

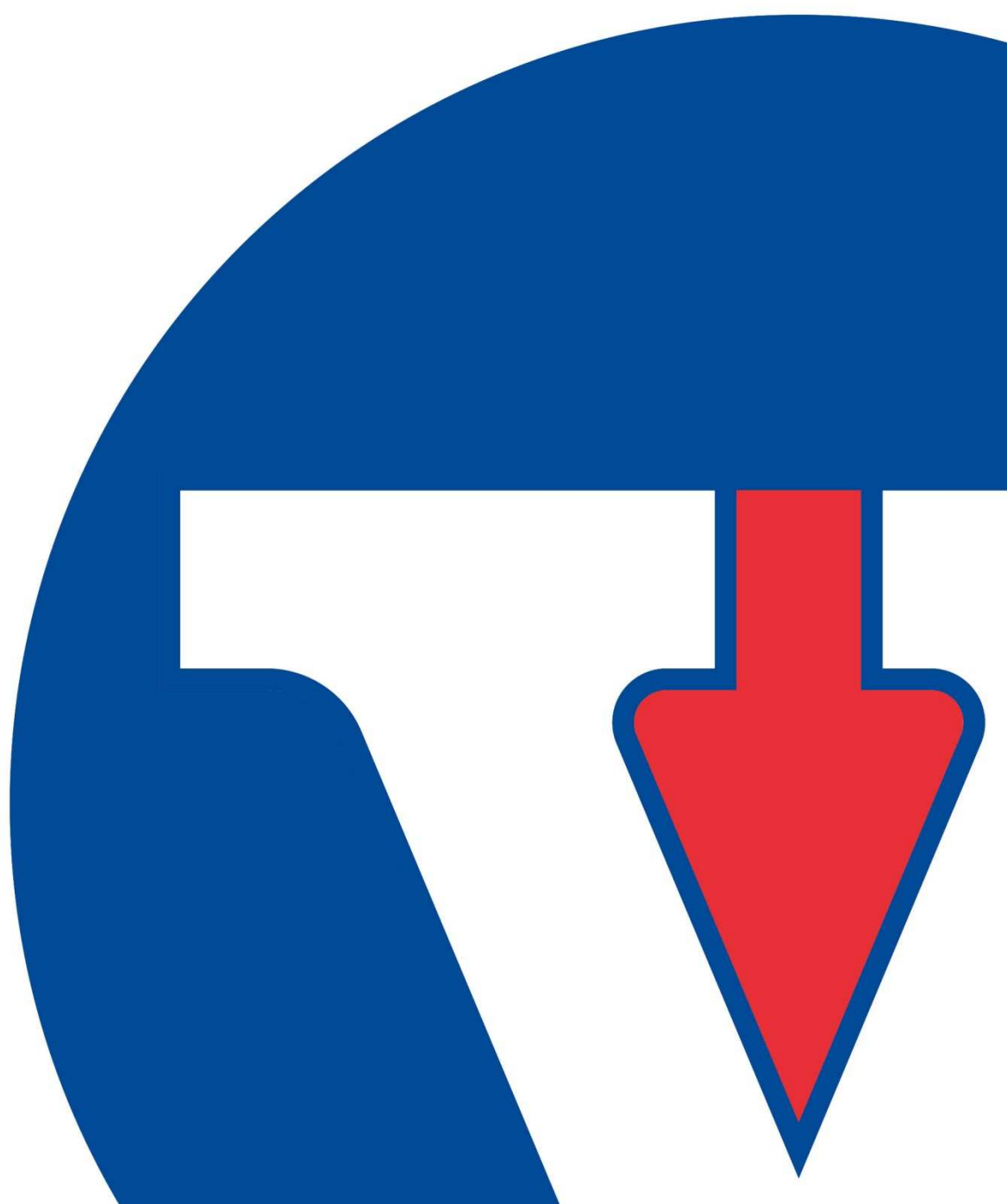


DVA engineering B.V.

DESIGN • VERIFICATION • ASSISTANCE

Project : RIF 010

Rapport : 0433 RAP 001 WBR

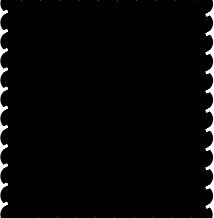
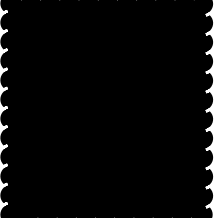
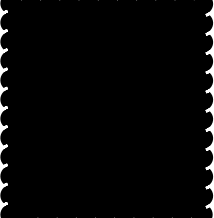


Haalbaarheid studie
bouwmethodiek RIF 010

0433 RAP 001 WBR rev 0_Toetsing

MKR_17-11-2014.docx

Opdrachtgever : TBI Infra B.V.
Projectnaam : RIF 010
Projectnummer : 0433
Type document : Rapport
Opsteller : WBR
Revisie : 1
Status : Ter acceptatie

	Naam:	Datum:	Paraaf:
Opsteller:		18-11-2014	
Geverifieerd:		18-11-2014	
Vrijgegeven:			
Geaccepteerd:			



Inhoudsopgave

1. Inleiding	4
1.1 Uitgangspunten en randvoorwaarden.....	5
1.2 Grondonderzoek	6
2. Berekening.....	7
2.1 Verticaal evenwicht bouwkuip drooggezet.....	7
2.2 Krachtsafdracht via ongewapende vloer.....	8
2.3 Paal draagvermogen.....	8
2.4 Damwand berekening	10
2.5 Stabiliteit L wand	10
3. Resumé	12
4. Bijlagen	13
Bijlage 1: sonderingen DINO loket.....	13
Bijlage 2: verticaal evenwicht.....	13
Bijlage 3: damwand berekening.....	13

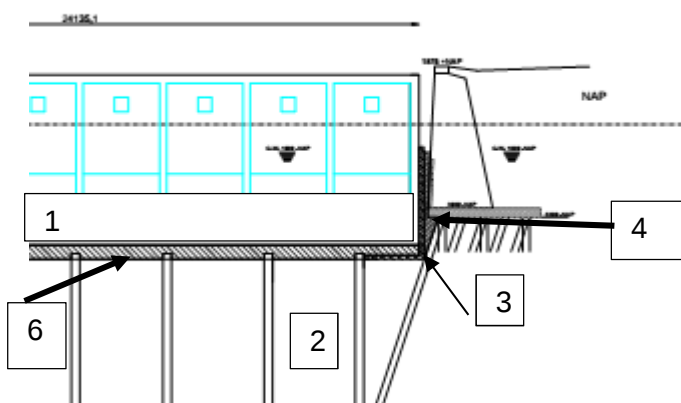


1. Inleiding

In deze rapportage is de haalbaarheid beschouwd van de voorgestelde bouwmethodiek tbv de vloer van het rif, de civiele bouw van de golfgenerator is hierin niet beschouwt.

De bouwmethodiek welke op basis van de gestelde uitgangspunten, technische mogelijkheden, uitvoerbaarheid gekozen is bestaat uit de volgende stappen:

1. Ontgraven bodem ten behoeve van het plaatsen van L wanden;
2. Installeren palen vanaf ponton;
3. Plaatsen L wanden vanaf ponton;
4. Vullen ruimte tussen L wand en bestaande kade met kleikorrels / zwelklei;
5. Damwand daar waar geen bestaande kade is;
6. Stort owb;
7. Leegpompen bouwkuip;
8. Uitvullen met zand;
9. Wapenen en storten RIF vloer.



De gekozen oplossing is ingegeven door de geringe toleranties en restzettingseis die voor het RIF gelden.

Om deze restzettingen tot het minimum te reduceren is ervoor gekozen een ongewapende betonnen vloer welke door palen ondersteunt wordt. Het eerder ontwerp, een grondconstructie middels geotextielen / geotubes, is vanwege de te verwachten verschilzettingen over de lengte van het RIF na grove zettingsberekeningen als onhaalbaar beoordeeld.



1.1 Uitgangspunten en randvoorwaarden

In deze paragraaf zijn de uitgangspunten en randvoorwaarden weergegeven.

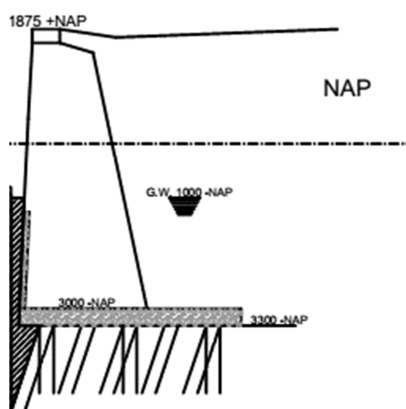
Specifieke uitgangspunten RIF010

Ten aanzien van de constructie is door de ontwerpers van het rif een tolerantie en restzettingseis van 0.05 m voorgeschreven.

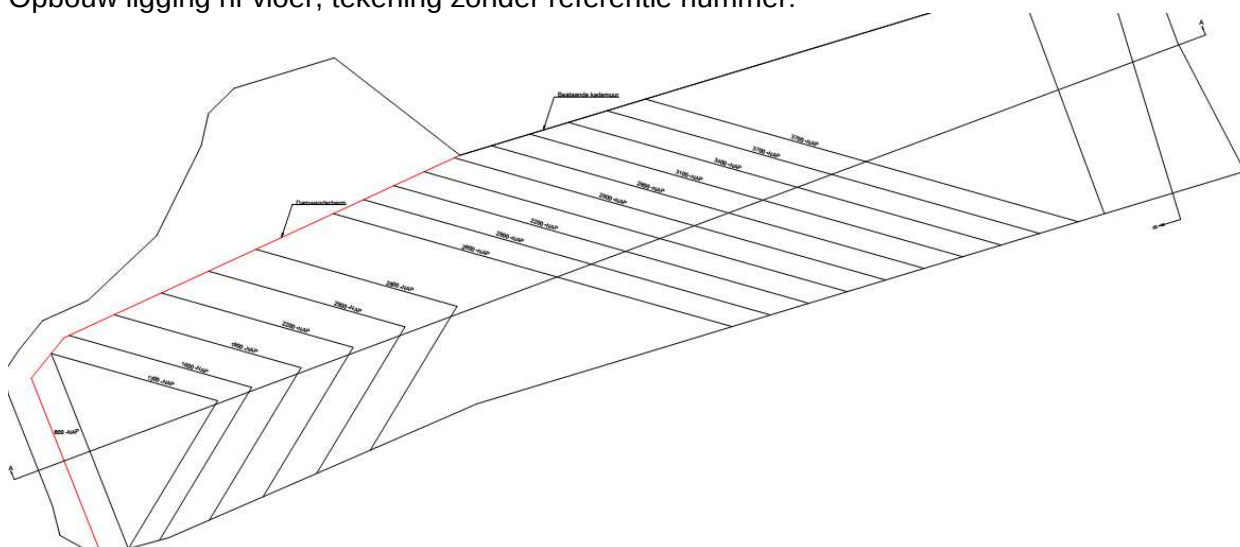
Ter beschikking gestelde documenten

De volgende documenten zijn ter beschikking gesteld:

- Bouwtekeningen van de bestaande kade nr 2-11, 2-11A, 2-21 en 2-61 d.d. 1942.
In onderstaande figuur wordt de geometrie schematisch gegeven.
- Het waterpeil in de gracht is NAP +1,00 m. Onderkant kademuur is gelegen op NAP -3,30



- Opbouw ligging rif vloer, tekening zonder referentie nummer:



Doordat de rif bodem een specifieke helling heeft zal deze vloer in den droge gestort moeten worden.



Het diepste punt (bovenkant RIF) van de ligging tpv de uitstroom van de golfgenerator is gelegen op NAP -3,70.

Toegepaste normen en richtlijnen

De volgende normen en richtlijnen zijn toegepast:

CUR-Aanbeveling 77:2014: Rekenregels voor ongewapende onderwaterbetonvloeren
CUR166, Damwandconstructies, 6'herziene druk, deel 1 t/m 3

En EuroCode-Regelgeving:

Norm	Titel	Publicatiedatum
NEN-EN 1990+A1+A1/ C2:2011	Eurocode 0: Grondslagen van het constructief ontwerp	01-12-2011
NEN-EN 1990+A1+A1/ C2:2011/ NB:2011	<i>Nationale bijlage bij NEN-EN 1990+A1:2006+A1:2006/C2:2010</i> Eurocode 0: Grondslagen van het constructief ontwerp	01-12-2011
NEN-EN 1991-1-1+C1:2011	Eurocode 1: Belastingen op constructies Deel 1-1: Algemene belastingen - Volumieke gewichten, eigen gewicht en opgelegde belastingen voor gebouwen	01-12-2011
NEN-EN 1991-1-1+C1:2011/ NB:2011	<i>Nationale bijlage bij NEN-EN 1991-1-1+C1:</i> Eurocode 1: Belastingen op constructies Deel 1-1: Algemene belastingen - Volumieke gewichten, eigen gewicht en opgelegde belastingen voor gebouwen	01-12-2011
NEN-EN 1992-1-1+C2:2011	Eurocode 2: Ontwerp en berekening van betonconstructies Deel 1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen	01-11-2011
NEN-EN 1992-1-1+C2:2011/ NB:2011	<i>Nationale bijlage bij NEN-EN 1992-1-1+C2</i> Eurocode 2: Ontwerp en berekening van betonconstructies Deel 1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen	01-11-2011
NEN-EN 9997-1: 2011+C2: 2012	<i>NEN 9997-1</i> Geotechnisch ontwerp van constructies - Deel 1: Algemene regels	2011/ 2012
NEN-EN 1997-1+C1/NB: 2012	<i>Nationale bijlage bij NEN-EN 1997-1</i> Eurocode 7: Geotechnisch ontwerp - Deel 1: Algemene regels	2012

Materialen

- Onderwater beton: C30/37;
- Heipalen vk 350 (optimalisatie nog mogelijk).

1.2 Grondonderzoek

Er heeft geen grondonderzoek plaats gevonden op locatie. Ten behoeve van deze rapportage is gebruik gemaakt van sonderingen uit het DINO loket (zie bijlage 1).

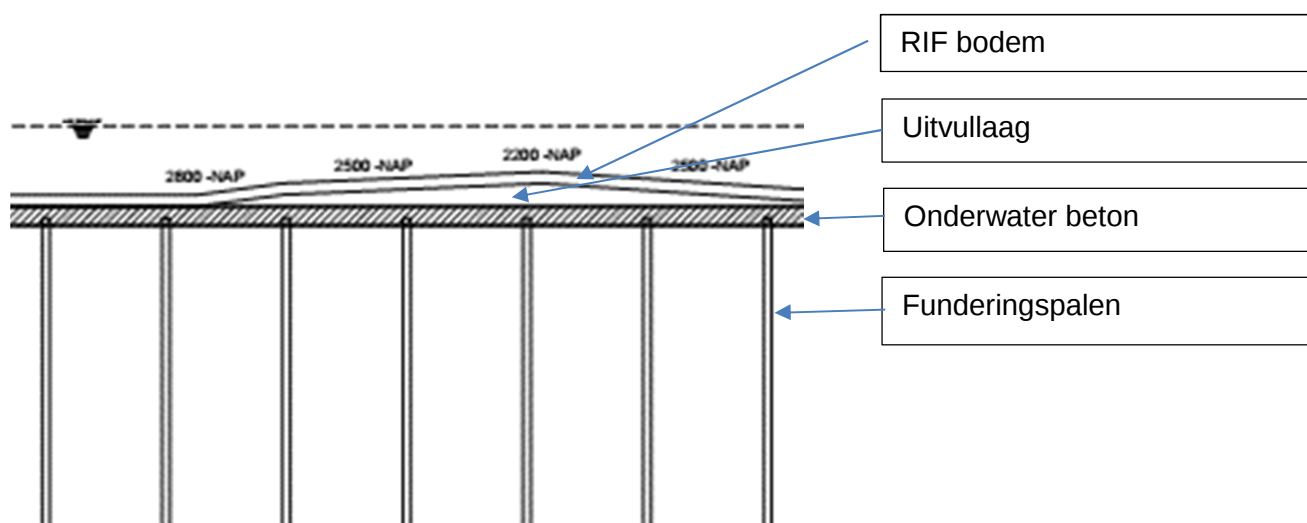
Aangenomen is een stijghoogte in het pleistocene zandpakket van NAP -1,00 m.



2. Berekening

De onderwaterbeton heeft niet als functie het water te keren maar de bovenbelasting resulterend uit betonnen rifvloer en de ondergelegen uitvullaag naar de draagkrachtige zandlaag op NAP -16 af te dragen. Nadat er L wanden geplaatst zijn voor de bestaande kade muur en nadat de holle ruimte onder kademuur afgedicht is middels zwelklei kan de gehele gracht droog gezet worden, zie par 2.1.

Nadat de bouwput droog gezet is wordt deze met zand uitgevuld tot onderkant RIF-vloer welke uit 20 cm beton bestaat. In onderstaande langsdoorsnede is het hierboven omschreven constructie principe weergegeven.



2.1 Verticaal evenwicht bouwkuip drooggezet.

Op basis van de beschikbare sonderingen is onderstaand geotechnisch profiel vastgesteld.

Grondsoort	Bovenkant [m NAP]	Verzadigd Soortelijk gewicht [kN/m ³]
Veen	-3,75	11
Klei	-7,50	16
Zand	-16,00	20

Op basis van bovenstaand grondprofiel is het niet mogelijk tot NAP -3,75 te ontgraven en droog te zetten. Zie bijlage 2.

Indien er dieper gegraven moet worden dan NAP -3,75 (grote ontgraving qua oppervlakte) zal er te allen tijde een betonvloer met zand uitvulling en palen aanwezig zijn tot NAP -3,75. Het gewicht van betonvloer en uitvulling is groter dan het gewicht van de veenlaag waardoor er geen gevaar voor opbarsten is.



2.2 Krachtsafdracht via ongewapende vloer

De druk belasting van boven wordt bij een hart op hart afstand van 3 m van de palen bepaald door:

Belasting UGT		y	Opp [m2]	hoogte	sg		
watergolf	$F_d; \text{watergolf}; u_{gt} =$	1,5	9	1	10	=	135,00 kN
vloer rif	$F_d; \text{vloer rif}; u_{gt} =$	1,2	9	0,2	24	=	51,84 kN
zandvulling	$F_d; \text{zand}; u_{gt} =$	1,2	9	1	20	=	216,00 kN
owb	$F_d; \text{owb}; u_{gt} =$	1,2	9	0,75	23	=	186,30 kN
					Vd	=	589,14 kN
					qd	=	65,46 kN/m2

Het moment wordt bepaald middels:

$$\begin{aligned} M_d &= 1/8 q L^2 \\ &= 0,125 \times 65,5 \times 3^2 \\ &= 73.7 \text{ kNm/m} \end{aligned}$$

Conform CUR aanbeveling 77: Bezwijkmechanisme A: Toets B1:

Toetsing buiging:

$$H_{min} = 700 \text{ mm} - (t_{ol}; b^2 + t_{ol}; o^2)^{0,5} = 750 - (75^2 + 150^2)^{0,5} = 582 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \sigma_{ct} &= M_d / W \\ &= 73.7 \times 10^6 / (1/6 b H_{min}^2) \\ &= 73.7 \times 10^6 / 56.5 \times 10^6 \\ &= 1,31 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Conform CUR 77 moet deze waarde getoetst worden aan $1,25 f_{ctd;pl} = 1,33 \text{ N/mm}^2 \rightarrow$ Dikte voldoet.

Ten behoeve van de aanhechting tussen paal en ongewapende betonvloer dienen er ribbelpalen of palen met een dook toegepast te worden.

2.3 Paal draagvermogen

De palen worden belast met de in paragraaf 2.2 bepaalde normaal drukkracht van $F_{d;druk} = 552 \text{ kN}$. Er wordt uitgegaan van prefab palen met afmetingen vk 350. Op basis van onderstaande indicatieve berekening gebaseerd op sonderingen uit buurt is bepaald dat de palen 1,00 m in het zand moeten staan (op basis van deze sonderingen een paalpuntniveau van NAP -17 m).

De palen dienen vanaf ca 1.5 m uit de kademuur geplaatst te worden om randeffecten in de owb vloer op te kunnen vangen. Een optimalisatie in de paalafmeting behoort nog tot de mogelijkheden.



prefab

Diameter punt	350 [mm]
Diameter schacht	350 [mm]
A_{punt}	0,123 [m ²]
α_p	1 [-]
β	1,0 [-]
s	1,0 [-]
q_{c1}	15 [MPa]
q_{c2}	15 [MPa]
q_{c3}	2 [MPa]
$p_{r,\text{max,punt}}$	8500 [kN/m ²]
4D	1,4 [m]
$F_{r,\text{max,punt}} =$	1041 [kN]
p.p.n.	-17,00 [m NAP]
b.k. zand	-16,00 [m NAP]
Omtrek	1,400 [m]
α_s	0,01 [-]
$L_{\text{paal in zand}}$	1 [m]
$q_{c\text{ gem}}$	15 [MPa]
$p_{r,\text{max,schacht}}$	150 [kN/m]
$F_{r,\text{max,schacht}} =$	210 [kN]
$F_{r,\text{max}}$	1251 [kN]
ξ	0,75 [-]
$F_{r,\text{max,rep}}$	938,4 [kN]
γ_m	1,25 [-]
$F_{r,\text{max,d}}$	750,8 [kN]
$F_{s,\text{max,d}}$	530 [kN]
U.C.	0,71 [-]



2.4 Damwand berekening

Het gedeelte van het Rif dat niet grenst aan een bestaande kade muur wordt met behulp van een vrijstaande damwand. Middels een korte damwand tot NAP -10 is het mogelijk de waterdruk te keren. De volgende fasering is aangehouden:

1. installeren damwand (MV links en rechts NAP -3 / Waterstand links en rechts NAP -1)
2. ontgraven tbv stort owb;
3. stort en verharden owb op NAP -3,75 m
4. droog aanvullen tot NAP -1
5. water terug tot NAP -1

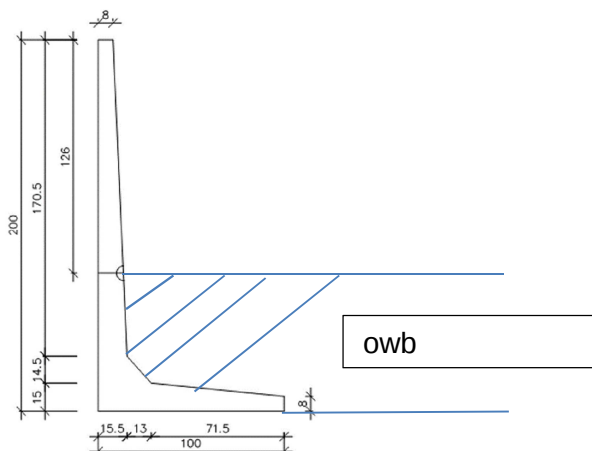
De berekening is weergegeven in bijlage 3

Zoals te verwachten wordt de damwand van de onderwaterbetonvloer afgedrukt. Gezien het feit dat het Rif niet meer droog gezet gaat worden is een minimale lekkage tussen damwand en owb geen probleem.

2.5 Stabiliteit L wand

Op basis van een betonnen standaard L wand met kerende hoogte 2 m en voetbreedte 1 m, is het gewicht bepaald:

gewicht L wand		
H	2 m	
gem dikte	0,12 m	
L	1 m	
gem dikte	0,12 m	
Inhoud	0,36 m ³	
soortelijk	25 kN/m ³	
		9 kN





Direct na het plaatsten (ongedraineerde situatie) is de L wand stabiel. Er werkt op dat moment nog geen horizontale belasting omdat tussen de L wand en de bestaande kademuur nog niet uitgevuld is en de waterstand nog niet verlaagt is.

$$f_{\text{undred}} = 7,4 \text{ kPa}$$

$$B_{\text{test}} = 1,0 \text{ m}$$

$$F_{\text{hydrostat}} = 0,0 \text{ kN}$$

$$B_{\text{effen}} = 1,0 \text{ m}$$

$$L_{\text{test}} = 1,0 \text{ m}$$

$$L_{\text{effen}} = 1,0 \text{ m}$$

$$A_{\text{effen}} = 1,0 \text{ m}^2$$

$$s_z = 1,00$$

$$i_z = 1,00$$

$$\sigma'_{\text{undred}} = -5,5 \text{ kPa}$$

Controle verticaal draagvermogen

$$\sigma'_{\text{maxd}} = 32,6 \text{ kPa} \quad \text{max. funderingsdruk}$$

$$F_{\text{ond}} = 32,6 \text{ kN/m} \quad \text{verticale draagkracht}$$

$$\gamma_{\text{water}} \times F_{\text{hydrostat}} + F_{\text{hydrostat}} = 12,2 \text{ kN/m} \quad \text{accord!}$$

De maatgevende situatie zal optreden wanneer de ruimte tussen L wand en kademuur opgevuld is met klei en de vloer droog gezet is. De owb met dikte van 0.75 m zal voor het horizontale evenwicht zorgen.

Het soortelijk gewicht van de klei is 18 kN/m^3 , hetgeen bij een kerende hoogte van 2 m resulteert in een verticale spanning van $2 \times 18 = 36 \text{ kN/m}^2$ aan de onderzijde van de L wand. Uitgaande van een neutrale gronddruk op de L wand is de horizontale belasting 0 kN/m^2 aan de bovenzijde en 23.4 kN/m^2 . De resultante op $1/3 H$ van de hoogte is gelijk aan: $F_{\text{rep;hor}} = \frac{1}{2} H \cdot 23.4 = 23,4 \text{ kN}$ op 0.66 m vanaf onderkant L wand. Hieruit wordt geconcludeerd dat de horizontale belasting bij het droogzetten van de kuip direct als horizontaal belasting in de owb vloer gaat en de L wand niet horizontaal belast wordt.

Het is aan te bevelen de L wand aan de bovenzijde te fixeren aan de bestaande kadeconstructie om de toleranties tijdens het plaatsen te verkleinen.



3. Resumé

Aan de hand van dit rapport wordt het volgende geconcludeerd:

1. Het is niet mogelijk aan de gestelde zettingseisen van het RIF te voldoen middels een constructie van geotextiel in combinatie met lichte ophoogmaterialen;
2. Het toepassen van een eventuele voorbelasting is ivm fundatie van de kademuur niet mogelijk. De palen onder de kade zullen bezwijken agv de extra belastingen;
3. De onderwaterbetonvloer C30/37 met dikte van 0.75 m is in combinatie met de prefabpalen (hoh 3.00 m, randafstand ca. 1.50 m) noodzakelijk om aan de zettingseis te voldoen;
4. De in deze haalbaarheidsstudie gepresenteerde bouwmethodiek is gebaseerd op een tweetal sonderingen binnen een afstand van 50 m van de gracht. Het is wenselijk om een gedegen grondonderzoek uit te voeren om e.e.a. te verifiëren.
5. De verwachting is dat er onder de bestaande constructie in de loop der tijd een holle ruimte is ontstaan welke middels (zwel)klei afgedicht wordt om de bouwkuip droog te zetten. Hiertoe zijn naast de kademuur prefab L wanden voorzien;
6. De L wand is in de ongedraineerde situatie stabiel echter gezien de onzekerheid in grondgesteldheid is het aan te bevelen de voet te vergroten en de huidige kadewand te gebruiken om de L wand te fixeren;
7. Daar waar geen bestaande kade muur aanwezig is, is een damwand AZ18 (og) tot NAP - 10 noodzakelijk om de waterstand ca 2.50 m te verlagen.



4. Bijlagen

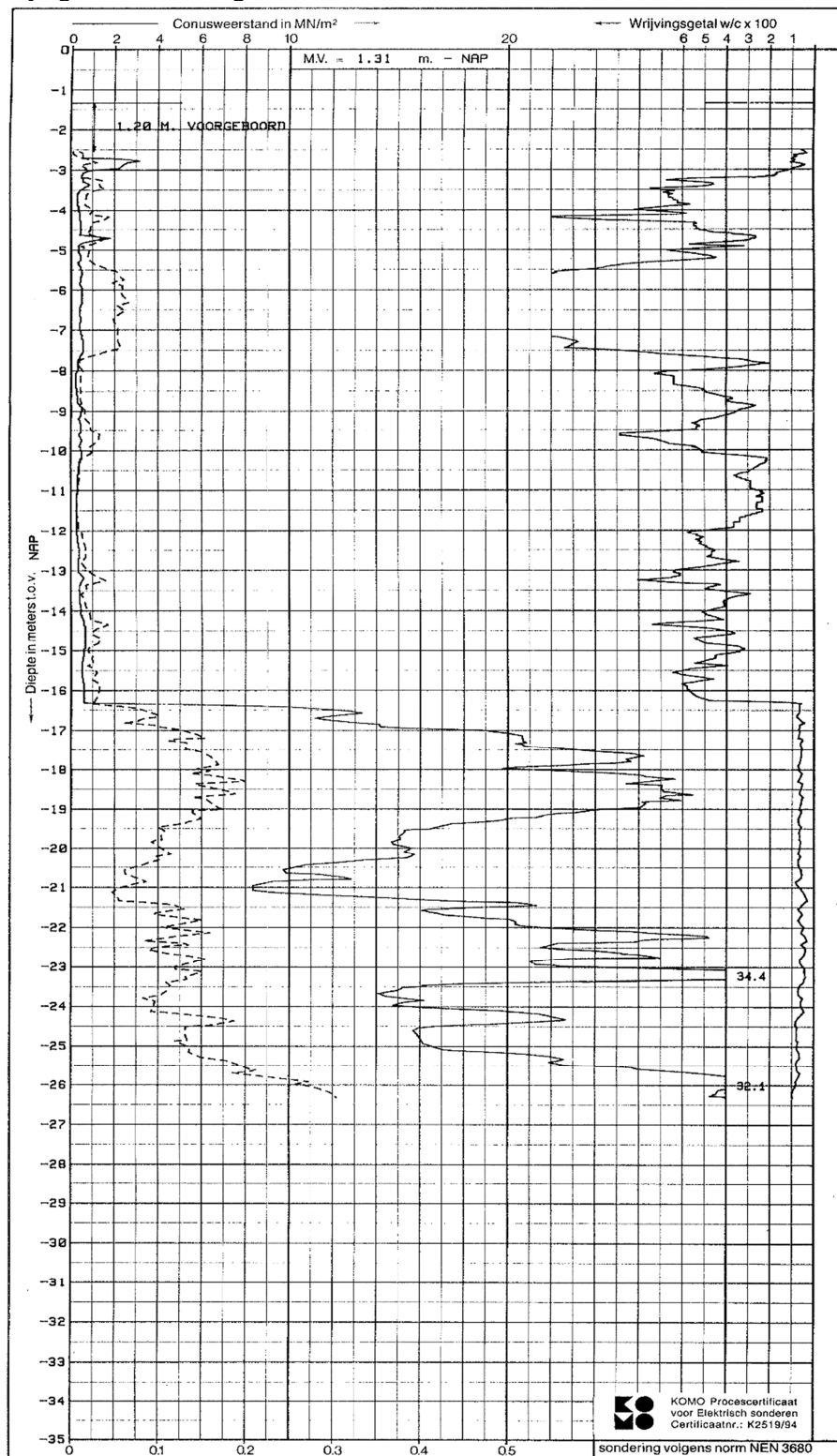
Bijlage 1: sonderingen DINO loket

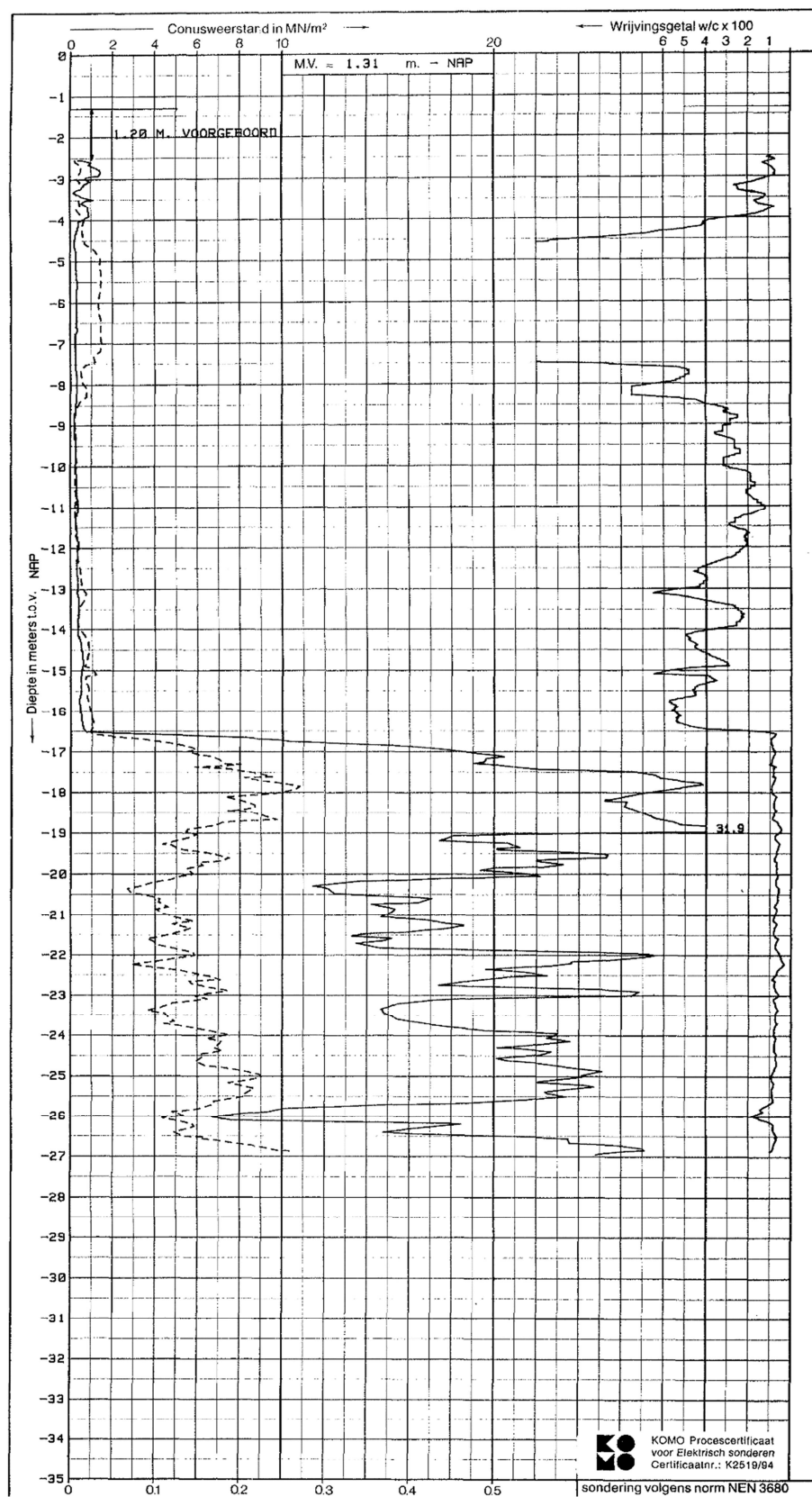
Bijlage 2: verticaal evenwicht

Bijlage 3: damwand berekening



Bijlage 1: sonderingen DINO loket







Bijlage 2: vertikaal evenwicht

OPBARSTBEREKENING STRAMIEN 1		
Maaiveld	0	mNAP
Bouwputbodem	-3,75	mNAP
Grondwaterpeil buiten de bouwput	-1	mNAP
z	-16,0	mNAP (niveau onderkant afsluitende laag)
bovenkant laag 1 in bouwput	-3,75	
$\gamma_{m,g}$	1,1	
γ_{grond}	11	kN/m ³
dikte laag	3,5	m
bovenkant laag 2 in bouwput	-7,5	mNAP
$\gamma_{m,g}$	1,1	
γ_{grond}	16	kN/m ³
dikte laag	9,00	m
injektielaag / afsluitende laag dikte	0	m
bovenkant laag 3 in bouwput	-16	mNAP
$\gamma_{m,g}$	1,1	
γ_{grond}	0	kN/m ³
rekenwaarde som neerwaarts	166	kN/m ²
rekenwaarde stijghoogte Hd (*1,1)	165	kN/m ² -/-



DVA engineering B.V.

Bijlage 3: Damwand berekening