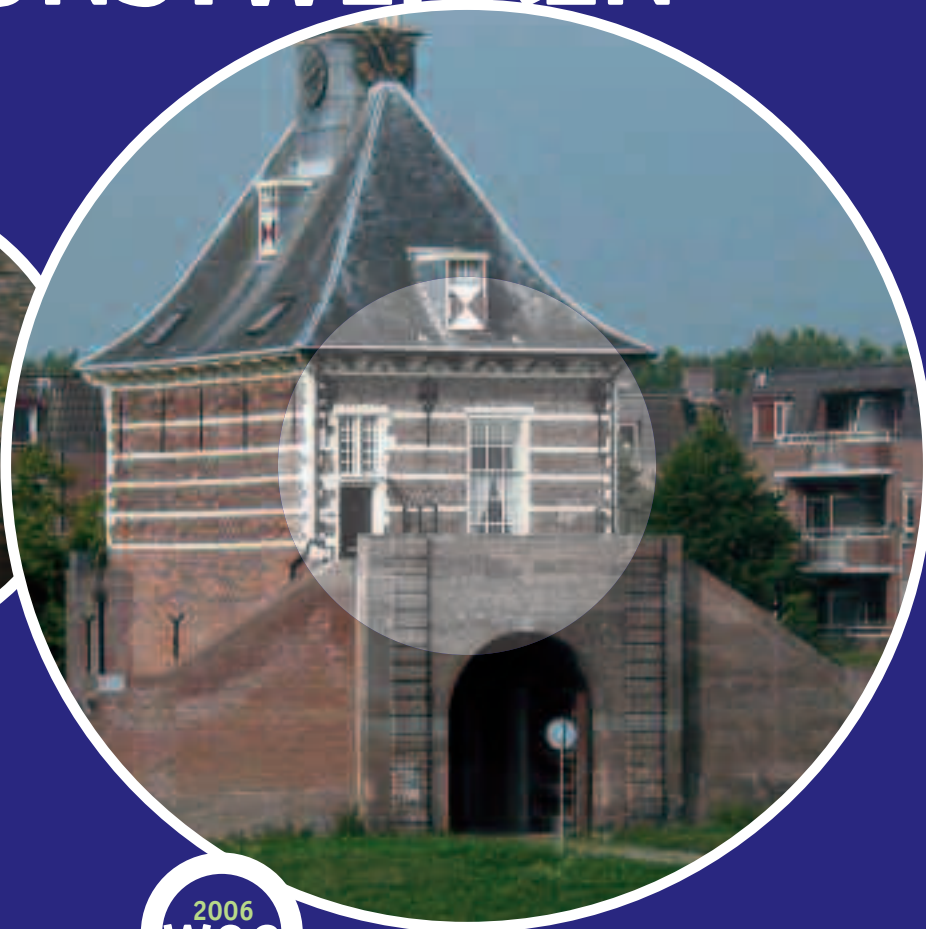


**stowa**

HULPMIDDELEN VOOR TOETSERS

# VOORBEELDENBOEK HISTORISCHE KUNSTWERKEN



2006  
**WO2**

HULPMIDDELEN VOOR TOETSERS

VOORBEELDENBOEK  
HISTORISCHE KUNSTWERKEN

RAPPORT

2006  
**W02**

ISBN 90.5773.329.3



# COLOFON

UITGAVE STOWA, UTRECHT, 2006

AUTEUR  
S.C. Schalkx (DHV BV)

BIJDRAGE  
V.J.W. Hombergen (DHV BV), Harry Schelfhout (Provincie Zuid-Holland)

PROJECTLEIDER  
V.J.W. Hombergen (DHV BV)

COMMISSIE  
Ruud Bosters (RWS Dienst Weg- en Waterbouwkunde)  
Etienne Faassen (Hoogheemraadschap van Rijnland)  
Ruud Joosten (Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier)  
Hans Knotter (Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden)  
Paul Neijenhuis (Waterschap Vallei & Eem)  
Marc Rademaker (Waterschap Rivierenland)  
Harry Schelfhout (Provincie Zuid-Holland)  
Ludolph Wentholt (Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer)  
Carlo Zimmerman (Bouwdienst Rijkswaterstaat)

MET MEDEWERKING VAN  
Harry van der Graaf (Bouwdienst Rijkswaterstaat)

DRUK Kruyt Grafisch Advies Bureau

STOWA rapportnummer 2006-W02  
ISBN 90.5773.329.3

# SAMENVATTING ONDERZOEK

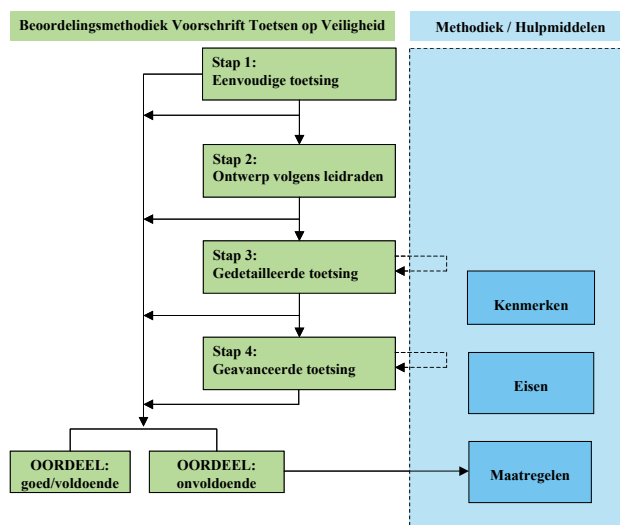
## HISTORISCHE KUNSTWERKEN

Bij de vijfjaarlijkse toetsing van primaire waterkeringen, waaronder ook de toetsing van waterkerende kunstwerken en bijzondere waterkerende constructies is het vaak lastig om inzicht te krijgen in de aanwezigheid en staat van de constructieonderdelen die zich onder en naast de kunstwerken bevinden. Vooral van historische kunstwerken zijn vaak de gegevens voor de toetsing van de geotechnische en bouwkundige componenten niet meer te achterhalen.

Vanwege de vele vragen uit het werkveld waterkeringen is in 2003 door de Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer het “Waterkeringonderzoek Historische Kunstwerken” gestart. Het einddoel van het project was een algemene methodiek voor de beoordeling van de veiligheid van (historische) waterkerende kunstwerken. Het betreft hier kunstwerken waarvan door gebrek aan gegevens, onzekerheden in de gegevens of toepassing van de bestaande toetsmethodieken en criteria, niet tot een voldoende gefundeerd eindoordeel gekomen kan worden.

Het project heeft in 2005 geresulteerd in een technisch STOWA rapport 2006-03 met een drietal hulpmiddelen ter ondersteuning van de toetsing volgens de VTV:

- Kenmerken: Een hulpmiddel voor het vaststellen van gemeenschappelijke kenmerken en waterstaatkundige kwaliteit van waterkerende kunstwerken om lacunes in de beschikbare gegevens met betrekking tot de constructieopbouw te kunnen vullen en onzekerheden te verkleinen.
- Eisen: Een hulpmiddel om op basis van de opgedane ervaringen met de dijkvak benadering en dijkringbenadering te komen tot een specifiek voor historische kunstwerken aangepaste, praktische handreikingen voor een risicoanalyse als onderdeel van een geavanceerde toets (herverdeling van faalkansen).
- Maatregelen: Een snelle en eenvoudige afwegingsmethode tussen (duur) nader onderzoek en relatief goedkope ingrepen ter versterking van de constructie.



Naar aanleiding van dit onderzoek zijn nog een aantal aanbevelingen gedaan:

- De database met kenmerken die gebruikt is voor het ontwikkelen van de hulpmiddelen, samen met dit rapport en een handleiding beschikbaar stellen voor de toetsers onder een gemeenschappelijke waterkeringen portaal.
- De ontwikkelingen op het gebied van de veiligheidsbenadering te blijven volgen en als de tijd daar rijp voor is, de hier gepresenteerde alternatieve toetsmethode verder uitwerken.
- De ontwikkelde hulpmiddelen uitgebreid en onafhankelijk laten toetsen.
- Een extra verdiepingsslag en verificatie van de hulpmiddelen door middel van theoretisch onderzoek (rekenregels en parameters) en door veldonderzoek (meetprogramma).

# DE STOWA IN HET KORT

De Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer, kortweg STOWA, is het onderzoeksplatform van Nederlandse waterbeheerders. Deelnemers zijn alle beheerders van grondwater en oppervlaktewater in landelijk en stedelijk gebied, beheerders van installaties voor de zuivering van huishoudelijk afvalwater en beheerders van waterkeringen. Dat zijn alle waterschappen, hoogheemraadschappen en zuiveringsschappen en de provincies.

De waterbeheerders gebruiken de STOWA voor het realiseren van toegepast technisch, natuurwetenschappelijk, bestuurlijk juridisch en sociaal-wetenschappelijk onderzoek dat voor hen van gemeenschappelijk belang is. Onderzoeksprogramma's komen tot stand op basis van inventarisaties van de behoefte bij de deelnemers. Onderzoekssuggesties van derden, zoals kennisinstituten en adviesbureaus, zijn van harte welkom. Deze suggesties toetst de STOWA aan de behoeften van de deelnemers.

De STOWA verricht zelf geen onderzoek, maar laat dit uitvoeren door gespecialiseerde instanties. De onderzoeken worden begeleid door begeleidingscommissies. Deze zijn samengesteld uit medewerkers van de deelnemers, zonodig aangevuld met andere deskundigen.

Het geld voor onderzoek, ontwikkeling, informatie en diensten brengen de deelnemers samen bijeen. Momenteel bedraagt het jaarlijkse budget zo'n zes miljoen euro.

U kunt de STOWA bereiken op telefoonnummer: 030 -2321199.

Ons adres luidt: STOWA, Postbus 8090, 3503 RB Utrecht.

Email: [stowa@stowa.nl](mailto:stowa@stowa.nl).

Website: [www.stowa.nl](http://www.stowa.nl)

# VOORBEELDENBOEK HISTORISCHE KUNSTWERKEN

## INHOUD

	SANMENVATTING	
	STOWA IN HET KORT	
1	INLEIDING	1
2	VOORBEELD 1 – VOLMOLENSE DUIKERS TE GOUDA	3
	2.1 Inleiding	3
	2.2 Onbekenden en probleemstelling	4
	2.3 Onbekenden in het toetsspoor STCG	4
	2.4 Toetsspoor STPH	11
	2.5 Uitgebreide inspectie	11
	2.6 Eindoordeel	12
3	VOORBEELD 2 – GEMAAL DIJKMANSHUIZEN OP TEXEL	13
	3.1 Inleiding	13
	3.2 Toetsing Stabiliteit Grond en Constructie (STCG)	15
	3.3 Technisch oordeel	16
4	VOORBEELD 3 - WIELSE SLUIS TE NIJKERK	17
	4.1 Inleiding	17
	4.2 Toetsresultaat en probleemstelling	18
	4.3 Piping en Heave (STPH)	18
	4.4 Gebruik van het hulpmiddel kenmerken	19
	4.5 Technisch Oordeel	24

# 1

## INLEIDING

De Wet op de Waterkering schrijft voor dat de beheerder zijn waterkeringen periodiek (iedere 5 jaar) beoordeeld op veiligheid tegen overstromen. De Minister dient hiervoor het instrumentarium ter beschikking te stellen: enerzijds de Hydraulische Randvoorwaarden en anderzijds het Voorschrift Toetsen op Veiligheid (VTV).

Vanwege de vele vragen uit het werkveld waterkeringen heeft DHV Ruimte en Mobiliteit BV in opdracht van de Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer (STOWA) het “Waterkeringonderzoek Historische Kunstwerken” uitgevoerd. Het einddoel van het project was een algemene methodiek voor de beoordeling van de veiligheid van (historische) waterkerende kunstwerken. Het betreft hier kunstwerken waarvan door gebrek aan gegevens, onzekerheden in de gegevens of toepassing van de bestaande toetsmethodieken en criteria, niet tot een voldoende gefundeerd eindoordeel gekomen kan worden.

Het project heeft geresulteerd in een drietal hulpmiddelen ter ondersteuning bij de toetsing volgens het VTV:

**Kenmerken:**

Een hulpmiddel voor het vaststellen van gemeenschappelijke kenmerken en waterstaatkundige kwaliteit van waterkerende kunstwerken om lacunes in de beschikbare gegevens met betrekking tot de constructieopbouw te kunnen vullen en onzekerheden te verkleinen.

**Eisen:**

Een hulpmiddel om op basis van de opgedane ervaringen met de dijkkringbenadering en dijkvakbenadering te komen tot een specifiek voor historische kunstwerken aangepaste, praktische handreikingen voor een risicoanalyse als onderdeel van een geavanceerde toets (herverdeling van faalkansen).

**Maatregelen:**

Een snelle en eenvoudige afwegingsmethode tussen (duur) nader onderzoek en relatief goedkope ingrepen ter versterking van de constructie.

“Kenmerken” en “Maatregelen” zijn objectgebonden hulpmiddelen en kunnen op ieder gewenst moment van de toetsing worden toegepast.

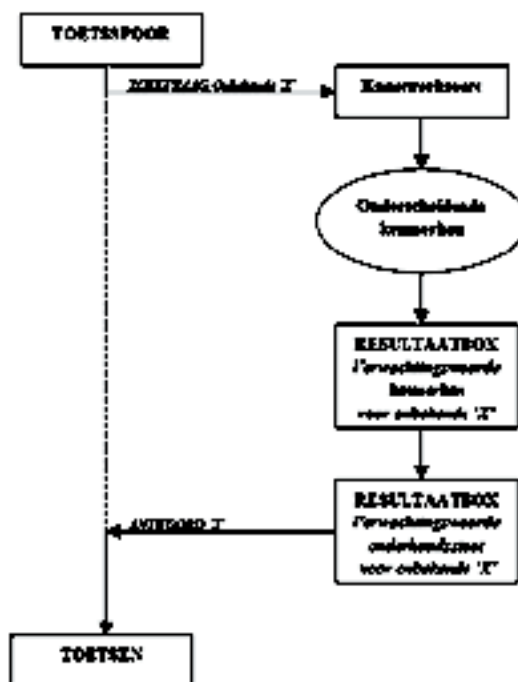
Het hulpmiddel kenmerken kan gebruikt worden om onbekenden in te vullen. Met het hulpmiddel ‘Maatregelen’ kan inzicht verkregen worden in het geval dat duidelijk wordt dat verder adviseren niet opweegt tegen het treffen van (robuuste) maatregelen om het kunstwerk te laten voldoen. Het hulpmiddel ‘Eisen’ zal naar verwachting alleen in bijzondere situaties worden toegepast tijdens een geavanceerde toets waar alles uit de kast gehaald moet worden om tot een gefundeerd eindoordeel te komen. Het hulpmiddel geeft een aantal suggesties om te komen tot herverdeling van de faalkansen afgeleid van de norm zoals die is vastgelegd in



de Wet op de Waterkering. Voorafgaand aan het toepassen van dit hulpmiddel zal altijd eerst overeenstemming moeten zijn met het bevoegd gezag over de aanpak.

Dit voorbeeldenboek is een aanvulling op het rapport Historische Kunstwerken. In dit voorbeeldenboek wordt aan de hand van een aantal praktijksituaties het gebruik van het hulpmiddel 'Kenmerken' geïllustreerd. Op basis van gemeenschappelijke kenmerken van soortgelijke constructies kan met dit hulpmiddel een inschatting worden gemaakt (verwachtingswaarde) van de kenmerken en onderhoudsstaat van de ontbrekende gegevens van het kunstwerk dat getoetst wordt. Het hulpmiddel 'Kenmerken' is een hulpmiddel bij de methodische toets (fijnslijpen van de technische tussenscore). Voor het eindoordeel moet ook het beheerdersoordeel (gedrag) worden meegenomen. De onbekende gegevens zijn input/vertrekpunt voor het hulpmiddel. In onderstaand Afbeelding 1 is de methodiek geïllustreerd.

AFBEELDING 1 ILLUSTRATIE HULPMIDDEL KENMERKEN



Het hulpmiddel 'Kenmerken' is gebaseerd op een database Kenmerken Historische Kunstwerken afgeleid van 607 kunstwerken uit de database van het project Veiligheid Nederland in Kaart. De database Kenmerken Historische Kunstwerken (KHK) bevat een grote hoeveelheid informatie. Er zijn aan de hand van de database oneindig veel stroomsschema's op te stellen, afhankelijk van het vertrekpunt die de gebruiker voor een bepaalde zoekvraag kiest.

N.B.: Op het moment van opstellen van dit voorbeeldenboek wordt gewerkt aan een prototype database Kenmerken Historische Kunstwerken. Deze database wordt gebruiksvriendelijk en toegankelijk gemaakt voor toetsers via de website van STOWA.

Bij de uitwerking van de voorbeelden kan op basis van deze methode een andere eindscore volgen dan in de officiële toetsrapporten. In dit voorbeeldenboek worden eerder uitgevoerde toetsingen niet ter discussie gesteld. De uitgewerkte voorbeelden op basis van voortschrijdend inzicht illustreren de invloed die deskundige aannames kunnen hebben op het toetsresultaat en dus dat de toetsers, beheerders en bevoegd gezag daar zorgvuldig mee om moet gaan.

# 2

## VOORBEELD 1

### VOLMOLENSE DUIKERS TE GOUDA

#### 2.1 INLEIDING

Binnen het beheersgebied van het Hoogheemraadschap van Rijnland ligt (een deel van) dijkkringgebied 14, Zuid-Holland. De Goejanverwelledijk ligt langs de Hollandsche IJssel. In deze dijk liggen verschillende kunstwerken, welke dienen te worden beoordeeld op waterstaatkundige veiligheid. Twee van deze kunstwerken zijn de Oost- en Westvolmolenduiker. Deze duikers stammen uit de 15e (west) respectievelijk 17e eeuw (oost). Vanwege de leeftijd is niet veel bekend van de duikers. Er zijn in het verleden wel enkele inspecties uitgevoerd, maar deze hebben slechts een tamelijk globaal beeld van de duikers opgeleverd. De toetsing bevat dan ook veel onzekerheden, welke slechts door aanvullend onderzoek kunnen worden ingevuld.

De duikers liggen aan weerszijden van de Havensluis, ongeveer 130 meter uit elkaar.



De lengte van de duikers bedraagt circa 75 m (West) en 55 m (Oost). De duikers stammen uit de 15<sup>e</sup> eeuw (West) en 17<sup>e</sup> eeuw en dienden voor de aanvoer van water naar de volmolens, welke werkten op waterkracht. Er zijn nauwelijks gegevens bekend over de afmetingen en vormgeving van de duikers. De duikers zijn, voor zover bekend, grotendeels opgebouwd uit metselwerk. Op meerdere plaatse monden (riool) leidingen uit in de duikers. In de westelijke duiker bevindt zich onder de weg een groot gewelf. Tegenwoordig worden de duikers gebruikt voor de doorspoeling van het stedelijk water in Gouda. Met name in de zomerperiode worden de duikers wekelijks geopend voor de verversing van het water. Beide duikers zijn voorzien van schuifafsluiters, welke met een spindel (West) of een tandheugel (Oost) worden bediend.

## 2.2 ONBEKENDEN EN PROBLEEMSTELLING

Bij de toetsing van de toetssporen STCG en STPH komen we veel onbekenden tegen met betrekking tot de fundering (type en afmetingen) en de constructie zelf (sterkte materiaal, dikte van de constructie). Om destructief onderzoek naar deze aspecten te voorkomen wordt het hulpmiddel 'Kenmerken' ingezet.

## 2.3 ONBEKENDEN IN HET TOETSSPOOR STCG

Voor de toetsing van de stabiliteit van de constructie zijn er gegevens nodig over de soort constructie en het type fundering.

### 2.3.1 AFMETINGEN EN KENMERKEN VAN DE CONSTRUCTIE

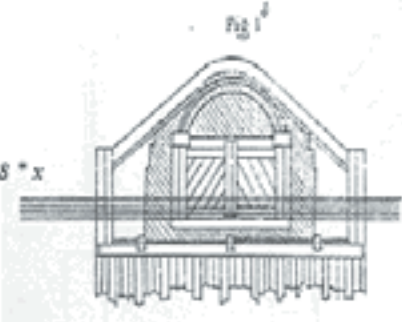
Bekend is dat er een gemetselde duiker aanwezig is. Vanwege de leeftijd en het materiaal kan geconcludeerd worden dat de duiker een gewelfconstructie is (andere steenachtige materialen waren destijds niet voorhanden).

Van gewelfconstructies is het volgende bekend (blz 18 van het rapport Toetsing (historische) kunstwerken)

*Er zijn in het verleden veel formules opgesteld voor dikte van gewelven.*

<i>Dikte van gewelven</i>	
<i>Dagwijdte kleiner dan 2 m</i>	$d = 0,33 \text{ m}$
<i>Wijdte 2-16 m</i>	$d = 0,33 + 1/24 * l$
<i>Wijdte 16-32 m</i>	$d = 1/24 l$
<i>Wijdte 32 - x m</i>	$d = 1/24 * 32 + 1/48 * x$

*(Formule van Gauthey)*



*Voor kleine overspanningen niet echt goed toepasbaar. Beter: Dikte van het gewelf is 1/12 van de dagwijdte (Romany)*

*Dikte van de pijlers van gemetselde gewelven met meerdere overspanningen: 1/3 - 1/4 van de wijdte van de dagmaat van opening.*

Bekend is dat de dagwijdte van de 'grote' duiker 0.85 el is en 0.89 el voor de 'kleine' duiker. Een el was in die tijd ca. 0.7 m waarmee de breedte van beide duikers op ongeveer 0.6 m wordt geschat.

Volgens de formule van Gauthey zou de dikte van het gewelf 0,33 m zijn.  
Volgens de formule van Romany zou de dikte van het gewelf 0,03 m zijn.

Een duidelijk antwoord op deze onbekende is dus niet beschikbaar. De maximale dikte van het gewelf zal 0,33 m zijn.

In de rapportage worden tevens de volgende conclusies getrokken:

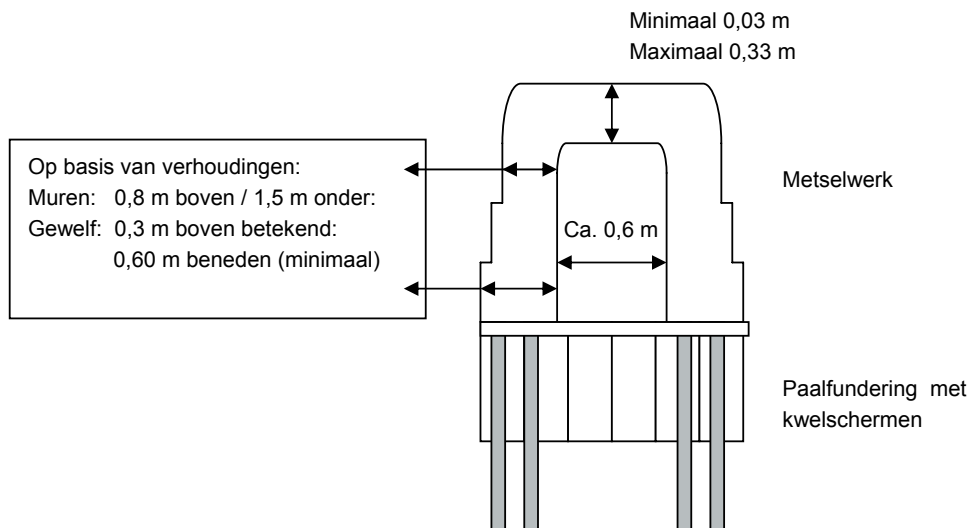
blz 23:

**Gebruikte materialen en afmetingen**  
 Uit de database en de literatuur kan voor waterbouwkundige constructies geconcludeerd worden dat een gemiddelde constructie altijd op houten palen gebouwd is.

blz 29:

**Gegevens uit de literatuur**  
 Bij het bestuderen van oudere literatuur (voor 1900) kan de conclusie getrokken worden dat men er reeds vele eeuwen van op de hoogte was dat kwelschermen noodzakelijk zijn. Mede op basis van de gebruikte database kan worden geconcludeerd dat met grote waarschijnlijkheid kan worden aangenomen dat er eerder waarderende kunstwerken kwelschermen aanwezig zijn en dat deze bij voorkeur tot in een kleilaag reiken. Als de kleilaag te diep ligt, werd er een lengte aangehouden tussen de 3 en 5 el, dit komt overeen met circa 2,0 en 3,5 m.

Hieruit kunnen we voor de vormgeving en materiaaltoepassing in de constructie de volgende conclusies trekken:



### 2.3.2 MATERIAALGEGEVENS VAN DE CONSTRUCTIE

Om de (her)berekening van de constructie uit te kunnen voeren zijn naast de inmiddels bekende afmetingen ook nog materiaalgegevens nodig. Deze kunnen bepaald worden met behulp van het stroomschema 'stabiliteit van een wandconstructie'

#### STAP 1 – KEUZE VAN HET STROOMSCHEMA

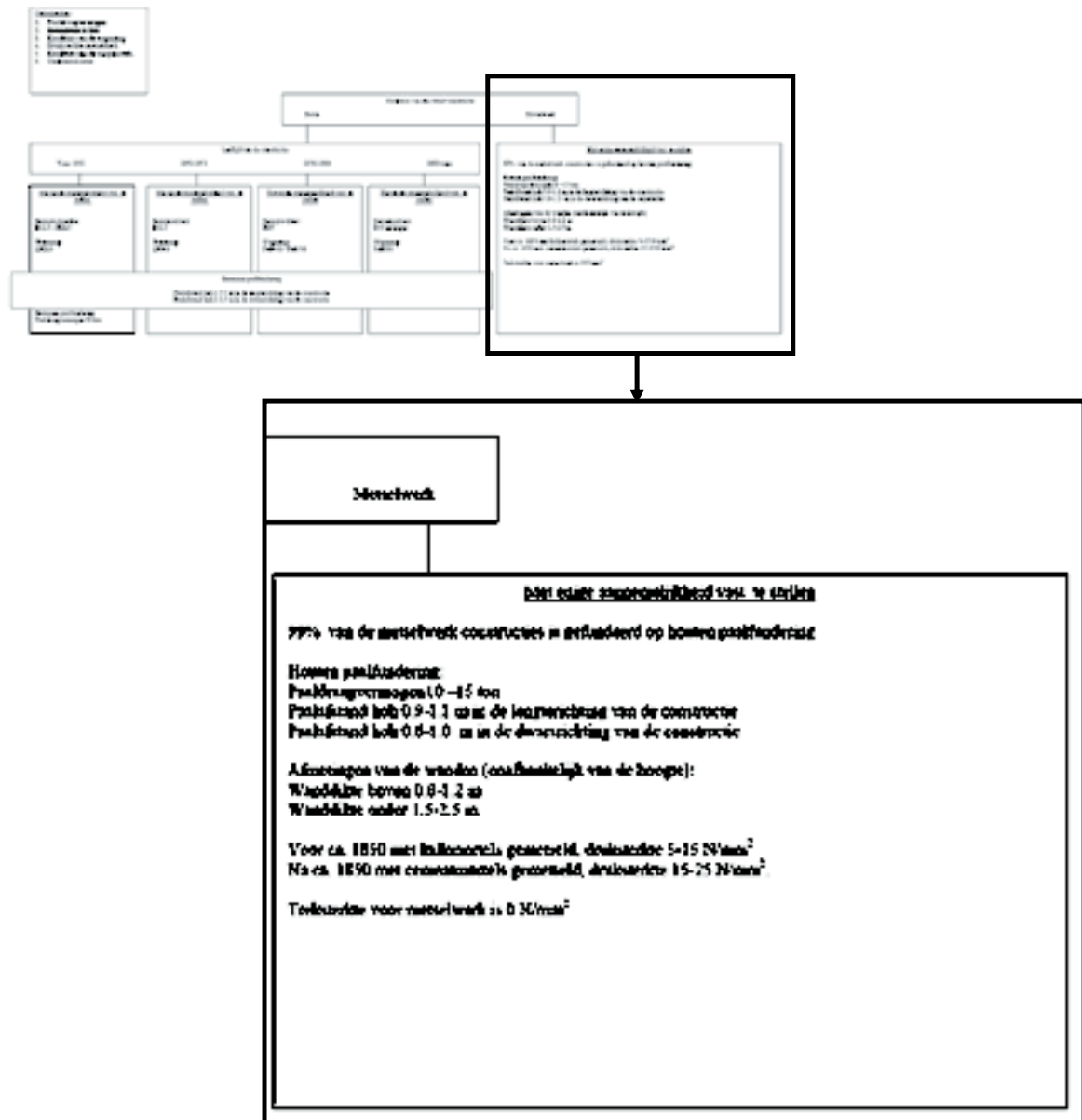
Stabiliteit van een wandconstructie

#### STAP 2 – MATERIAAL VAN DE WANDCONSTRUCTIE

De duiker heeft gemetselde wanden

Toetsing op Stevigheid en Stabiliteit: Stabiliteit constructie (STCC)

Wat is met enige aannemelijkheid te zeggen over de stabiliteit van een wandconstructie?



**STAP 3 - KEUZE**

Op basis van bovenstaande gegevens kan met enige aannemelijkheid worden geconcludeerd dat:

- De constructie gefundeerd is op houten paalfundering met de volgende kenmerken:
- Het paal draagvermogen is 10 -15 ton
- De paalafstand is hart-op-hart 0.9-1.1 m in de lengterichting van de constructie
- De paalafstand hart-op-hart 0.6-1.0 m in de dwarsrichting van de constructie
- De afmetingen van de wanden zijn:  
 Wanddikte boven 0.8-1.2 m  
 Wanddikte onder 1.5-2.5 m
- De toegepaste metselmortel kalkmortel is, met een druksterkte 5-15 N/mm<sup>2</sup>

### 2.3.3 GLOBALE BEREKENING

Bovenstaande gegevens vormen de invulling van de onbekenden en daarmee de input voor een uit te voeren berekening. Met een vrij eenvoudig rekenprogramma ESA Prima Win (eindig elementen programma) zijn de duikers constructief beoordeeld. In het raamwerkprogramma is het volgende model opgebouwd:



#### BELASTINGEN:

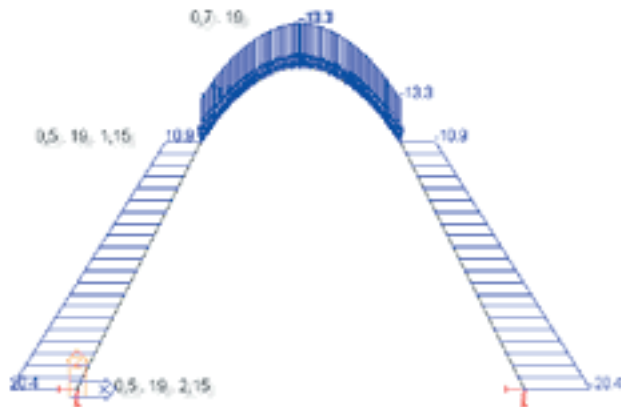
Aanname is hier dat de duiker 0,7 meter onder een verkeersklasse 45 weg ligt.

Aangenomen grondparameters: zand:  $\gamma = 19$ ,  $\phi = 30$   $K_0=0,5$

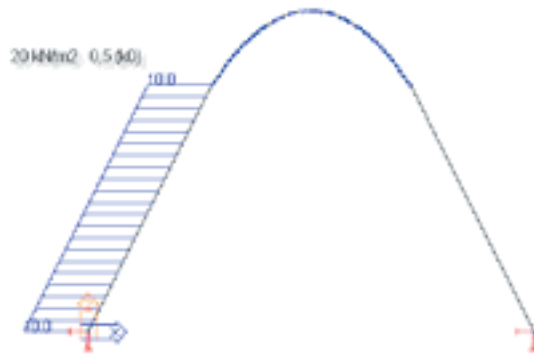
*Belastinggeval 1: eigen gewicht.*

Het eigengewicht van de constructie wordt door ESA Prima Win berekend.

*Belastinggeval 2: horizontale en verticale belasting door grond.*

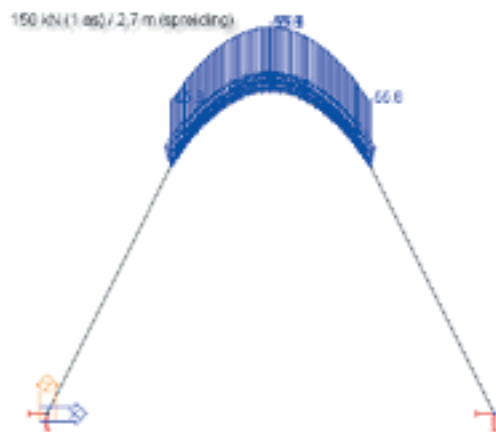


Belastinggeval 3: horizontale belasting van wagen naast de duiker  
linkerzijde:



Belastinggeval 4: horizontale belasting van wagen naast de duiker  
rechterzijde: gespiegeld als boven.

Belastinggeval 5: verticale belasting van wagen klasse 45



### COMBINATIES:

Belastingcombinaties volgens NEN 6702 veiligheidsklasse 1.  
ESA rekent zelf de maatgevende combinaties uit:

Combi	Norm	Case	coeff
1.	NEN-ultimate	1 Eigen gewicht	1.00
		2 Grond	1.00
		3 Wagen naast duiker links	1.00
		4 Wagen naast duiker rechts	1.00
		5 Klasse 45 belasting	1.00

Basic rules for generation of ultimate load combinations:

1 :  $1.35^*LC1$  /  $1.35^*LC2$

2 :  $0.90^*LC1$  /  $0.90^*LC2$

3 :  $1.20^*LC1$  /  $1.20^*LC2$  /  $1.20^*LC3$  /  $1.20^*LC4$  /  $1.20^*LC5$

4 :  $1.20^*LC1$  /  $1.20^*LC2$  /  $1.20^*LC3$  /  $1.20^*LC4$  /  $1.20^*LC5$

5 :  $0.90^*LC1$  /  $0.90^*LC2$  /  $1.20^*LC3$  /  $1.20^*LC4$  /  $1.20^*LC5$

6 :  $0.90^*LC1$  /  $0.90^*LC2$  /  $1.20^*LC3$  /  $1.20^*LC4$  /  $1.20^*LC5$

List of extreme ultimate load combinations

- 1/ 5 : +0.90\*LC1+0.90\*LC2+1.20\*LC3
- 2/ 5 : +0.90\*LC1+0.90\*LC2+1.20\*LC4
- 3/ 3 : +1.20\*LC1+1.20\*LC2+1.20\*LC3
- 4/ 3 : +1.20\*LC1+1.20\*LC2+1.20\*LC4
- 5/ 5 : +0.90\*LC1+0.90\*LC2+1.20\*LC3+1.20\*LC5
- 6/ 5 : +0.90\*LC1+0.90\*LC2+1.20\*LC4+1.20\*LC5
- 7/ 3 : +1.20\*LC1+1.20\*LC2+1.20\*LC3+1.20\*LC4
- 8/ 3 : +1.20\*LC1+1.20\*LC2+1.20\*LC3+1.20\*LC5
- 9/ 3 : +1.20\*LC1+1.20\*LC2+1.20\*LC4+1.20\*LC5
- 10/ 3 : +1.20\*LC1+1.20\*LC2+1.20\*LC3+1.20\*LC4+1.20\*LC5

### RESULTATEN EN TOETSING METSELWERK.

*Controle druk/trek:*

Aanname morteldruksterkte 2,5 N/mm<sup>2</sup>

In de resultaten komt geen trek voor in het metselwerk.

De maximaal optredende drukkracht bedraagt 77,4 kN/m in de onderdoorsnede.

De benodigde hoeveelheid metselwerk bedraagt hier  $77,4 / 2,5 \text{ N/mm}^2 = 31 \text{ mm/mm}$

Aanwezig: 1500 mm/mm → voldoet

De optredende druk in de bovendoorsnede (boog) bedraagt 42,2 kN

De benodigde hoeveelheid metselwerk bedraagt hier  $42,2 / 2,5 \text{ N/mm}^2 = 17 \text{ mm/mm}$

Aanwezig: 300 mm/mm → voldoet.

*Controle Schuifkrachten:*

Aanname schuifsterkte:  $1,5 \cdot f_{crep} = 1,5 \cdot 0,2 = 0,3 \text{ N/mm}^2$

De dwarskracht in de boog is hier maargevend (kleinste doorsnede).

Optredend: 13,3 kN/m

$13,3 / 0,3 = 44 \text{ mm}$  Aanwezig: 300-500 mm/mm → voldoet

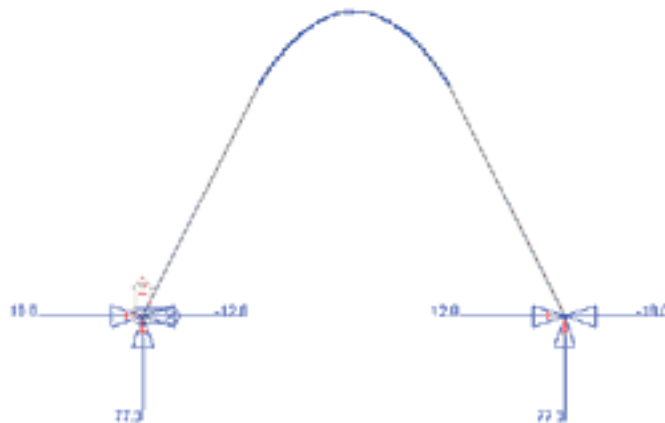
*Controle Momenten:*

Door de boogwerking zijn de optredende momenten dusdanig klein dat ze hier verder verwaarloosd kunnen worden.



Oplegreacties:

De toegepaste hoh- afstand van de palen is hier niet bekend.



Er komt geen trek in de palen voor.

De optredende drukkrachten (77 kN/m) zouden normaliter prima met een houten paalfundering worden opgenomen.

De dimensies van de kespen zijn niet bekend. Deze zullen in staat moeten zijn de spatkrachten over te dragen.

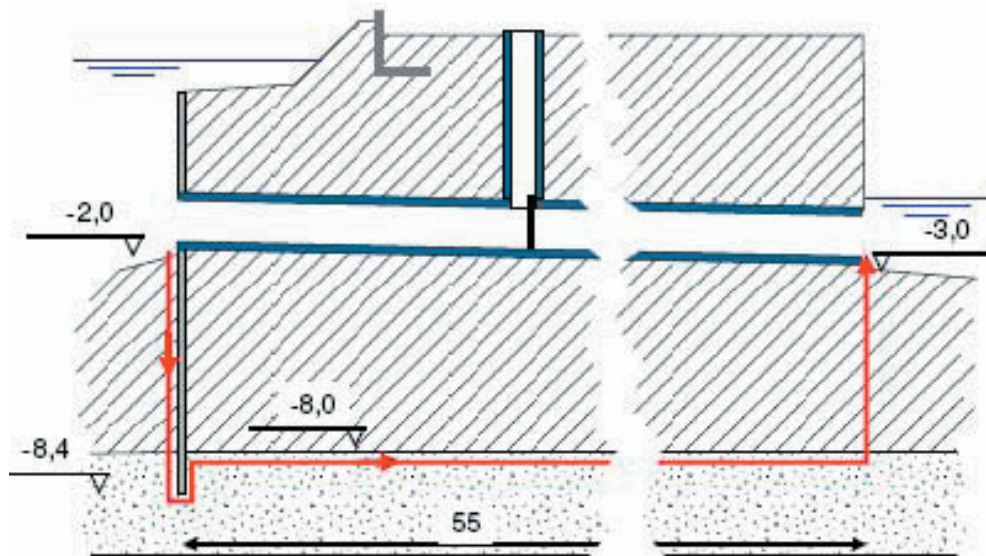
#### CONCLUSIE EN KRITISCHE PUNTEN VAN HET ONTWERP

De metselwerkconstructie voldoet hier onder de genoemde aannames met betrekking tot de belastingen en constructieve kenmerken. De stabiliteit van het gewelf staat of valt met de staat van de fundering: Steunpuntzakking, paal - of kesp-rot kunnen lokale verplaatsingen teweeg brengen, waardoor trekspanningen in het metselwerk ontstaan en de boog zijn samenhang kan verliezen. Verder treden er trekkrachten op in de vloer en schuifkrachten in het contactvlak tussen de vloer en de boog. Het is niet duidelijk of de trekkracht door de houten vloer kan worden opgenomen en of de spatkracht vanuit het metselwerk als schuifkracht naar de vloer kan worden overgebracht.

## 2.4 TOETSSPOOR STPH

In de toetsing zonder gebruik te maken van de hulpmiddelen wordt uitgegaan van een constructie die niet op palen gefundeerd is. Uit STAP 2 van hoofdstuk 2.3.2. blijkt dat het zeer aannemelijk is dat de constructie gefundeerd is op een paalfundering. Dit zou er toe leiden dat in de toetsing met de formules van Lane de horizontale kwelweglengte niet meegenomen mag worden.

*Echter* door de aanwezige gelaagdheid in de bodemopbouw zijn de palen voor de toetsing op STPH niet van belang. Zie onderstaande schematisering van de constructie:



*Dit bewijst des te meer dat de database slechts een hulpmiddel is voor het invullen van de onbekenden. Met de verkregen informatie dient zorgvuldig mee omgegaan te worden.*

Op basis van bovenstaande gegevens blijft het eindoordeel voor het toetsspoor STPH ongewijzigd.

## 2.5 UITGEBREIDE INSPECTIE

Naar aanleiding van een verzakking in de weg boven de Oostelijke Volmolenduiker is daar veiligheidshalve aan de rivierzijde een tijdelijke vervangende waterkering in de vorm een damwandkuip met kleikist en betonblokken aangebracht. Na het aanbrengen van een tijdelijke kistdam aan de grachtzijde is de duiker drooggezet en heeft een uitgebreide inmeting met inspectie plaatsgevonden. De belangrijkste bevindingen hiervan waren als volgt:

- de verzakking is ter plaatse van de overgang in de duiker van metselwerk (van 1630) naar beton (van 1940);
- de vloer van de gemetselde duiker is van hout;
- op diverse plaatsen is de duiker in dwars- en lengterichting volledig doorgescheurd;
- de afsluitmiddelen sluiten niet goed aan op de duiker, met als gevolg lekkage.

De conclusie is dat de sterkte van de constructie onvoldoende is, zodat herstelmaatregelen nodig zijn.

## 2.6 EINDOORDEEL

Het oordeel van de Volmolense duikers blijft onvoldoende (het aspect betrouwbaarheid sluiting, is in dit voorbeeldenboek niet beschouwd). Door het hulpmiddel 'Kenmerken' is de bandbreedte door de onzekerheden verkleind. Na de verzakking van de oostelijke duiker is het oordeel onvoldoende. De tijdelijke kering is niet beschouwd. In dit rapport wordt geen nieuw eindoordeel gegeven. Voor het eindoordeel moet nog het beheerdersoordeel naast het resultaat van de technische toets worden beschouwd.

### WESTELIJKE DUIKER

	Resultaat toetsing	Resultaat toetsing met Kenmerk	Opmerking
Kerende hoogte (HT)	GOED (M) VOLDOENDE (B)	-	in dit rapport niet beschouwd
Stabiliteit constructie (STCG)	VOLDOENDE (M) VOLDOENDE (B)	VOLDOENDE	enkele aannames en conclusies zijn voorzien van een onderbouwing.
Sterkte/stabiliteit constructie (STCO)	VOLDOENDE (M) TWIJFELACHTIG (B)	-	in dit rapport niet beschouwd
Piping en Heave (STPH)	VOLDOENDE (M) VOLDOENDE (B)	VOLDOENDE	Enkele aannames en conclusies zijn voorzien van een onderbouwing.
Betrouwbaarheid sluiting (BS)	ONVOLDOENDE (M) GEEN OORDEEL (B)	-	in dit rapport niet beschouwd

### OOSTELIJKE DUIKER

	Resultaat toetsing	Resultaat toetsing met Kenmerk	Opmerking
Kerende hoogte (HT)	GEEN OORDEEL (M) VOLDOENDE (B)	-	in dit rapport niet beschouwd
Stabiliteit constructie (STCG)	VOLDOENDE (M) VOLDOENDE (B)	VOLDOENDE	enkele aannames en conclusies zijn voorzien van een onderbouwing
Sterkte/stabiliteit constructie (STCO)	VOLDOENDE (M) GEEN OORDEEL (B)	- ONVOLDOENDE - GEEN OORDEEL	- verzakkingen - tijdelijke waterkering
Piping en Heave (STPH)	GOED (M) VOLDOENDE (B)	VOLDOENDE	Enkele aannames en conclusies zijn voorzien van een onderbouwing.
Betrouwbaarheid sluiting (BS)	ONVOLDOENDE (M) TWIJFELACHTIG (B)	-	in dit rapport niet beschouwd

M = methodisch oordeel (technische score volgens Katernen VTV)

B = beheerdersoordeel

# 3

## VOORBEELD 2

### GEMAAL DIJKMANSHUIZEN OP TEXEL

#### 3.1 INLEIDING

Gemaal Dijkmanshuizen bevindt zich in de primaire waterkering van dijkkring 5 Texel ter plaatse van dijkpaal 11.40. Het gemaal behoort tot de kunstwerken in categorie II, constructies die in combinatie met een grondconstructie de waterkerende functie moeten vervullen. In onderstaande foto is de ligging van het gemaal weergegeven.



#### ALGEMEEN / FUNCTIEOMSCHRIJVING

Het gemaal in zijn huidige vorm dateert van omstreeks 1977. Naar aanleiding van de aanleg van de deltadijk is de destijds aanwezige constructie aangepast. Van het oude gemaal is alleen het pompgebouw behouden, deze dateert van omstreeks 1940. Alle overige onderdelen zijn nieuw aangelegd. Het gemaal loost oppervlaktewater uit de gemeenschappelijke polders in de Waddenzee.

### ONDERDELEN

Gemaal Dijkmanshuizen bestaat uit de volgende onderdelen

- uitstroomconstructie
- afvoerleiding
- maalkom
- schuivenschachten
- afsluitmiddelen
- kwelschermen
- gebouw pompgemaal
- inlaat/toevoerkanaal
- waterkerende grondconstructie

### UITSTROOMCONSTRUCTIE

De uitstroomconstructie is uitgevoerd als een dubbele betonnen koker. Deze constructie is gefundeerd op staal. De betonnen constructie sluit aan op een beschoeiing van stalen damwand BZ250. Rondom de uitstroom is een stortsteen aangebracht op mijnsteen op azobéhouten matten met filtervlies en styropor-drijfslag.



### KWELSCHERMEN

Het gemaal is voorzien van een vijftal schermwanden bestaande uit stalen damwanden. Aan de buitenzijde als onderdeel van de uitstroomconstructie, rondom de beide schuivenschachten, ter plaatse van de maalkom en ter plaatse van de instroom. Het inheinniveau van deze schermwanden varieert tussen 6.00 m -NAP en 4.25 m -NAP.

### 3.2 TOETSING STABILITEIT GROND EN CONSTRUCTIE (STCG)

#### UITGEVOERDE TOETSING IN TOETSRAPPORT:

##### Stap 1. Eenvoudige toetsing

Van de constructie zijn geen ontwerpberekeningen beschikbaar, de eenvoudige toets richt zich in dat geval op het principe van bewezen sterkte. De constructie is nooit belast op de maatgevende situatie en kan dus niet worden goedgekeurd op basis van bewezen sterkte. Vervolg met stap 2.

Stap 2. Waterkering ontworpen volgens vigerende leidraden of gelijkwaardig en de uitgangspunten zijn ongewijzigd.

De ontwerpuitgangspunten zijn onbekend, vervolg met stap 3.

##### Stap 3. Waterkering voldoet bij gedetailleerde toetsing

Het uitvoeren van een volledige gedetailleerde toetsing is niet mogelijk op basis van de beschikbare gegevens. De toetsing beperkt zich vooralsnog op de beoordeling van de kwelschermen/damwanden op corrosie en de staat van de onderdelen.

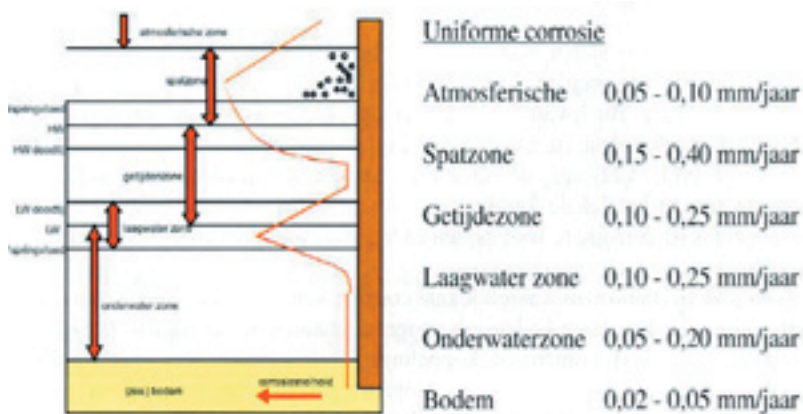
##### Toetsen kwelschermen/damwand uitstroomconstructie op corrosie

De kwelschermen en damwanden zijn getoetst op corrosie. In de "handleiding damwanden" wordt voor damwanden in een agressief milieu een afroesting van 0.12 mm/jaar aangehouden. De damwanden zijn aangelegd omstreeks 1977. Afroesting:  $28 * 0.12 = 3.4$  millimeter. Het betreft damwanden type BZ 250, met een flens en lijfdikte van 8,5 mm.

De kwelschermen hoeven geen belasting op te nemen en bevinden zich bovendien ondergronds. De berekende afroesting levert hier geen problemen op. De kwelschermen krijgen een goed oordeel

De damwanden ter plaatse van de uitstroom worden wel belast. Bovendien geeft de beheerder aan dat in het verleden al gaten in de damwand zijn gevallen. (zie verder stap 5 gedrag). Er kan op basis van de ervaringen van de beheerder gesteld worden dat de damwand door het agressieve zeemilieu dusdanig is gecorrodeerd dat deze zijn functie niet goed meer kan vervullen. De damwanden ter plaatse van de uitstroom worden als onvoldoende beoordeeld.

Bij stap 3 kan er een nadere uitsplitsing gemaakt worden van de corrosie over de gehele damwand. In de rapportage op pagina 15 is het volgende figuur te vinden.



De gemiddelde corrosiesnelheid afhankelijk van de zone waar de aantasting plaatsvindt [8.32].

Met behulp van deze gemiddelde corrosiesnelheden kan per zone van aantasting een voorspelling gedaan worden van het aanwezige corrosieverlies.

Na de berekening van het corrosieverlies kan met een eenvoudige berekening aangetoond worden of deze corrosieverliezen tot een verminderde sterkte kunnen leiden.

Via de beheerder is aangegeven dat er gaten in de damwand zijn geconstateerd. Het is niet bekend op welke locatie deze gaten zijn opgetreden en wat de gevolgen waren voor de stabiliteit van de constructie. Deze gegevens dienen meegenomen te worden in de berekening(en).

### NIEUWE BEREKENING TBV CORROSIE

De kwelschermen en damwanden zijn getoetst op corrosie. Hiervoor wordt in de spatzone de grootste aantasting verwacht. Hiervoor wordt een afroesting van maximaal 0,40 mm/jaar aangehouden. De damwanden zijn aangelegd omstreeks 1977. Afroesting:  $28 * 0,40 = 11,2$  millimeter. Het betreft damwanden type BZ 250, met een flens en lijfdikte van 8,5 mm. In het geval van zeer ernstige aantasting zou de damwand doorgeroest kunnen zijn.

Het is aan te bevelen een dergelijke berekening voor de verschillende doorsneden / zones uit te voeren.

Na de corrosieberekening dient een stabiliteitsberekening van de damwand uitgevoerd te worden. In dit geval is dat niet nodig omdat de constructie theoretisch reeds doorgeroest is.

### 3.3 TECHNISCH OORDEEL

De technisch tussenscore voor het Gemaal Dijkmanshuizen te Texel blijft onvoldoende. Het hulpmiddel is niet toegepast op alle onderdelen waar de score onvoldoende was. Op basis van het hulpmiddel kenmerken is nu wel een oordeel te geven over de stabiliteit van de constructie.

In dit rapport wordt geen nieuw eindoordeel gegeven. Voor het eindoordeel moet nog het beheerdersoordeel naast het resultaat van de technische toets worden beschouwd.

	Resultaat toetsing	Tussenscore na gebruik Kenmerk	Opmerking
Kerende hoogte (HT)	GOED	-	in dit rapport niet beschouwd.
Stabiliteit constructie (STCG)	GEEN OORDEEL	ONVOLDOENDE	Verwachtingswaarde op basis van het hulpmiddel 'Kenmerken'.
Stabiliteit constructie (STCO)	ONVOLDOENDE	-	in dit rapport niet beschouwd.
Piping en Heave (STPH)	ONVOLDOENDE	-	in dit rapport niet beschouwd.
Betrouwbaarheid sluiting (BS)	GOED	-	in dit rapport niet beschouwd.

## 4

## VOORBEELD 3

## WIELSE SLUIS TE NIJKERK

## 4.1 INLEIDING

De Wielse sluis is een uitwateringssluis voor het verder landinwaarts gelegen gemaal en stoomgemaal en ligt in dijkkring 45 nabij de gemeente Nijkerk. Deze sluis vormt een onderbreking in de dijk door middel van een betonnen constructie met voorgemetselde wanden. Aan de buitenzijde van de constructie zijn houten puntdeuren (waakdeuren) aangebracht. Uit de renovatietekeningen uit 1985 valt op te maken dat de constructie gefundeerd is op een gemetselde oude constructie. Uit de combinatie van deze tekening, met het gegeven dat de constructie zich recht achter het stoomgemaal bevindt, kan geconcludeerd worden dat van oudsher een onderbreking in de waterkering aanwezig is geweest. Gezien het feit dat het stoomgemaal ouder is dan de afsluitdijk en de dijk dus een oude Zuiderzeekering is, kan geconcludeerd worden dat er bij de aanleg van het stoomgemaal ook een uitwateringsconstructie moet hebben gezeten.



De Wielse sluis is voorheen getoetst op basis van onderstaande gegevens:

- 1 Bestek en voorwaarden voor de vervanging van de suatiesluis nabij Nijkerk, Oranjewoud bv 1985
- 2 Bestekstekening (10090-204) puntdeuren suatiesluis te Nijkerk, Oranjewoud 1985
- 3 Bestekstekening (10090-203) suatiesluis, Oranjewoud 1985
- 4 Situatietekening (10090-202) suatiesluis, Oranjewoud 1985
- 5 Toetsrapport (LTV) van DHV uit 2005



## 4.2 TOETSRESULTAAT EN PROBLEEMSTELLING

Bij toetsing van de Wielse Sluis op basis van de beschikbare gegevens volgt als oordeel:

Het totaal oordeel van de Wielse sluis is ONVOLDOENDE

	Opmerking	Resultaat methodische toetsing
Kerende hoogte (HT)	De kerende hoogte van de deuren is te laag. Er is te veel overslag en overloop ten opzichte van de aanwezige komberging.	ONVOLDOENDE
Stabiliteit constructie (STCG)	Op basis van bewezen sterkte voldoende beoordeeld.	VOLDOENDE
Stabiliteit constructie (STCO)	Houten puntdeuren zijn niet ontworpen voor het huidige verval.	ONVOLDOENDE
Piping en Heave (STPH)	Geen gegevens bekend	GEEN OORDEEL
Betrouwbaarheid sluiting (BS)	Ontbreken dubbele kering, procedure van sluiten onvoldoende vastgelegd	ONVOLDOENDE

De toetsing van de Wielse Sluis voldoet niet op de volgende toetssporen:

- kerende hoogte
- sterkte constructieonderdelen
- betrouwbaarheid sluiting

Voor de sporen 'kerende hoogte', 'sterkte constructieonderdelen' en 'betrouwbaarheid sluiting' zijn alle benodigde gegevens bekend. Het hulpmiddel 'Kenmerken' heeft hier geen toegevoegde waarde.

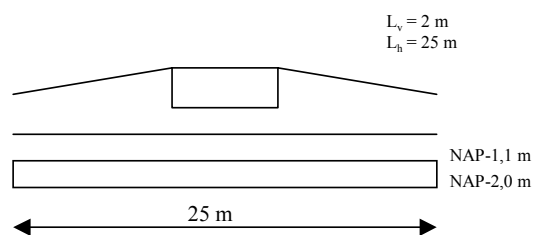
Voor het spoor Piping en heave kan er geen oordeel gegeven worden omdat de gegevens van (aanwezigheid van ) de kwelschermen ontbreken. Voor dit toetsspoor kan het hulpmiddel 'Kenmerken' wel uitkomst bieden.

## 4.3 PIPING EN HEAVE (STPH)

Er wordt niet voldaan aan alle criteria om via de eenvoudige toetst op piping en heave te komen tot het oordeel 'voldoende'. Met de formule van Lane wordt beoordeeld of piping mag worden verwacht. Hiertoe moet de kwelweglengte worden geschat.

### ONDERLOOPSHEID

Volgens de bestekstekeningen zijn onder sluis geen damwandschermen aangebracht. Onderstaande figuur geeft een langsdoorsnede over de sluis weer, waarbij de horizontale en verticale kwelweglengte zijn bepaald.



Op de tekeningen is verder vermeld dat de sluis is gebouwd op de vloer van een gesloopte gemetselde sluis. Er zijn geen gegevens van de funderingswijze en kwelschermen van deze oude constructie.

#### 4.4 GEBRUIK VAN HET HULPMIDDEL KENMERKEN

##### STAP 1 – HET JUISTE STROOMSCHEMA

Het betreft /uitwateringssluis. Hierbij is onze eerste keus dus het stroomschema van de uitwateringssluis.



##### Toetsing op Piping en Heave (STPH)

### Wat is met enige aannemelijkheid te zeggen over de kwelweglengte bij een uitwateringssluis?

Onbekenden:  
 1. Kwelscherm aanwezig?  
 2. Aantal kwelschermen?  
 3. Scherm lengte onder de vloer?  
 4. Onderhoudsmaat?

117 kunstwerken

Type constructiemateriaal van de wanden									
Betonnen bak	Beton		Buis Staal	Overig		Metaalwerk gewelf of wandconstructie		Betonnen koker	Onbekend
2%	5%	5%	9%	5%	18%	56%			
Funderingstype: 50% op palen 50% op staal	Funderingstype: Op staal	Funderingstype: Op staal	Funderingstype: Op staal	Funderingstype: Op staal	Funderingstype: Op houten palen	Funderingstype: Op houten palen	Funderingstype: 40% op palen 60% op staal		
<b>Met grote aannemelijkheid vast te stellen</b> 1. Kwelscherm aanwezig? Ja, houten of stalen kwelschermen. 2. Aantal kwelschermen? 2 tot 4 schermen 3. Scherm lengte onder de vloer? Zeer divers Vervolgstep Onderhoudsmaat houten/ stalen kwelschermen	<b>Met grote aannemelijkheid vast te stellen</b> 1. Kwelscherm aanwezig? Ja, houten of stalen kwelschermen. 2. Aantal kwelschermen? 1 of 2 3. Scherm lengte onder de vloer? Zeer divers Vervolgstep Onderhoudsmaat houten/stalen kwelschermen	<b>Met grote aannemelijkheid vast te stellen</b> 1. Kwelscherm aanwezig? Ja, staal, hout of noppen scherm 2. Aantal kwelschermen? 1 tot 3 3. Scherm lengte onder de vloer? Zeer divers Vervolgstep Onderhoudsmaat houten/stalen kwelschermen	<b>Met grote aannemelijkheid vast te stellen</b> 1. Kwelscherm aanwezig? Ja, staal of combinatie hout/staal 60% is stalen kwelscherm 2. Aantal kwelschermen? 1 tot 3 3. Scherm lengte onder de vloer? Lengte stalen scherm 1,75-4,75 m Vervolgstep Onderhoudsmaat houten/stalen kwelschermen	<b>Met grote aannemelijkheid vast te stellen</b> 1. Kwelscherm aanwezig? Ja, houten kwelscherm onder kunstwerk 2. Aantal kwelschermen? 4 m 3. Scherm lengte onder de vloer? Lengte 4 m Vervolgstep Onderhoudsmaat houten kwelschermen	<b>Met grote aannemelijkheid vast te stellen</b> 1. Kwelscherm aanwezig? Ja, staal (50%) houten (10%) combi (20 %) kwelscherm 2. Aantal kwelschermen? Minimaal 3 3. Scherm lengte onder de vloer? Lengte staal 2,3-11 m Vervolgstep Onderhoudsmaat houten kwelschermen				

##### STAP 2 – WAT IS HET HOOFDMATERIAAL VAN DE WANDEN?

Toetsing op Piping en Heave (STPH)  
 Wat is met enige aannemelijkheid te zeggen over de kwelweglengte bij een uitwateringssluis?

Onbekenden:  
 1. Kwelscherm aanwezig?  
 2. Aantal kwelschermen?  
 3. Scherm lengte onder de vloer?  
 4. Onderhoudsmaat?

117 kunstwerken

Type constructiemateriaal van de wanden									
Betonnen bak	Beton		Buis Staal	Overig		Metaalwerk gewelf of wandconstructie		Betonnen koker	Onbekend
2%	5%	5%	9%	5%	18%	56%			
Funderingstype: 50% op palen 50% op staal	Funderingstype: Op staal	Funderingstype: Op staal	Funderingstype: Op staal	Funderingstype: Op staal	Funderingstype: Op houten palen	Funderingstype: Op houten palen	Funderingstype: 40% op palen 60% op staal		
<b>Met grote aannemelijkheid vast te stellen</b> 1. Kwelscherm aanwezig? Ja, houten of stalen kwelschermen. 2. Aantal kwelschermen? 2 tot 4 schermen 3. Scherm lengte onder de vloer? Zeer divers Vervolgstep Onderhoudsmaat houten/ stalen kwelschermen	<b>Met grote aannemelijkheid vast te stellen</b> 1. Kwelscherm aanwezig? Ja, houten of stalen kwelschermen. 2. Aantal kwelschermen? 1 of 2 3. Scherm lengte onder de vloer? Zeer divers Vervolgstep Onderhoudsmaat houten/stalen kwelschermen	<b>Met grote aannemelijkheid vast te stellen</b> 1. Kwelscherm aanwezig? Ja, staal, hout of noppen scherm 2. Aantal kwelschermen? 1 tot 3 3. Scherm lengte onder de vloer? Zeer divers Vervolgstep Onderhoudsmaat houten/stalen kwelschermen	<b>Met grote aannemelijkheid vast te stellen</b> 1. Kwelscherm aanwezig? Ja, staal of combinatie hout/staal 60% is stalen kwelscherm 2. Aantal kwelschermen? 1 tot 3 3. Scherm lengte onder de vloer? Lengte stalen scherm 1,75-4,75 m Vervolgstep Onderhoudsmaat houten/stalen kwelschermen	<b>Met grote aannemelijkheid vast te stellen</b> 1. Kwelscherm aanwezig? Ja, houten kwelscherm onder kunstwerk 2. Aantal kwelschermen? 4 m 3. Scherm lengte onder de vloer? Lengte 4 m Vervolgstep Onderhoudsmaat houten kwelschermen	<b>Met grote aannemelijkheid vast te stellen</b> 1. Kwelscherm aanwezig? Ja, staal (50%) houten (10%) combi (20 %) kwelscherm 2. Aantal kwelschermen? Minimaal 3 3. Scherm lengte onder de vloer? Lengte staal 2,3-11 m Vervolgstep Onderhoudsmaat houten kwelschermen				

Het hoofdmateriaal van de huidige wanden van de duiker is beton, maar uit de renovatietekeningen blijkt dat de ondergelegen constructie bestaat uit een gemetselde constructie.

Met deze gegevens mag worden geconcludeerd dat de originele wanden hebben bestaan uit metselwerk.

Hieruit volgt de volgende tabel (zie volgende pagina):

Metselwerk gewelf of wandconstructie	
5%	Funderingstype: Op houten palen
<p style="text-align: center;"><u>Met grote aannemelijkheid vast te stellen:</u></p> <p><b>1. Kwelscherm aanwezig?</b> Ja, houten kwelscherm onder kunstwerk</p> <p><b>2. Aantal kwelschermen?</b> 4 m</p> <p><b>3. Schermlengte onder de vloer?</b> Lengte 4 m</p> <p><b>Vervolgstap</b> Onderhoudsstaat houten kwelschermen</p>	

Hierbij dient opgemerkt te worden dat deze conclusie is gebaseerd op maar 10 kunstwerken in de database (9% van 119 kunstwerken), hetgeen de noodzaak tot uitbreiding van deze database illustreert.

Daarnaast treffen we in het rapport 'Toetsing (historische) kunstwerken' de volgende citaten aan (hoofdstuk 3.5.2 ; blz 29):

*“ Om de onderloopsheid zoveel mogelijk tegen te gaan worden onder de vloer minstens vier damwanden geslagen langs de kessen en wel één langs de buitenste, één langs de binnenste, één ter plaatse van de schuif en één ter plaatse van de deur. “ en “ 3 m lange en zo breed mogelijke planken”.*

Omdat de constructie over enkele wachtdeuren beschikt en de theorie en de praktijk niet met elkaar overeenkomen, is het wenselijk om een controle uit te voeren aan de hand van een ander stroomschema.

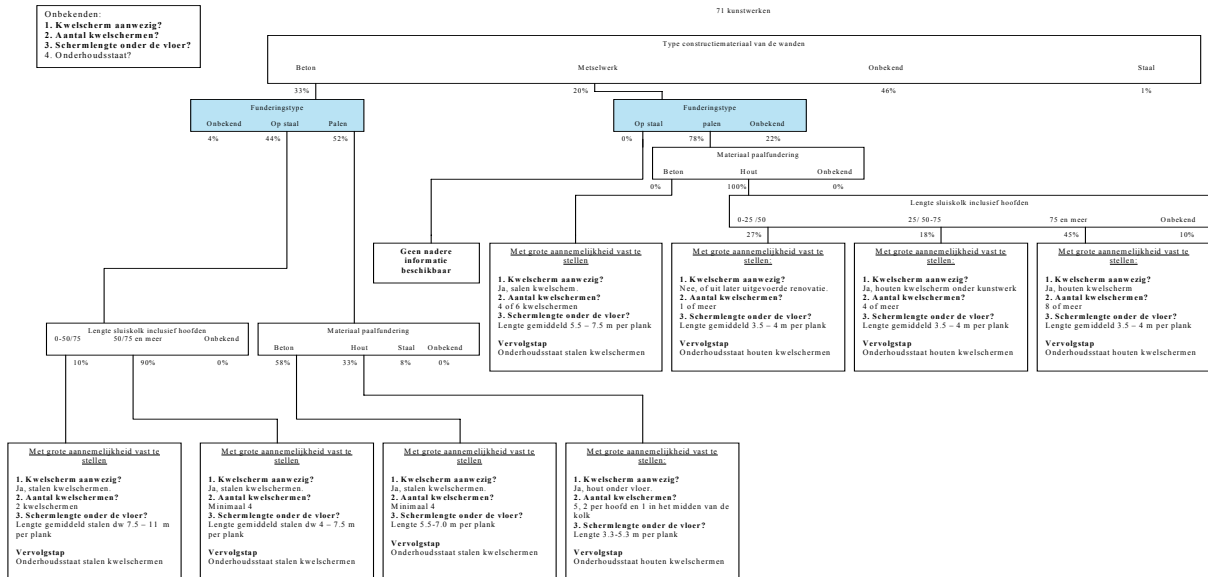
### STAP 3 – KEUZE VAN HET STROOMSCHEMA

Omdat de constructie over enkele wachtdeuren beschikt zonder schuif is de constructie ook vergelijkbaar met een sluis.

Sluizen.

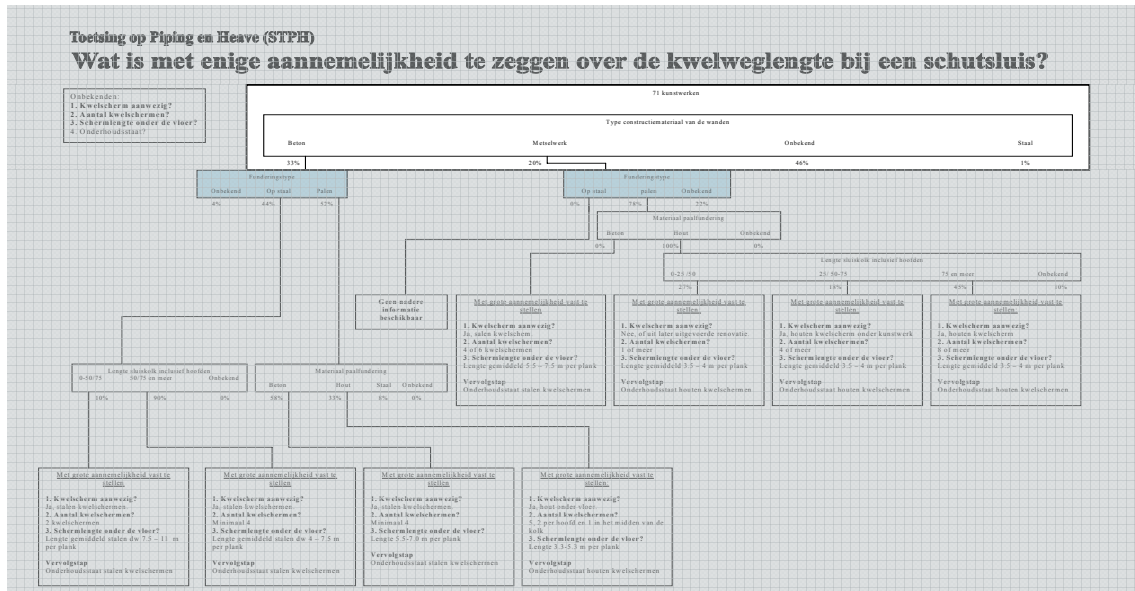
#### Toetsing op Piping en Heave (STPH)

### Wat is met enige aannemelijkheid te zeggen over de kwelweglengte bij een schutsluis?



### STAP 4 – WAT IS HET HOOFDMATERIAAL VAN DE WANDEN?

Zie boven - metselwerk

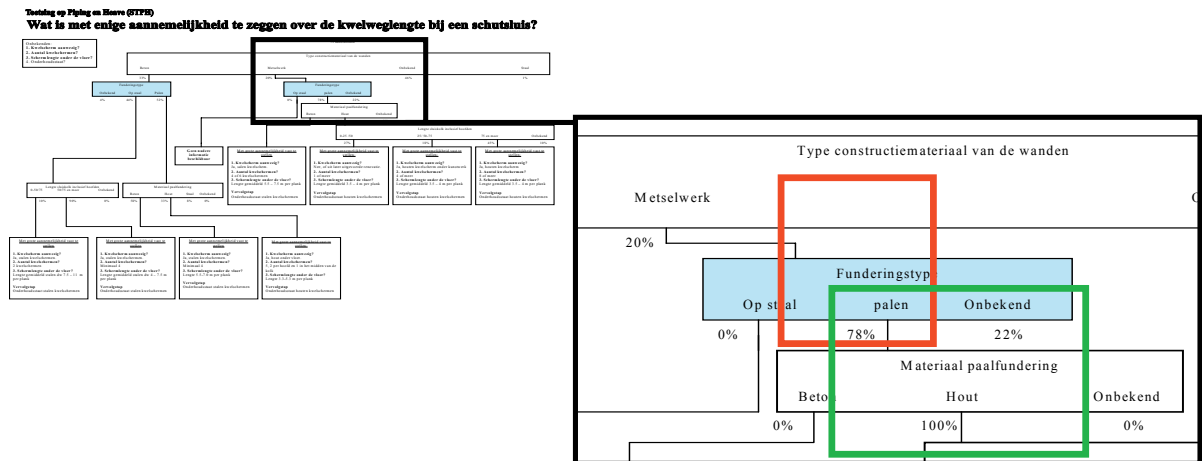


### STAP 5 – WAT IS HET TYPE FUNDERING

Hiervan is niets bekend. Als we de gegevens uit de database aanhouden dan is 0% van de voorkomende objecten in de database gefundeerd op staal, 78% is gefundeerd op palen en van 22% is het type fundering onbekend.

In de ketelruimte van het stoomgemaal hangen de originele bouwtekeningen (of in ieder geval een afdruk ervan). Hierop staat het gemaal afgebeeld op palen.

Op basis van bovenstaande gegevens kan de conclusie getrokken worden dat de sluis gefundeerd is op palen. (zie rode vierkant in bovenstaand figuur).

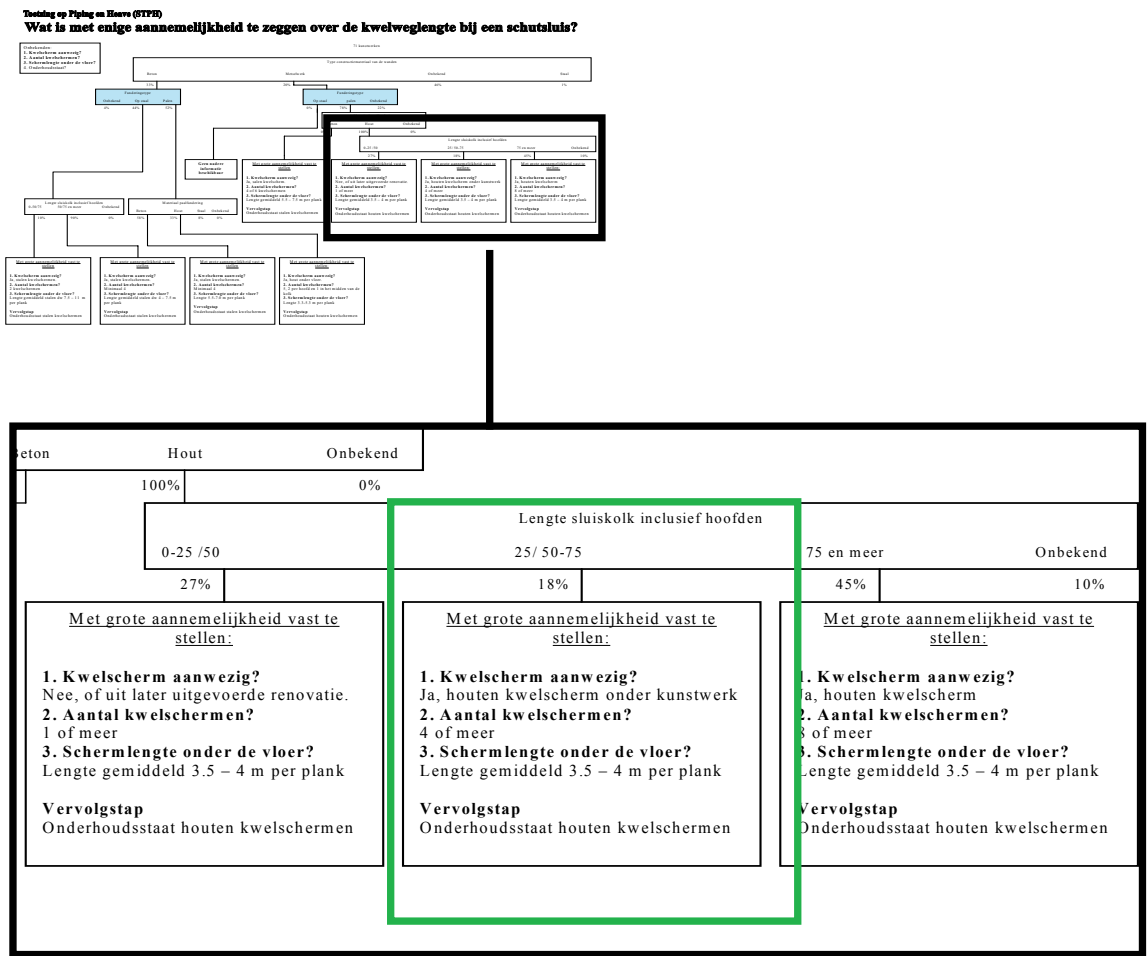


### STAP 6 – WAT IS HET MATERIAAL VAN DE PAALFUNDERING

Uit de gegevens van het stroomschema blijkt dat 100% van de op palen gefundeerde, gemetselde objecten, gefundeerd is op houten palen. (zie groene vierkant in bovenstaand figuur).

### STAP 7 – WAT IS DE LENGTE VAN DE SLUIS

De lengte van de Wielse sluis is 25 m. dit zou veel langer zijn indien het een object betreft met 2 sluishoofden.



### STAP 8 – HET MAKEN VAN EEN KEUZE

Uit bovenstaande stroomschema's komen de volgende conclusies over het aantal kwelschermen en de lengte ervan:

#### UITWATERINGSSLUIS MET 2 AFSLUITMIDDELEN:

4 stuks van 4 m.

#### CITATEN:

4 schermen (waarvan 1 bij het 2<sup>e</sup> afsluitmiddel) met een lengte van 3 m.

#### SLUIS MET 2 AFSLUITMIDDELEN:

4 of meer schermen, 3,5 –4 m per plank.

#### KEUZE:

Omdat het kunstwerk maar 1 afsluitmiddel heeft gaan we uit van een situatie waarbij er 3 schermen onder de constructie staan van minimaal 3 meter lang.

**BEREKENING MEEST VEILIGE OPTIE:**

3 kwelschermen van 3 meter lang.

Beoordeling onderloopsheid met behulp van de formule van Lane:

$$h \cdot c_1 < L_v + L_h/3$$

$$h = 2,15 \text{ meter}$$

$$c_1 = 8,5 \text{ voor fijn zand (conservatieve benadering)}$$

$$L_v = 1 + 2 \cdot 3 + 2 \cdot 3 + 2 \cdot 3 + 1 = 20$$

Voor de horizontale kwelweglengte moet 0 m worden aangehouden omdat de oude sluis op palen is gefundeerd.

$$2,15 \cdot 8,5 < 20 \quad \Leftrightarrow \quad 18,3 < 20, \quad \text{OK}$$

Het oordeel voor onderloopsheid is voldoende.

Bij aanname van de meest veilige optie op basis van gemeenschappelijke kenmerken voldoet de constructie, hiermee is de toetsing voor 'Piping en Heave' voldoende<sup>1</sup>.

**4.5 TECHNISCH OORDEEL**

Het oordeel van de Wuielse Sluis blijft onvoldoende (aspecten, kerende hoogte, en betrouwbaarheid sluiting). Met het hulpmiddel 'Kenmerken' is het nu wel mogelijk gebleken een oordeel te geven op het aspect piping en heave.

In dit rapport wordt geen nieuw eindoordeel gegeven. Voor het eindoordeel moet nog het beheerdersoordeel naast het resultaat van de technische toets worden beschouwd.

	Resultaat toetsing	Resultaat na gebruik Kenmerk	Opmerking
Kerende hoogte (HT)	ONVOLDOENDE	-	in dit rapport niet beschouwd
Stabiliteit constructie (STCG)	VOLDOENDE	-	in dit rapport niet beschouwd
Stabiliteit constructie (STCO)	ONVOLDOENDE	-	in dit rapport niet beschouwd
Piping en Heave (STPH)	GEEN OORDEEL	VOLDOENDE	Verwachtingswaarde op basis van het hulpmiddel 'Kenmerken'.
Betrouwbaarheid sluiting (BS)	ONVOLDOENDE	-	in dit rapport niet beschouwd

<sup>1</sup> Omdat de toetsing geheel gebaseerd is op aannames wordt als maximale oordeel het oordeel 'voldoende' aangehouden.