

I R 460^{III}

2e exemplaar

ENKELE PROEVEN OVER
HET GEDRAG VAN EEN
ASFALTBODEMBESCHERMING

VERSLAG MODELONDERZOEK

AFGEHANDELD

WATERLOOPKUNDIG
DELFT



LABORATORIUM
R 460 - III

R0460_3

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Enkele proeven over het gedrag van een asfaltbodembescherming

Verslag modelonderzoek

	Delft Waterloopkundig Laboratorium/WL
Bij: 64343	
WL R 0460-III	
	WL Delft Hydraulics



C 147631

R 460-III
augustus 1969

INHOUD

	<u>blz.:</u>
<u>1. Inleiding en opdracht</u>	1
<u>2. Onderzoek</u>	
2.1. Gedrag van een asfaltmat aan de rand van een bodembescherming (T1) ...	2
2.2. Gedrag van asfaltmatten, waarvan de naden loodrecht op de stroom liggen (T2)	2
2.3. Waterdoorlatendheid van de naden tussen de banen asfalt. Geen zand tussen de naden (T3)	3
2.4. Waterdoorlatendheid van de naden tussen de banen asfalt. Zand tus- sen de naden (T4)	5
<u>3. Conclusies</u>	7

FIGUREN

1. Meetgoot te Lith.
2. Zeefkromme wadzand.
3. T1. Meetopstelling.
4. T1. Ontgroning na 0, 1, 2, 4, 8, 20, 44, 88 en 158 uur stromen.
Raai 1 op 0.5 m uit de linkerwand.
5. T1. Ontgroning na 0, 1, 2, 4, 8, 20, 44, 88 en 158 uur stromen.
Raai 2 op 0.5 m uit de as van de goot.
6. T1. Ontgroning na 0, 1, 2, 4, 8, 20, 44, 88 en 158 uur stromen.
Raai 3 op 0.5 m uit de rechterwand.
7. T2. Meetopstelling voor het stromen.
8. T2. Meetopstelling na het stromen.
9. T3. Meetopstelling.
10. Zeefkromme kif, basaltsplit en porfierslag.
11. Meetopstelling en asfalt- stortinstallatie.

FOTO'S

1. Beschadiging na T2 (bovenaanzicht).
2. Beschadiging na T2 (gezien in benedenstroomse richting).
3. Beschadiging na T2 (gezien in bovenstroomse richting).

Enkele proeven over het gedrag van een asfaltbodembescherming

1. Inleiding en opdracht

In de loop van het jaar 1968 is het asfaltschip de "Jan Heymans" gereedgekomen. Het ontwerp van dit schip mag gezien worden als het resultaat van jarenlange studie en experimenten op het gebied van het onder water aanbrengen van asfaltbodembeschermingen. Voor een beschrijving van dit schip wordt verwezen naar het Driemaandelijks Bericht van de Deltawerken no 43 (februari 1968).

Naar aanleiding van de bouw van de "Jan Heymans" heeft de Waterloopkundige Afdeling van de Deltadienst opdracht gegeven tot het verrichten van een modelonderzoek naar de gedragingen van asfalt onder water. Met name is onderzocht in hoeverre de naden bij de 5 m brede, elkaar overlappende, banen asfalt onder verschillende omstandigheden waterdicht zijn en in welke mate loodrecht op de stroomrichting aangebrachte banen bestand zijn tegen stroomaanval. Ook het gedrag van asfalt aan de rand van een bodembescherming is onderzocht.

De proeven zijn uitgevoerd in de tot meetgoot verbouwde vistrap van het stuwcomplex te Lith (figuur 1). Het asfalt is steeds aangebracht op wadzand met een d_{50} van 140μ (zie figuur 2).

Het onderzoek is begeleid door het Waterloopkundig Laboratorium, terwijl de Deltadienst en de firma's Bitumarin en Heymans personeel, materiaal en materieel ter beschikking hebben gesteld.

De proeven hebben plaats gevonden in nauw overleg tussen de Waterloopkundige Afdeling en de Afdeling Ontwikkeling Nieuwe Werkmethoden van de Deltadienst, de firma Bitumarin en het Waterloopkundig Laboratorium.

Dit verslag is opgesteld door de heer F.J. Haverhoek van het Waterloopkundig Laboratorium.

2. Onderzoek

2.1. Gedrag van een asfaltmat aan de rand van een bodembescherming (T1)

De proef heeft tot doel na te gaan hoe een asfaltmat zich gedraagt, indien zich aan de benedenstroomse zijde een ontgrondingskuil vormt. (Hoe steil wordt de aanzethelling van de ontgrondingskuil?) Figuur 3 geeft een overzicht van de meetopstelling. Het zandbed heeft een lengte van 10 m en een breedte van 2 m (= gootbreedte). Het asfalt, met een dikte van 0.1 m, is zodanig aangebracht, dat de laatste 5 m van het zandbed vrij is gehouden. De waterdiepte heeft tijdens de proef ca 2.50 m bedragen. In vergelijking met het prototype is dit vrij gering, maar aan het principe van de proef doet dit weinig af.

Gedurende een periode van 88 uur is gestroomd met een gemiddelde snelheid van ca 1 m/s, daarna is nog 70 uur gestroomd met een gemiddelde snelheid van ca 1.5 m/s.

Tijdens de proef bleek, dat het eind van de asfaltslab zich steeds verder in de benedenstroomse richting verplaatste. Een dunne (2-10 mm), steeds langer wordende laag asfalt volgde als het ware de ontgrondingskuil. De figuren 4, 5 en 6 geven in drie lengteraaian (één in de as van de goot en twee op 0.5 m uit iedere wand) het verloop van dit proces en de verdere ontgroning weer. De zakkings, die het laatste gedeelte van de oorspronkelijke asfaltmat vertoonde, werd veroorzaakt door de volumevermindering tengevolge van het langer worden van de mat. De aanzethelling van de ontgrondingskuil (met uitgelopen asfalt) varieerde van 1:1.5 tot 1:1.7.

Na afloop van de proef bleek het oppervlak van het asfalt zelfs kleine ribbels te vertonen. Een en ander wijst erop dat een te slap asfaltmengsel voor deze proef is toegepast. Volgens de firma Bitumarin bevatte het mengsel te veel bitumen en een verkeerde vulstof.

2.2. Gedrag van asfaltmatten, waarvan de naden loodrecht op de stroom liggen (T2)

Aan deze proef ligt de volgende gedachte ten grondslag:

De asfaltbodembescherming in het zuidelijk sluitgat van het Brouwershavense Gat zou door het asfaltschip de "Jan Heymans" worden aangebracht in 5 m brede, elkaar overlappende, banen in een richting loodrecht op de dam. Om uitvoeringstechnische

redenen zou het gunstiger zijn de banen in een richting evenwijdig aan de dam aan te brengen.

Deze manier van werken heeft tweeërlei consequenties:

1. De naden tussen de asfaltbanen liggen nu loodrecht op de stroom.
2. De kans is groot, dat wanneer een baan gelegd is, deze geheel of gedeeltelijk verzandt, zodat een volgende baan niet goed aansluit op het reeds aangebrachte asfalt.

Teneinde de gevolgen van bovengenoemde werkmethode na te kunnen gaan, is een proef uitgevoerd waarvan de meetopstelling in figuur 7 wordt gegeven. De onderliggende banen 1, 3 en 5 zijn ieder ca 0.08 m dik en 2.5 m lang en liggen op ca 1 m van elkaar. De ruimte tussen deze banen is opgevuld met zand en wel zodanig dat baan 2 geheel op het zand ligt, terwijl baan 4 aan de bovenstroomse zijde op het zand en aan de benedenstroomse zijde op het asfalt van baan 5 aansluit. Baan 6 ligt aan de bovenstroomse zijde op baan 5 en aan de benedenstroomse zijde op het zandbed, dat verder benedenstrooms onbeschermd is. De banen 2, 4 en 6 zijn ca 0.15 m dik en 2.5 m lang.

Na 3 uur stromen met $\bar{v} \approx 0.95$ m/s was het zand tussen baan 2 en baan 1 en 3 weggespoeld, evenals het zand tussen baan 4 en baan 3. Baan 2 rustte toen op baan 1 en 3, terwijl baan 4 op baan 3 rustte.

Na 3 uur stromen hierna met $\bar{v} \approx 1.45$ m/s viel er geen verandering in deze toestand te constateren. Alleen bevond zich in de as van de goot, tussen baan 3 en 4, een gaatje van ca ϕ 0.1 m.

Na vervolgens 3 uur stromen met $\bar{v} = 1.85$ m/s was de toestand radicaal gewijzigd. Het gaatje tussen baan 3 en 4 had zich uitgebreid tot een gat van ca 1 m diep, 2 m breed (= gootbreedte) en gemiddeld 3 m lang. Bovendien was baan 2 vrijwel geheel "omgeklapt". Figuur 8 geeft een beeld van de situatie na de proef. Zie ook de foto's 1, 2 en 3. De aanzethelling van de ontgrondingskuil benedenstrooms van baan 6 bedroeg 1:1.15 tot 1:1.2.

2.3. Waterdoorlatendheid van de naden tussen de banen asfalt. Geen zand tussen de naden (T3)

Wanneer asfalt gekozen wordt als bodembescherming ter weerszijden van een sluitgatdrempel, dan kunnen overdrukken ontstaan onder het asfalt aan de benedenstroomse zijde van het sluitgat. In deze situatie is het van belang te weten of

de naden tussen de elkaar overlappende banen asfalt al dan niet waterdicht zijn. De grootte van de overdruk mag niet groter zijn dan het eigengewicht van het asfalt en de eventuele bestorting (beide onder water).

Figuur 9 toont de opstelling, die voor deze proef is gebruikt. Een schets van de installatie, waarmee het asfalt is gestort, is weergegeven in figuur 11. De overdruk onder het asfalt is gerealiseerd door in het zandpakket op een diepte van 0,5 m een stelsel van geperforeerde buizen op te nemen, die met schuimplastic zijn omwikkeld. Vanaf een centraal punt staan deze buizen in verbinding met een buiten de meetopstelling aangebracht open reservoir, dat in hoogte verstelbaar is. Een speciale constructie is toegepast om lekkage tussen de wanden van de goot en het asfalt te voorkomen. De grootte van de overdruk is met behulp van stijgbuisjes gemeten. Teneinde de mogelijke lekkage van de naden goed te kunnen constateren, is in de bovenlaag van het zandbed een behoorlijke hoeveelheid kleurstof vermengd.

De vier banen asfalt zijn gestort in vrij ondiep water (0.50 m) en wel met onderlinge tussenpozen van resp. 1, 8 en $2\frac{1}{2}$ uur. Deze tussenpozen zijn met opzet verschillend gekozen om na te kunnen gaan of er verschil bestaat tussen een naad van warm asfalt op reeds afgekoeld asfalt en een naad op nog niet afgekoeld asfalt. Het lag in de bedoeling iedere baan een dikte te geven van 0.15 m, terwijl de banen elkaar 2.5 m moesten overlappen. Doordat het asfalt verder uitvloeide dan was verwacht, moest van deze opstelling worden afgeweken (zie figuur 9). De totale dikte van de asfaltmat varieerde van 0.18 m tot 0.25 m.

Drie dagen na het storten van het asfalt is een begin gemaakt met de proeven. De overdruk is geleidelijk opgevoerd tot de waarde waarbij het evenwicht tussen het eigengewicht van het asfalt en de overdruk werd verstoord. Het asfalt werd toen omhooggedrukt. De verbinding tussen asfalt en gootwand bleef intact, zodat het asfalt in de as van de goot omhoog kwam (ca 0.15 m). De naden tussen de asfaltbanen bleven daarbij volkomen waterdicht. Na het opheffen van de overdruk zakte het asfalt geleidelijk aan weer naar zijn oorspronkelijke ligging terug.

Enkele dagen later is deze proef herhaald, nadat halverwege in de as van de goot een gat in het asfalt was geboord (\varnothing 0.08 m). Het instellen van de overdruk had tot gevolg, dat water en zand door het gat omhoog spoot. De overdruk in de onmiddellijke omgeving (0.5 m) van het gat liep niet hoger op dan de druk, die evenwicht maakte met het gewicht van het asfalt. Het beeld van het verloop van de overdrukken buiten de onmiddellijke omgeving van het gat werd vertroebeld door lek-

kage langs de gootwanden.

Daarna is het gat opgevuld met achtereenvolgens: porfierslag, kif en basaltsplit. De zeefkrommen van deze materialen worden weergegeven in figuur 10. Na het instellen van de overdruk bleek het porfierslag niet alleen water maar ook zand door te laten. Kif liet geen zand door, maar ook bijna geen water, zodat het asfalt weer omhoog kwam. Basaltsplit liet zowel zand als water door maar de hoeveelheid water, die er doorheen kwam was niet voldoende om te verhinderen, dat het asfalt omhoog kwam. Tijdens alle drie proeven vertoonde de gootwand lekkage.

Tenslotte is in de toestand, waarbij het gat opgevuld was met basaltsplit nog een stroomproef uitgevoerd om na te gaan in hoeverre het basaltsplit in het gat stabiel was. De waterdiepte tijdens deze proef heeft 2 m en de oppervlaktesnelheid ca 1.6 m/s bedragen. Na 15 minuten stromen sloeg de voorste asfaltslab over de kop waarna de proef gestaakt is. Aan de bovenstroomse zijde van het gat was toen $1\frac{1}{2}$ cm basaltsplit verdwenen en aan de benedenstroomse zijde 3 cm.

2.4. Waterdoorlatendheid van de naden tussen de banen asfalt. Zand tussen de naden (T4)

Bij de proef T2 is al naar voren gekomen, dat het heel goed mogelijk is, dat een baan asfalt geheel of gedeeltelijk verzandt, voordat een volgende baan er op wordt aangesloten. De gevolgen van dit eventuele verzanden voor de waterdoorlatendheid bij aanwezigheid van een overdruk onder een asfaltbodembescherming zijn in deze proef onderzocht.

Figuur 11 toont de meetopstelling voor deze proef. In de figuur is tevens de stortinstallatie weergegeven. Van beneden- naar bovenstrooms kan worden onderscheiden:

- a) een naad met 0.02 m zand (onderste laag asfalt nog niet afgekoeld);
- b) een naad met 0.02 m zand (onderste laag asfalt wel afgekoeld);
- c) een naad met 0.08 m zand.

De banen zijn 5 m lang en de overlappingsen bedragen 2.5 m. Omdat te voorzien is dat de laatstgenoemde naad niet waterdicht is, is de als vierde gestorte asfaltbaan in eerste instantie volgens de stippellijn doorgetrokken tot op baan 3. De beide eerstgenoemde naden kunnen dan eerst worden onderzocht. Daarna kan de laatste naad onderzocht worden door het laatste gedeelte van baan 4 weg te hakken. Verstelbare schotten zijn aangebracht om ongewenste uitvloeiing van het asfalt tijdens het storten te voorkomen.

Vrij spoedig na het instellen van de overdruk (enkele dagen na het storten) begon naad I juist midden in de goot te lekken. Kort daarop volgde naad III (met tijdelijke afsluiting) en daarna naad II. De overdruk waarbij dit optrad, kon niet worden gemeten wegens het bevriezen van de stijgbuisjes. Daarna werd de tijdelijke afsluiting van naad III verwijderd en werd de overdruk gedurende ca 6 uur gehandhaafd om het zand tussen de naden gelegenheid te geven weg te spoelen. Om na te gaan of dit, in combinatie met een rustperiode, wellicht nog verandering in de waterdoorlatendheid van de naden opleverde, werd het onderzoek gedurende vier weken stop gezet. Na deze vier weken werd de overdruk onder het asfalt weer ingesteld, waarna bleek dat de naden nog even waterdoorlatend waren als voorheen. In beide gevallen kwam het asfalt niet omhoog. Er spoelde wel enig zand met het lekwater mee.

3. Conclusies

Alvorens over te gaan tot het formuleren van de conclusies verdient het aanbeveling stil te staan bij de beperkingen van het onderzoek.

Asfalt is bijzonder temperatuurgevoelig en in dat verband is het goed er op te wijzen dat de proeven T1 en T2 plaats gevonden hebben in de maanden juni en juli, terwijl de proeven T3 en T4, respectievelijk in september/oktober en december/januari zijn uitgevoerd.

Tijdens het storten van het asfalt in Lith was al opgevallen, dat het asfalt veel verder uitvloeide dan werd verwacht. Tussentijdse proeven in het Rijkswegenbouw Laboratorium hebben aangetoond, dat de viscositeit van het asfalt sterk afhankelijk is van de druk waaronder het wordt aangebracht. Hoe groter de druk, des te minder de uitvloeijing. In Lith werd het asfalt gestort in een waterdiepte van ca 0.5 m. In het prototype zal dit vaak veel meer zijn.

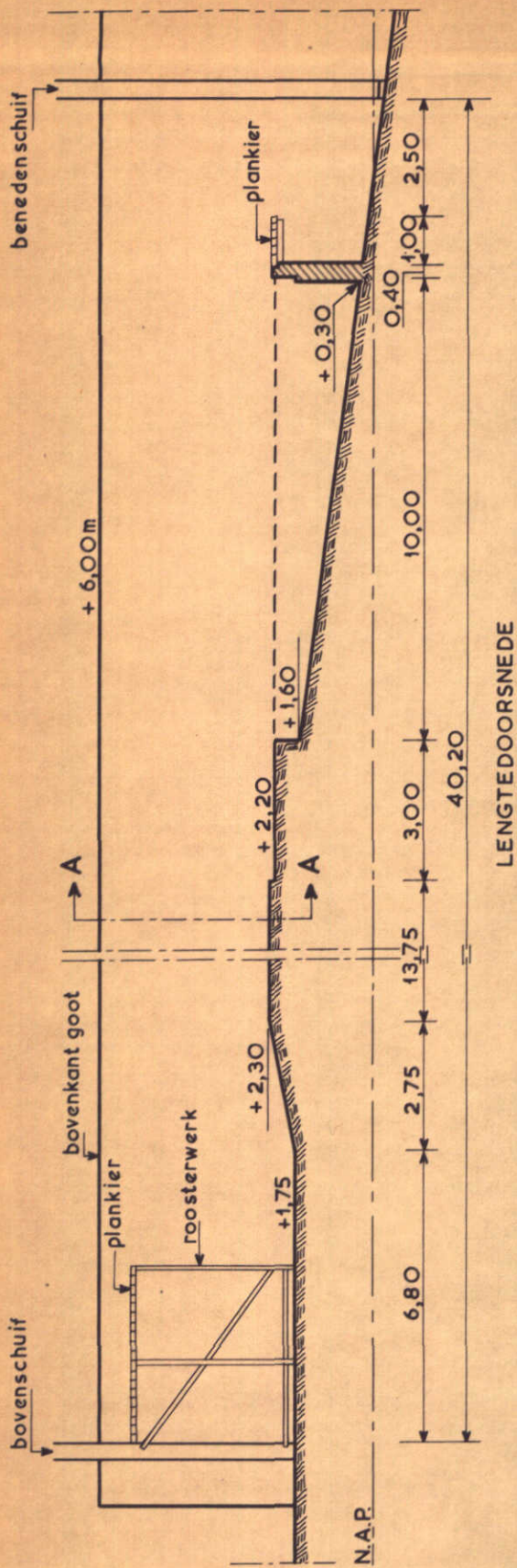
Wat betreft de proeven waarbij een waarde is gevonden voor de grootte van de aanzethelling van de ontgrondingskuil moet er op gewezen worden, dat de aan de benedenstroomse zijde van het zandbed aanwezige verticale wand zeker invloed zal hebben op de steilheid van deze helling.

Binnen de grenzen van het onderzoek kan het volgende worden geconcludeerd:

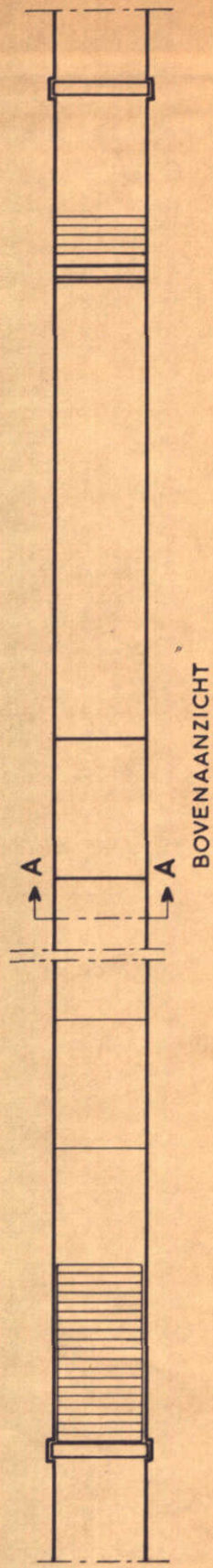
1. De aanzethelling van de ontgrondingskuil achter een asfaltbodembescherming is onder niet extreme toestanden reeds tamelijk steil.
2. In de stroomgoot te Lith is gevonden dat de stabiliteit van een dwars op de stroom liggende baan asfalt (met zand tussen de naden) niet groot is (v_{kritiek} ca 1.85 m/s).
3. Een klein gat in de asfaltbodembescherming, doordat de banen elkaar niet overlappen, kan bij stroomaanval leiden tot aanzienlijke beschadiging van de bodembescherming.
4. Asfalt, aangebracht in 5 m brede, elkaar 2.5 m overlappende banen, zal volkomen waterdicht zijn, indien de naden tussen de banen niet met zand verontreinigd zijn. De wateroverdruk onder het asfalt kan oplopen tot en met de waarde waarbij het evenwicht tussen de overdruk en het eigengewicht van het asfalt wordt verbroken, zonder dat water en/of zand uittreedt.
5. Het waterdoorlatend maken van de asfaltbodembescherming door middel van gaten boren, is een vrijwel ondoenlijke zaak. Niet alleen moeten er dan zeer

veel gaten geboord worden (ca 1 gat/m²), maar ieder gat moet ook worden opgevuld met een materiaal dat water doorlaat en zand tegenhoudt. Het onderzochte kif, porfierslag en basaltsplit voldeden in dit geval niet.

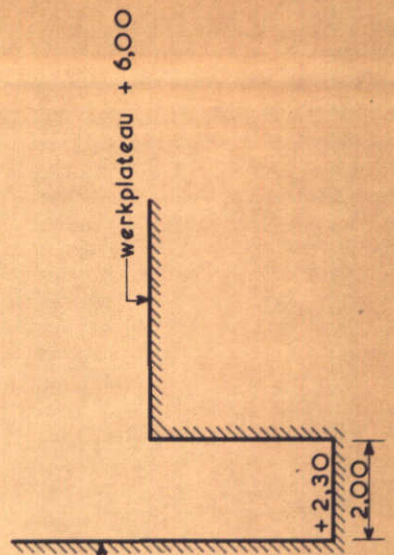
6. Asphalt, aangebracht in 5 m brede, elkaar 2.5 m overlappende banen, zal ter plaatse van de naden waterdoorlatend zijn, indien de naden tussen de banen met zand verontreinigd zijn.



LENGTEDOORSNEDE



BOVENAANZICHT



DOORSNEDE A - A

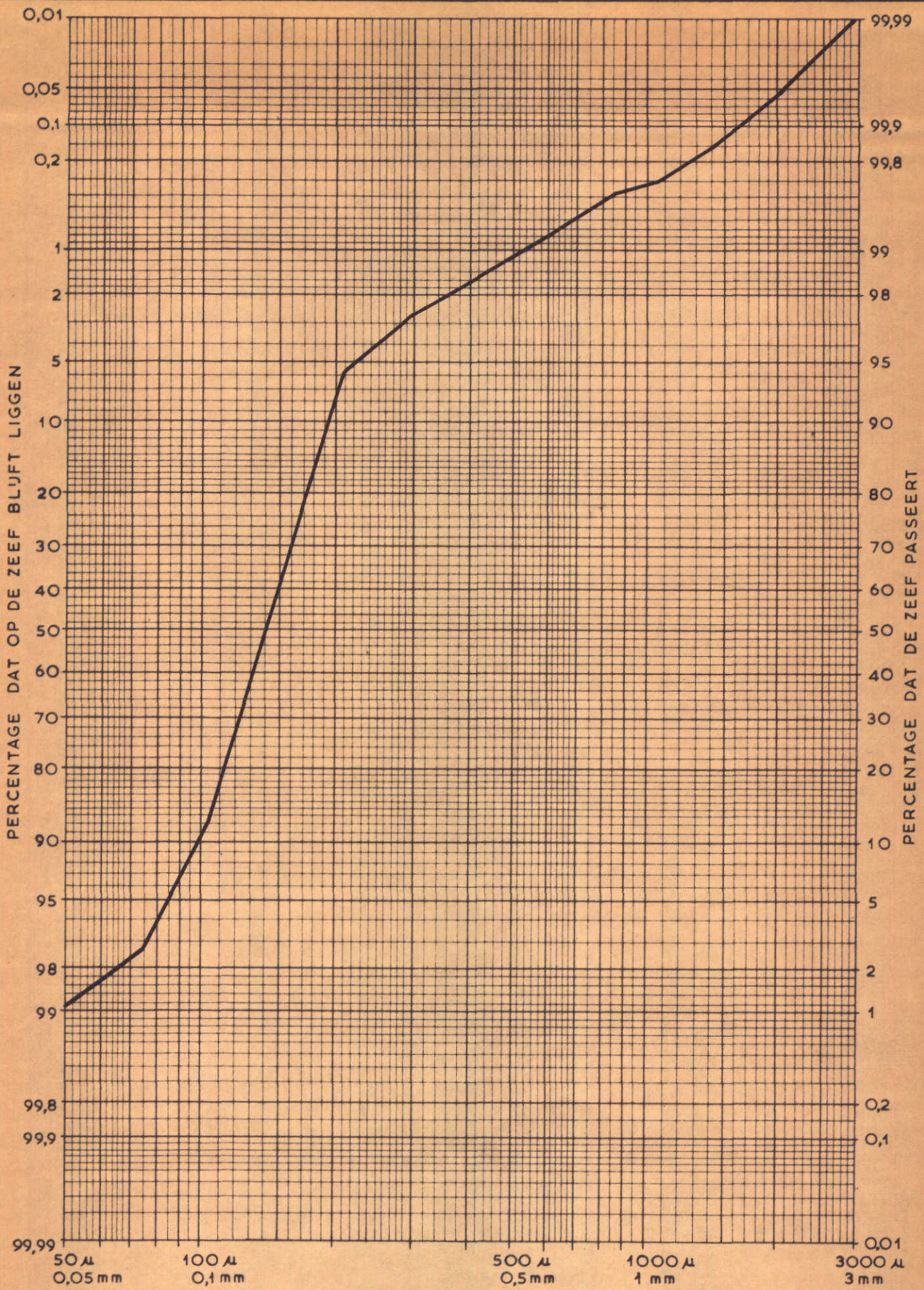
MATEN IN m

MEETGOOT TE LITH

SCHAAL 1 : 150

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R. 460-III FIG. 1

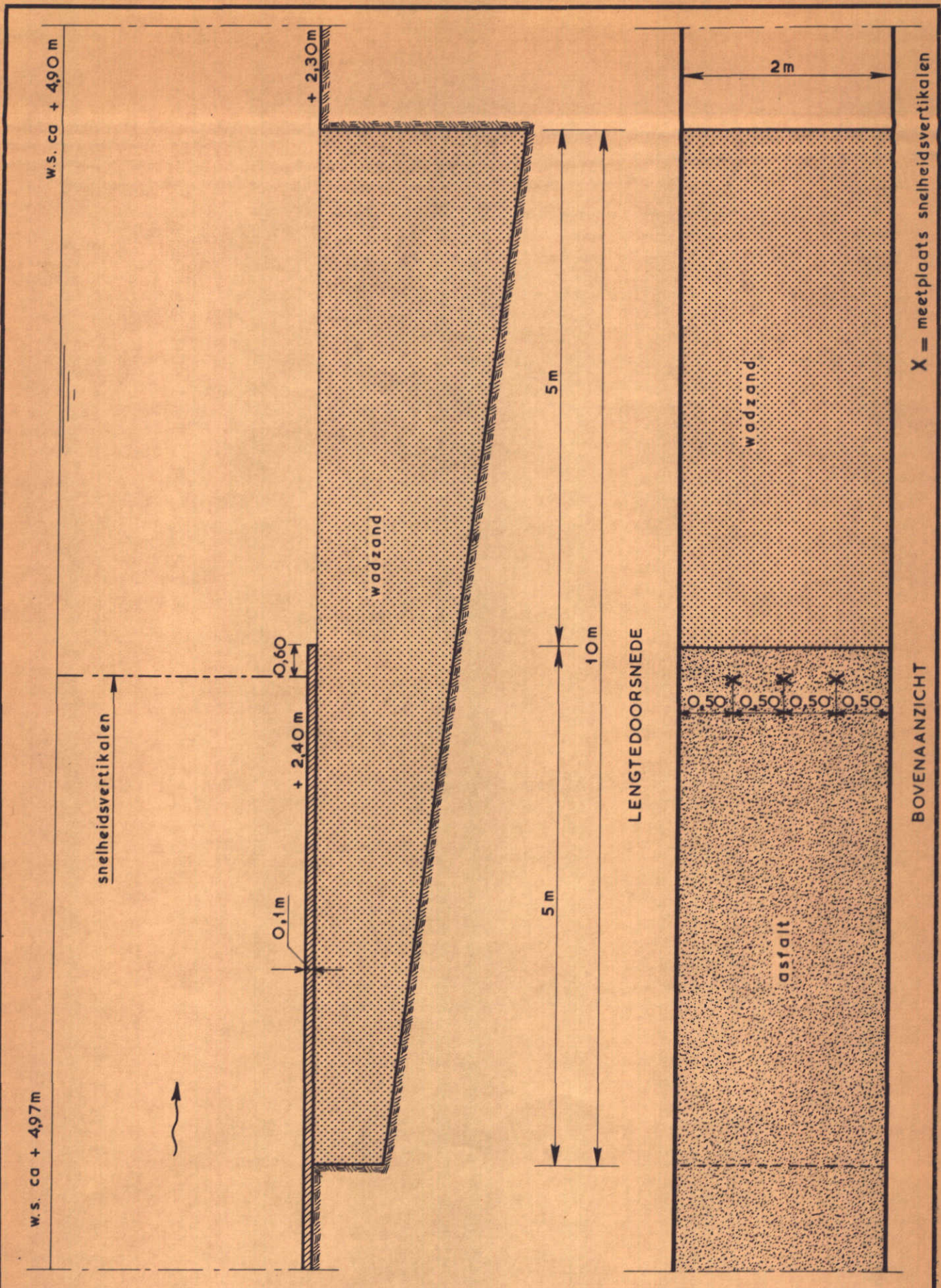


ZEEFKROMME WADZAND

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R. 460-III

FIG. 2



MEETOPSTELLING

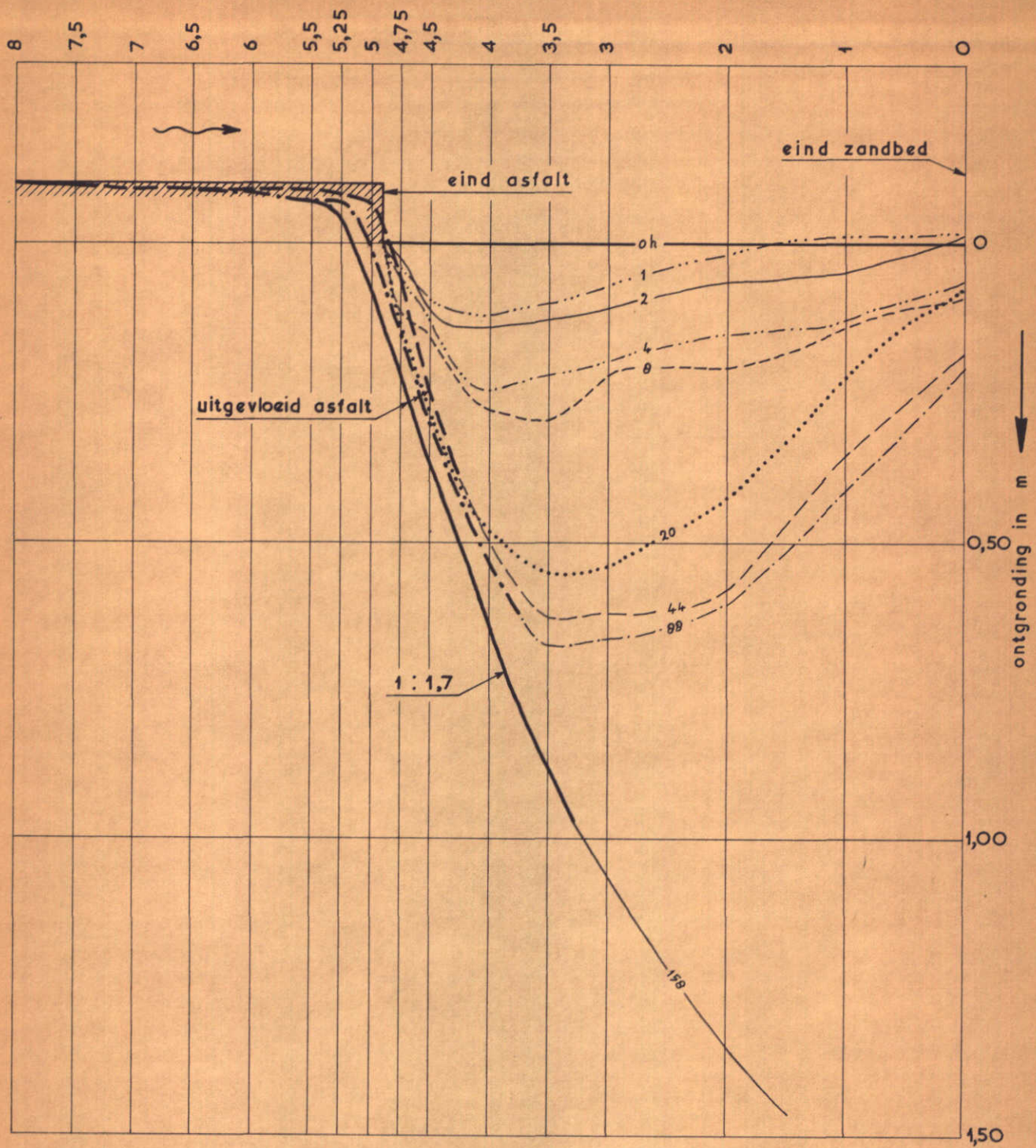
T 1

SCHAAL 1 : 50

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R. 460 - III

FIG. 3



lengte profielen raai 1 op 0,5m uit de linkerwand

t/m 88h $\bar{V} = 1,00$ m/s
 van 88 - 158h $\bar{V} = 1,50$ m/s

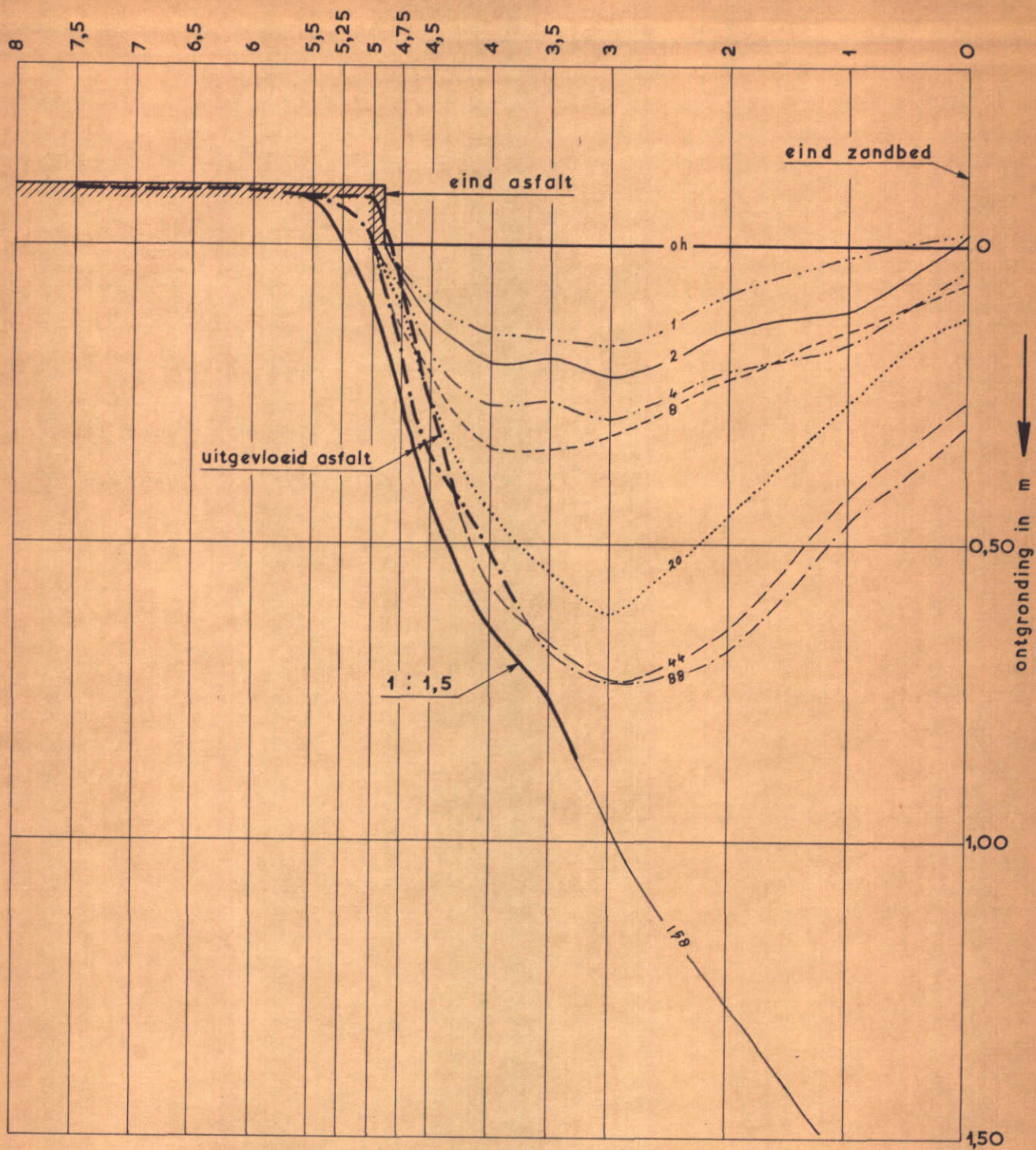
ONTGRONDING NA 1, 2, 4, 8, 20, 88 en 158 uur
 STROMEN

T 1

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R. 460-III

FIG. 4

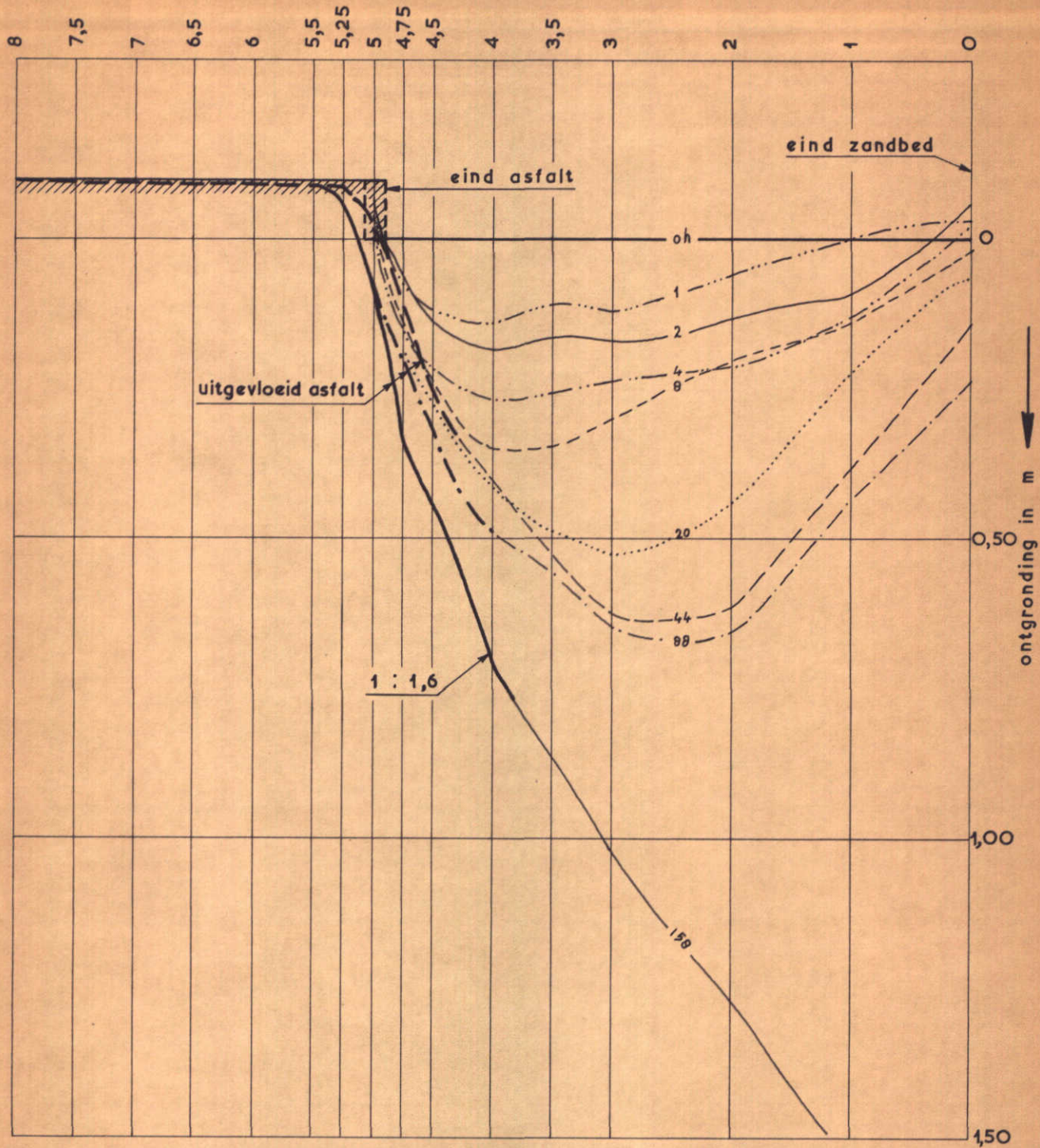


lengte profielen raai 2 in de as van de goot

t/m 88h $\bar{v} = 1,00$ m/s
 van 88 — 158h $\bar{v} = 1,50$ m/s

ONTGRONDING NA 1, 2, 4, 8, 20, 88 en 158 uur
 STROMEN

T 1

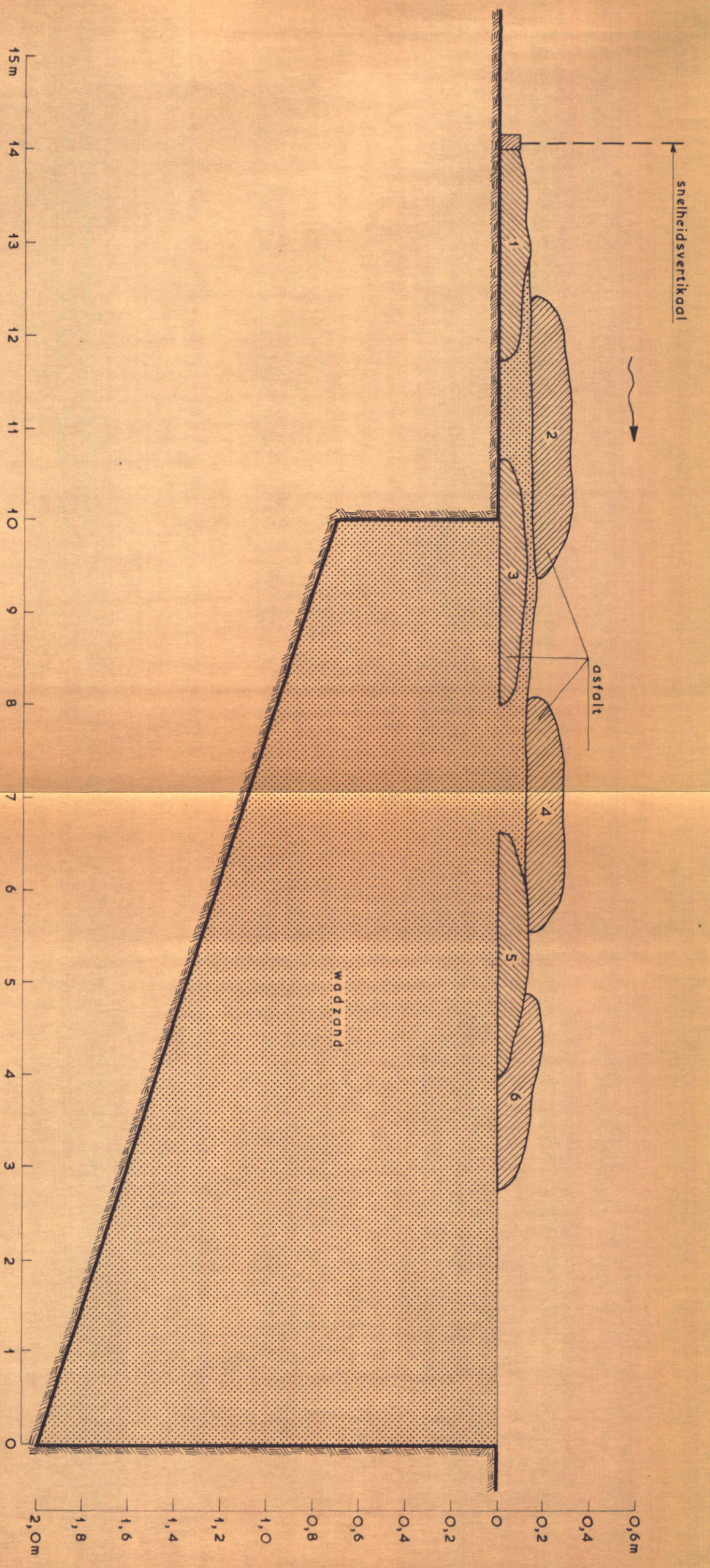


lengte profielen raai 3 op 0,5m uit de rechterwand

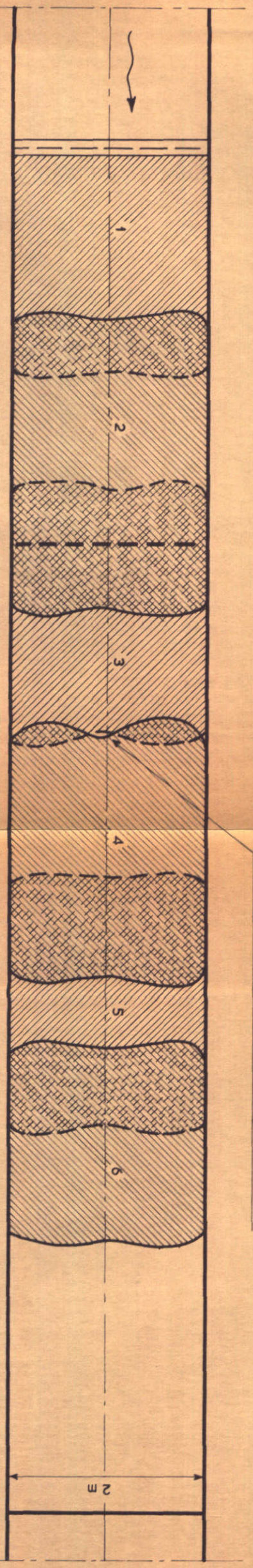
t/m 88h $\bar{V} = 1,00$ m/s
 van 88 - 158h $\bar{V} = 1,50$ m/s

ONTGRONDING NA 1,2,4,8,20,88 en 158 uur
 STROMEN

T 1



LENGTEDOORSNEDE



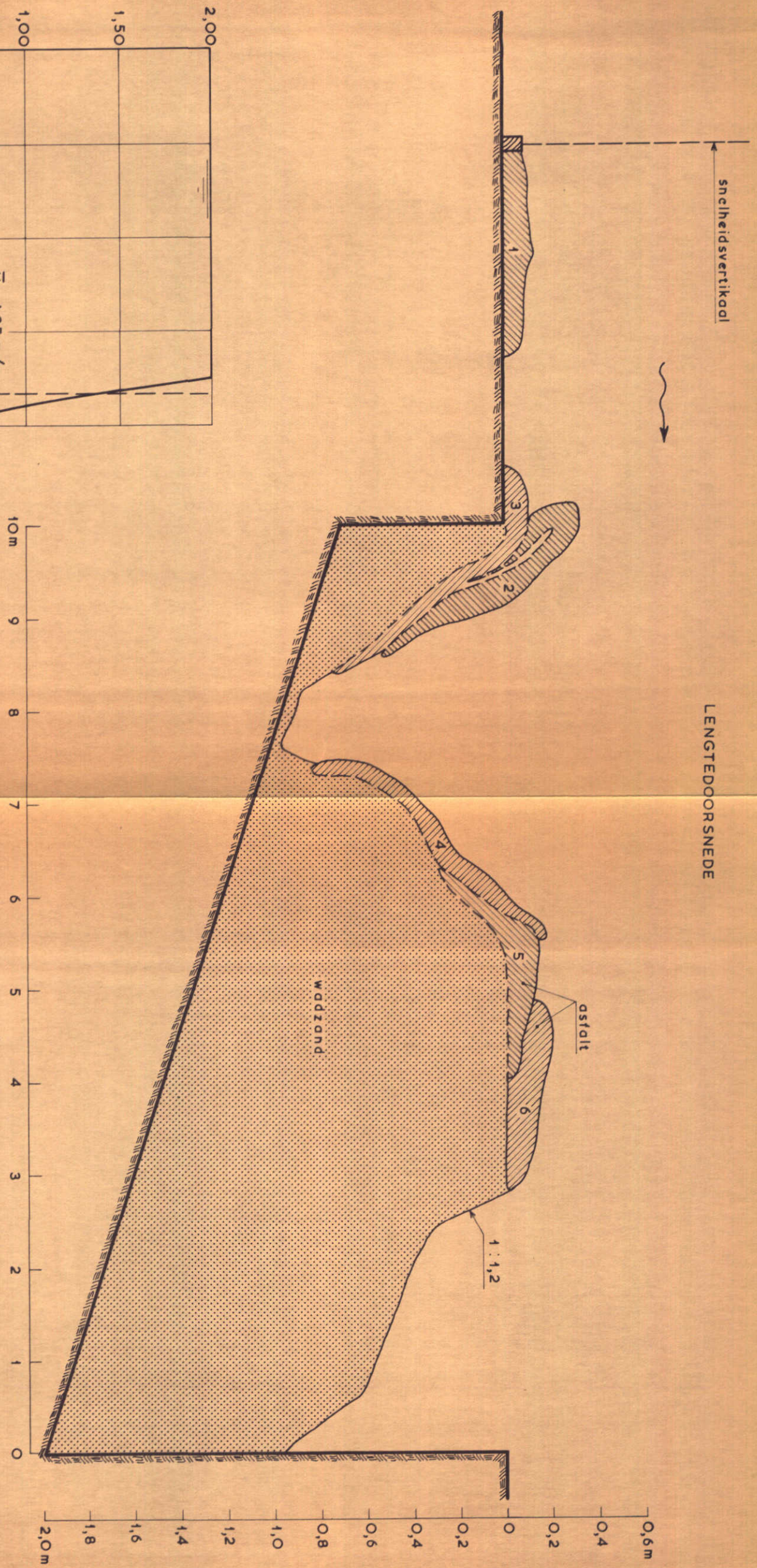
BOVENAANZICHT

MEETOPSTELLING VOOR HET STROMEN

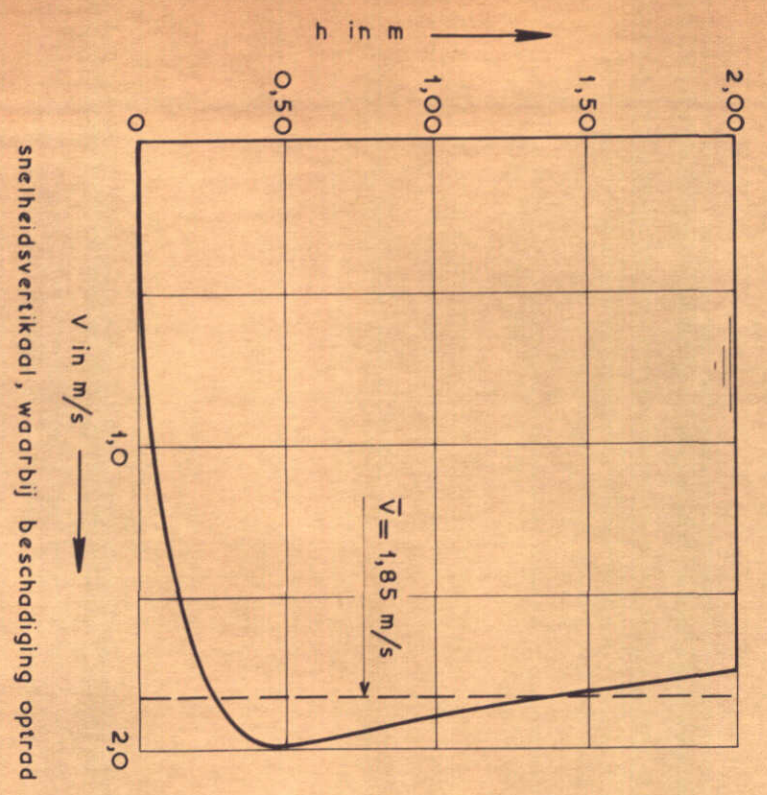
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

T 2

R.460 - III FIG. 7



totaal gestroomd:
 3 uur met $\bar{V} = 0,95 \text{ m/s}$
 3 uur met $\bar{V} = 1,45 \text{ m/s}$
 3 uur met $\bar{V} = 1,85 \text{ m/s}$

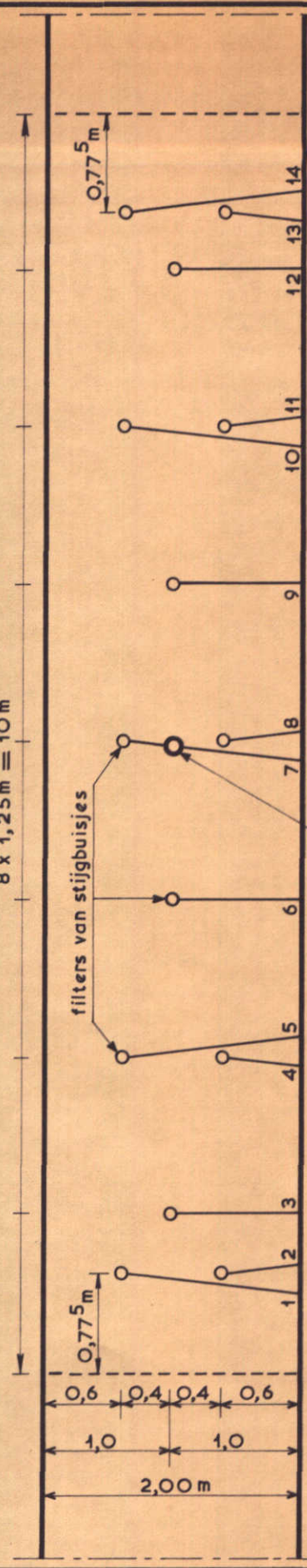
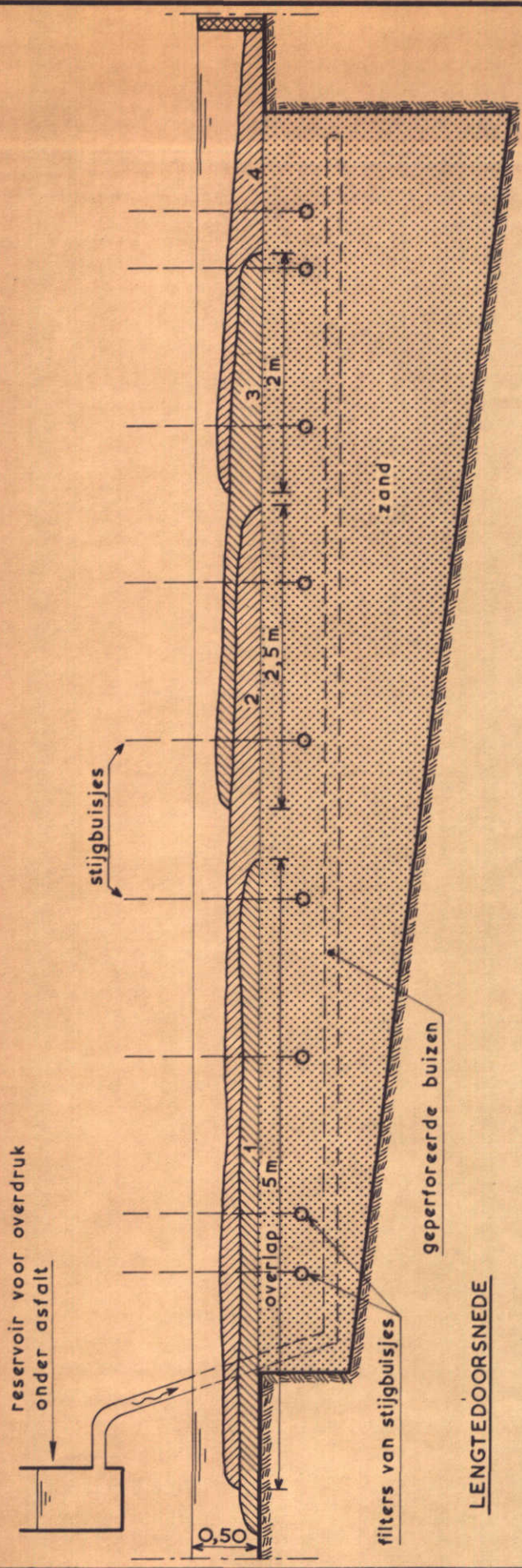


MEETOPSTELLING NA HET STROMEN

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

T 2

R.460-III FIG. 8



door is later een gat geboord ϕ 0,08m

STORTSNELHEID : gebaseerd op 200 t/uur

HOEVEELHEID per m² : 300 kg

GEKOZEN MENGSEL : bitumen 18,5 % 80/100
 vulstof 16 %

temperatuur : 130 °C

viscositeit : 800 poises zand 65,5 % (Brouwershavense Gat)

STORTTIJDEN :

1^e laag Ouur

2^e laag 0 + 1 uur

3^e laag 0 + 9 uur

4^e laag 0 + 11½ uur

MEETOPSTELLING

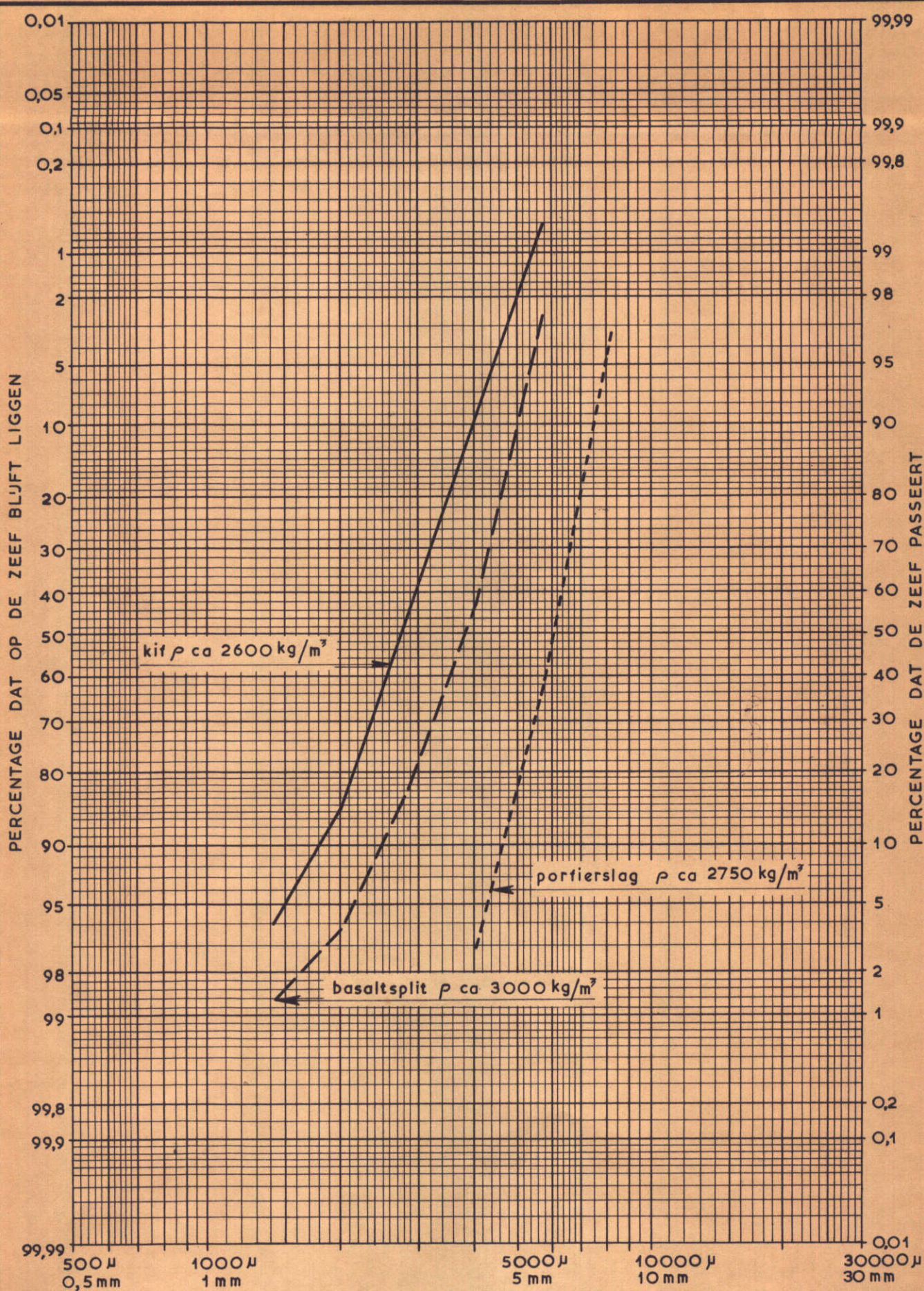
T 3

SCHAAL 1 : 50

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R.460 -III

FIG. 9



ZEEFKROMMEN KIF, BASALTSPLIT EN
PORFIERSLAG

T 3

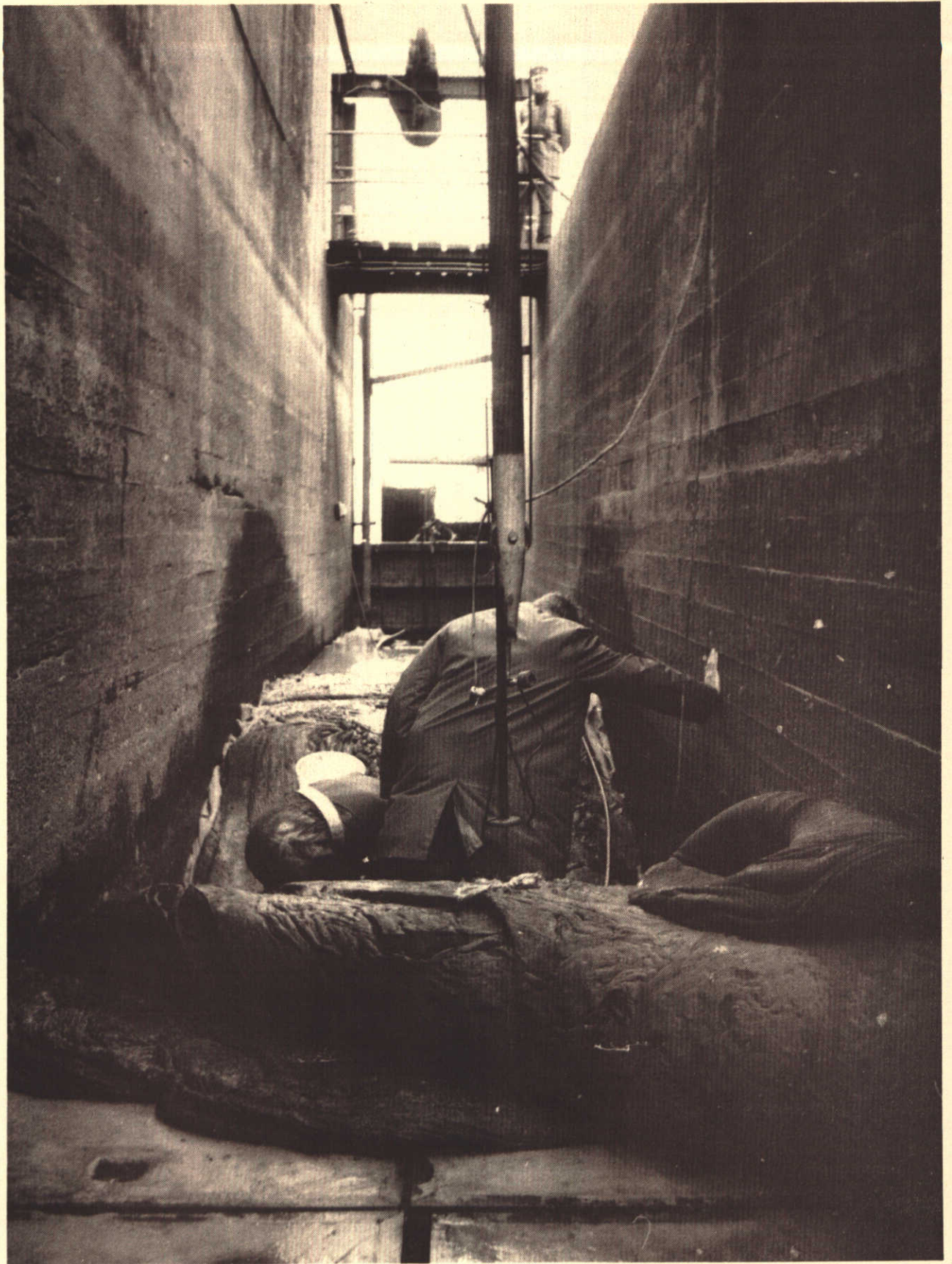
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R. 460-III

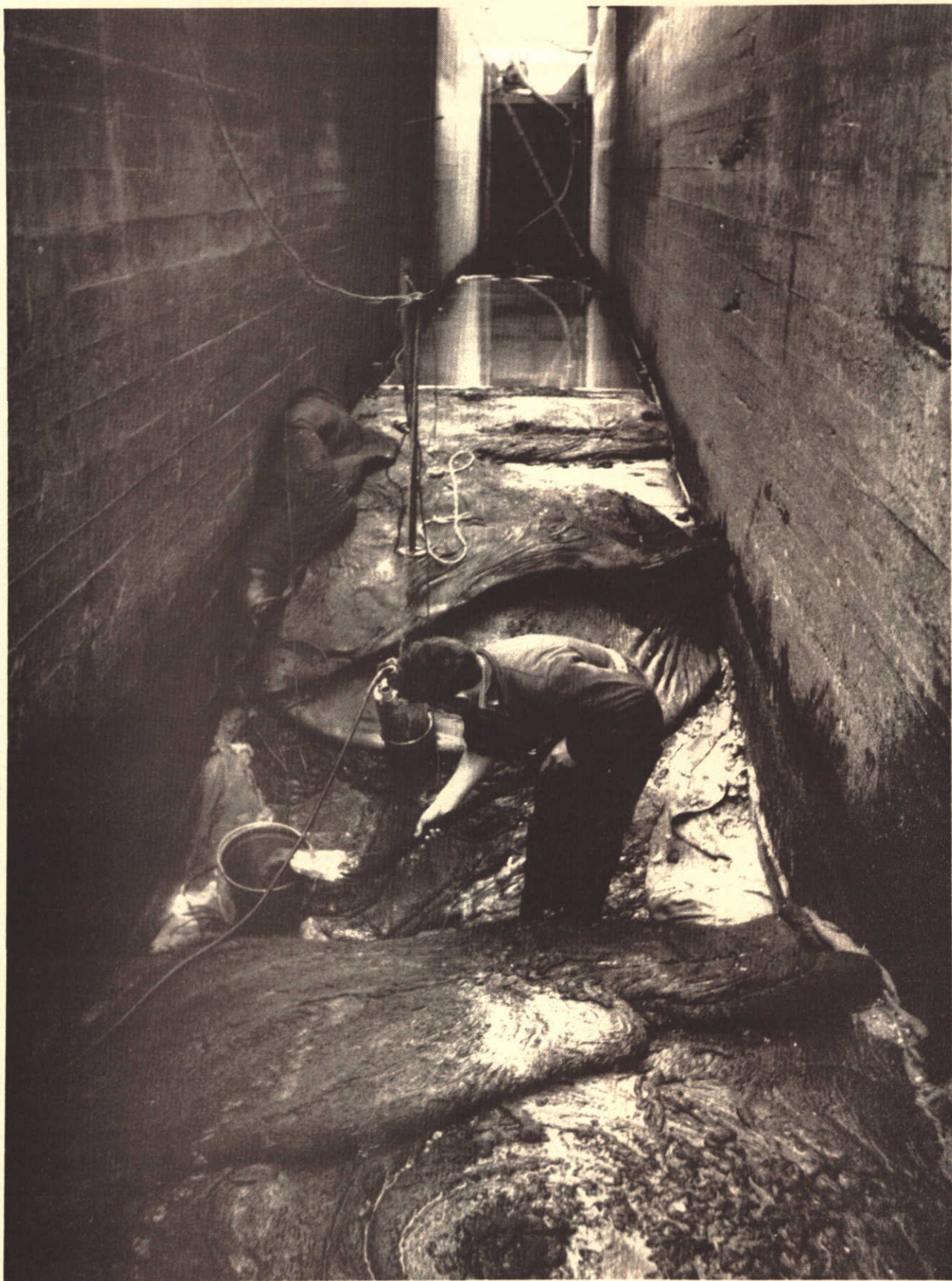
FIG. 10



① Beschadiging na T2 (bovenaanzicht)



② Beschadiging na T2 (gezien in benedenstroomse richting)



③ Beschadiging na T2 (gezien in bovenstroomse richting)

