

Opdrachtgever: Rijkswaterstaat – Dienst Infrastructuur

Project: RINK – Risico Inventarisatie Natte Kunstwerken

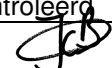
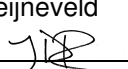
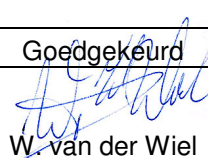
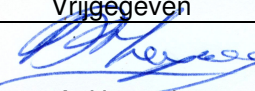
Onderdeel: Analyse Funderingen Sluis Weurt (40C-004-02)

Projectnummer: INPA090229

Datum: 19-03-2010

Filenaam: INPA090229-R-33-4.D

Rev.	Datum	Omschrijving
4.D	19-03-2010	Definitief

Opgesteld	Gecontroleerd	Goedgekeurd	Vrijgegeven
 R.J. van de Waal F.R.O Hekman 	 J.C. Bambacht J.D. Reijneveld 	 W. van der Wiel	 A. Heystek

Inhoud

1	Inleiding	3
2	Uitgangspunten	4
3	Analyse Fundering (FMECA-id 25.1)	5
3.1	Beschrijving onderdeel	
3.2	Aanpak	
3.3	Berekeningsresultaten	
3.4	Conclusies	
3.5	Aanbevelingen	
4	Samenvatting analyseresultaten	21

1 Inleiding

Voorliggend rapport betreft de disciplineanalyse Funderingen van de sluis Weurt. In dit rapport zijn constructieve analyses uitgevoerd op verschillende onderdelen van de stuw. De te beschouwen onderdelen zijn door de opdrachtgever voorgeschreven.

Deze analyse maakt onderdeel uit van de integrale RAMS-analyse van de sluis Weurt (Rapportnr. INPA090229-R-93) en dient bij voorkeur in samenhang met deze RAMS-analyse te worden beschouwd.

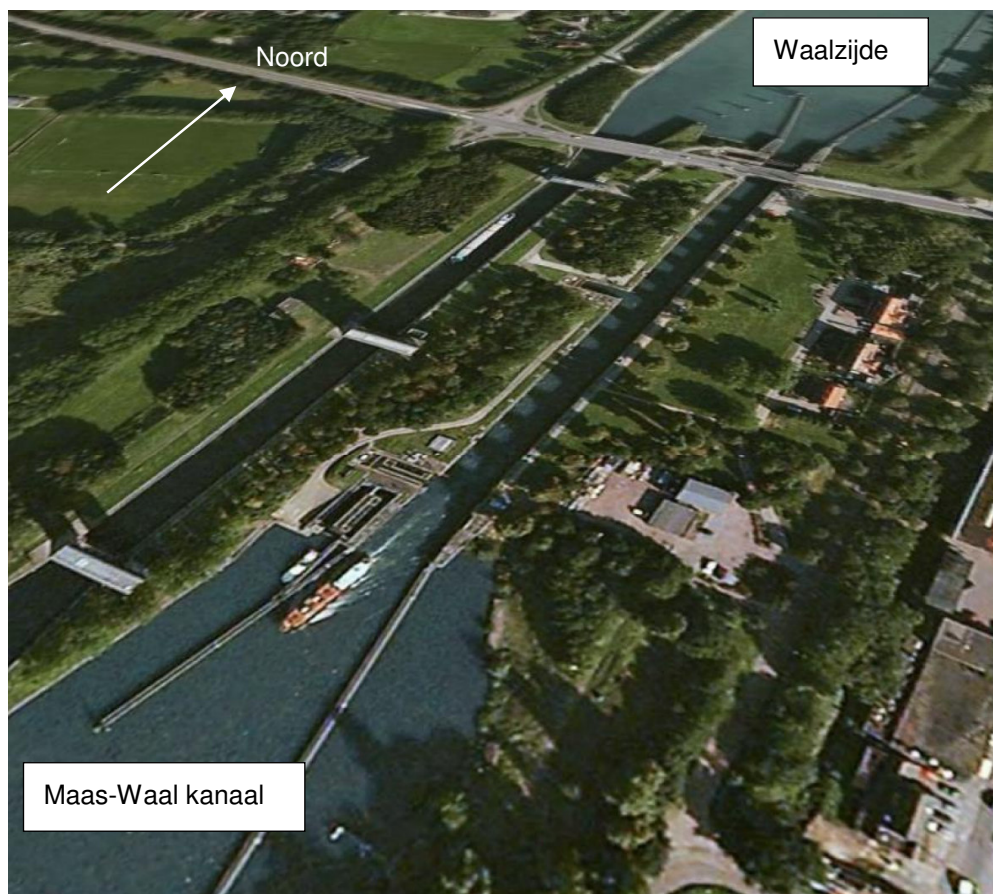
2 Uitgangspunten

- Norm NEN 6740, 2006, Geotechniek, basiseisen en belastingen
- Norm NEN 6744, 2007, Berekeningsmethode voor funderingen op staal
- Inspectierapport – Sluis Weurt INPA090229-R-03
- Analyserapport Betonbouw – Sluis Weurt INPA090229-R-32
- Analyserapport Waterbouw – Sluis Weurt INPA090229-R-34
- Beschikbare en bruikbare gegevens uit bestekstekeningen, het archief Westraven en door opdrachtgever verstrekte inspectierapporten:
 - Nieuwe schutsluis Weurt, Diepsonderingen en boringen, Tekening A 6132 medio november 1972.
 - Nieuwe schutsluis Weurt, Wacht- en opstelplaatsen en geleidewerken, overzicht met sonderingen, tekening W41, medio juni 1977.
 - Schutsluis Weurt, Bedieningsgebouw, situatie, bouwput en sonderingen, medio april 1986.
 - Bestekstekening No. 77 'Sluis bij Nijmegen', Lengtedoorsnede, dwarsdoorsneden en bovenaanzicht, medio 1924

3 Analyse Fundering (FMECA-id 25.1)

3.1 Beschrijving onderdeel

De scope van Weurt betreft de oostelijke sluis, bestaande uit twee sluiskolken met drie deursecties. De sluishoofden en kolkwanden zijn gefundeerd op staal, de bodem tussen de kolkwanden is bekleed met betontegels.



Figuur 3.1 Overzichtsfoto van de Oostelijke Sluis Weurt

3.2 Aanpak

3.2.1 Algemeen

Op basis van

a) de door de opdrachtgever gespecificeerde onderdelen en aspecten

b) het resultaat van de uitgevoerde inspectie

is in eerste instantie bepaald welke 'kritische' onderdelen van het object zullen worden getoetst.

Vervolgens is door de disciplines beton en waterbouw bepaald wat respectievelijk de verticale en horizontale belasting op deze onderdelen is. De belasting is direct of indirect het gevolg van bijvoorbeeld het eigen gewicht, de opwaartse waterdruk en de horizontale water- en gronddruk. Tenslotte is een toetsing uitgevoerd gebruik makend van de relevante en beschikbare archiefgegevens omtrent de bodemopbouw en de funderingsafmeting. Indien de gewenste gegevens ontbreken is een onderbouwde 'best guess' benadering toegepast. In de navolgende paragrafen zal puntsgewijs nader ingegaan worden op de te toetsen onderdelen, de inspectieresultaten, de belastingen, de funderingsgegevens en de bodemopbouw.

3.2.2 Te toetsen onderdelen - toespitsing

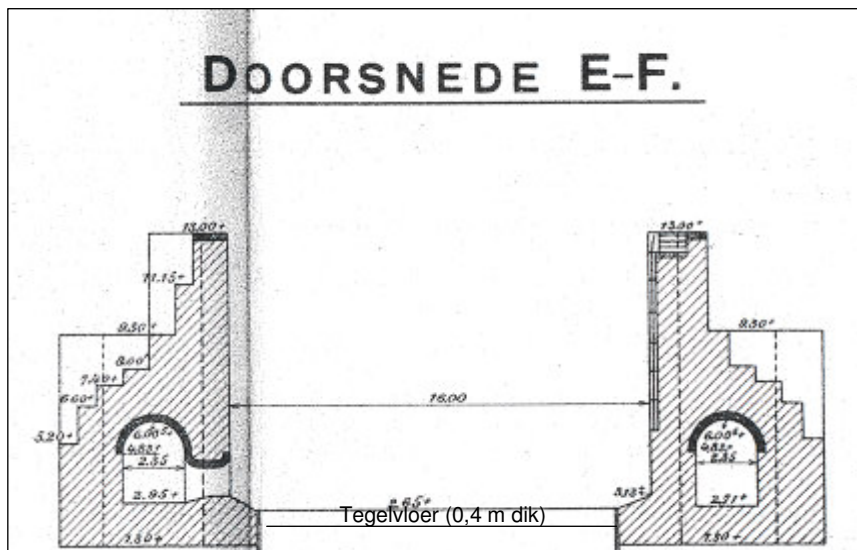
In onderstaande tabel is een overzicht gegeven van de aspecten die voor het onderdeel funderingen een rol spelen. Er is voor gekozen om de stabiliteit van de kolkwand te toetsen.

Onderdeel	Criticality/Risicofactor	Gebruik en bediening		Wijzigingen		Inspectieresultaat	Analyse	Toets
		Procedures en testen	Calamiteiten	Belastingen	Regelgeving			
Fundering op staal	Hoog	minimaal schutpeil	-	- scheepvaartklasse - (grond)waterstand	-	goed	kwantitatief	Funderingsdrukken

Voor een overzicht van de inspectieresultaten wordt verwezen naar Inspectierapport – Sluis Weurt INPA090229-R-03A/B. In de navolgende paragraaf wordt kort ingegaan op de voor de fundering belangrijkste resultaten.

Uit de bestekstekening kan worden afgeleid dat de wanden en de bodem van de sluishoofden één geheel vormen (beton). De kolkwanden zijn als gewichtsmuur uitgevoerd, waarbij tussen de wanden betonnen tegels op het zand zijn gelegd. Er wordt van uitgegaan dat de tegelvloer een gunstige invloed heeft op de stabiliteit van de kolkwand (stempelwerking). De sluishoofden zijn vanwege het 'monoliete' karakter minder kritisch, hiervoor is alleen een korte beschouwing gemaakt van de grootte van de optredende funderingsdrukken (zie 3.2.5). In dit rapport zal hierop niet verder worden ingegaan.

Figuur 3.2 geeft een doorsnede van de oostelijke en westelijke kolkwand (afkomstig van de bestekstekening). De twee wanden zijn min of meer symmetrisch uitgevoerd, waarbij de hartlijn van de kolk de symmetrieas vormt. De onderkant van de kolkwanden ligt op 1.300 m + NAP, en de top op 13.000 m + NAP. De kolkwand is aan de voet 7.7 m breed.



Figuur 3.2 Doorsnede van de oostelijke (rechts) en westelijke (links) kolkwand.

Voor de toetsing van het draagvermogen is de kolkwand geschematiseerd tot een funderingselement (strokenfundering) met een werkende breedte van 7,7 m , waarop de verticale en horizontale krachten aangrijpen. Gecontroleerd is of het draagvermogen onder de belasting voldoende is en of voldoende veiligheid tegen schuiven aanwezig is.

3.2.3 Resultaten inspectie

Aangezien de inspectie in principe niet destructief wordt uitgevoerd, is gezocht naar aanwijzingen die zouden kunnen duiden op eventueel functieverlies van de fundering of delen daarvan. Gelet is op:

- verzakkingen of scheuren in wanden van de kolk die kunnen duiden op zakkingen en/of zakkingsverschillen
- het openstaan van dilataties wat kan duiden op zakkingen en/of zakkingsverschillen.
- Scheefstand sluisdeuren nabij sluishoofd, mate waarin de deuren sluiten

Verder is een lijnmeting uitgevoerd over de rand van de kolkwanden en is de (verticale) scheefstand onderzocht.

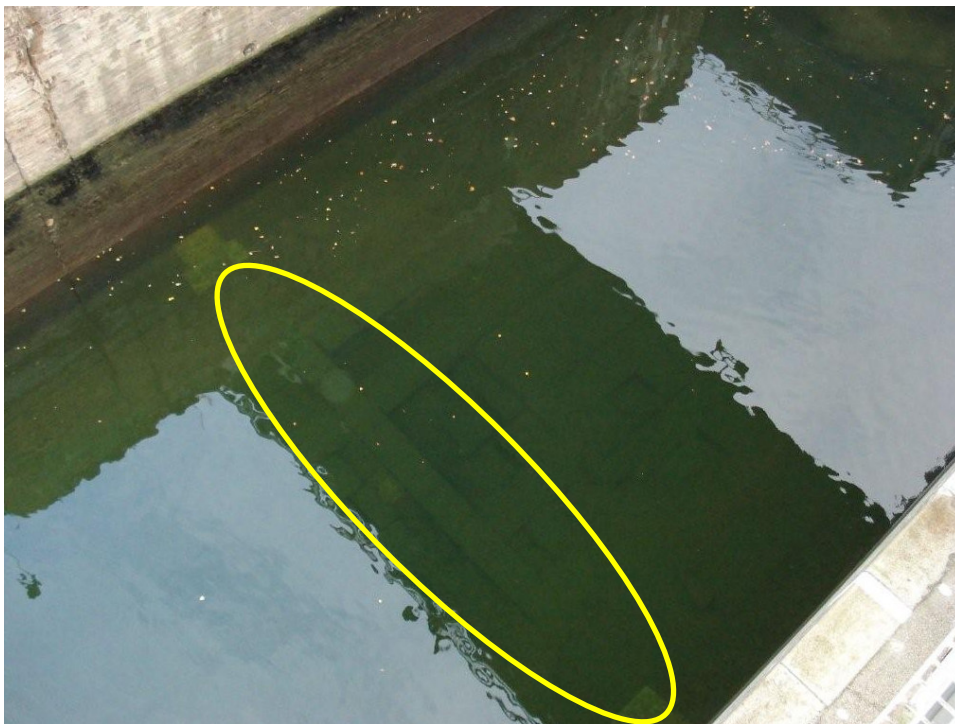
Conclusies

- Geconstateerde schade aan de wanden is voornamelijk aanvaarschade. Extreem openstaande en/of scheeflopende dilatatievoegen zijn niet waargenomen en alle voegen lopen evenwijdig. Verder zijn geen ernstige zettingen of scheuren in de wanden waargenomen die kunnen duiden op zakkingen of funderingsproblemen.
- Middels de uitgevoerde metingen zijn de (verticale) scheefstand en zettingen van de kolkwanden bepaald. Voor bepaling van de zettingen is een lijnmeting uitgevoerd. Hierbij is op de bovenzijde van de afdekbanden, om de ca. 5 meter, een punt ingemeten.
Er is geen sprake van grote hoogteverschillen op korte afstand. Over de totale lengte van de sluis is het maximale hoogteverschil tussen het hoogste en laagste gemeten punt ca. 4 cm. Dit wordt niet als significant verschil gezien.
- De scheefstand van de wanden is bepaald door 3 punten verticaal boven elkaar (reflectorloos) in te meten.
De maximale, horizontale uitwijking bedraagt 5 cm over een hoogteverschil van 7,6 m (waterlijn tot bovenzijde wand). De rotatie vervorming bedraagt in dat geval 1:152, dit is geen extreme waarde.

Tijdens de inspectie zijn geen relevante verzakkingen, scheurvorming of andere afwijkingen naar voren gekomen die zouden kunnen duiden op functieverlies van de fundering.

3.2.4 Stempelwerking tegelvloer

De tegelvloer tussen de kolkwanden (zie figuur 3.2) bestaat uit losse tegels van 0,4 m dikte en een oppervlak van 1 x 1 m², die in verband zijn gelegd maar niet onderling verbonden zijn. Op basis van foto's van de beheerder zou kunnen worden afgeleid dat lokaal ook doorgaande betonnen balken tussen de wanden zijn aangebracht (zie figuur 3.3). De afstand tussen deze balken is onbekend.

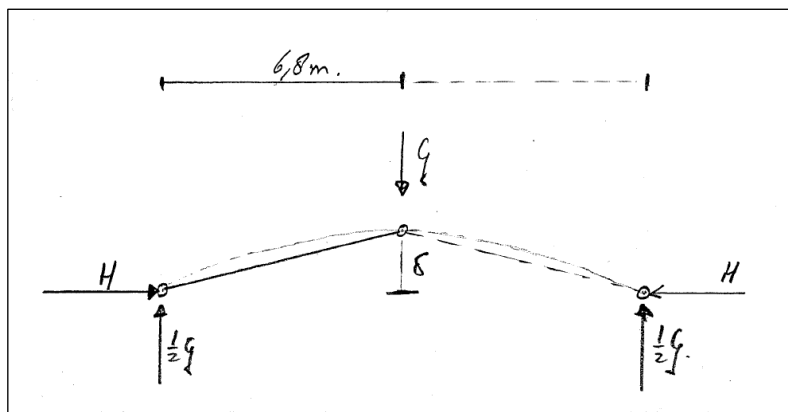


Figuur 3.3 Kolkbodem, tegelvloer met mogelijk lokale balken

Omdat de vloer in horizontale zin een relatief stijf element is, is het aannemelijk dat de vloer (en de eventueel aanwezige betonnen balken) als een stempel werken tussen de kolkwanden aan weerszijden van de kolk. Echter door de losse elementen kan geen buigstijfheid aan de vloer worden toegekend. Zoals uit de inspecties blijkt liggen de vloertegels nog wel in verband, maar zijn lokaal wel verzakkingen van tegels geconstateerd. Omdat deze verzakkingen lokaal zijn, wordt verondersteld dat de vloer door enige herverdeling nog wel steeds een stempelwerking kan vervullen (eventuele balken buiten beschouwing gelaten). In het navolgende wordt een beschouwing voor de tegelvloer uitgewerkt.

Het eigen gewicht van de vloer zorgt ervoor dat in horizontale zin krachten door de vloer kunnen worden opgenomen. Om de grootte van deze horizontale kracht te bepalen is de vloer beschouwd als twee in het midden scharnierend verbonden staven. Daarbij wordt aangenomen dat lokale verzakking van tegels of andere, lokale zwakke plekken door herverdeling kunnen worden verwaarloosd. Er wordt dan van uitgegaan dat door boogwerking de vloer bol zou kunnen gaan staan, waarbij in het midden een uitwijking δ ontstaat.

Het momentenevenwicht van een enkele staaf geeft een resulterende horizontale kracht die afhankelijk is van de uitwijking δ in het midden van de vloer (zie figuur 3.4)



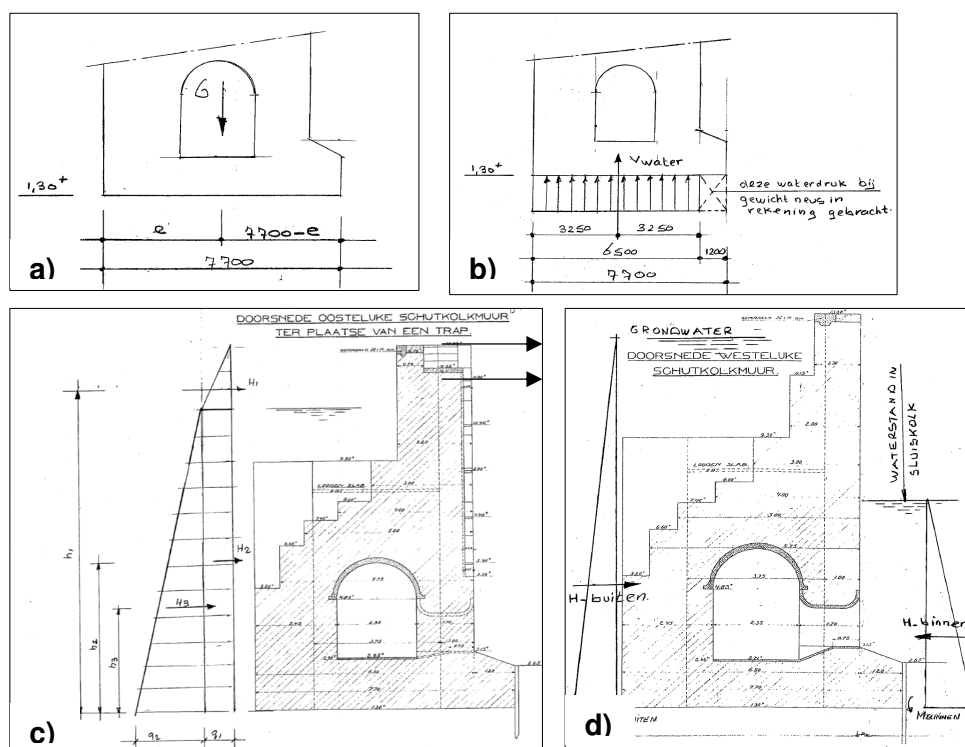
Figuur 3.4 Schematisering tegelvloer tussen kolkwanden

Voor G wordt uitgegaan van het onderwater gewicht van de vloer: $0,4 \cdot 13,6 \cdot 14 = 76 \text{ kN/m'}$ vloer. De halve breedte van de vloer is 6,8 m zijnde 8 meter verminderd met de neuslengte aan de onderkant van de kolkwand.

De bepaling van δ is lastiger. Lokaal is sprake van hoogteverschillen door verzakte tegels, maar voor de analyse worden deze verwaarloosd op basis van herverdelingscapaciteit. Er van uitgaande dat de vloer bij aanleg vlak is aangelegd, is de verwachting dat eventuele onnauwkeurigheden tijdens de aanleg meer in de orde grootte van enkele cm zal liggen dan enkele tientallen cm. Desondanks wordt voor de beschouwing de horizontale kracht H uitgerekend voor het geval dat $\delta = 0,1 \text{ m}$, $0,2 \text{ m}$ en $0,3 \text{ m}$.

3.2.5 Belastingen kolkwand (UGT)

De belasting wordt gevormd door het eigen gewicht, de opwaartse waterdruk en de resultante horizontale grond- en waterdruk (zie figuur 3.6). Voor de waterdruk is in de UGT toestand uitgegaan van grondwaterstand van 11.600 m + NAP in combinatie met de minimale waterstand in de kolk: 7.500 m + NAP.



Figuur 3.6 Krachtswerking, neerwaarts en opwaarts (a en b), grond- en waterdruk (c en d)

Volgens opgave van de discipline beton zijn de volgende waarden voor de krachten aangehouden (zie figuur 3.6 en rapport betonbouw):

- $F_{z,rep,neerwaarts} (G) = 1550 \text{ kN/m}$
- $F_{z,rep,opwaarts} (V_{water}) = 670 \text{ kN/m}$
- Grondddruk $H1+H2+H3 = 404 \text{ kN/m}$ ($\lambda = 0,5$)
- Waterdruk $H_{buiten} = 530 \text{ kN/m}$
- Waterdruk $H_{binnen} = 192 \text{ kN/m}$
- $H_{bolders, haalkommen} = 18 + 14 = 32 \text{ kN/m}$
- Voor de bovenbelasting achter de wand is uitgegaan van 5 kN/m^2 . De resultante horizontaalkracht op de wand door deze belasting is $F_{hor,bovenbelasting} = 29,3 \text{ kN/m}$.

Getoetst zijn twee situaties:

- 1) Minimale (resultante) verticale belasting in combinatie met de horizontale resultante belasting
- 2) Maximale (resultante) verticale belasting in combinatie met de horizontale resultante belasting

In geval 1) is voor de neerwaartse belasting uitgegaan van de belasting opgegeven door de discipline beton, vermenigvuldigd met een factor van 0,9. Voor de opwaartse kracht is een factor 1,2 gehanteerd. Voor de rekenwaarde van de resultante horizontale grond- en waterdrukken is een factor 1,0 toegepast.

Voor geval 2) is voor de neerwaartse belasting uitgegaan van de belasting opgegeven door de discipline beton, vermenigvuldigd met een factor van 1,2. Voor de opwaartse kracht is een factor 1,0 gehanteerd. Voor de rekenwaarde van de resultante horizontale grond- en waterdrukken is weer een factor 1,0 toegepast.

Uitgaande van de bovengenoemde krachten en belastingfactoren zijn de volgende resultante krachten in Mfoundation ingevoerd:

Situatie 1)

$F_{d,verticaal} = 1550 \cdot 0,9 - 670 \cdot 1,2 = 591 \text{ kN/m'}$. De excentriciteit (verticale werklijn van de resultante kracht) ten opzichte van het midden bedraagt 0,19 m (*).

$F_{d,horizontaal,resultant} = 404 + 530 - 192 + 32 + 29,3 = 803 \text{ kN/m'}$. De horizontale werklijn van de resultante kracht ligt op 4,51 m (**) boven funderingsniveau, wat overeenkomt met een niveau van 5,6 m + NAP. Rekening houdend met de reductie van de werkende arm zoals vermeld in paragraaf 3.2.4 is voor de berekening een werkende hoogte van 3,36 m aangehouden.

Situatie 2)

$F_{d,verticaal} = 1550 \cdot 1,2 - 670 \cdot 1,0 = 1190 \text{ kN}$. De excentriciteit bedraagt 0,19 m.

$F_{d,horizontaal,resultant}$ is hetzelfde als voor situatie 1).

$$(*) F_{z,neerwaarts} \cdot 0,45 - F_{z,opw} \cdot 0,6 = 296 \text{ kNm/m'}$$

$$\implies e = 296 / 1550 = 0,19 \text{ m}$$

$$(**) H_1 \cdot 10,77 + H_2 \cdot 5,15 + H_3 \cdot 3,43 + F_{buiten} \cdot 3,43 - F_{binnen} \cdot 2,07 + M_{bolder,haalkom} + M_{boven} = 3.623 \text{ kNm/m'}$$

$$\implies e = 3.623 / 803 = 4,51 \text{ m}$$

3.2.6 Belastingen kolkwand (BGT)

Uit de berekeningen voor de UGT zal blijken dat de kolkwand niet voldoet. Voor deze berekeningen zijn veilige aannamen gedaan met betrekking tot bijvoorbeeld de grondwaterstand, de gronddrukcoëfficiënt λ en de kwaliteit van de funderingsgrondslag. Daarom is een nadere analyse uitgevoerd waarbij gezocht is naar een mogelijk meer realistische benadering van de werkelijkheid. Aangezien de kolkwand in de praktijk zijn functie zonder noemenswaardige vervormingen vervult, is gezocht naar een realistische benadering die het aannemelijk maakt dat de wand in BGT voldoet.

Uitgangspunten voor de BGT berekening zijn

- Een grondwaterstand van 9 m + NAP (in plaats van 11,6 m + NAP). In het rapport van waterbouw worden peilbuisresultaten, gemeten over meerdere jaren, gegeven van peilbuizen in de nabijheid van de sluis. Volgens deze gegevens ligt het maximum van de gemeten stijghoogte/grondwaterstand op ca. 8,5 m + NAP.
- Een gronddrukcoëfficiënt van $\lambda = 0,3$ in plaats van $\lambda = 0,5$. Omdat de wand in de praktijk enige beweging kan ondergaan, wordt verondersteld dat de neutrale gronddruk zal kunnen afnemen tot actieve gronddruk.
- Voor de funderingsgrondslag (zand) is een hoek van inwendige wrijving van $\phi = 35^\circ$ aangehouden in plaats van $\phi = 32,5$, met name vanwege de hoge conusweerstand en de aanwezigheid van grind in de ondergrond.

Volgens opgave van de discipline beton zijn de volgende waarden voor de krachten aangehouden (zie ook figuur 3.5 en rapport betonbouw):

- $F_{z,rep,neerwaarts} (G) = 1550 \text{ kN/m}$
- $F_{z,rep,opwaarts} (V_{water}) = 501 \text{ kN/m}$
- Gronddruk $H1+H2+H3 = 298 \text{ kN/m}$ (497 kN/m bij $\lambda = 0,5$, zie rapport betonbouw)
- Waterdruk $H_{buiten} = 296 \text{ kN/m}$
- Waterdruk $H_{binnen} = 192 \text{ kN/m}$
- $H_{holders, haalkommen} = 18 + 14 = 32 \text{ kN/m}$
- Voor de bovenbelasting achter de wand is uitgegaan van 5 kN/m^2 . De resultante horizontaalkracht op de wand door deze belasting is $F_{hor,bovenbelasting} = 17,6 \text{ kN/m}$ ($\lambda = 0,3$).

Getoetst is 1 situatie:

1) Resultante verticale belasting in combinatie met de horizontale resultante belasting. Voor dit geval zijn de partiële factoren op 1,0 gezet.

Uitgaande van de bovengenoemde krachten zijn de volgende resultante krachten in M_{foundation} ingevoerd:

Situatie 1)

$F_{d,verticaal} = 1550 \cdot 1,0 - 501 \cdot 1,0 = 1049 \text{ kN/m'}$. De excentriciteit (verticale werklijn van de resultante kracht) ten opzichte van het midden bedraagt 0,26 m (*).

$F_{d,horizontaal,resultant} = 298 + 296 - 192 + 32 + 18 = 452 \text{ kN/m'}$. De horizontale werklijn van de resultante kracht ligt op 4,6 m (**) boven funderingsniveau. Rekening houdend met de reductie van de werkende arm zoals vermeld in paragraaf 3.2.4 is voor de berekening een werkende hoogte van 3,45 m aangehouden.

$$(*) F_{z,neerwaarts} \cdot 0,45 - F_{z,opw} \cdot 0,6 = 397 \text{ kNm/m'}$$

$$\implies e = 397 / 1550 = 0,26 \text{ m}$$

$$(**) H_1 \cdot 9,03 + H_2 \cdot 3,85 + H_3 \cdot 2,57 + F_{buiten} \cdot 2,57 - F_{binnen} \cdot 2,07 + M_{bolder,haalkom} + M_{boven} = 2.085 \text{ kNm/m'}$$

$$\implies e = 2.085 / 452 = 4,61 \text{ m}$$

3.2.7 Funderingsdrukken sluishoofden

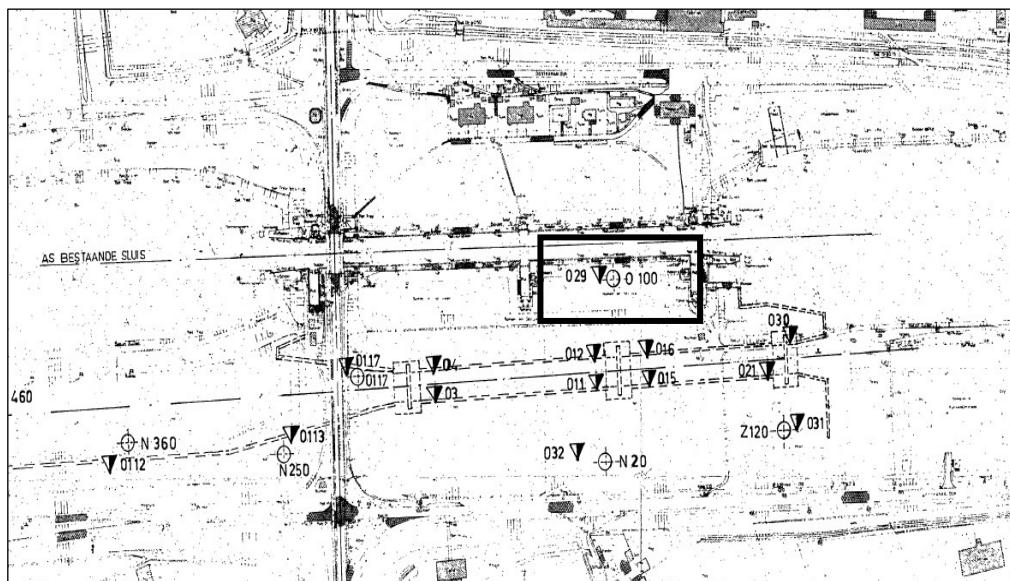
Uit de gewichtsberekening van de afdeling betonbouw zijn de (gemiddelde) funderingsdrukken afgeleid voor de sluishoofden. Omdat de sluishoofden vrijwel identiek zijn is uitgegaan van de berekeningen van het buitenhoofd.

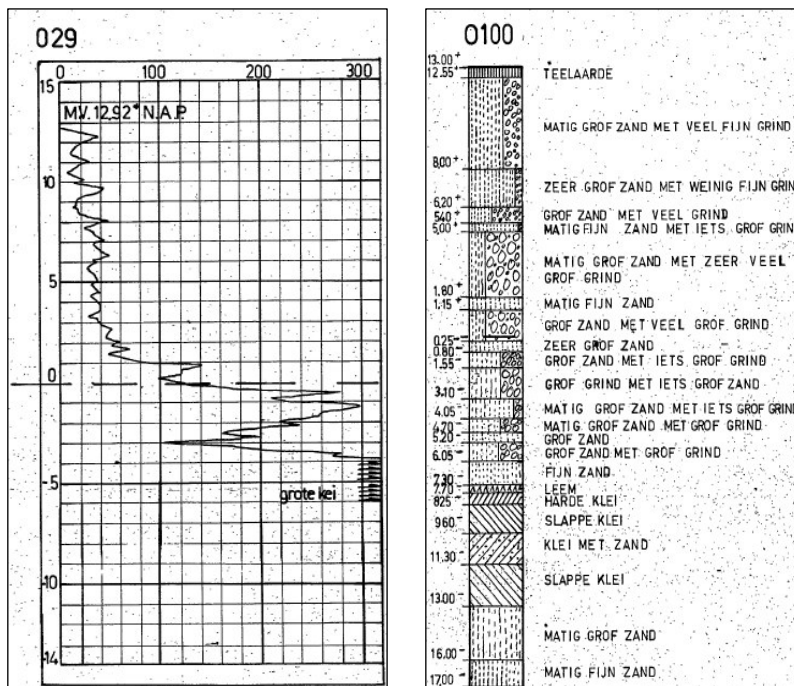
Voor de Oostwand wordt een representatieve gronddruk $\sigma'_{rep,druk} = 1169 \text{ kN} / 6,3 \text{ m}^2 = 186 \text{ kN/m}^2$. Voor de deurkas is dit $\sigma'_{rep,druk} = 2933 \text{ kN} / 18,70 \text{ m}^2 = 157 \text{ kN/m}^2$. Gezien de grondslag van matig tot vast zand zijn dit acceptabele waarden, zodat de sluishoofden niet nader getoetst zullen worden.

3.2.8 Bodemopbouw

Er zijn geen gegevens beschikbaar van de grondgesteldheid onder de oude schutsluis in Weurt. Wel zijn er sondeer- en boorstaten beschikbaar die gebruikt zijn voor de aanleg van de nieuwe schutsluis (info van medio 1972), de nieuwe wacht- en opstelplaatsen en geleidewerken (info medio juni 1977) en een nieuw bedieningsgebouw (info medio april 1986).

Van de sonderingen en boringen zijn er een aantal in de buurt van de oude schutsluis gelegen. De sonderingen en boringen laten een overeenkomstig beeld zien, en derhalve is besloten deze ook toe te passen voor de toetsing van de kolkwand. De meest nabij liggende boring en sondering zijn boring 0100 en sondering 029. Onderstaande figuren geven een overzicht van de sondeer- en boorlocatie en het resultaat van sondering 029 en boring 0100. De gegevens zijn afkomstig van tekening A 6132, Diepsonderingen en boringen.





Figuur 3.8 Resultaat sondering 029 en boring 0100

Figuur 3.8 laat zien dat de ondergrond over het algemeen uit zand bestaat, op sommige diepten vermengd met grind. Van het maaiveld tot een diepte van ongeveer 1.000 m + NAP bedraagt de conusweerstand rond de 4 MPa, daarna loopt deze snel op tot gemiddeld 20 MPa. Vanaf ca. 7 m - NAP (ruim 8 m onder funderingsniveau) is ter plaatse van de boring sprake van een doorsnijding met kleipakket met een dikte van ca. 4 m, waarna tot de verkende diepte weer zandlagen voorkomen.

3.2.9 Gegevens fundering

De kolkwanden zijn gefundeerd op staal, met een aanlegniveau van 1.300 m + NAP (diepste niveau), zie figuur 3.6.

3.3 Berekeningsresultaten

3.3.1 Uitgangspunten

- Voor de berekening is de kolkwand geschematiseerd tot een funderingselement (strokenfundering) met een breedte van 7,7 m, zie figuur 3.6.
- De verticale en horizontale krachten zijn samengevoegd tot resultante verticale en horizontale krachten met een excentriciteit ten opzichte van respectievelijk het midden en de onderkant van het funderingselement (e.e.a. volgens NEN-6744 fundering op staal).
- Er is rekening gehouden met de stempelwerking van de tegelvloer tussen de kolkwanden. Hierdoor zullen de wanden niet schuiven en zal alleen getoetst worden op de funderingsdrukken.
- Getoetst zijn twee situaties voor UGT:
 - 1) Minimale (resultante) verticale belasting in combinatie met de horizontale resultante belasting
 - 2) Maximale (resultante) verticale belasting in combinatie met de horizontale resultante belasting

Voor de belastingen wordt verwezen naar paragraaf 3.2.5 (UGT). Omdat voor de toetsing van de BGT (gebruikssituatie) de partiële factoren op 1,0 worden gesteld, resulteert voor de BGT slechts 1 belastingtoestand (zie 3.2.6).

- Voor de berekeningen is uitgegaan van een grondslag bestaande uit vast zand met eigenschappen volgens tabel 1 van NEN-6740.
- Voor de gronddekking naast de poer is 1,5 m zand (onder water) aangehouden. Dit is het gemiddelde, effectieve gewicht van de tegelvloer en het zand tussen de kolkwanden boven het funderingsniveau. De gronddekking wordt gevormd door de tegelvloer van 0,40 m en 0,95 m zand, in totaal 1,35 m (aanlegniveau 1,3 m + NAP, bovenkant vloer 2,65 m + NAP). Het gemiddelde effectieve gewicht is dan $(0,4 \cdot 14 + 0,95 \cdot 10) / 10 = 1,51$ m.

3.3.2 Resultaten

In de onderstaande tabel is een overzicht gegeven van de berekeningsresultaten betreffende het draagvermogen (funderingsdruk, toestand 1A). Wordt het draagvermogen niet overschreden dan is impliciet voldoende veiligheid tegen kantelen. Voor een volledig overzicht van de berekeningen wordt verwezen naar bijlage 1 en 2.

<i>Overzicht toetsing kolkwand (UGT)</i>		
	$F_{r,d, \text{draagkracht}}$ [kN/m]	$F_{s,d, \text{draagkracht}}$ [kN/m]
Belastinggeval 1)*	-	591
Belastinggeval 2)**	201	1190

Tabel 3.1

*Minimale (resultante) verticale belasting in combinatie met de horizontale resultante belasting

**Maximale (resultante) verticale belasting in combinatie met de horizontale resultante belasting

<i>Overzicht toetsing kolkwand (BGT)</i>		
	$F_{r,d, \text{draagkracht}}$ [kN/m]	$F_{s,d, \text{draagkracht}}$ [kN/m]
Belastinggeval 1)*	1097	1049

Tabel 3.2

*Omdat de partiële factoren gelijk zijn aan 1,0 resteert 1 belastingsgeval

De berekeningen van het draagvermogen zijn uitgevoerd met behulp van de Mfoundation (zie bijlage 1 en 2).

3.4 Conclusies

Overzicht toetsresultaat kolkwand UGT			
		UC	Conclusie
Belastinggeval 1)	Toetsing Draagkracht	$\gg 1$	Voldoet niet
Belastinggeval 2)	Toetsing Draagkracht	$\gg 1$	Voldoet niet

Tabel 3.3

Overzicht toetsresultaat kolkwand BGT			
		UC	Conclusie
Belastinggeval 1)	Toetsing Draagkracht	0,96	Voldoet ^{II}

Tabel 3.4

^{II}Opmerking:

Uit de berekeningen blijkt dat de kolkwand in UGT (normtoetsing) niet voldoet. In BGT wel, uitgaande van met name een gunstiger belastingsituatie. Op deze wijze is aannemelijk gemaakt dat de kolkwand in de BGT (gebruikssituatie) in de praktijk ook zal kunnen voldoen. Onzekerheid is de grootte die aan de horizontale stempelkracht van de tegelvloer kan worden toegekend en het niveau van de grondwaterstand buiten de kolk.

Uit de beschouwing van de funderingsdrukken onder de sluishoofden (par. 3.2.7) wordt geconcludeerd dat deze voldoen.

3.5 Aanbevelingen

Het grootste deel van de onzekerheid met betrekking tot de toetsing van de kolkwand wordt gevormd door de (minder goede) kwaliteit van de tegelvloer en het niveau van de grondwaterstand buiten de kolk.

- Geadviseerd wordt de vloer regelmatig te controleren en zo nodig te repareren teneinde het risico van te grote horizontale vervorming van de kolkwand en/of instabiliteiten te voorkomen.
- Uit de peilbuisgegevens van peilbuizen uit de omgeving van de sluis (niet in de directe nabijheid van de kolkwanden, zie rapport van de discipline Waterbouw) wordt geconcludeerd dat achter de kolkwand van een lagere grondwaterstand sprake kan zijn dan nu voor de berekeningen is aangenomen. Voor een nauwkeuriger berekening wordt geadviseerd peilbuizen te plaatsen en deze over langere periode te monitoren.

4 Samenvatting analyseresultaten

<i>Samenvatting analyseresultaten</i>		
Onderdeel	FMECA-id	Voldoet wel/niet
Kolkwand (UGT)	25.1	niet
Kolkwand (BGT)	25.1	wel
Sluishoofden	25.1	wel ^I

Tabel 4.1

^INB:

Voldoet in UGT.

^{||} NB:

Uit de berekeningen blijkt dat de kolkwand in UGT niet voldoet. In BGT (gebruikssituatie) wel, uitgaande van met name een gunstiger belastingsituatie. Aannemelijk is gemaakt dat de kolkwand in de BGT (gebruikssituatie) in de praktijk ook zal kunnen voldoen. Zie paragraaf 3.4 voor een nadere toelichting.

Colofon

Opdrachtgever :Rijkswaterstaat (Dienst Infrastructuur)

Contactpersoon :Dick de Wilde

Projectnummer :BDX -9266

Opdrachtnemer :lv-Infra

Contactpersoon :Ad Heystek

Projectnummer :INPA090229

Onderzoek :RINK – Risico Inventarisatie Natte Kunstwerken

Rapportage :Analyse Funderingen Sluis Weurt (40C-004-02)

Documentnummer : INPA090229-R-33-4.D

Datum : 19-03-2010

Filenaam :INPA090229-R-33-4.D (Funderingen– Stuw Lith – 40C-004-02).doc

lv-Infra b.v.

Noordhoek 37 – Postbus 1155 – 3350 CD Papendrecht – Tel. (078) 644 81 11 – Fax (078) 644 81 12

Inhoudsopgave bijlagen

Bijlage 1	Draagvermogen kolkwand UGT	24
Bijlage 2	Draagvermogen kolkwand BGT	25

Bijlage 1 Draagvermogen kolkwand UGT

Bijlage 2 Draagvermogen kolkwand BGT