

2e exemplaar

waterloopkundig laboratorium
delft hydraulics laboratory

gedrag blokkenmat onder invloed van stroom
in turbulente omstandigheden

AFGEHANDELD

verslag modelonderzoek

R 460 deel XIII

mei 1982

R0460-13

2e exemplaar

7 JULI 1982

BIBLIOTHEEK
Waterloopkundig Laboratorium
Postbus 177 - DELFT
NEDERLAND

gedrag blokkenmat onder invloed van stroom
in turbulente omstandigheden

verslag modelonderzoek

R 460 deel XIII

mei 1982

INHOUD

	blz.
1. <u>Inleiding</u>	1
1.1 Opdracht en doel van het onderzoek.....	1
1.2 Gedrag van de blokkenmat volgens voorafgaand onderzoek.....	2
2. <u>Opzet van het onderzoek</u>	4
2.1 Proefopstelling.....	4
2.2 Metingen.....	4
3. <u>Resultaten</u>	6
3.1 T1, onbestorte blokkenmat zonder vlies.....	6
3.2 T2, bestorte blokkenmat zonder vlies.....	7
3.3 T3, onbestorte blokkenmat met vlies.....	7
4. <u>Conclusies</u>	9

REFERENTIES

FIGUREN

- 1 Stroomgoot te Lith
- 2 Proefopstelling
- 3 Detail blokkenmat
- 4 Waterloopkundige karakteristieken Robusta-mat
- 5 Waterloopkundige karakteristieken TYPAR-vlies
- 6 Zeefkromme wadzand
- 7 Zeefkromme staalslakken

Stroomsnelheden en waterdiepten op verschillende tijdstippen

- 8 T1, onbestorte blokkenmat zonder vlies
- 9 T2, bestorte blokkenmat zonder vlies
- 10 T3, onbestorte blokkenmat met vlies
- 11 Stramien betonblokken R 460 X

GEDRAG BLOKKENMAT ONDER INVLOED VAN STROOM IN TURBULENTE OMSTANDIGHEDEN

1. Inleiding

1.1 Opdracht en doel van het onderzoek

In het verslag R 460 deel X [2] zijn de resultaten beschreven van de proeven, waarbij de zanddichtheid van verschillende typen blokkenmat werd onderzocht bij een nagenoeg uniforme stroming. Hoewel deze proeven een behoorlijk inzicht hebben verschaft over de manier waarop een blokkenmat dient te worden samengesteld, geven ze geen directe informatie over de zanddichtheid van blokkenmatten, die worden aangevallen door een stroming met grote turbulentie-intensiteit. Bovendien heeft het ontwerp van de blokkenmat sinds 1972 enige wijzigingen ondergaan. Omdat de oorspronkelijk toegepaste mat (Robusta 825 g/m²) niet bleek te voldoen aan de te stellen zanddichtheidseisen, werd overgegaan op het toepassen van twee boven elkaar aangebrachte kunststoffilters, waarvan het onderste kunststoffilter (TYPAR-vlies 170 g/m²) voldoet aan de zanddichtheidseis en het bovenste kunststoffilter (Robusta 1200 g/m²) de constructie voldoende sterkte geeft. Bij het in het onderzoek R 460 deel X beproefde ontwerp was op de Robustamat een rietmat bevestigd, die het kunststoffilter beschermde tegen beschadigingen tijdens het afstorten van stenen 10-60 kg. Bij een bestorting met staalslakken en bij toepassing van de zwaardere kwaliteit (1200 g/m²) is deze rietmat niet nodig en komt daardoor in het ontwerp niet meer voor. Ook de vorm en het patroon van de betonblokken komt niet meer geheel overeen met de in [2] beschreven blokkenmat (vergelijk figuur 3 met figuur 11).

Teneinde de leemte in de kennis op te vullen, heeft de Afdeling Ontwikkeling Nieuwe Werkmethoden van de Deltadienst van Rijkswaterstaat opdracht gegeven tot het onderzoek naar het gedrag en de zanddichtheid van de blokkenmat onder invloed van stroom in turbulente omstandigheden.

Onderzocht werden:

- een blokkenmat bestaande uit een 1200 g/m² Robusta polypropeenmat ($O_{90} = 335 \mu\text{m}$), waarop de blokken (0,17 m hoog) waren bevestigd in een regelmatig patroon
- dezelfde blokkenmat met een bestorting van 200 g/m² staalslakken
- dezelfde blokkenmat voorzien van een TYPAR-vlies ($O_{90} = 145 \mu\text{m}$) zonder bestorting van staalslakken.

Het onderzoek, dat in oktober 1976 in de stroomgoot bij de stuw te Lith werd uitgevoerd, stond onder leiding van ing. K.A.G. Mouw van de Afdeling Ontwikkeling Nieuwe Werkmethoden van de Rijkswaterstaat en ing. S. Maat van het Waterloopkundig Laboratorium. Bitumarin B.V. zorgde bij de uitvoering van het onderzoek voor personeel en materieel. Dit verslag werd samengesteld door ing. S. Maat van het Waterloopkundig Laboratorium.

1.2 Gedrag van de blokkenmat volgens voorafgaand onderzoek

Uit het onderzoek R 460 deel X is gebleken dat bij een ongelijkmatige verdeling van de op het kunststoffilter aangebrachte verzwaring (bijvoorbeeld alleen betonblokken), onder voldoende zware omstandigheden, door de stroom een sterke invloed kan worden uitgeoefend op de ligging van de bodemverdediging op het zandbed. Tengevolge van een kromming van de stroomlijnen rondom de blokken ontstaat een overdruk tegen de bovenstroomse zijde en een onderdruk aan de bovenkant en aan de benedenstroomse zijde van het blok. In het zandbed ontstaat hierdoor een verhang in de richting van de stroom. Bovendien wordt door de stroom op het blok een kantelende werking uitgeoefend. Indien de stroomsnelheid zo groot is dat de kanteling zich kan gaan voltrekken kan de overdruk tegen de bovenstroomse zijde van het blok ook onder het blok gaan heersen. Het gewicht van het blok kan dan door het optredende drukverschil boven en onder het blok worden geneutraliseerd, waardoor het blok los van het zandbed komt. Onder invloed van het optredende verhang onder het blok zal dan een waterbeweging tussen het weefsel en het zandbed kunnen ontstaan die het zand in stroomrichting transporteert. Het zand zal of worden gevangen door het weefsel, of door het weefsel kunnen ontwijken. Het verplaatste zand is afkomstig van de plaats waar de grootste druk heerst, de bovenstroomse zijde van de betonblokken. Hierdoor zal het blok zakken en enigszins tegen de stroomrichting in kantelen (tegengesteld aan de eerdergenoemde kantelbeweging). Bij de proeven bleek ook dat een meer gelijkmatige verdeling van de toegepaste verzwaring een gunstige werking heeft voor een stabiele ligging van de bodembescherming.

Deze gelijkmatige verdeling van de toegepaste verzwaring kan worden verkregen door toepassing van kleinere betonblokken, waarbij de vakken worden opgevuld door staalslakken. Bij grote stroomsnelheden en turbulenties kunnen echter de staalslakken hun stabiliteit verliezen.

De zanddichtheid van de blokkenmat wordt voornamelijk bepaald door de openingskarakteristieken (O_{90} en O_{98}) van de kunststoffilters. Voor een stationaire

belastingtoestand met een grondwaterstroom loodrecht op het scheidingsvlak tussen kunststoffilter en ondergrond zou moeten gelden volgens [1]

$$\frac{O_{90}}{D_{90}} \leq 1 \quad (1)$$

Voor een zeer extreme cyclische belastingtoestand is het kunststoffilter zand- dicht als de grootste openingen in het filter kleiner zijn dan de kleinste zandkorrels, waarbij als praktische eis wordt gesteld:

$$\frac{O_{98}}{D_{15}} \leq 1 \quad (2)$$

Echter, indien zich evenals bij een stationaire toestand onder het kunststof- filter een natuurlijk filter opbouwt dan treedt zanddichtheid op als:

$$\frac{O_{98}}{D_{85}} \leq 1 \quad (3)$$

Bij de zandsorten in de Oosterschelde is $D_{85} \approx 190 \mu\text{m}$ en $D_{15} \approx 100 \mu\text{m}$. De 1200 g/m^2 Robusta polypropeenmat heeft een $O_{90} = 355 \mu\text{m}$ en een $O_{98} \approx 445 \mu\text{m}$. Onder extreme omstandigheden bij een stroming (stationair en cyclisch) lood- recht op het grensvlak kan dan ook geen volledige zanddichtheid gegarandeerd worden. Dit heeft geresulteerd in het toepassen van een extra kunststoffilter, een TYPAR-vlies met $O_{90} = 145 \mu\text{m}$ en $O_{98} = 175 \mu\text{m}$. Dit TYPAR-vlies voldoet zowel aan (1) als aan (3), zodat de zanddichtheid ook onder extreme omstandigheden ge- garandeerd kan worden als de blokkenmat goed aansluit aan de ondergrond. Gaat de mat echter klapperen, bijvoorbeeld tengevolge van een ongelijkmatige en/of onvoldoende verzwaring dan moet, omdat niet aan (2) wordt voldaan met enig zand- verlies rekening gehouden worden.

2. Opzet van het onderzoek

2.1 Proefopstelling

Een overzicht van de proefopstelling in de stroomgoot te Lith is gegeven in figuur 1 en 2. De blokkenmat werd gelegd op een zandbed met een lengte van 10 m. De zeefkromme van het zand is gegeven in figuur 6. De D_{50} van het zand in het model ($D_{50} = 130 \mu\text{m}$) is kleiner dan de D_{50} van het zand in de Oosterschelde ($D_{50} \approx 165 \mu\text{m}$). De blokkenmat bestond uit 4 secties van elk 4 m effectieve lengte en met aan weerszijden een flap van 0,5 m. Het leggen van de 4 matsecties vond plaats in bovenstroomse richting, waarbij de bovenstroomse flap verzaamd werd door de volgende te leggen matsectie. De 4 matsecties gingen daardoor in benedenstroomse richting als één geheel werken. De flappen aan de boven- en benedenstroomse zijde van de blokkenmat werden door middel van klemlaten aan de gootbodem vastgezet.

Met de beschikbare hulpmiddelen was het niet mogelijk de matsecties volledig gestrekt op de bodem te leggen. De effectieve lengte van de in de goot gelegde matsectie was gemiddeld 3,75 m en de totale lengte circa 15 m, waarvan 10 m boven het zandbed, circa 3 m bovenstrooms en circa 1 m benedenstrooms van het zandbed (zie figuur 2). Bovenstrooms van de blokkenmat werd ten behoeve van een goede aanstroming over een afstand van circa 3 m een geleidelijk in dikte toenemende bestorting van staalslakken (40-160 mm, zie figuur 7) aangebracht. Deze staalslakken werden ook toegepast als bestorting van de blokkenmat bij proef T3. Om zandverlies bij de aansluiting van de blokkenmat aan de gootwand te voorkomen werden bij de gootwanden 0,5 m brede flappen over een afstand van 0,25 m in het zandbed ingegraven.

2.2 Metingen

De stroomsnelheid werd tijdens de proeven in stappen opgevoerd. Elke ingestelde stroomsnelheid werd gedurende een periode van ongeveer een half uur constant gehouden, waarna door middel van een peiling kon worden nagegaan of er een eventuele verandering in hoogteligging van de blokkenmat was opgetreden, hetgeen duidt op een kanteling van de blokken en of zandverlies. Hiervoor werd gebruik gemaakt van de peilvoet, die aan de boven de goot verrijdbare meetwagen was bevestigd. De stroomsnelheden werden gemeten met een Ott-molen. Indien de maximaal in de goot instelbare stroomsnelheid van (3,4 à 3,7 m/s) werd bereikt en er geen veranderingen van betekenis in de hoogteligging werden

waargenomen, werd de maximale stroomsnelheid gedurende langere tijd gehandhaafd (zie figuur 8, 9 en 10).

Daarna werd in de goot ter plaatse van raai 2 een betonblok (afmetingen $1 \times 1 \times 1 \text{ m}^3$) tegen de wand geplaatst (zie figuur 2). Het blok werd op de bodem gesteund door een klemplaat en met een kabel verankerd aan een bovenstrooms gelegen vast punt. De stroomsnelheid werd in een aantal stappen opgevoerd tot de maximaal in de goot instelbare stroomsnelheid. Door de aanwezigheid van het blok in de goot werden plaatselijk de stroomsnelheden aanzienlijk vergroot en werden er grote wervels met zowel horizontale als verticale assen opgewekt.

3. Resultaten

3.1 T1, onbestorte blokkenmat zonder vlies

In proef T1 werd een blokkenmat onderzocht bestaande uit een Robustamat van 1200 g/m^2 , waarop de blokken (0,17 m hoog) waren bevestigd in een regelmatig patroon (zie figuur 3). Voor een overzicht van de ingestelde stroomsnelheden en waterdiepten gedurende proef T1 wordt verwezen naar figuur 8. De gemiddelde stroomsnelheden werden bepaald aan de hand van de verticaal-metingen in raai 13,5.

Na in totaal 7 uren stromen met een maximale stroomsnelheid van 3,4 à 3,7 m/s bleken de blokken enigszins in de stromingsrichting te zijn gekanteld. Bovendien was de mat tussen de blokken iets omhooggekomen. Dit kantelingseffect werd bij de proevenserie beschreven in het verslag R 460 deel X, met een blokkenpatroon volgens figuur 11 (en dus vergelijkbaar met dat van T1 (figuur 3)) niet waargenomen. Een mogelijke oorzaak hiervan is dat de rietlaag, die bij de R 460-X proevenserie wel aanwezig was, nivellerend heeft gewerkt op de drukken onder de mat. Bovendien bezit de rietlaag een bepaalde stijfheid, die het kantelen tegengaat.

In het benedenstroomse gedeelte van de goot (tussen raai 15 en raai 17 werd een geringe zakking van de blokken (0,01 m) gemeten. Deze zakking wordt grotendeels toegeschreven aan de niet-zanddichte beëindiging van de blokkenmat ter plaatse van de benedenstroomse betonrand. Ook kan een zakking van de blokken ontstaan, doordat bij het kantelingsproces zand van onder de blokken naar de ruimten onder de mat tussen blokken wordt verplaatst.

Nadat het blok (1 m^3) ter plaatse van raai 2 in de goot was geplaatst, werd in korte tijd de stroomsnelheid opgevoerd tot de maximaal in de goot instelbare (zie figuur 8). Aan de hand van het maximaal af te voeren debiet ($11 \text{ m}^3/\text{s}$) en de gemeten waterdiepten werd de stroomsnelheid ter plaatse van raai 7 geschat op 5,6 m/s en ter plaatse van raai 13,5 op 4,5 m/s. Tengevolge van deze stroomsnelheden en turbulenties kwamen ter plaatse van raai 7 de twee aansluitende secties van de blokkenmat in beweging. De proef werd meteen beëindigd. De bovenstroomse matsectie bleek iets te zijn uitgerekt en onder de tweedematsectie geschoven. De zakking van het blokkenmatgedeelte tussen raai 15 en 17 bedroeg aan het einde van de proef circa 0,05 à 0,10 m. Tussen raai 7 en raai 15 werd geen zakking waargenomen, mogelijk doordat de extreme omstandigheden te kort hebben geduurd.

3.2 T2, bestorte blokkenmat zonder vlies

Op de blokkenmat was een bestorting van 200 kg/m^2 staalslakken aangebracht. Voor een zeefanalyse wordt verwezen naar figuur 7. Met de hoeveelheid van 200 kg/m^2 kon de ruimte tussen de betonblokken worden opgevuld tot een hoogte welke ongeveer gelijk was aan de hoogte van de betonblokken zelf.

De stroomsnelheden werden weer in stappen opgevoerd tot de maximaal instelbare stroomsnelheid in de stroomgoot ($3,4 \text{ à } 3,7 \text{ m/s}$). Voor een overzicht van het proefverloop wordt verwezen naar figuur 9.

Er werd na 4 uur stromen geen zandverlies geconstateerd. Ook het kantelingsverschijnsel, dat zich bij de onbestorte mat voordeed, werd niet waargenomen. Tijdens het verdere verloop van de proef, waarbij bovenstrooms van de blokkenmat een betonblok was geplaatst werd geen zakking van de blokkenmat waargenomen. Bij de meest extreme omstandigheden (zie figuur 9) werd evenwel tussen raai 7 en raai 8 de constructie instabiel. Langs de gootwand werden de staalslakken weggezogen alsmede een aantal betonblokken welke van de mat waren losgeraakt. Door het verlies van de ballast kwam de mat in beweging en werd er een spleet tussen de mat en de gootwand gevormd. Hierdoor vond een sterke erosie van het onderliggende zandbed plaats. Het plaatselijk ontstaan van een gat mag daarom niet gezien worden als het niet zanddicht zijn van de mat, maar als een rand-effect, dat veroorzaakt werd door het instabiel worden van de mat (verzwaring). Wegens een defect aan de Ottmolen zijn de gegeven stroomsnelheden tijdens het laatste deel van de proef vrij globaal.

3.3 T3, onbestorte blokkenmat met vlies

Op het zandbed werd een blokkenmat gelegd, welke was voorzien van het TYPAR-vlies. Dit vlies werd om uitvoeringstechnische redenen aangebracht tussen de mat en de blokken. Het aanbrengen van het vlies op de relatief open Robustamat in plaats van er onder is ongunstig voor de zanddichtheid van de blokkenmat als geheel. Het zand, dat eventueel door de relatief open mat in de ruimte tussen de mat en het vlies terecht kan komen, zal tengevolge van dynamische krachten gemakkelijker door het vlies kunnen dringen, dan in het geval, dat het vlies direct op het zandbed ligt. Als derhalve bij deze proef zanddichtheid optreedt, zal dit zeker het geval zijn voor de meer gebruikelijke situatie, waarin het vlies direct op het zand ligt.

Tijdens de proef werd, behalve over het achterste gedeelte (tussen raai 15 en 17) geen zakking waargenomen. De maximale gemiddelde stroomsnelheid bedroeg 3,30 m/s. De zakking tussen raai 15 en 17 moet evenals bij T1 worden toegeschreven aan de niet geheel zanddichte aansluiting van de blokkenmat aan de benedenstroomse betonrand. Wel was ook bij proef T3 sprake van een geringe kanteling van de grote blokken in de stroomrichting. Tussen de blokken waren de kunststoffilters weer opgeboid. In figuur 10 wordt een overzicht van de ingestelde stroomsnelheden en waterdiepten weergegeven. De stroomsnelheden zijn vrij globaal wegens een optredend defect aan de Ott-molen. Aangezien uit de resultaten van T1 en T2 kon worden afgeleid, dat ook onder turbulente omstandigheden de mat zanddicht zou zijn tot aan het moment, waarop de blokkenmat zelf zijn stabiliteit zou verliezen (verlies bestorting en blokken of omklappen) werd het onderzoek naar de zanddichtheid van deze mat onder turbulente omstandigheden niet uitgevoerd.

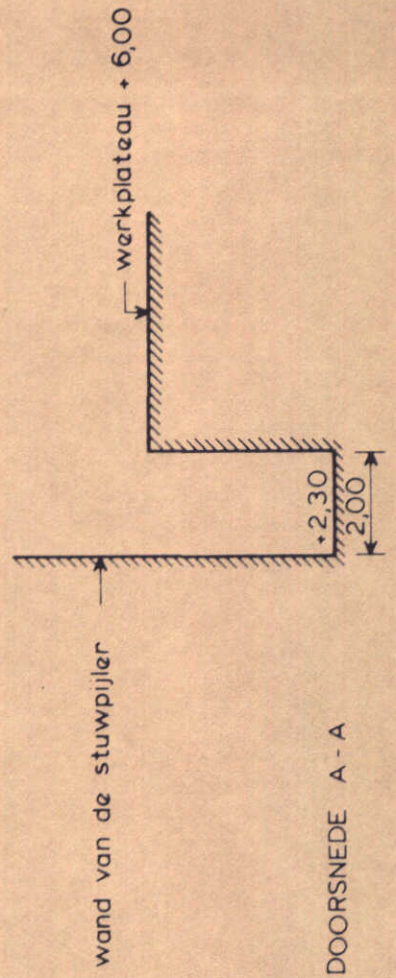
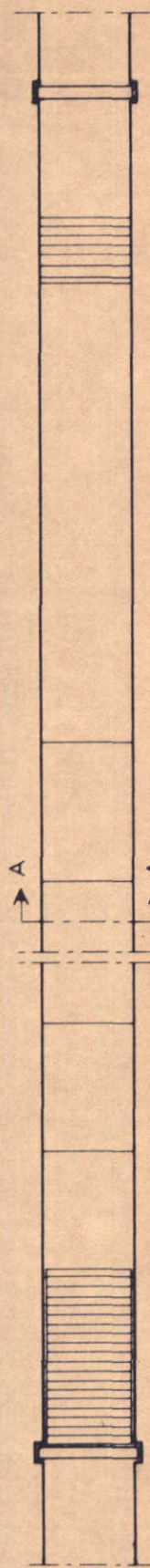
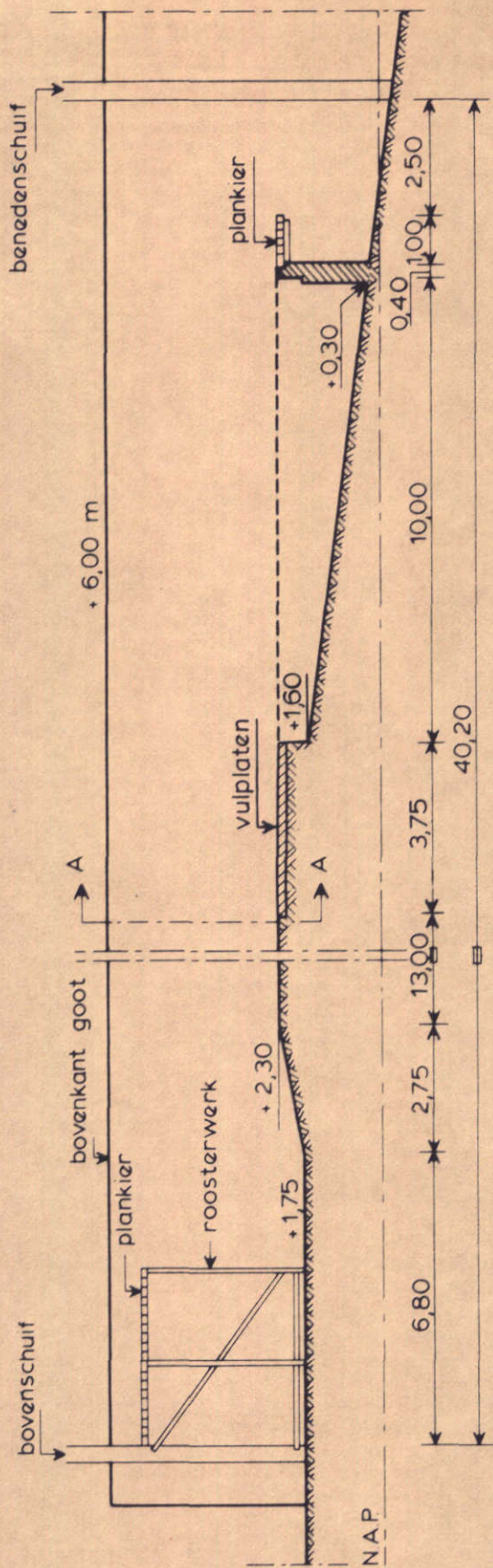
4. Conclusies

- 1 Bij nagenoeg uniforme stroming met $\bar{v} = 3,4 \text{ à } 3,7 \text{ m/s}$ bij de in de stroomgoot aanwezige geringe waterdiepte gaan de blokken van de onbestorte mat zowel met als zonder vlies tegen de stroming in voorover hellen. In de ruimten tussen de blokken vindt een ophoping van zand plaats waarbij de kunststoffilters worden opgedrukt.
- 2 Met een bestorting bestaande uit staalslakken 40-160 mm treedt bij de onder 1 genoemde omstandigheden geen kanteling op.
- 3 Bij de onder 1 genoemde omstandigheden treedt zelfs bij een blokkenmat zonder bestorting van staalslakken en zonder vlies geen verlies aan zanddichtheid op.
- 4 Bij stromingsomstandigheden, waarbij door het plaatsen van een vernauwing in de goot plaatselijke stroomsnelheden van ca. 5,60 m/s optreden in combinatie met wervels worden de bestorting en losliggende blokken instabiel. Bij de onbestorte mat werd ook de in de stroomgoot toegepaste aansluiting van de afzonderlijke matten instabiel.
- 5 In verband met het instabiel worden van de blokkenmat werd het onderzoek naar de zanddichtheid bemoeilijkt. Wel kan worden gesteld dat een bestorte blokkenmat zonder vlies zanddicht lijkt te zijn voor de onder 4 genoemde omstandigheden.

REFERENTIES

- 1 OGINK, H.J.M.
"Investigations on the hydraulic characteristics of synthetic fabrics"
Delft Hydraulics Laboratory, 1975, publication 146

- 2 Waterloopkundig Laboratorium
Gedrag A.C.Z.-mat onder invloed van stroom
Verslag modelonderzoek R 460 deel X, augustus 1973



maten in m
hoogten in m t.o.v. N.A.P

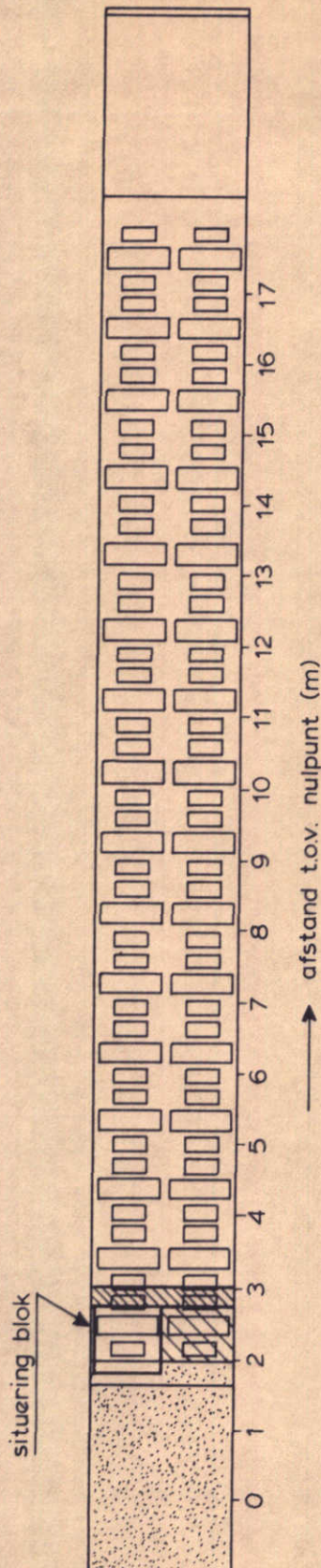
STROOMGOOT TE LITH

SCHAAL 1:150

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

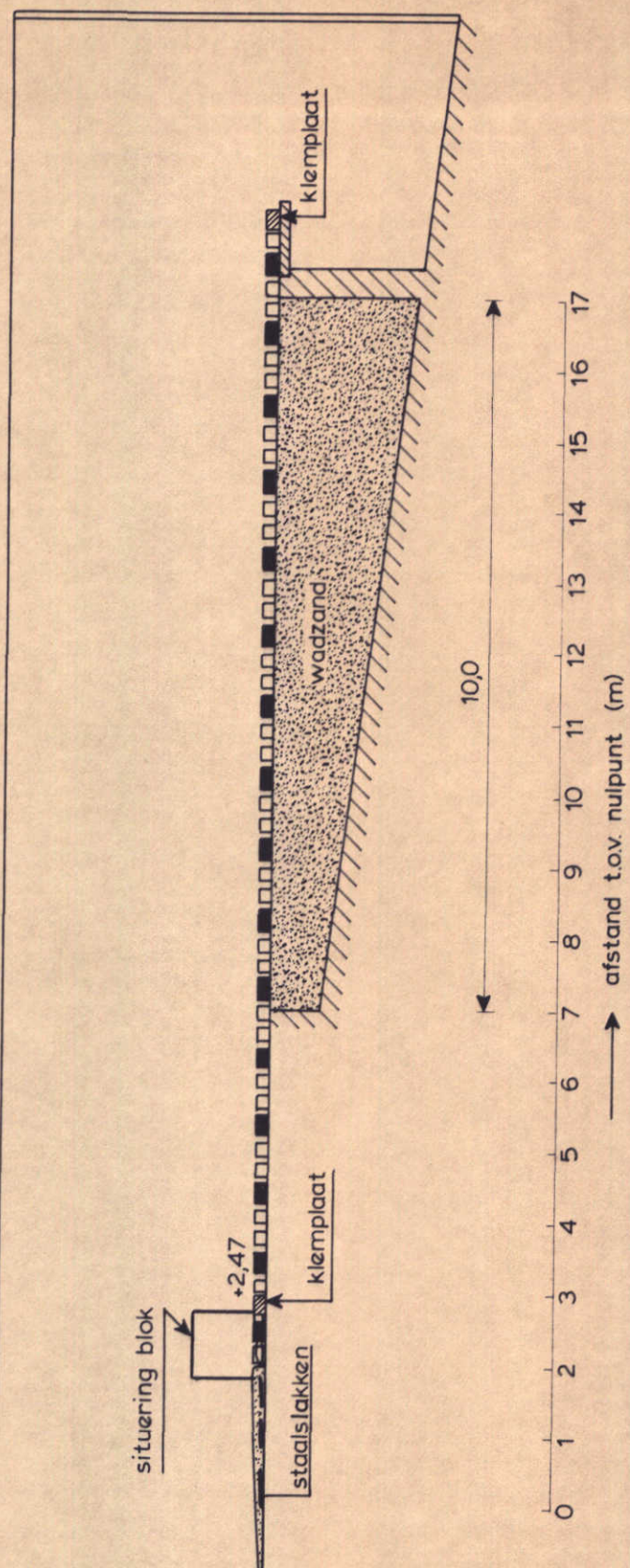
R 460

FIG. 1



BOVENAANZICHT

bovenkant goot +6,00



DOORSNEDE

maten in m
hoogten in m t.o.v. N.A.P

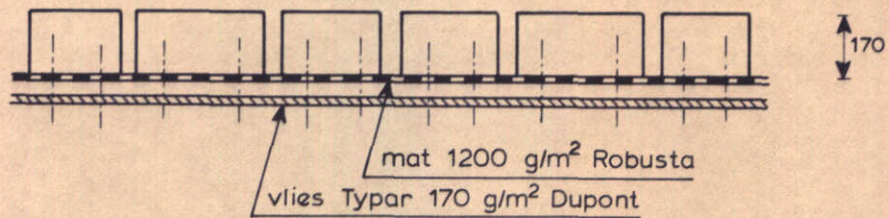
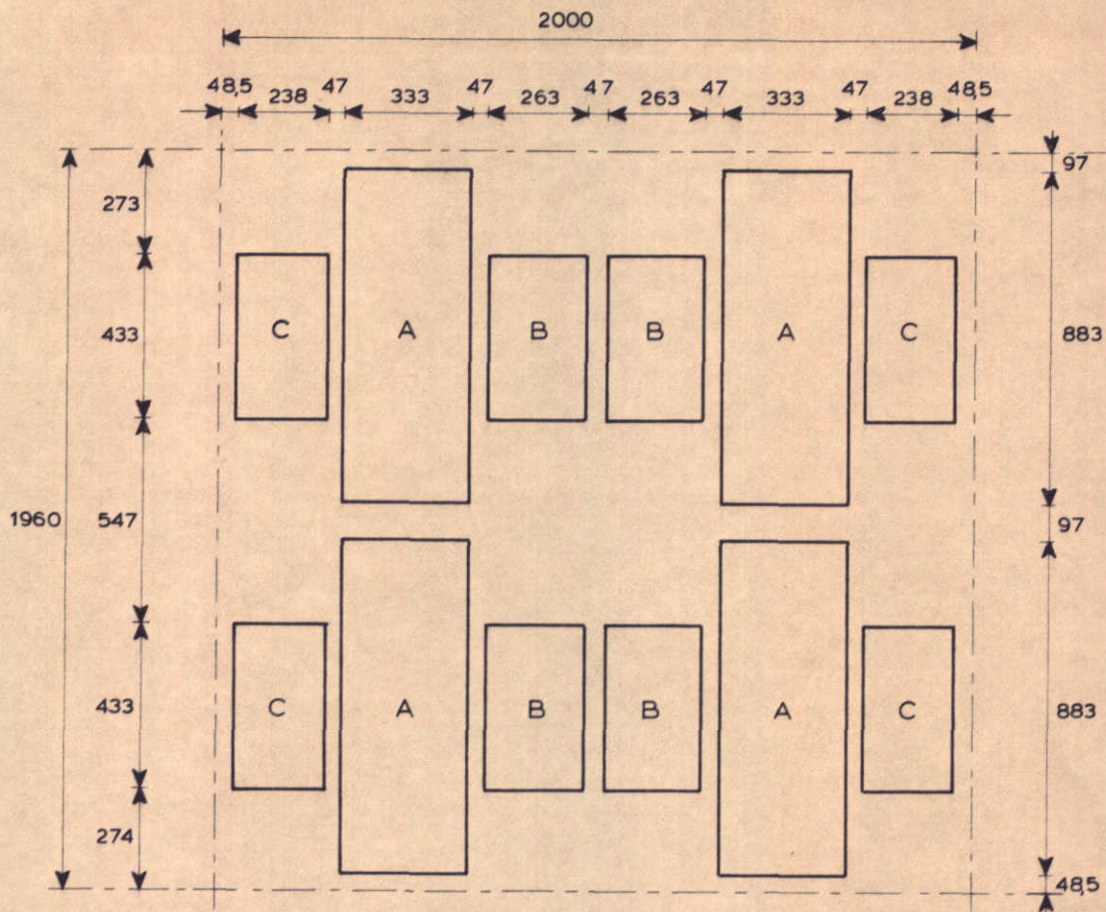
PROEFOPSTELLING

SCHAAL 1:100

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 460

FIG. 2



blokafmetingen: type A: 833 x 333 x 170
 type B: 433 x 263 x 170
 type C: 433 x 238 x 170

maten in mm

DETAIL BLOKKENMAT

SCHAAL 1:20

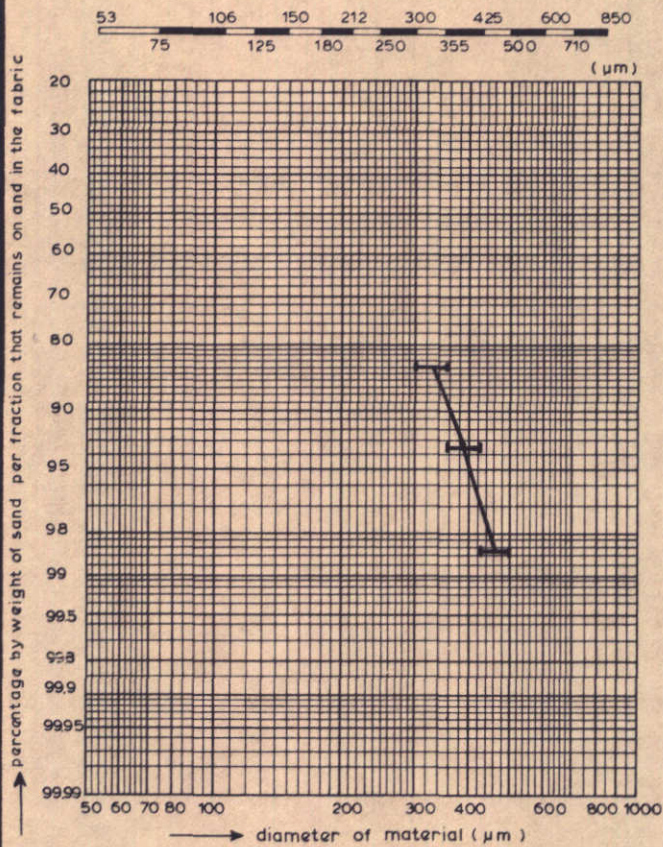
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 460

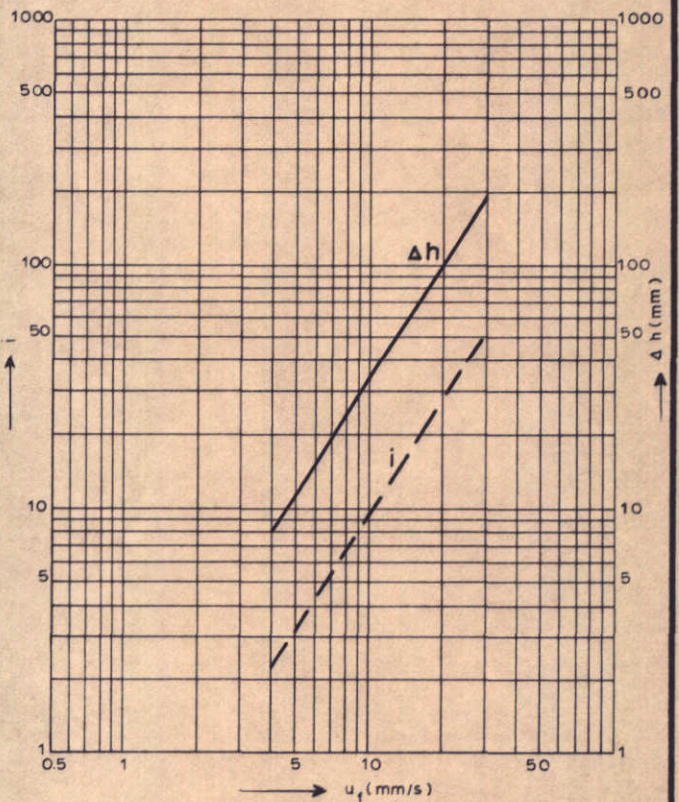
FIG. 3

ROBUSTA		O ₉₀ (μm)	O ₉₈ (μm)	Δh_1 (mm)	i_1	Δs (mm)
1200 gr/m ²	m_x (mean)	355	445	33.2	9.2	3.6
	s_x (standard-deviation)	47.2	63.4	6.1	1.7	-

RANGE OF STANDARDIZED SANDFRACTIONS



GRANULOMÉTRIE MÉCANIQUE
SIEBANALYSE
ZEEFANALYSE
SIEVE ANALYSIS



PERMÉABILITÉ HYDRAULIQUE
WASSERDURCHLÄSSIGKEIT
WATERDOORLATENDHEID
WATER PERMEABILITY

WATERLOOPKUNDIGE KARAKTERISTIEKEN

mat

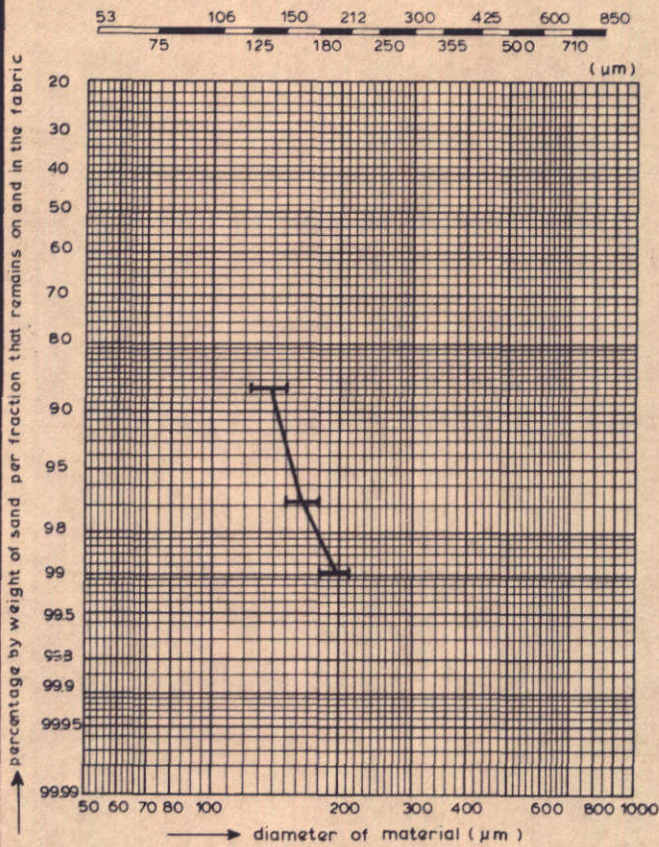
DELFT HYDRAULICS LABORATORY

R 460

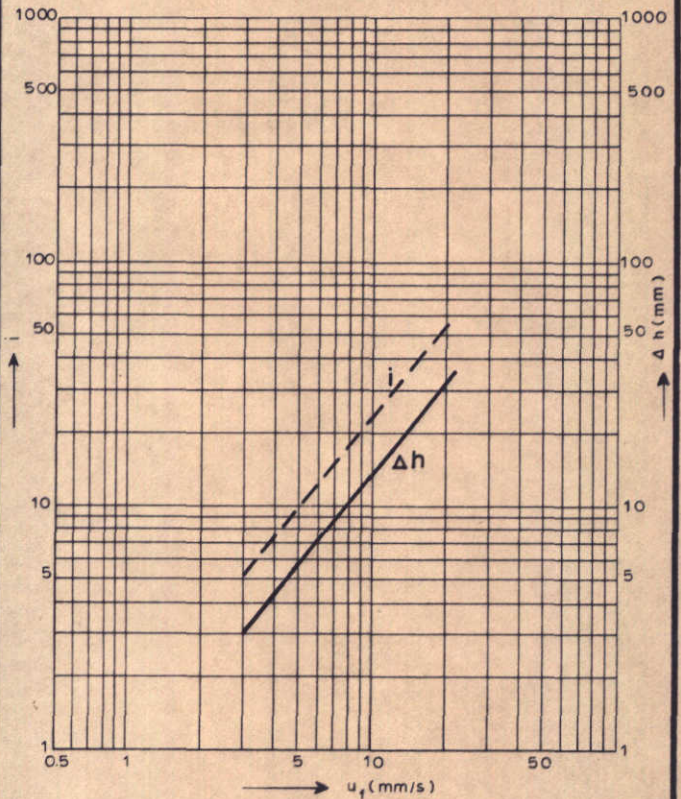
FIG. 4

DUPONT		O90 (μm)	O98 (μm)	Δh_1 (mm)	i_1	ΔS (mm)
Typar 170gr/ m ²	m_x (mean)	145	175	14.0	23.3	0.6
	s_x (standard-deviation)	24.1	22.8	5.7	9.5	-

RANGE OF STANDARDIZED SANDFRACTIONS



GRANULOMÉTRIE MÉCANIQUE
SIEBANALYSE
ZEEFANALYSE
SIEVE ANALYSIS



PERMÉABILITÉ HYDRAULIQUE
WASSERDURCHLÄSSIGKEIT
WATERDOORLATENDHEID
WATER PERMEABILITY

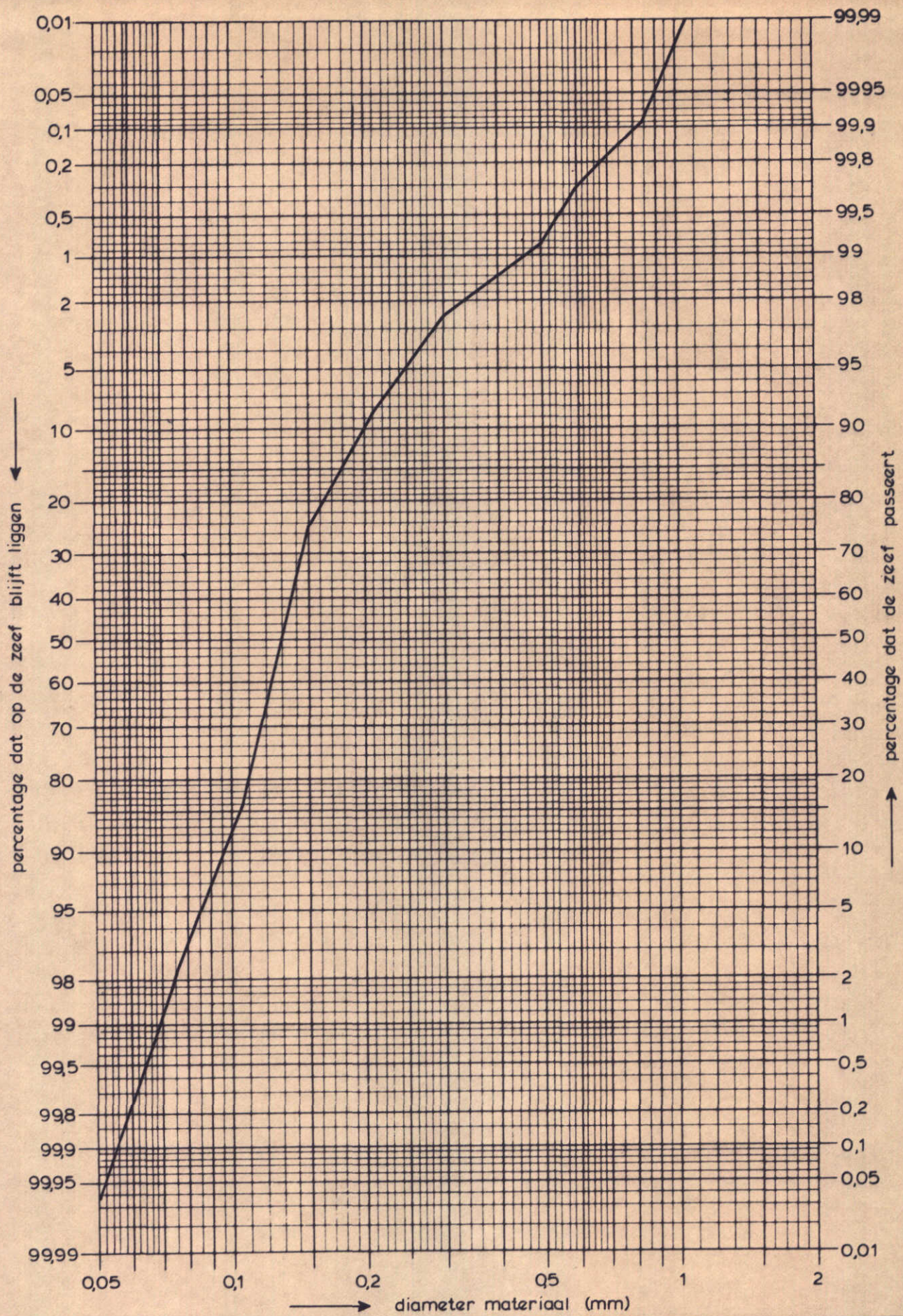
WATERLOOPKUNDIGE KARAKTERISTIEKEN

vlies

DELFT HYDRAULICS LABORATORY

R 460

FIG. 5

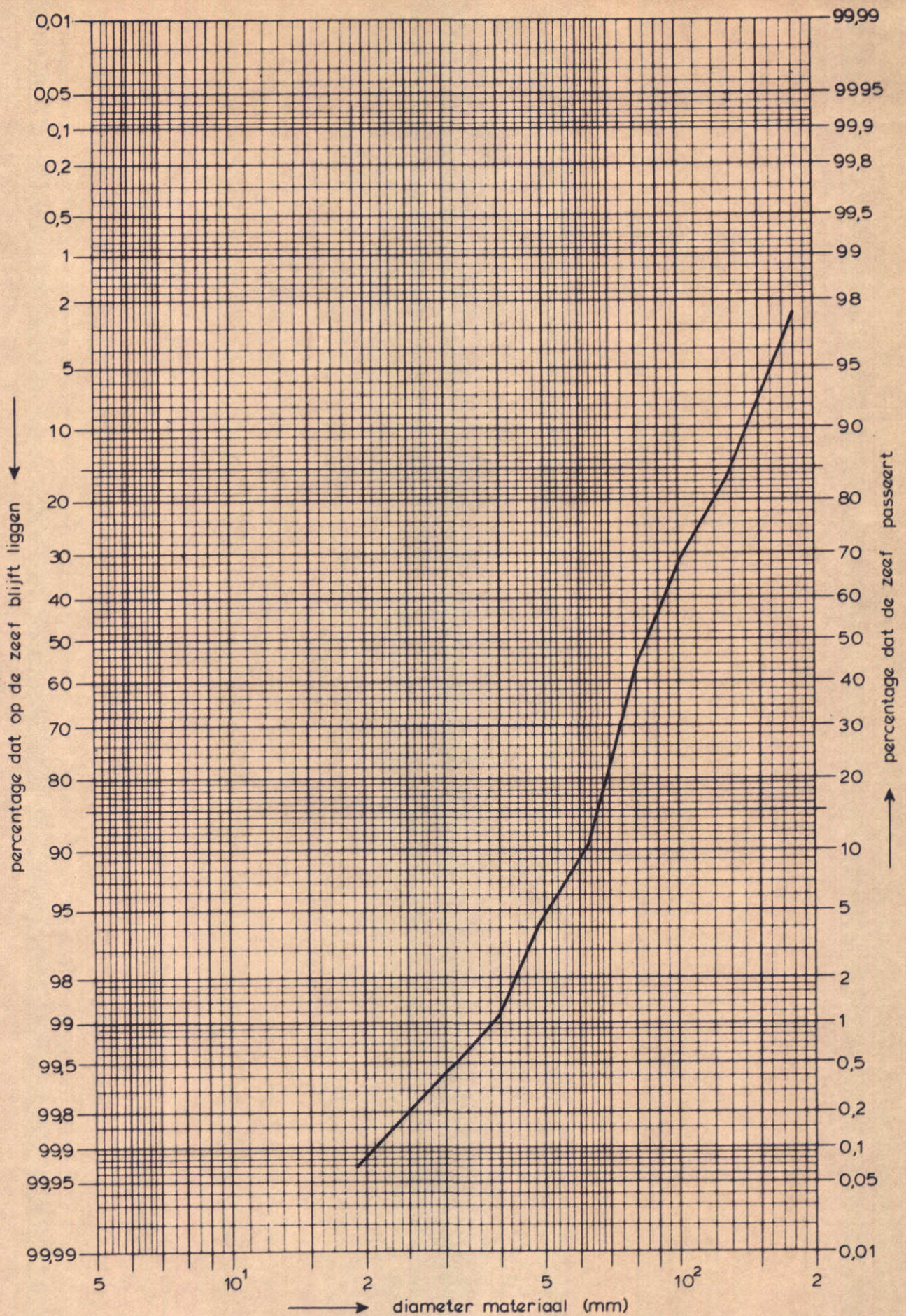


ZEEFKROMME WADZAND

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 460

FIG. 6

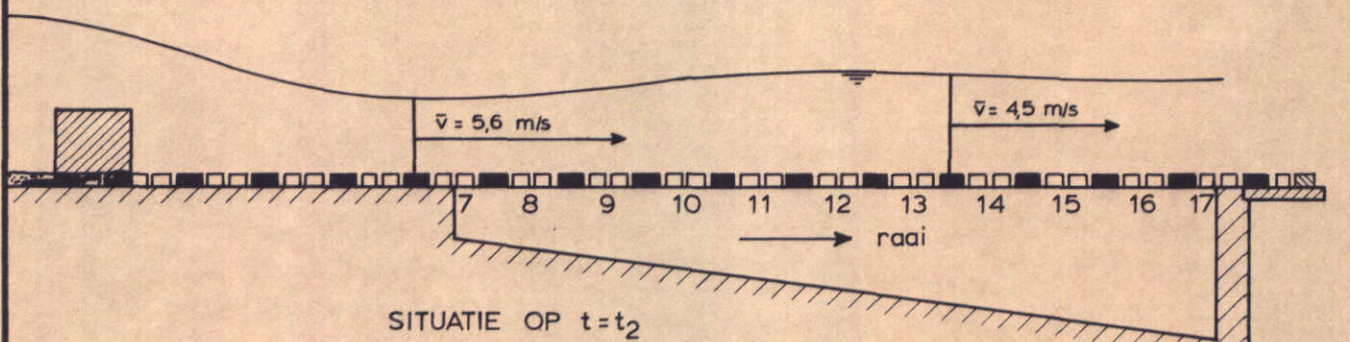
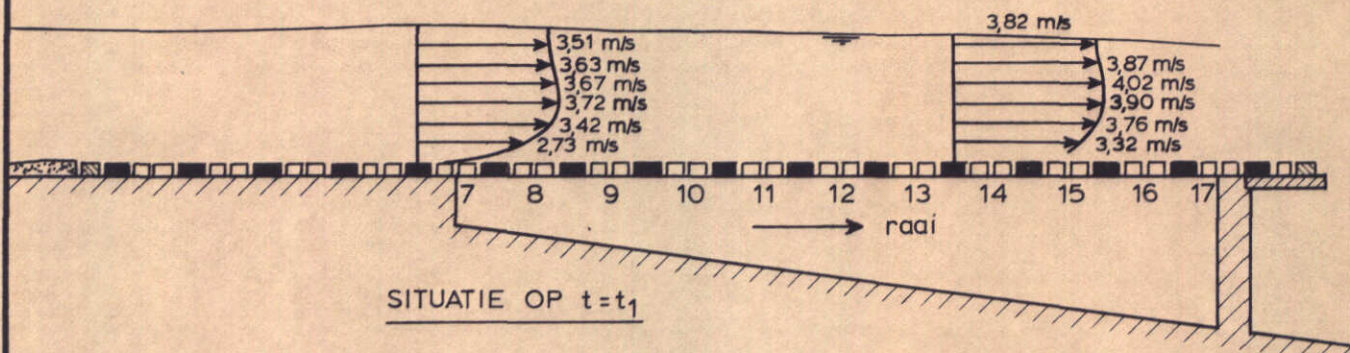
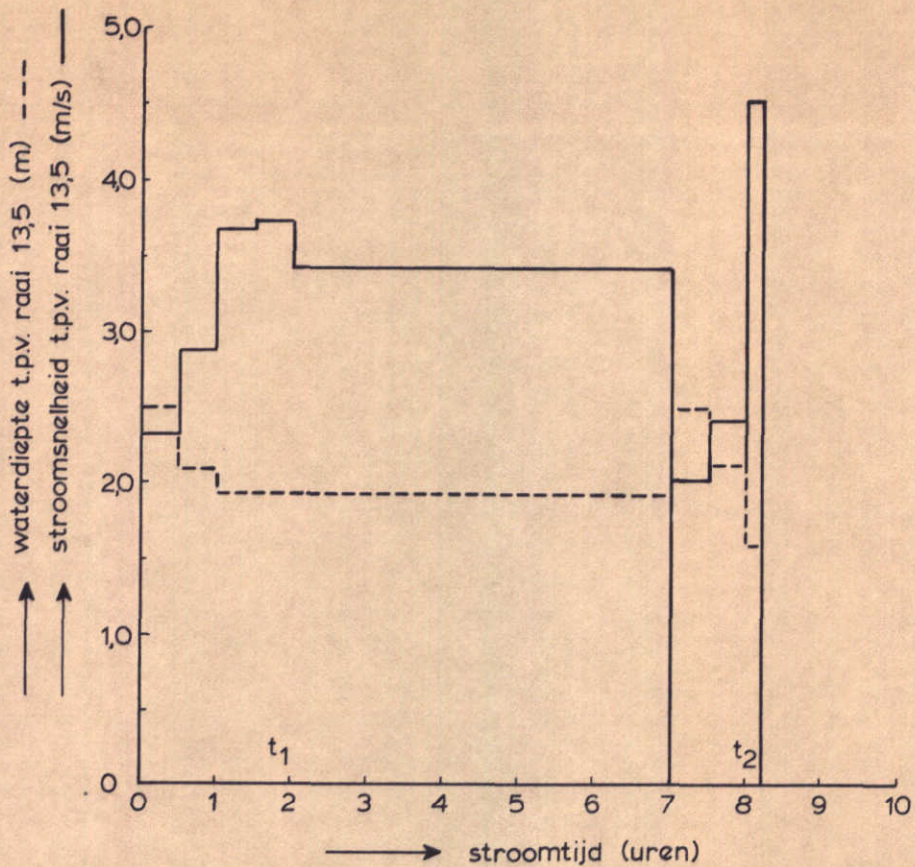


ZEEFKROMME STAALSLAKKEN

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 460

FIG. 7



ONBESTORTE BLOKKENMAT ZONDER VLIJS

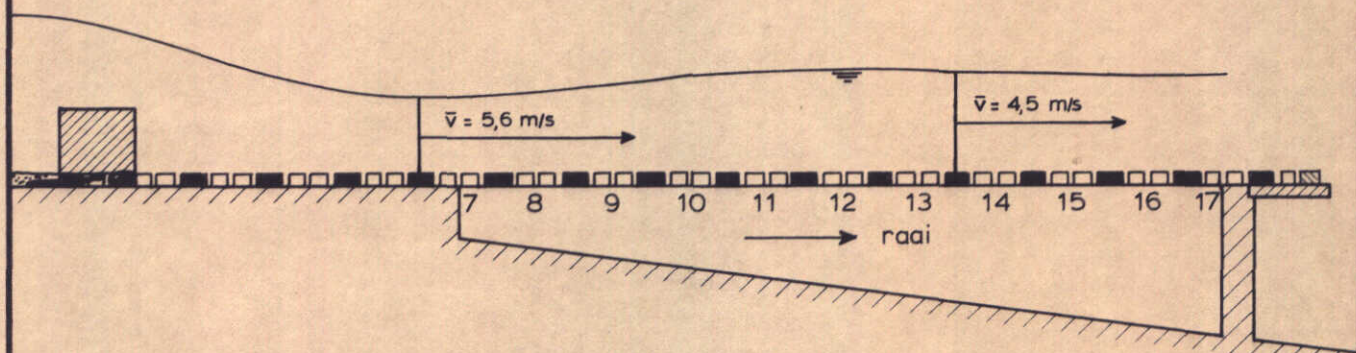
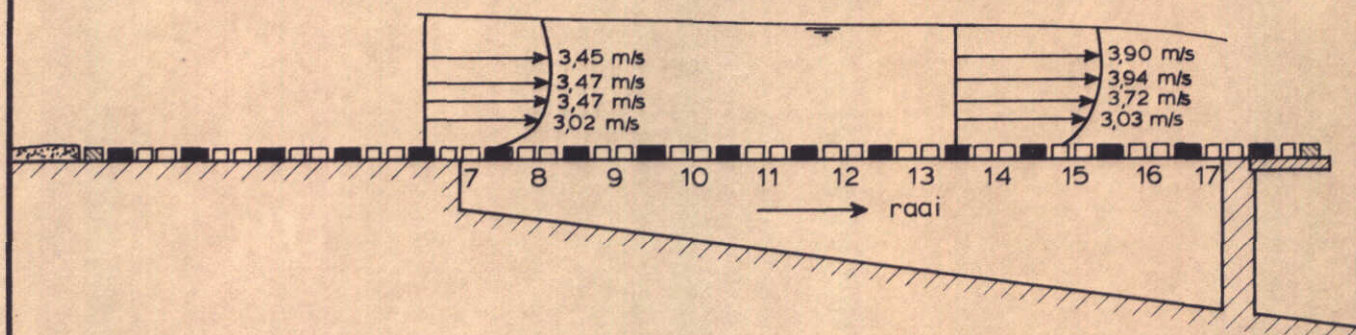
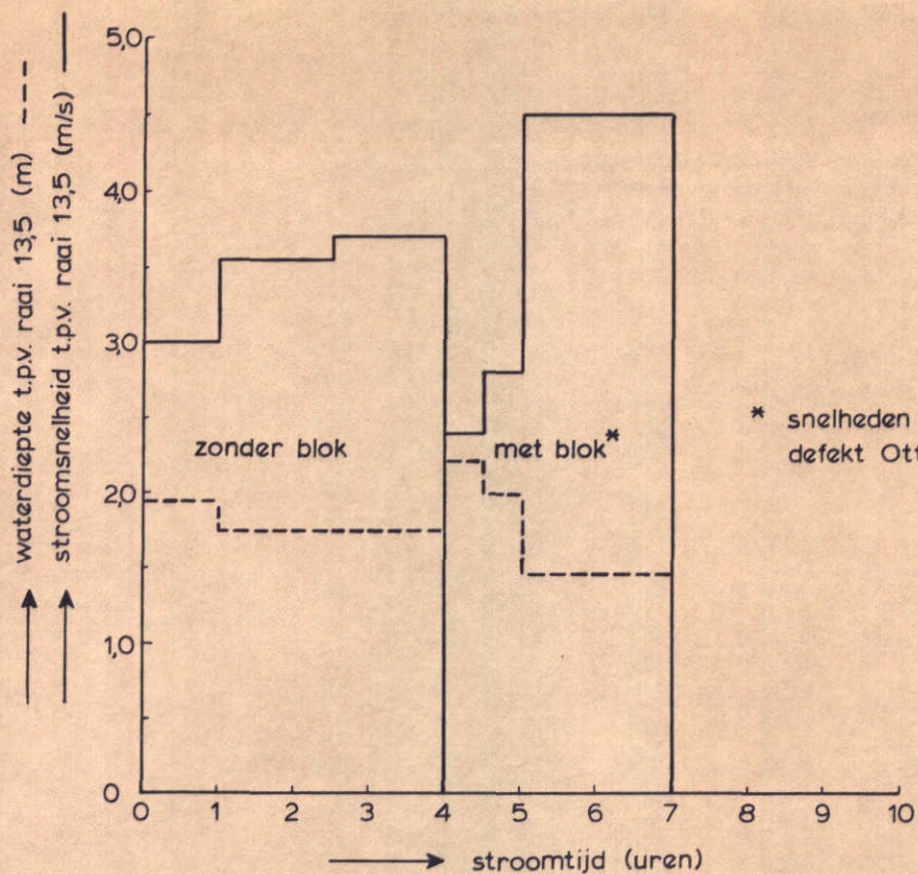
STROOMSNELHEDEN EN WATERDIEPTEN
 OP VERSCHILLENDE TIJDSTIPPEN

T1

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 460

FIG. 8



BESTORTE BLOKKENMAT ZONDER VLIES

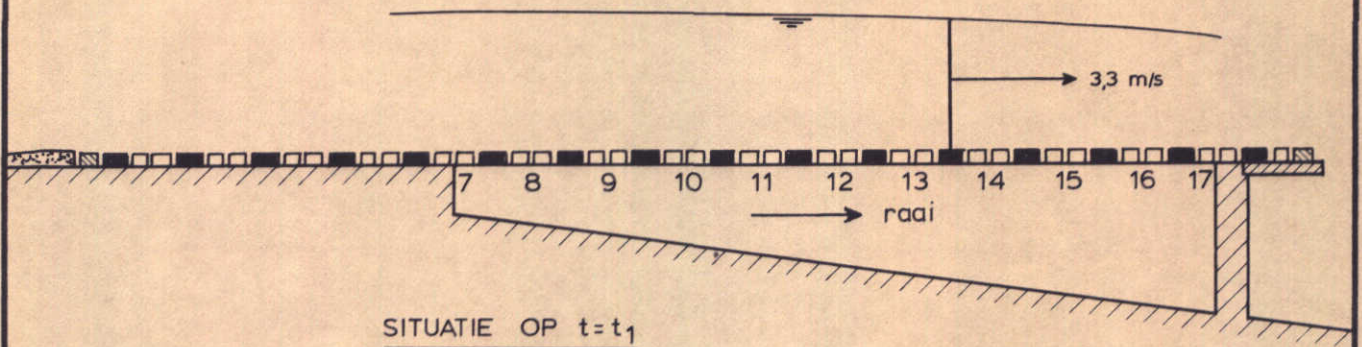
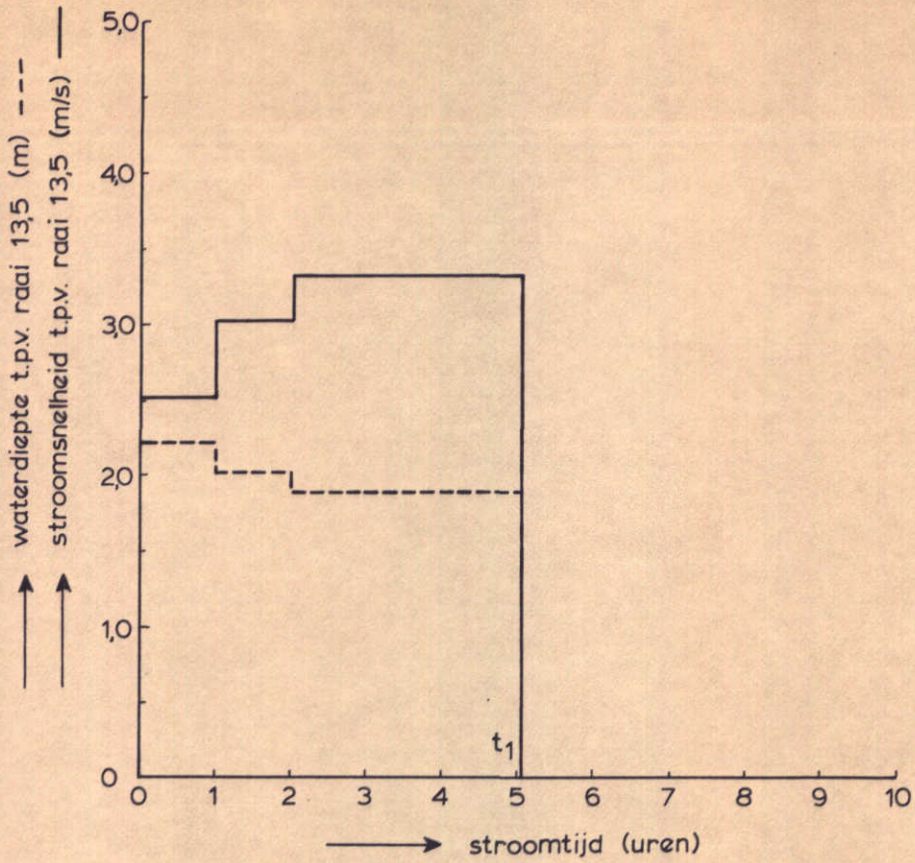
STROOMSNELHEDEN EN WATERDIEPTEN
OP VERSCHILLENDE TIJDSTIPPEN

T2

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 460

FIG. 9



ONBESTORTE BLOKKENMAT MET VLIES

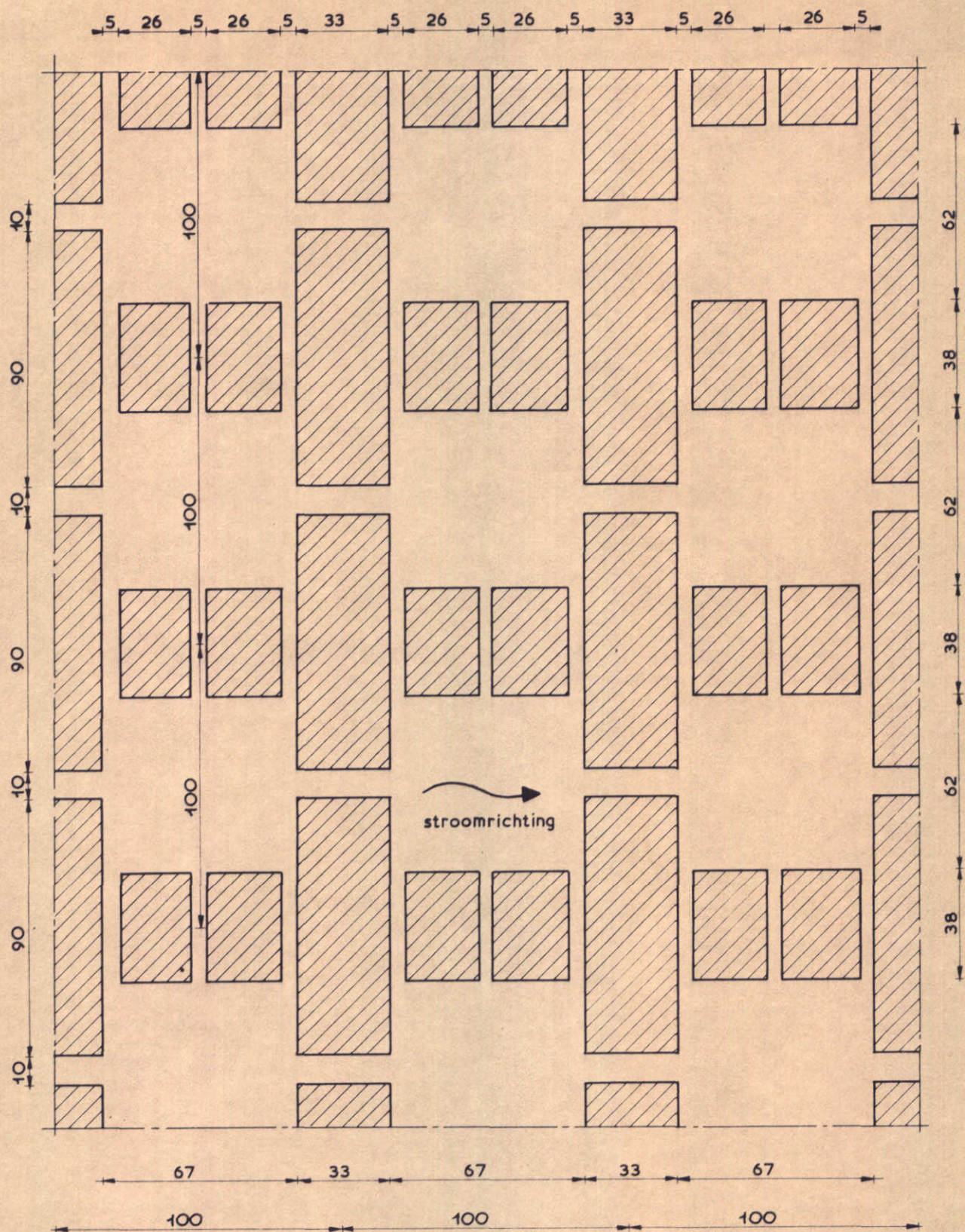
STROOMSNELHEDEN EN WATERDIEPTEN
OP VERSCHILLENDE TIJDSTIPPEN

T3

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 460

FIG. 10



grote blokken: 90 x 33cm , hoogte 16cm
 kleine blokken: 38 x 26cm . hoogte 16cm

maten in cm

STRAMIEN BETONBLOKKEN R460-X

SCHAAL 1:20

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 460

FIG. 11

