

DUWVAART IN KANALEN

DEEL XI

PASSEERMANOEUVRES II

VERSLAG MODELONDERZOEK

EINDVERSLAG STUDIEGROEP DWARSPROFIEL
KANALEN IN VERBAND MET DUWVAART
bijlage III
PASSEERMANOEUVRES

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM
DELFT

M 782

M0782-11

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Duwvaart in kanalen

Deel XI

Passeer manoeuvres II

Verslag modelonderzoek

M 782

januari 1972

VERSLAGEN "DUWVAART IN KANALEN"

Bijlage I. Schaaleffecten

Manoeuvrerrapport 27, N.S.P. Wageningen 1963
Opdracht 0-0262 en 0-0363, T.H. Delft 1963
Manoeuvrerrapport 32, N.S.P. Wageningen 1964
Verslag prototypemetingen, M 782-I, W.L. Delft 1966
Manoeuvrerrapport 67-088-BT, N.S.P. Wageningen 1967
Schaaleffecten in scheepvaartmodellen, M 782-III, W.L. Delft 1967
Schaaleffecten in scheepvaartmodellen, M 782-IV, W.L. Delft 1967

Bijlage II. Dwarsprofiel en duweenheid

Dwarsprofiel, M 782-II, W.L. Delft 1966
Koersstabiliteit van de duweenheid, M 782-VII, W.L. Delft 1972

Bijlage III. Passeermanoeuvres

Passeermanoeuvres, M 782-V, W.L. Delft 1967
Amsterdam-Rijnkanaal; Passeermanoeuvres, M 782-XII, W.L. Delft 1969
Passeermanoeuvres II, M 782-XI, W.L. Delft 1972

Bijlage IV. Bijzondere onderzoeken

Schelde-Rijnverbinding; Eendrachtbocht, M 782-VI, W.L. Delft 1968
Amsterdam-Rijnkanaal; Demkabocht en Goyerbrug, M 782-VIII, W.L. Delft 1970
Zijwind, M 782-IX, W.L. Delft 1970
Aantasting van het kanaal, M 782-X, W.L. Delft 1970

INHOUD

	blz.
<u>1. Inleiding</u>	1
<u>2. Meetprogramma</u>	2
<u>3. Meetresultaten en discussie</u>	4
<u>4. Konklusies</u>	9

FIGUREN

1. Kanaalprofielen
2. Scheepstypen met hun hoofdafmetingen
- 3...7. Passeermanoeuvrē waarbij een sleepschip wordt opgelopen door een duweenheid
8. Verband tussen de vaarstrookbreedte van het sleepschip en zijn afstand tot de oever
- 9...12. Passeermanoeuvrē waarbij een sleepschip wordt opgelopen door een duweenheid
- 13...21. Relatieve kumulative frekwentieverdeling van minimale ruimten tussen de schepen en vaarstrookbreedten tijdens passeermanoeuvres

DUWVAART IN KANALEN

1. Inleiding

Voor het doel van het onderzoek "Duwvaart in kanalen" en de opdracht daartoe wordt verwezen naar het verslag M 782-I. In het verslag M 782-V wordt het deel onderzoek "Passeermanoeuvres" beschreven, dat betrekking heeft op de afmetingen van het dwarsprofiel van een kanaal, waarin bepaalde passeermanoeuvres veilig moeten kunnen plaatsvinden. Een van deze passeermanoeuvres, die na ampel overleg tussen vertegenwoordigers van de Rijkswaterstaat, binnenvaartrederijen en het Waterloopkundig Laboratorium zijn vastgesteld, wordt maatgevend geacht voor het kanaalprofiel. Het betreft een duweenheid die, varende in de as van het kanaal, een sleep oploopt, terwijl een motorschip tegemoet komt. Uit het onderzoek blijkt dat een trapeziumvormig kanaalprofiel, met taludhellingen van 1 : 4 en een waterdiepte van 5 m, een bodembreedte van ca. 110 m moet hebben.

In het onderhavige verslag wordt het modelonderzoek beschreven waarbij een groot aantal verschillende passeermanoeuvres in een kanaal met bovengenoemde afmetingen is verricht. Het doel van dit onderzoek is het toetsen van de in het onderzoek "Passeermanoeuvres" aangelegde criteria en de hierbij verkregen resultaten. Voor de beschrijving van het model, de wijze waarop de proeven zijn uitgevoerd en de meetmethoden wordt verwezen naar verslag M 782-V.

Het onderzoek werd in 1968 uitgevoerd in het Laboratorium De Voorst en stond onder leiding van ir. J. Koster, tevens samensteller van dit verslag.

2. Meetprogramma

Alle passeermanoeuvres zijn verricht voor de situatie T58: een kanaal met een waterdiepte van 5 m, onderwatertaluds 1 : 4 en een bodembreedte van 115 m (zie figuur 1). In de onderstaande tabel wordt een schematisch overzicht van de onderzochte passeermanoeuvres gegeven. Voor de passeermanoeuvres wordt het kanaal beschouwd als een drie-strooks-vaarweg. De vaarsnelheden zijn niet de maximale, maar die welke redelijkerwijs kunnen worden verwacht na het tijdig vaart verminderen zoals dat wordt aanbevolen in het Vaarreglement.

De hoofdafmetingen van de vaartuigen worden gegeven in figuur 2. De lege duweenheid voer tijdens de proeven met een gemiddelde drifthoek van 10° . Een dergelijke drifthoek heeft een duweenheid met vier lege bakken nodig om bij zijwind met een sterkte van 5 à 6 Beaufort, en een vaarsnelheid van 10 km/u, evenwijdig langs de oever te kunnen varen (zie verslag M 782 - IX). Dit verschijnsel werd in het model nagebootst met behulp van een op de duweenheid geplaatste ventilator. De overige schepen, die bij de passeermanoeuvres met de lege duweenheid waren betrokken, waren geladen. Hierop werden geen windkrachten uitgeoefend.

De duweenheden en de tegenliggers ondervinden tijdens oploophoeuvres vrijwel geen invloed van elkaar of van andere vaartuigen (zie M 782 - V). Deze laatsten hebben echter veel meer moeite om de gewenste koers te volgen. In sommige gevallen dreigt het gevaar dat deze vaartuigen in aanvaring komen met de oever, de duweenheid en/of de tegenligger. De minimale ruimten die naast deze vaartuigen tijdens de oploophoeuvres overblijven, kunnen daarom worden beschouwd als de belangrijkste parameters voor de veiligheid van de passeermanoeuvres. Voorts is in een aantal gevallen gemeten hoelang de oploophoeuvre duurt, gerekend tussen het moment van bezetten en verlaten van de middenstrook van het kanaal door de oploper. Tevens is de afstand gemeten die ondertussen door de oploper werd afgelegd.

Tabel 1. Overzicht passeermanoeuvres in T58

type vaartuig			vaarsnelheden (km/u)			aantal proeven	code
1	2	3	4	5	6	7	8
-	d4g	s	-	10	7	55	A
-	d4g	s	-	12	7	10	B
d4g	d4g	s	10	10	7	10	C
d4l	k	d4g	10	15	10	10	D
k	d4l	s	15	10	7	10	E
s	d4g	m	7	10	7	10	F
d4g	m	d4g	10	15	10	10	G
d4g	d4g	m	10	10	7	10	H
-	d6g	s	-	10	7	10	I

Toelichting:

kolom 1 = vaarstrook van de tegenligger

kolom 2 = vaarstrook van de oploper

kolom 3 = vaarstrook van het opgelopen vaartuig

kolom 4 = vaarsnelheid van de tegenligger (km/u)

kolom 5 = vaarsnelheid van de oploper (km/u)

kolom 6 = vaarsnelheid van het opgelopen vaartuig (km/u)

kolom 7 = aantal proeven dat is verricht

kolom 8 = code-aanduiding van de passeermanoeuvre.

- = vaarstrook is onbezet

d4g = duweenheid met vier geladen bakken (diepgang bakken 3,30 m)

s = geladen sleepschip, getrokken door een geladen motorschip

d4l = duweenheid met vier lege bakken (diepgang bakken 0,75 m)

k = geladen motorschip (type kustvaarder)

m = geladen motorschip (type R.H.K.)

d6g = duweenheid met zes geladen bakken (diepgang bakken 3,30 m)

3. Meetresultaten en discussie

De meetresultaten worden weergegeven in de figuren 3...21 en in de onderstaande tabel.

Tabel II. Resultaten van oplooptijd en oplooptijd in T58

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	3100	2100	1600	21	14	10	19	13	10
B	2900	2400	2000	14	12	10	7	6	5
C	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E	2200	1700	1600	16	13	12	-	-	-
F	1800	1700	1200	11	10	7	-	-	-
G	-	1200	-	-	7	-	-	-	-
H	-	-	-	-	-	-	-	-	-
I	2100	1800	1600	13	11	11	11	7	5

Toelichting:

- kolom 1 = code-aanduiding van de passeermanoeuvre
- kolom 2 = grootste gemeten oplooptijd voor gehele sleep (m)
- kolom 3 = gemiddelde oplooptijd voor gehele sleep (m)
- kolom 4 = kleinste gemeten oplooptijd voor de gehele sleep (m)
- kolom 5 = grootste gemeten oplooptijd voor gehele sleep (minuten)
- kolom 6 = gemiddelde oplooptijd voor gehele sleep (minuten)
- kolom 7 = kleinste gemeten oplooptijd voor gehele sleep (minuten)
- kolom 8 = grootste gemeten oplooptijd voor sleepschip (minuten)
- kolom 9 = gemiddelde oplooptijd voor sleepschip (minuten)
- kolom 10 = kleinste gemeten oplooptijd voor sleepschip (minuten)

Uit de figuren 3...6 blijkt dat de modelstuurlui van de sleep en de duweenhed tijdens de reeks van 55 proeven (T58-code A) niet bijgeleerd hebben. Zowel in het begin als tegen het eind van de proevenserie komen goede

en minder goede vaarten voor. Door hun ervaring in het sturen van modelschepen was het plafond van de prestaties van de modelstuurlui reeds voor de aanvang van de metingen bereikt. Het leereffect heeft dus geen verstorende invloed op de resultaten van de metingen.

Bij de 3^e en 30^e vaart werd de afstand tussen het sleepschip en de duweenheid negatief (zie figuur 5). Dit betekent dat na het passeren van de achterkant van de duweenheid het sleepschip gedeeltelijk achter de duweenheid kwam. Bij vaart 3 had dit een aanvaring met de duwboot tot gevolg. Dit werd veroorzaakt doordat het sleepschip bij deze vaart een zeer grote vaarstrookbreedte had (zie figuur 3) en niet door een te grote afstand tot de oever (zie figuur 4) of een te grote afstand van de duweenheid tot de kanaalas (zie figuur 6).

De modelstuurman van de duweenheid wist in het algemeen met vrij grote nauwkeurigheid in het midden van het kanaal te varen. De opdracht was om de stuurboordzijde van de duweenheid te laten samenvallen met de kanaalas. Opgemerkt dient te worden dat geen richtmiddelen aanwezig waren (ook niet in de vorm van een weerspiegeling in het water van de dakconstructie van de hal). De beëindigingen van het model waren voor dit doel met zwart plasticfolie aan het oog onttrokken. De enige oriëntatie werd gegeven door de belijning van de kanaaloeveren.

Wanneer de duweenheid volgens de persoonlijke indruk van de sleepschippers teveel op de stuurboordhelft van het kanaal voer, werd de stuurman van de duweenheid hierover "aangesproken". Dit zou kunnen verklaren dat na de 3^e en 30^e vaart een aantal vaarten te ver op de bakboordhelft werd gevaren (zie figuur 6).

De laatste drie vaarten voer de duweenheid duidelijk (gemiddeld ca 10 m) te veel op de stuurboordhelft van het kanaal. Mogelijk werd dit veroorzaakt door een gebrek aan concentratie bij de stuurman van de duweenheid ten gevolge van vermoeidheid of vermindering van motivatie. Bij deze drie vaarten werd de afstand van het sleepschip tot de duweenheid niet kleiner dan 12 m, zodat de sleepschippers niet veel reden hadden om het gedrag van de stuurman van de duweenheid te corrigeren.

Om na te gaan of de afstand van de duweenheid tot de kanaalas invloed heeft op de vaarstrookbreedte van het sleepschip, zijn deze grootheden in figuur 7 tegen elkaar uitgezet. Dit blijkt niet het geval te zijn.

Voorts is het van belang om te weten of de vaarstrookbreedte van het sleepschip afhankelijk is van de afstand van het sleepschip tot de oever (en tot de duweenheid). Hiertoe is in figuur 8 voor iedere vaart de grootste en de kleinste

waargenomen afstand van het sleepschip tot de oever (gemeten in het kielvak) uitgezet tegen de vaarstrookbreedte. Bij kleine vaarstrookbreedten (< 36 m) blijkt de kleinste afstand ca 10 à 20 m te zijn. Bij de grote vaarstrookbreedte (> 36 m) nadert het sleepschip in alle gevallen (7x) tot minder dan 10 m van de oever. Bij een viertal gevallen is deze afstand zelfs minder dan 5 m geweest. Hieruit kan worden gekonkludeerd dat de voor het sleepschip benodigde verkeersstrook niet groter behoeft te zijn dan de vaarstrookbreedte die nog toelaatbaar wordt geacht.

Uit het bovenstaande blijkt dat de spreiding in de meetresultaten erg groot is en deze spreiding niet kan worden toegeschreven aan een spreiding in de materiële randvoorwaarden. De enige oorzaak moet wel zijn het wisselvallige gedrag van de modelstuurlui. Aangezien de modelstuurlui bij iedere passeerproef opnieuw de intentie hadden zo goed mogelijk te sturen, kwam het hun voor alsof het verloop van de passeermanoeuvre door het toeval werd bepaald. Door de frequentieverdeling van de spreiding in de resultaten nader te analyseren kan de kans worden bepaald, waarmee het sleepschip en de duweenheid buiten hun verkeersstrook komen.

De kumulatieve frequentieverdeling van de in beslag genomen verkeersstrookbreedten van de duweenheid en van het sleepschip zijn uitgezet in figuur 9. Hierbij zijn de meetresultaten van T58-code A gebruikt, die zijn gegeven in de figuren 3 en 6. Voor de vaarstrookbreedte van de duweenheid is aangenomen dat deze gedurende de oplooptmanoeuvre 1,1 maal de breedte van de duweenheid is. Tijdens de betrekkelijk korte meettijd werd deze waarde niet overschreden. Voor de verkeersstrookbreedte van het sleepschip is aangenomen dat deze gelijk is aan de vaarstrookbreedte (zie figuur 8). Voor het sleepschip waren uit het onderzoek M 782 - V de uitgewerkte gegevens van een aantal soortgelijke passeerproeven in andere kanalen (T55, T56 en T57; zie figuur 1) beschikbaar. Deze zijn eveneens in figuur 9 weergegeven. Het blijkt dat de relatieve kumulatieve frequentieverdelingen bij benadering kunnen worden voorgesteld door evenwijdige rechte lijnen bij respectievelijk een logaritmische verdeling en een normale frequentieverdeling langs de coördinaatassen. Dit betekent dat de frequentieverdeling kan worden benaderd met de vergelijking.

$$f(B) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \exp \left[- \left\{ \frac{\ln(B/b - 1) - \mu}{\sigma \sqrt{2}} \right\}^2 \right]$$

waarin

$f(B)$ = frekwentieverdeling van B

σ = standaardafwijking van $\ln(B/b - 1)$

μ = mediaan van $\ln(B/b - 1) = \ln(\bar{B}/b - 1)$

B = verkeersstrookbreedte

$\bar{B}$ = mediaan van B

b = scheepsbreedte

Door substitutie van $\mu = \ln(\bar{B}/b - 1)$ wordt de vergelijking enigszins vereenvoudigd:

$$f(B) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \exp \left[- \frac{\ln^2 \left(\frac{B-b}{\bar{B}-b} \right)}{2\sigma^2} \right]$$

Dat de lijnen in figuur 9 bij benadering evenwijdig lopen betekent dat alle frekwentieverdelingen ongeveer dezelfde standaardafwijking hebben.

Met behulp van figuur 9 kan nu eenvoudig worden vastgesteld wat het verband is tussen de verkeersstrookbreedte en de overschrijdingsfrekwenties. In T58, waar het sleepschip de gehele stuurboordhelft van het kanaal ter beschikking heeft (verkeersstrookbreedte van 66,30 m) is de overschrijdingsfrekwentie ca 1 %. Dit geeft tevens een indruk van de kans op aanvaringen. Opgemerkt wordt nog, dat er rekening moet worden gehouden met een schaafeffect in de wijze van sturen in het model, zodat de kans op aanvaringen in het prototype kan afwijken van de kans op aanvaringen in het model. Voor een uitvoerige beschouwing over de schaafeffecten wordt verwezen naar hoofdstuk 5 van het verslag M 782 - V.

Voor de volledigheid worden in de figuren 10 en 11 nog de relatieve kumulatieve frekwentieverdelingen gegeven van de kleinste afstand van het sleepschip tot de duweenheid en tot de oever.

In figuur 12, tenslotte, zijn uitgezet de relatieve kumulatieve frekwentieverdelingen van de oplooptenue en van de tijd die de duweenheid nodig heeft om de gehele sleep (sleepschip plus slepend motorschip) op te lopen. Tevens is in deze figuur de tijd vermeld die verloopt tot het tijdstip waarop de duweenheid juist het sleepschip is gepasseerd en de bakboordhelft van het kanaal weer zou kunnen verlaten om daarna, varende op stuurboordhelft van het kanaal, het slepende motorschip op te lopen.

Bij de overige passeermanoeuvres (T58-code B tot en met I) blijkt eveneens een tamelijk grote spreiding in de meetresultaten aanwezig te zijn. Ook hier dient de oorzaak te worden gezocht bij het wisselende gedrag van de stuurman. De waarnemingsreeksen zijn bij deze proeven veel korter (de proeven werden 10 maal ver-richt), zodat een nadere analyse van de frekwentieverdelingen van de meetresultaten achterwege is gelaten.

De passeermanoeuvres code B, C, E en I lijken veel op manoeuvre code A en worden daarom in de figuren 13...16 hiermee vergeleken.

De oploophmanoeuvre van een duweenheid met een sleep waarbij tevens een duweenheid tegemoet komt (T58-code C) blijkt, dankzij de grote kanaalbreedte, ongeveer gelijk te verlopen als bij proef T58-code A zonder tegenligger (zie figuur 13). De vaarstrookbreedte van het sleepschip blijft ongeveer gelijk. De ruimte die naast het sleepschip overblijft is duidelijk minder, omdat de duweenheid tijdens de inhaalmanoeuvre meer ruimte voor de tegenligger moet overlaten.

De oploophmanoeuvre van een duweenheid met een sleep, waarbij de duweenheid 12 km/u (T58-code B) vaart in plaats van 10 km/u (T58-code A) verliep weliswaar sneller (zie tabel II), maar tevens bleek het sleepschip sterker naar de duweenheid te worden toegezogen zodat deze hogere vaarsnelheid moet worden ontraden (zie figuur 14).

De oploophmanoeuvres van een duweenheid met een sleep, waarbij de duweenheid is samengesteld uit 3 x 2 bakken in plaats van 2 x 2 bakken (T58-code I), verliepen merkwaardigerwijze sneller dan bij T58-code A, vermoedelijk omdat de sleep in het grotere retourstroomgebied naast de duweenheid sterker werd afgeremd (zie tabel II). Bij het passeren van de achterzijde van de duweenheid was de sleep dan ook slechter bestuurbaar en werd verder naar de duweenheid toegezogen dan bij code A (zie figuur 15).

Ook bij het passeren met de lege in plaats van met de geladen duweenheid (T58-code E) is de kans op aanvaringen wat groter dan bij code A. De duweenheid neemt door zijn grote opstuurhoek zoveel ruimte van het kanaal in beslag, dat het sleepschip, ondanks de geringe invloed die het ondervindt, toch dicht bij de oever en de duweenheid komt (zie figuur 16).

Wanneer de duweenheid na het passeren van het sleepschip naast het slepende motorschip weer op de stuurboordhelft van het kanaal gaat varen, bijvoorbeeld in verband met een tegemoetkomende duweenheid (T58-code C), moet rekening worden gehouden met enige kans op aanvaringen van het motorschip. In één van de tien gevallen bleef aan weerszijde van het motorschip slechts 2 à 3 m over (zie figuur 17).

Een vrijvarend motorschip, dat door een duweenheid varend in de as van het kanaal wordt opgelopen (T58-code F en H) is kennelijk minder goed bestuurbaar dan een slepend motorschip. In enkele gevallen bedroeg de ruimte naast het motorschip 5 m of minder (zie figuren 18 en 19). Het blijkt voor de veiligheid van het motorschip enig verschil te maken of tijdens deze oplooptmanoeuvre een sleepschip (T58-code F, figuur 18) of een duweenheid (T58-code H, figuur 19) tegemoet komt (respectievelijk met 7 km/u en 10 km/u). In het laatste geval is de kans op aanvaringen wat groter, hetgeen onder andere blijkt uit de zeer kleine afstand (< 1 m) tot de oever die bij enkele vaarten overbleef.

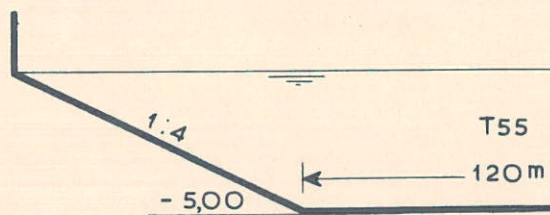
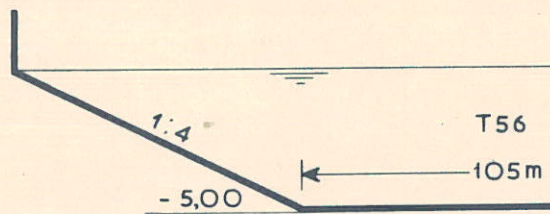
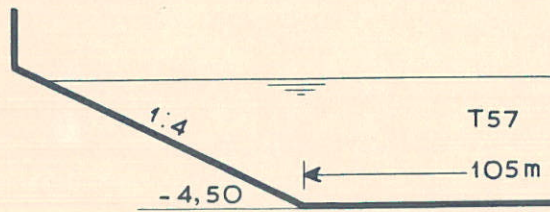
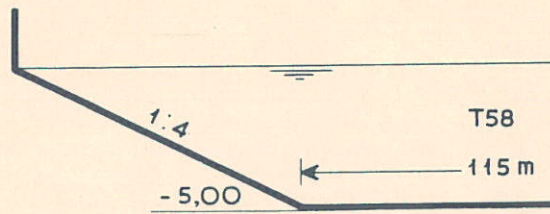
Wanneer een motorschip een duweenheid oploopt en tevens een duweenheid ontmoet (T58-code D en G) is de kans op aanvaringen minder groot dan in het voorgaande geval (zie figuren 20 en 21). In het geval waarin de afstand tussen het motorschip en de opgelopen duweenheid -0,2 m bedraagt, werd deze maat gemeten naast de duwboot, zodat ook hier geen aanvaring plaats vond (zie figuur 20).

Samenvattend kan worden gesteld dat het onderzochte kanaal aan de gestelde eisen voldoet en wel zodanig dat daarin drie verkeersstroken naast elkaar beschikbaar zijn voor de passeermanoeuvres van grote vaartuigen, waaronder duweenheden. Voorts is gebleken dat de bestaande voorschriften in het Vaarreglement ten aanzien van tijdig vaart verminderen, uitwijken en elkaar ruimte geven, moeten worden nageleefd om de passeermanoeuvres zo veilig mogelijk te laten verlopen.

4. Konklusies

Het in dit verslag beschreven onderzoek "Passeermanoeuvres II" geeft een bevestiging van de uit het onderzoek "Passeermanoeuvres", (verslag M 782 - V), verkregen resultaten ten aanzien van de keuze van de maatgevende passeermanoeuvre en de benodigde afmetingen van het kanaalprofiel waarin deze manoeuvre veilig kan plaats vinden.

Voorts is gebleken, dat de bestaande voorschriften in het Vaarreglement over tijdig vaart verminderen, uitwijken en elkaar ruimte geven moeten worden nageleefd, om de passeermanoeuvres zo veilig mogelijk te laten verlopen.



DIEPTEN IN m t.o.v. WATERSPIEGEL

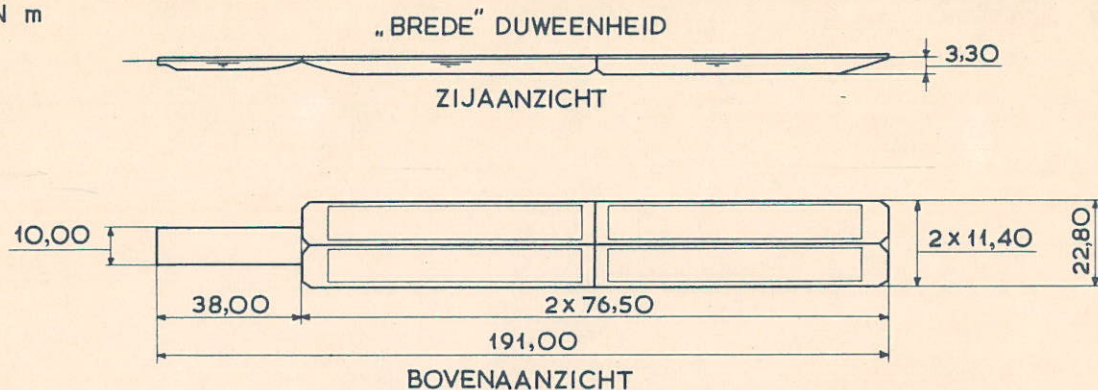
KANAALPROFIELEN

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

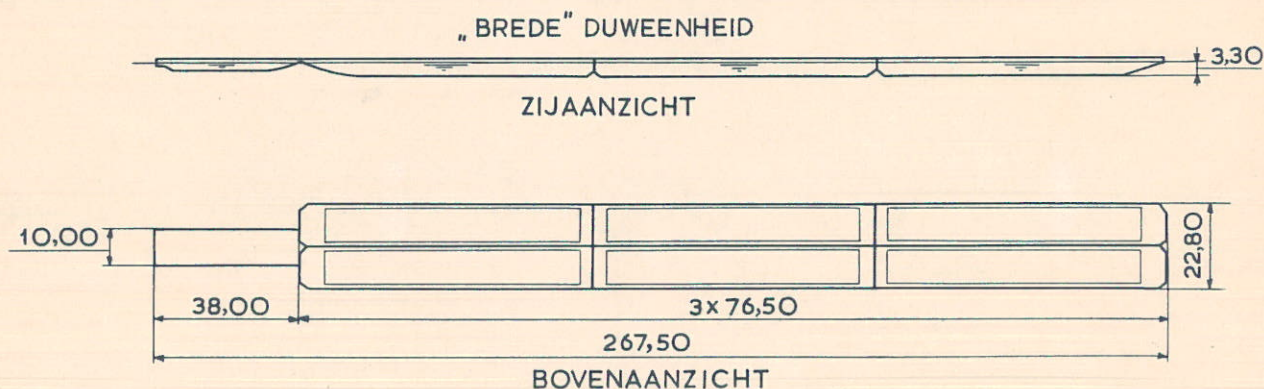
M. 782-XI

FIG. 1

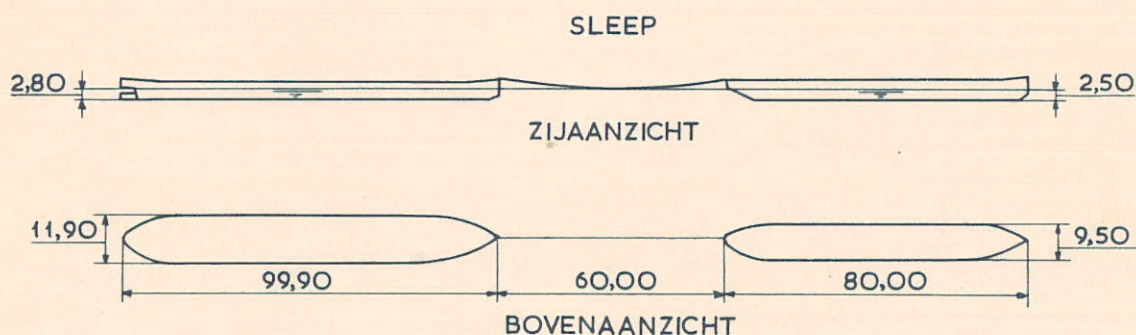
MATEN IN m



DUWBOOT „VULCAAN I" MET 2 x 2 „BREDE" LICHTERS

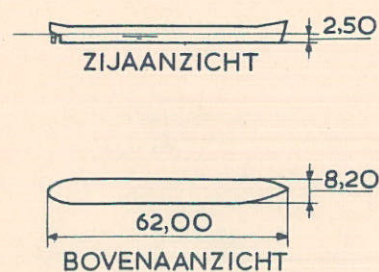


DUWBOOT „VULCAAN I" MET 3 x 2 „BREDE" LICHTERS

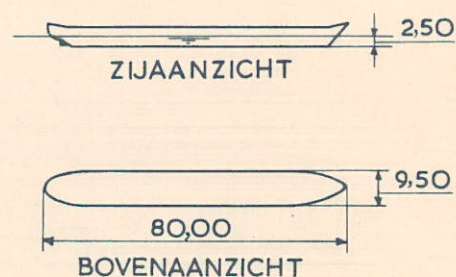


RIJN HERNEKANAALSCHIP „OLIVIER" MET IN AANHANG DE LICHTER „DONALD"

ZELFVAARDERS



KUSTVAARDER „MARCONI"



RIJN HERNEKANAALSCHIP „ADRIAAN"

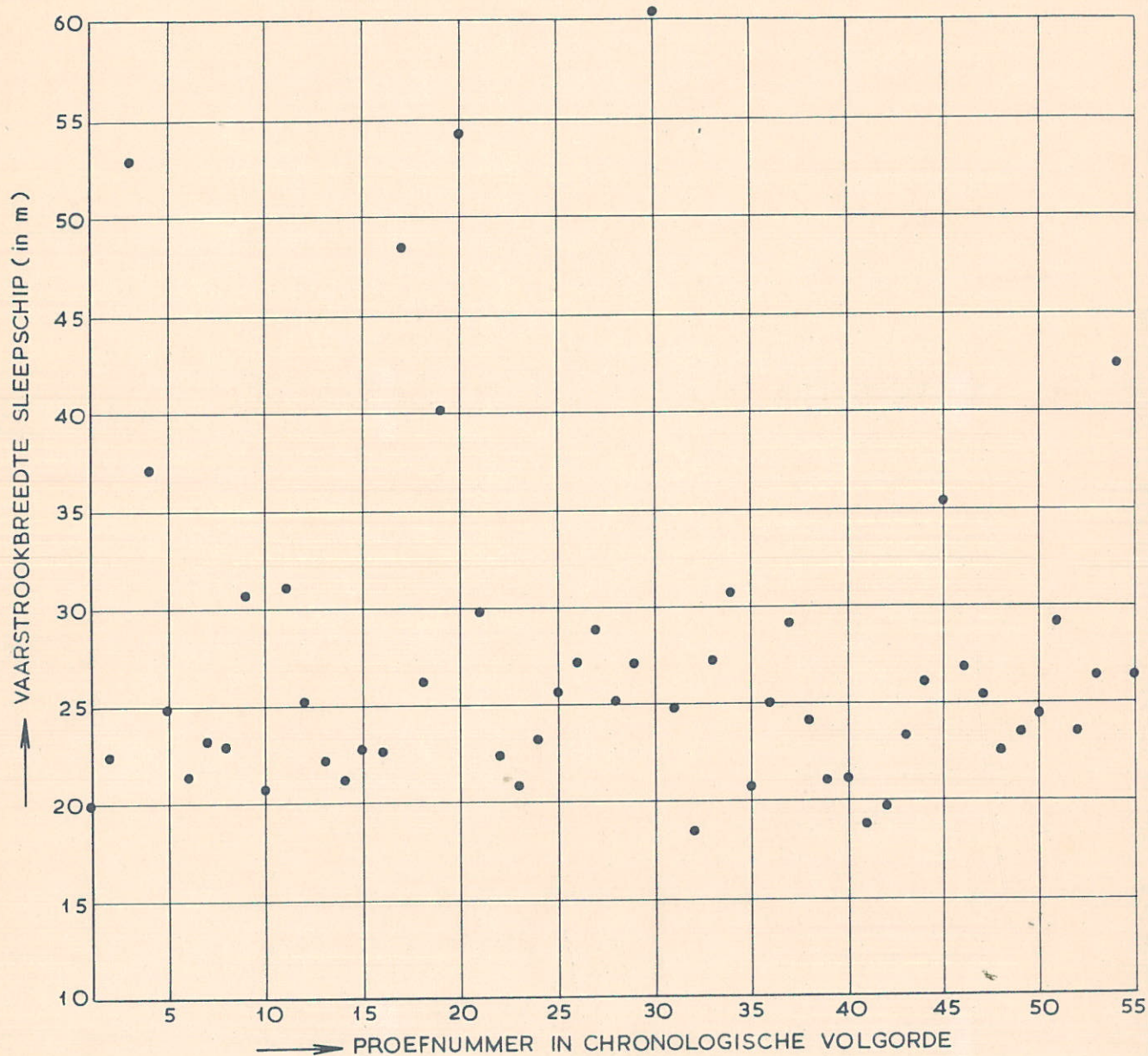
SCHEEPSTYPEN MET HUN HOOFDAFMETINGEN

SCHAAL 1 : 2000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M. 782-XI

FIG. 2



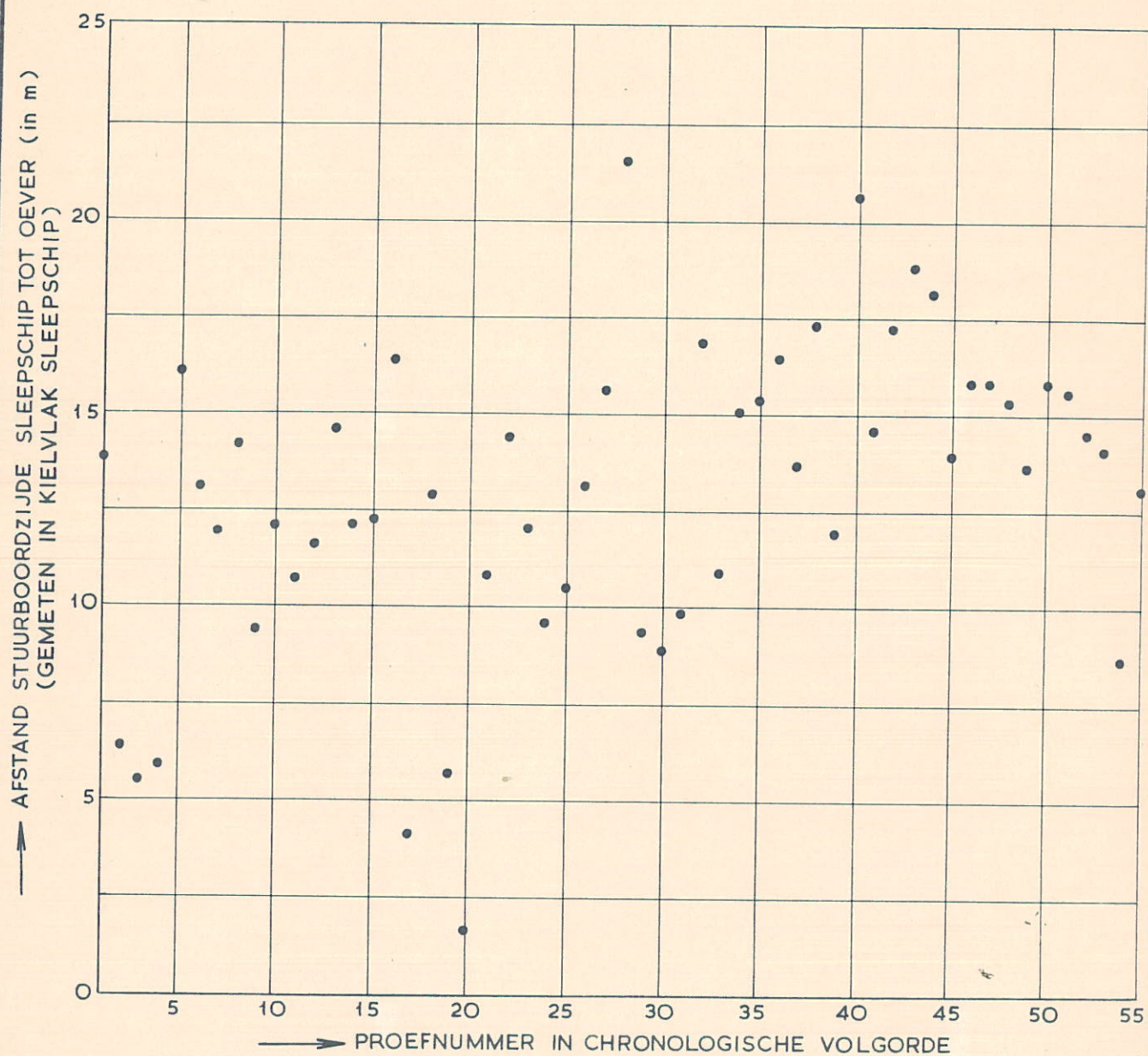
PASSEERMANOEUVRE WAARBIJ EEN SLEEPSCHIP
WORDT OPGELOPEN DOOR EEN DUWEENHEID

T58-code A

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M.782-XI

FIG. 3



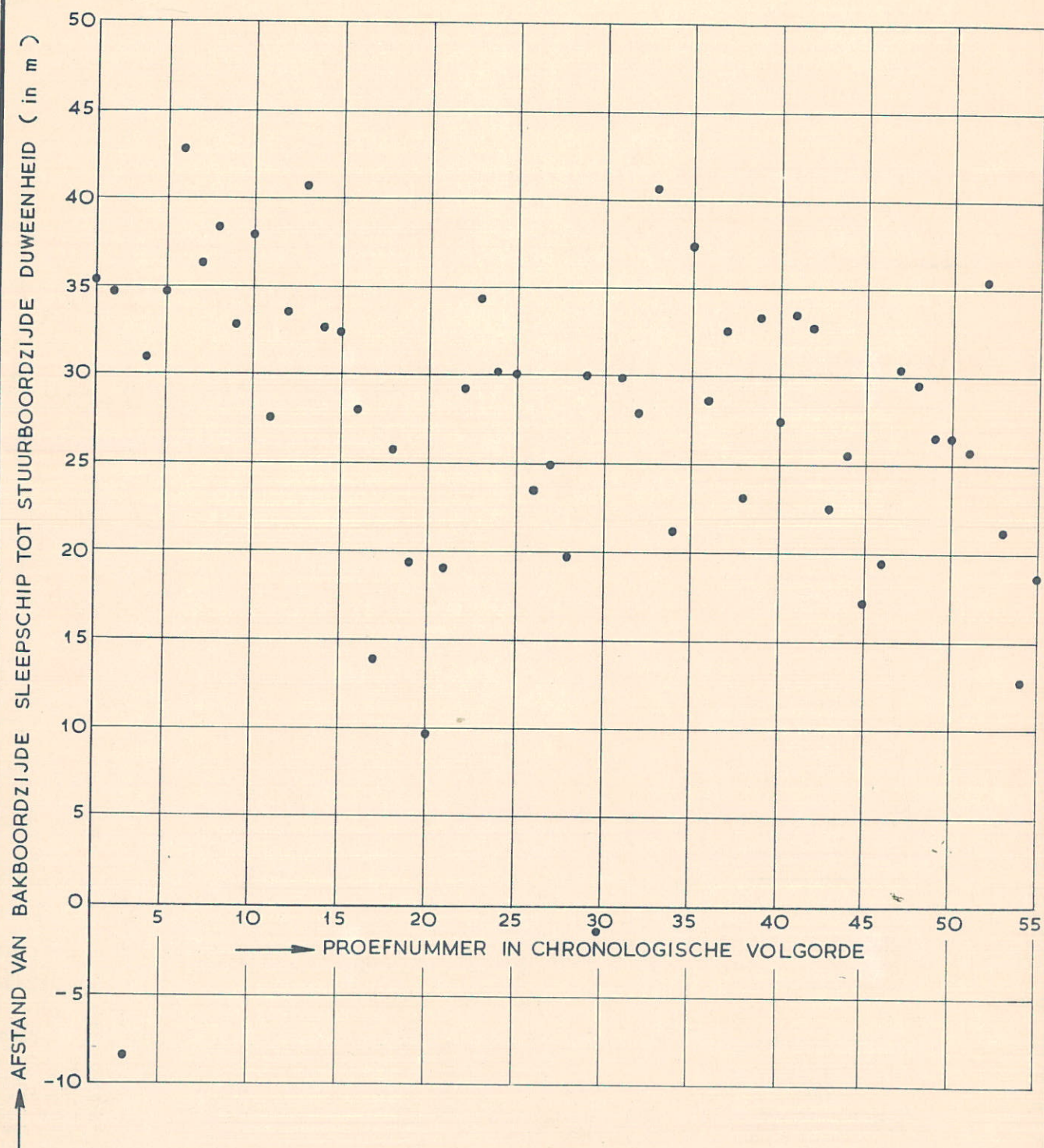
PASSEERMANOEUVRE WAARBIJ EEN SLEEPSCHIP
WORDT OPGELOPEN DOOR EEN DUWEENHEID

T58-code A

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M.782-XI

FIG. 4



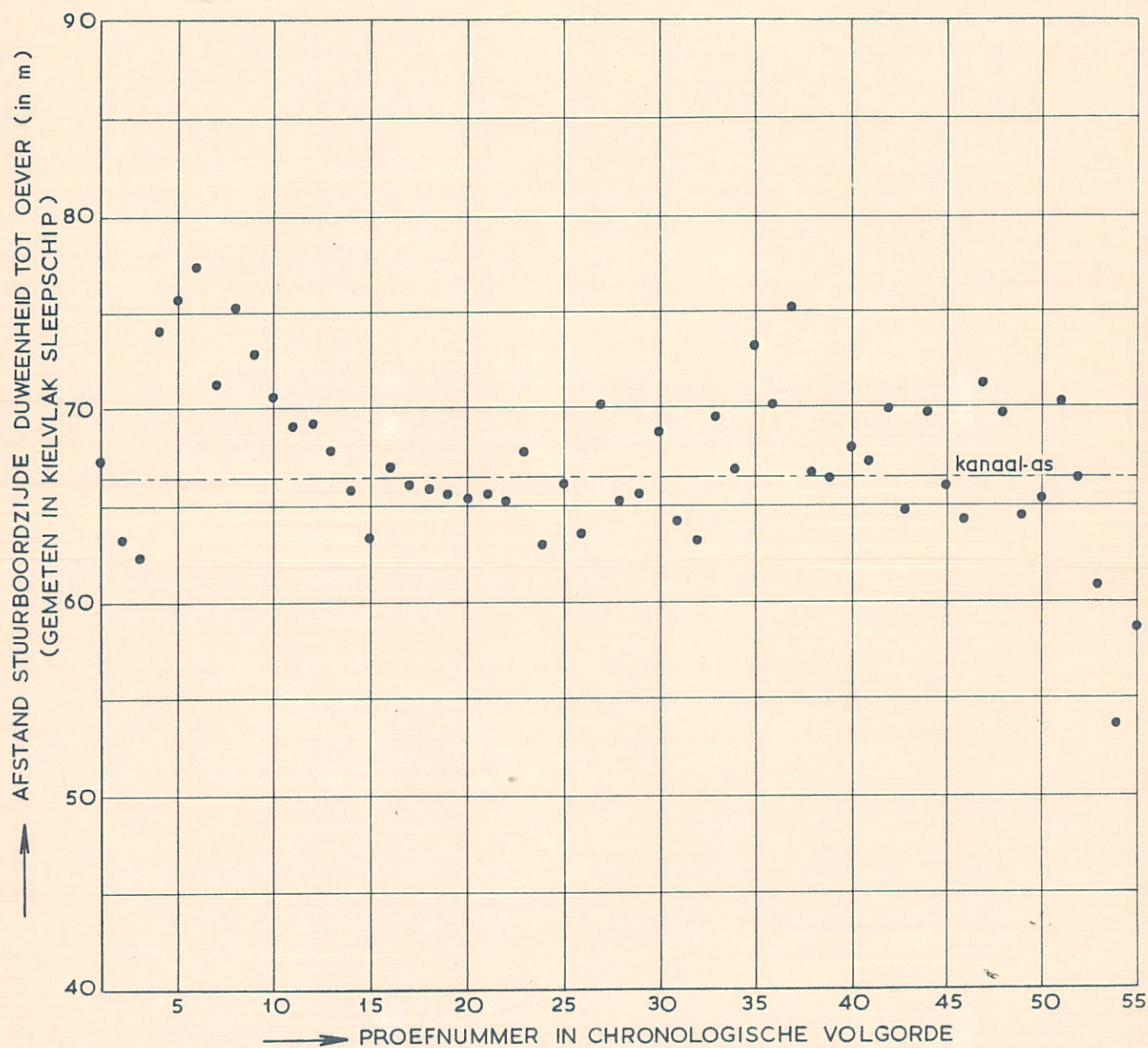
PASSEERMANOEUVRE WAARBIJ EEN SLEEPSCHIP
WORDT OPGELOPEN DOOR EEN DUWEENHEID

T58-code A

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M.782-XI

FIG. 5



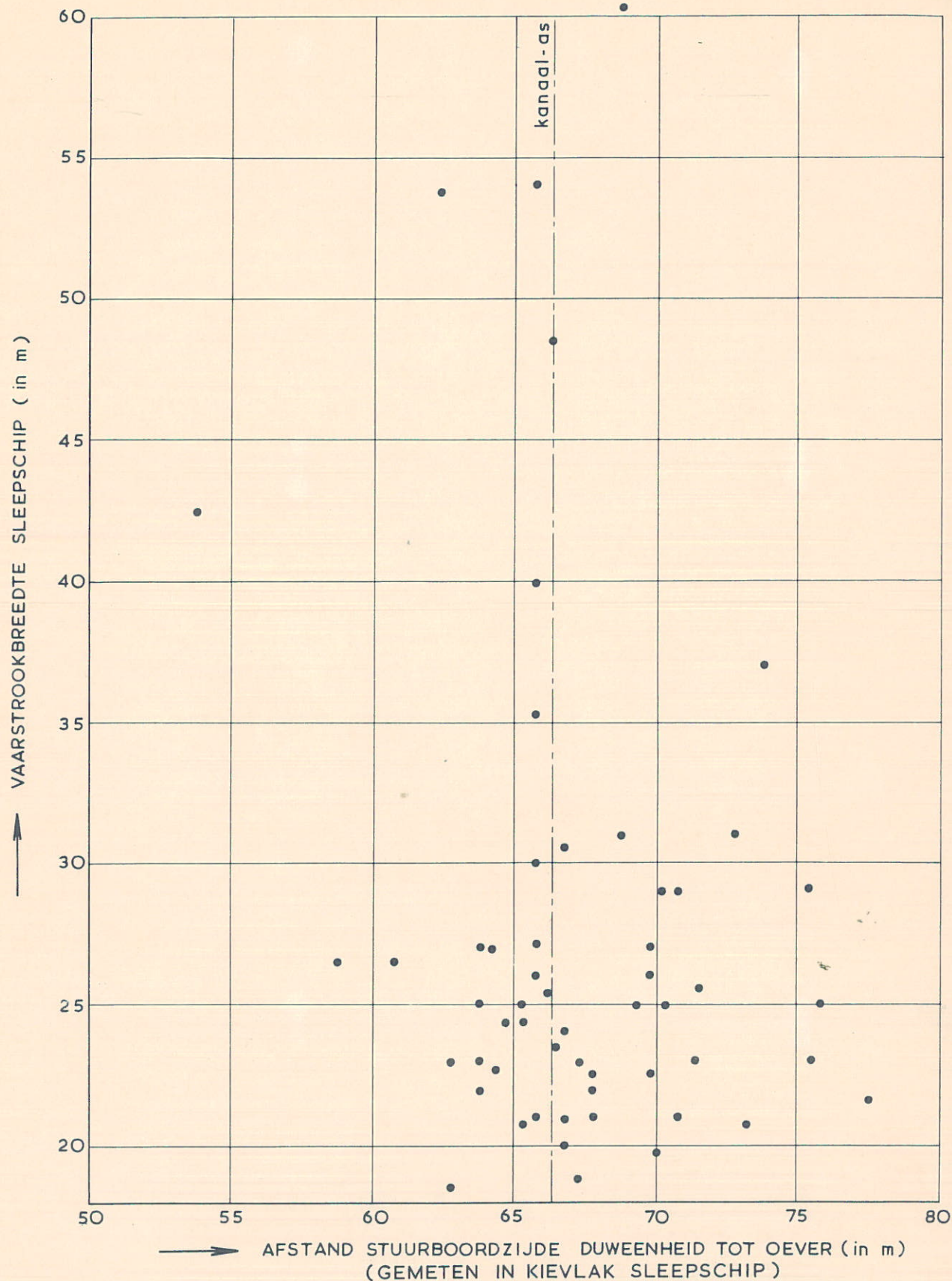
PASSEERMANOEUVRE WAARBIJ EEN SLEEPSCHIP
WORDT OPGELOPEN DOOR EEN DUWENHEID

T58-code A

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M.782-XI

FIG. 6



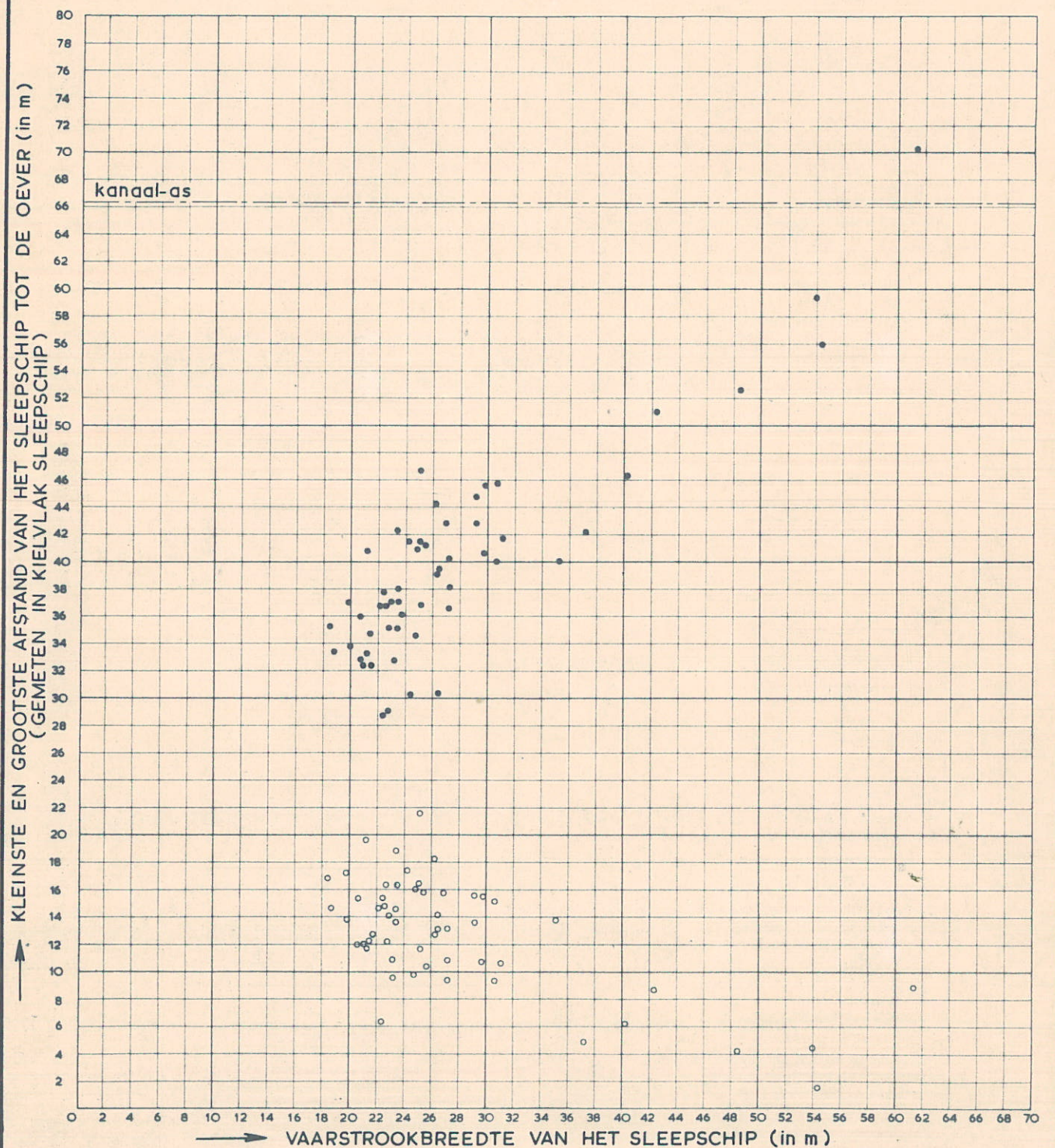
PASSEERMANOEUVRE WAARBIJ EEN SLEEPSCHIP
WORDT OPGELOPEN DOOR EEN DUWENHEID

T58-code A

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M.782 - XI

FIG. 7



● = GROOTSTE AFSTAND TOT DE OEVER
○ = KLEINSTE AFSTAND TOT DE OEVER
(AFSTANDEN GEMETEN IN HET KIELVLAK)

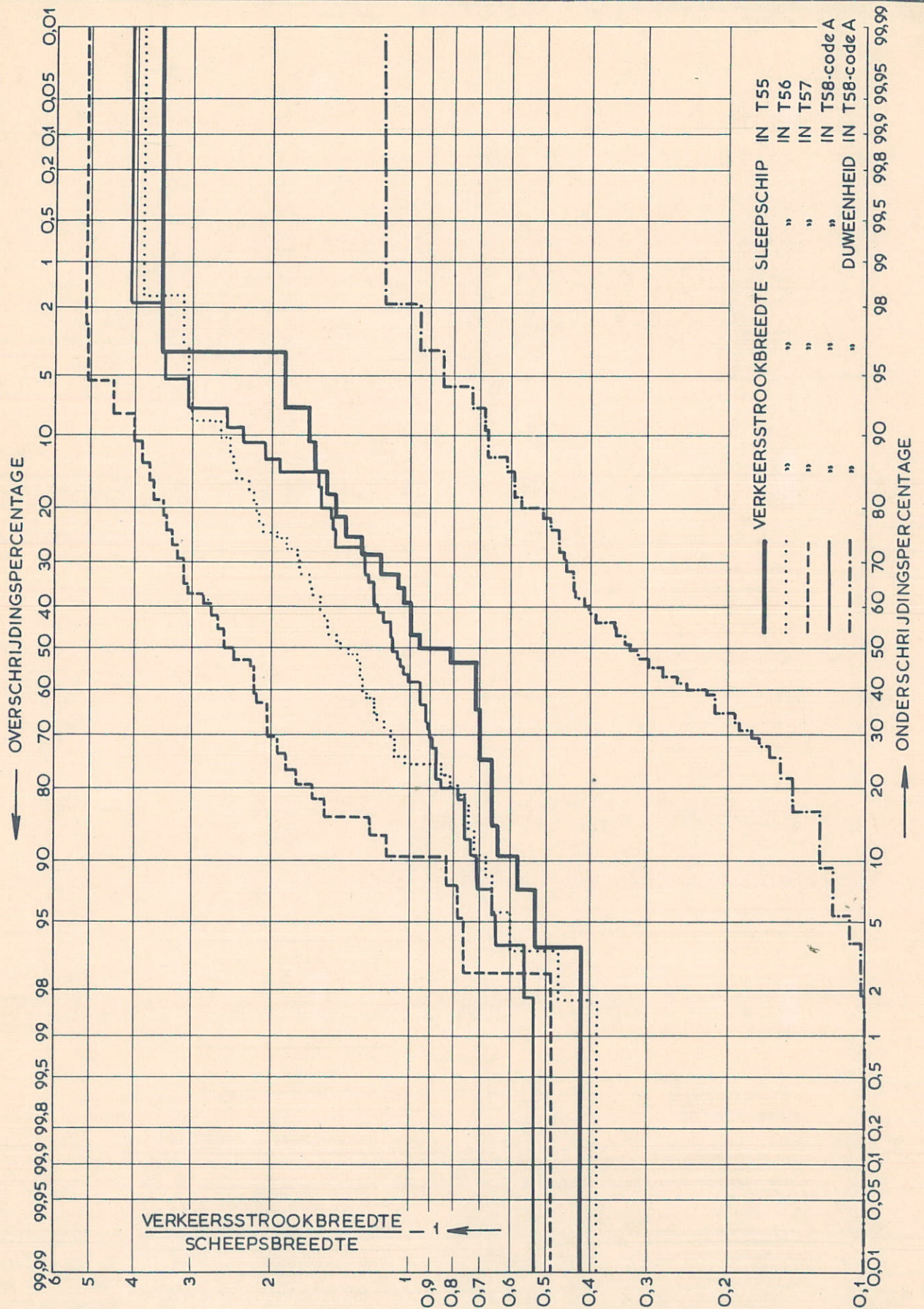
VERBAND TUSSEN DE VAARSTROOKBREEDTE VAN
HET SLEEPSCHIP EN ZIJN AFSTAND TOT DE OEVER

T58-code A

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

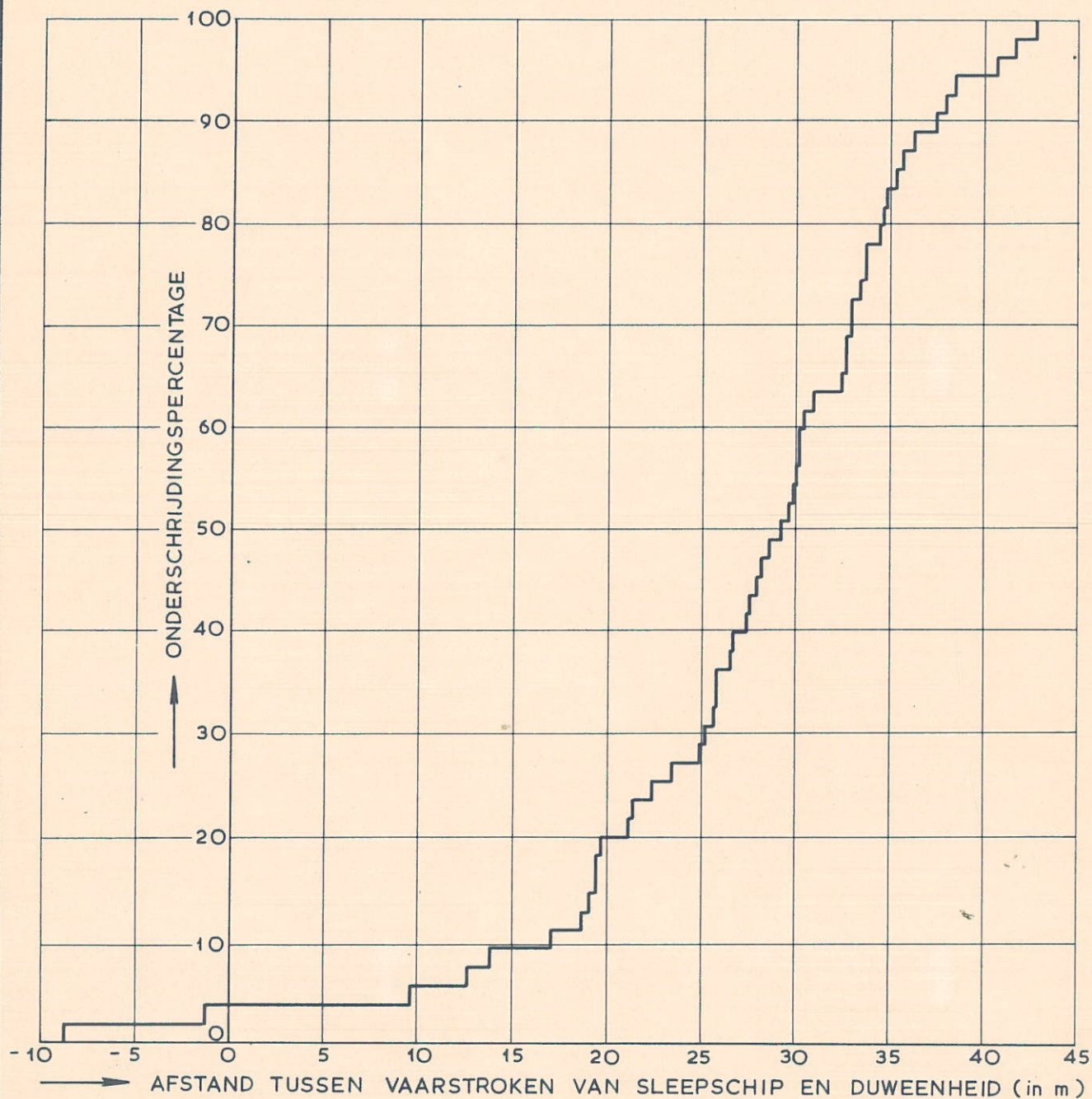
M.782-XI

FIG. 8



PASSEERMANOEUVRE WAARBIJ EEN SLEEPSCHIP
WORDT OPGELOPEN DOOR EEN DUWEEHEID

T55, T56, T57 en T58



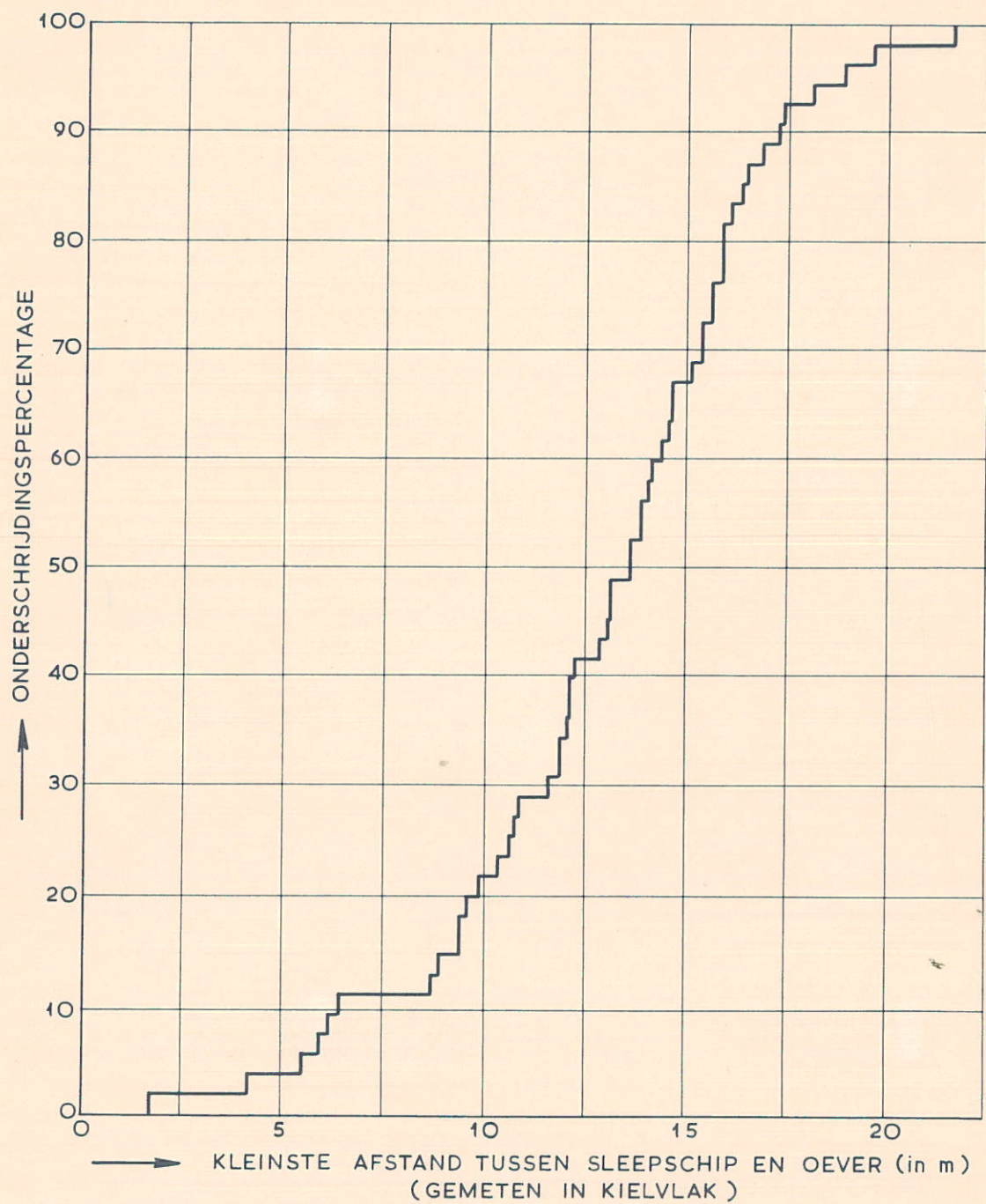
PASSEERMANOEUVRE WAARBIJ EEN SLEEPSCHIP
WORDT OPGELOPEN DOOR EEN DUWEENHEID

T58-code A

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M. 782-XI

FIG. 10



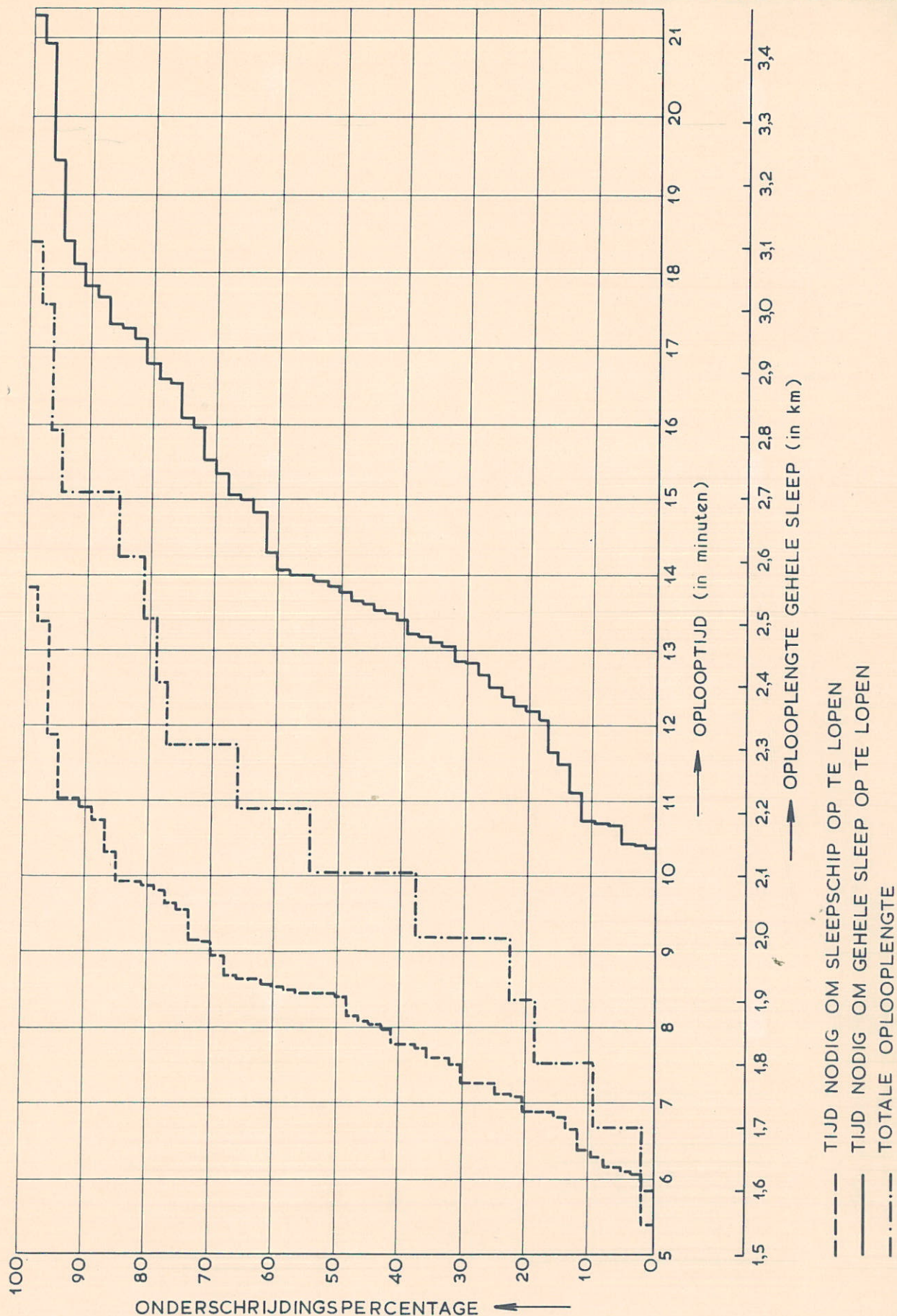
PASSEERMANOEUVRE WAARBIJ EEN SLEEPSCHIP
WORDT OPGELOPEN DOOR EEN DUWEENHEID

T58-code A

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M. 782-XI

FIG. 11



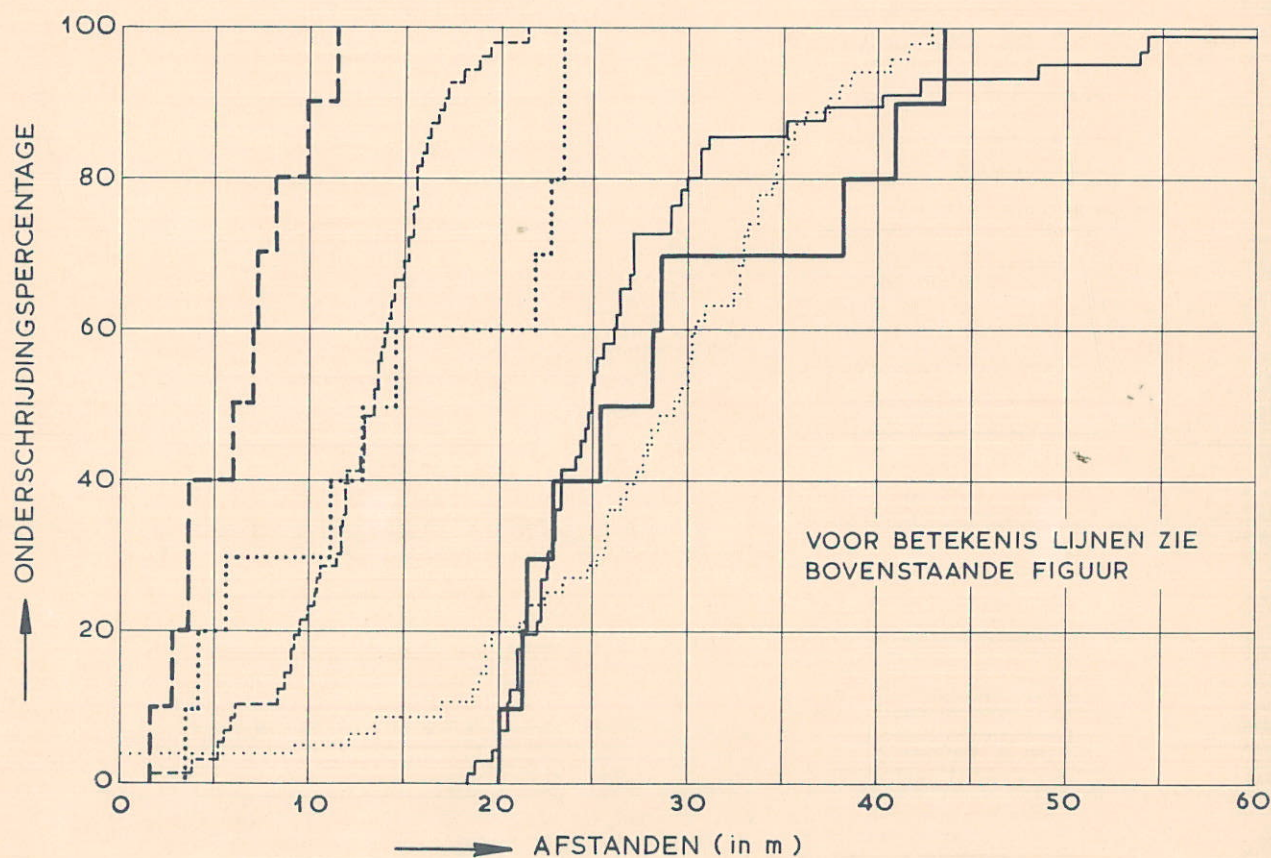
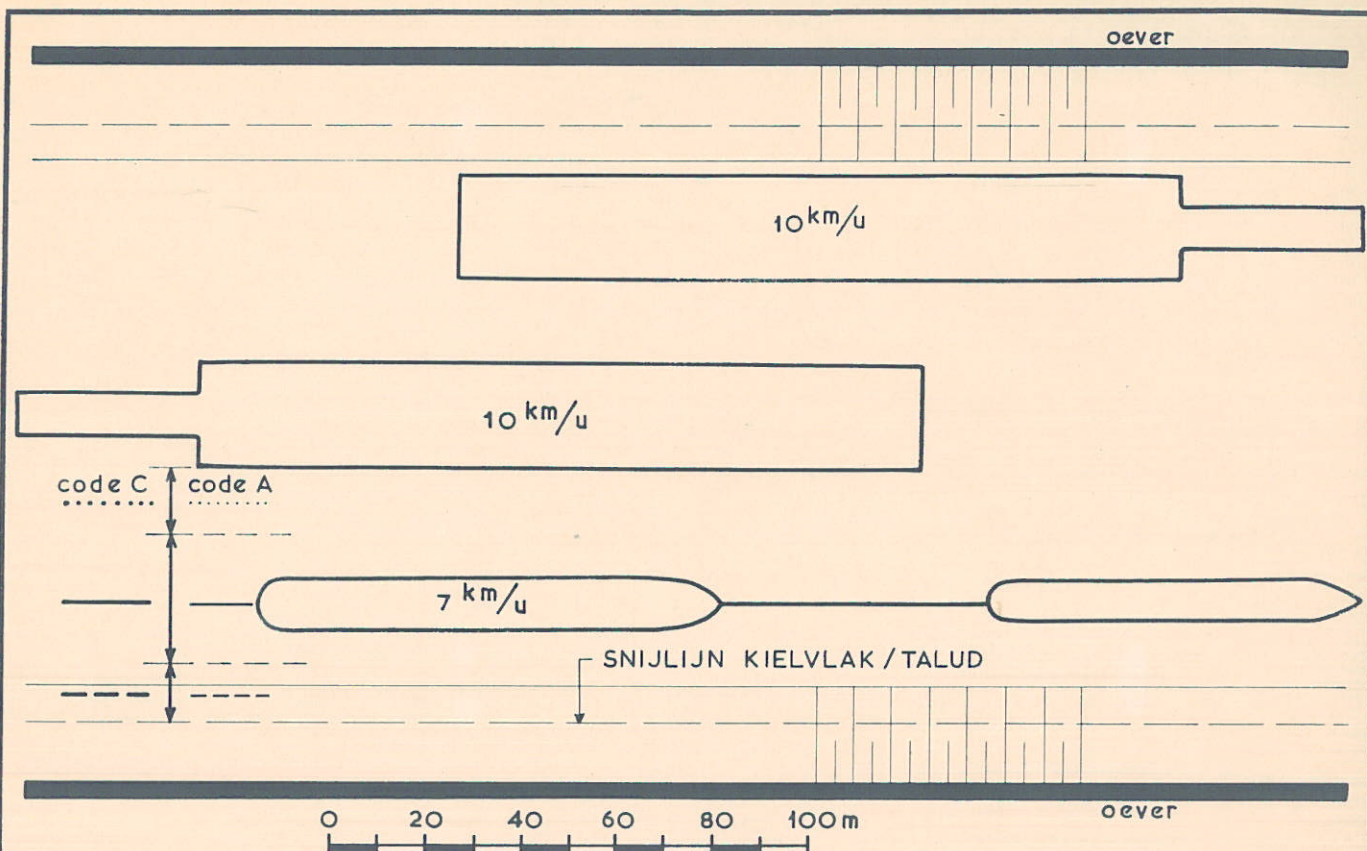
PASSEERMANOEUVRE WAARBIJ EEN SLEEPSCHIP
WORDT OPGELOPEN DOOR EEN DUWEENHEID

T58-code A

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

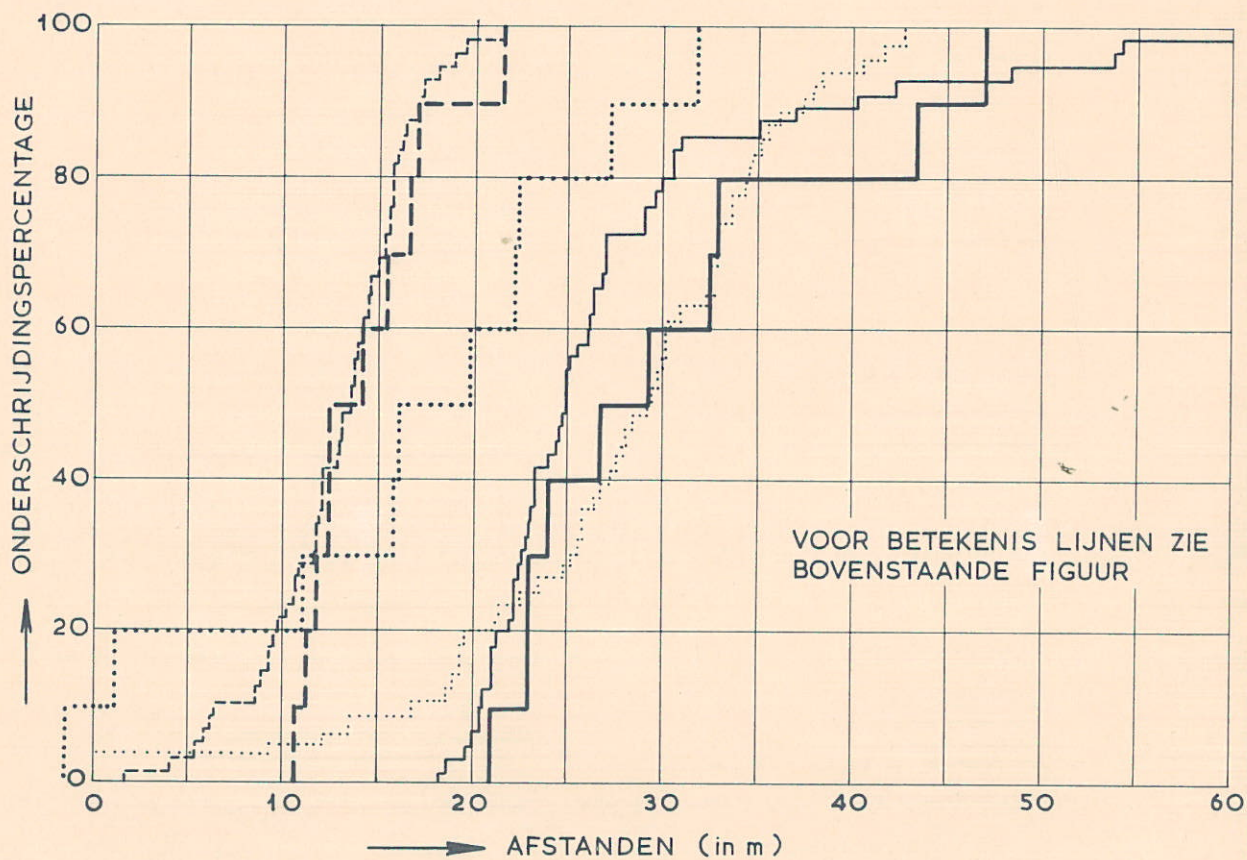
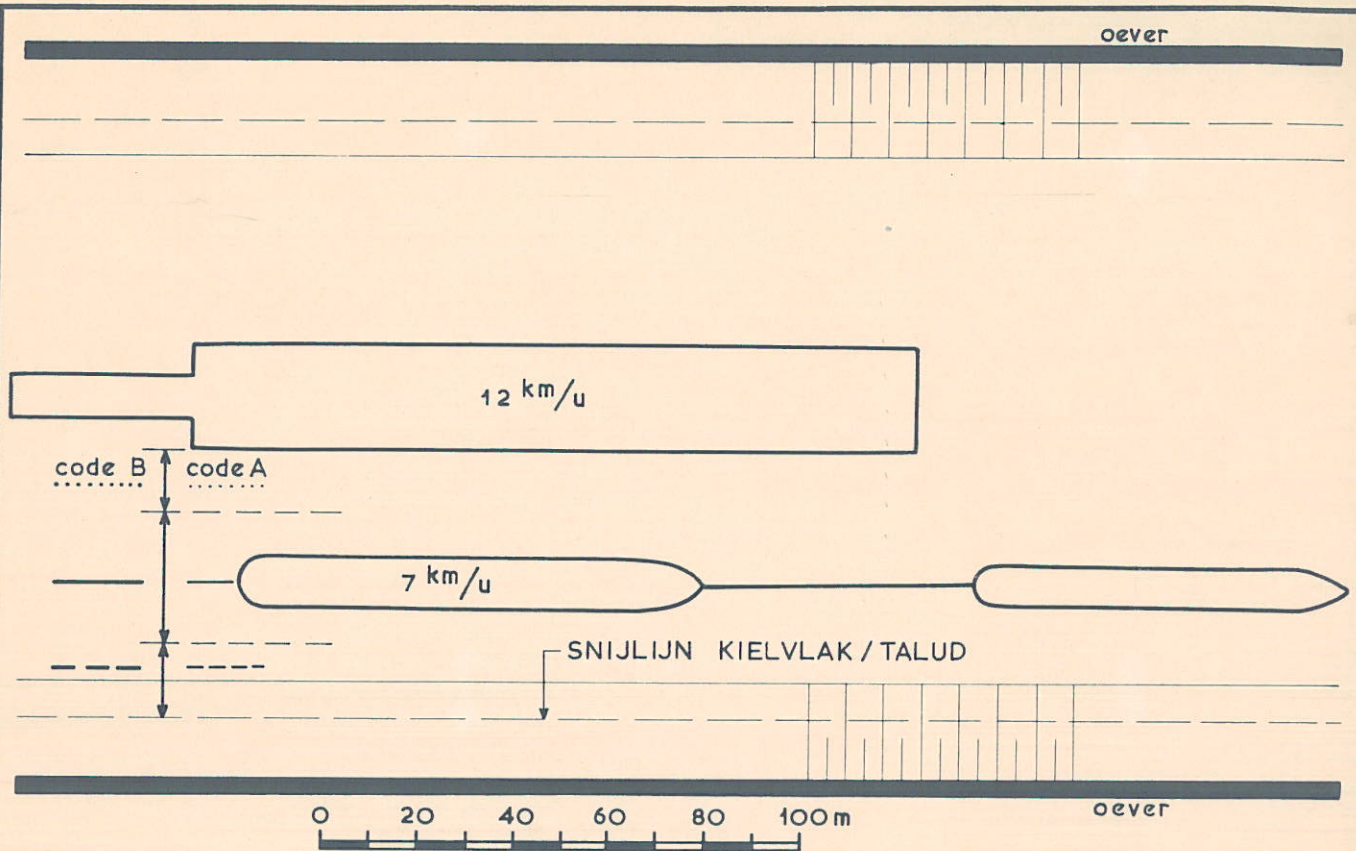
M. 782-~~XI~~

FIG. 12



RELATIEVE KUMULATIEVE FREKWENTIEVERDELING
VAN MINIMALE RUIMTEN TUSSEN DE SCHEPEN EN
VAARSTROOKBREEDTEN TIJDENS PASSEERMANOEUVRES

T58-code C



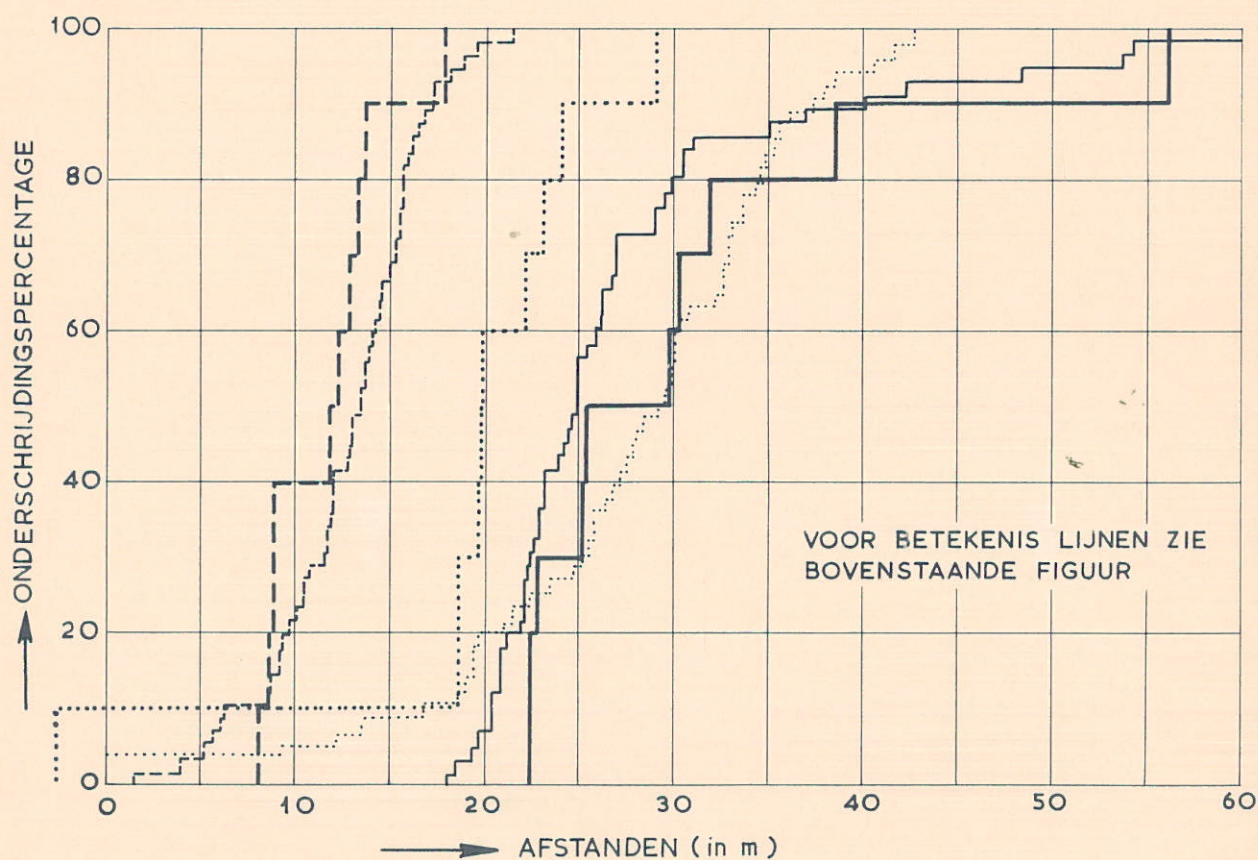
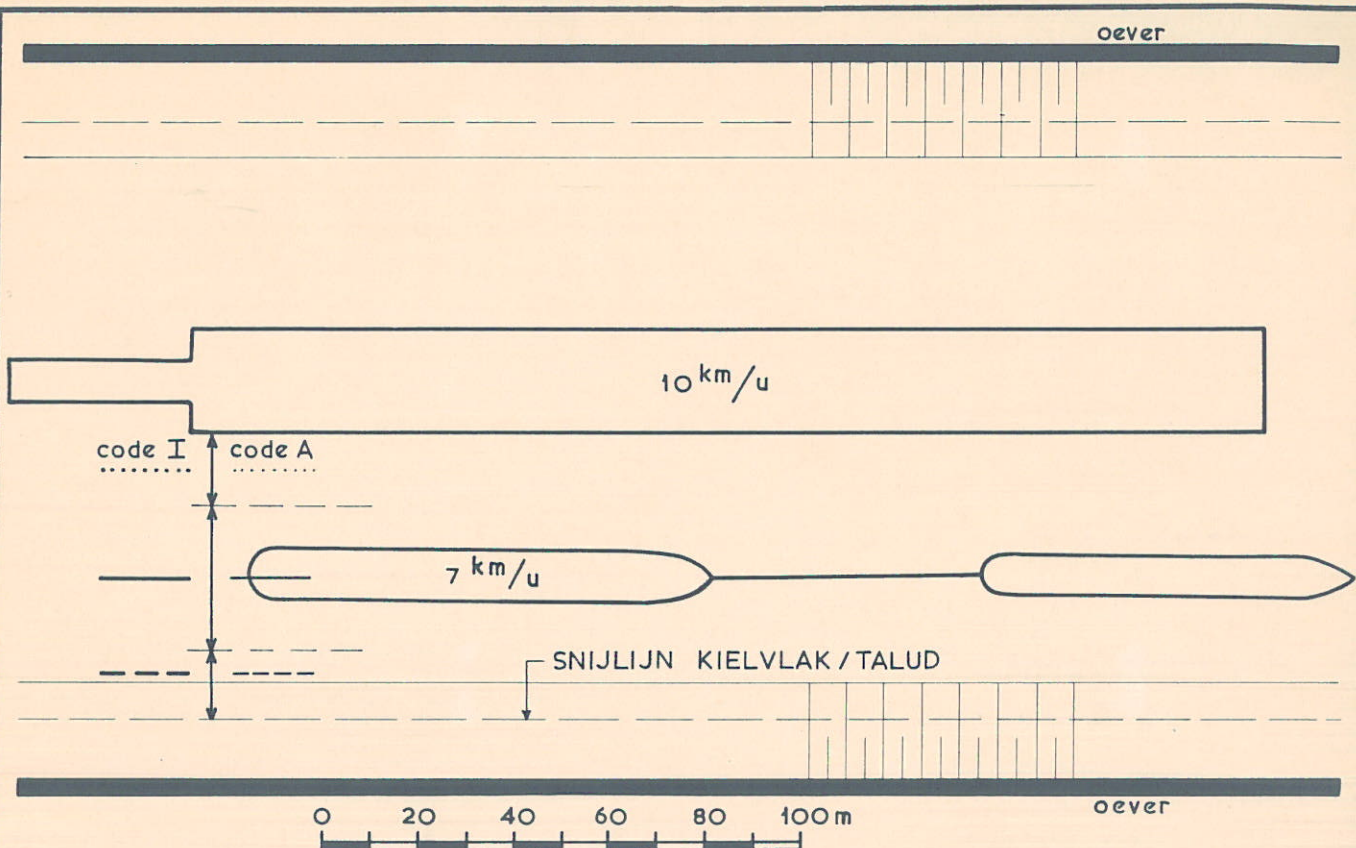
RELATIEVE KUMULATIEVE FREKWENTIEVERDELING
VAN MINIMALE RUIMTEN TUSSEN DE SCHEPEN EN
VAARSTROOKBREEDTEN TIJDENS PASSEERMANOEUVRES

T58-code B

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M.782-XI

FIG. 14



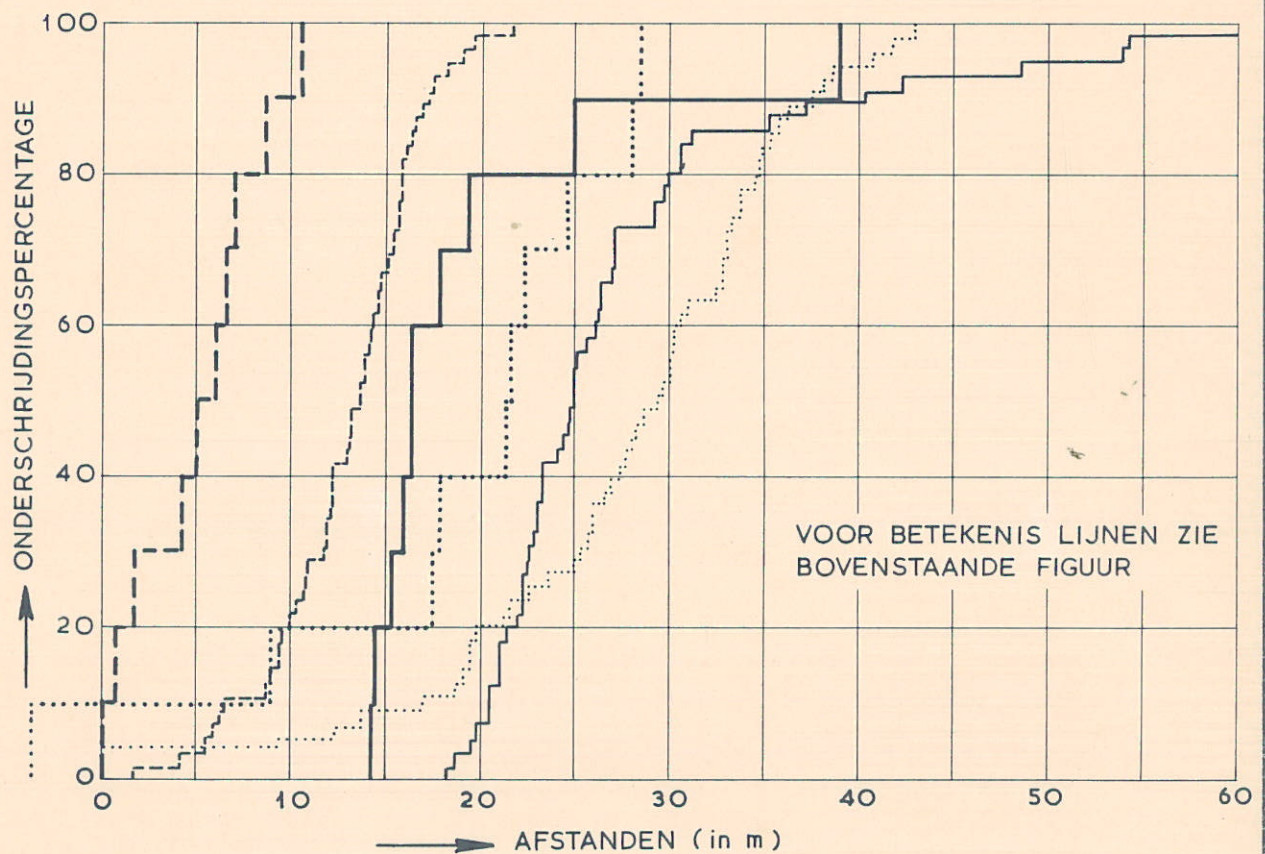
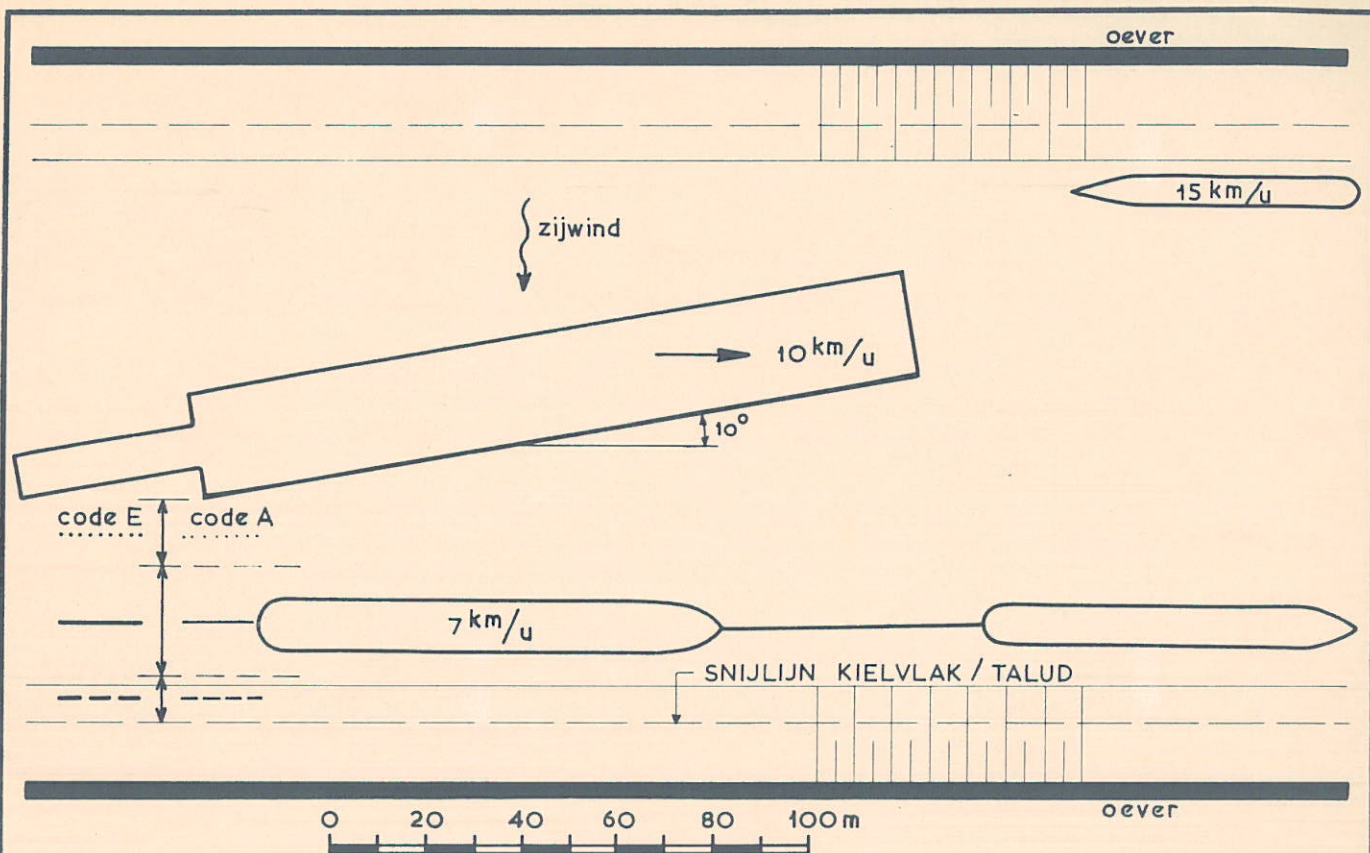
RELATIEVE KUMULATIEVE FREKWENTIEVERDELING
VAN MINIMALE RUIMTEN TUSSEN DE SCHEPEN EN
VAARSTROOKBREEDTEN TIJDENS PASSEERMANOEUVRES

T58-code I

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

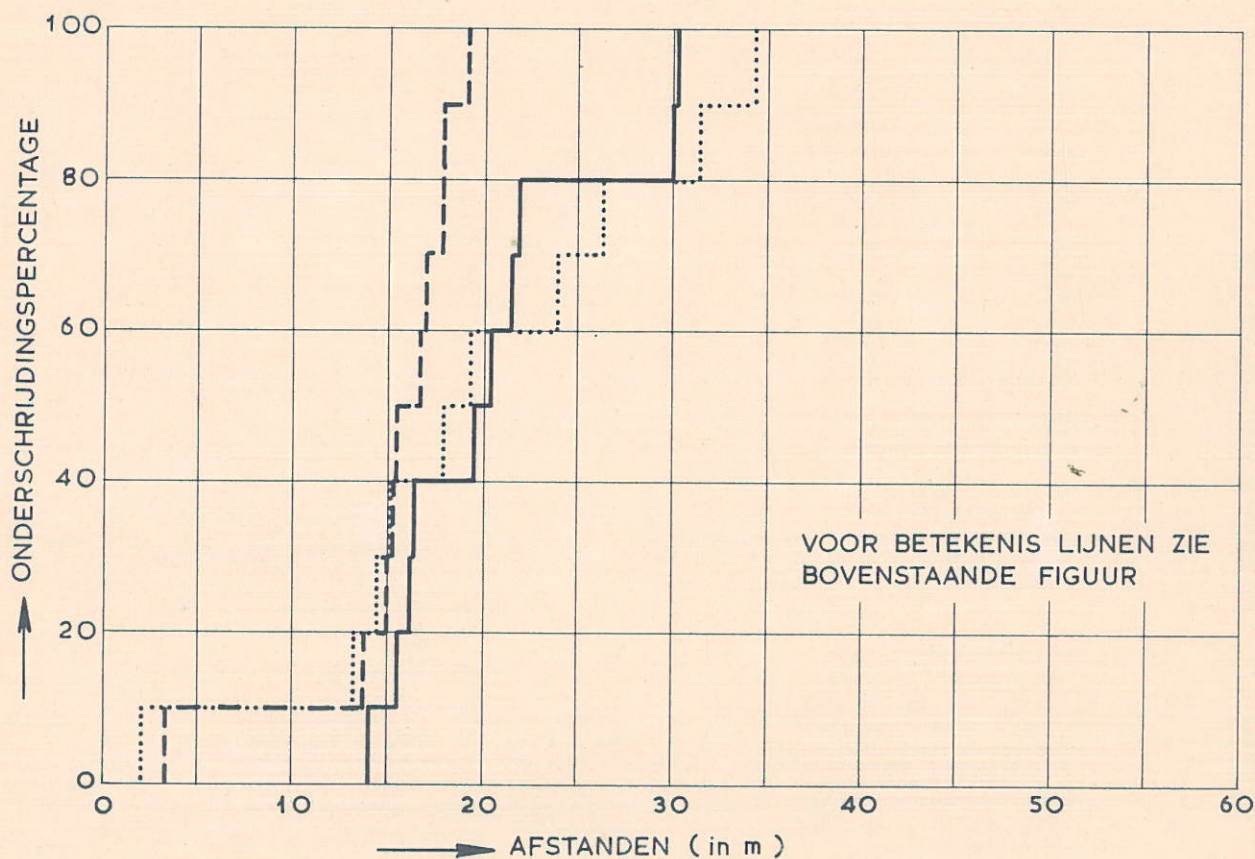
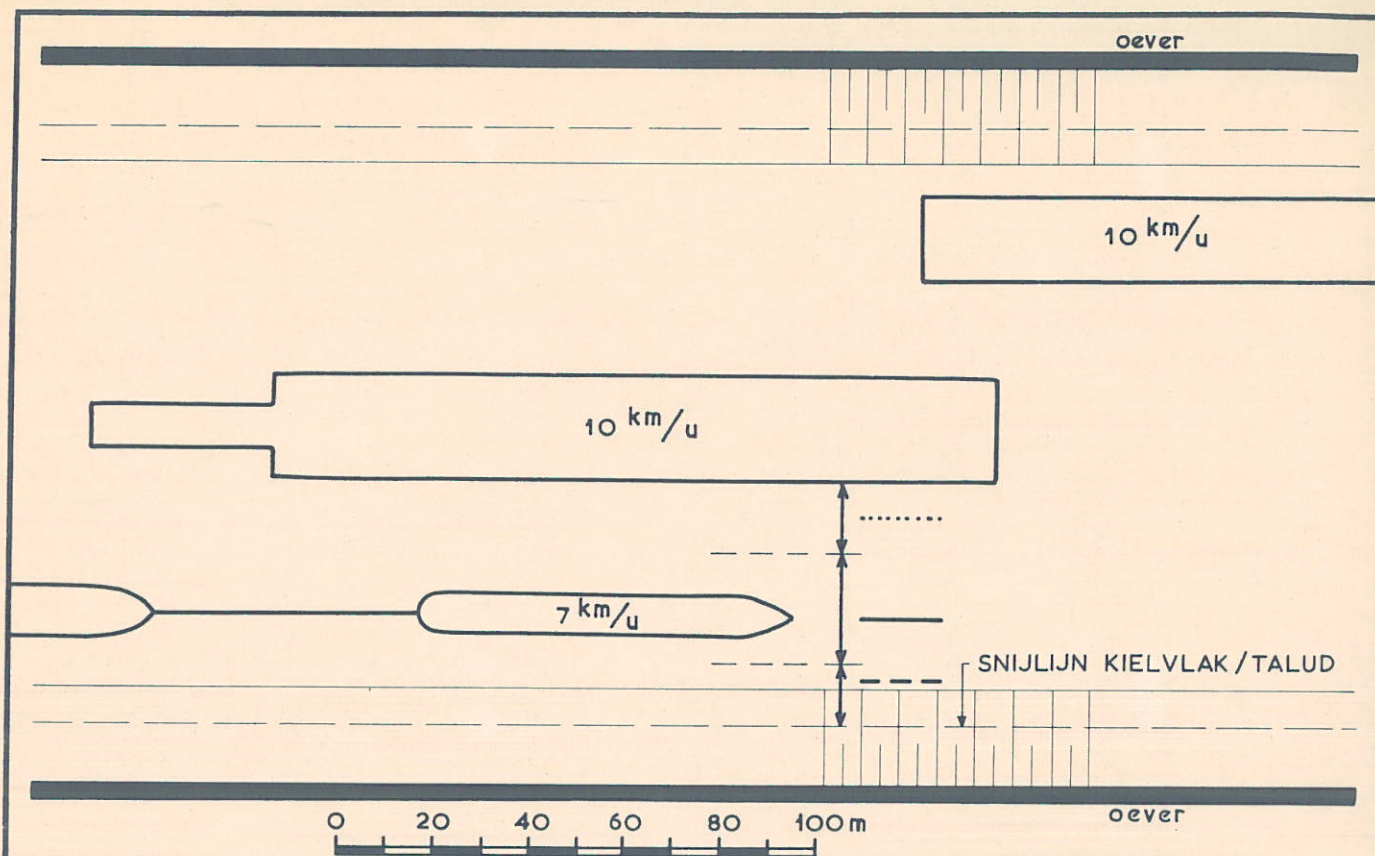
M.782-XI

FIG. 15



RELATIEVE KUMULATIEVE FREKWENTIEVERDELING
VAN MINIMALE RUIMTEN TUSSEN DE SCHEPEN EN
VAARSTROOKBREEDTEN TIJDENS PASSEERMANOEUVRES

T58-code E



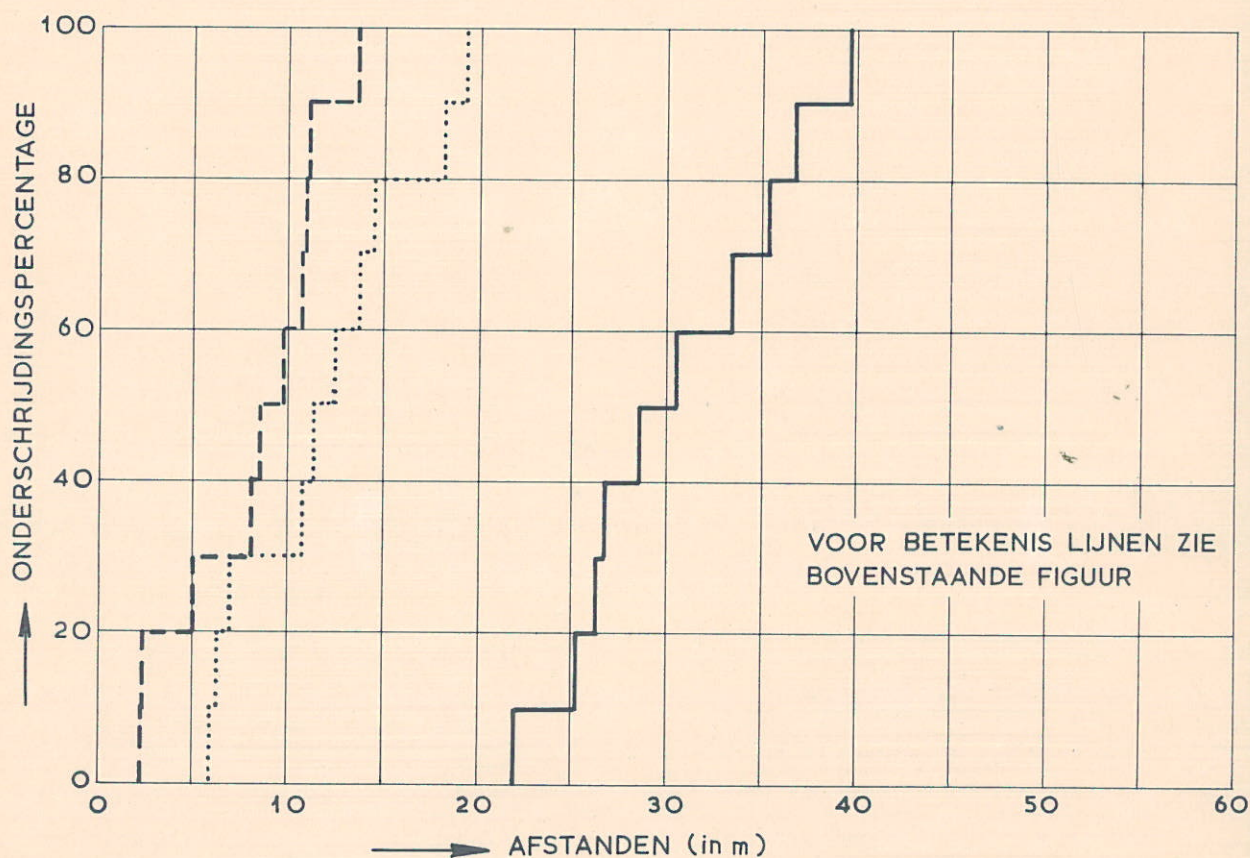
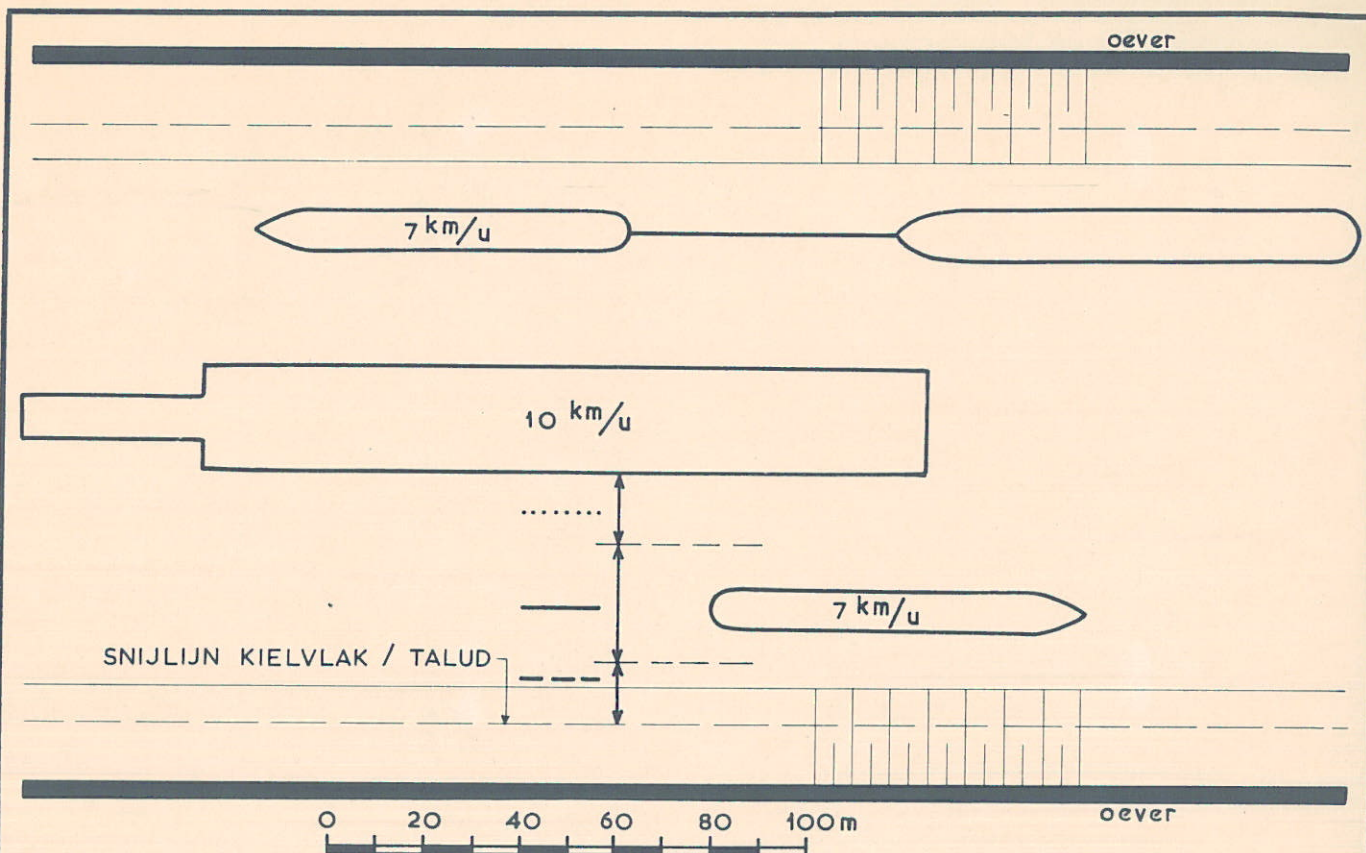
RELATIEVE KUMULATIEVE FREKWENTIEVERDELING
VAN MINIMALE RUIMTEN TUSSEN DE SCHEPEN EN
VAARSTROOKBREEDTEN TIJDENS PASSEERMANOEUVRES

T58-code C

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

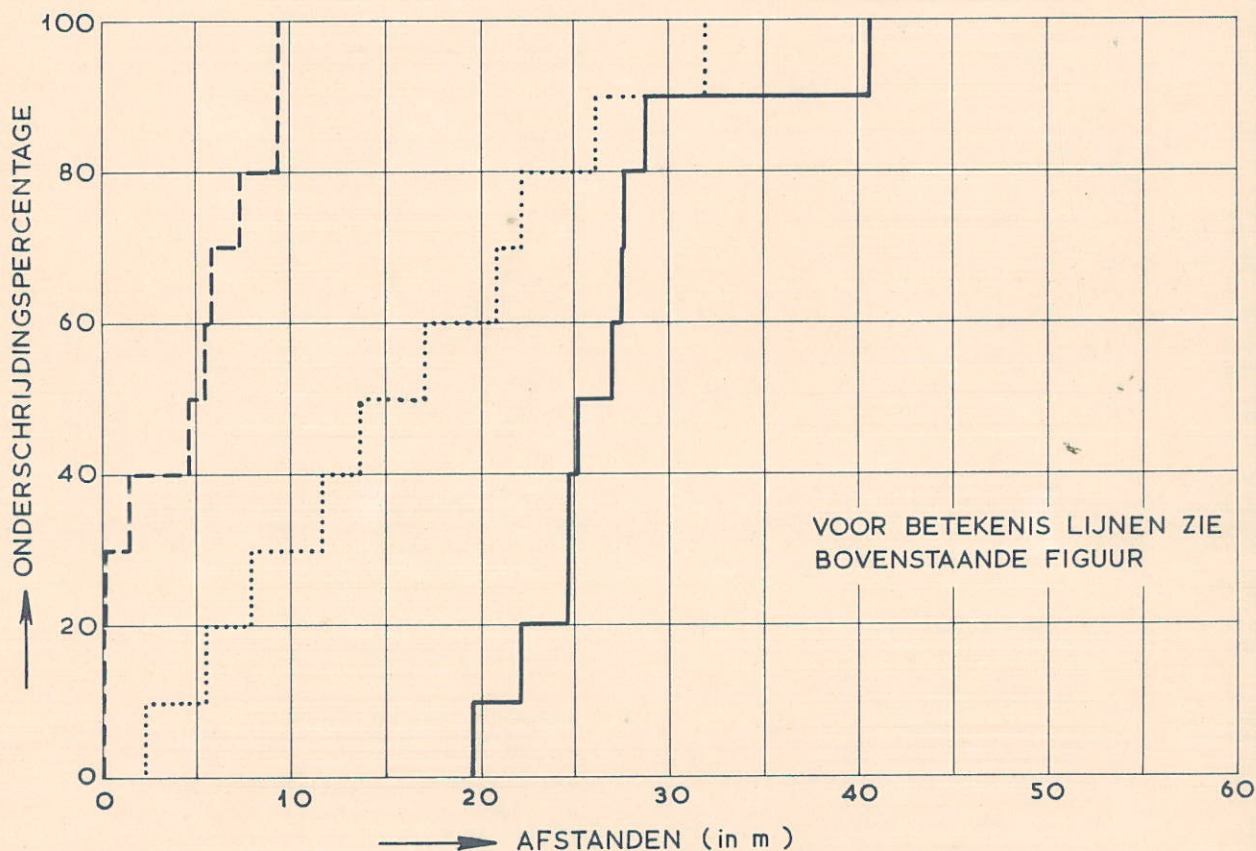
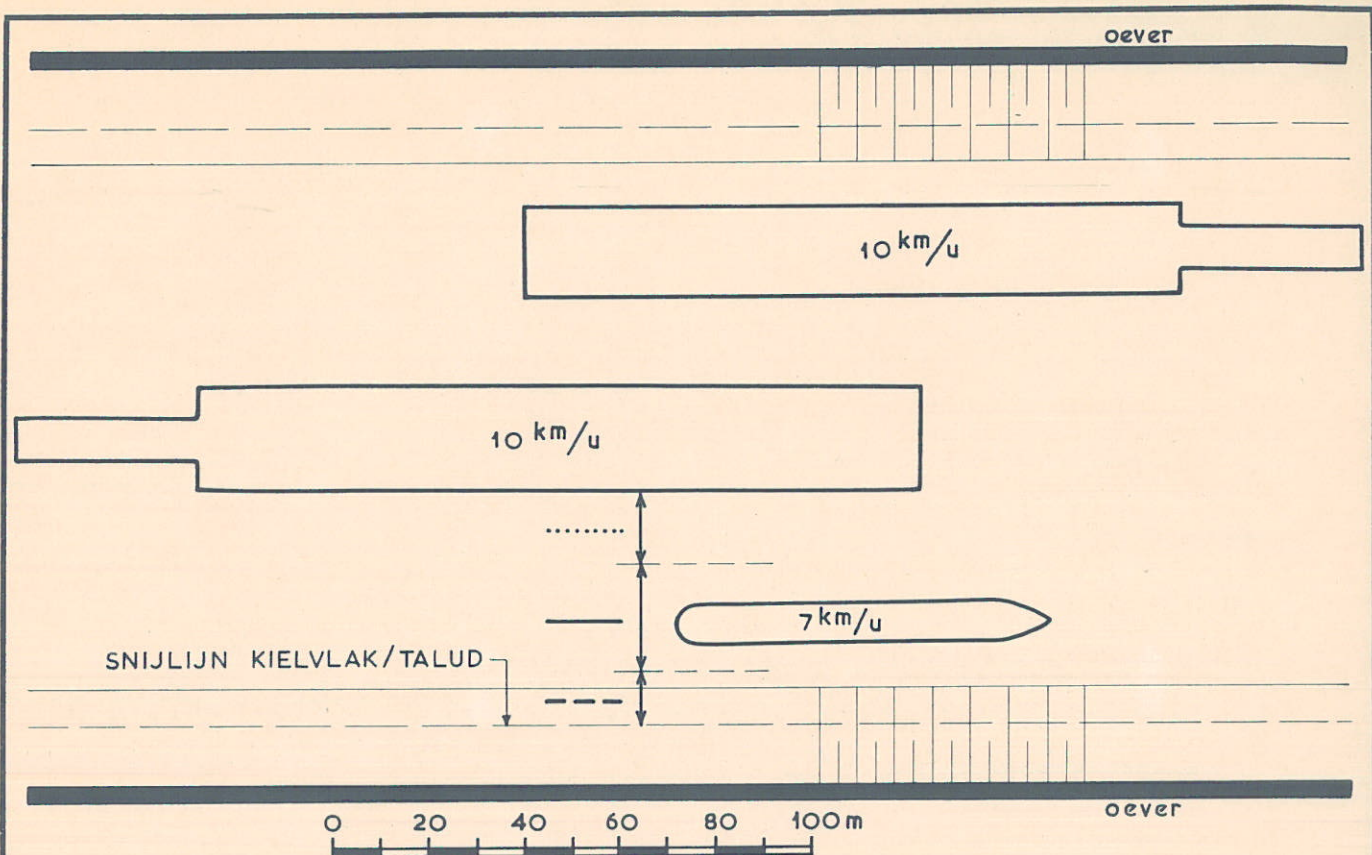
M.782 - XI

FIG. 17



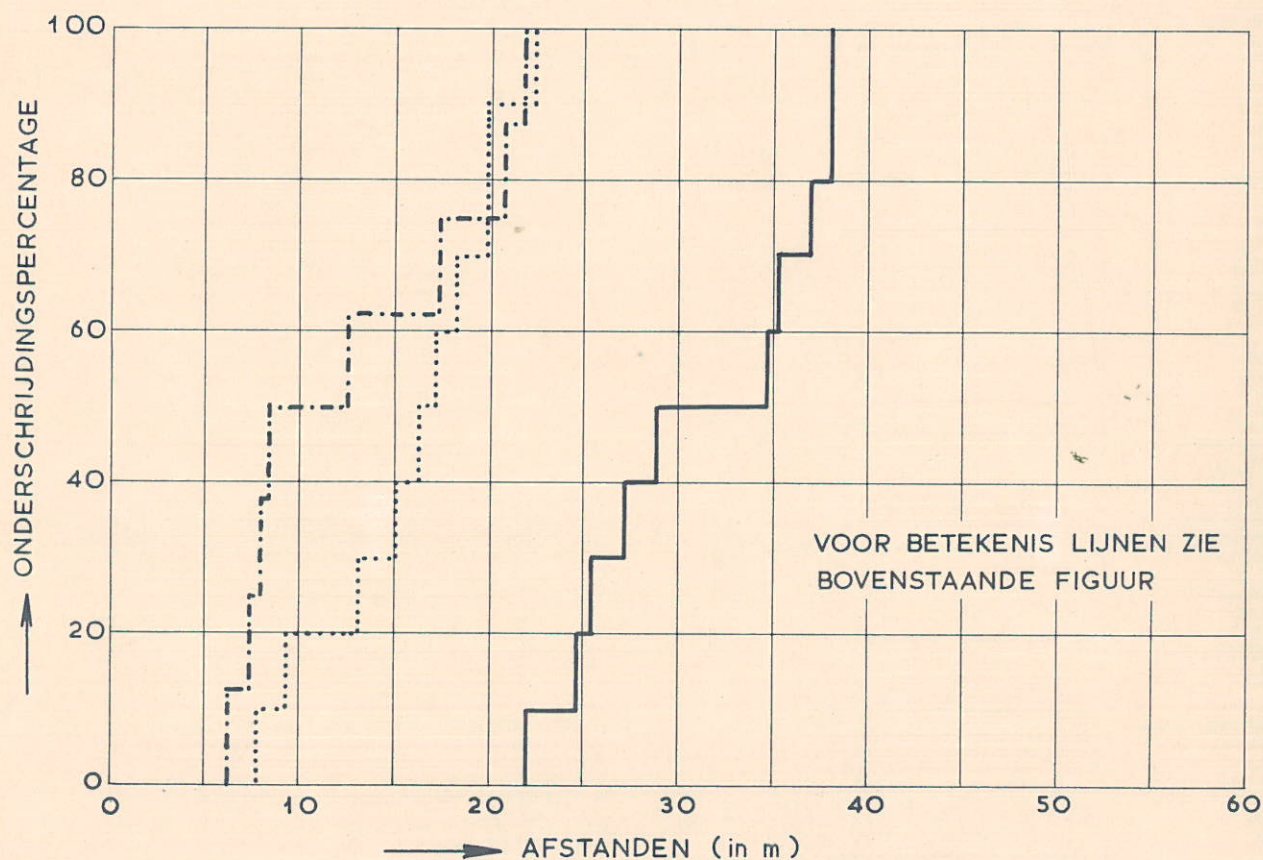
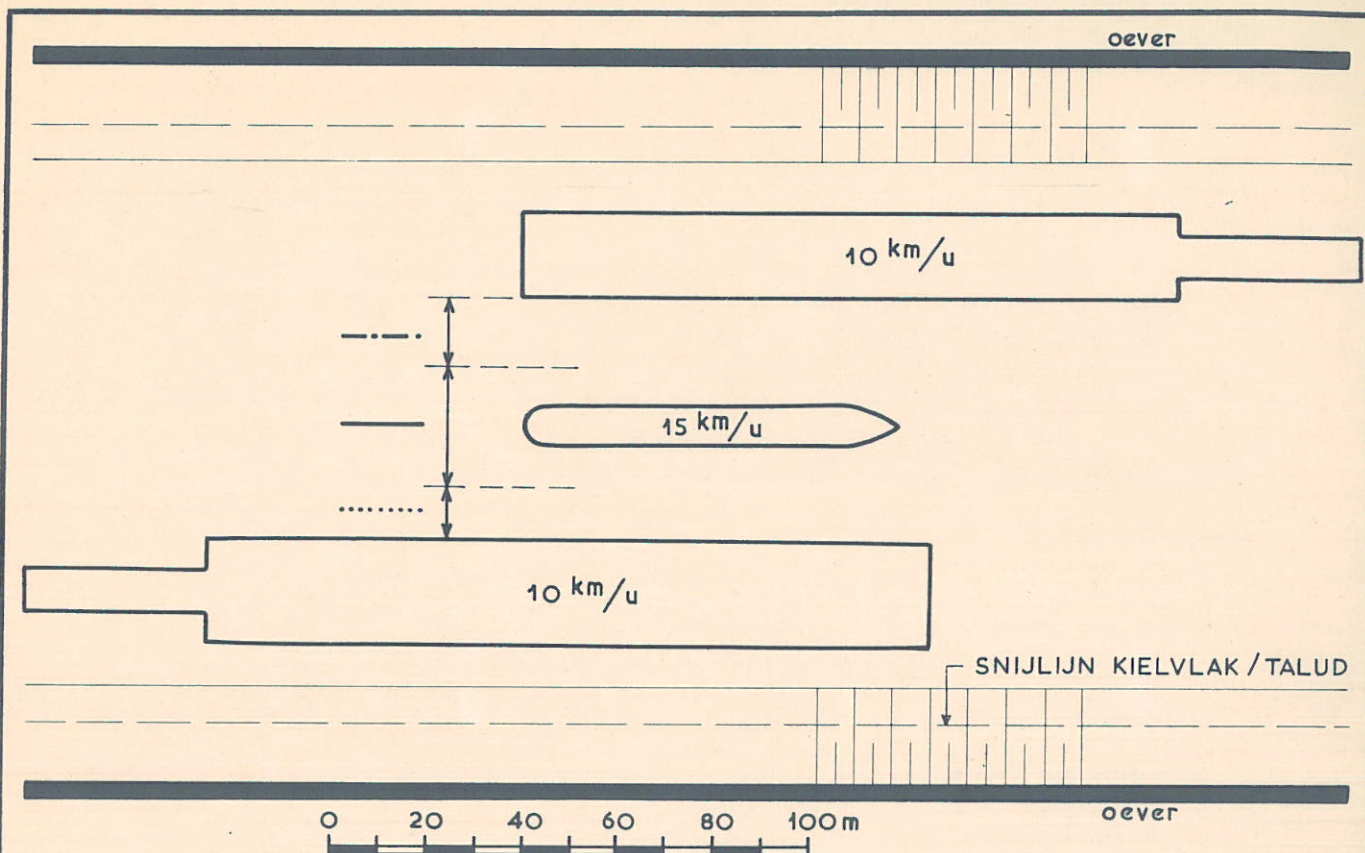
RELATIEVE KUMULATIEVE FREKWENTIEVERDELING
VAN MINIMALE RUIMTEN TUSSEN DE SCHEPEN EN
VAARSTROOKBREEDTEN TIJDENS PASSEERMANOEUVRES

T58-code F



RELATIEVE KUMULATIEVE FREKWENTIEVERDELING
VAN MINIMALE RUIMTEN TUSSEN DE SCHEPEN EN
VAARSTROOKBREEDTEN TIJDENS PASSEERMANOEUVRES

T58-code H



RELATIEVE KUMULATIEVE FREKWENTIEVERDELING
VAN MINIMALE RUIMTEN TUSSEN DE SCHEPEN EN
VAARSTROOKBREEDTEN TIJDENS PASSEERMANOEUVRES

T58-code G

