

Ingenieursbureau

OB-Leiding Kerkedijk

Funderingsadvies

Uitstroombak bij Zuiddiepje

Projectcode

2011-030/C

Financiële code

QWKIJSS10A

Datum

16 augustus 2011

Versie

definitief

Opdrachtgever

Watermanagement

Paraaf Opdrachtgever:

Adviseur

M.S. Haidari M.Sc.

Paraaf Adviseur:

MSH
16-08-2011

Projectbegeleider

Ing. A.T.P. Opstal

Paraaf Projectbegeleider:

X 16 aug 2011

Inhoudsopgave

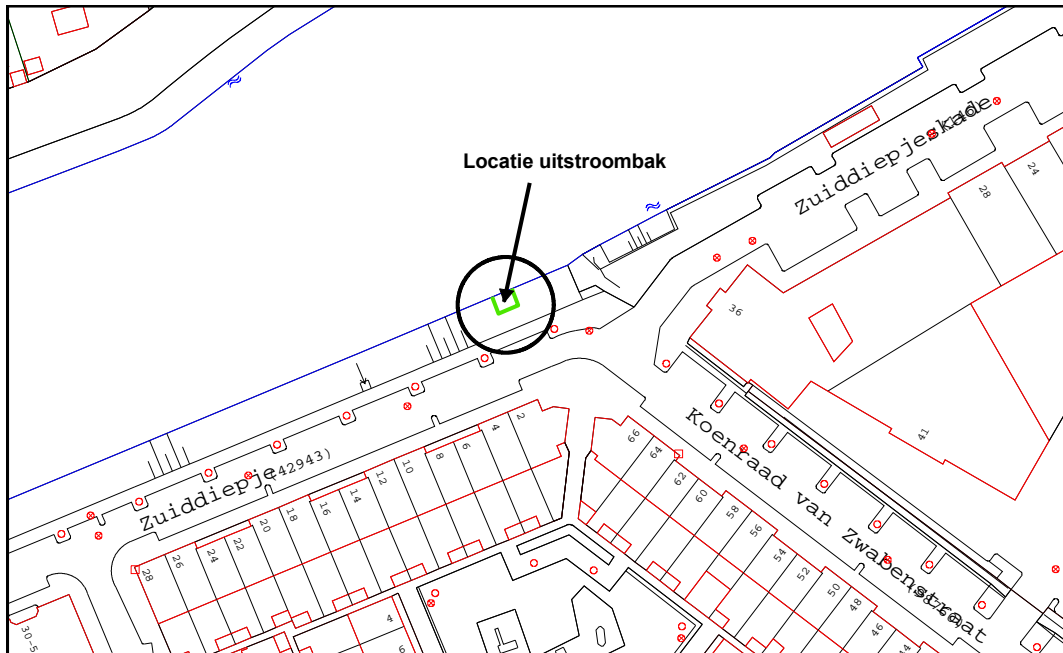
1.	Projectomschrijving	4
2.	Uitgangspunten	6
2.1	Documenten van opdrachtgever	6
2.2	Eerder uitgevoerde onderzoeken	6
2.3	Vigerende voorschriften en normen	6
2.4	Geometriegegevens	6
2.5	Belastingen en vervormingen	7
3.	Grond en grondwater	8
3.1	Uitgevoerd onderzoek	8
3.2	Grondopbouw	8
3.3	Grondwater	9
4.	Fundering	10
4.1	Uitgangspunten	10
4.2	Geometrie en belastingen	10
4.3	Drukpalen	11
4.3.1	Rekenmethode en parameters	11
4.3.2	Drukdraagvermogen palen	11
4.3.3	Negatieve kleeft	12
4.3.4	Paaltype en berekeningsparameters	12
4.4	Resultaten en advies	12
5.	Bouwput	14
5.1	Stabiliteit bouwputbodem	14
5.2	Damwanden	15
5.2.1	Rekenmethode	15
5.2.2	Grondparameters	15
5.2.3	Bruikbaarheidsgrenstoestand (BGT)	16
5.2.4	Uiterste grenstoestand (UGT)	16
5.2.5	Uitgevoerde berekeningen	17



5.2.6	Schematisering constructie	17
5.2.7	Resultaten:	18
6.	Advies	19
	Bijlage 1: Situatietekening grondonderzoek	20
	Bijlage 2: Resultaten van grondonderzoek	22
	Bijlage 3 : Tekening uitstroombak	24
	Bijlage 4: Resultaten van paalberekeningen	26
	Bijlage 5 : Resultaten damwandberekening	35

1. Projectomschrijving

In opdracht van Watermanagement heeft het ontwerpteam W & T van het Ingenieursbureau Gemeentewerken Rotterdam (IGWR) verzocht cluster Geotechniek van MRO om een Geotechnisch advies op te stellen ten behoeve van de aanleg van een uitstroombak bij Zuiddiepje te Rotterdam IJsselmonde, zie figuur 1.



Figuur 1: Locatie van de uitstroombak

Ten behoeve van de lozing aan de Zuiddiepje wordt een uitstroombak aangelegd. De uitwendige afmetingen van de uitstroombak zijn $3,60 \times 2,00 \text{ m}^2$ en ca. 2,30 m hoog.

De uitstroombak wordt gefundeerd op vier palen. Ten behoeve van de aanleg van de put moet een bouwkuip van 2,60 m diep (t.o.v. bovenkant uitstroombak) worden gemaakt. Om dat te kunnen realiseren, zullen damwanden worden toegepast.

Door de opdrachtgever is gevraagd om een geotechnisch advies waarin opgenomen:

- dimensionering van de palen (afmeting en inheinniveau bepalen);
- gevaar van opdrukken van de bouwput te toetsen.
- dimensionering van de damwanden (het type en inheinniveau bepalen);



In dit rapport worden de hierna volgende werkzaamheden beschreven:

- Historisch onderzoek;
- Veldonderzoek;
- Geotechnische berekeningen:
 - paalberekening
 - opbarstberekening
 - damwandberekening
- Geotechnisch advies.

2. Uitgangspunten

De gehanteerde uitgangspunten voor de berekening en het advies zijn beschreven in paragraaf 2.1 t/m 2.5.

2.1 Documenten van opdrachtgever

De volgende gegevens zijn door de opdrachtgever ter beschikking gesteld.

- Situatietekening met dwarsprofielen van de uitstroombak, tekening nr. 89-R-1583 d.d. 11-05-2011, versie definitief ontwerp, zie bijlage 3;
- uitwendige afmeting van de uitstroombak
(breedte = 2,0 m, lengte = 3,60 m, hoogte = 2,30 m, wanddikte = 0,20 m en bodemdikte = 0,20 m).

2.2 Eerder uitgevoerde onderzoeken

Er is eerder een geotechnisch advies voor dit gebied in het archief van IGWR. Het betreft rapport "OB-Leiding Kerkedijk, Geotechnisch advies, Tracé tussen John F. Kennedyweg en Zuiddiepje, rapport nr. 2011-030/A d.d. 28 april 2011".

2.3 Vigerende voorschriften en normen

Als basis voor de berekeningen dienen:

- NEN 6700 "TGB 1990 Algemene Basiseisen", 1991;
- NEN 6702 "TGB 1990 Belastingen en vervormingen", 1991;
- NEN 6740 "TGB 1990 Geotechniek, 2006;
- NEN 6743 en 6744 "Paalfunderingen", 2006;
- CUR 166 "Damwandconstructie 4^e druk", 2005.

2.4 Geometriegegevens

De situatietekening met dwarsprofielen van de uitstroombak is verstrekt door het voorbereidingsteam van het Ingenieursbureau Gemeentewerken Rotterdam.

De belangrijke projectpeilen zijn:

- bestaande hoogte ter plaatse van de uitstroombak ligt tussen NAP +3,88 m en NAP +2,27 m en blijft ongewijzigd (geen ophoging);
- onderkant van de uitstroombak ligt op NAP 0,00 m en de bovenkant ligt op NAP +2,27 m;
- onder de uitstroombak wordt 0,25 m beton funderingplaat toegepast (onderkant funderingplaat NAP -0,25 m);
- waterpeil bij Zuiddiepje lig op: G.L.W = NAP -0,36 m en G.H.W.= NAP +1,27 m;
- uitgiftepeil in dit gebied ligt op NAP +4,00 m.

2.5 Belastingen en vervormingen

De uitstroom ligt in het talud van de weg. De weg betreft een woonstraat en is toegankelijk voor gewoon verkeer.

3. Grond en grondwater

De onderdelen van het grondonderzoek en grondwaterstand zijn beschreven in paragraaf 3.1 t/m 3.3.

3.1 Uitgevoerd onderzoek

Ten behoeve van het advies is een nieuwe sondering door het Ingenieursbureau Gemeentewerken Rotterdam uitgevoerd. De uitgevoerde sondering is weergegeven in Tabel 3.1 en de peilbuizen zijn weergegeven in Tabel 3.2.

De situatietekening van het grondonderzoek is weergegeven in bijlage 1 en de resultaten van het grondonderzoek is weergegeven in bijlage 2.

Tabel 3.1 Overzicht sonderingen

sondering	Maaiveld [m NAP]	Diepte [m NAP]
JK122	3,63	-22,00

Tabel 3.2 Overzicht peilbuizen

Peilbuis	Gemiddelde grondwaterstand [m NAP]
133564-4	+1,91
133564-91	-0,86

3.2 Grondopbouw

Het terrein ligt globaal op een hoogte van ca. NAP -1,05 m en blijft ongewijzigd (geen ophoging).

In Tabel 3.3 is de laagopbouw gegeven zoals gebruikt voor de berekeningen.

Tabel 3.3: Globale laagopbouw (sondering JK 122)

Van [m NAP]	Tot [m NAP]	Grondsoort	γ_{nat} [kN/m ³]
+3,63	+0,40	zand	20,0
+0,40	-0,20	klei zandig	16,5
-0,20	-0,75	klei humeus	13,0
-0,75	-2,20	zand kleiig	17,5
-2,20	-7,20	zand	20,0
-7,20	-8,00	klei siltig	15,5
-8,00	-8,70	veen kleiig	11,5
-8,70	-9,30	klei humeus	13,0
-9,30	-10,40	klei siltig	15,5
-10,40	-11,30	veen kleiig	11,5
-11,30	-13,40	klei siltig	15,5
-13,40	-15,60	klei humeus	13,5
-15,60 <		Pleistoceen	21,0

3.3 Grondwater

De hydrologische gegevens zijn ontleend aan de reeds aanwezige peilbuizen (zie Tabel 3.2) en archief gegevens .

De rekenwaarden voor het grondwater zijn hieronder samengevat.

De uitgangspunten voor de berekeningen zijn gegeven in Tabel 3.4:

Tabel 3.4 Uitgangspunten grond- en oppervlaktewater

Onderdeel	Maatgevende potentiaal [m NAP]	Opmerking
Hoogwaterpeil (G.H.W.)	+1,27	Zuiddiepje
Laagwaterpeil (G.L.W.)	-0,36	Zuiddiepje
Eerste watervoerend pakket	-1,38	Minimaal waarde
Eerste watervoerend pakket	-0,86	Gemiddelde
Eerste watervoerend pakket	-0,40	Maximale waarde

De gehanteerde gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) is aangehouden op NAP -0,36 m.

4. Fundering

De constructie van de uitstroombak bestaat uit prefab beton. De paalbelasting is bepaald aan de hand van de door de opdrachtgever aangeleverde afmeting en gewicht van de uitstroombak. De uitstroombak wordt op vier palen gefundeerd.

4.1 Uitgangspunten

Voor de paalberekening zijn de volgende uitgangspunten aangehouden:

- geometrische gegevens, gewicht en afmeting van de uitstroombak is bepaald volgens de aangeleverde tekening door de opdrachtgever, zie bijlage 3 en hoofdstuk 2.1;
- kop van de palen ligt op NAP -0,25 m;
- er is geen rekening gehouden met Verkeersbelasting, omdat de uitstroombak in het talud van de watergang ligt;
- de berekening is uitgevoerd voor de toestand dat de uitstroombak vol met water staat;
- als belastingfactor voor permanente belasting is 1,2 en voor de veranderlijke belasting is 1,5 gehanteerd;
- volgens de opgave van de betonconstructeur moet schoor palen 1:8 worden toegepast om de horizontale gronddruk te kunnen opvangen.
- er is rekening gehouden met het optreden van negatieve kleeft, zowel langs de constructie, als langs de paalschachten.

4.2 Geometrie en belastingen

De rekenwaarde en representatieve waarde van de paalbelasting zijn bepaald aan de hand van de afmeting en gewicht van de uitstroombak.

Voor het bepalen van de gewichten is er vanuit gegaan van een funderingsplaat van $3,60 \times 2,00 \text{ m}^2$.

De berekende gewichten van de uitstroombak is weergegeven in Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Berekende gewichten van de uitstroombak (representatieve waarde)

Gewicht uitstroombak ^(*)	Grond gewicht	Gewicht funderingsplaat	Opwaartse water kracht	Negatieve kleeft ⁽¹⁾	Verkeersbelasting
[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN/paal]	[kN/paal]
100	9,5	43	0,00	151	0,00

- (1) negatieve kleeft langs de constructie
 (*) leeg gewicht exclusief funderingsplaat

Op basis van de berekende gewichten in Tabel 4.1 is de reken en representatieve waarde van de paalbelastingen bepaald en is weergegeven in Tabel 4.2.

De berekende reken en representatieve waarde van de paalbelasting is weergegeven in Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Reken en representatieve waarde van de paalbelasting

$F_{rep;druk}$ [kN/paal]	$F_{s;d;druk}$ [kN/paal]
76,0	84

4.3 Drukpalen

Op basis van de evenwichtsberekening worden de palen alleen op druk belast.

4.3.1 Rekenmethode en parameters

Het druk- en trekdraagvermogen van de palen is bepaald met behulp van het computerprogramma MFoundation, versie 5.3. In dit computerprogramma wordt het funderingsontwerp op de uiterste grenstoestand en de gebruikstoestand getoetst volgens NEN6740, NEN6743.

4.3.2 Drukdraagvermogen palen

Aan de hand van de deformatie eis van grenstoestand 1B kan de volgende formule voor de berekening van het netto draagvermogen bij een bepaald paalpuntniveau worden opgesteld:

$$F_{r;netto;d} = \xi \cdot \frac{F_{r;max;punt} + F_{r;max;schacht}}{\gamma_{m;b;4}} - F_{s;nk;d}$$

Het paalpuntniveau wordt zodanig gekozen dat wordt voldaan aan:

$$F_{s;d} \leq F_{r;netto;d}$$

waarin:

- $F_{s;d}$ = de rekenwaarde van de belasting op de paalkop
 $F_{s;nk;d}$ = de rekenwaarde van de wrijvingskracht ten gevolge van de negatieve kleeft
 $F_{r;netto;d}$ = de rekenwaarde van de netto draagkracht van de paal
 $F_{r;max;schacht}$ = de maximale wrijvingskracht

$F_{r,max;punt}$ = de maximale puntweerstand
 ξ = een factor volgens tabel 1 van NEN 6743, waarmee de herverdelingscapaciteit van de constructie en omvang grondonderzoek worden verwerkt
 $\gamma_{m;b;4}$ = de materiaalfactor volgens tabel 3 van NEN6740

4.3.3 Negatieve kleef

De berekening van negatieve kleef is uitgevoerd volgens de slip-methode.

De negatieve kleef wordt over de volledige hoogte van het holocene pakket meegenomen i.v.m. de te verwachten zettingen, waarbij rekening is gehouden met de locatie van de palen (in of naast het baanlichaam).

4.3.4 Paaltype en berekeningsparameters

Onderstaand zijn de berekeningsparameters aangegeven zoals deze voor de constructie zijn gehanteerd.

Paaltype		: prefab betonpaal 250 x 250 mm ²
$\gamma_{m;b;druk}$	1,25	: materiaalfactor grond bij GT1
$\gamma_{m;eg}$	1,1	: materiaalfactor eigen gewicht bij GT1
α_p	1,0	: de coëfficiënt paalpuntweerstand, paalklassefactor
$\alpha_{s;zand}$	0,01	: de coëfficiënt schachtwrijving voor druk voor de betonpaal
E-modulus	3×10^7 kN/m ²	: elasticiteitsmodulus van beton
β	1,0	: paalvoetvormfactor
s	1,0	: factor bij verhouding dwarsdoorsnede paal
ξ	0,72	: zie tabel 1 NEN 6743, bij M = 1 en N = 1 (minimaal)

4.4 Resultaten en advies

In Tabel 4.3 zijn de resultaten van de drukdraagkrachtberekeningen weergegeven. Van deze berekeningen is de uitvoer opgenomen in bijlage 3.

Tabel 4.3 Netto draagvermogen prefab betonpaal 250 × 250 mm²

Sondering	Paalbelasting		Punt-niveau [m NAP]	Trek	Minimale drukdraagkracht				
	Trek [kN]	Druk [kN]		$F_{r,max;d}$ [kN]	$F_{r,schacht;d}$	$F_{r,punt;d}$ [kN]	$F_{r,max;d}$ [kN]	$F_{s,nk}$ [kN]	$F_{r,netto;d}$ [kN]
JK122		84	-16,10		27	314	341	230	111



Op basis van de berekening wordt geadviseerd om een prefab betonpaal 250 x 250 mm² met een paalpuntniveau op NAP -16,10 m toe te passen.

5. Bouwput

Gezien de beschikbare ruimte rondom de put en de ontgravingdiepte zullen rondom de bouwput damwanden worden geplaatst.

5.1 Stabiliteit bouwputbodem

Bij het realiseren van de bouwput moet worden gecontroleerd of de bodem na ontgraving in verticale richting stabiel is en deze niet kan opbarsten. Eventueel opbarsten kan optreden onder invloed van de waterdruk in een watervoerende laag, gelegen onder een waterremmende laag ter plaatse van de bodem. Getoetst wordt het evenwicht t.o.v. het evenwichtsvlak, gelegen aan de onderzijde van de slecht doorlatende lagen.

De rekenwaarde van de naar beneden werkende gronddruk $F_{y,d}$ wordt bepaald door sommatie van het resterende representatieve gewicht van de grondlagen boven het vlak, gedeeld door de materiaalfactor 1,1.

Naar boven werkt de rekenwaarde van de waterdruk $F_{u,d}$, bepaald op basis van de representatieve stijghoogte, met een belastingfactor 1,0.

Op een afstand van ca. 200 m van de bouwput is een peilbuis aangetroffen. De maximale stijghoogte is aan hand van deze peilbuizen (133564-91) bepaald. Het gevaar van opbarsten is getoetst voor de maximale gemeten stijghoogte. De toetsing is uitgevoerd in den droge.

De resultaten van de berekening is samengevat in Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Overzicht gevaar van opbarsten (ontgraven in den droge)

Sondering	G.W.S	Max. stijghoogte	Ontgravingdiepte	Gronddruk $F_{y,d}$	Waterdruk $F_{u,d}$	Stijghoogte verlaging t.o.v. NAP	Gevaar opbarsten
	t.o.v. NAP [m]	t.o.v. NAP [m]	t.o.v. NAP [m]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[m]	[ja/nee]
JK122	-0,30	-0,40	-0,30	29,0	18,0	---	nee

De berekening van Tabel 5.1 is uitgevoerd met een bodembreedte van 4,50 m met het toepassen van een damwand.

In dit geval is de maximale gemeten stijghoogte lager dan de maximale ontgravingdiepte en bestaat geen gevaar van opdrukken van de bouwput.

5.2 Damwanden

Om een bouwkuip van $5,0 \times 4,0 \text{ m}^2$ en 2,60 m diep te kunnen realiseren zullen damwanden worden geplaatst.

5.2.1 Rekenmethode

De damwandberekeningen zijn uitgevoerd met behulp van het computerprogramma MSheet, versie 8.2. Dit programma berekent damwanden volgens het elastoplastisch verenmodel, waarin de gronddruk op de wand afhangt van de horizontale verplaatsingen. MSheet berekent momenten, dwarskrachten en verplaatsingen van een grondkerende wand, al dan niet (meervoudig) verankerd c.q gestempeld. Er is uitgegaan van rechte glijvlakken. De berekeningen zijn uitgevoerd met het multi-lineaire verenmodel. De damwandberekeningen zijn uitgevoerd voor de Bruikbaarheidsgrenstoestand (BGT) en de Uiterste grenstoestand (UGT).

5.2.2 Grondparameters

In Tabel 5.2 is de grondopbouw gegeven zoals deze in de berekening voor de damwand is toegepast. De parameters zijn bepaald op basis van plaatselijke bekendheid met de ondergrond en CUR 166.

Tabel 5.2 Grondopbouw met representatieve waarden van de grondparameters

bovenkant laag [m t.o.v. NAP]	grondlaag	$\gamma_{\text{nat}}/\gamma_{\text{droog}}$ [kN/m ³]	c' [kPa]	φ' [°]	δ [°]	$K_{h,1}$ 50% [kN/m ³]	$K_{h,2}$ 80% [kN/m ³]	$K_{h,3}$ 100% [kN/m ³]
+3,63	zand	20,0/18,0	0,00	30	20	12000	6000	3000
+0,40	klei zandig	16,5/16,5	2,50	25	16,7	6000	4000	2000
-0,20	klei humeus	13,0/13,0	3,00	22	14,7	2000	800	500
-0,75	zand kleiig	17,5/17,5	0,00	23,5	15,7	6000	4000	2000
-2,20	zand	20,0/18,0	0,00	30	20	12000	6000	3000
-7,20	klei siltig	15,5/15,5	4,50	22,5	15	4000	2000	800
-8,00	veen kleiig	11,5/11,5	4,00	20	0,0	2000	800	500
-8,70	klei humeus	13,0/13,0	3,50	24	16,0	2000	800	500
-9,30	klei siltig	15,5/15,5	4,00	23,0	15,0	4000	2000	800
-10,40	veen kleiig	11,5/11,5	5,00	20	0,0	2000	800	500
-11,30	klei siltig	15,5/15,5	4,00	23,0	15,0	4000	2000	800
-13,40	klei humeus	13,5/13,5	3,50	24	16,0	2000	800	500
-15,60 <	Pleistoceen	21,0/19,0	0,00	32	21,3	20000	10000	5000

5.2.3 Bruikbaarheidsgrenstoestand (BGT)

Een bruikbaarheidsgrenstoestand die ten gevolge van vervormingen in de geotechnische constructie leidt tot een ongewenst verlies aan bruikbaarheid, schade of hoge onderhoudskosten wordt aangeduid als grenstoestand 2.

Met grenstoestand 2 wordt de gemobiliseerde weerstand aan de passieve zijde getoetst. Deze wordt in procenten uitgedrukt. De gemobiliseerde weerstand mag niet hoger zijn dan 66,6%. Verder wordt bij deze grenstoestand de verplaatsing getoetst.

De BGT wordt getoetst met representatieve waarden van de grondparameters, kerende hoogten en (grond-) waterstand.

De voor de berekeningen gehanteerde representatieve waarden voor de grondparameters staan vermeld in Tabel 5.2.

5.2.4 Uiterste grenstoestand (UGT)

Met grenstoestand 1A wordt de sterkte van de damwandconstructie getoetst. Omdat de damwand een tijdelijke functie heeft, is bij de MSheet-berekeningen voor de damwanden uitgegaan van veiligheidsklasse II met een betrouwbaarheidsindex β van 3,4.

Bij een indeling in veiligheidsklasse II worden voor de damwandberekeningen partiële materiaalfactoren toegepast op onder meer:

- de representatieve waarden van de grondparameters,
- de (grond)waterstand,
- de kerende hoogte.

In Tabel 5.3 zijn de partiële factoren γ en de veiligheidsmarge Δ weergegeven bij uiterste grenstoestand 1A.

Tabel 5.3 Partiele factoren γ en veiligheidsmarges Δ

Parameter	Klasse II	
	γ en Δ betrokken op X_{rep}	
[-]	γ	Δ [m]
ϕ'	1,15	-
c'	1,00	-
lage rekenwaarde beddingconstante	1,3	-
hoge rekenwaarde beddingconstante	1,0	-
buigstijfheid damwand	1,0	-
terreinbelasting	1,0	-
veranderlijk	1,25	-
kerende hoogte	n.v.t.	+0,30
g.w.s. lage zijde	n.v.t.	-0,20
g.w.s. hoge zijde	n.v.t.	+0,05

5.2.5 Uitgevoerde berekeningen

Overeenkomstig CUR 166 zijn voor het dimensioneren van de damwand de volgende berekeningen uitgevoerd:

Tabel 5.4 Uitgevoerde berekeningen

Stap nr.	Grenstoestand	beddingsconstante	Rekenwaarden grondwaterstand lage zijde
6.1	UGT	laag	$\max(\mu + \gamma\sigma ; \mu + \Delta)$ hoge grondwaterstand
6.2	UGT	hoog	$\max(\mu + \gamma\sigma ; \mu + \Delta)$ hoge grondwaterstand
6.3	UGT	laag	$\min(\mu + \gamma\sigma ; \mu + \Delta)$ lage grondwaterstand
6.4	UGT	hoog	$\min(\mu + \gamma\sigma ; \mu + \Delta)$ lage grondwaterstand
6.5	BGT	laag	-

5.2.6 Schematisering constructie

De volgende uitgangspunten zijn voor de damwandberekening aangehouden:

Tabel 5.5 Uitgangspunten

Items	Omschrijving
Maaiveldniveau [NAP m]	+3,88
Maximale ontgravingsdiepte [NAP m]	-0,30
Ontgraving in "den natte" grondwater op [NAP m]	-0,36
Breedte en lengte van de bouwput [m ²]	4,00 × 5,00
Terreinbelasting [kPa]	15,0
Hart 1 ^e stempel [NAP m]	vrijstaande damwand
grondwater hoge zijde [NAP m]	-0,36
grondwater lage zijde na droogzetten [NAP m]	-0,36

De in Tabel 5.6 aangegeven fasering is aangehouden.

Tabel 5.6 Ontgraving- en stempelniveau's per fase

fase [nr.]	Hoge zijde		Lage zijde			
	ontgraving	G.W.S.	ontgraving	G.W.S.	hart stempelniveau's	
	[m NAP]		[m NAP]			
1	+3.88	-0.36	-0.30	-0.36		

Toelichting op de fasen:

fase 1

- ontgraven tot NAP -0,30 m
- grondwaterstand (g.w.s.) op NAP -0,36 m

5.2.7 Resultaten:

De resultaten van de damwandberekeningen zijn opgenomen in bijlage 4.

Op basis van de resultaten van de berekeningen is gekozen voor een AZ18 damwandprofiel met een stijfheid (EI) van $7,1820 \times 10^5 \text{ kNm}^2/\text{m}^1$, een staalkwaliteit van S240 en een inheinniveau van minimaal NAP -7,50 m. Deze inheidiepte voldoet voor de kerende functie van de damwand. De damwand is niet gedimensioneerd op verticale draagkracht.

Tabel 5.7 resultaten damwandberekeningen

Items	Omschrijving
damwandprofiel	AZ18 of gelijkwaardig
Puntniveau [NAP m]	-7,50
max. moment (UGT) [kNm/m]	300
max. dwarskracht (UGT) [kN/m]	147
max. stempelkracht bovenstempel (UGT) [kN/m]	n.v.t.
max doorbuiging [mm]	76
max gemobiliseerde weerstand in UGT [%]	52
max gemobiliseerde weerstand in BGT [%]	52

Uitgangspunt voor het ontwerp is dat AZ 18-profielen met staalkwaliteit S240 worden toegepast. Deze Z-vormige damwandprofielen met sloten ter plaatse van de uiterste vezel hebben als voordeel dat op het weerstandsmoment (W) en traagheidsmoment (I) geen reductiefactoren voor scheve buiging in rekening gebracht hoeven te worden. De opgegeven damwandstijfheid EI is dus de netto waarde. Indien er een U-vormig profiel wordt toegepast dient ten minste aan de bovengenoemde EI-waarden, maar dan inclusief reductie voor scheve buiging, te worden voldaan.

6. Advies

Het advies is als volgt:

Opdrukken bouwputbodem

Op basis van de berekening en beschikbare gegeven is er geen gevaar van opdrukken van de bouwputbodem bestaat. De maximale gemeten stijghoogte is lager dan de maximale ontgraving diepte.

Funderingsadvies voor uitstroombak

Geadviseerd wordt om de uitstroombak te plaatsen op vier prefab betonpalen $250 \times 250 \text{ mm}^2$ met een paalpuntniveau op NAP -16,10 m.

Volgens de opgave van de betonconstructeur moet schoor palen 1:8 worden toegepast om de horizontale gronddruk te kunnen opvangen, zie bijlage 3.

Wij adviseren om de uitstroombak vast te zetten op de funderingsplaat en de funderingsplaat op de palen zodat de aanwezige horizontale gronddruk kan worden tegenhouden.

Dimensioneren van damwand t.b.v. de bouwput

Geadviseerd wordt om de volgorde van de werkzaamheden als volgt uit te voeren:

- damwanden type AZ 18 staalkwaliteit S240 of gelijkwaardig aanbrengen tot NAP -7,50 m;
- ontgraven in den droge tot NAP -0,30 m;
- palen heien tot het aangegeven niveau;
- droog zetten van de bouwput (indien nodig) en 0,25 m dikke funderingsplaat aanbrengen;
- vervolgens wordt de uitstroombak aangebracht.

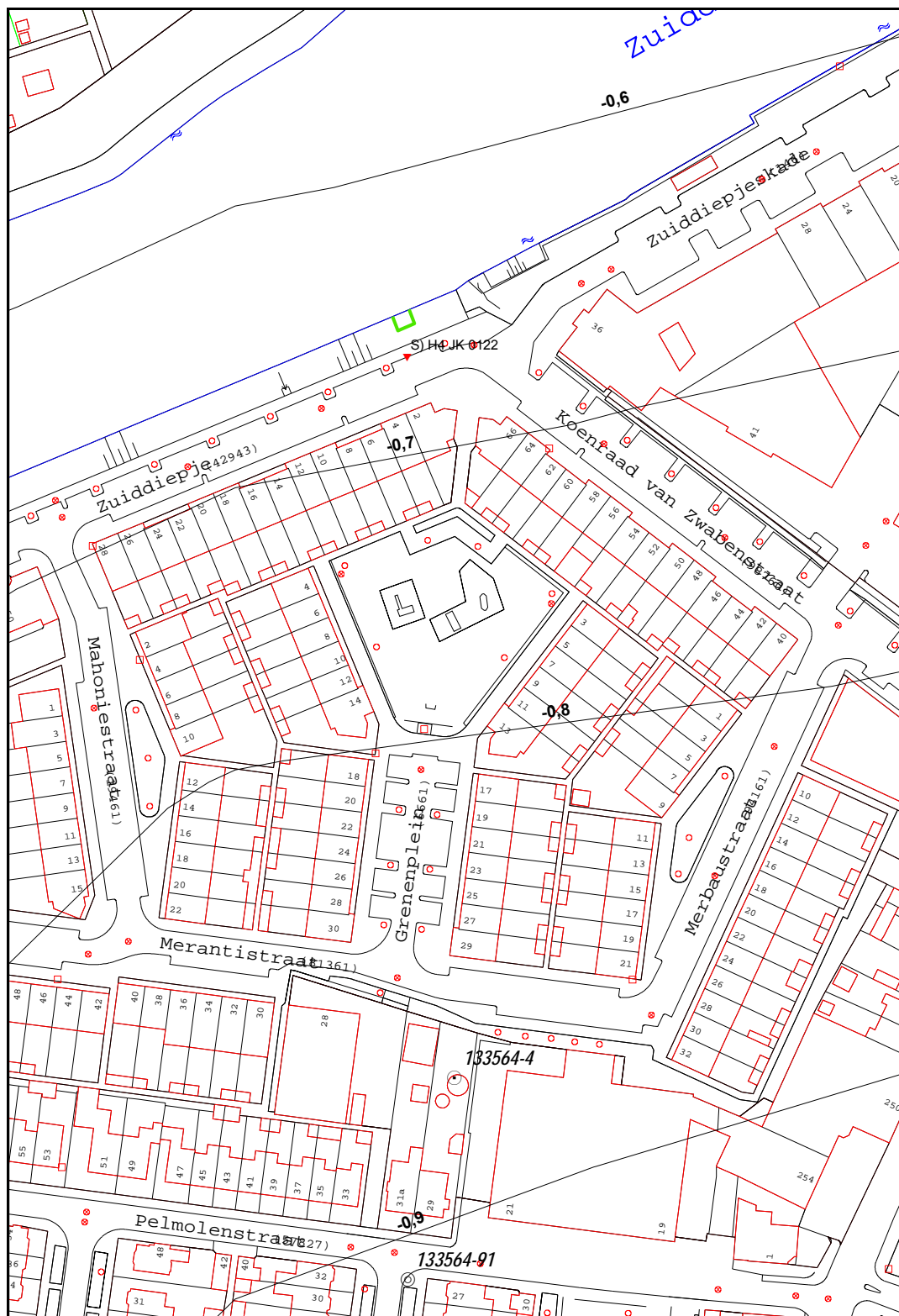
Uittrekken van de damwand bij de aansluiting van de leiding aan uitstroombak zal zetting veroorzaken en wordt geadviseerd om vanaf de onderkant van de leiding af te branden (niet uittrekken en als verloren damwand beschouwen), met bovendien het voordeel dat als kwelscherm dienst kan doen.

Aanbeveling

Vanwege aanwezigheid tussenzandlaag (van NAP -2,00 m tot NAP -7,00 m) dient ten behoeve van het heiwerk door de aannemer beoordeeld te worden of er wel of niet voorgeboord moet worden.

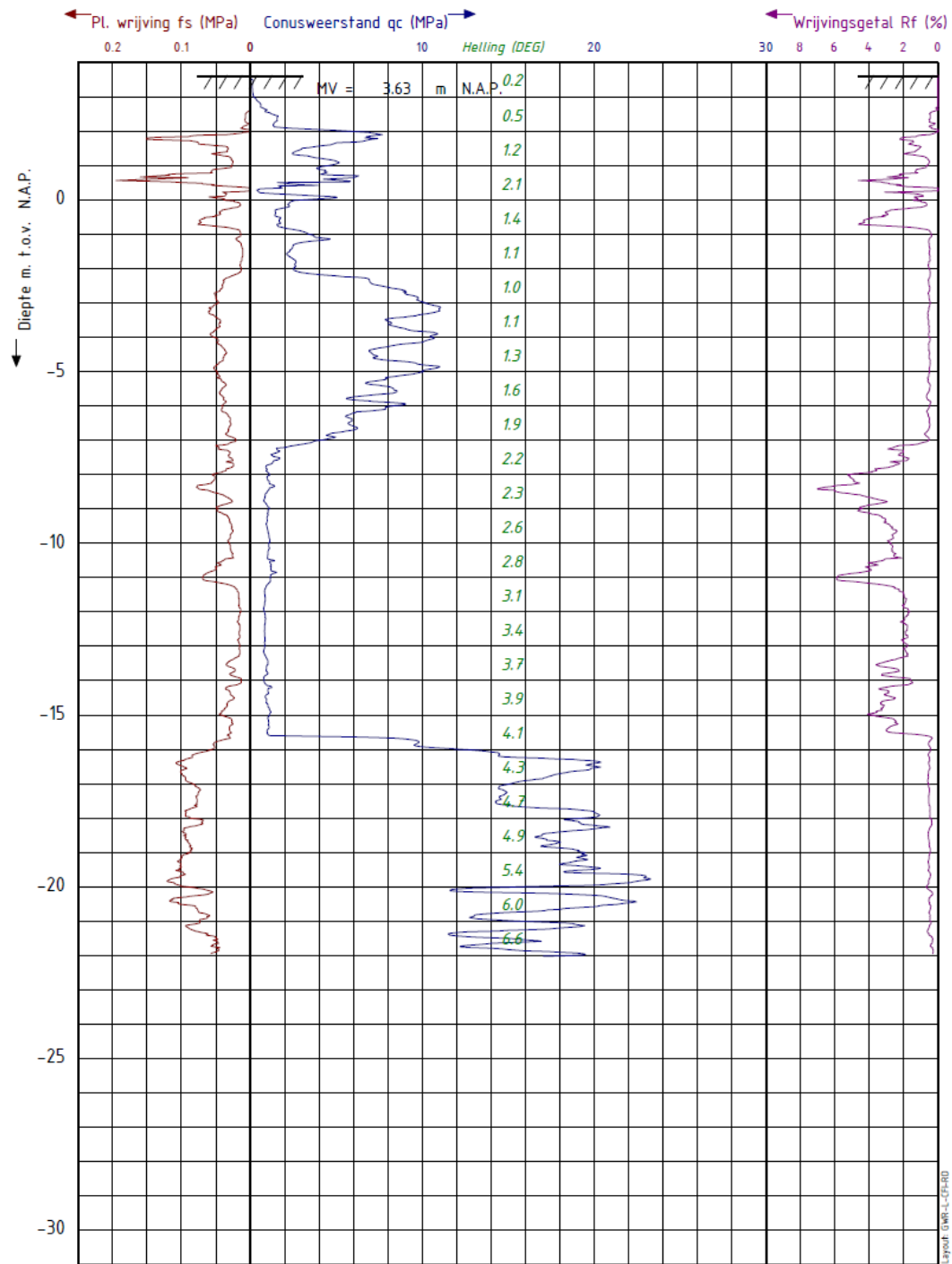


Bijlage 1: Situatietekening grondonderzoek





Bijlage 2: Resultaten van grondonderzoek



Project : Rotterdam
Dossier : 2011-030
Locatie : OB-Leiding Kerkedijk

Paraaf 1:

Datum test : 13-5-2011
MV. hoogte : 3.627 m. t.o.v. N.A.P.
coördinaten in RD-stelsel
X : 96885.809 Y : 434894.134
Opmerking 1:

SONDERING:

JK122

Pagina 1/1

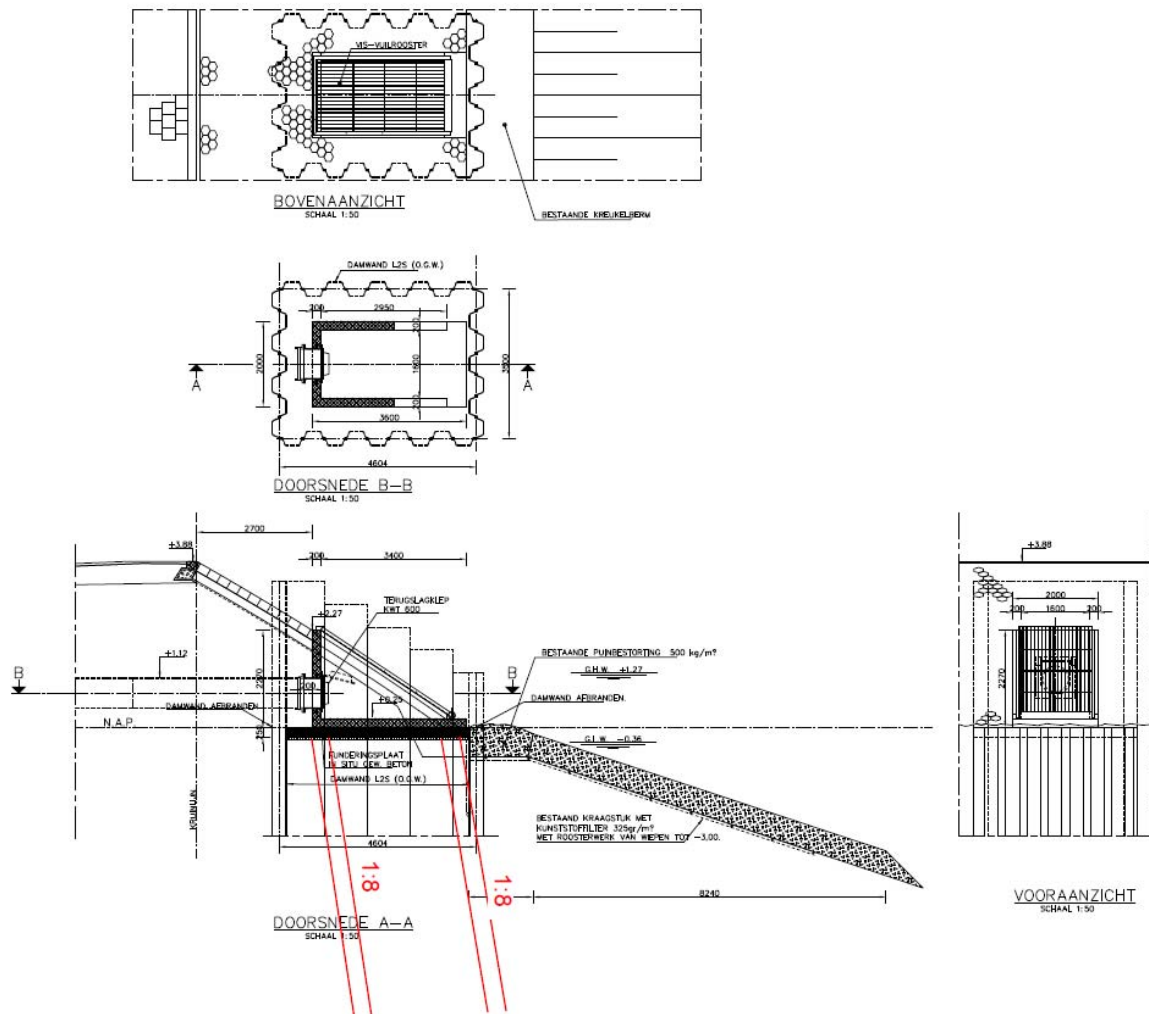
Conus type: CFP10-10 Nummer: 071117 Sondering volgens NEN 5140 Klasse 2



Gemeente Rotterdam
Gemeentewerken
Ingenieursbureau



Bijlage 3 : Tekening uitstroombak





Bijlage 4: Resultaten van paalberekeningen



Rapport voor MFoundation 6.4

Ontwerp en Verificatie van Strook- en Paalfunderingen
Ontwikkeld door Deltares



Bedrijfsnaam: Gemeentewerken Rotterdam

Datum van rapport: 12-8-2011
Tijd van rapport: 9:39:03

Datum van berekening: 12-8-2011
Tijd van berekening: 9:38:47

Bestandsnaam: M:\...13_Projectresultaten\MFoundation\Uitstroombak Zuiddiepje

Projectbeschrijving: OB-Leiding Kerkedijk, uitstroombak Zuiddiepje
Paaladvies uitstroombak Zuiddiepje
MFoundation Project1



1 Inhoudsopgave

1 Inhoudsopgave	2
2 Invoergegevens	3
2.1 Algemene Invoergegevens	3
2.2 Rapportage Gegevens	3
2.3 Toepassingsgebied Model Bearing Piles	3
2.4 Bovenbouw	3
2.5 Algemene Sondeergegevens	3
2.5.1 Overzicht Sonderingen in Funderingsplan	3
2.6 Grondgegevens	4
2.6.1 Grondprofiel JK122	4
2.7 Paaltypen	5
2.7.1 Paaltipe : Rect 250x250	5
2.8 Funderingsplan	5
2.8.1 Overzicht Funderingsplan	5
2.9 Ontgravingsgegevens	6
2.10 Opgegeven Parameters	6
2.11 Rekenopties	6
2.12 Model Opties	6
3 Bearing Piles (NEN): Resultaten van de optie Voorontwerp-PPN's en netto draagkracht	7
3.1 Fouten en waarschuwingen	7
3.2 Opmerkingen	7
3.3 Rekenparameters	7
3.3.1 Factoren Paal	7
3.3.2 Paaltipe : Rect 250x250	7
3.4 Overzicht bij paaltipe : Rect 250x250	7
3.5 Samenvatting Rekenwaarde Draagkracht in kN	7



2 Invoergegevens

2.1 Algemene Invoergegevens

Model Bearing Piles (NEN)

2.2 Rapportage Gegevens

Geotechnisch adviseur : Ingenieursbureau Gemeentewerken Rotterdam
Constructeur bovenbouw :
Opdrachtgever :
Titel 1 : OB-Leiding Kerkedijk, uitstroombak Zuiddiepje
Titel 2 : Paaladvies uitstroombak Zuiddiepje
Titel 3 : MFoundation Project1
Nummer project :
Locatie project : Rotterdam, Zuiddiepje

2.3 Toepassingsgebied Model Bearing Piles

De toetsingen uitgevoerd door het model BEARING PILES van MFOUNDATION hebben betrekking op paalfunderingen waarop statische of quasi-statische belastingen werken die drukkrachten in de palen veroorzaken met dien verstande dat de berekening van de paalkrachten en de vervormingen is gebaseerd op sonderingen. Eventuele rijzing van (trek-)palen en mogelijke horizontale verplaatsingen van palen zijn niet in deze toetsingen opgenomen.

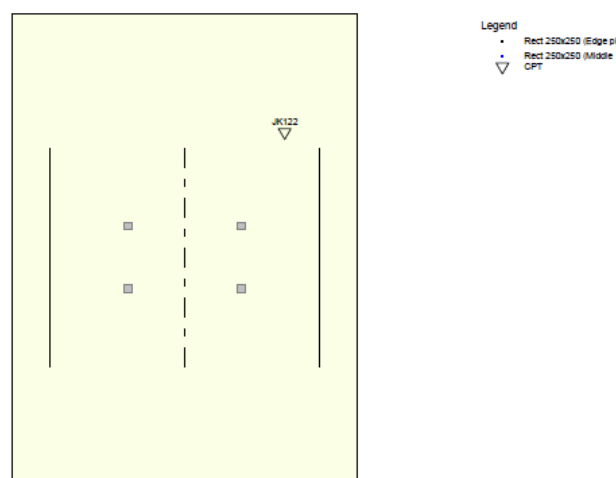
2.4 Bovenbouw

Categorie bovenbouw : Overige (geen woongebouw)
Stijfheidskarakteristiek : Slap

2.5 Algemene Sondeergegevens

Aantal sonderingen : 1
Tijdstip sonderingen : Sondering - Ontgraving - Installatie

2.5.1 Overzicht Sonderingen in Funderingsplan





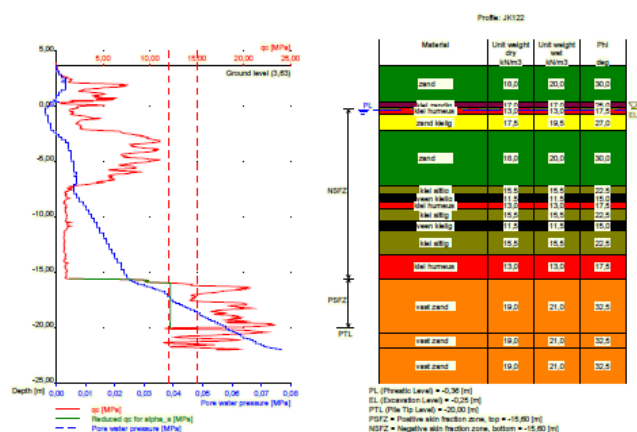
Nummer/naam sondering	Paalpunt- niveau [m R.N.]	Bovenkant pos. kleeftzone [m R.N.]	Onderkant neg. kleeftzone [m R.N.]	X-coor- dinaat [m]	Y-coor- dinaat [m]
1: JK122	-20.00	-15.60	-15.60	96885.81	434894.13

2.6 Grondgegevens

Aantal grondprofielen (= aantal sonderingen) : 1

2.6.1 Grondprofiel JK122

Behorende bij sondering	JK122
Maaiveldniveau in [m. t.o.v. referentie niveau] :	3,627
Niveau grondwaterstand in [m. t.o.v. referentie niveau] :	-0,360
Paalpuntniveau in [m. t.o.v. referentie niveau] :	-20,000
Bovenkant positieve kleefzone in [m. t.o.v. referentie niveau] :	-15,600
Onderkant negatieve kleefzone in [m. t.o.v. referentie niveau] :	-15,600
OCR-waarde draagkrachtige laag :	1,00
Verwachte maaiveldzakking in [m] :	0,110
Aantal lagen in profiel :	15



Nummer laag	Bovenkant laag [m R.N.]	Gamma [kN/m3]	Gamma;sat [kN/m3]	Phi [deg]	Grond-soort	Mediaan (Zand/Grind) [mm]
1	3,627	18,00	20,00	30,00	Zand	0,200
2	0,400	17,00	17,00	25,00	Klei	--
3	-0,200	13,00	13,00	17,50	Klei	--
4	-0,750	17,50	19,50	27,00	Zand	0,200
5	-2,200	18,00	20,00	30,00	Zand	0,200
6	-7,200	15,50	15,50	22,50	Klei	--
7	-8,000	11,50	11,50	15,00	Veen	--
8	-8,700	13,00	13,00	17,50	Klei	--
9	-9,300	15,50	15,50	22,50	Klei	--
10	-10,400	11,50	11,50	15,00	Veen	--
11	-11,300	15,50	15,50	22,50	Klei	--
12	-13,400	13,00	13,00	17,50	Klei	--
13	-15,600	19,00	21,00	32,50	Zand	0,200



Nummer laag	Bovenkant laag [m R.N.]	Gamma [kN/m3]	Gamma;sat [kN/m3]	Phi [deg]	Grond-soort	Mediaan (Zand/Grind) [mm]
14	-20,558	19,00	21,00	32,50	Zand	0,200
15	-21,910	19,00	21,00	32,50	Zand	0,200

2.7 Paaltypen

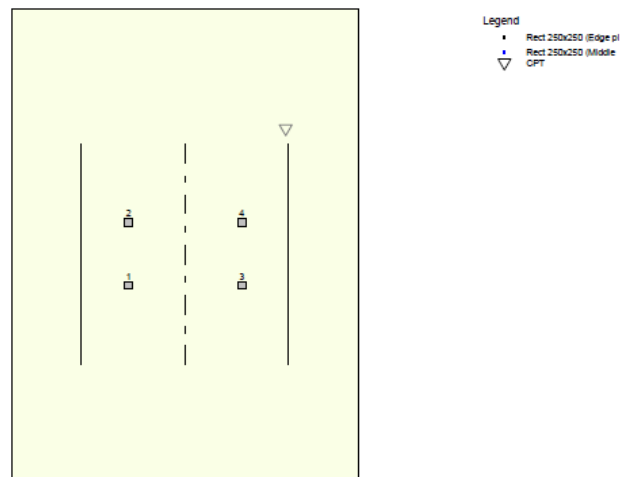
2.7.1 Paaltype : Rect 250x250

Paaltype :	Prefab betonpaal
Materiaaltype paal :	Beton
Gladheidsbehandeling voor paal :	Geen gladheidsbehandeling
Paalvorm :	Rechthoekige paal
beta (NEN 6743 figuur 4 : Paalvoetvormfactor) :	1,00
s (NEN 6743 art. 5.4.2.2.4 : factor voor invloed vorm dwarsdoorsnede paalvoet) :	1,00
Paalafmetingen :	
Kleinste zijde paalpunt [m] :	0,250
Grootste zijde paalpunt [m] :	0,250

2.8 Funderingsplan

Aantal palen :	4
Aantal samenwerkende palen* :	1
* : 0 = niet ingevoerd, 1 = slappe bovenbouw, >1 = stijve bovenbouw	

2.8.1 Overzicht Funderingsplan

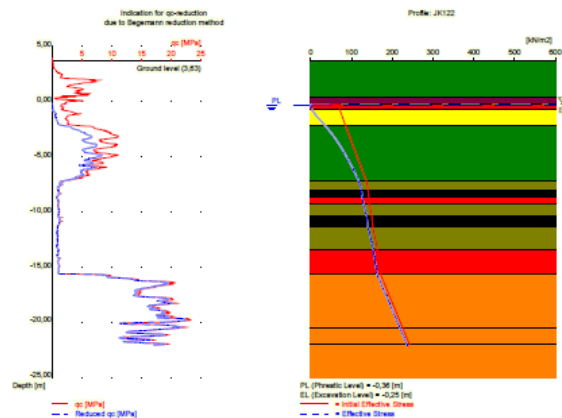


Paal nr/naam	X-coor-dinaat [m]	Y-coor-dinaat [m]	Fs_d (t1A/t1B) [kN]	Fs_d (t2) [kN]	P0 [kN/m2]	Paalkop-niveau [m R.N.]
1: 1	96880,81	434889,13	83,50	76,00	0,00	-0,25
2: 2	96880,81	434891,13	83,50	76,00	0,00	-0,25
3: 3	96884,41	434889,13	83,50	76,00	0,00	-0,25
4: 4	96884,41	434891,13	83,50	76,00	0,00	-0,25



2.9 Ontgravingsgegevens

Niveau ontgraving in [m. t.o.v. referentie niveau] : -0,250
Reductie model : Begemann
Afstand van randpaal tot grens ontgraving [m] : 1,50



2.10 Opgegeven Parameters

Alle parameters volgens de standaard.

2.11 Rekenopties

Gebruik paalgroep bij negatieve kleef (standaard)
Geen gebruik tussenresultatenfile
Pas reductie toe bij avegaar (standaard)
Gebruik de invloed van ontgravingen (standaard).

2.12 Model Opties

Geselecteerde paaltypen :

-Rect 250x250

Geselecteerde profielen :

-JK122

Traject

-begin [m] : -15,50

-eind [m] : -20,00

-interval [m] : 0,10

Netto draagkracht [kN] : 84

3 Bearing Piles (NEN): Resultaten van de optie Voorontwerp-PPN's en netto draagkracht

3.1 Fouten en waarschuwingen

Waarschuwing : De diepte van de sonderingen voldoen niet aan de eisen zoals gesteld in NEN 6740 art. 8.4.1.4.

3.2 Opmerkingen

Het programma gaat bij de controle van het grondonderzoek volgens NEN 6740 art. 8.4.1.4 uit van het opgegeven testniveau. Het houdt geen rekening met eventueel verschillende paalpuntniveau's. Bij gebruikmaking van verschillende paalpuntniveau's dient de gebruiker zelf eventueel benodigd extra onderzoek te beoordelen.

N.B. : De berekeningen zijn uitgevoerd op basis van een alleenstaande paal voor grenstoestand 1 (= uiterste grenstoestand).

Bij het voorontwerp wordt namelijk altijd uitgegaan van een enkele paal. Een eventueel ingevoerd palenplan wordt niet meegenomen bij deze optie. Er wordt dus uitgegaan van een slappe constructie waarbij geen paalgroepeffecten optreden.

3.3 Rekenparameters

3.3.1 Factoren Paal

gamma;m;b (NEN 6740 tabel 3, grenstoestand 1A/1B) :	1,20
gamma;m;b (NEN 6740 tabel 3, grenstoestand 2) :	1,00
ksi (NEN 6743 tabel 1, bij M = 1 en N = 1) :	0,72

3.3.2 Paaltype : Rect 250x250

Paaltype :	Prefab betonpaal
Materiaaltype paal :	Beton
Gladheidsbehandeling voor paal :	Geen gladheidsbehandeling
Paalvorm :	Rechthoekige paal
beta (NEN 6743 figuur 4 : Paalvoetvormfactor) :	1,00
s (NEN 6743 art. 5.4.2.2.4 : factor voor invloed vorm dwarsdoorsnede paalvoet) :	1,00
Paalafmetingen :	
Kleinste zijde paalpunt [m] :	0,250
Grootste zijde paalpunt [m] :	0,250

Sondering	Alpha_s Zand/ Grind	Alpha_s Klei/Leem Veen	Alpha_p
JK122	0,0100	--	1,0000

3.4 Overzicht bij paaltype : Rect 250x250

Sondering	PPN [m R.N.]	Maaiveld [m R.N.]	Fr,max;punt;d [kN]	Fr,max;schacht;d [kN]	Fs,nk;d [kN]	Fr,net;d [kN]
JK122	-16,10	3,63	314	27	230	111

* $Fr_{net;d} = Fr_{max;d} - Fs_{nsf;d}$

3.5 Samenvatting Rekenwaarde Draagkracht in kN

Opgegeven netto draagkracht [kN] : 84

Sondering	Maaiveld [m R.N.]	PPN [m R.N.]	Rect 250x250 Fr,net;d [kN]
JK122	3,63	-16,10	111,00



* $F_{r,net;d} = F_{r,max;d} - F_{s,nsf;d}$

Einde Rapport



Bijlage 5 : Resultaten damwandberekening



Rapport voor MSheet 8.2

Ontwerp van Damwanden
Ontwikkeld door Deltares



Bedrijfsnaam: Gemeentewerken Rotterdam

Datum van rapport: 12-8-2011
Tijd van rapport: 14:29:46

Datum van berekening: 12-8-2011
Tijd van berekening: 12:00:48

Bestandsnaam: M:\..12_Voorbereiding\3_Projectresultaten\MSheet\Damwand uitstroombak

Projectbeschrijving: OB-Leiding Kerkedijk uitstroombak Zuideinde
dimensioneren damwand bouwput uitstroombak
sondering JK122

Verificatie volgens CUR 166

1 Overzicht

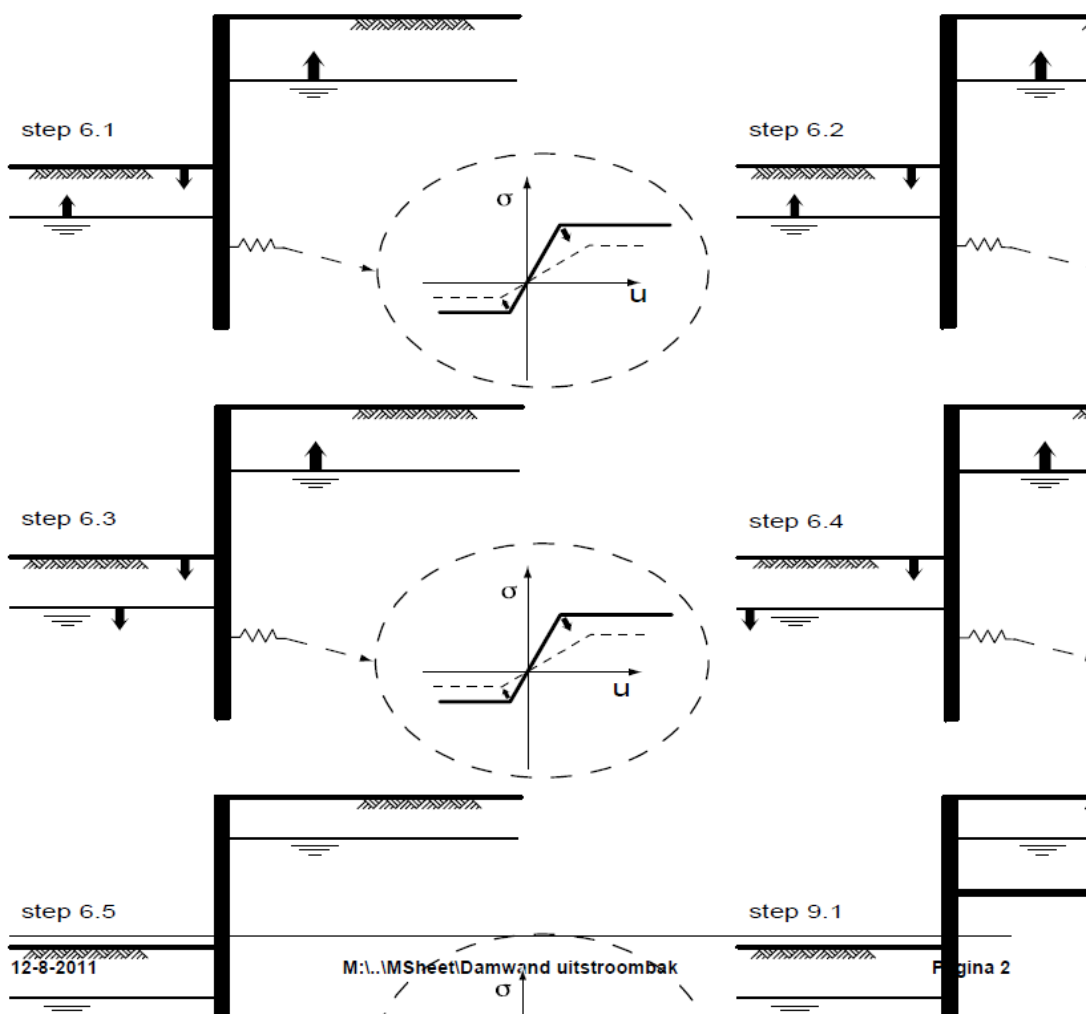
1.1 Overzicht per Fase en Toets

Fase nr.	Verificatie type	Verplaatsing [mm]	Moment [kNm]	Dwars-Kracht [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. weerstand [%]	Verticaal evenwicht
1	CUR-Stap 6.3		-299,8	146,7	0,0	52,3	---
1	CUR-Stap 6.4		-299,7	144,9	0,0	51,9	---
1	CUR-Stap 6.5	76,1	-173,2	62,2	0,0	28,4	---
1	CUR-Stap 6.5 * 1,20		-207,9	74,6			
Max		76,1	-299,8	146,7	0,0	52,3	---

1.2 Totale Stabiliteit per Fase

Fase naam	Stabiliteitsfactor [-]
Stage 1	2,05

1.3 CUR Verificatiestappen





2 Invoergegevens voor alle Bouwfasen

2.1 Algemene Invoergegevens

Verificatie volgens CUR 166

Model	Damwand
Check verticaal evenwicht	Ja
Aantal bouwfasen	1
Soortelijk gewicht van water	9,81 kN/m³
Aantal takken van de veer karakteristiek	3
Ontlastak van de veer karakteristiek	Nee

2.2 Damwandeigenschappen

Lengte	10,90 m
Bovenkant	3,40 m
Aantal secties	1
Pr _{max;punt}	0,00 MPa
Ksifactor	0,72

Sneede naam	Van [m]	Tot [m]	Stijfheid EI [kNm²/m']	Werkende breedte [m]	Maximum moment [kNm/m']
AZ 18	-7,50	3,40	7,1820E+04	1,00	432,00

Sneede naam	Van [m]	Tot [m]	Red. factor EI [-]	Red. factor max. moment [-]	Toelichting op reductiefactor
AZ 18	-7,50	3,40	1,00	1,00	

Sneede naam	Van [m]	Tot [m]	Gecorrig. stijfheid EI [kNm²]	Gecorrig. max. moment [kNm]
AZ 18	-7,50	3,40	7,1820E+04	432,00

Sneede naam	Van [m]	Tot [m]	Hoogte [mm]	Verf-oppervlak [m²/m² wall]	Doorsnede [cm²]
AZ 18	-7,50	3,40	380,00	1,35	150,00

2.3 Rekenopties

Eerste fase beschrijft initiële situatie	Nee
Fijnheid berekening	Grof
Reduceren delta('s) volgens CUR	Ja
Verificatie	CUR methode A: Partiële factoren (ontwerpwaarden) in alle fasen

Gebruikte partiële factor set	Klasse II
-------------------------------	-----------

Factoren op belastingen	
- Permanente belasting, ongunstig	1,00
- Permanente belasting, gunstig	1,00
- Variabele belasting, ongunstig	1,00
- Variabele belasting, gunstig	0,00

Materiaalfactoren	
- Cohesie	1,00
- Tangens phi	1,15
- Delta (wandwrijvingshoek)	1,15
- Beddingsconstanten	1,30

Aanpassing geometrie	
- Verlaging maaiveldhoogte, passieve zijde	0,30 m



- Verlaging grondwaterniveau, passieve zijde 0,20 m
- Verhoging grondwaterniveau, passieve zijde 0,20 m
- Verhoging grondwaterniveau, actieve zijde 0,05 m

Factoren op totale stabiliteit

- | | |
|----------------------|------|
| - Aandrijvend moment | 1,00 |
| - Cohesie | 1,50 |
| - Tangens phi | 1,20 |

Factoren op verticale evenwicht

- | | |
|--------------|------|
| - Gamma m:b4 | 1,20 |
|--------------|------|