

# waterloopkundig laboratorium delft hydraulics laboratory

---

Stabiliteitsonderzoek stortsteen 60/300 kg  
onder betonnen roosters

Verslag modelonderzoek

---

M 1487

augustus 1977

INHOUD

blz.

<u>1</u>	<u>Inleiding en opdracht</u> .....	1
2	<u>Opzet van het onderzoek</u>	
2.1	Model .....	1
2.2	Proeven .....	2
<u>3</u>	<u>Resultaten van het onderzoek</u> .....	3

FIGUREN

# STABILITEITSONDERZOEK STORTSTEEN 60/300 KG ONDER BETONNEN ROOSTERS

## 1 Inleiding en opdracht

De drempelkonstructie van de stormvloedkering aan de Oosterschelde zijde wordt mogelijk met betonnen roosters afgedekt. Onder de roosters bevindt zich een stortsteenlaag van de categorie 60/300 kg.

De vraag die onder andere gesteld wordt, betreft de stabiliteit van de stortsteenlaag onder de roosters tijdens een superstorm, wanneer bij een dichte schuif, dus bij kerend bedrijf, zich een spleet bevindt onder de dorpelbalk. Op grond hiervan werd door de Waterloopkundige Hoofdafdeling van de Deltadienst van de Rijkswaterstaat aan het Waterloopkundig Laboratorium te Delft bij briefnummer 2684 d.d. 4 juli 1977 opdracht gegeven tot een onderzoek naar de stabiliteit van de stortsteenlaag (60/300 kg) onder de betonnen roosters.

Het onderzoek zou in de vorm van een principe-onderzoek uitgevoerd worden met de volgende prototype waarden voor de diverse parameters:

- roosters met doorlaatpercentages van 40 en 23%
- breedte spleet van 0,50 en 1 m
- een stortkonfiguratie van de onderzochte steenlaag in golfpatronen in dwars- en in langsrichting
- konstante benedenwaterstand op - 1,70 m
- golfhoogte ca. 4,5 m bij een periode van ca. 7 sec.

Het onderzoek is in Goot 1 in Delft uitgevoerd onder leiding van R. Adihardjo die tevens het verslag samenstelde.

## 2 Opzet van het onderzoek

### 2.1 Model

In overleg met de opdrachtgever werd het onderzoek vereenvoudigd en als volgt samengesteld:

- modelschaal 1 : 25
- 2-dimensionaal onderzoek, waarin een sectie van 25 m tussen 2 pijlers van de schuif en drempelkonstructie werd bekeken
- toepassing van vaste stalen roosters met doorlaatpercentages van 40 en 23%

In model vormden schuif, dorpelbalken en bovenbalk één geheel. De drempelkonstruktie bestond van onder naar boven uit een fijne steenslaglaag, voorstellende de staal- en fosforslakkenlagen, daaroverheen op schaal de stortsteenlaag 60/300 kg, en tenslotte aan de zeezijde op schaal de aanstorting 1000/3000 kg en aan de Oosterschelde zijde de roosters (zie figuur 1).

Onderzocht werd het gedrag van de stenen onder de roosters. Observatie van deze steenlaag was mogelijk door de glazen wand van de goot. Voor de twee stortkonfiguraties van de onderzochte stortsteenlaag werd het model in 2 helften (vakken) verdeeld, de ene helft werd in langsrichting gestort, de andere helft in dwarsrichting.

## 2.2 Proeven

Het proevenprogramma was als volgt opgezet:

Uitgaande van de situatie waarbij de schuif gesloten was (kerend bedrijf) zouden de volgende variabelen worden toegepast:

- konstante benedenwaterstand op - 1,70 m
- het verval stapsgewijs opvoeren tot er schade werd gekonstateerd, anders tot 7 m (max. verval)
- breedte van de spleet 0,5 m, eventueel overgaan naar een breedte van 1 m
- roosters van 40 en 23% doorlaatopeningen; begonnen zou worden met de 40% doorlaatopening
- met en zonder golven

Tevens werd er een afspraak gemaakt, dat, indien de spleet geen invloed bleek te hebben op de stabiliteit van de onderzochte stortsteenlaag de proeven met het tweede rooster dan kwamen te vervallen, en het onderzoek aangevuld zou worden met een proef, waarin de schuif open was, met:

- bovenkant van de dorpel op - 5,00 m
- onderkant van de schuif op + 1,00 m
- bovenwaterstand konstant op + 5,30 m, benedenwaterstand laten zakken tot dat de schade werd gekonstateerd, anders tot - 1,70 m (min. benedenwaterstand)

### 3 Resultaten van het onderzoek

De volgende situaties zijn onderzocht:

Situatie I heeft betrekking op de dichte schuif met een spleetbreedte van 0,50 m en roosters met een doorlaatpercentage van 40%.

Met situatie I zijn 3 proeven uitgevoerd:

#### Proef I-1

In deze proef zijn de roosters achter de schuif weggelaten, zodat de in golfpatronen gestorte stenen als het ware onbeschermd lagen.

Bij konstant houden van de benedenwaterstand (- 1,70 m) werd het verval in stappen opgevoerd tot er schade werd gekonstateerd; bij geen schade werd de bovenwaterstand tot + 5,30 m gebracht (maximale bovenwaterstand). Bij deze maximale stand trad er geen schade op; slechts hier en daar en dan slechts af en toe bewogen er een paar stenen.

#### Proef I-2

De roosters werden achter de achuif los op de stenen gelegd. Op dezelfde manier als bij de vorige proef werd het verval opgevoerd tot het maximale verval van 7 m werd bereikt. Er werd geen schade gekonstateerd. Er werd zelfs geen enkele beweging van de stenen gekonstateerd.

#### Proef I-3

Proef I-2 werd bij de stand met het maximale verval voortgezet, nu met toevoeging van regelmatige golven van ca. 7 m bij een golfperiode van 7 sec. Er trad geen schade op. De overslaande golven veroorzaakten slechts hier en daar wat beweging van de stenen onder de roosters; verplaatsing van de stenen werd echter niet waargenomen.

Ook in het gedeelte waar de stenen in langsrichting zijn gestort werden geen wijzigingen gekonstateerd.

Daar bij de vorige proeven geen schade werd waargenomen, mocht worden aangenomen dat verdere proeven met een andere spleetbreedte en of andere roosters (doorlaatpercentage van 23%) weinig zinvol waren.

Er werd daarom besloten over te gaan naar de volgende situatie - situatie II, waarin de schuif open was met de bovenkant van de dorpelbalk op - 5 m en de onderkant van de schuif op + 1 m.

De roosters werden bij deze situatie aan de wanden vastgemaakt, zodat bij eventuele transport de stenen onder de roosters zich vrij konden bewegen. Aanvankelijk werd bij deze situatie afgesproken, dat de benedenwaterstand stapsgewijs zou worden verlaagd, terwijl de bovenwaterstand konstant op de maximale stand (+ 5,30 m) zou worden gehouden, tot er schade zou optreden, of tot de minimale benedenwaterstand (- 1,70 m) zou worden bereikt.

Daar deze wijze van waterstandsregeling nogal tijdrovend is, werd echter de volgende procedure toegepast. Met dezelfde hoeveelheid water in de goot werd het debiet stapsgewijs opgevoerd. Daarbij steeg de bovenwaterstand, terwijl de benedenwaterstand daalde.

De resultaten van proef II worden in de tabel (figuur 2) gegeven, waarin in de laatste kolom enkele opmerkingen met betrekking tot de gekonstateerde verschijnselen worden gegeven. Het verval dat gedefinieerd is als  $\Delta H$  is het verschil tussen de gemeten  $H$ (boven) en  $H$ (beneden). Hierin is de snelheidshoogte niet meegerekend.  $H_S$  en  $L_S$  zijn opgenomen als plaatsbepaling van de laagste benedenwaterstand vlak achter de schuif (zie Fig. 2).

Begin van watersprong vond plaats bij de derde stap van de proef, waarbij het verval 4,32 m bedroeg. Onder de roosters ter plaatse van de gemeten  $L_S$  (= 20 m) vond af en toe beweging van de stenen plaats.

De beweging werd heftiger bij toenemende  $\Delta H$  (tot ca. 5,5 m verval). Duidelijke verplaatsing van de stenen in de omgeving van de laagste waterstand en een paar meter daarachter vond plaats bij een verval van  $\Delta H = 6,5$  m. De gemeten benedenwaterstand was - 1,10 m en de bovenwaterstand stond op + 5,4 m. De stenen onder de roosters werden deels naar de roosters opgedrukt, en deels naar alle kanten verplaatst. De verplaatsing bleef echter lokaal en was niet ernstig te noemen.

In de andere helft van het model, in het vak waar de stortsteenlaag in langsrichting in golfpatronen werd gestort, bleek hetzelfde verschijnsel te hebben plaatsgevonden. Dit vak lag niet aan de glazen wand en kon dus tijdens de proef niet geobserveerd worden. Wijziging in de steenstapeling kon alleen worden gekonstateerd na de proef.

De verplaatsing van de stenen bleek op dezelfde plaats ten opzichte van de schuif te hebben plaatsgevonden. Hieruit kan worden gekonkludeerd dat de stortconfiguratie in dit geval weinig of geen invloed had op de stabiliteit van de stenen.

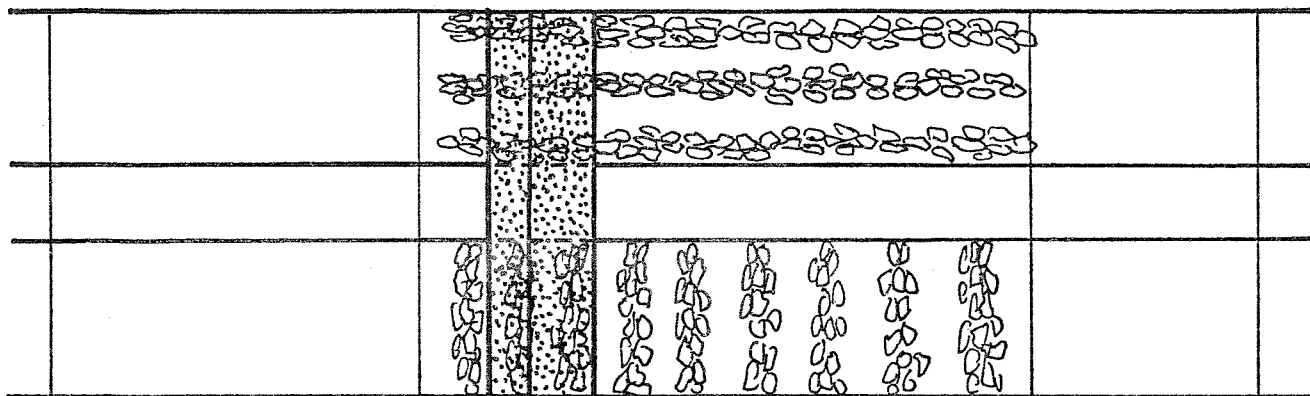
Uit de resultaten van de proeven kunnen de volgende konklusies worden getrokken:

- Bij kerend bedrijf van de stormvloedkerende pijlerdam met een spleet onder de dorpelbalk, blijft de stortsteenlaag van de kategorie 60/300 kg achter de kering bij de toegepaste vervallen en golven stabiel. Toepassing van betonnen roosters als afdekroosters zal deze stabiliteit verder waarborgen.

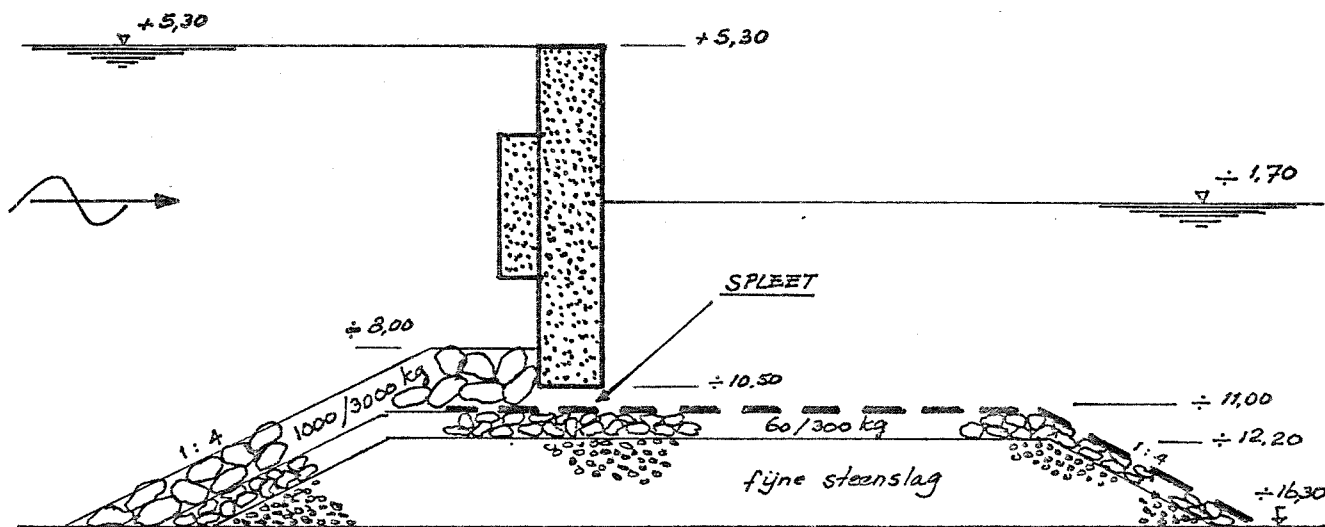
Ook bij een superstorm wanneer de vloed gepaard gaat met golven van ca. 5 m met een periode van ca. 7 sec., zal de stortsteen onder de roosters stabiel blijven.

- In geval van een open schuif (bij weigerende schuif) zal bij een verval van ca. 4,5 m bij een buitenwaterstand van + 5 m, begin van beweging van de stenen plaatsvinden, op ca. 20 m vanaf het hart van de dorpelbalk. Lokale verplaatsing van de stenen zal plaatsvinden bij een verval van ca. 6,5 m bij een buitenwaterstand gelijk aan de maximale buitenwaterstand (+ 5,30 m). De verplaatsing was niet ernstig te noemen.

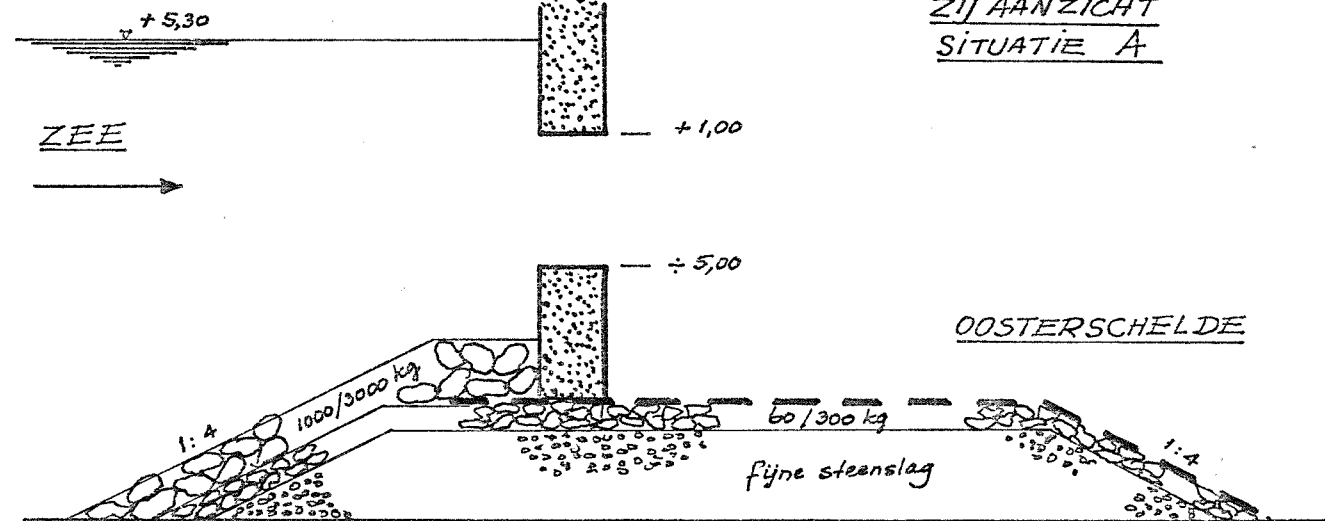
4,0 6,0



BOVEN AANZICHT



ZIJ AANZICHT  
SITUATIE A



ZIJ AANZICHT  
SITUATIE B

111,00 m

DREMPELKONSTRUKTIE MET BETONNEN ROOSTERS

SITUATIE A (DICHTE SCHUIF, SPLEET 0,5 m)

SITUATIE B (OPEN SCHUIF, DORPELHOOGTE ÷ 5,0 m)

SCHAAL TEKENING  $\frac{m}{n} = \frac{1}{2}$

MATEN IN METERS

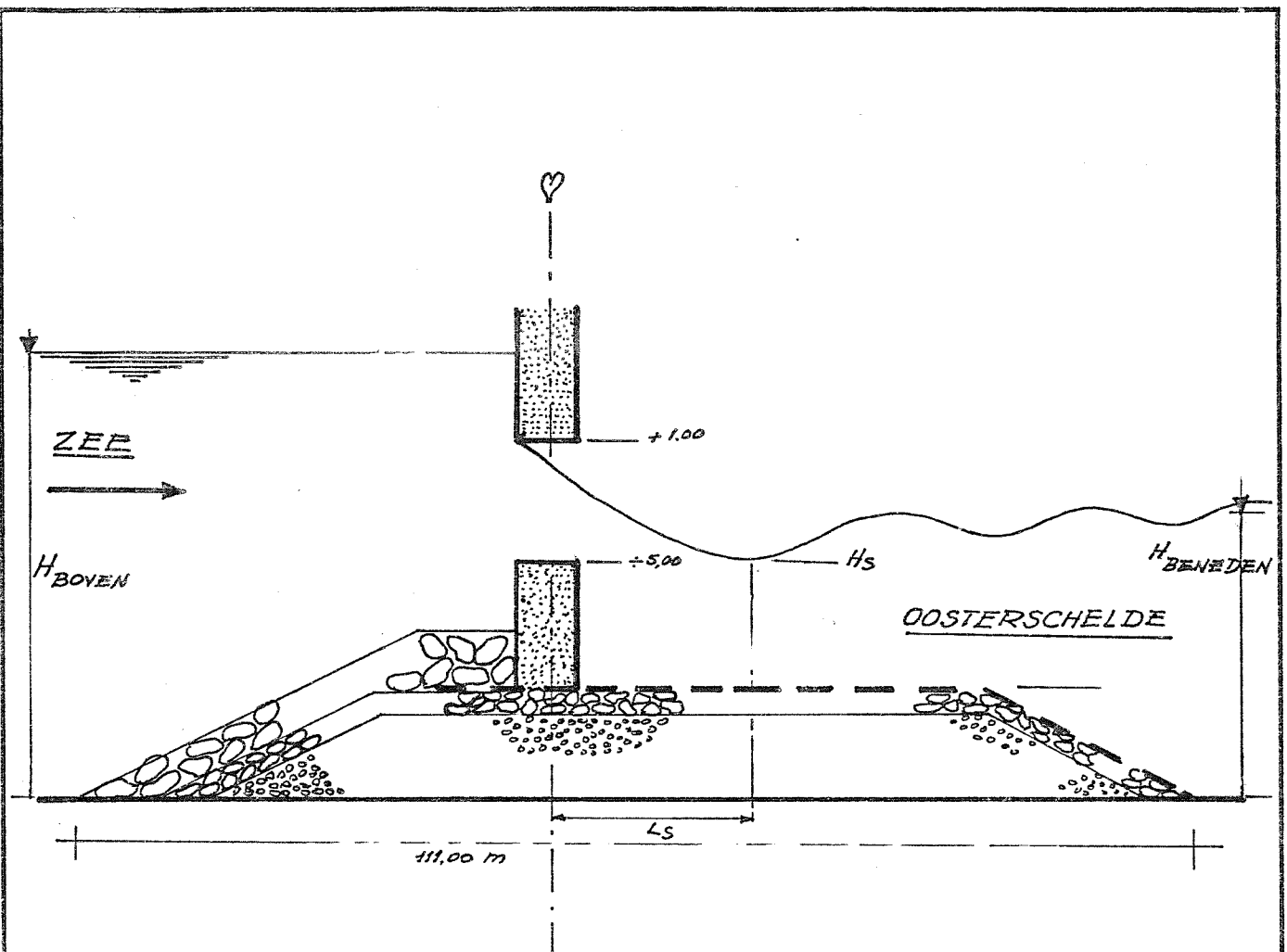
A4

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1487

FIG. 1





$H_{\text{BOVEN}}$	$H_{\text{BENEDEN}}$	$\Delta H$	$H_s$	$L_s$ (m)	OPMERKINGEN
+ 4,60	+ 1,63	2,97			
+ 4,90	+ 1,08	3,85			
+ 5,02	+ 0,70	4,32	- 4,45	21	Beweging van de stenen, af en toe op afstand $L_s$ ( $\approx 21$ m vanaf hart dorpel)
+ 5,20	+ 0,32	4,88	- 5,95	20	idem
+ 5,40	- 0,18	5,58	- 6,95	20	idem, wat meer beweging
+ 5,40	- 1,10	6,50	- 7,35	20	duidelijk verplaatsing van de stenen naar alle kanten.

MEETRESULTATEN OPEN SCHUIF

A4

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 14.87

FIG. 2

