

ONTGRONDING SONDEERPONTON

RAPPORT MODELONDERZOEK

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM  
DELFT

M 829

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

ONTGRONDING SONDEERPONTON

Rapport Modelonderzoek

M 829

april 1964

## I N H O U D

	<u>blz.</u>
1. Opdracht	1
2. Gegevens	1
3. Meetopstelling	1
4. Proeven	1
4.1. Vergelijkend onderzoek	1
4.2. Proeven met verschillende tijdschaal	3
5. Conclusies	4

---

## FIGUREN

1. Goot voor modelonderzoek.
2. Overzicht pootvormen en proefseries.
3. Serie 1  $\bar{v} = 0,25$  m/sec  $t_{eb} = t_{vloed} = 1$  uur.
4. Serie 2  $\bar{v} = 0,40$  m/sec  $t_{eb} = t_{vloed} = \frac{1}{4}$  uur.
5. Serie 3  $\bar{v} = 0,40$  m/sec  $t_{eb} = t_{vloed} = \frac{1}{2}$  uur.
6. Serie 4  $\bar{v} = 0,50$  m/sec  $t_{eb} = t_{vloed} = \frac{1}{4}$  uur.
7. Schematisering getijkromme.
- 8 en 9. Overzicht pootvormen en proefseries.
10. Serie 5  $\bar{v} = 0,45$  m/sec  $t_{eb} = 10$  min.  $t_{vloed} = 20$  min.
- 11 en 12. Serie 6  $\bar{v} = 0,45$  m/sec  $t_{eb} = 30$  min.  $t_{vloed} = 60$  min.
- 13 en 14. Serie 7  $\bar{v} = 0,45$  m/sec  $t_{eb} = 45$  min.  $t_{vloed} = 90$  min.
15. Serie 8 stroom in één richting  $\bar{v} = 0,45$  m/sec.

## FOTOS

- 1 t/m 4. Serie 1.
  - 5 t/m 10. Serie 2.
  - 11 t/m 13. Serie 3.
  - 14 t/m 19. Serie 6.
  - 20 t/m 25. Serie 7.
-

## 1. OPDRACHT.

Door de Waterloopkundige Afdeling van de Deltadienst werd in een brief dd. 11 juli 1963 opdracht gegeven aan het Waterloopkundig Laboratorium een modelonderzoek te verrichten naar de vormgeving van de poten van een ponton. De ponton zal worden gebruikt voor het uitvoeren van sonderingen en boringen zodat de ontgrondingen bij de poten en ook de zakkingen zo gering mogelijk moeten zijn.

## 2. GEGEVENS.

De ponton wordt gesteund door 4 ronde poten met een uitwendige diameter van 1 m. De afstand van de poten bedraagt 18 m h.o.h. in de stroomrichting en 10 m loodrecht op de stroomrichting. Door deze relatief grote afstand is weinig onderlinge invloed van de poten op de ontgrondingen te verwachten. Doordat de toelaatbare korrelspanningen plaatselijk vrij laag zijn, moet de poot steunen op een rond vlak met een minimale diameter van 2 m. Het gewicht van de ponton bedraagt 260 ton met een maximale belasting van 100 ton per poot. De maximale tijdsduur van een meting bedraagt 3-4 dagen zodat in het model met maximaal 8 getijcycli is gestroomd. Tijdens het modelonderzoek werd door de Waterloopkundige Afdeling te Zierikzee een aantal waarden verstrekt van gemeten snelheden op 1 m van de bodem. De metingen zijn gedaan tussen gemiddeld getij en springtij.

## 3. MEETOPSTELLING.

De proeven zijn gedaan in een bestaande getijstroomgoot (zie fig. 1) met een lengte van 25 m en een breedte van 0,7 m. Als bodem-materiaal is gebruikt zand met een gemiddelde diameter van 0,3 mm. De poot was in het midden van de goot geplaatst met loden blokken als bovenbelasting. Om de poot was een aan de gootwand bevestigde koker geplaatst om kantelen tegen te gaan. De ontgrondingen bij de poot werden gemeten met behulp van een maatverdeling aangebracht op de pootvoet en de zakkingen met behulp van een peilnaald.

## 4. PROEVEN.

### 4.1. VERGELIJKEND ONDERZOEK.

De eerste series proeven droegen het karakter van een orienterend onderzoek. Bij deze series was de duur van eb en vloed gelijk. De diameter van de modelpoot bedroeg  $D = 0,11$  m (lengteschaal 1:9) en de

waterdiepte was 0,45 m. De waterdiepte werd niet gevarieerd, omdat uit soortgelijke ontgrondingsproeven bleek dat bij diepten groter dan 2D de invloed van de waterdiepte gering is. De bovenbelasting bedroeg 133 kg (gewichtenschaal = (lengteschaal)<sup>3</sup> = 1:750).

Een overzicht van de stroomsnelheden en cycluseduren wordt gegeven in onderstaande tabel:

Serie no.	$\bar{v}$	Ebduur + vloedduur
1	0,25 m/sec	2 uur
2	0,40 m/sec	0,5 uur
3	0,40 m/sec	1 uur
4	0,50 m/sec	0,5 uur

De onderzochte pootvormen zijn gegeven in fig. 2. In de eerste serie ( $\bar{v} = 0,25$  m/sec, de snelheid waarbij het zand op de ongestoorde bodem voor de poot gaat bewegen) zijn onderzocht een vlakke grondplaat, een grondplaat met omgezette rand en een kegelvormige grondplaat (zie fig. 3). De omgezette rand sluit het zand onder de grondplaat op, maar veroorzaakt een wervel met horizontale as aan de stroomopwaartse zijde van de omgezette rand, waardoor een vrij aanzienlijke ontgronding ontstaat (zie foto 2 en 3). Afschuinen van de grondplaat gaf weinig verbetering (zie fig. 3 en foto 4).

De tweede serie is gedaan met  $\bar{v} = 0,4$  m/sec. Bij deze grotere snelheid nam de ontgronding toe en bereikte bij poot 2 en 3 de onderzijde van de omgezette rand (zie foto 6, 7 en 8 en fig. 4), waardoor ook zakking optrad. Het aanbrengen van een overstekende rand (breedte 0,4 m) geeft een aanzienlijke verbetering doordat de wervel met horizontale as wordt onderdrukt (zie foto 9 en 10 en fig. 4). De vlakke voetplaat geeft al na 3 cycli een grote zakking en is daardoor onaanvaardbaar. Poot no. 4 (met overstekende rand) kan nog worden verbeterd door het aanbrengen van schotjes onder de rand waardoor de stroming onder de rand langs de verticale wand wordt belemmerd. De ontgronding is daardoor meer plaatselijk (zie foto 11 t/m 13). Een andere mogelijkheid is vermindering van het dwarsprofiel van de poot (zie fig. 2 no. 6 en 7) waardoor de stroming minder wordt belemmerd. Poot no. 6 voldeed niet erg (zie fig. 5); het aanbrengen van schotjes gaf een aanzienlijke verbetering (zie fig. 5).

Met poot no. 5 is nog gestroomd met een grotere snelheid ( $\bar{v} = 0,5$  m/sec, zie fig. 6), waardoor de ontgronding toeneemt en ook een zakking ontstaat.

Uit de eerste series proeven blijkt het belang van de stroomsnelheid voor de vergelijking van de verschillende pootvormen. Bij de verdere proeven is daarom rekening gehouden met de tijdschaal van de ontgrondingen in verband met het tijdelijke karakter van de plaatsing in de werkelijkheid.

#### 4.2. PROEVEN MET VERSCHILLENDE TIJDSCHAAL.

Bij de bepaling van de tijdschaal is uitgegaan van een aantal metingen verricht door de Waterloopkundige Afdeling van de Deltadienst te Zierikzee. Tussen gemiddeld getij en springtij zijn de snelheden op 1 m van de bodem gemeten op een aantal kenmerkende plaatsen in het Deltagebied. De registraties met de grootste snelheden zijn weergegeven in fig. 7. De eb- en vloedkrommen zijn geschematiseerd tot een stapsgewijs snelheidsverloop en daarna gereduceerd tot een standaard-snelheid van 1,0 m/sec. Voor snelheden groter of kleiner dan 1,0 m/sec is de bijbehorende tijdsduur vergroot of verkleind in de verhouding  $(\bar{v}/1,0)^5$ , daar over een groot gebied de ontgrondingsnelheid evenredig met de 5<sup>e</sup> macht van de snelheid toeneemt. Hieruit resulteert een standaardgetij van 2,5 uur eb en 5 uur vloed met  $\bar{v} = 1,0$  m/sec. In het model is gestroomd met  $\bar{v} = 0,45$  m/sec op 0,07 m van de bodem, zodat de snelheidschaal  $n_v = 2,2$  bedraagt.

De modelpoten hadden een diameter van 0,075 m in plaats van 0,11 m om wandeffekten te verminderen (lengteschaal  $n_L = 13,3$ ). Met de experimenteel bepaalde ontgrondingstijdschaal:  $n_t = n_L^\alpha / n_v^\beta$ , waarin  $\alpha = 2-3$  en  $\beta = 5-7$ , zijn een aantal tijdschalen berekend. De gebruikte tijdschalen zijn:

serie	$\alpha$	$\beta$	$n_t$	ebduur	vloedduur
5	2,6	5	15	10 min	20 min
6	2,6	6,4	5	30 min	60 min
7	2	5	3,3	45 min	90 min

De combinatie  $\alpha = 2$   $\beta > 5$  is niet gebruikt daar deze een te ongunstige tijdschaal geeft. Met de grootste tijdschaal (15) zijn on-

derzocht de vlakke grondplaat (poot no. 1), een omgezette rand (poot no. 9), een omgezette rand met overstek en dwarsschotten (poot no. 10 en 11), zie fig. 8. De poten 1 en 9 gaven zelfs bij deze gunstige tijdschaal een aanzienlijke ontgronding, de poten no. 10 en 11 gaven geen ontgronding. ~~zakking~~

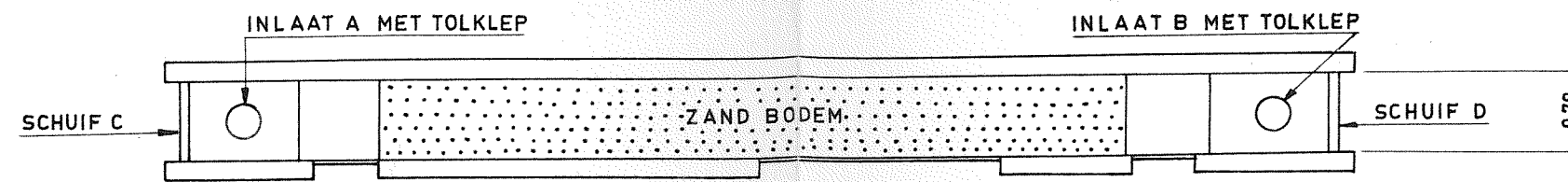
Bij de tweede serie met tijdschaal 5 nemen de ontgrondingen en zakkingen toe voor de poten 1 en 9. Ook de poten 10 en 11 geven nu een zakking van 0,2 m in prototype na 8 cycli. Door variatie van de afmetingen van de omgezette rand en het overstek en het aanbrengen van een tweede omgezette rand aan het einde van het overstek (poot no. 13) is getracht bij deze tijdschaal een oplossing te vinden die geen zakking vertoonde (zie fig. 8 en 9 en foto 14 t/m 19). Aan deze eis voldeden alleen de gevallen no. 14 en 15. Deze poten zijn onderzocht met de kleinere tijdschaal 3,3 waarbij wel een kleine zakking (0,2 m in prototype) optrad. Het beste voldeed een gewijzigde pootvorm (no. 16) waarbij het onderste deel van de cylinder was vervangen door 5 staven  $\varnothing$  0,18 m (zie fig. 14). Constructief gezien is dit geen prettige oplossing zodat poot no. 18 de voorkeur verdient (zie foto 24 en 25 en fig. 14). Met deze poot is ook permanent gestroomd met  $\bar{v} = 0,45$  m/sec gedurende 16 uur (tijdsduur ongeveer gelijk aan totale tijdsduur van serie 7). De zakking na 16 uur bedroeg 0,1 m prototype (zie fig. 15).

## 5. CONCLUSIES.

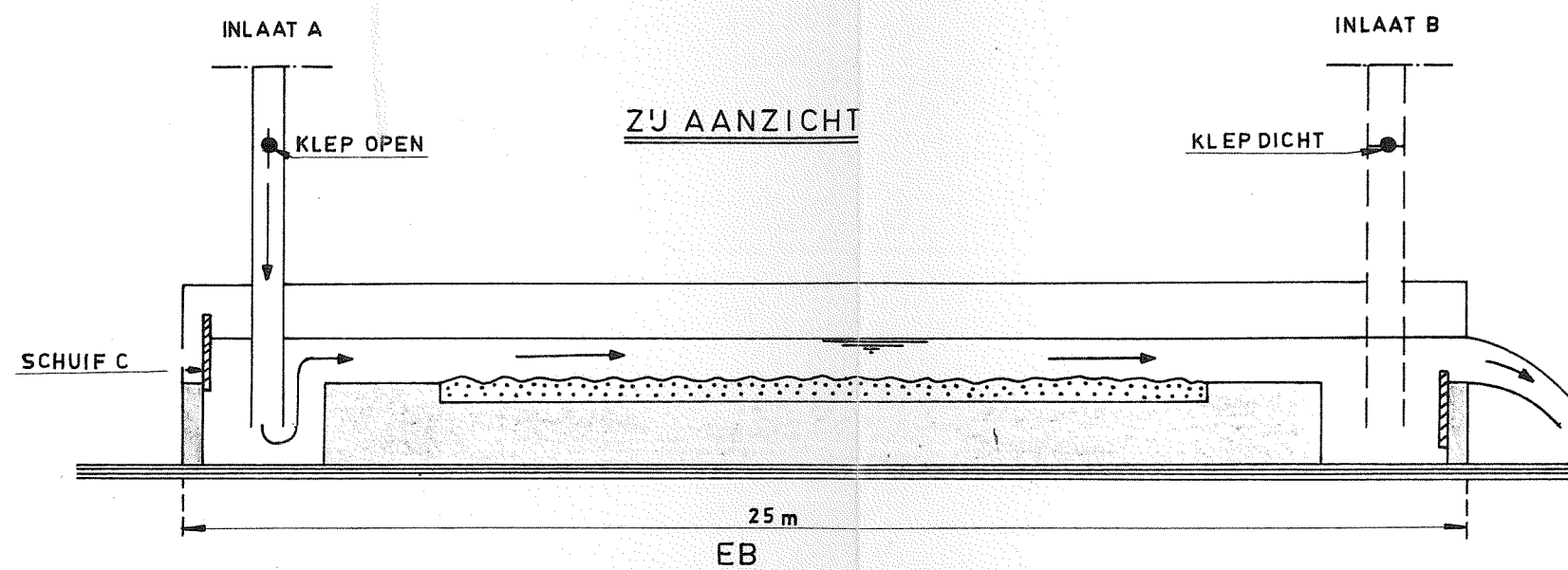
Uit de modelproeven blijkt dat, met inachtneming van de gestelde eisen wat betreft de afmetingen van de poot, een goede oplossing voor de pootvoet (no. 18) mogelijk is. Bij eventuele bezwaren van constructieve of praktische zijde zijn andere oplossingen mogelijk.

Ondanks de onzekerheid in de bepaling van de tijdschaal kan toch voor de geadviseerde oplossingen een geringe zakking worden voorspeld.

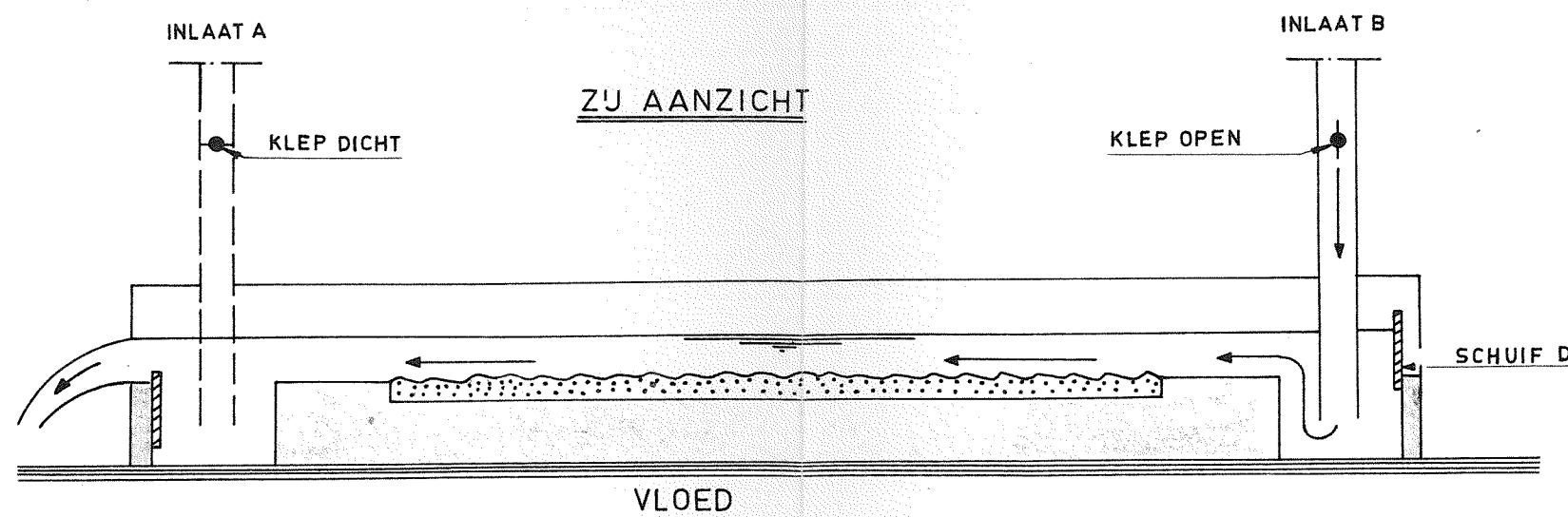
BOVEN AANZICHT



ZIJ AANZICHT



ZIJ AANZICHT



GOOT VOOR MODELONDERZOEK

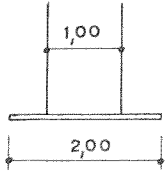
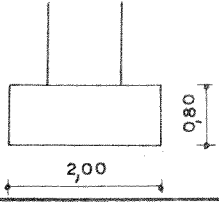
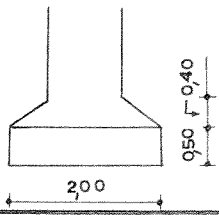
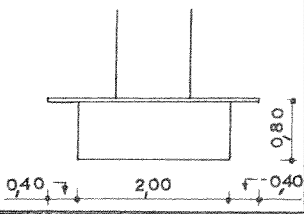
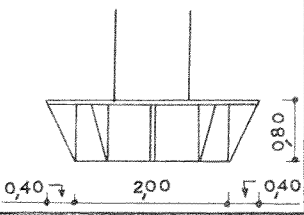
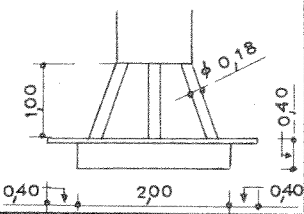
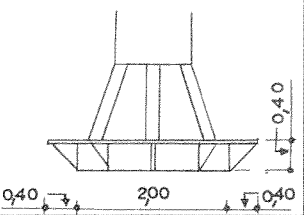
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M. 829

FIG. 1

L<sup>2</sup>



PULER SCHAAL 1:100	NO:	S <sub>1</sub>			S <sub>2</sub>			S <sub>3</sub>			S <sub>4</sub>		
		n	h	z	n	h	z	n	h	z	n	h	z
	1	6	0,28	—	3	0,44	0,20						
	2	6	0,54	—	7	0,95	0,09						
	3	5	0,59	—	6	0,91	0,09						
	4				15	0,68	—	11	0,68	—			
	5							9	0,63	—	7	0,77	0,08
	6							11	0,58	0,12			
	7							8	0,44	—			

n = AANTAL CYCLI  
h = MAX.ONTGRONDING IN m PROTOTYPE  
z = ZAKKING IN m PROTOTYPE

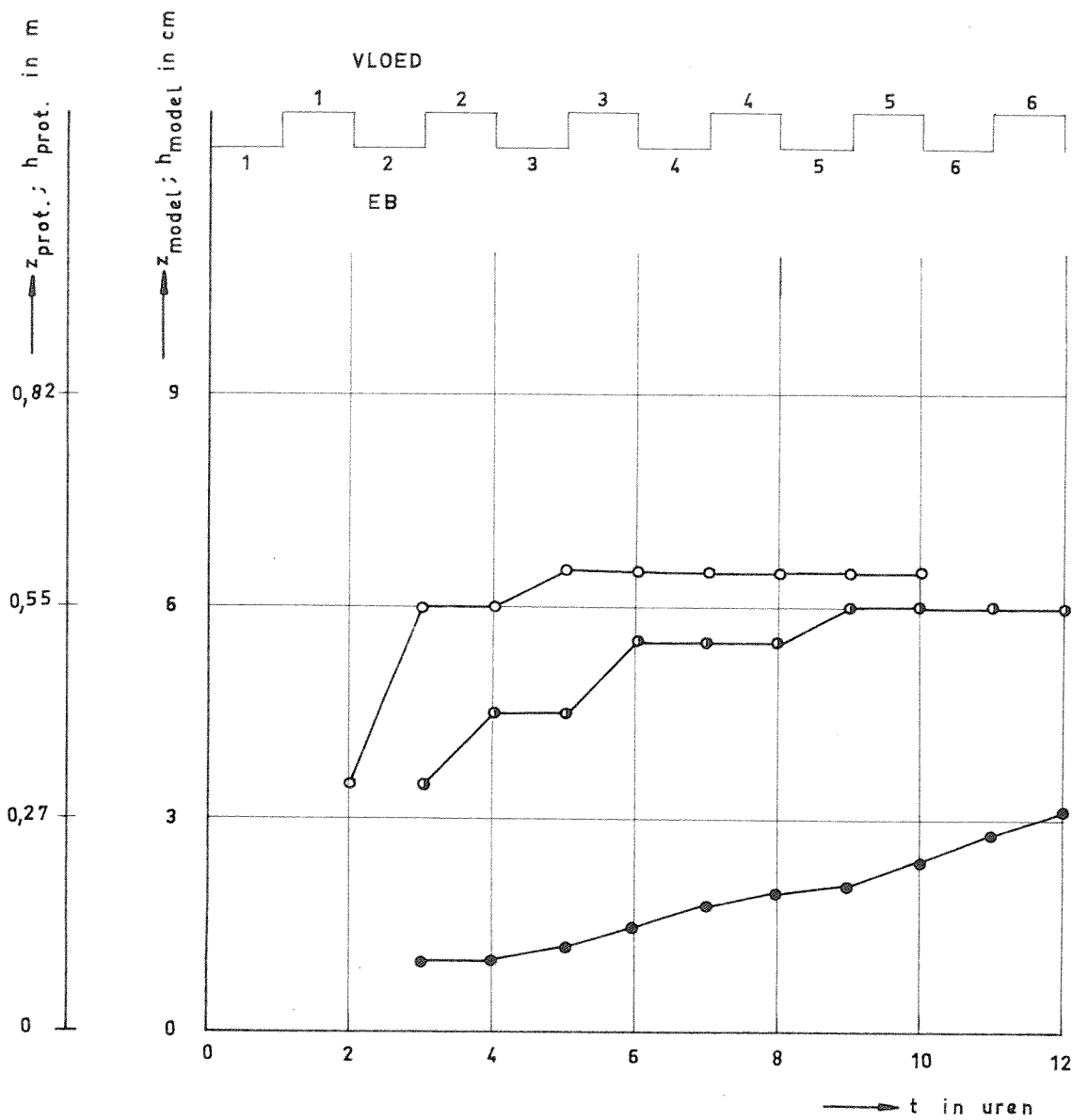
OVERZICHT POOTVORMEN EN PROEFSERIES  
LENGTESCHAAL 1:9

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M. 8 2 9

FIG. 2

12



	h	z
S <sub>1</sub> - 1	● — ●	GEEN
S <sub>1</sub> - 2	○ — ○	GEEN
S <sub>1</sub> - 3	○ — ○	GEEN

h = ONTGRONDING  
z = ZAKKING

$$h_0 = 0,45 \text{ m} \quad \bar{v} = 0,25 \text{ m/sec}$$

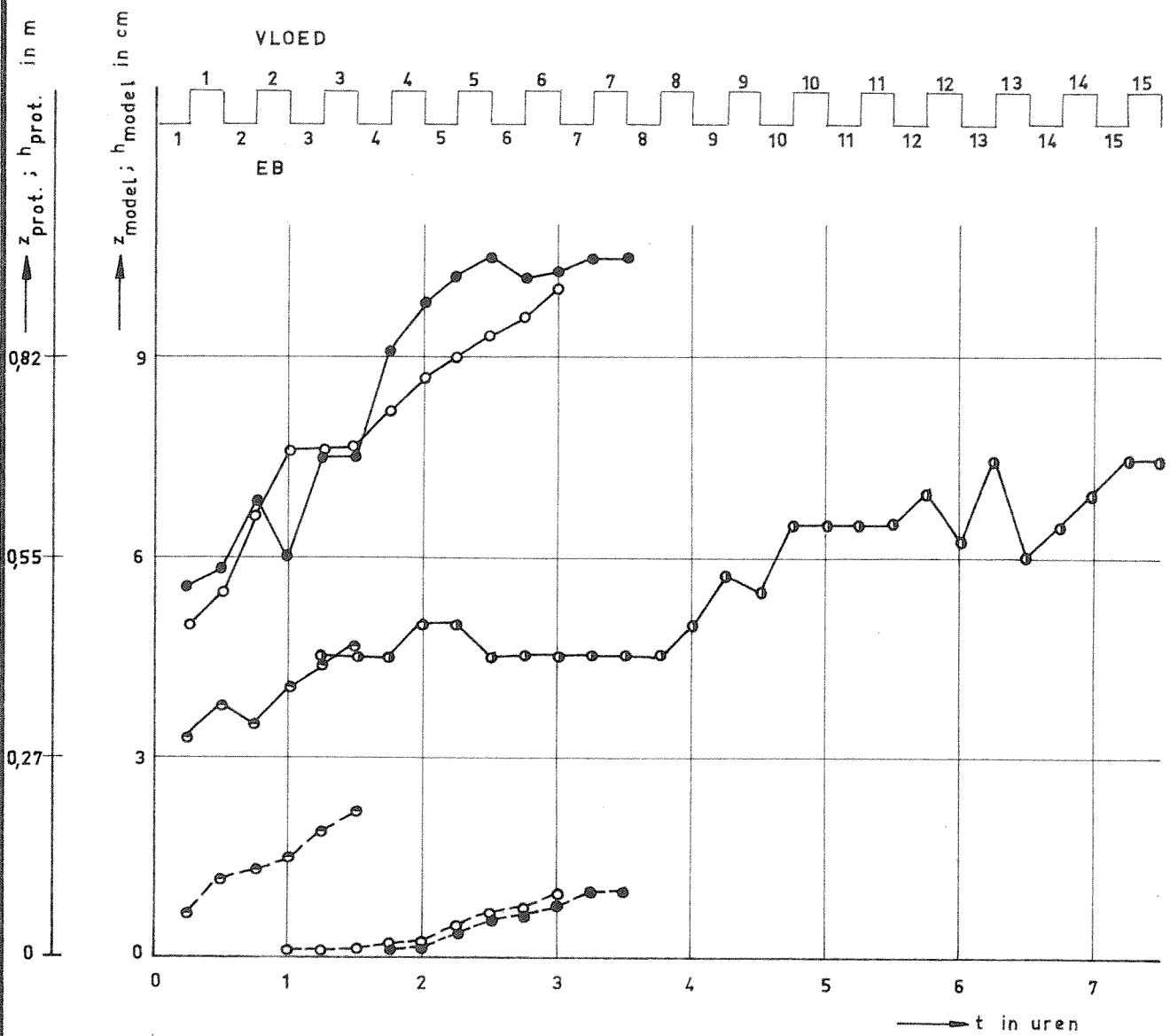
SERIE 1

L

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M. 829

FIG. 3



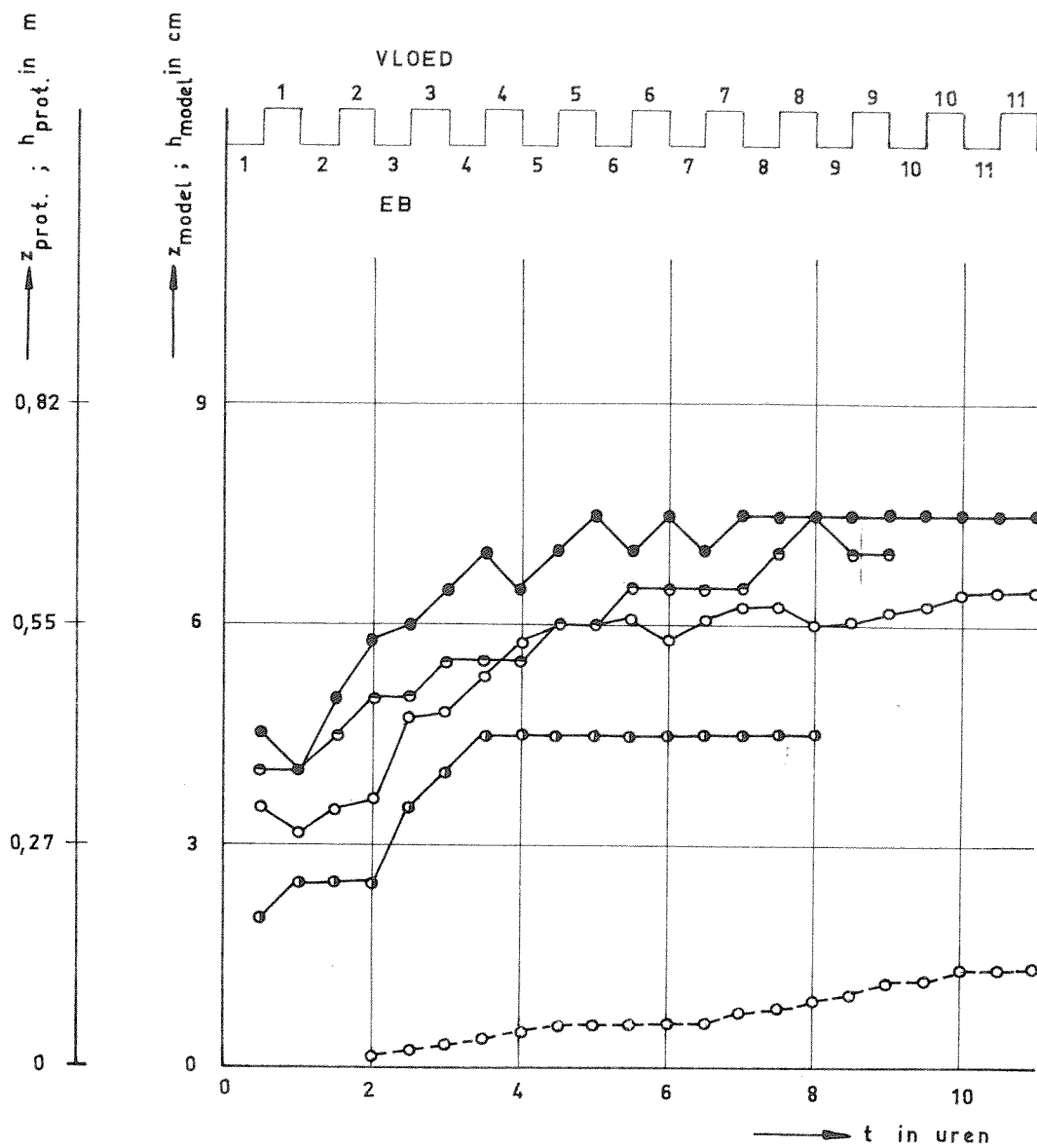
	h	z
$S_2 - 1$	—○—○—	—○- - -○—
$S_2 - 2$	—●—●—	—●- - -●—
$S_2 - 3$	—○—○—	—○- - -○—
$S_2 - 4$	—○—○—	GEEN

h = ONTGRONDING  
z = ZAKKING

$h_0 = 0,45 \text{ m}$      $\bar{v} = 0,40 \text{ m/sec}$

SERIE 2

L2



	h	z
$S_3 - 4$	● — ●	GEEN
$S_3 - 5$	○ — ○	GEEN
$S_3 - 6$	○ — ○	○ - - - ○
$S_3 - 7$	○ — ○	GEEN

h = ONTGRONDING  
z = ZAKKING

$h_0 = 0,45 \text{ m}$     $\bar{v} = 0,40 \text{ m/sec}$

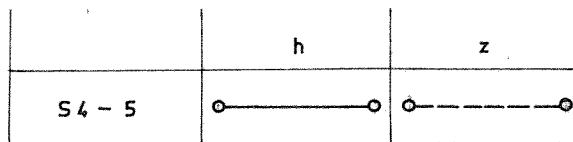
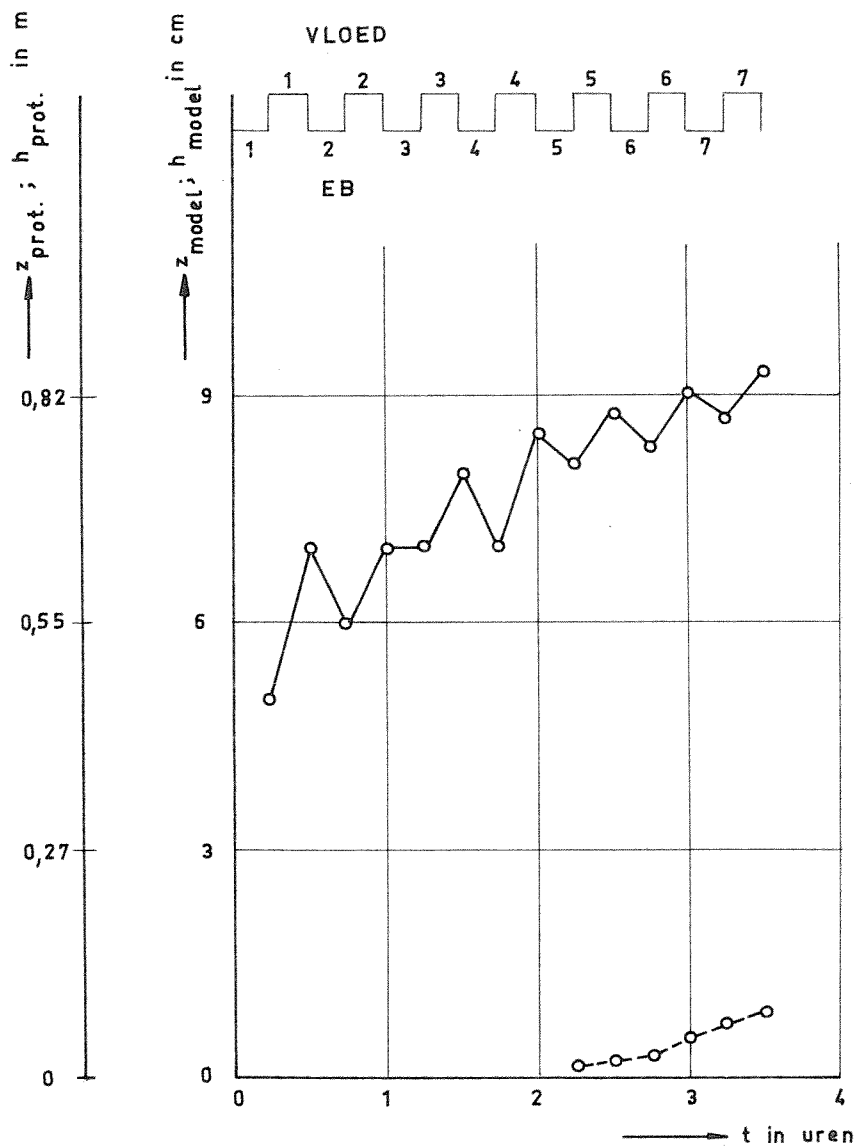
SERIE 3

LP

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M. 829

FIG. 5

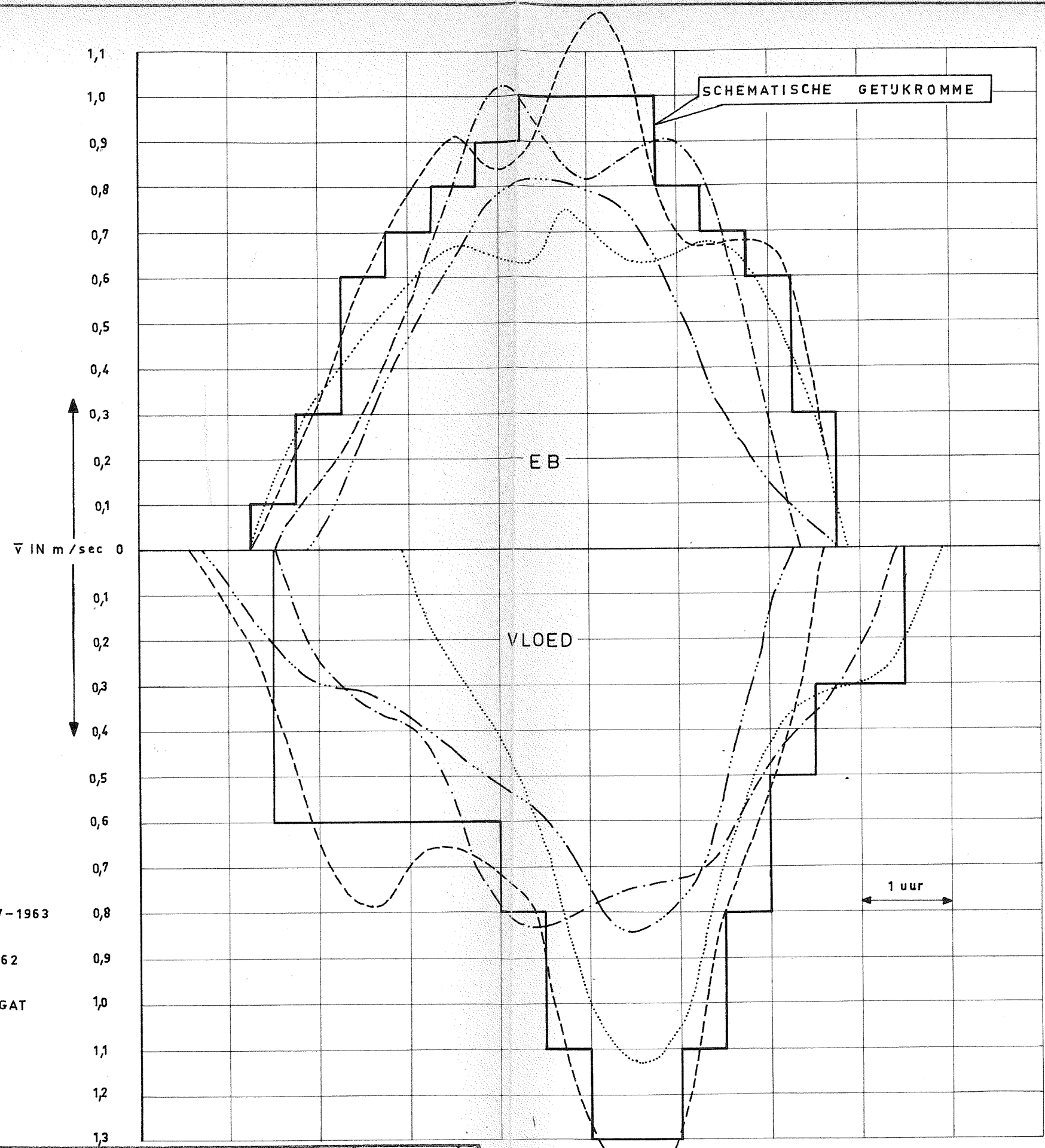


h = ONTGRONDING  
z = ZAKKING

$h_0 = 0,45 \text{ m}$   $\bar{v} = 0,50 \text{ m/sec}$

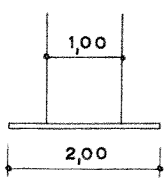
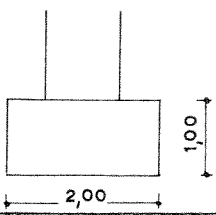
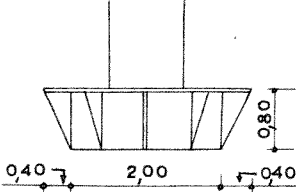
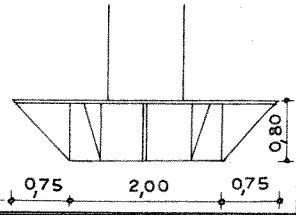
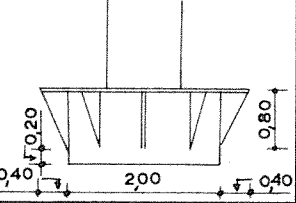
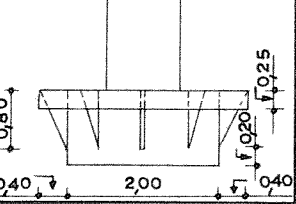
SERIE 4

12



- ..... RAAI 7 SLAAK 16-8-1962
- RAAI IV OOSTERSCHELDE 9-7-1963
- . - . - RAAI R1 HELLEGAT 15-8-1962
- \_\_\_\_\_ RAAI 3 BROUWERSHAVENSE GAT  
17-6-1958

SCHEMATISERING GETUKROMME			L <sup>2</sup>
	WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM		
	M. 829	FIG. 7	

PULER SCHAAL 1:100	NO:	S <sub>5</sub>			S <sub>6</sub>			S <sub>7</sub>		
		n	h	z	n	h	z	n	h	z
	1	3	0,45	0,45	1	0,53	0,53			
	9	8	1,24	0,17	8	1,47	0,33			
	10	8	0,80	—	8	1,00	0,20			
	11	8	0,80	—	8	1,00	0,20			
	12				8	1,20	0,20			
	13				8	1,07	0,08	6	1,17	0,16

n = AANTAL CYCLI  
h = MAX. ONTGRONDING IN m PROTOTYPE  
z = ZAKKING IN m PROTOTYPE

OVERZICHT POOTVORMEN EN PROEFSERIES  
LENGTESCHAAL 1:13,3

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M. 829

FIG. 8

LP

PULER SCHAAL 1 : 100	NO:	S <sub>5</sub>			S <sub>6</sub>			S <sub>7</sub>			S <sub>8</sub>		
		n	h	z	n	h	z	n	h	z		h	z
	14				8	0,80	—	8	1,01	0,16			
	15				8	1,00	—	8	1,20	0,20			
	16							5	0,76	—			
	17							8	1,21	0,21			
	18							8	1,07	0,07	16 uren	1,31	0,11
	19							3	1,19	0,13			

n = AANTAL CYCLI  
h = MAX. ONTGRONDING IN m PROTOTYPE  
z = ZAKKING IN m PROTOTYPE

OVERZICHT POOTVORMEN EN PROEFSERIES  
LENGTESCHAAL 1: 13,3

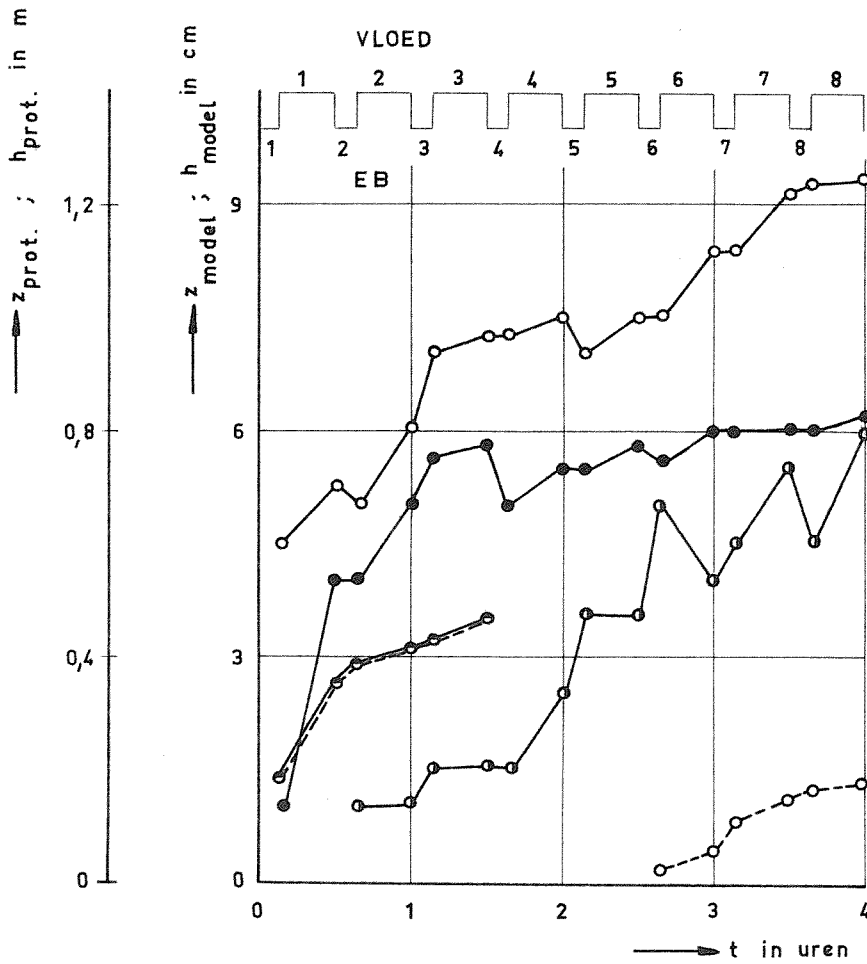
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M. 8 29

FIG. 9

LR





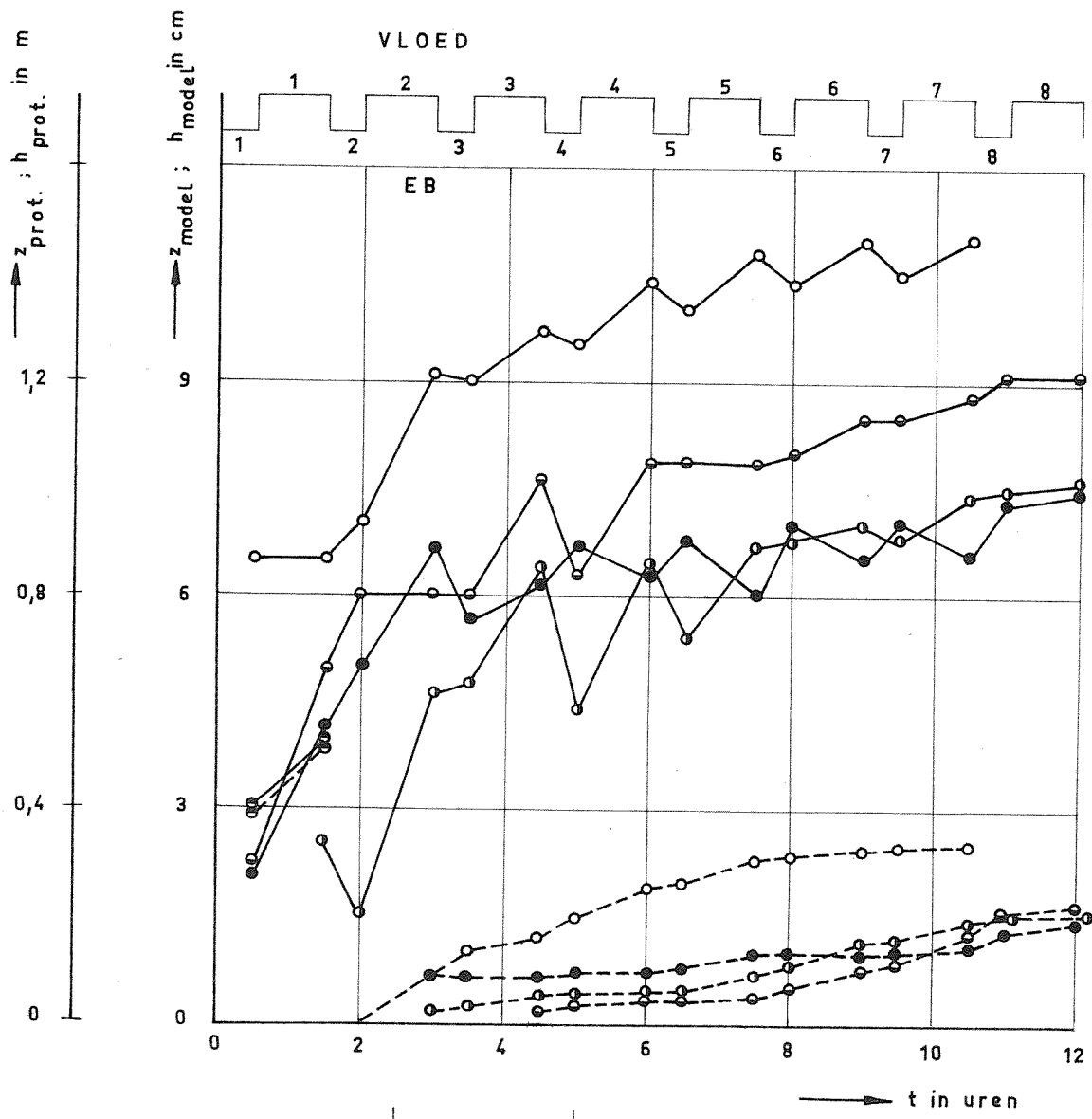
	h	z
S <sub>5</sub> -1	○—○	○- - -○
S <sub>5</sub> -9	○—○	○- - -○
S <sub>5</sub> -10	●—●	GEEN
S <sub>5</sub> -11	○—○	GEEN

h = ONTGRONDING  
z = ZAKKING

$h_0 = 0,45 \text{ m}$      $\bar{v} = 0,45 \text{ m/sec}$

SERIE 5

L7



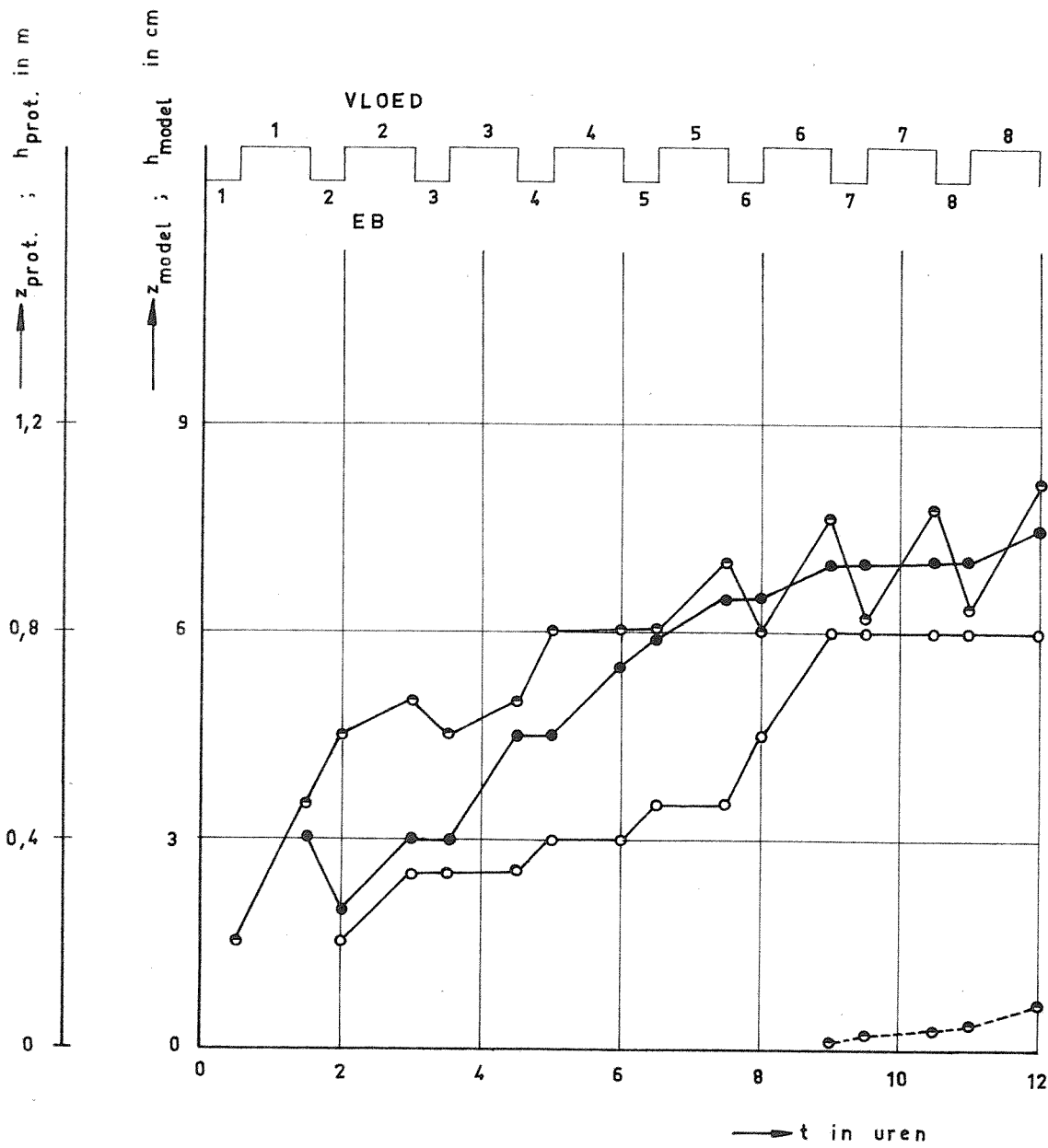
	h	z
S <sub>6</sub> - 1	○ ——— ○	○ - - - - ○
S <sub>6</sub> - 9	○ ——— ○	○ - - - - ○
S <sub>6</sub> - 10	● ——— ●	● - - - - ●
S <sub>6</sub> - 11	○ ——— ○	○ - - - - ○
S <sub>6</sub> - 12	○ ——— ○	○ - - - - ○

h = ONTGRONDING  
z = ZAKKING

$h_0 = 0,45m$      $\bar{v} = 0,45m/sec$

SERIE 6

EP



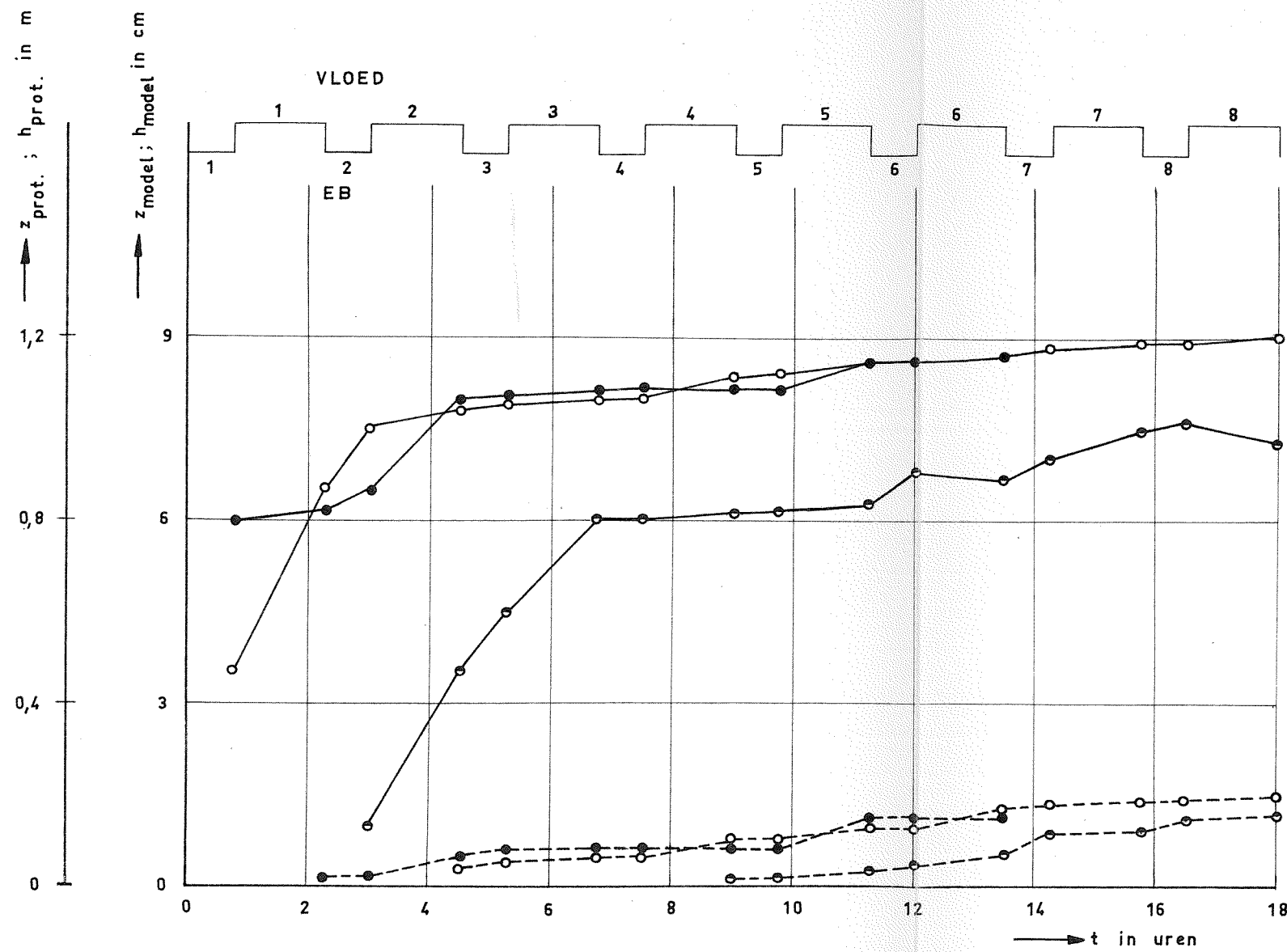
	h	z
$S_6 - 13$	○ — ○	○ - - - ○
$S_6 - 14$	○ — ○	GEEN
$S_6 - 15$	● — ●	GEEN

h = ONTGRONDING  
z = ZAKKING

$h_0 = 0,45\text{m}$      $\bar{v} = 0,45\text{ m/sec}$

SERIE 6

L7



	h	z
S <sub>7</sub> -14	○—○	○- - -○
S <sub>7</sub> -15	○—○	○- - -○
S <sub>7</sub> -13°	●—●	●- - -●

h = ONTGRONDING  
z = ZAKKING

$h_0 = 0,45 \text{ m}$   $\bar{v} = 0,45 \text{ m/sec}$

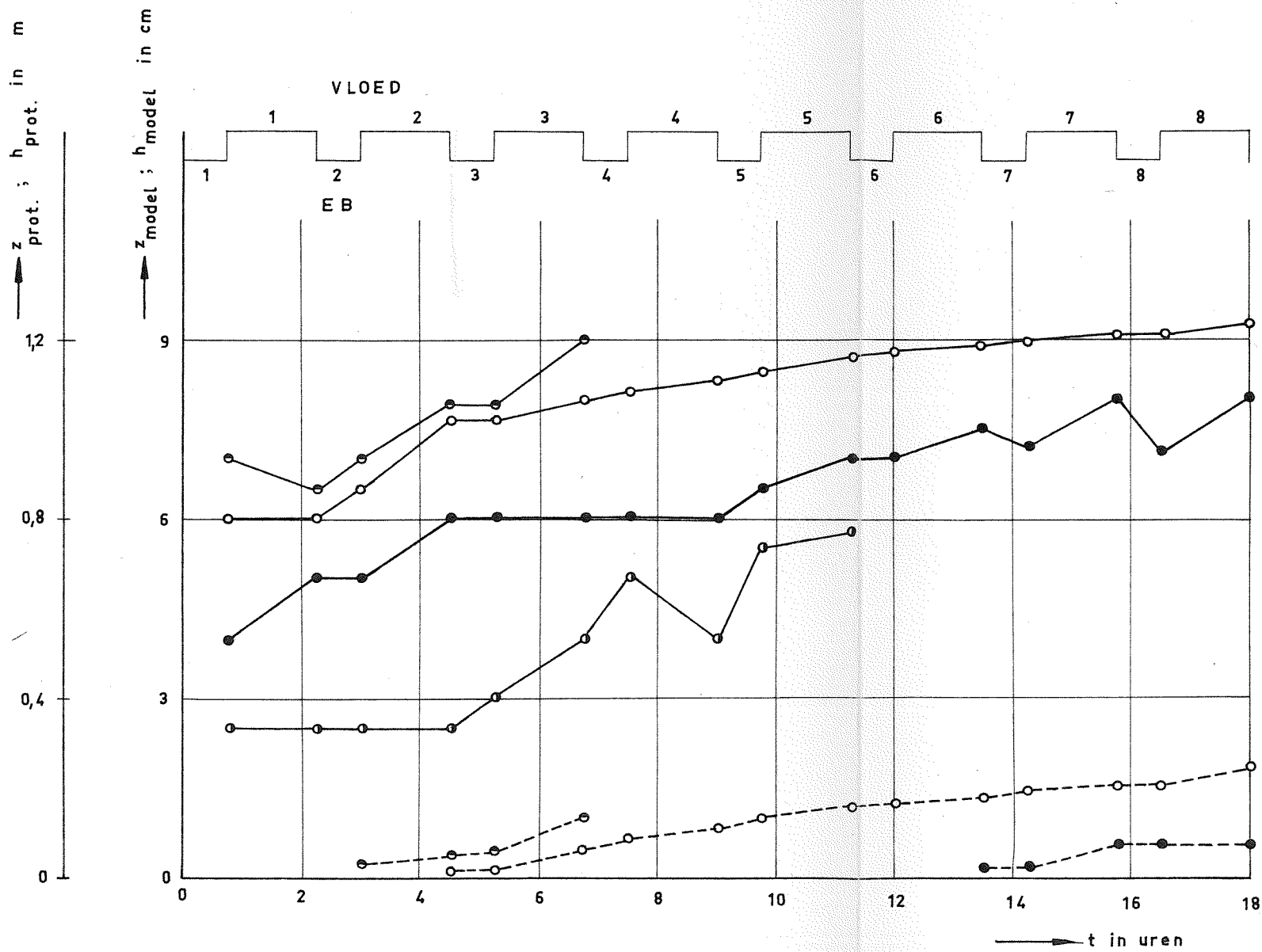
SERIE 7

LP

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M. 829

FIG. 13



	h	z
S <sub>7</sub> - 16	○—○	GEEN
S <sub>7</sub> - 17	○—○	○- - -○
S <sub>7</sub> - 18	●—●	●- - -●
S <sub>7</sub> - 19	○—○	○- - -○

$h_0 = 0,45 \text{ m}$     $\bar{v} = 0,45 \text{ m/sec}$

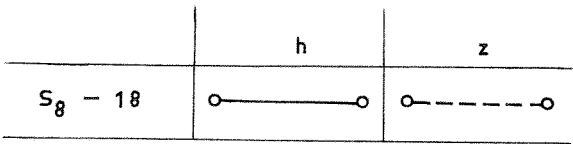
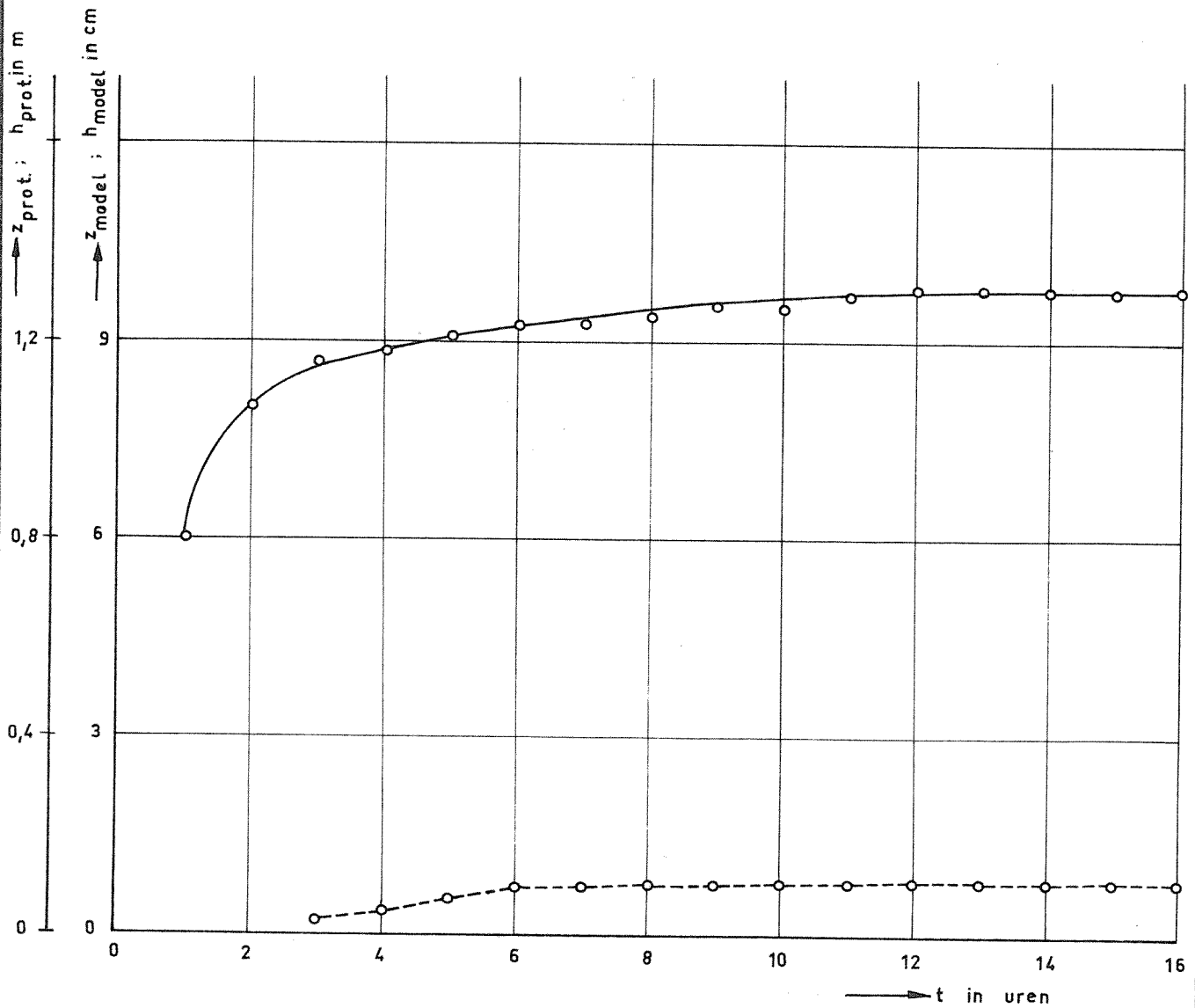
SERIE 7

L?

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M. 829

FIG. 14



h = ONTGRONDING  
 z = ZAKKING

STROOM IN ÉÉN RICHTING  
 $h_0 = 0,45 \text{ m}$   $\bar{v} = 0,45 \text{ m/sec}$

SERIE 8

E.

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M. 829

FIG. 15

SERIE 1.  $\bar{v} = 0,25 \text{ m/sec}$

$t_{eb} = t_{vloed} = 2 \text{ uur}$



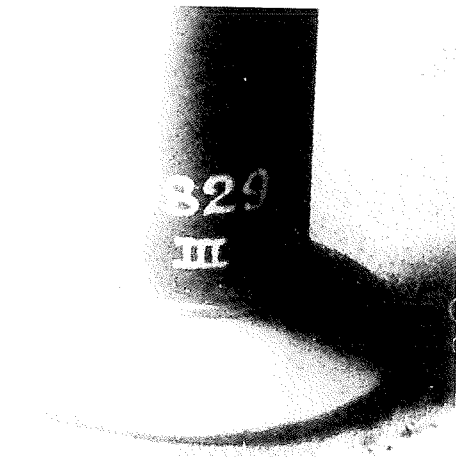
1. PULER 1. NA DE 6<sup>e</sup> VLOED



2. PULER 2 NA DE 1<sup>e</sup> VLOED



3. PULER 2 NA DE 3<sup>e</sup> VLOED

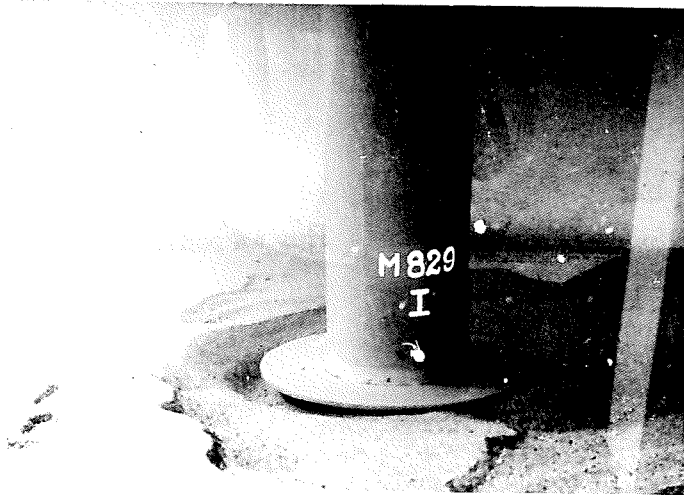


4. PULER 3. NA DE 2<sup>e</sup> VLOED

SERIE 2.

$$\bar{v} = 0,40 \text{ m / sec}$$

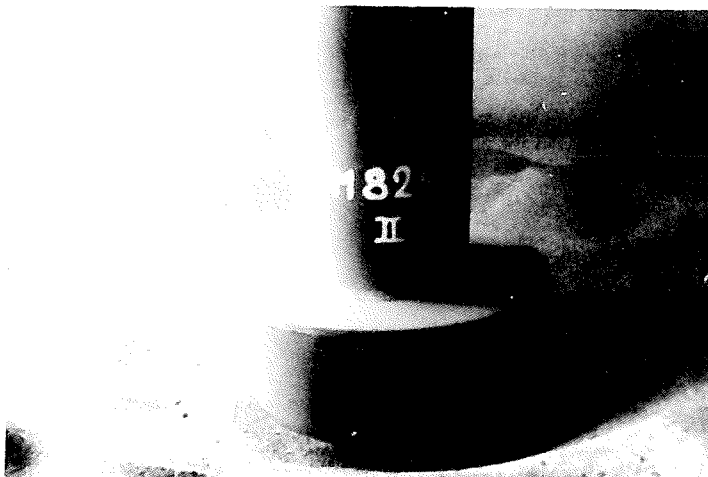
$$t_{\text{eb}} = t_{\text{vloed}} = 1/2 \text{ uur}$$



5. PULER 1.  
NA DE 1<sup>e</sup> EB



6. PULER 2.  
NA DE 1<sup>e</sup> EB



7. PULER 2.  
NA DE 4<sup>e</sup> VLOED



SERIE 2.  $\bar{v} = 0,40 \text{ m / sec}$

$$t_{\text{eb}} = t_{\text{vloed}} = \frac{1}{2} \text{ uur}$$



8. PULER 3.  
NA DE 6<sup>e</sup> VLOED



9. PULER 4.  
NA DE 6<sup>e</sup> VLOED



10. PULER 4.  
NA DE 15<sup>e</sup> VLOED

SERIE 3.

$\bar{v} = 0,40 \text{ m/sec}$

$t_{\text{eb}} = t_{\text{vloed}} = 1 \text{ uur}$



11. PULER 5.  
NA DE 3<sup>e</sup> VLOED



12. PULER 5  
NA DE 7<sup>e</sup> EB



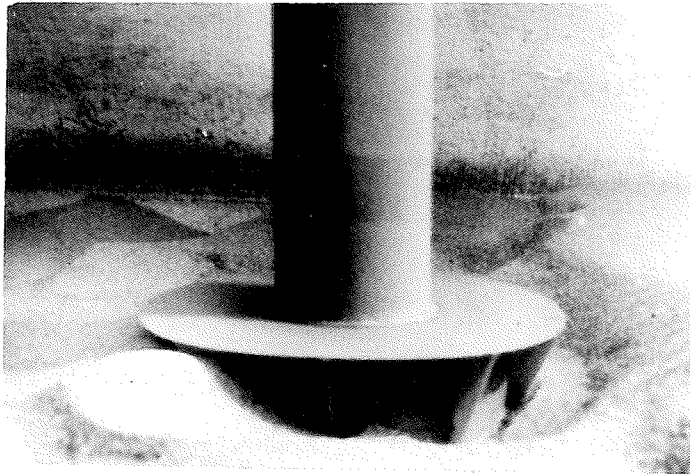
13. PULER 5  
NA DE 11<sup>e</sup> VLOED

SERIE 6.

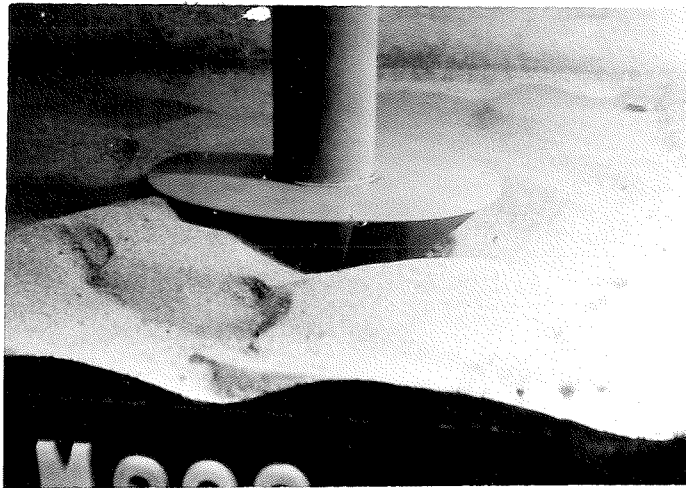
$\bar{v} = 0,45 \text{ m / sec}$

$t_{eb} = 1/2 \text{ uur}$

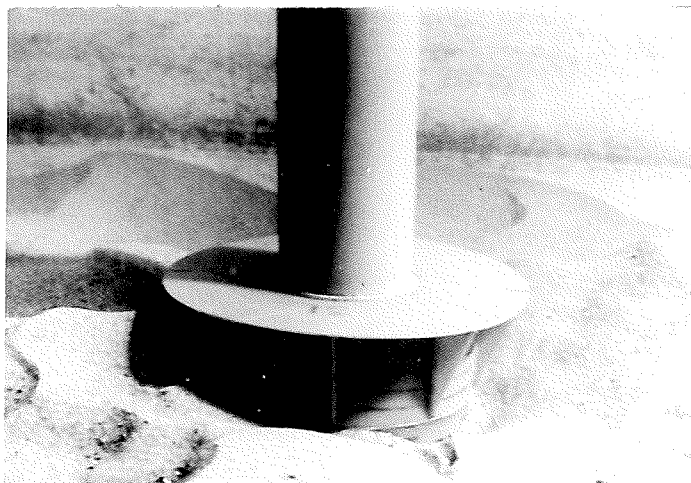
$t_{vloed} = 1 \text{ uur}$



14. PULER 10.  
NA DE 4<sup>e</sup> VLOED



15. PULER 11.  
NA DE 4<sup>e</sup> VLOED

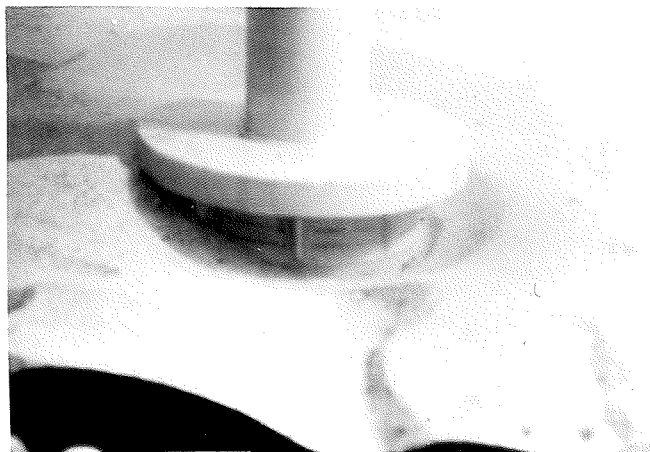


16. PULER 12.  
NA DE 8<sup>e</sup> VLOED

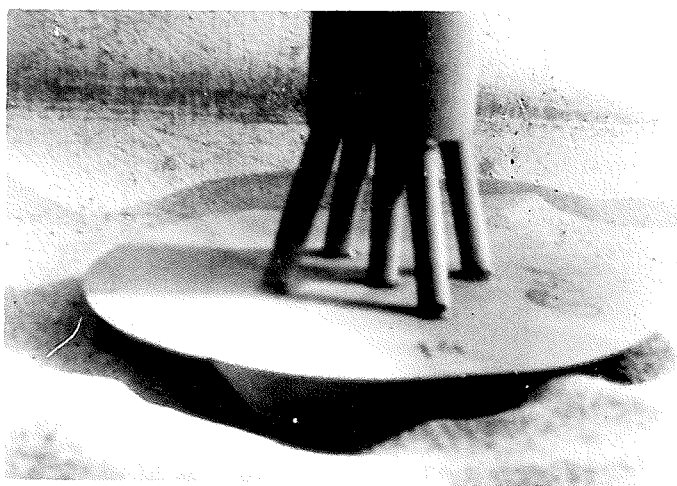
SERIE 6.  $\bar{v} = 0,45 \text{ m / sec}$

$t_{eb} = 1/2 \text{ uur}$

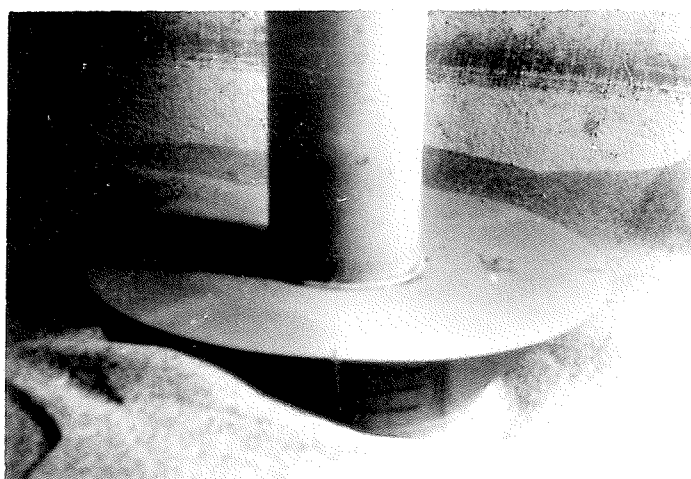
$t_{vloed} = 1 \text{ uur}$



17. PULER 13.  
NA DE 5<sup>e</sup> VLOED



18. PULER 14.  
NA DE 8<sup>e</sup> EB



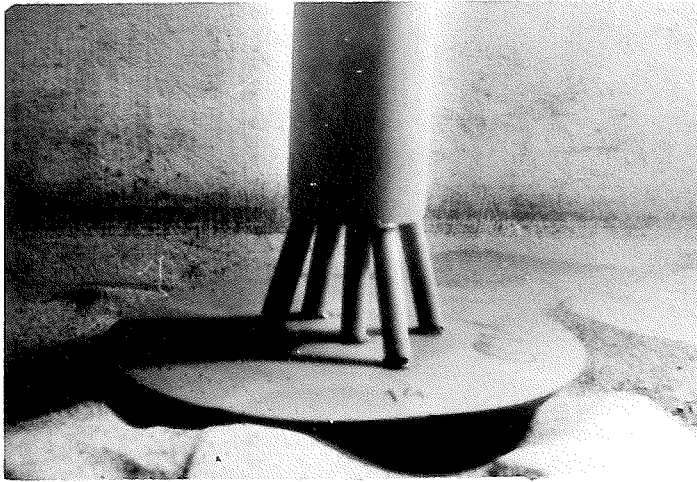
19. PULER 15  
NA DE 8<sup>e</sup> VLOED

SERIE 7.

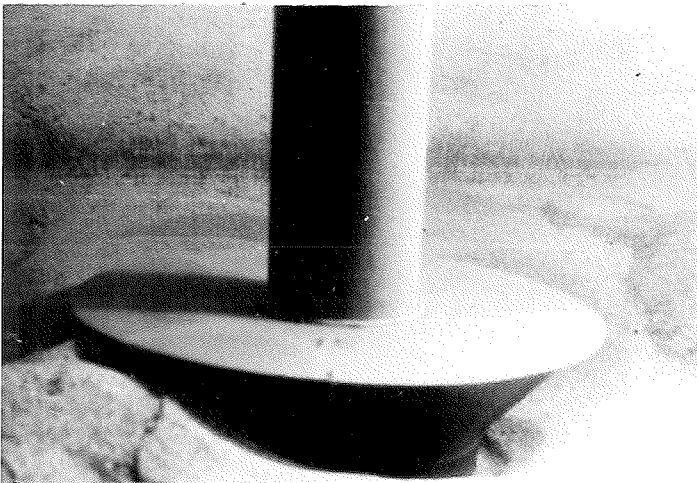
$$\bar{v} = 0,45 \text{ m / sec}$$

$$t_{eb} = \frac{3}{4} \text{ uur}$$

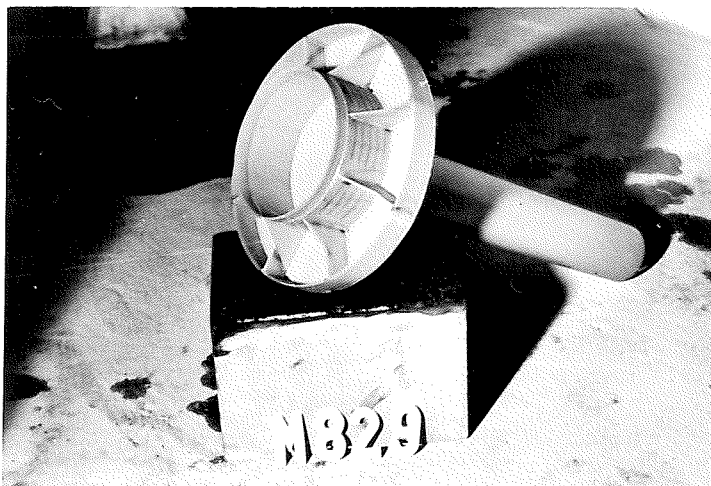
$$t_{vloed} = 1 \frac{1}{2} \text{ uur}$$



20. PULER 14.  
NA DE 6<sup>e</sup> VLOED



21. PULER 15.  
NA DE 3<sup>e</sup> VLOED



22. PULER 17  
ONDERKANT v.d. POOT

SERIE 7.

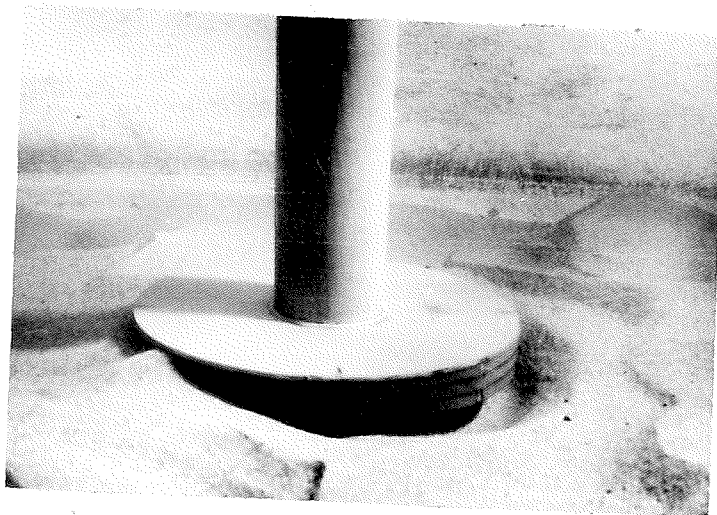
$$\bar{v} = 0,45 \text{ m/sec}$$

$$t_{eb} = \frac{3}{4} \text{ uur}$$

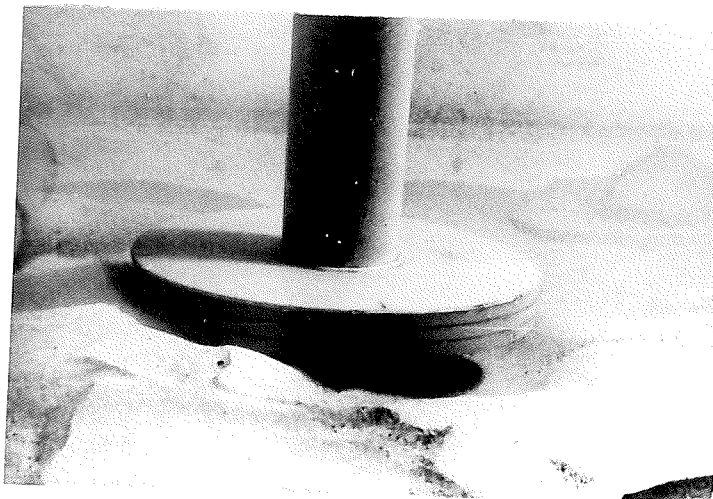
$$t_{vloed} = 1 \frac{1}{2} \text{ uur}$$



23. PULER 17  
NA DE 4<sup>e</sup> VLOED



24. PULER 18  
NA DE 2<sup>e</sup> VLOED



25. PULER 18  
NA DE 7<sup>e</sup> VLOED



