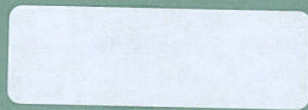


waterloopkundig laboratorium  
delft hydraulics laboratory

stormvloedkering Oosterschelde

drukverdeling aan de rand van een asfaltslab  
bij verschillende aanstroomrichtingen



verslag modelonderzoek

---

M 1724

augustus 1980

BIBLIOTHEEK  
Waterloopkundig Laboratorium  
Postbus 177 - DELFT  
NEDERLAND

2e EXEMPLAAR

---

stormvloedkering Oosterschelde

drukverdeling aan de rand van een asfaltslab  
bij verschillende aanstroomrichtingen

verslag modelonderzoek

---

M 1724

augustus 1980

INHOUD

	blz.
1. <u>Opdracht en doel van het onderzoek</u> .....	1
2. <u>Proefopstelling</u> .....	1
3. <u>Metingen</u> .....	2
4. <u>Resultaten</u> .....	2
4.1 Loodrechte aanstroming.....	2
4.2 Scheve aanstroming.....	3
5. <u>Conclusies</u> .....	4

## TABEL

Tabel 1 Plaats van de stijgbuisaansluitingen ten opzichte van de rand van de asfaltslab

## FIGUREN

- 1 Overzicht proefopstelling in de zandgoot
- 2 Ligging van de meetraaien
- 3 T 1, drukverloop aan de rand van de asfaltslab,  $\alpha = 90^\circ$
- 4 T 2, drukverloop aan de rand van de asfaltslab,  $\alpha = 15^\circ$
- 5 T 3, drukverloop aan de rand van de asfaltslab,  $\alpha = 30^\circ$
- 6 T 4, drukverloop benedenstrooms van de rand van de asfaltslab,  $\alpha = 90^\circ$
- 7 T 1, T 2, T 3, drukverloop in een raai loodrecht op de rand van de asfaltslab,  $\alpha = 15^\circ$ ,  $30^\circ$  en  $90^\circ$
- 8 Relatie stroomsnelheid en drukverschil bij verschillende aanstroomhoeken

## STORMVLOEDKERING OOSTERSCHELDE

### DRUKVERDELING AAN DE RAND VAN EEN ASFALTSLAB BIJ VERSCHILLENDE AANSTROOMRICHTINGEN

#### 1. Opdracht en doel van het onderzoek

In het kader van het onderzoek naar de Stormvloedkering in de Oosterschelde werd, in opdracht van de Deltadienst van Rijkswaterstaat, in de zandgoot, van het Laboratorium De Voorst de drukverdeling aan de rand van een asfaltslab onderzocht voor verschillende aanstroomrichtingen.

Dit onderzoek is een aanvulling op de in het verleden verrichtte onderzoeken naar de stabiliteit van randen van bodembescherming (R 460) en de stroombestendigheid van asfaltmastiexlabben (R 1522) onder invloed van loodrechte aanstroming.

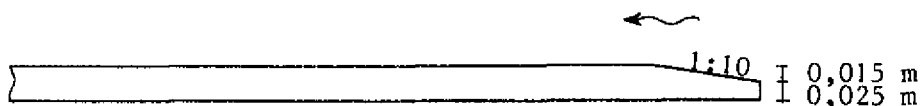
Uit deze onderzoeken bleek dat het drukverloop aan de rand van een asfaltslab maatgevend is voor de stabiliteit van de slab. Het doel van het huidige onderzoek is na te gaan hoe de resultaten van de situaties met loodrechte aanstroming kunnen worden vertaald naar situaties met scheve aanstroming. Hiertoe werd het drukverloop aan de rand van een asfaltslab gemeten voor 3 verschillende hoeken ( $90^{\circ}$ ,  $15^{\circ}$  en  $30^{\circ}$ ) tussen aanstroomrichting en de geschematiseerde rand van de asfaltmastiexlab.

Het onderzoek stond onder leiding van ing. B. Bakker en ir. J.L.M. Konter, waarvan laatstgenoemde dit verslag heeft samengesteld.

#### 2. Proefopstelling

Ten tijde van het onderzoek was de breedte van de onderzoekfaciliteit 1,12 m. De ingestelde waterdiepte was circa 0,6 m.

De asfaltslab werd in het model opgebouwd met houten platen, waarin een groot aantal stijgbuizen met een inwendige diameter van 7 mm waren aangebracht. De dikte van de asfaltslab was 0,04 m. De rand werd geschematiseerd tot een verticale rand ter hoogte van 0,025 m met daarboven een afschuining van 1:10



### 3. Metingen

De stijghoogten werden gemeten in twee meetraaien evenwijdig aan de stroomrichting en in één meetraai loodrecht op de rand van de asfaltslab (zie tabel 1 en figuur 2). De stijghoogten werden afgelezen met behulp van peilnaalden, waardoor een afleesnauwkeurigheid van 0,1 mm werd bereikt.

Bij de proeven T3 en T4 werd in de as van de goot ook de waterspiegel gemeten met behulp van een wapro. De afleesnauwkeurigheid van de wapro bedraagt 0,5 mm. In proef T4, werd bij loodrechte aanstroming over een groot gebied benedenstroomse van de rand van de asfaltslab de waterspiegel gemeten. Proef T4 werd ingelast, omdat in eerste instantie uit de resultaten van T3 bleek, dat de gemeten waterspiegel niet overeenkwam met het piëzometrisch niveau bij de bodem. Later bleek echter dat het verschil bij T3 te wijten was aan het invoeren van een foutieve ijkfactor bij de automatische gegevensverwerking van de waterspiegelmeting.

Op 1,5 m bovenstrooms van de asfaltslabben werden voor beide debieten snelheidsverticalen gemeten met behulp van Ott-molen.

### 4. Resultaten

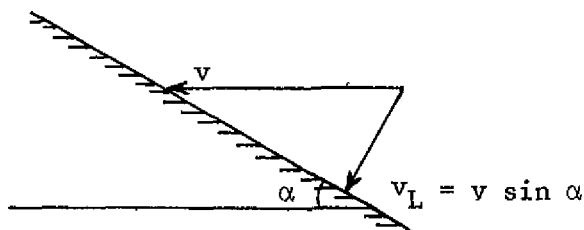
#### 4.1 Loodrechte aanstroming

Het drukverloop aan de rand van de asfaltslab bij loodrechte aanstroming is weergegeven in figuur 3. Uit deze figuur blijkt in stroomrichting bezien eerst een toename van de drukken op te treden, dan een sterke daling van de druk over de verticale rand van de asfaltslab, een toename van de druk boven het talud 1:10 van de rand en weer een (minder grote) daling van de druk boven de overgang van het talud 1:10 naar het horizontaal gedeelte van de slab. Boven de asfaltslab neemt de druk weer toe tot de hydrostatische drukverdeling is bereikt. Het verschil in piëzometrisch niveau bovenstrooms en benedenstrooms van de rand vindt zijn oorzaak in de beperkte waterdiepte, waarbij de proeven werden uitgevoerd. De asfaltslab met een dikte van 0,04 m geeft bij een waterdiepte van 0,60 m een zodanige vernauwing dat volgens berekening de waterstand bij een debiet van 0,6 m<sup>3</sup>/s daalt met circa 9 mm en bij een debiet van 0,8 m<sup>3</sup>/s daalt met circa 15 mm. In het stijghoogteverloop bij de bodem is deze daling van de waterspiegel terug te vinden (zie o.a. figuur 3).

Opvallend is dat de daling van de stijghoogten bij de overgang horizontaal-verticaal groter is dan bij de overgang van helling 1:10 naar het horizontale gedeelte. Een scherpere knik geeft dus grotere onderdrukken dan geleidelijker overgangen. Bij een scherpe knik is de breedte van de drukpiek smaller dan bij een geleidelijker overgang. In beide gevallen is na een afstand ter grootte van circa 0,3 m de invloed van de rand niet meer te merken in het verloop van de stijghoogte. De grote verschillen in stijghoogte treden echter op binnen een gebied ter grootte van circa 0,06 m. De proeven werden slechts bij 1 waterdiepte en 1 spronghoogte uitgevoerd. Derhalve kan niet worden afgeleid of deze waarden een functie zijn van de waterdiepte of de spronghoogte.

#### 4.2 Scheve aanstroming

Het drukverloop aan de rand van de asfaltslab voor aanstroomhoeken van  $15^\circ$  en  $30^\circ$  is respektievelijk weergegeven op de figuren 4 en 5, namelijk in twee langsraaien evenwijdig aan de stroomrichting. In figuur 7 is een vergelijking gemaakt tussen het drukverloop in een raai loodrecht op de rand voor 3 verschillende aanstroomhoeken. Hieruit blijkt dat het drukverschil over de rand van de slab kleiner wordt naarmate de hoek tussen de stroomrichting en de rand kleiner wordt. Dit is in overeenstemming met een theoretische beschouwing, waarbij aangenomen wordt dat de snelheidscomponent loodrecht op de rand van de asfaltslab verantwoordelijk is voor de drukverschillen:



De snelheidscomponent loodrecht op de asfaltslab is bij een stroomsnelheid  $v$  gelijk aan  $v_L = v \sin \alpha$ . Uit voorgaande onderzoeken met loodrechte aanstroming is gebleken dat het drukverschil over de rand evenredig is met het kwadraat van de snelheid. Derhalve wordt het drukverschil over de rand  $P_\alpha$  bij een aanstroomhoek  $\alpha$  gelijk aan:

$$P_\alpha = p_L \sin^2 \alpha$$

In figuur 8 is bovenstaande relatie getoetst. Met behulp van proef T1 werd  $p_L$  bepaald, door het gemeten drukverschil uit te zetten als functie van de wortel van de aanstroomsnelheid. Uit de figuur blijkt dat het kwadratisch verband tussen aanstroomsnelheid en drukverschil ook bij proef T1 werd gevonden. Uit  $p_L$  werd  $p_{30^\circ}$  en  $p_{15^\circ}$  berekend volgens relatie 1. Een vergelijking van deze berekende lijnen met de in T2 en T3 gemeten punten geeft een bevestiging van relatie 1.

## 5. Conclusies

- 1 Het drukverschil aan de rand van een asfaltslab is evenredig met het kwadraat van de stroomsnelheid.
- 2 Bij scheve aanstroming kan het drukverschil  $p_\alpha$  worden berekend, door het drukverschil bij loodrechte aanstroming ( $p_L$ ) te vermenigvuldigen met het kwadraat van de sinus van de hoek  $\alpha$  tussen aanstroomrichting en de rand van de asfaltslab.

$$p_\alpha = p_L \sin^2 \alpha$$

- 3 De grote drukverschillen treden op binnen een gebied rondom de rand ter grootte van circa 0,06 m. Buiten een gebied van 0,30 m is de invloed van de rand op de drukken bij de bodem niet meer merkbaar.



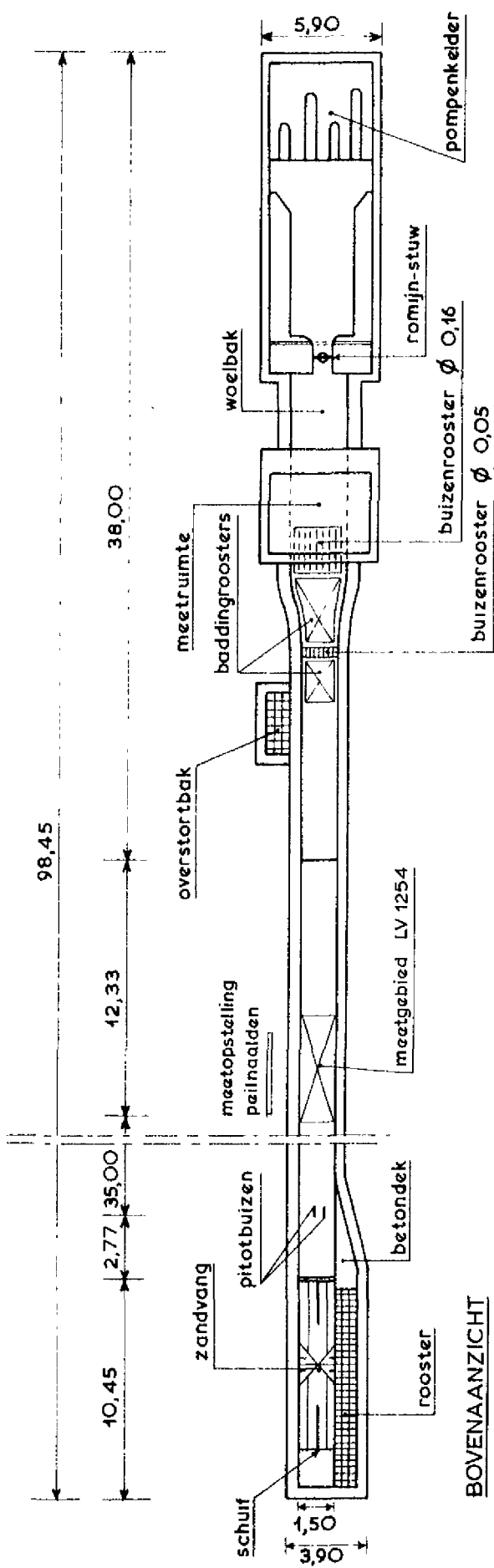
meetpunt	afstand t.o.v. de rand van de slab (mm)			
	T1	T2	T3	T4
M1 , L1	+900	+ 900	+ 900	+ 900
M2 , L2	+300	+ 300	+ 300	+ 300
M3 , L3	+150	+ 150	+ 150	+ 150
M4 , L4	+ 75	+ 75	+ 75	+ 75
M5 , L5	+ 4	+ 4	+ 4	+ 4
M6 , L6	- 19	- 19	- 19	- 19
M7 , L7	- 50	- 40	- 90	- 40
M8 , L8	- 80	- 110	- 150	- 75
M9 , L9	-117	- 170	- 210	- 115
M10, L10	-154	- 240	- 300	- 154
M11, L11	-229	- 310	- 375	- 300
M12, L12	-300	- 380	- 450	- 600
M13, L13	-450	- 440	- 600	- 900
M14, L14	-600	- 500	- 672	-1200
M15, L15	-900	- 560	- 800	-1500
M16, L16		- 650	-1200	-1800
M17, L17		- 750		-2100
M18, L18		- 900		-2400
M19, L19		-1050		-2700
M20, L20		-1110		-3000
M21, L21		-1500		-3300
M22, L22				-3600
M23, L23				-3900
M24, L24				-4200
M5		+ 4	+ 4	
M6		- 19	- 19	
N1		- 75	- 75	
N2		-154	- 154	
N3		-214	- 214	
N4		-284	- 284	
N5		-344	- 344	
N6		-404	- 404	

M is de middenraai in de as van de goot

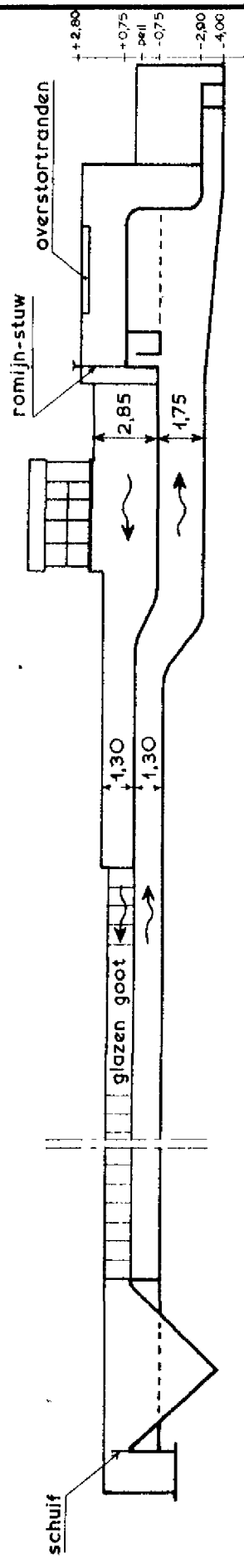
L is de raai op 0,28 m ( $\frac{1}{4}$  x breedte van de goot) uit de gootwand

N is de raai loodrecht op de rand van het asfaltslab

Tabel 1 Plaats van de stijgbuisaansluitingen ten opzichte van de rand van de asfaltslab



**BOVENAANZICHT**



**DOORSNEDE**

maten in m

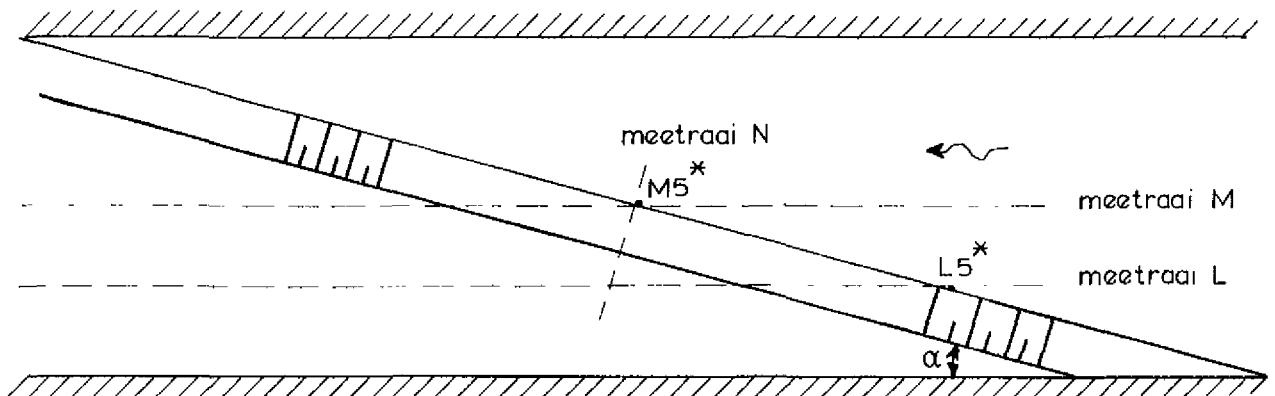
OVERZICHT PROEFOPSTELLING IN DE ZANDGOOT

SCHAAL 1:300

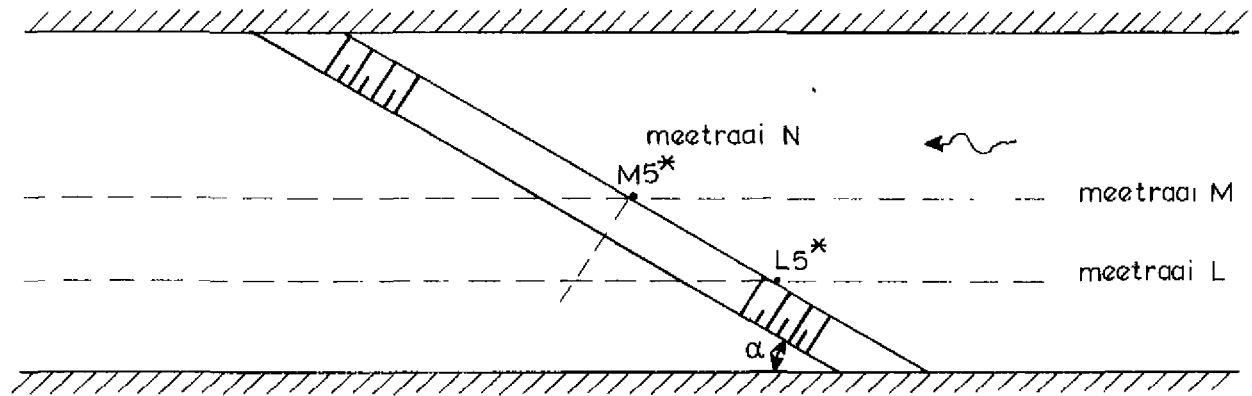
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1724

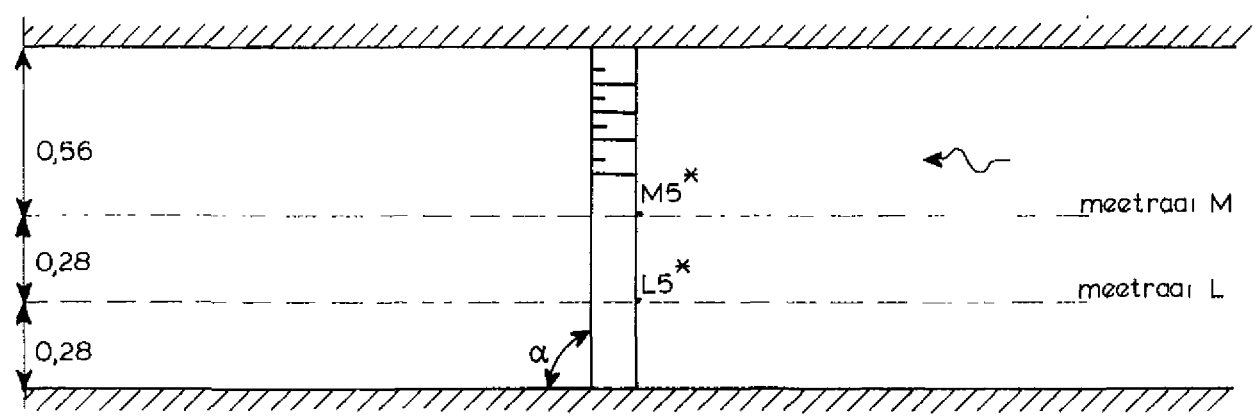
FIG. 1



Proef T2  $\alpha = 15^\circ$



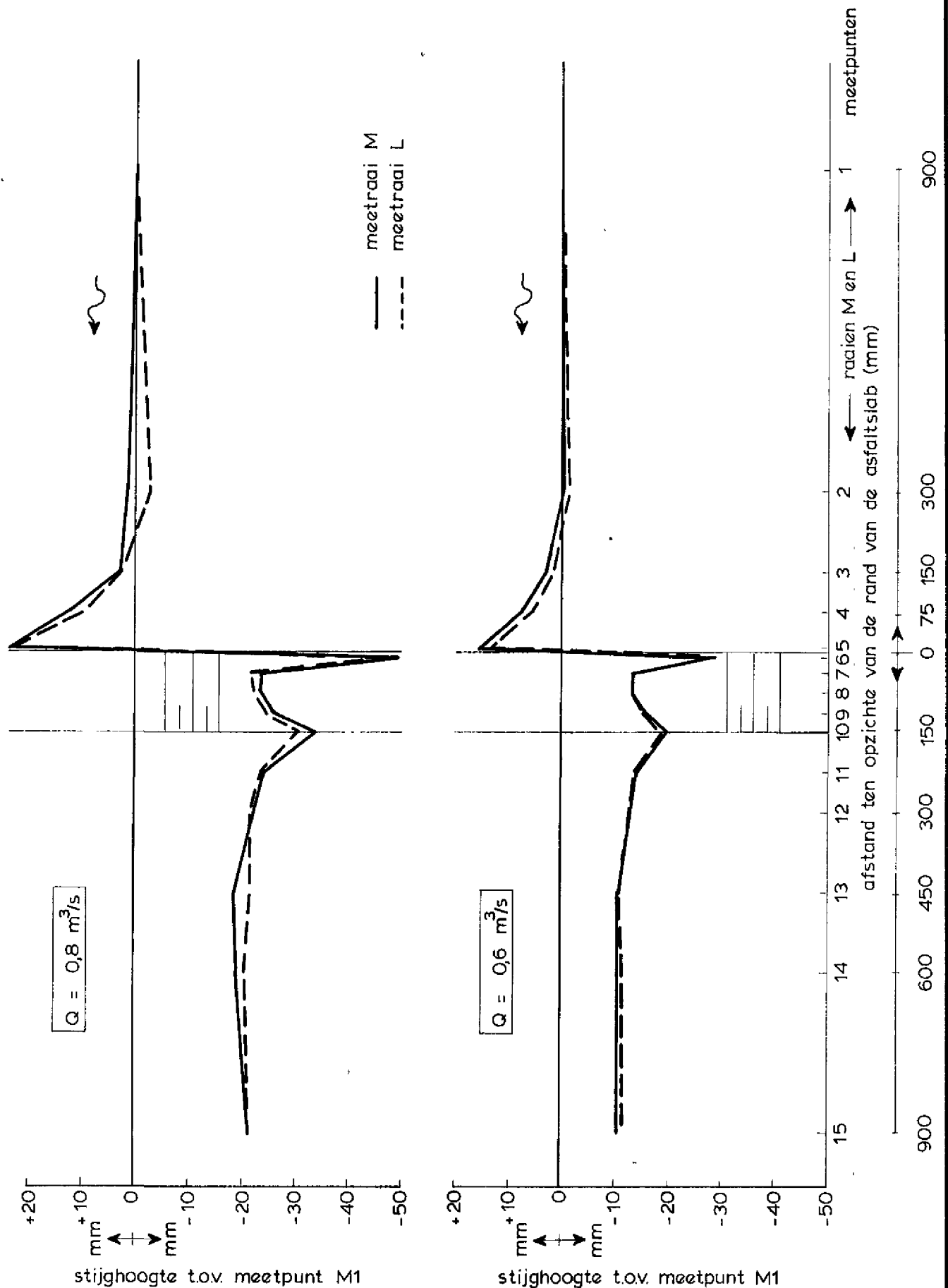
Proef T3  $\alpha = 30^\circ$



Proef T1, T4  $\alpha = 90^\circ$

\* Drukaansluiting volgens tabel 1

LIGGING VAN DE MEETRAAIEN



DRUKVERLOOP AAN DE RAND VAN EEN  
 ASFALTSLAB IN TWEE RAAIEN  
 EVENWIJDIG AAN DE STROMINGSRICHTING

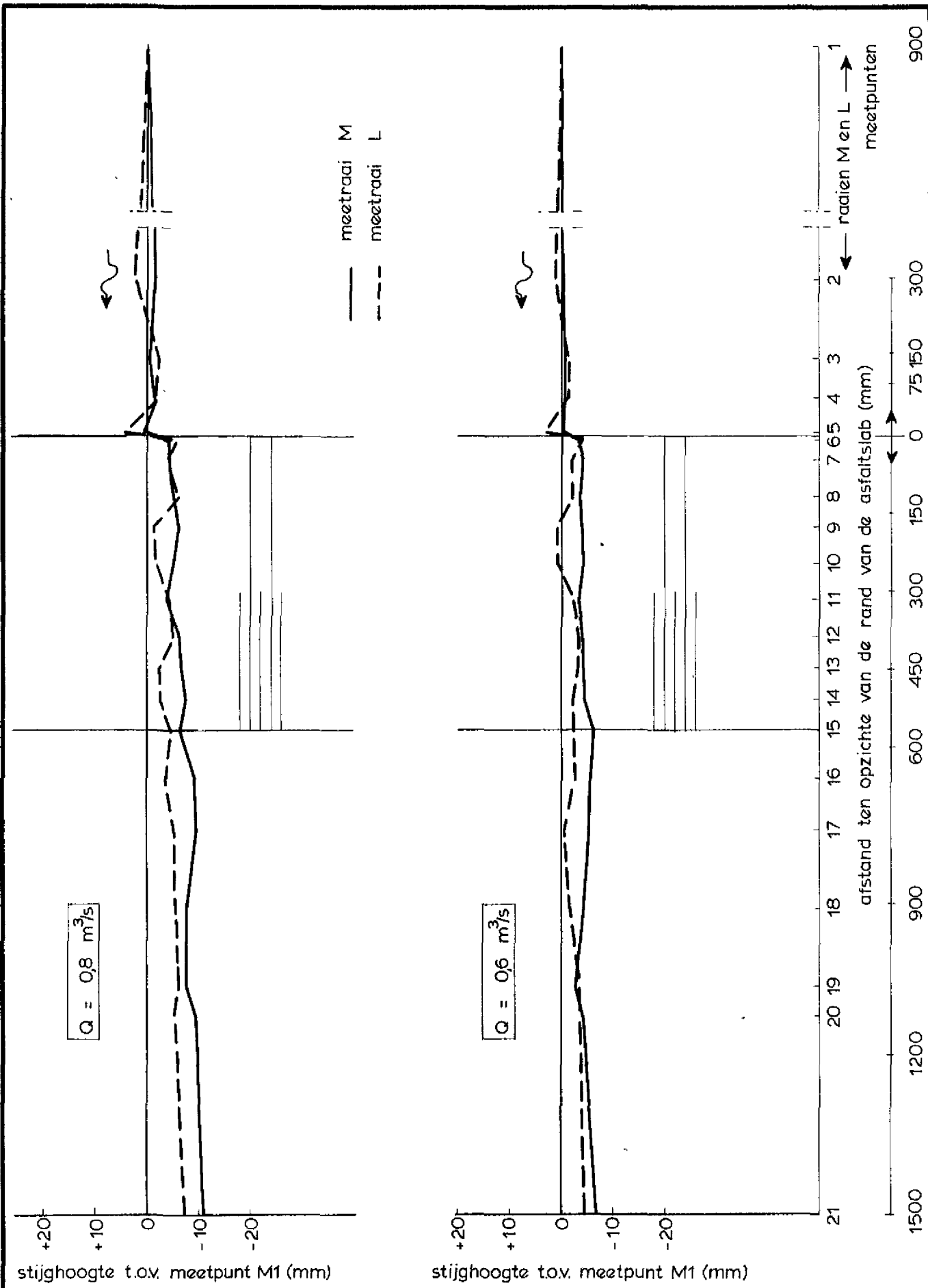
T1

$\alpha = 90^\circ$

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1724

FIG. 3

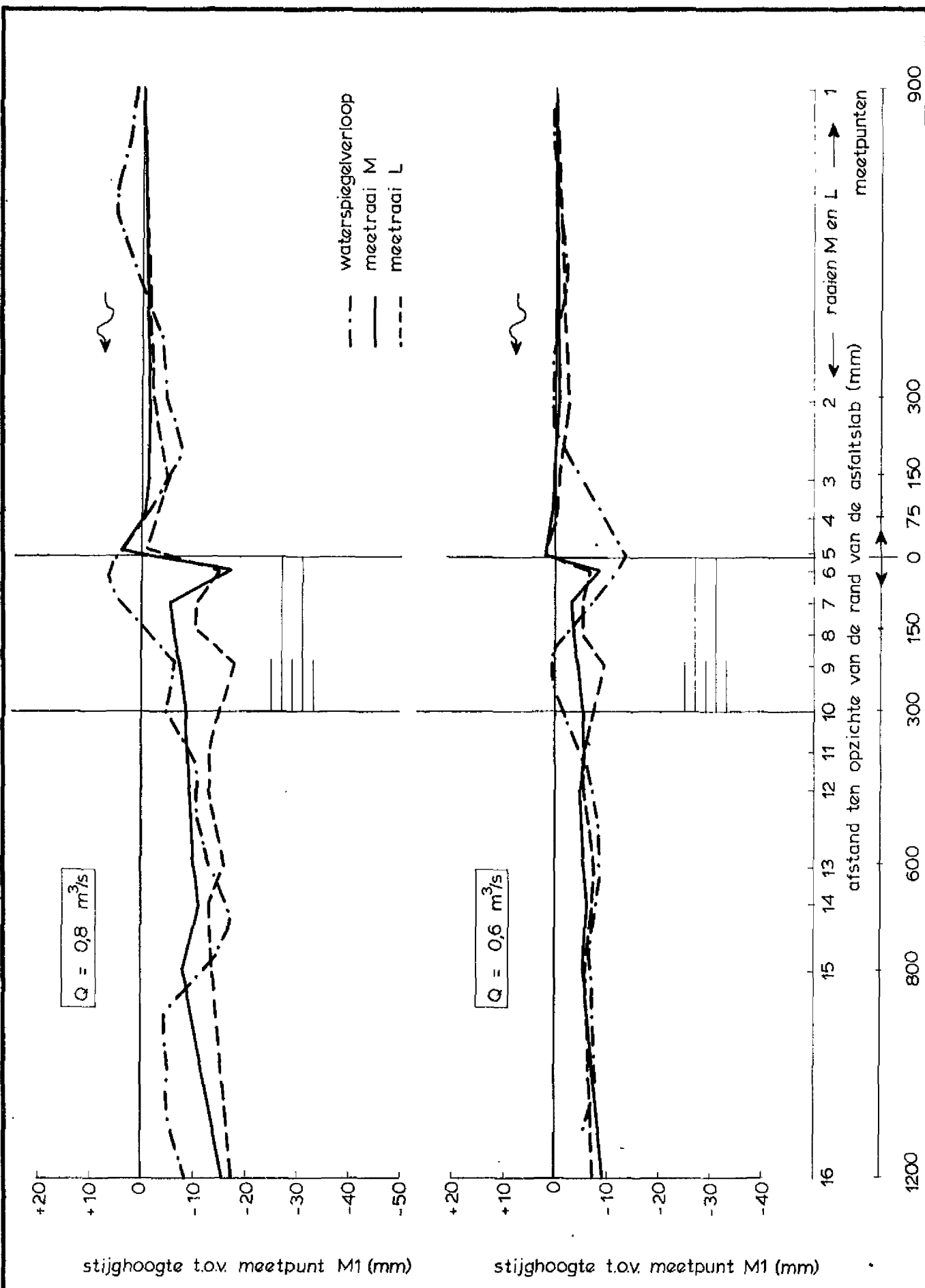


DRUKVERLOOP AAN DE RAND VAN EEN  
 ASFALTSLAB IN TWEE RAAIEN  
 EVENWIJDIG AAN DE STROMINGSRICHTING

T2       $\alpha = 15^\circ$

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1724      FIG. 4



DRUKVERLOOP AAN DE RAND VAN EEN  
 ASFALTSLAB IN TWEE RAAIEN  
 EVENWIJDIG AAN DE STROMINGSRICHTING

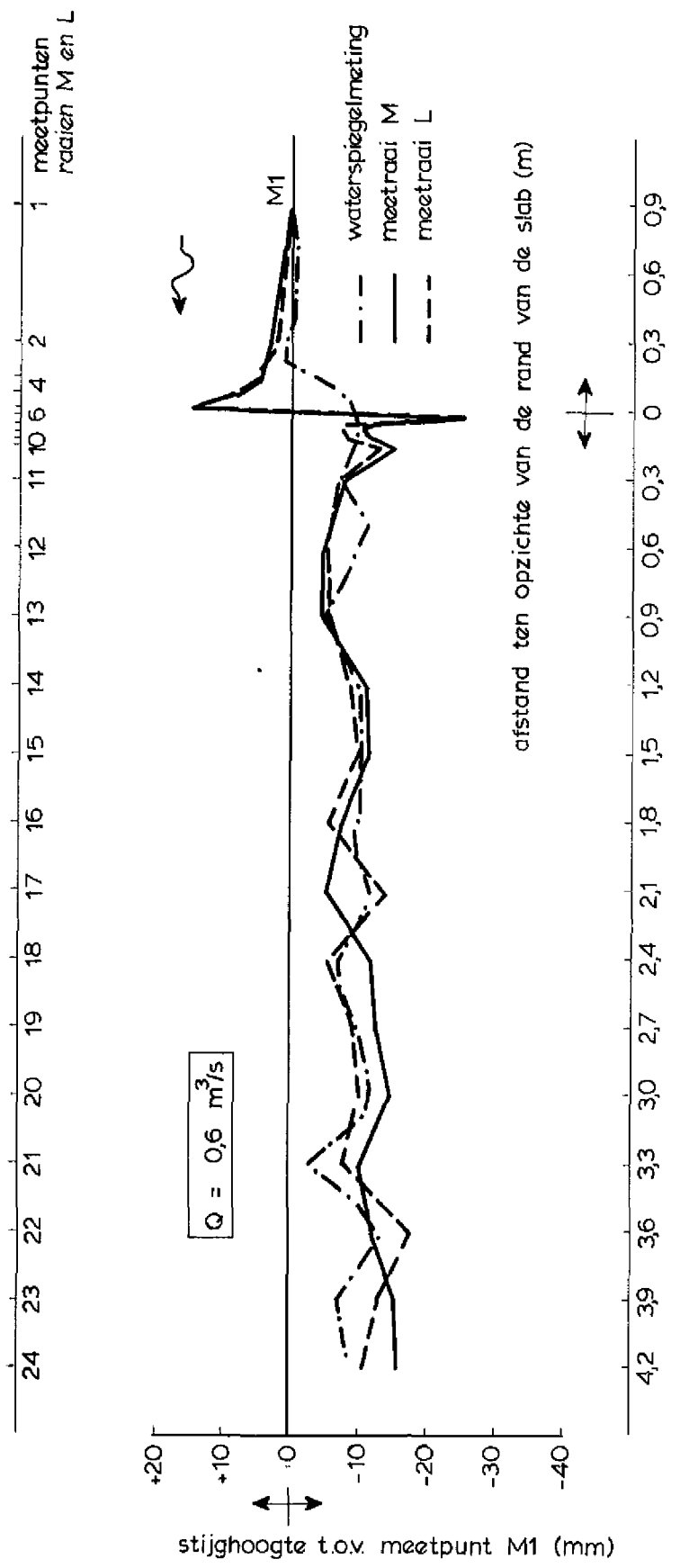
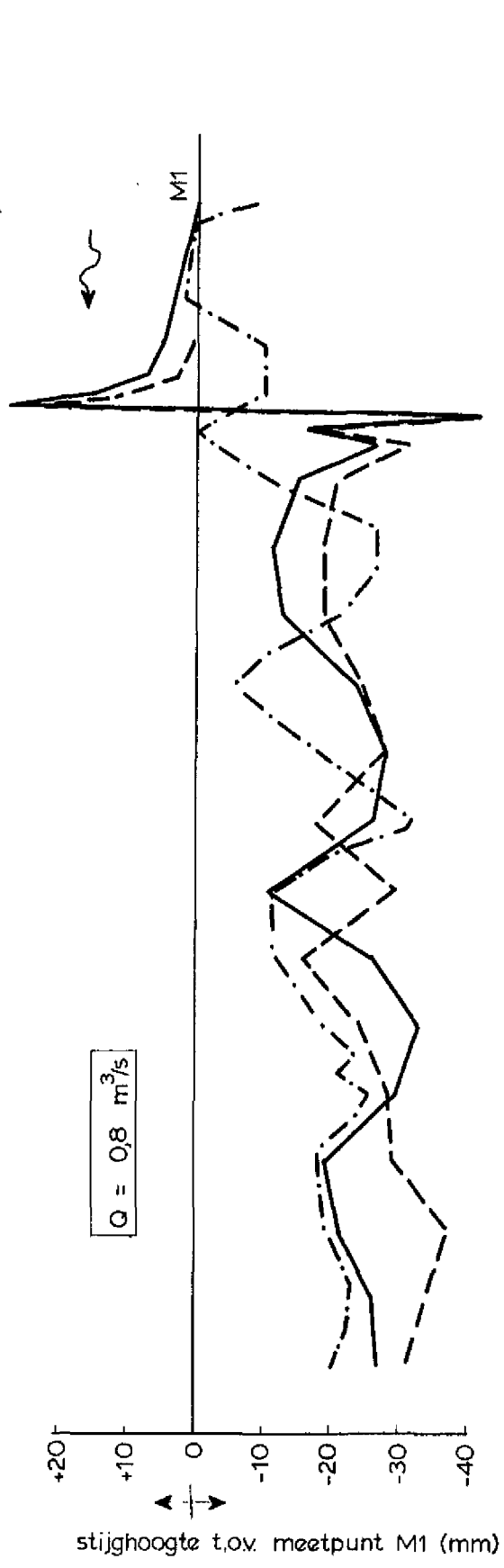
T3

$\alpha = 30^\circ$

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1724

FIG. 5



DRUKVERLOOP BENEDENSTROOMS VAN  
DE RAND VAN DE ASFALTSLAB

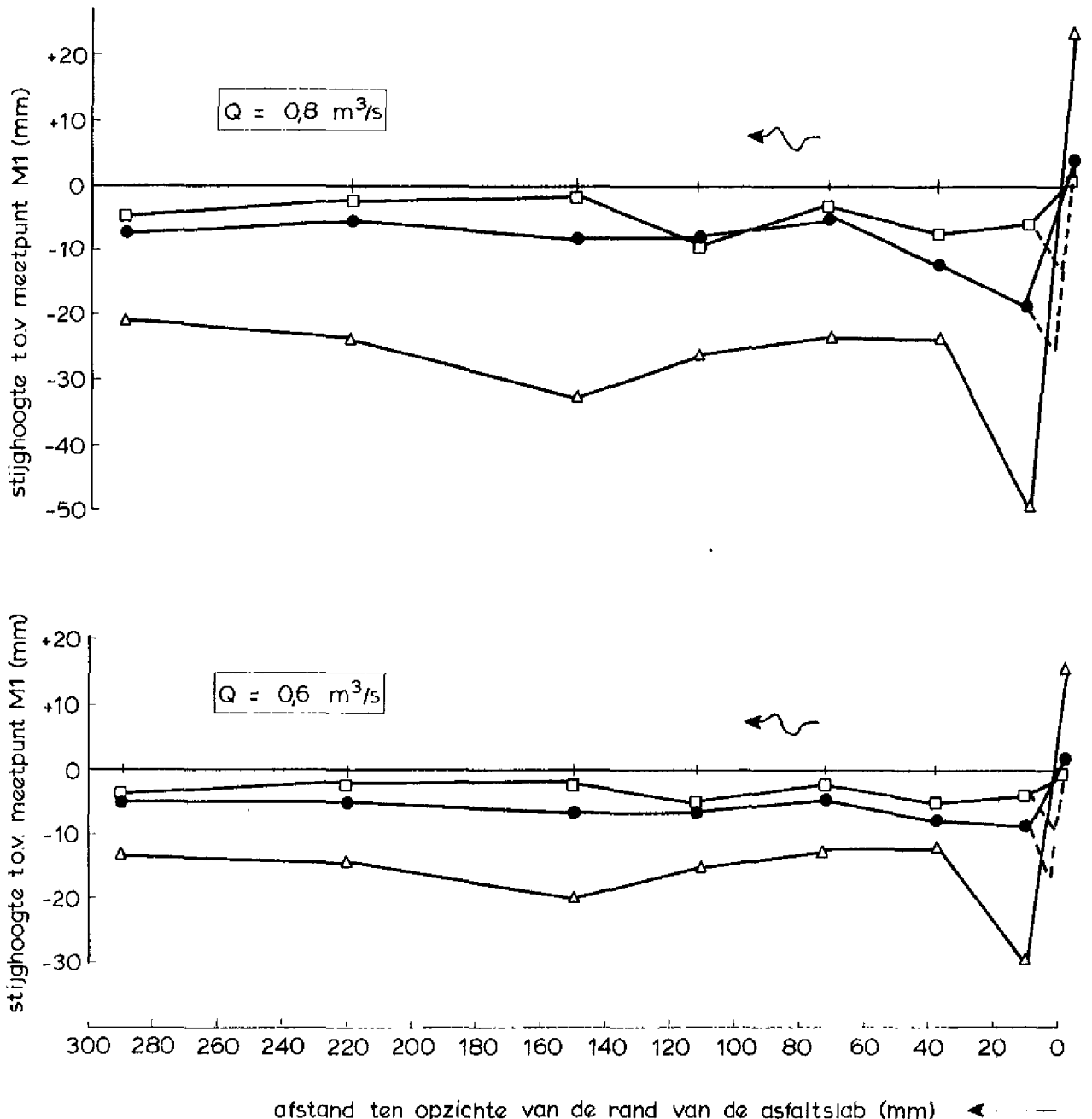
T4

$\alpha = 90^\circ$

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1724

FIG. 6



N6                      N5                      N4                      N3                      N2                      N1                      M6 M5

meetpunten ←

- △ T1  $\alpha = 90^\circ$
- T3  $\alpha = 30^\circ$
- T2  $\alpha = 15^\circ$

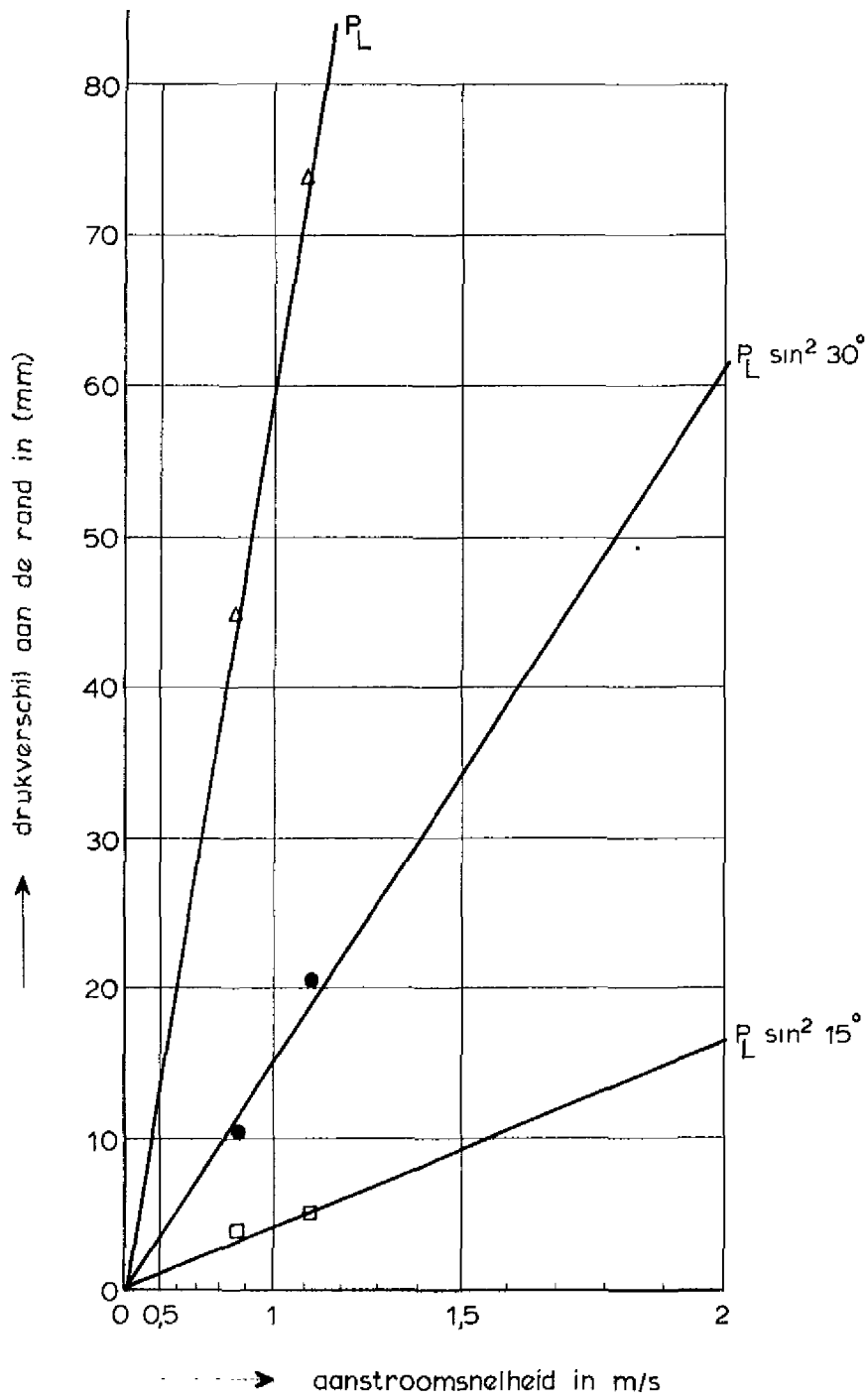
DRUKVERLOOP IN EEN RAAI LOODRECHT  
OP DE RAND VAN DE ASFALTSLAB

T1, T2, T3

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1724      FIG. 7





- $\Delta$  T1  $\alpha = 90^\circ$
- $\bullet$  T3  $\alpha = 30^\circ$
- $\square$  T2  $\alpha = 15^\circ$

RELATIE STROOMSNELHEID EN DRUKVERSCHIL  
 BIJ VERSCHILLENDE AANSTROOMHOEKEN