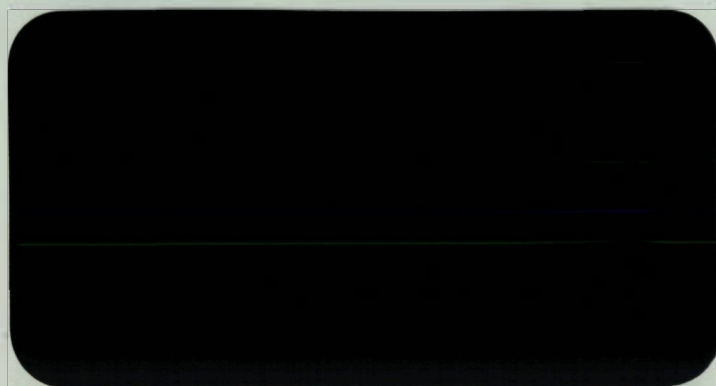




NSP

NEDERLANDS SCHEEPSBOUWKUNDIG PROEFSTATION

HAAGSTEEG 2 · WAGENINGEN · POSTBUS 28

281119

Rapport No. 72-0023-5-GBT

Hydronautisch onderzoek van de
bochtafsnijding bij Bath.

Deel 5: passeerproeven.

Deel A. October 1974.

Rapport No. 72-0023-5-CBT

Hydronautisch onderzoek van de bochtafsnijding
bij Bath

Deel 5: passeerproeven

Deel A.

Triocontainerschip model no. 3978

Tanker " " 3699^z

Containerschip " " 3872^z

Modelschaal 1:55

NSP opdracht no. 72-0023 BT

Opdrachtgever: Rijkswaterstaat

Bouw bureau Schelde-Rijnverbinding

Bolwerk Noord 85

Bergen op Zoom

Rapportage : Ir. J.G. Rosink.

Gecontroleerd: Ir. G. van Oortmerssen.

Inhoud Deel A.

1. Inleiding.
2. Beschrijving van de scheepsmodellen en het kanaalprofiel.
3. Proefprocedure.
4. Uitgevoerde proeven.
5. Evaluatie en presentatie v.d. resultaten.
6. Analyse van de resultaten:
 - I passeerproeven
 - II invaart in het kanaal
 - III passeren van een onderbreking in het talud
7. Conclusies.

Tabellen (5)

Figuren (63)

Appendix (45) Deel B.

1. Inleiding

In dit deelrapport worden de proeven beschreven die zijn uitgevoerd ter bepaling van de verstoringen, die optreden tengevolge van een passerend (tegemoetkomend) schip, de invaart in het kanaal en het varen langs een onderbreking van het talud.

De responsie van het door de mens gestuurde schip op deze verstoringen is onderzocht met behulp van een manoeuvreer-simulator.

De modelproeven hadden tot doel om de benodigde gegevens te verzamelen voor het programmeren van de simulator.

De volgende situaties werden onderzocht:

- de krachten op een containerschip ten gevolge van een passerend containerschip
- de krachten op een containerschip ten gevolge van een passerende tanker
- de krachten op een tanker ten gevolge van een passerend containerschip
- de krachten op een tanker en een containerschip ten gevolge van discontinuïteiten in het kanaalprofiel, te weten begin resp. onderbreking van het talud.

De proeven zijn uitgevoerd in de ondiepwatertank, voor een waterdiepte overeenkomend met 14.08 meter, terwijl de invloed van de scheepssnelheid en de passeerafstand op de ondervonden krachten werden onderzocht.

2. Beschrijving van de scheepsmodellen en het kanaalprofiel

Bij de proeven zijn de volgende modellen gebruikt:

Model 3699 - 80.000 ton deadweight tanker

Model 3978 - triocontainerschip

Model 3872 - containerschip

Alle modellen waren gemaakt van hout, op schaal 1:55.

De hoofdafmetingen van de drie schepen zijn gegeven in tabel I op pagina 14, terwijl de spantenramen gegeven zijn in de figuren 1, 4, en 7.

Bij de situaties tanker passeert containerschip en twee elkaar passerende containerschepen werd er gemeten aan het model van het triocontainerschip (Model nr. 3978) terwijl model 3872 dienst deed als passerend schip.

De roeropstellingen van de drie schepen zijn gegeven in de figuren 2, 5 en 8.

De modellen waren voorzien van de volgende voorraadschroeven:

Modelnr.	Schroefnr.	gegevens in fig.
3699	3224	3
3978	3694 ^{R+L}	6
3872	2199	9

Alle modellen waren voorzien van kimkielen.

Het kanaaltracé van de bochtafsnijding werd als recht kanaal gemodelleerd.

De taluds hebben een helling van 1:4 en 1:10.

De bodembreedte bedraagt 372 m. voor prototype.

Het dwarsprofiel is weergegeven in figuur 10.

De taluds werden in het model nagebootst met behulp van een houten raamwerk, bekleed met eterniet platen.

Het kanaalmodel had een lengte die overeenkomt met 4400 meter voor het prototype.

Bij deze lengte was het mogelijk om over een voldoende lang tracé te meten zonder dat eindeffecten merkbaar waren.

Aan het begin en eind van de taludconstructie was geen afronding aangebracht, de zijkanten waren open.

De onderbreking in het talud werd gerealiseerd door enkele platen van de taludconstructie te verwijderen.

De lengte van de onderbreking bedroeg 132,50 meter (prototype) en was aangebracht in het talud met helling 1:4.

3. Proefprocedure.

De modelproeven zijn gebaseerd op de schaalwet volgens Froude. Voor een lengteschaal van 1:55 betekent dit een schaaalfactor $1:\sqrt{55}$ voor snelheid en tijd, $1:1/\sqrt{55}$ voor toerentallen, $1:55^3$ voor krachten en $1:55^4$ voor momenten.

De scheepsmodellen hadden tijdens de proeven eigen voortstuwing.

Het model, dat tijdens de passeerproeven dienst deed als passerend schip, was volledig vrijvarend.

Het model werd op de gewenste offset en koers gehouden met behulp van een automatische piloot.

De stuurautomaat reageerde op de volgende signalen:

- fout in de koershoek $\Delta\dot{\psi}$
- draaisnelheid $\dot{\psi}$
- afwijking ten opzichte van de gewenste baan Δy

Het roercommando wordt weergegeven door:

$$\delta = C_0 + C_1 \Delta y + C_2 \Delta\dot{\psi} + C_3 \dot{\psi}$$

De coëfficiënten C_0 t/m C_3 werden vooraf proefondervindelijk bepaald.

De koershoek ψ en de koershoeksnelsheid $\dot{\psi}$ werden gemeten met behulp van gyro's, de afwijking in de baan Δy , met behulp van laserstraal apparatuur, welke aan het eind van het kanaal stond opgesteld.

De meetsignalen en roercommando's werden langs radiografische weg overgebracht.

Het scheepsmodel waaraan werd gemeten was via een meetopstelling verbonden met de sleepwagen.

In figuur 13 en 14 is een schets van deze meetopstelling gegeven. Het scheepsmodel is ten opzichte van de sleepwagen gefixeerd wat betreft horizontale bewegingen en slingeren, doch vrij om te dompen en te vertrimmen.

In de meetopstelling waren drie krachtopnemers geplaatst, één voor het meten van de langskracht, en twee voor het meten van dwarskrachten.

De beide laatste leverden de informatie, nodig voor het bepalen van de totale dwarskracht en het moment op het model. De krachtopnemers waren van het rekstrook-type. Behalve de drie krachten werden de snelheid en het toerental geregistreerd. Het toerental van het vastgehouden model werd ingesteld overeenkomstig het z.g. self-propulsion point of model, hetgeen inhoudt dat de gemeten langskracht nul bedraagt bij vaart in het midden van het kanaal, als er geen verstoring op het model wordt uitgeoefend.

De positie in langsrichting van het kanaal van het vastgehouden model ten opzichte van het passerende model, het begin van het talud of de talud onderbreking werd bepaald met behulp van fotoëlektrische cellen.

Deze cellen genereren een elektrische puls bij het onderbreken van een lichtstraal.

Bij het passeren werd gebruik gemaakt van twee fotocellen, die aan de sleepwagen bevestigd waren. De eerste cel gaf een puls op het moment dat de voorstevens van de beide modellen elkaar passeerden.

De tweede cel stond op 8 meter afstand (model) van de eerste, waardoor het mogelijk werd de snelheid van het passerende model te bepalen.

Bij de invaart van het kanaal en het varen langs de taludonderbreking stond er één fotocel opgesteld, zodanig dat een puls werd geregistreerd op het moment dat de boeg van het schip ter hoogte van het begin van het talud resp. de onderbreking was.

Alle gemeten signalen werden tijdens de proef continu en gelijktijdig geregistreerd op magnetische band en ultraviolet gevoelig papier.

Er werd gemeten over een traject overeenkomend met ongeveer 550 m. vóór passeren boeg/boeg en 550 m. daarna.

4. Uitgevoerde proeven.

Een overzicht van de uitgevoerde proeven is gegeven in de volgende tabellen:

Tabel II - containerschip passeert containerschip
" III - tanker passeert containerschip
" IV - containerschip passeert tanker
" V - invaart in het kanaal en vaart langs onderbreking in het talud.

De gebruikte offsets zijn aangegeven in fig. 11 en 12.

Bij de situatie dat het containerschip werd gepasseerd zijn kleinere passeerafstanden toegepast dan bij de situatie dat de tanker wordt gepasseerd, terwijl in het eerste geval beide schepen asymetrisch t.o.v. de kanaalas voeren.

Reden hiervoor is de beperkte beschikbare vaarbreedte van het containerschip, uitgaande van het 15° roerhoekcriterium.

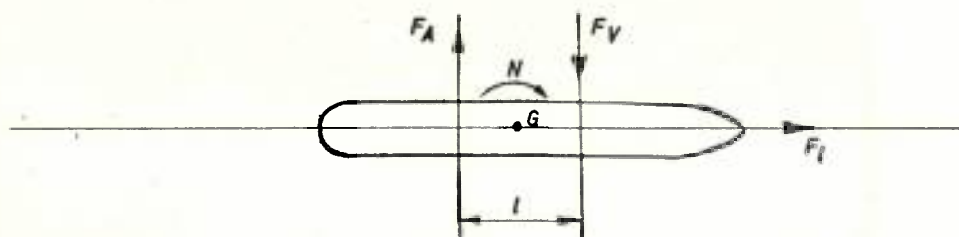
(Zie deelrapport 72-0023-4-BT).

5. Evaluatie en presentatie van de resultaten.

Zoals gezegd in hoofdstuk 3 werden alle meetsignalen geregistreerd op magnetisch band en op ultra-violet papier. Voor de evaluatie van de resultaten werd gebruik gemaakt van de magneetband, terwijl de papier registratie gebruikt werd als controle.

De analoge registratie op de magneetband werd gedigitaliseerd met een tijdsinval van 0.625 sec., overeenkomend met 4.635 sec. van prototype, en deze samples werden omgerekend naar prototype waarden.

De signalen zijn gefilterd met een zwak digitaal filter om de invloed van hoog frequente stoorsignalen te verminderen. Aan het model werden drie krachten gemeten, die zijn aangegeven in de volgende schets.



Uit deze drie gemeten krachten werden op elk tijdstip de langskracht, dwarskracht en het giermoment berekend:

langskracht: $X = F_L$

dwarskracht: $Y = F - F_A$

giermoment (om het
zwaartepunt): $N = (F_V + F_A) \cdot l$

De langskracht wordt positief gerekend naar voren, de dwarskracht positief naar stuurboord en het giermoment positief rechtsom.

De tijdhistorie van de drie gemeten krachten en de daaruit berekende grootheden zijn in de Appendix gegeven in de vorm van computer-uitvoer.

In deze uitvoer is ook aangegeven op welk tijdstip de pulsen werden geregistreerd.

De invaart in het kanaal en het varen langs de taludonderbreking zijn als één meetrun uitgevoerd.

In de computeruitvoer geeft de eerste puls het moment dat de boeg het begin van het talud passeert aan, de tweede puls het moment dat de boeg het begin van de onderbreking passeert.

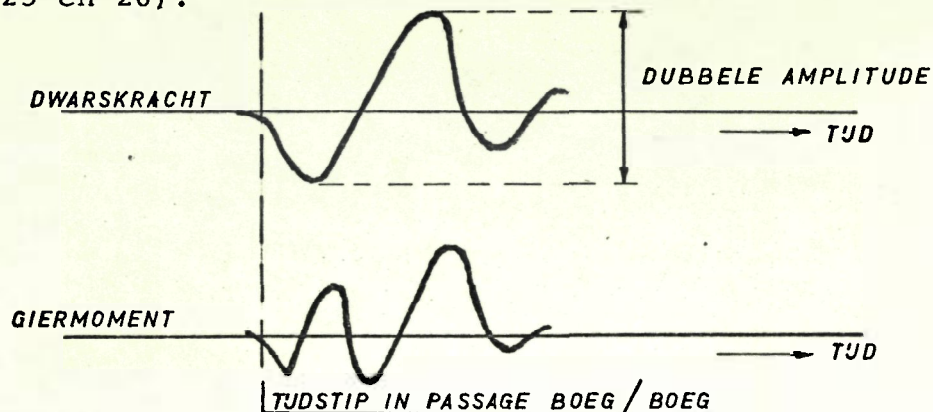
Bovendien zijn de langskracht, dwarskracht en het giermoment voor de meeste proeven grafisch uitgezet op basis van de tijd. Deze plots zijn gegeven in fig. 15 tot en met 59.

Alle resultaten zijn gegeven als prototype waarden, omerekend voor zout water met een soortelijk gewicht van 1025 kg/m^3 .

6. Analyse van de resultaten.

6.1. passeerproeven.

De dwarskracht en het giermoment, die op een schip worden uitgeoefend voor een passerend schip, tonen over het algemeen het volgende karakteristieke verloop (zie bijv. fig. 25 en 26).



De dwarskrachten, langskrachten en het moment hebben een wisselend karakter. In veel gevallen is het beeld wat ingewikkelder: de begin- en eindwaarden van de dwarskracht en het moment zijn niet gelijk aan nul, tengevolge van de oeverzuiging, en bij hoge passeersnelheden treden voor de grote amplitudes in de periode dat de schepen dicht bij elkaar zijn, nog meerdere wisselingen op als gevolg van het feit dat de beide schepen door elkaars golfsysteem heen- varen (zie bijv. fig. 46 en 47).

Om een idee te geven van de invloed van de passeersnelheid en de passeerafstand op de grootte van de verstoring is in de figuren 60, 61 en 62 de dubbele amplitude van de dwarskracht tijdens passeren (maximale waarde minus minimale waarde) voor de verschillende onderzochte situaties uitgezet op basis van de passeerafstand.

Zoals te verwachten was, blijkt de verstoring toe te nemen met afnemende passeerafstand. Deze toename is progressief, vooral bij de krachten die de tanker ondervindt van een passerend containerschip.

Verder blijkt dat een passerend containerschip grotere krachten uitoefent op een tanker dan op een containerschip. Een containerschip ondervindt ongeveer dezelfde verstoring van een passerende tanker als van een passerend containerschip.

In fig. 63 is de invloed van snelheidsvariatiën van het passerende schip gegeven.

Hierbij is de dubbele amplitude van de dwarskracht tijdens passeren gegeven als functie van de passeersnelheid.

Uit de figuur blijkt dat de invloed van snelheidsvariatie van het passerende schip groter is dan de invloed van snelheidsvariatie van het gepasseerde schip (model waaraan gemeten is).

6.2. Invaart in het kanaal.

In de figuren 54 t/m 59 zijn de langskracht, de dwarskracht en het giermoment tijdens de invaart in het kanaal weergegeven voor de meetruns met de hoogste snelheid en de kleinste afstand tot het talud (offset 5, zie fig. 10).

In deze figuren zijn (waar mogelijk) ook de waarden aangegeven die volgens rapport 72-0023-3-BT uiteindelijk bereikt moeten worden bij de vaart langs het talud.

Het blijkt dat tijdens het passeren van het begin van het talud geen grote stootkrachten of momenten op het schip uitgeoefend worden.

6.3. Het passeren van een onderbreking in het talud.

In de figuren 48 t/m 53 zijn de krachten en het moment tijdens het passeren van een onderbreking in het talud weergegeven, eveneens voor de runs met de hoogste snelheid en de kleinste afstand tot het talud (offset 5).

Uit fig. 49 blijkt dat de tanker een flinke dwarskrachtvariatie ondervindt (ongeveer 1000 ton).

Het containerschip ondervindt geen duidelijke stoot, zoals blijkt uit figuur 52.

Uit de figuren 50 en 53 blijkt dat bij geen van beide schepen een variatie van betekenis in het giermoment optreedt.

7. Conclusies.

Op grond van de in dit rapport gepresenteerde resultaten, kunnen de volgende conclusies getrokken worden:

- tengevolge van een passerend containerschip ondervindt een tanker een grotere verstoring dan een containerschip.
- de verstoring die een containerschip ondervindt ten gevolge van een tanker is ongeveer even groot als die ten gevolge van een ander passerend containerschip, bij gelijke snelheden van de passerende schepen.
- op grond van bovenstaande conclusies mag worden verwacht, dat een tanker van een passerende tanker ongeveer dezelfde verstoring zal ondervinden als van een passerend containerschip.
- bij de invaart in het kanaal nemen de krachten en het moment geleidelijk toe van 0 tot de uiteindelijke waarde van de oeverzuiging.

- het varen langs een onderbreking in het talud geeft bij het containerschip geen grote verstoringen; de tanker ondervindt in die situatie een flinke variatie in dwarskracht.
- de snelheid van het passerend schip heeft meer invloed dan de snelheid van het gepasseerde schip.

Wageningen, oktober 1974.

NEDERLANDSCH SCHEEPSBOUWKUNDIG PROEFSTATION

Dr. Ir. J.P. Hooft
Onderdirecteur

Tabel I

Modelgegevens

	tanker/model 3699 schip/model	triocontainerschip/model 3978 schip/model	containerschip/model 3872 schip/model
lengte LL	229,40 4,170 m	270,00 4,909 m	218,00 m 239,8 m
Breedte	37,00 0,673 m	32,20 0,586 m	30,48 m 33,528 m
Diepgang	12,82 0,233 m	11,50 0,209 m	9,14 m 10,05 m
Displacement	91929,00 0,55254 m ³	60968,00 0,36645 m ³	36.458,00 m ³ 48,525 m ³
F vóór spant 10	8,93 0,126 m	11,00 0,200 m	3,58 m 3,94 m
Zwaartepunt boven			
basis	8,80 0,160 m	13,49 0,245 m	12,08 m 13,29 m
metacentrumhoogte	6,42 0,117 m	1,15 0,021 m	0,33 m 0,36 m

Tabel II

Uitgevoerde proeven bij het passeren van
containerschip-containerschip.

Containerschipmodel 3978 onder de ringkrachtopnemer
Vrijvarend containerschipmodel 3872^z

Drifthoek = 0° roerhoek = 0° waterdiepte 14.08 m

Offset afstanden volgens fig. 11.

NSP proefno.	vrijvarend model no. 3872 ^z			vastgehouden model no. 3978			resultaat in fig.
	RPM	Vs in kn.	offset	RPM	Vs in kn.	offset	
2698-1	101	13,7	F	102,6	14,5	A	15,16,17
-2	101	13,0	F	74	11,9	A	
-3	101	13,0	F	54,2	8,7	A	
2699-1	101	13,5	E	101,7	15,1	B	18,19,20
-2	101	13,2	E	73,7	12,0	B	
-3	101	13,5	E	53,3	8,8	B	
2700-1	101	13,9	D	100,9	15,1	C	21,22,23
-2	101	13,8	D	74,4	12,0	C	
-3	101	14,0	D	54,2	8,7	C	
2701-1	72,9	10,7	D	101	15,1	C	24,25,26
-2	72,9	10,6	D	73,4	12,1	C	
-3	72,9	10,9	D	54,5	9,1	C	
2702-1	53	8,0	D	102,1	15,2	C	27,28,29
-2	53	7,8	D	74,8	12,0	C	
-3	53	8,0	D	54	8,8	C	

De dubbele amplitude van de dwarskracht is voor de proeven
2698, 2699 en 2700 uitgezet in fig. 60, voor de proeven
2700, 2701 en 2702 in fig. 63.

Tabel III

Uitgevoerde proeven bij het passeren van containerschip-tanker.

Containerschipmodel 3978 onder de ringkrachtopnemer

Vrijvarend tankermodel 3699

Drifthoek 0° roerhoek 0° waterdiepte 14.08 m

Offset afstanden volgens figuur 11.

NSP proefno.	vrijvarend model no. 3872 ^z			vastgehouden model no. 3978			resultaat in fig.
	RPM	Vs in kn.	offset	RPM	Vs in kn.	offset	
2713-1	150	9,7	F	102,8	15,4	A	30,31,32
-2	150	9,6	F	72,5	12,3	A	
-3	150	9,8	F	54	9,1	A	
2714-1	150	9,6	E	101,1	15,6	B	33,34,35
-2	150	9,9	E	73,1	12,4	B	
-3	150	9,6	E	52,9	9,1	B	
2715-1	150	10,0	D	101,9	15,4	C	36,37,38
-2	150	10,2	D	73,1	12,1	C	
-3	150	9,6	D	53,7	9,1	C	

De dubbele amplitude van de dwarskracht is voor de proeven 2713, 1714 en 2715 uitgezet in fig. 61.

Tabel IV

Uitgevoerde proeven bij het passeren van tanker-
containerschip.

Tankermodel no. 3699^Z onder de ringkrachtopnemer

Containermodel no. 3872^Z vrijvarend

Drifthoek 0° roerhoek 0° waterdiepte 14.08 m

Offset afstanden volgens figuur 12.

NSP proefno.	vrijvarend model no. 3872 ^Z			vastgehouden model no. 3699 ^Z			resultaat in fig.
	RPM	Vs in kn.	offset	RPM	Vs in kn.	offset	
2703-1	100	12,9	L	176,2	9,3	G	39,40,41
-2	100	12,6	L	105,4	8,1	G	
-3	100	13,3	L	75,3	6,0	G	
2704-1	100	13,6	K	124,7	9,1	H	42,43,44
-2	100	13,1	K	105,0	8,0	H	
-3	100	13,8	K	74,6	5,9	H	
2705-1	100	13,9	J	124,5	9,2	I	45,46,47
-2	100	13,9	J	105,3	8,0	I	
-3	100	13,9	J	75,5	6,0	I	

De dubbele amplitude van de dwarskracht is voor de proeven
2703, 2704 en 2705 uitgezet in figuur 62.

Tabel V

Invaart in het kanaal en vaart langs een onderbreking in het talud.

Waterdiepte 14.08 m drifthoek = 0° roerhoek = 0°

Offset afstanden volgens figuur 13.

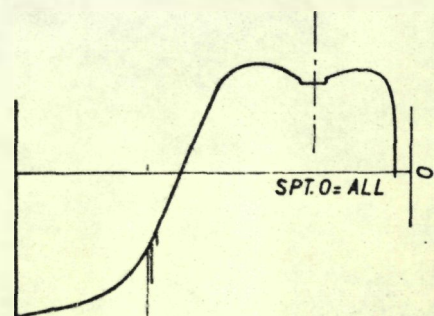
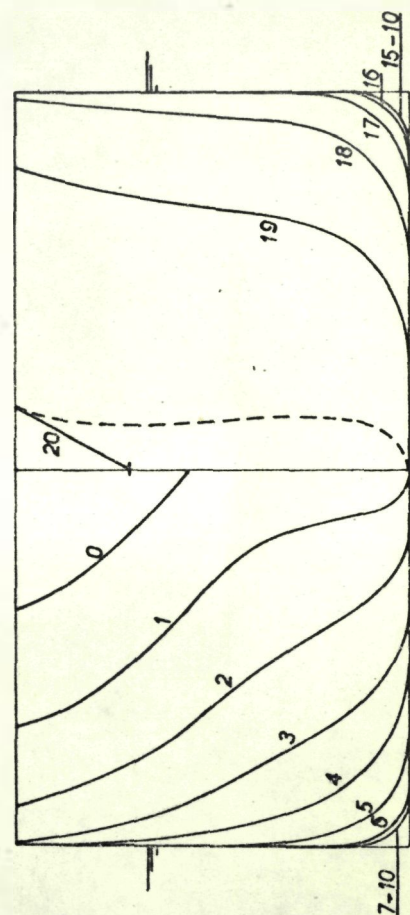
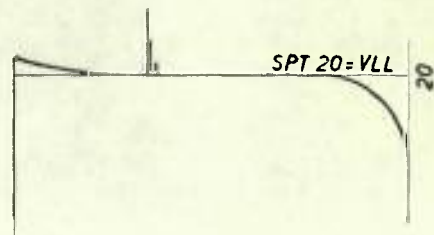
a. tankermodel 3699 onder de ringkrachtopnemer

Proefno.	RPM	Vs in kn.	offset	resultaat in fig.	
				onderbreking	invaart
2706	102,5	9,2	5	48, 49, 50	54, 55, 56
2707/1	102,5	9,2	4		
2707/2	56	4,6	4		
2708	102,5	9,2	3		

b. containermodel 3978 onder de ringkrachtopnemer

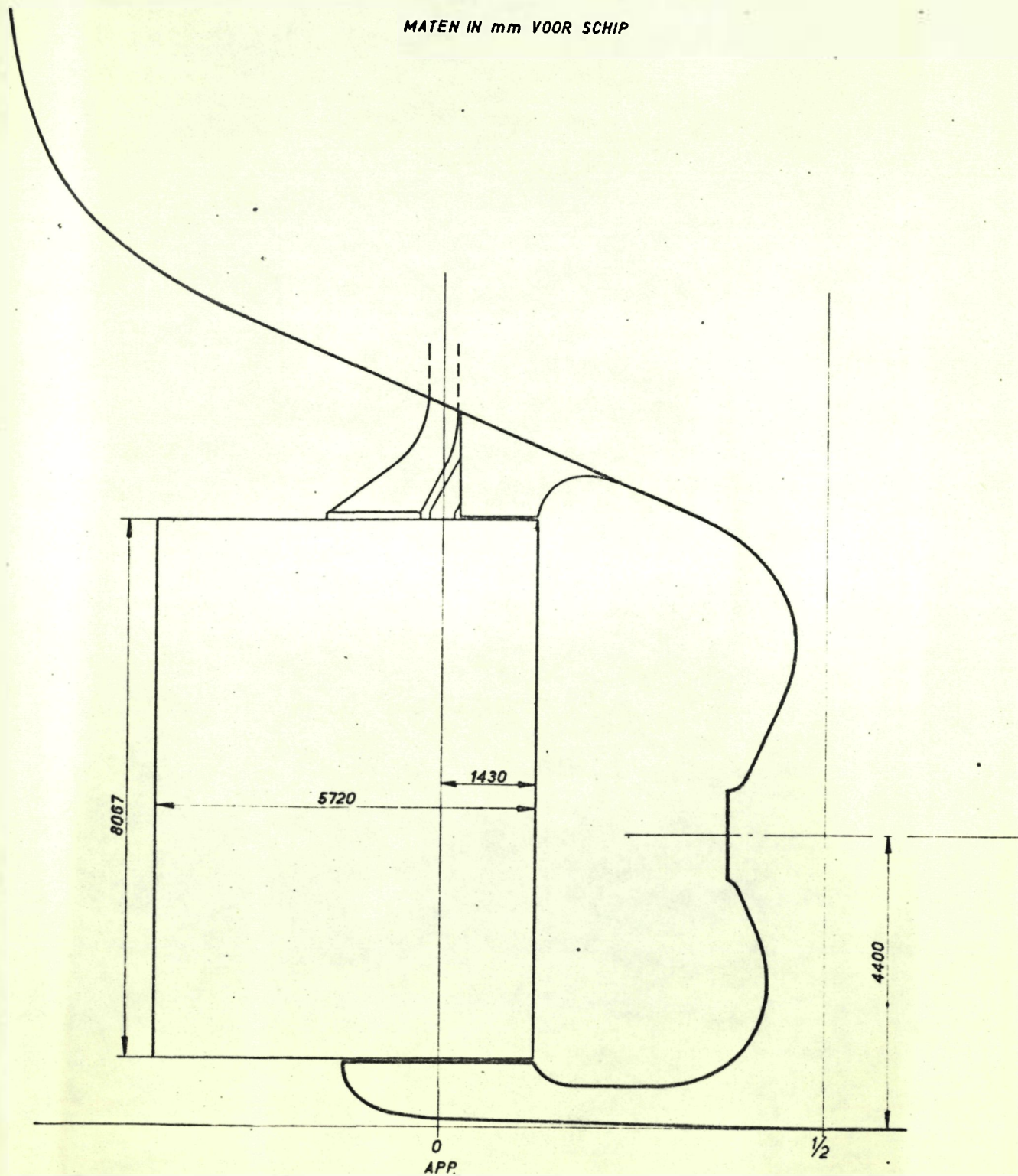
Proefno.	RPM	Vs in kn.	offset	resultaat in fig.	
				onderbreking	invaart
2711	42	7	5	51, 52, 53	57, 58, 59
2710/1	42	7	4		
2710/2	32	4,7	4		
2709	42	7	3		

MODEL 3699
LENGTE TUSSEN LL : 229.40 m
BREEDTE : 37.00 m
DIEPGANG : 12.815 m

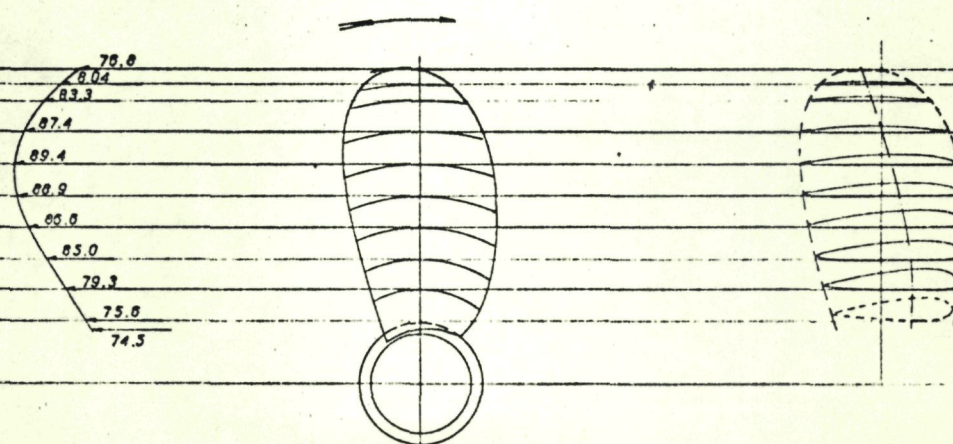
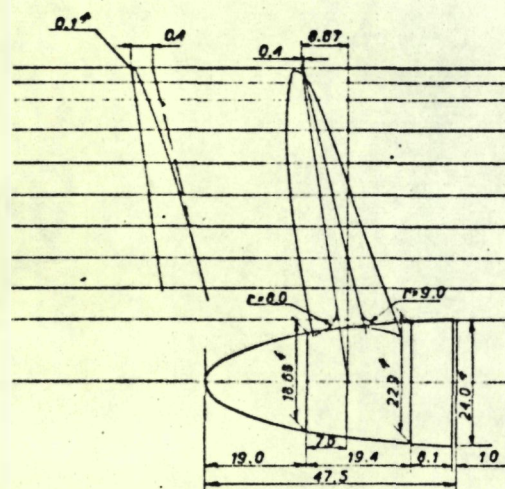


MODEL 3699
ROER I EN SCHROEFRAAM I

MATEN IN mm VOOR SCHIP



DETAIL BLADE TIP



No.	Radius	Max. thickness
1.0	59.5	0.4
0.95	58.8	0.62
0.9	53.5	0.96
0.8	47.6	1.52
0.7	41.7	2.05
0.6	35.7	2.59
0.5	29.6	3.12
0.4	23.8	3.65
0.3	17.9	4.19
0.2	11.9	4.73

PARTICULARS OF PROPELLER						NOTES			
FULL SIZE				MODEL		ONE RIGHT HAND PROPELLER ONE CAP ONE RING PROPELLER MODEL No. 3224			
Diameter	D	= 6545	mm	Material:	Diameter			= 119.0	mm
Pitch at root		= 4097.5	mm		Material:			BRONZE	
Pitch at 0.7 R	P _{0.7}	= 4917	mm		Pitch at root			= 74.5	mm
Pitch at blade tip		= 4224	mm	d/D = 0.173	Pitch at 0.7 R	= 89.4	mm		
Disc area	A ₀	= 33.644	m ²	P _{0.7} /D = 0.751	Pitch at blade tip	= 76.8	mm		
Exp. blade area	A ₂	= 15.577	m ²		Ship model No. 3599		Drawing No. M 3599-3		
Proj. blade area	A _r	= 13.953	m ²	A ₂ /A ₀ = 0.463					
Number of blades	Z	= 4		A _r /A ₀ = 0.415					
					d = Boss diameter		Scale ratio λ = 55		

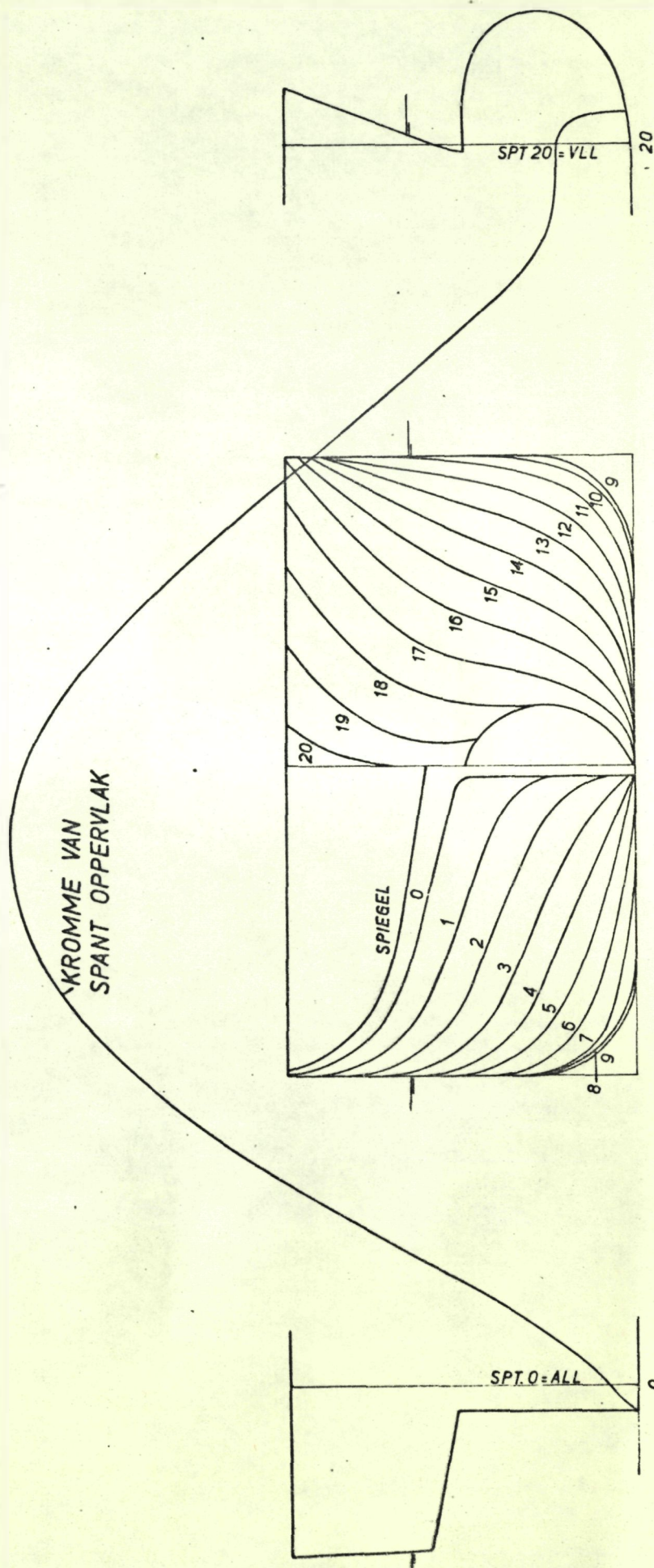
MODEL 3978

LENGTE TUSSEN LOODLJNEN = 270.00 m

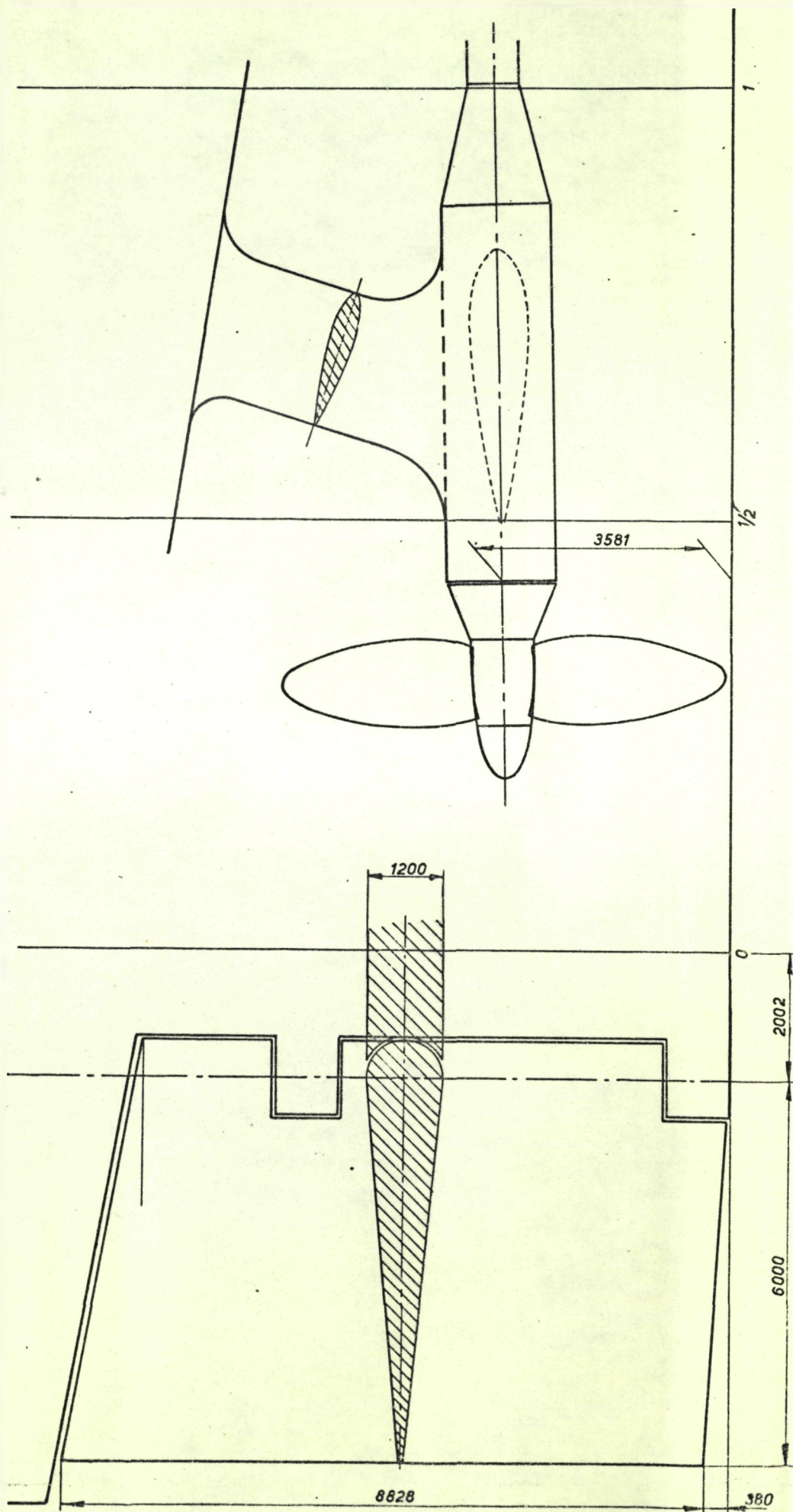
BREEDTE = 32.20 m

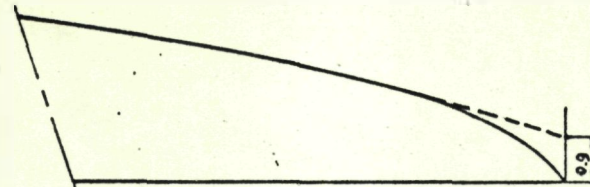
DIEPGANG = 11.50 m

WATERVERPLAATSING = 60852 m³

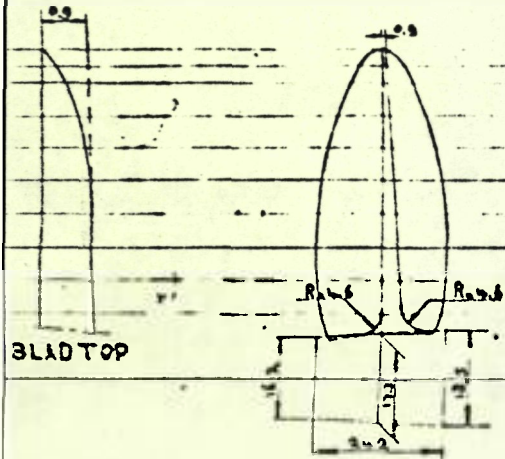


MODEL 3978
SCHEG I, 2 ASDRAGERS I, 2 ASUITREDEN I, ROER II
MATEN IN mm VOOR SCHIP

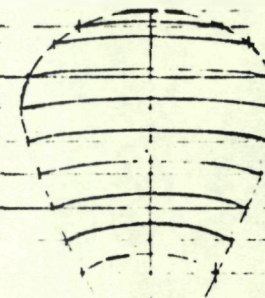
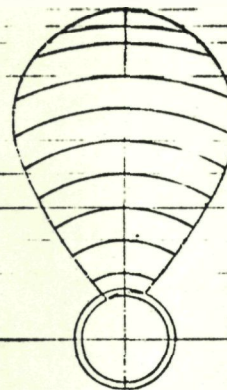




BLADRAND DETAIL



BLADTOP



1.0	62.5	0.87
0.9	56.1	1.05
0.8	50.9	1.25
0.7	43.6	1.60
0.6	37.4	1.95
0.5	31.2	2.32
0.4	24.9	2.69
0.3	18.7	3.04
0.2	12.5	3.40
No	STRAAL	GROOTSTE DIKTE

φ DRUKVL. =
φ RUGVL. =

SIN φ =
SIN φ =

SCHROEFGEGEVENEN				STUKLIJST	
SCHIP		MATERIAAL	MODEL		VORMPLAN SCHROEF No 3694
DIAMETER	D = 625.0 mm		DIAMETER	= 124.7 mm	
AANTAL BLADEN	Z = 3		WITMETAAL		
SPOED NAAF	= 787.4 mm		SPOED NAAF	= 143.2 mm	
" OMTREK	= " mm	d/D = 0.159	" OMTREK	= " mm	
" 0.7 R	= " mm	H _{max} /D = 1.148	" 0.7 R	= " mm	
SCHIJPOPP.	A = 3.69 m ²				
ONTWIKK. OPP.	A _o = 182. m ²	A _o /A = 0.493			
GEPROJ. OPP.	A _p = 147 m ²	A _p /A = 0.398	d = NAAFDIAMETER		
				MODEL No	3978
				MODELSCHAAL	1:55
				TEK. No	M. 3978-25

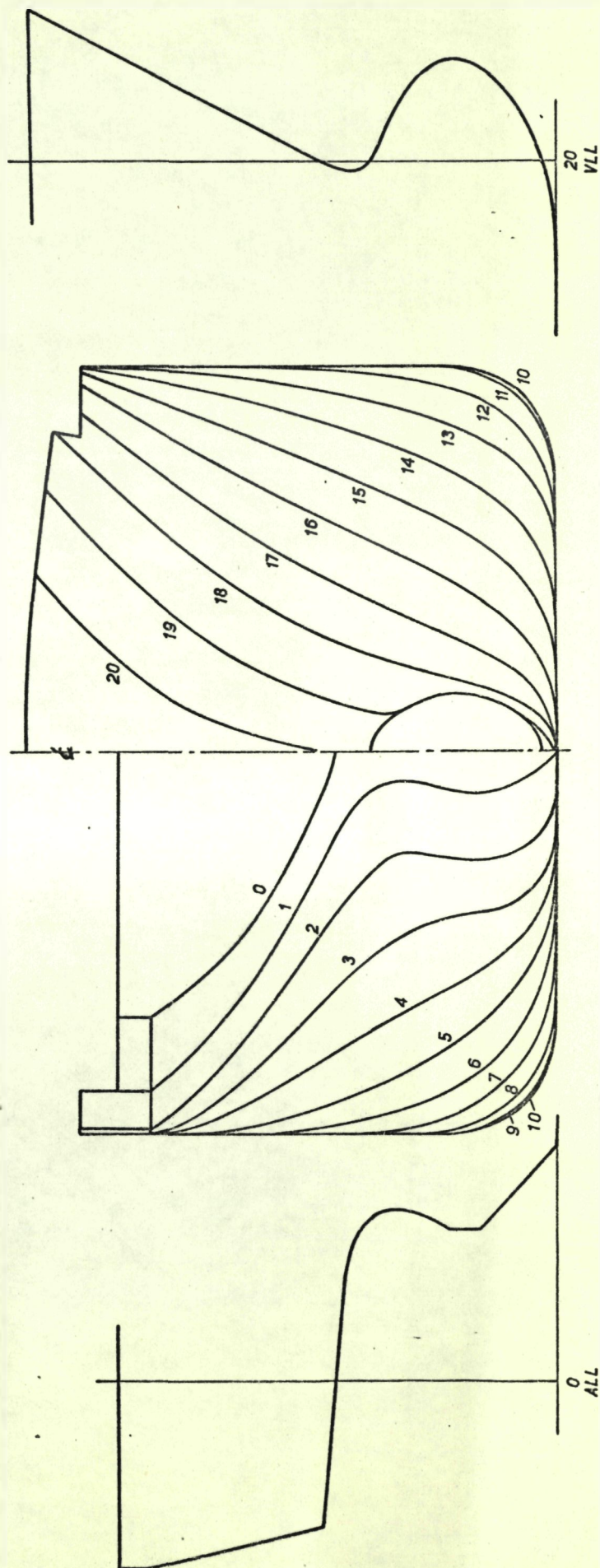
Model 3872^z

Lengte tussen LL = 239,800 m

Breedte = 33,530 m

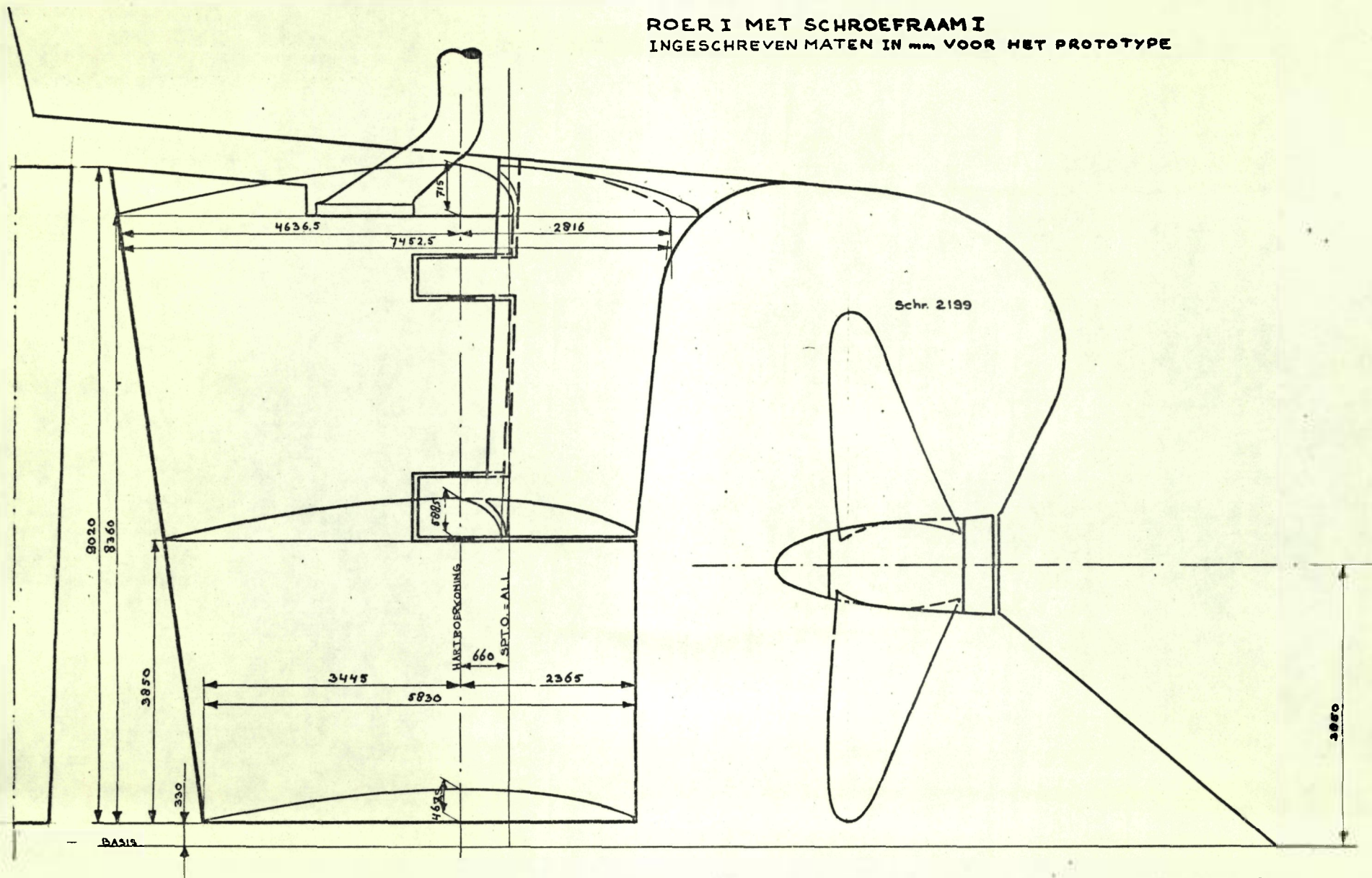
Diepgang = 10,050 m

Displacement = 48,525 m³



MODEL 3872^Z

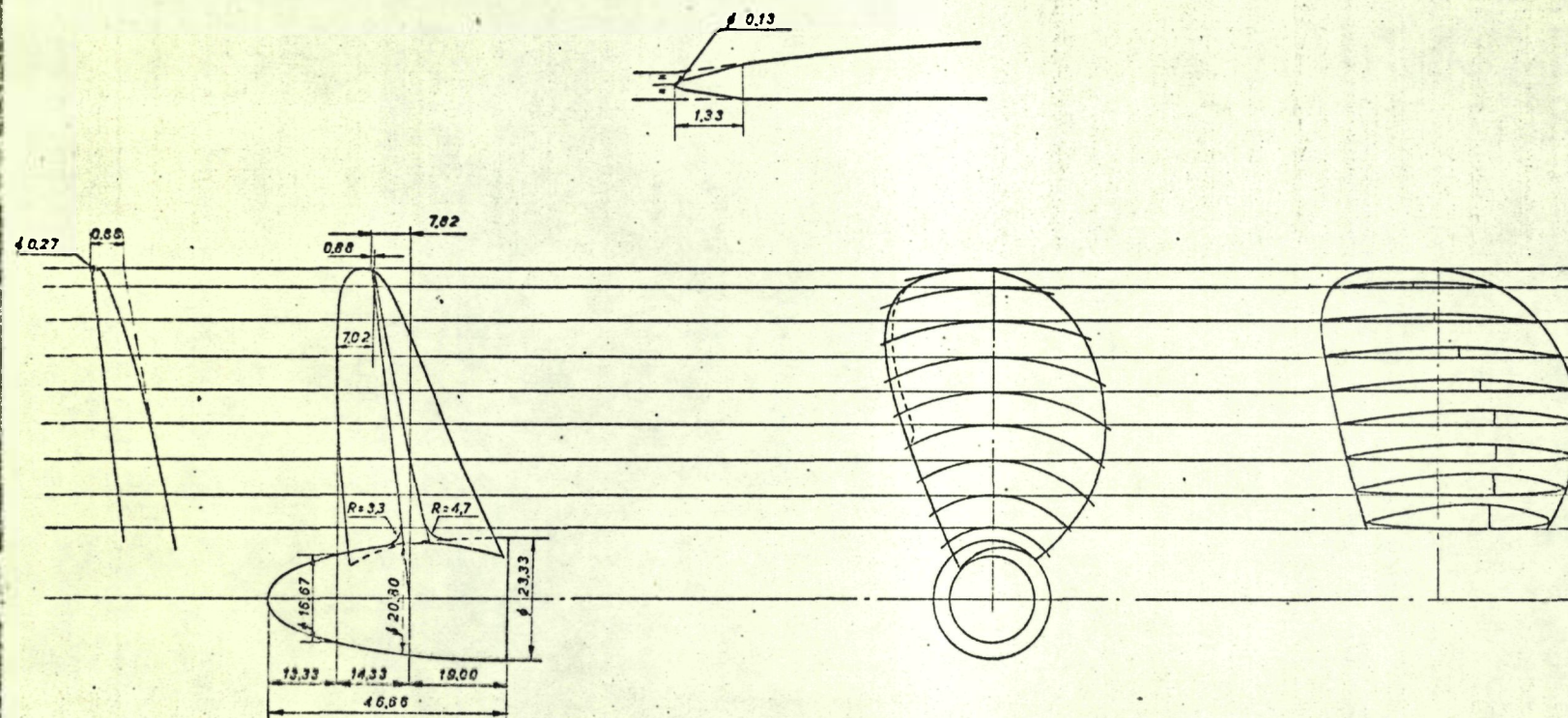
ROER I MET SCHROEFRAAM I
INGESCHREVEN MATEN IN mm VOOR HET PROTOTYPE



TEK No M 3872-3

BLADE TIP

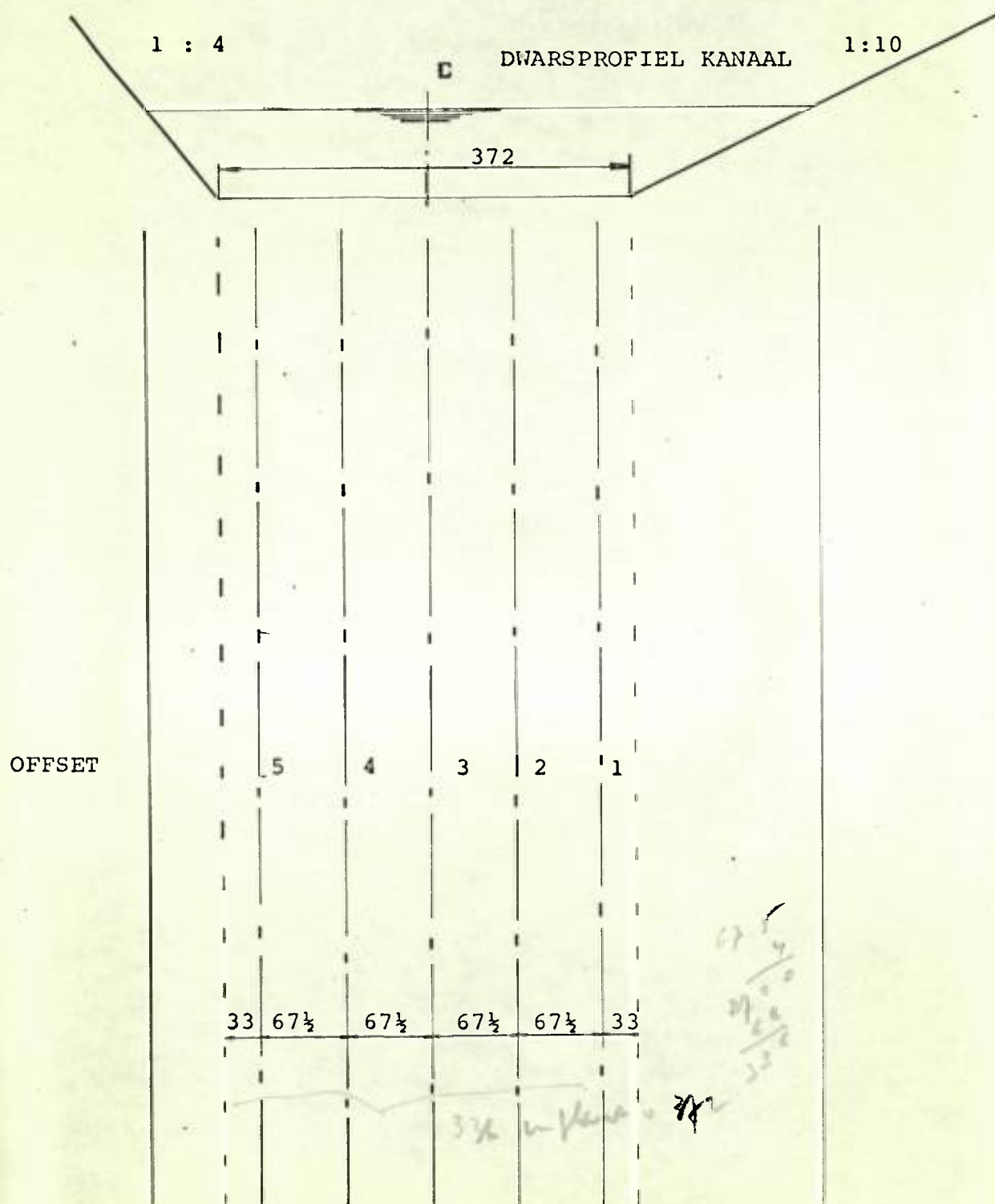
DETAIL ANTISINGING EDGE



TIP	63.67	0.88
0.9	60.00	1.13
0.8	57.33	1.60
0.7	46.67	2.07
0.6	40.00	2.53
0.5	33.33	3.10
0.4	26.67	3.73
0.3	20.00	4.40
0.2	13.33	5.07
No.	Radius	Max. thickness

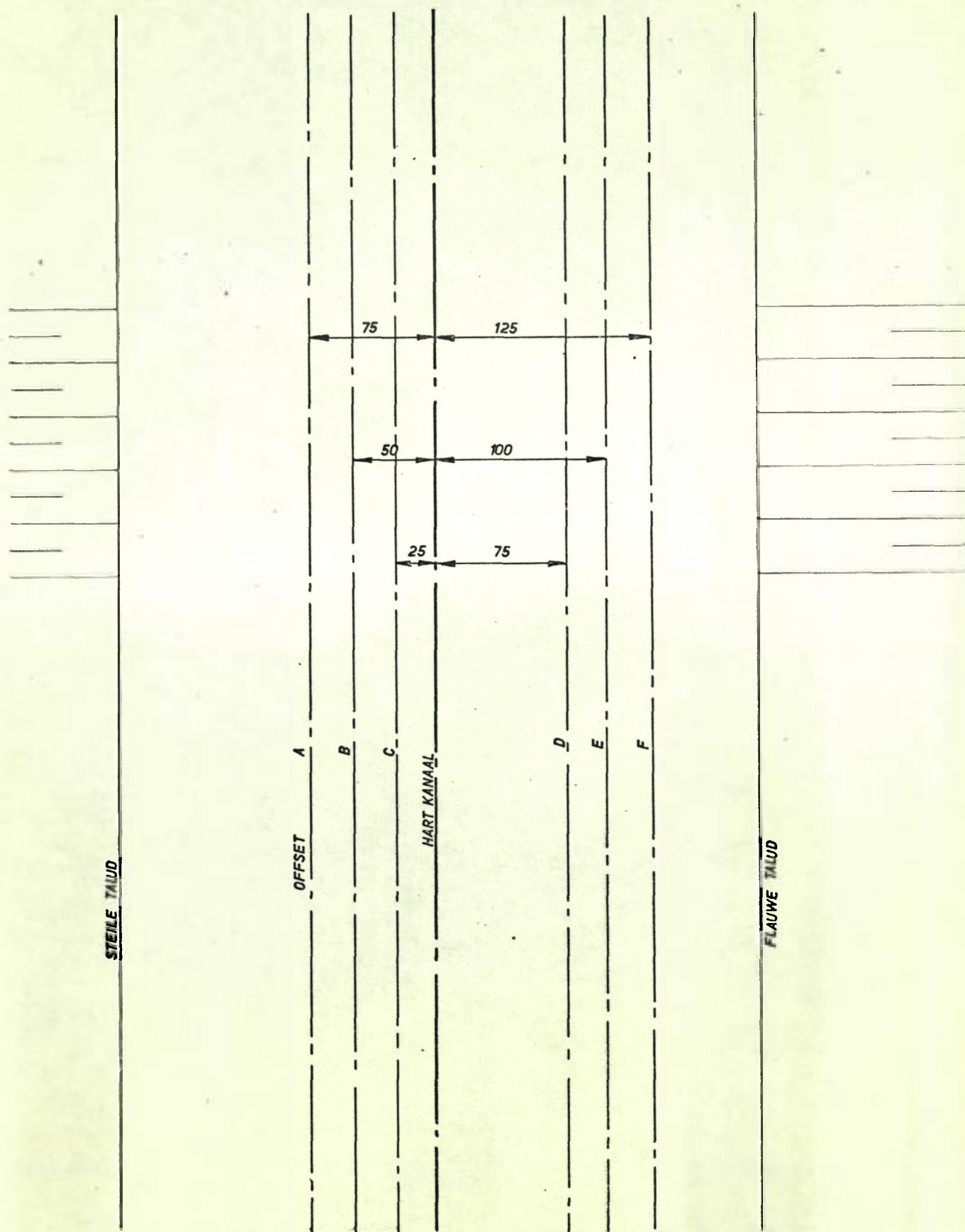
PARTICULARS OF PROPELLER					NOTES	
FULL SIZE			MODEL		1 RIGHT HAND PROPELLER 1 LEFT HAND PROPELLER 2 CAPS	
Diameter	D = 700.4	mm	Material:	Diameter = 127.34 mm		
Pitch at root	= 6673	mm		Material: BRONZE	PROPELLER MODEL No. 2199 A	
Pitch at 0.7 R	P _{0.7} = 6673	mm		Pitch at root = 121.33 mm		
Pitch at blade tip	= 6673	mm	d/D = 0.170	Pitch at 0.7 R = 121.33 mm		
Disc area	A _O = 38.52	m ²	P _{0.7} /D = 0.953	Pitch at blade tip = 121.33 mm		
Exp. blade area	A _E = 26.62	m ²			Ship model No. 3872	Drawing No.
Proj. blade area	A _P = 22.38	m ²	A _E /A _O = 0.691	d = Boss diameter	Scale ratio λ = 55	M 3872
Number of blades	Z = 4		A _P /A _O = 0.581			

Overzicht van de toegepaste offsets in het kanaal



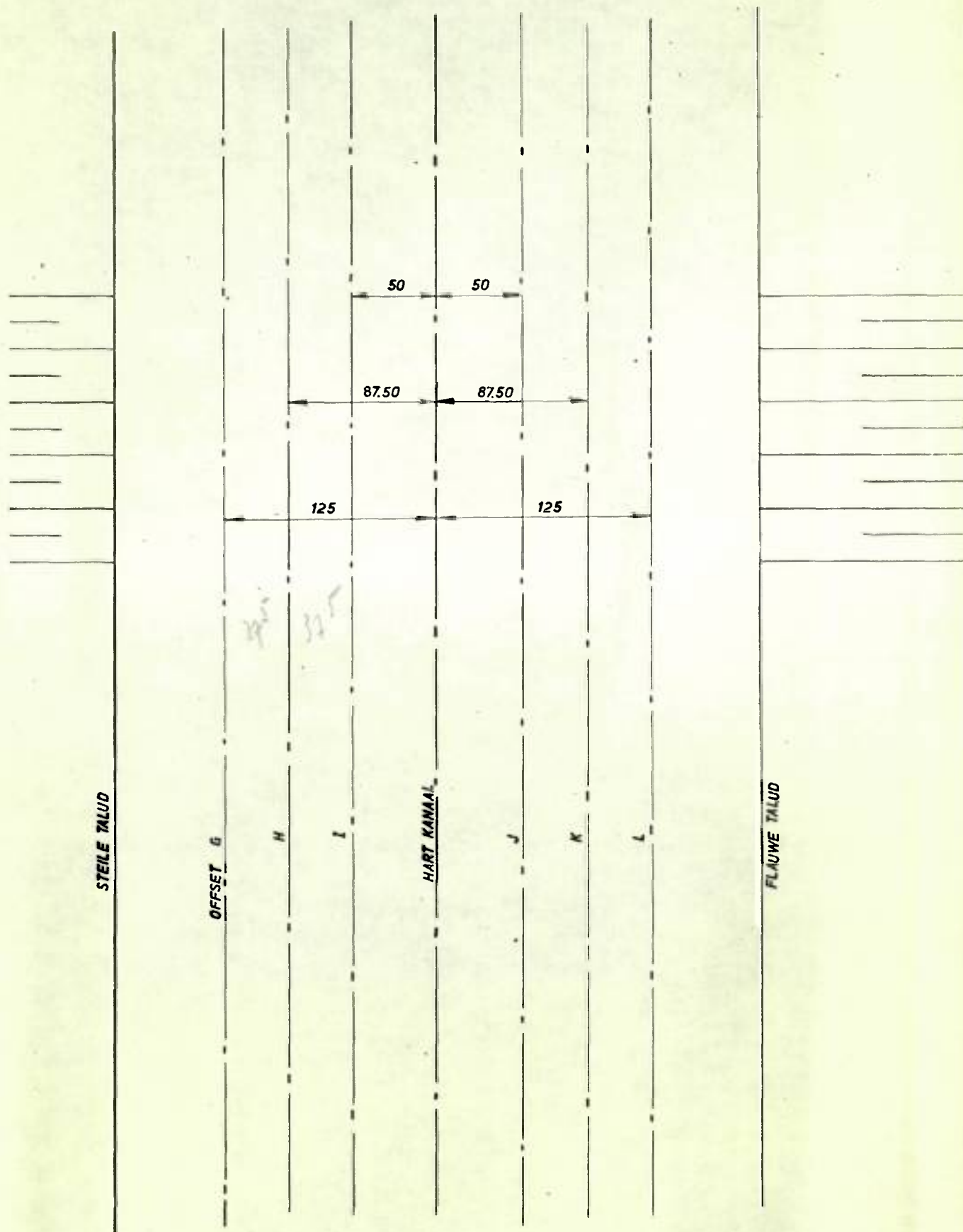
De maten zijn gegeven voor het prototype in meters

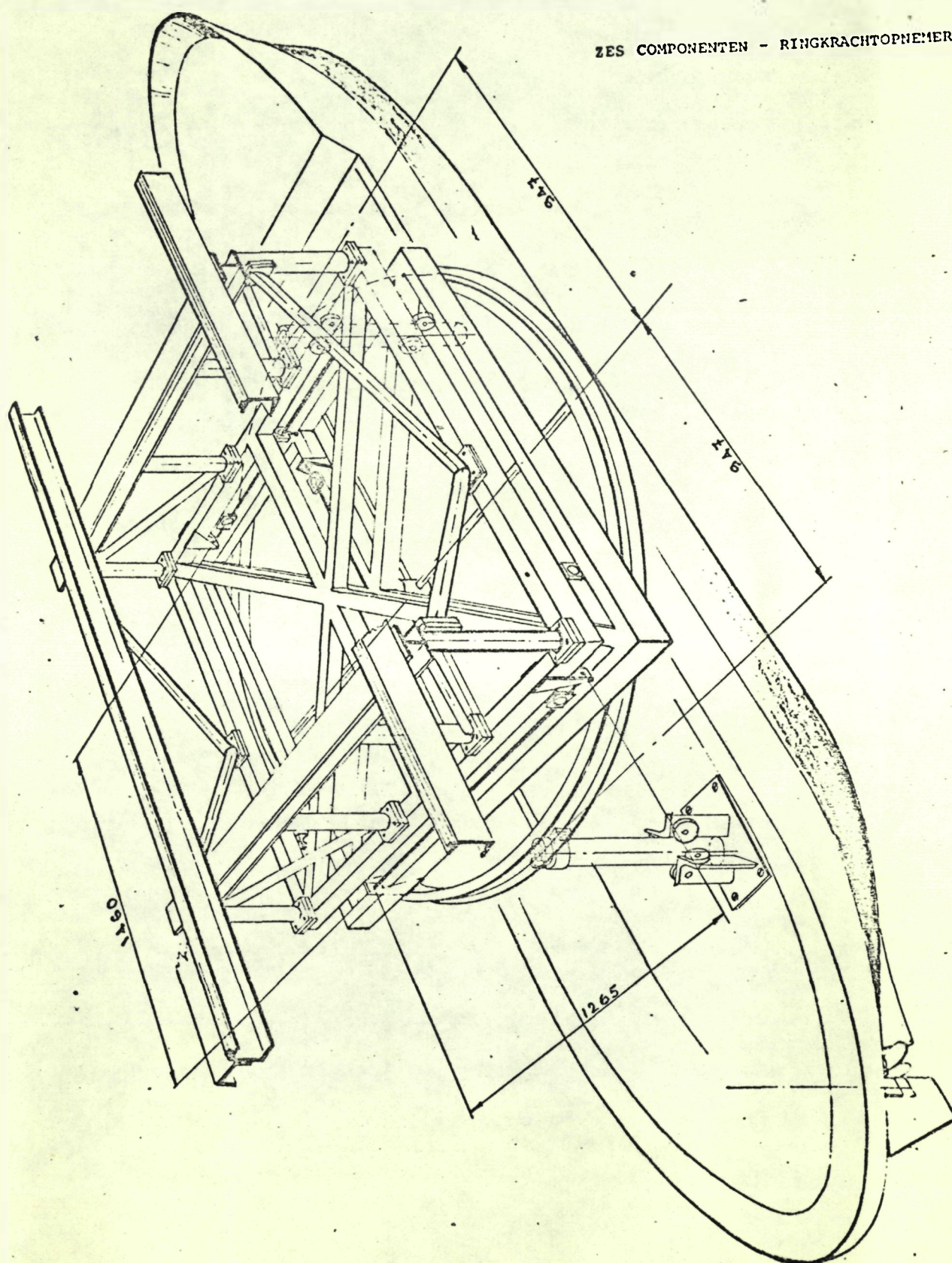
Toegepaste offsets bij de passeerproeven.
De maten zijn gegeven in meters voor het prototype.



Toegepaste offsets bij de passeerproeven.

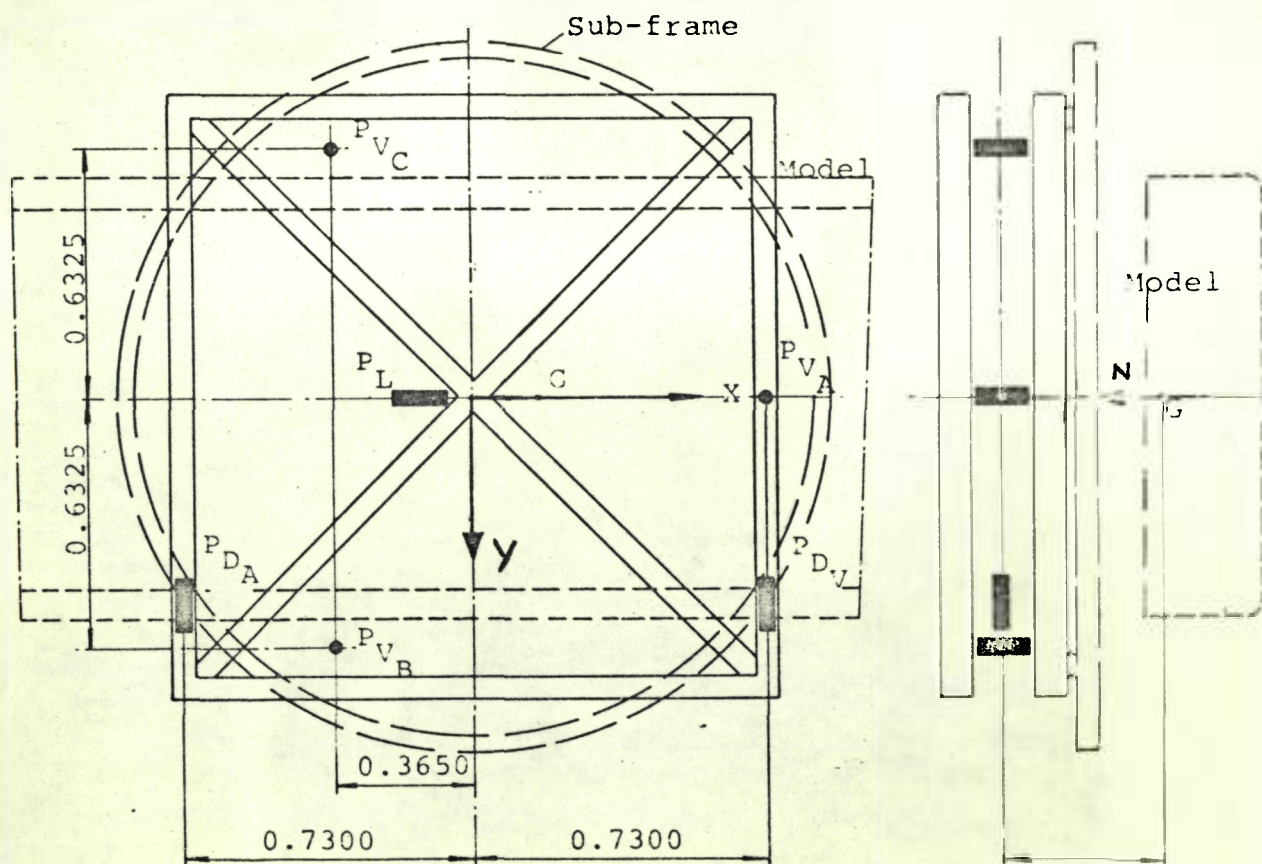
De maten zijn gegeven in meters voor het prototype.





Zes componenten - ringkrachtopnemer

De maten zijn modelmaten in meters



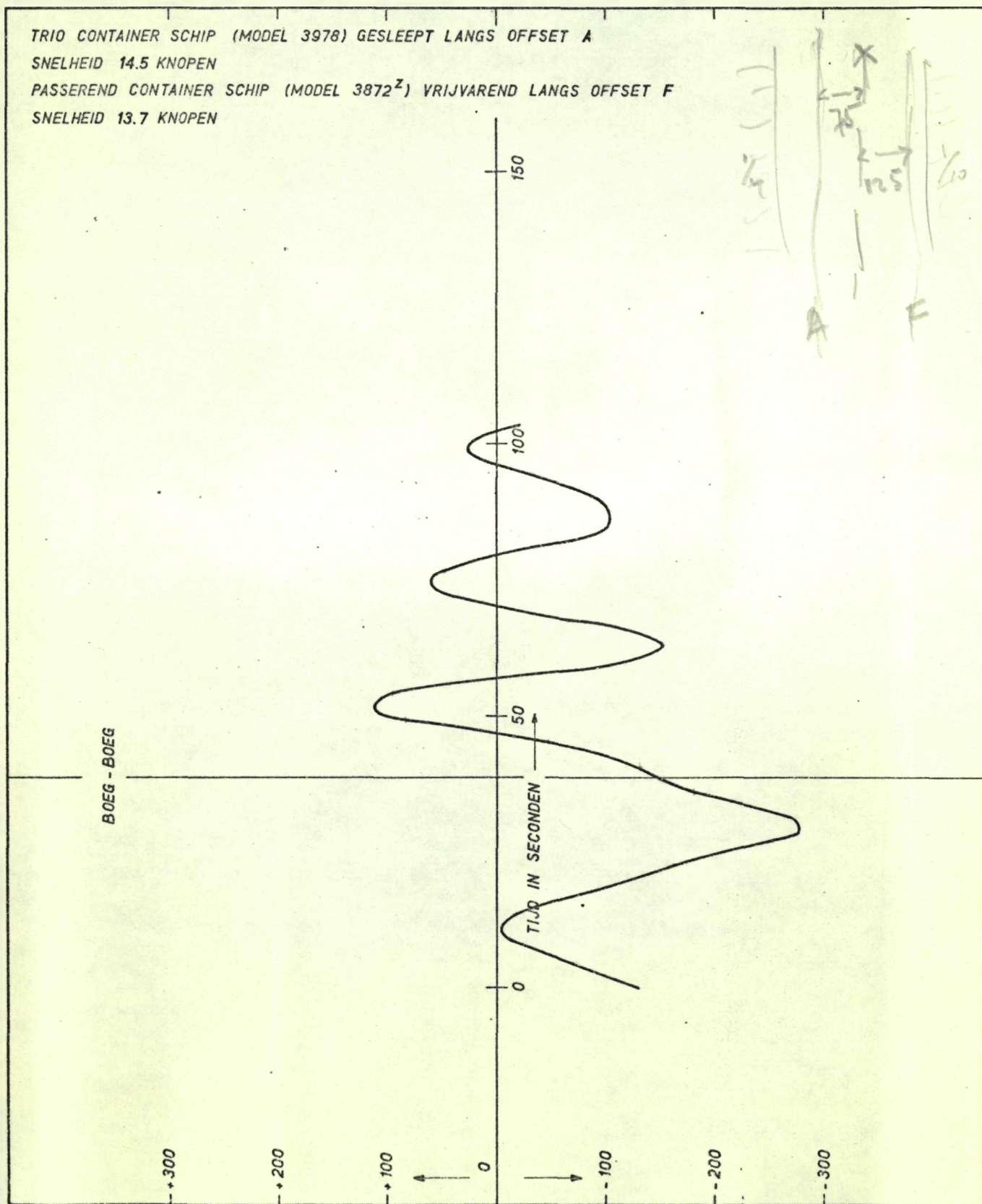
TRIO CONTAINER SCHIP — MODEL 3978

LANGSKRACHT T.G.V. EEN PASSEREND CONTAINER SCHIP (MODEL 3872²)

IN KANAAL

WATERDIEPTE: 14.08 m

ROERHOEK 0°



LANGSKRACHT X IN TONNEN

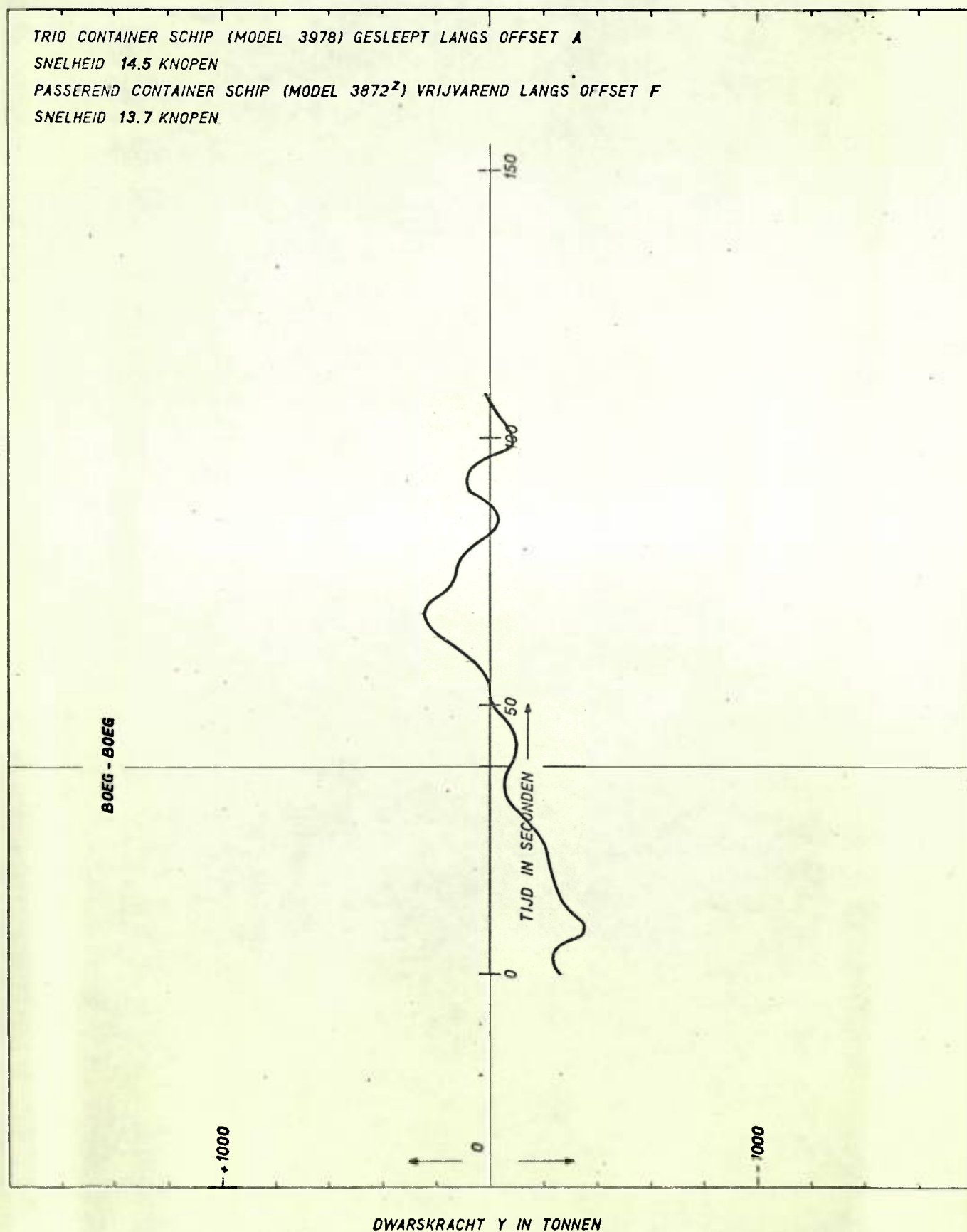
TRIO CONTAINER SCHIP — MODEL 3978

DWARSKRACHT T.G.V. EEN PASSEREND CONTAINER SCHIP (MODEL 3872²)

IN KANAAL

WATERDIEPTE 14.08 m

ROERHOEK 0°



TRIO CONTAINER SCHIP — MODEL 3978

GIERMOMENT T.G.V. EEN PASSEREND CONTAINER SCHIP (MODEL 3872^Z)

IN KANAAL

WATERDIEPTE: 14.08 m

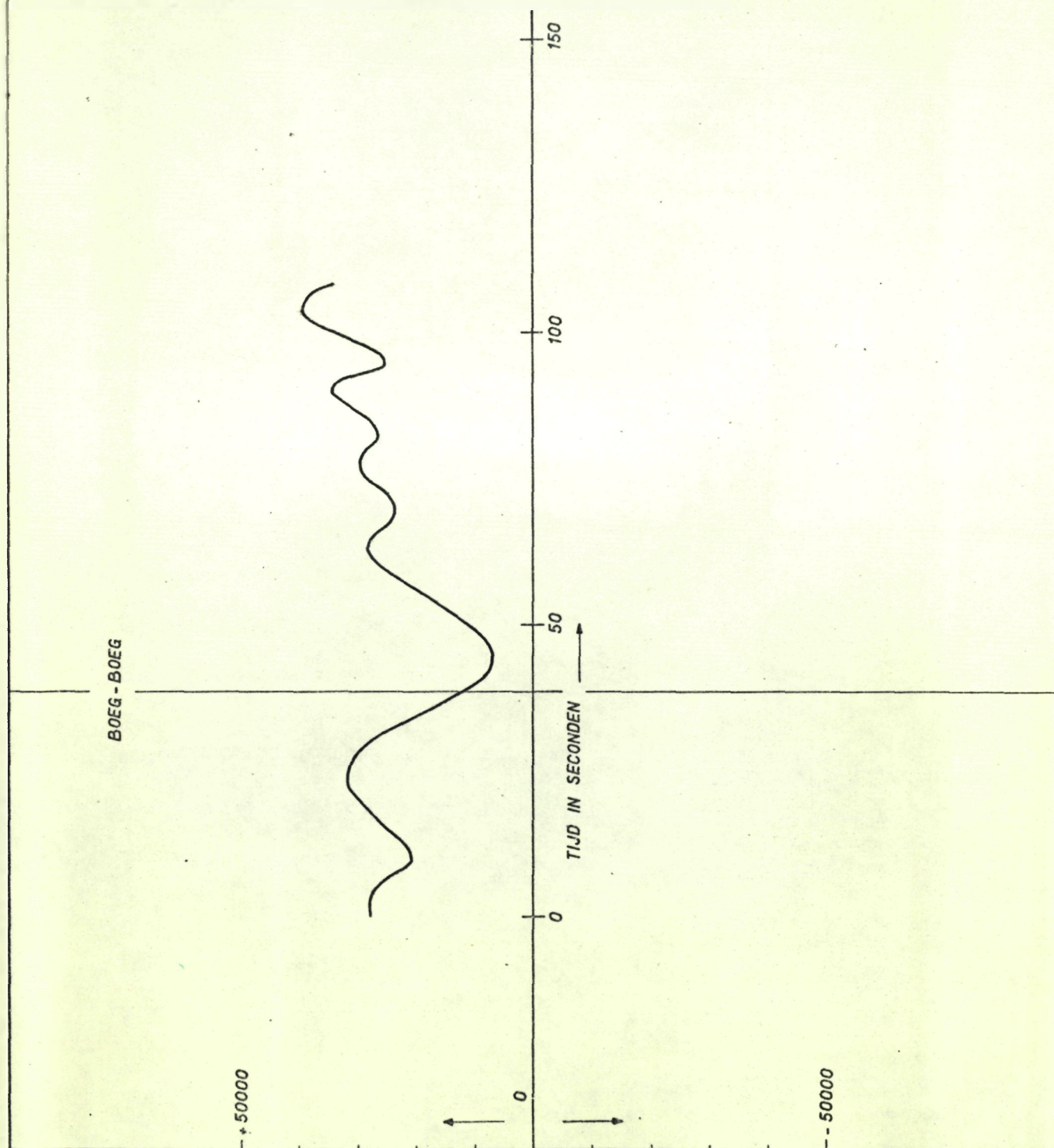
ROERHOEK 0°

TRIO CONTAINER SCHIP (MODEL 3978) GESLEEPT LANGS OFFSET A

SNELHEID 14.5 KNOPEN

PASSEREND CONTAINER SCHIP (MODEL 3872^Z) VRIJVAREND LANGS OFFSET F

SNELHEID 13.7 KNOPEN



GIERMOMENT N IN TON.m

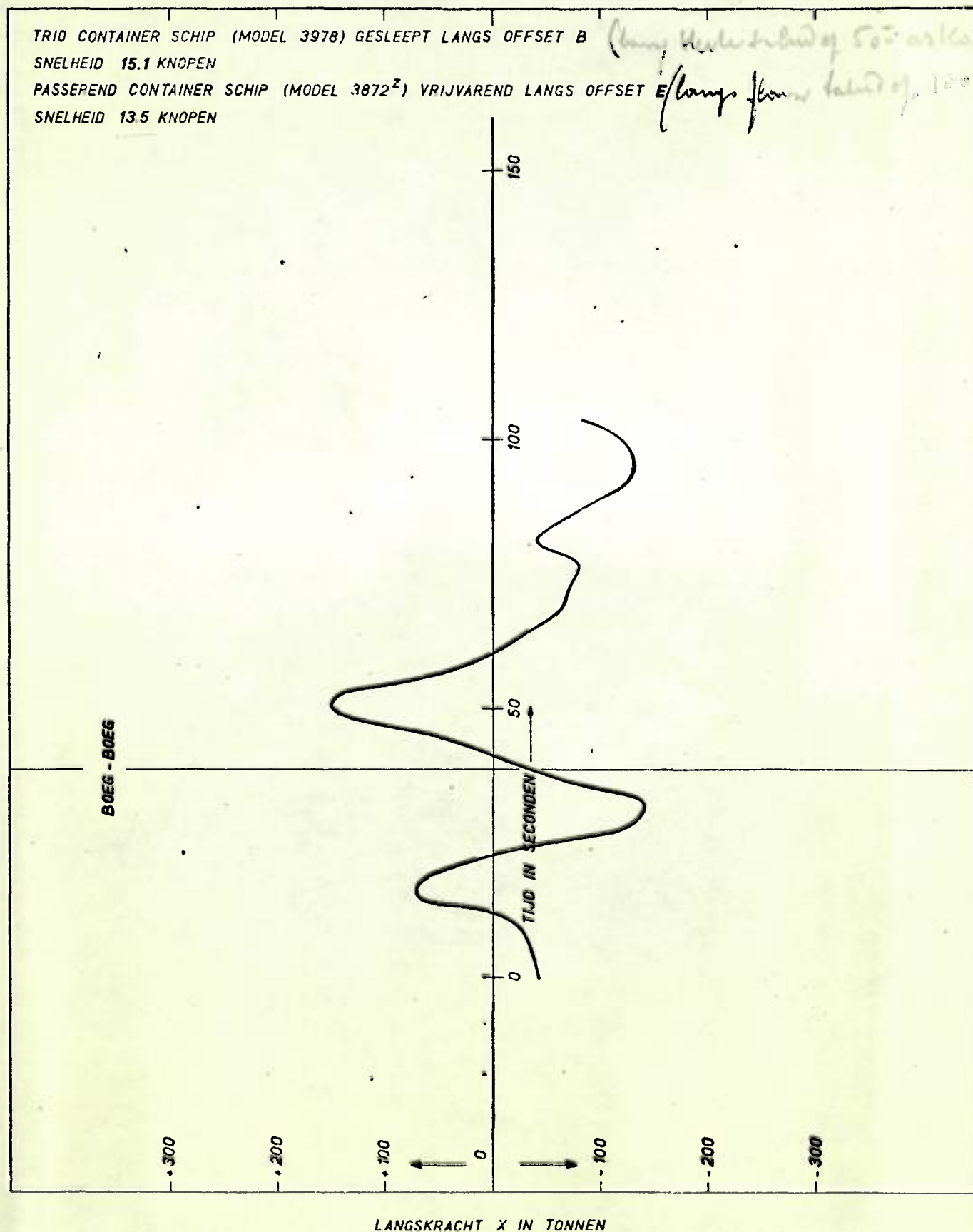
TRIO CONTAINER SCHIP — MODEL 3978

LANGSKRACHT T.G.V. EEN PASSEREND CONTAINER SCHIP (MODEL 3872²)

IN KANAAL

WATERDIEPTE 14.08 m

ROERHOEK 0°



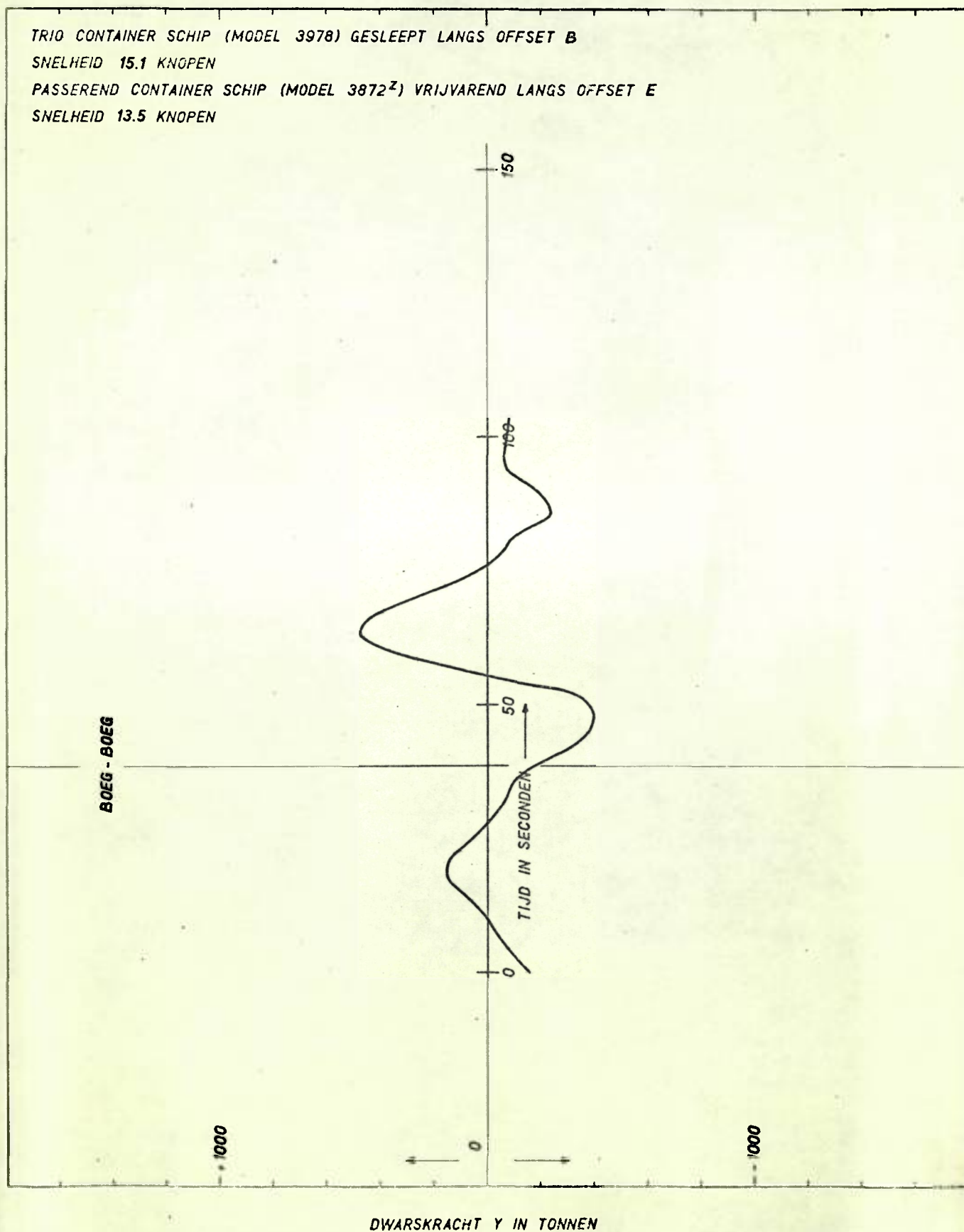
TRIO CONTAINER SCHIP — MODEL 3978

DWARSKRACHT T.G.V. EEN PASSEREND CONTAINER SCHIP (MODEL 3872^Z)

IN KANAAL

WATERDIEPTE: 14.08 m

ROERHOEK 0°

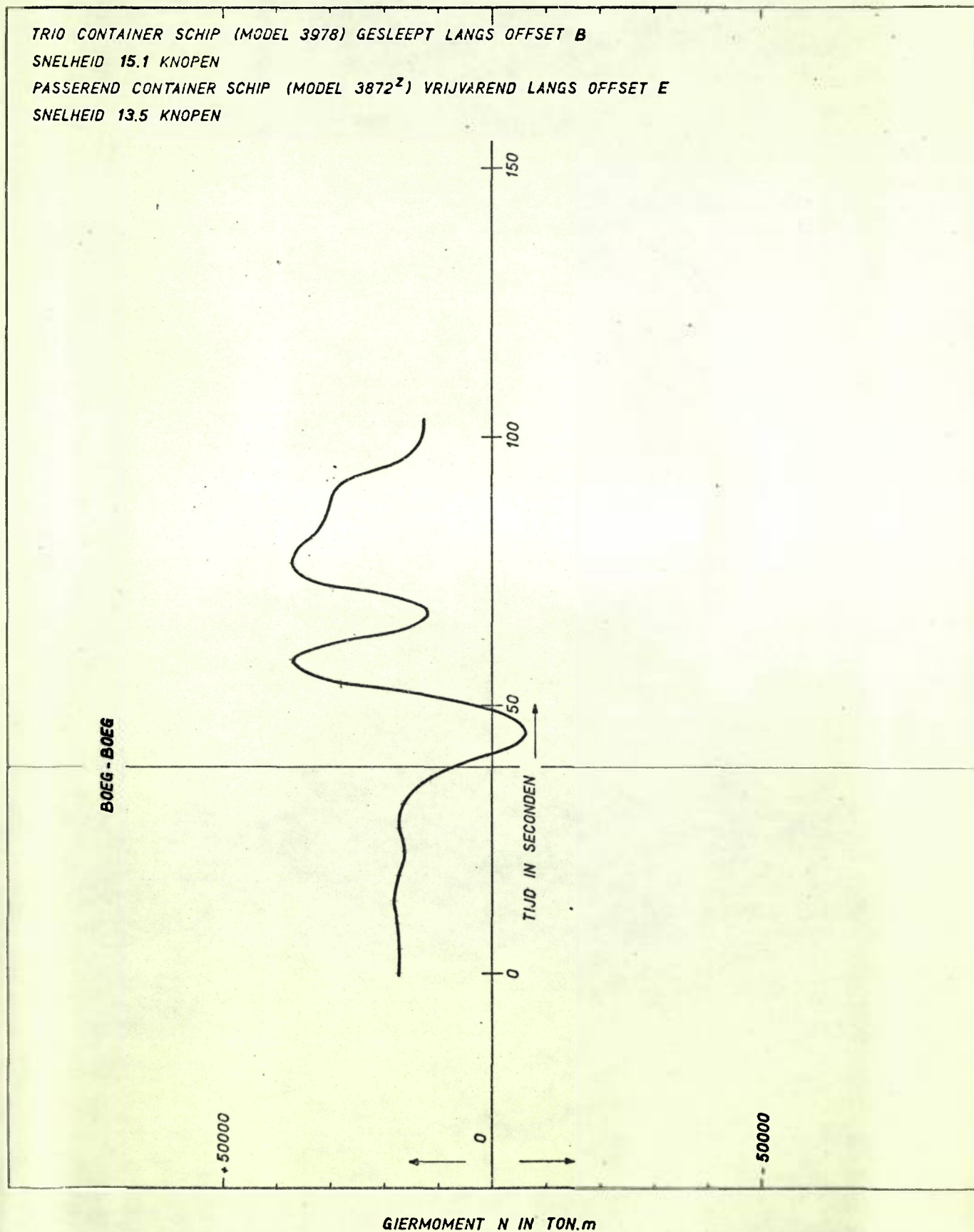


TRIO CONTAINER SCHIP — MODEL 3978

GIERMOMENT T.G.V. EEN PASSEREND CONTAINER SCHIP (MODEL 3872^Z)
IN KANAAL

WATERDIEPTE: 14.08 m

ROERHOEK 0°

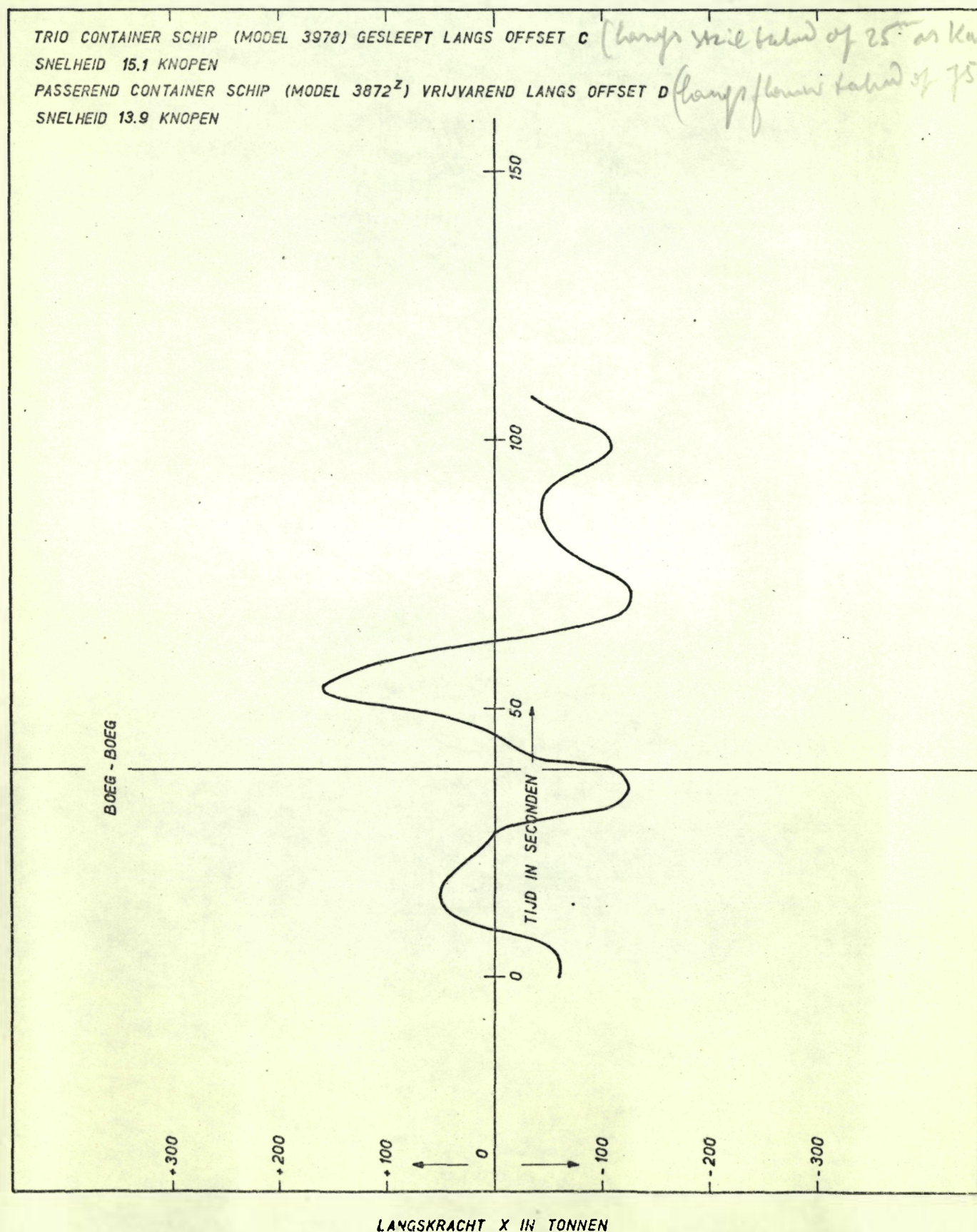


TRIO CONTAINER SCHIP — MODEL 3978

LANGSKRACHT T.G.V. EEN PASSEREND CONTAINER SCHIP (MODEL 3872^Z)
IN KANAAL

WATERDIEPTE: 14.08 m

ROERHOEK 0°



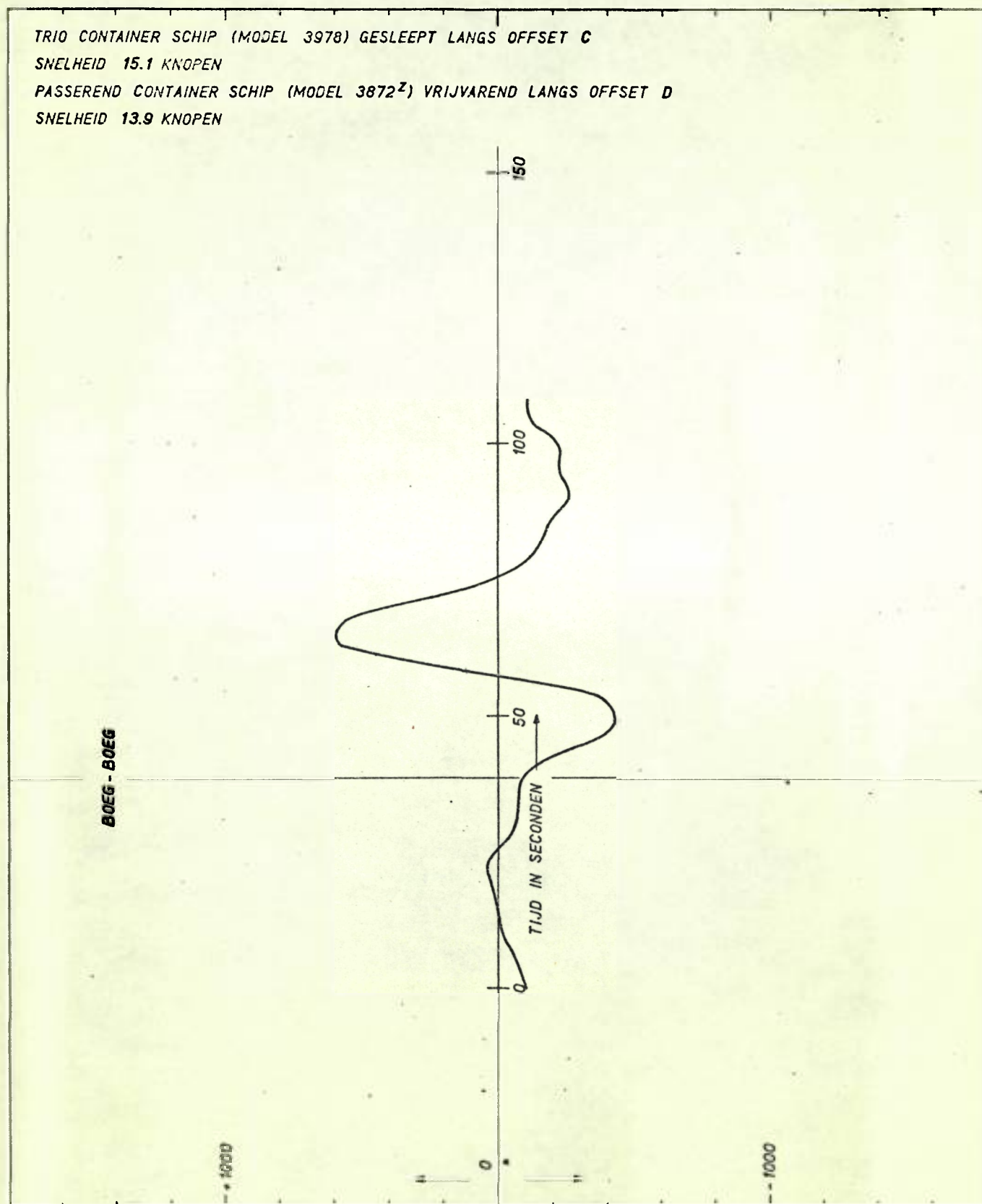
TRIO CONTAINER SCHIP — MODEL 3978

DWARSKRACHT T.G.V. EEN PASSEREND CONTAINER SCHIP (MODEL 3872^Z)

IN KANAAL

WATERDIEPTE: 14.08 m

ROERHOEK 0°



DWARSKRACHT Y IN TONNEN

TRIO CONTAINER SCHIP — MODEL 3978

GIERMOMENT T.G.V. EEN PASSEREND CONTAINER SCHIP (MODEL 3872^Z)

IN KANAAL

WATERDIEPTE: 14.08 m

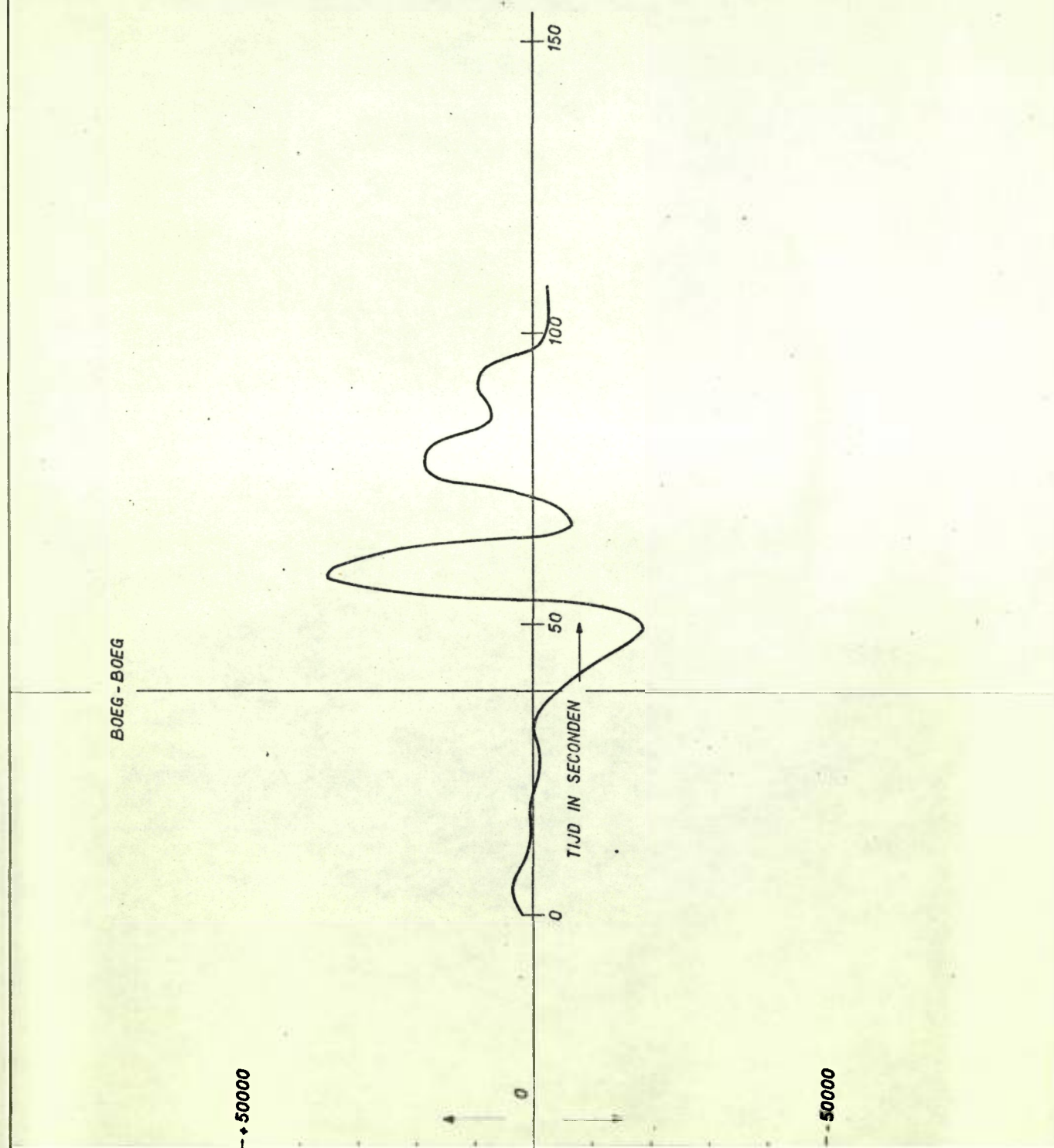
ROERHOEK 0°

TRIO CONTAINER SCHIP (MODEL 3978) GESLEPT LANGS OFFSET C

SNELHEID 15.1 KNOPEN

PASSEREND CONTAINER SCHIP (MODEL 3872^Z) VRIJVAREND LANGS OFFSET D

SNELHEID 13.9 KNOPEN



GIERMOMENT N IN TON.m

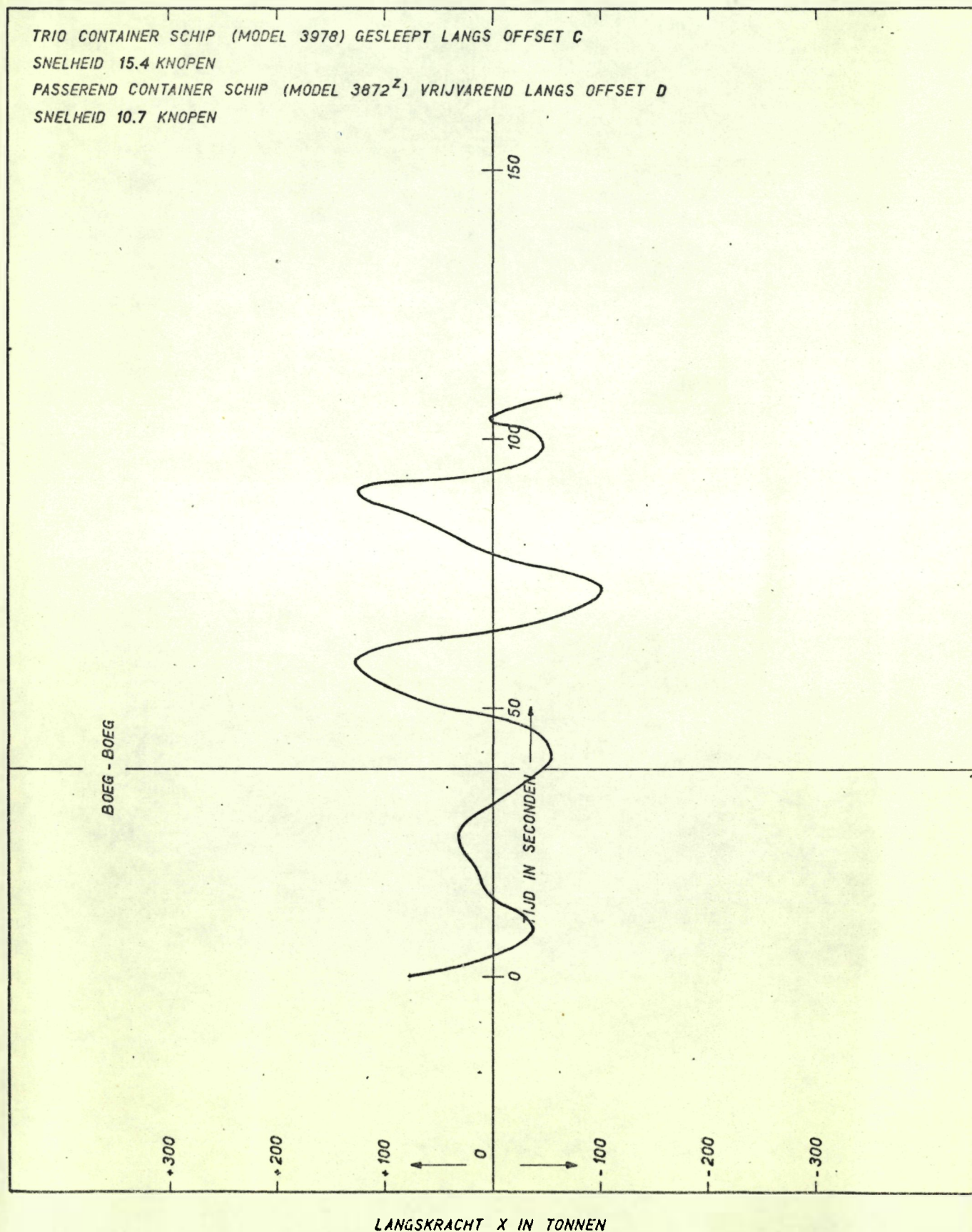
TRIO CONTAINER SCHIP — MODEL 3978

LANGSKRACHT T.G.V. EEN PASSEREND CONTAINER SCHIP (MODEL 3872^Z)

IN KANAAL

WATERDIEPTE 14.08 m

ROERHOEK 0°



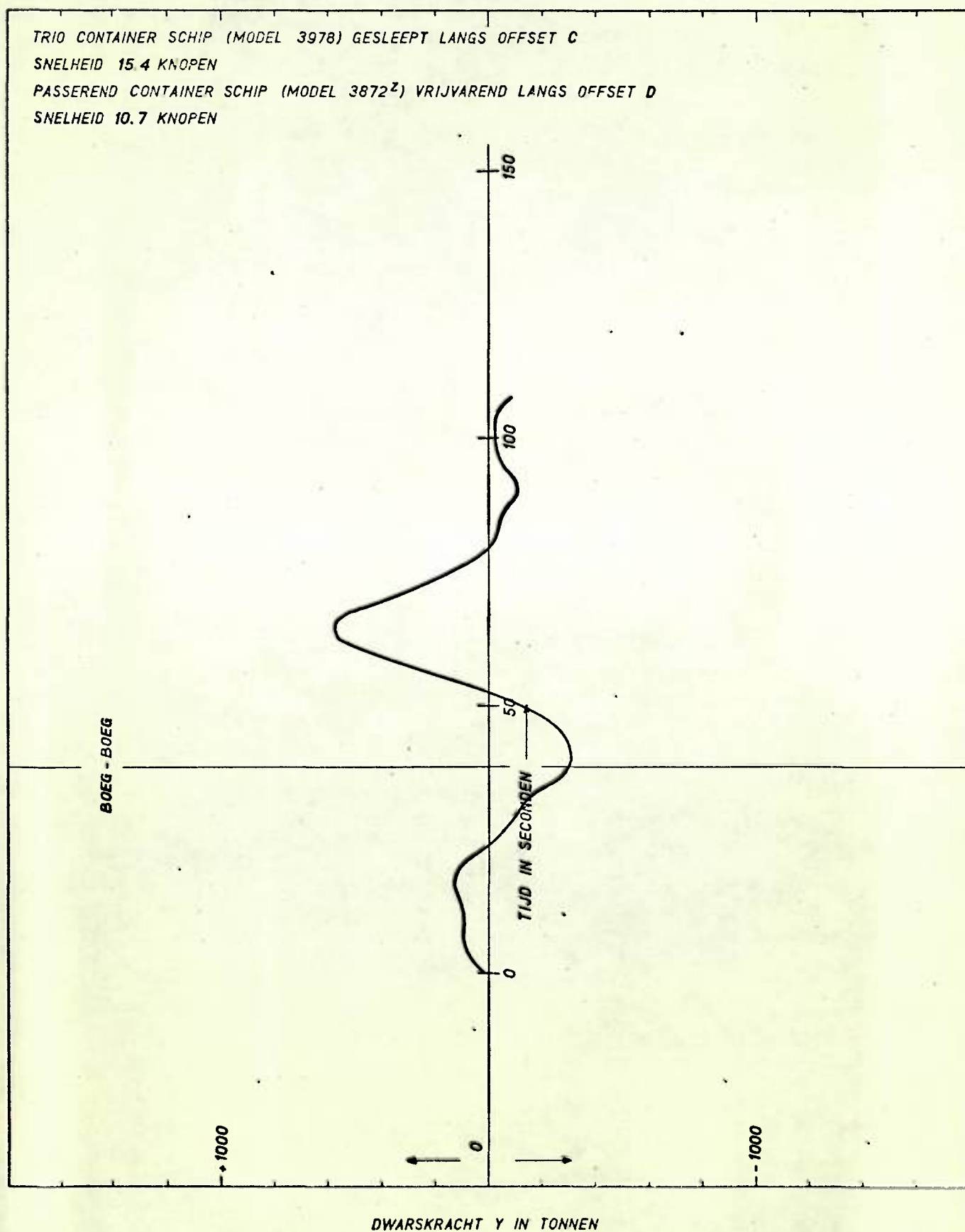
TRIO CONTAINER SCHIP — MODEL 3978

DWARSKRACHT T.G.V. EEN PASSEREND CONTAINER SCHIP (MODEL 3872^Z)

IN KANAAL

WATERDIEPTE 14.08 m

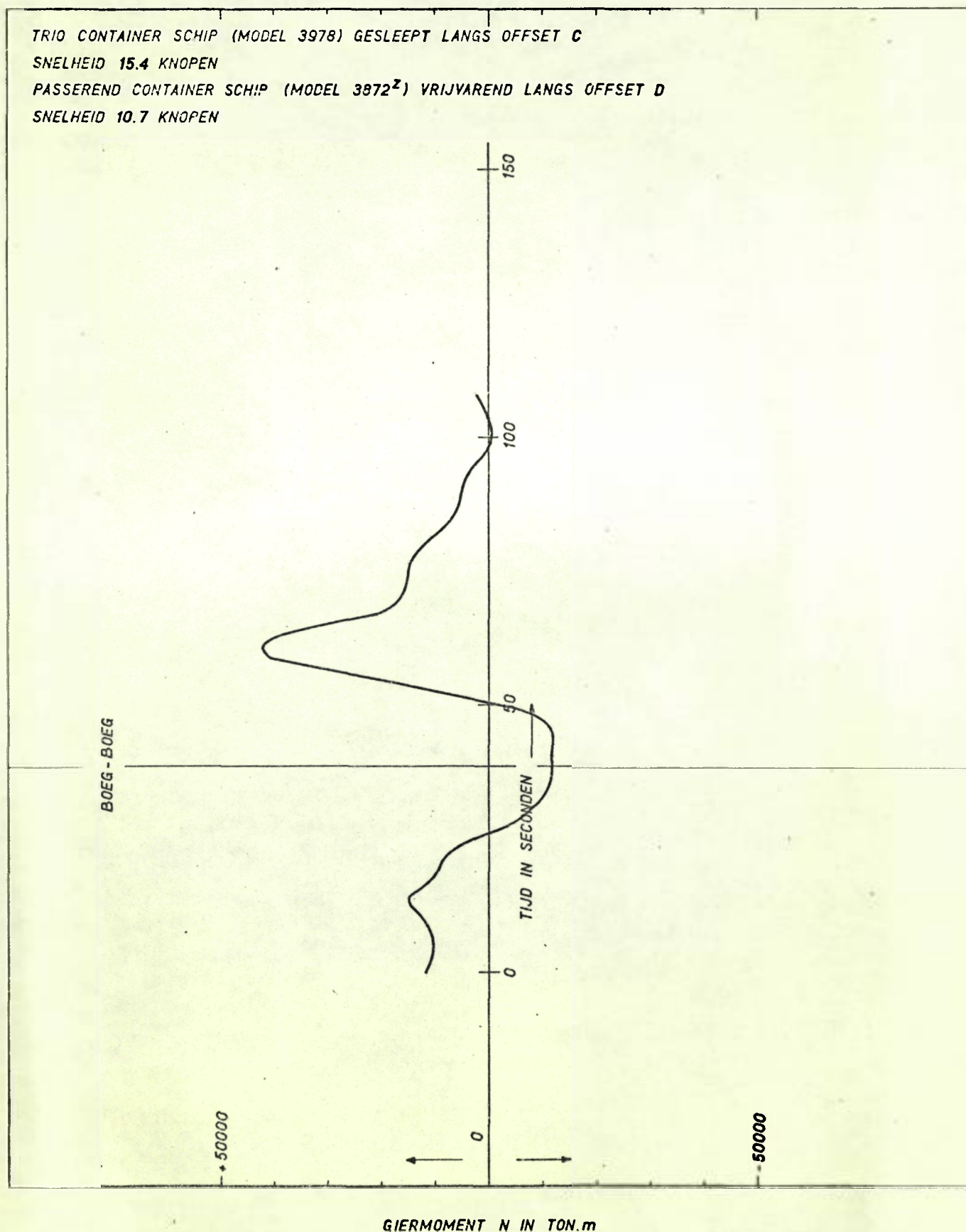
ROERHOEK 0°



TRIO CONTAINER SCHIP — MODEL 3978
GIERMOMENT T.G.V. EEN PASSEREND CONTAINER SCHIP (MODEL 3872^Z)
IN KANAAL

WATERDIEPTE: 14.08 m

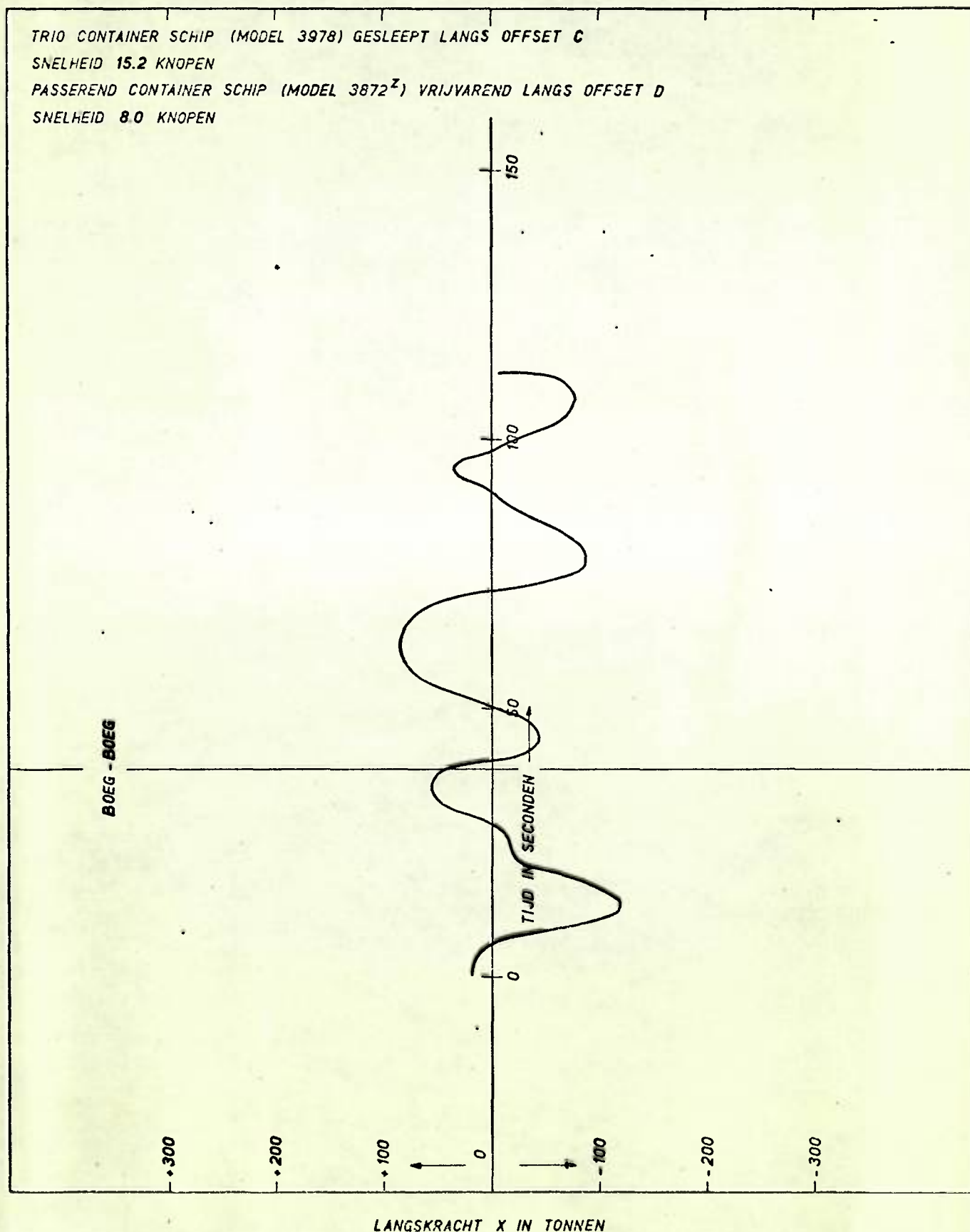
ROERHOEK 0°



TRIO CONTAINER SCHIP — MODEL 3978
LANGSKRACHT T.G.V. EEN PASSEREND CONTAINER SCHIP (MODEL 3872^Z)
IN KANAAL

WATERDIEPTE 14.08 m

ROERHOEK 0°



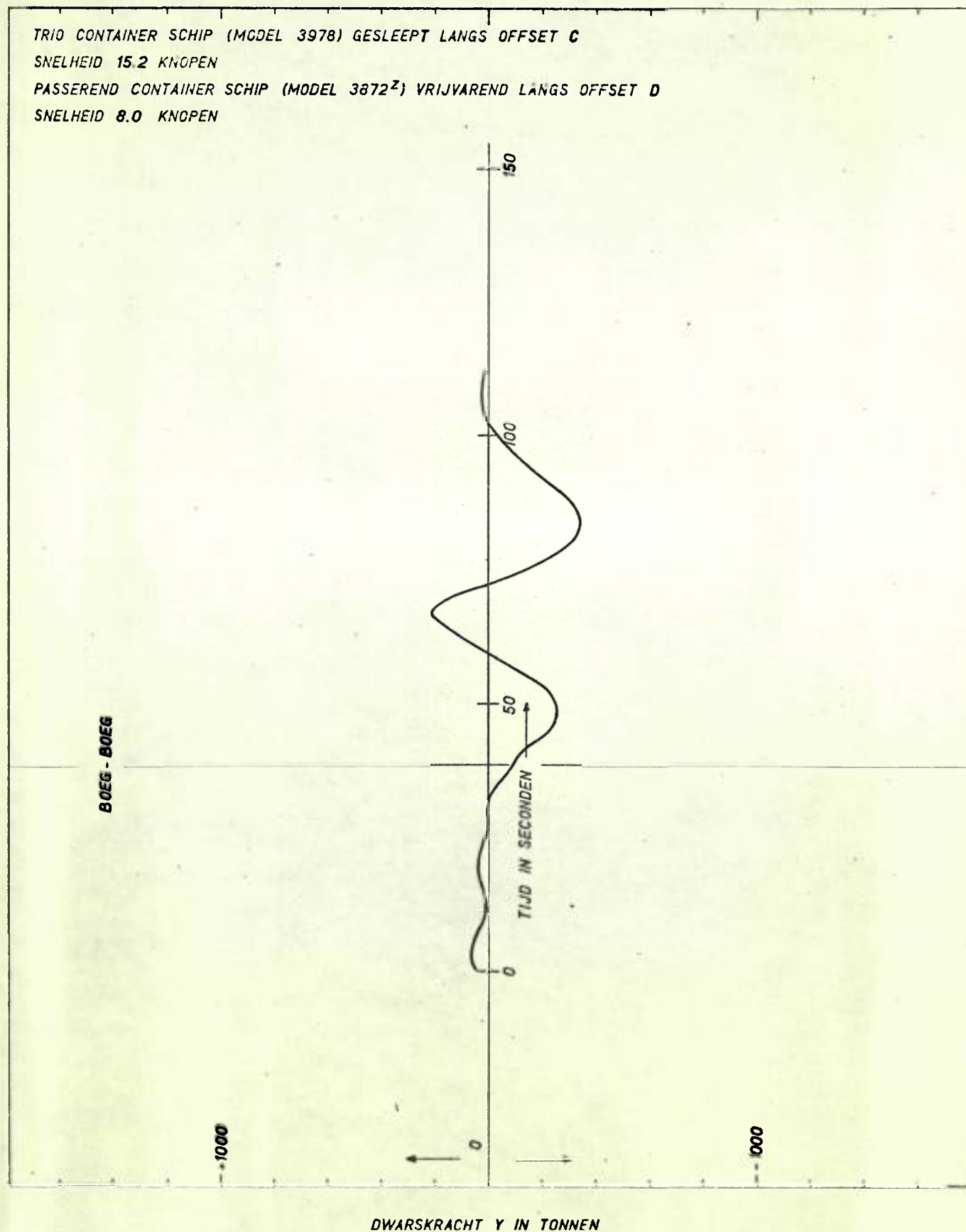
TRIO CONTAINER SCHIP — MODEL 3978

DWARKSRACHT T.G.V. EEN PASSEREND CONTAINER SCHIP (MODEL 3872²)

IN KANAAL

WATERDIEPTE 14.08 m

ROERHOEK 0°



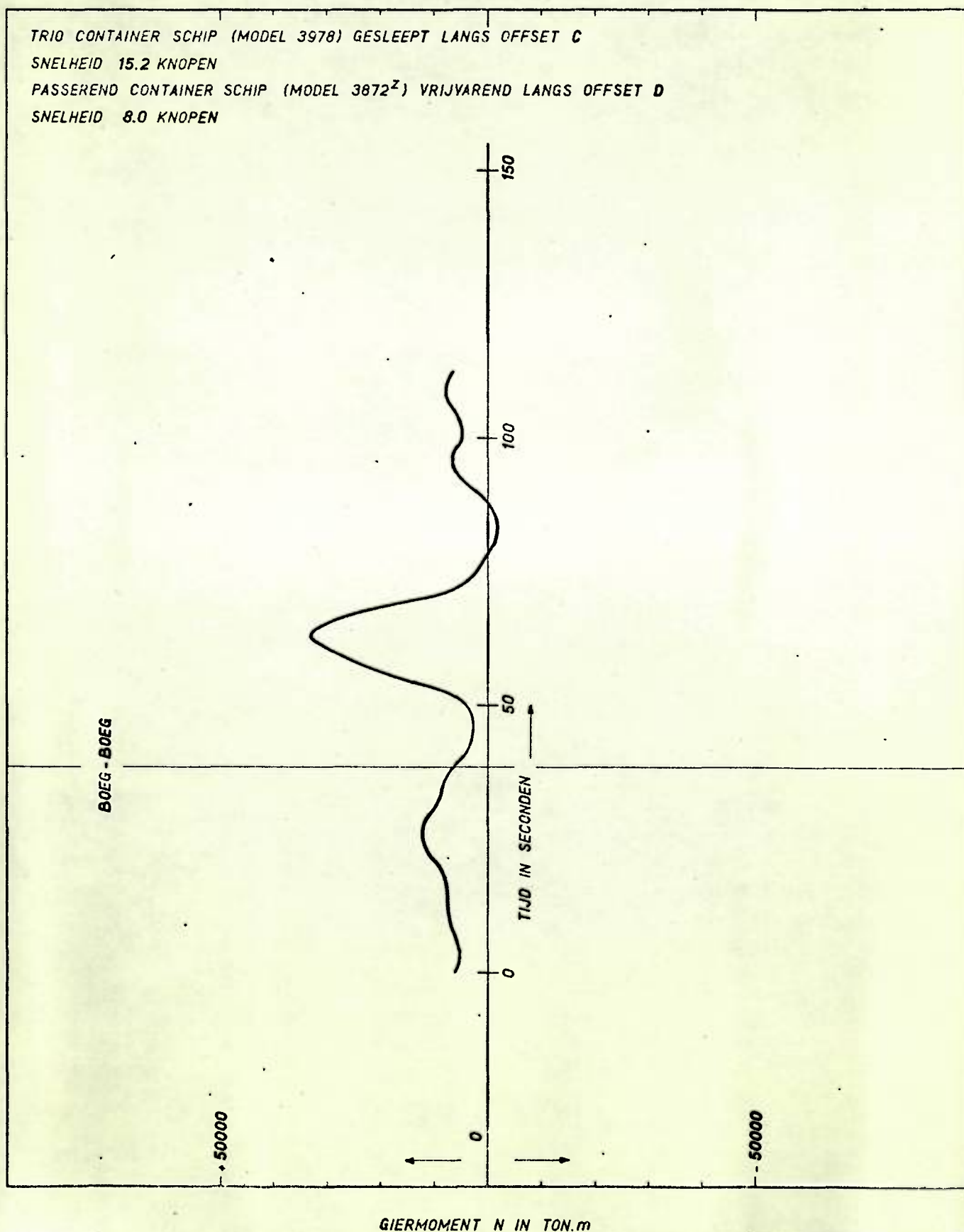
TRIO CONTAINER SCHIP — MODEL 3978

GIERMOMENT T.G.V. EEN PASSEREND CONTAINER SCHIP (MODEL 3872^Z)

IN KANAAL

WATERDIEPTE: 14.08 m

ROERHOEK 0°



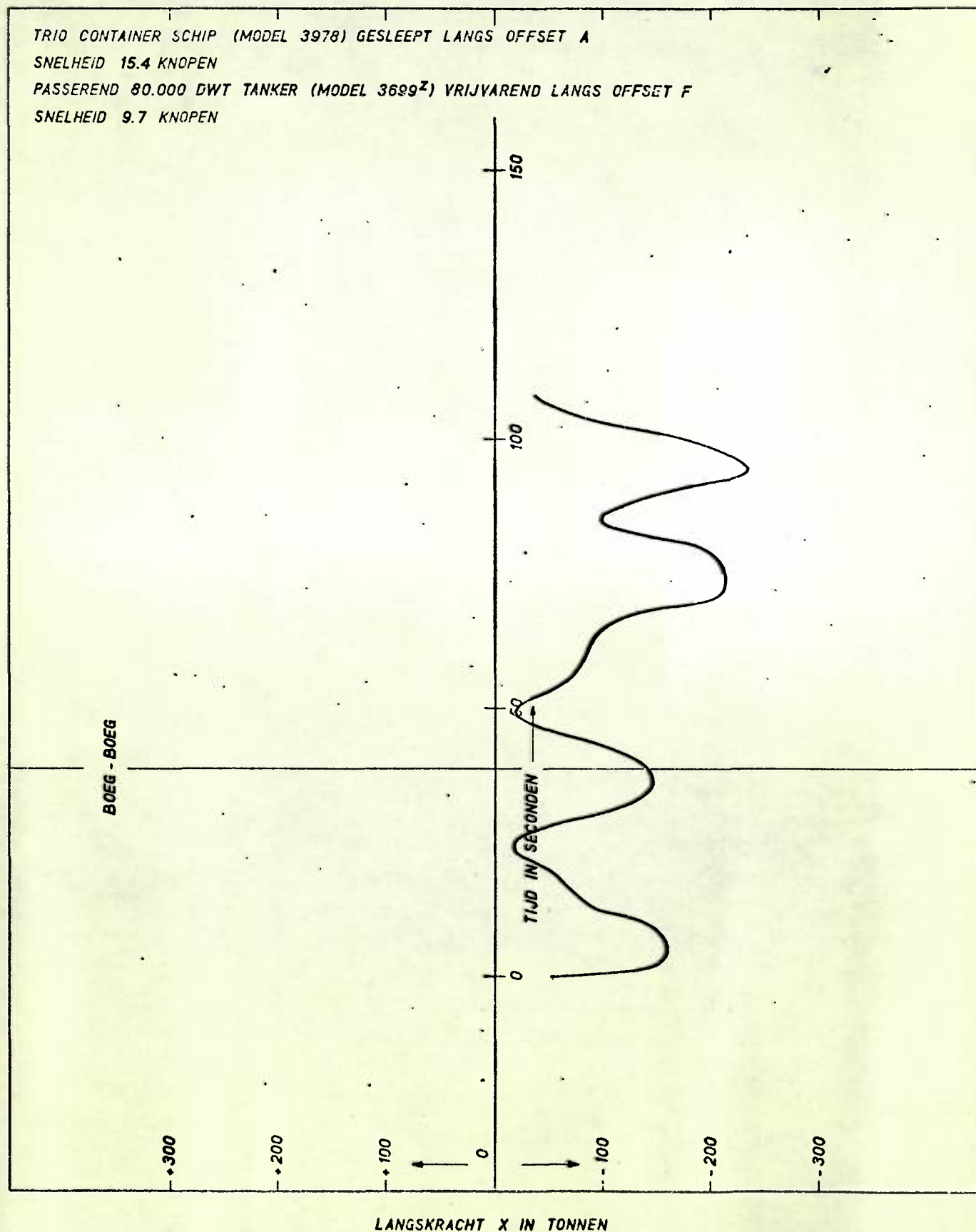
TRIO CONTAINER SCHIP — MODEL 3978

LANGSKRACHT T.G.V. EEN PASSEREND CONTAINER SCHIP (MODEL 3872^Z)

IN KANAAL

WATERDIEPTE: 14.08 m

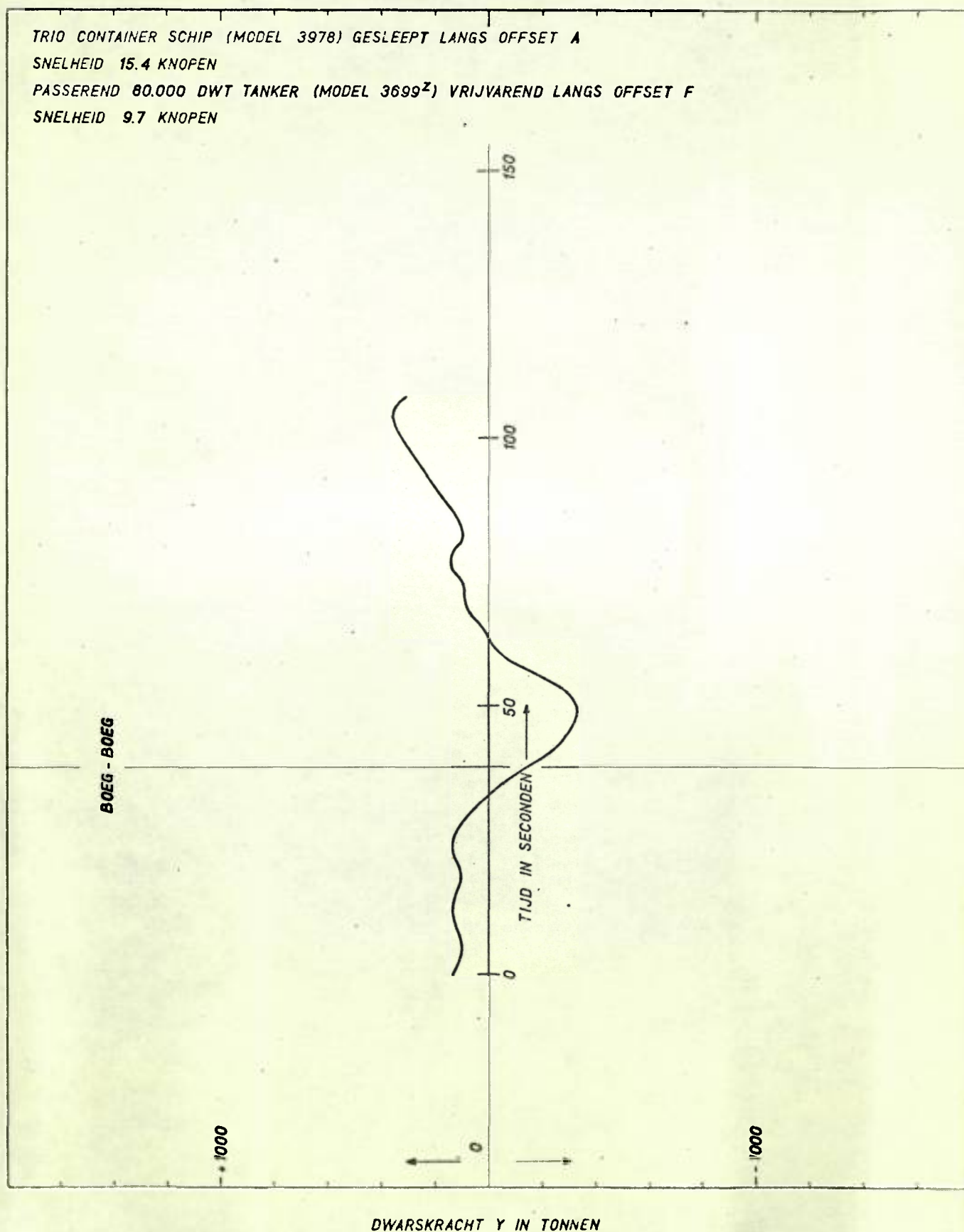
ROERHOEK 0°



TRIO CONTAINER SCHIP — MODEL 3978
DWARSKRACHT T.G.V. EEN PASSEREND CONTAINER SCHIP (MODEL 3872^Z)
IN KANAAL

WATERDIEPTE: 14.08 m

ROERHOEK 0°



TRIO CONTAINER SCHIP — MODEL 3978

GIERMOMENT T.G.V. EEN PASSEREND CONTAINER SCHIP (MODEL 3872^Z)

IN KANAAL

WATERDIEPTE 14.08 m

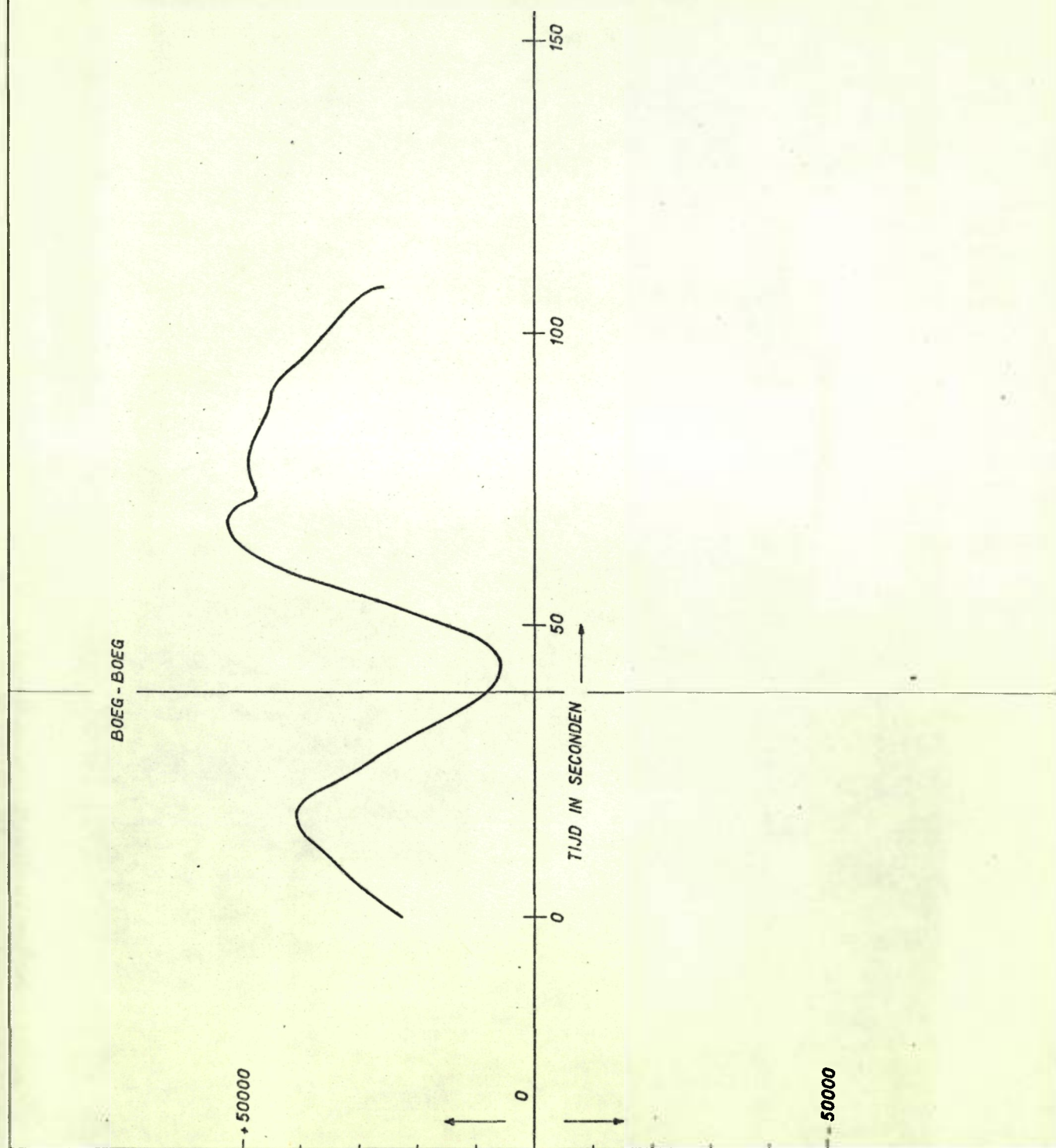
ROERHOEK 0°

TRIO CONTAINER SCHIP (MODEL 3978) GESLEEPT LANGS OFFSET A

SNELHEID 15.4 KNOPEN

PASSEREND 80.000 DWT TANKER (MODEL 3699^Z) VRIJVAREND LANGS OFFSET F

SNELHEID 9.7 KNOPEN

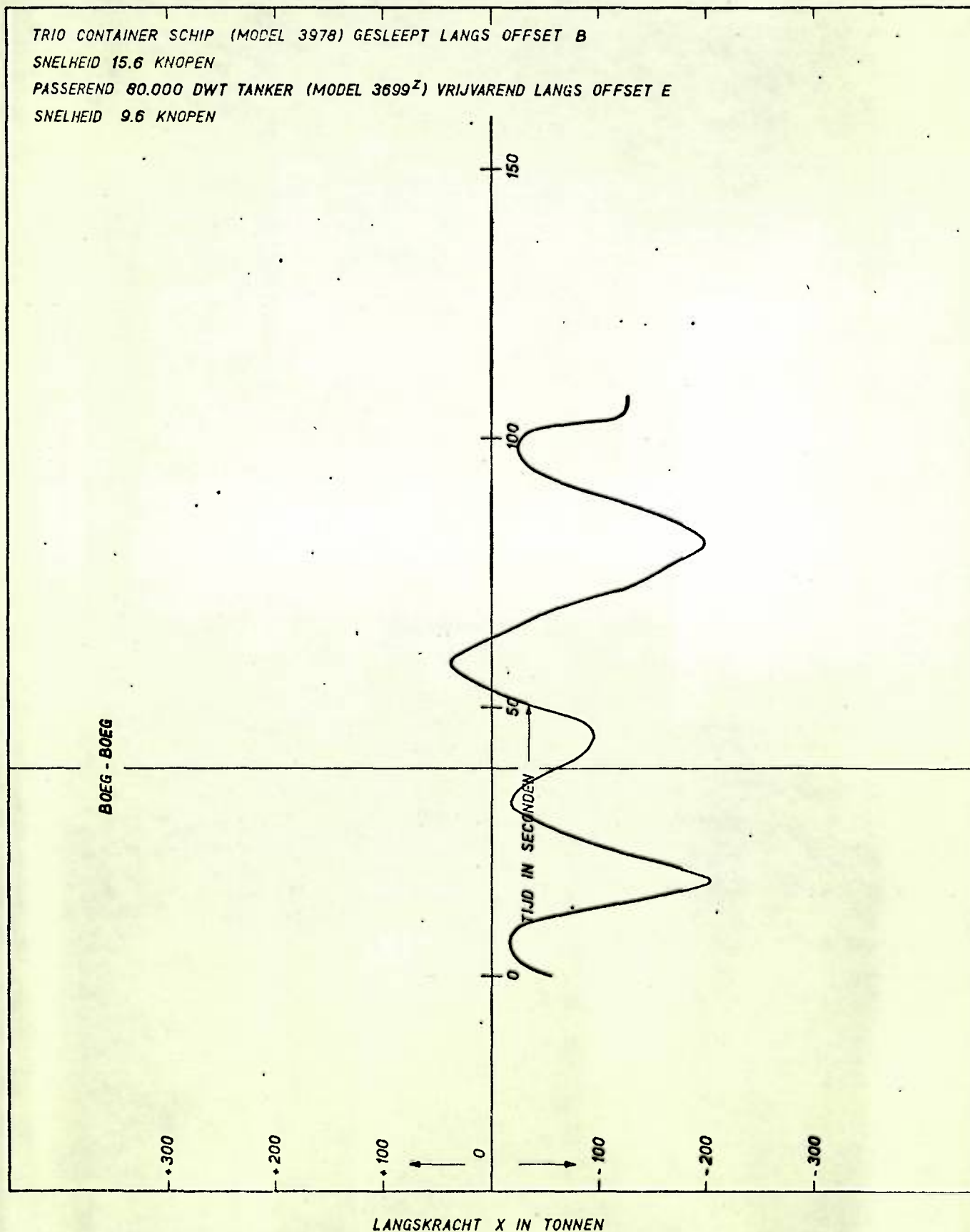


GIERMOMENT N IN TON.m

TRIO CONTAINER SCHIP — MODEL 3978
LANGSKRACHT T.G.V. EEN PASSEREND CONTAINER SCHIP (MODEL 3872^Z)
IN KANAAL

WATERDIEPTE: 14.08 m

ROERHOEK 0°



TRIO CONTAINER SCHIP — MODEL 3978

DWARSKRACHT T.G.V. EEN PASSEREND CONTAINER SCHIP (MODEL 3872^Z)

IN KANAAL

WATERDIEPTE: 14.08 m

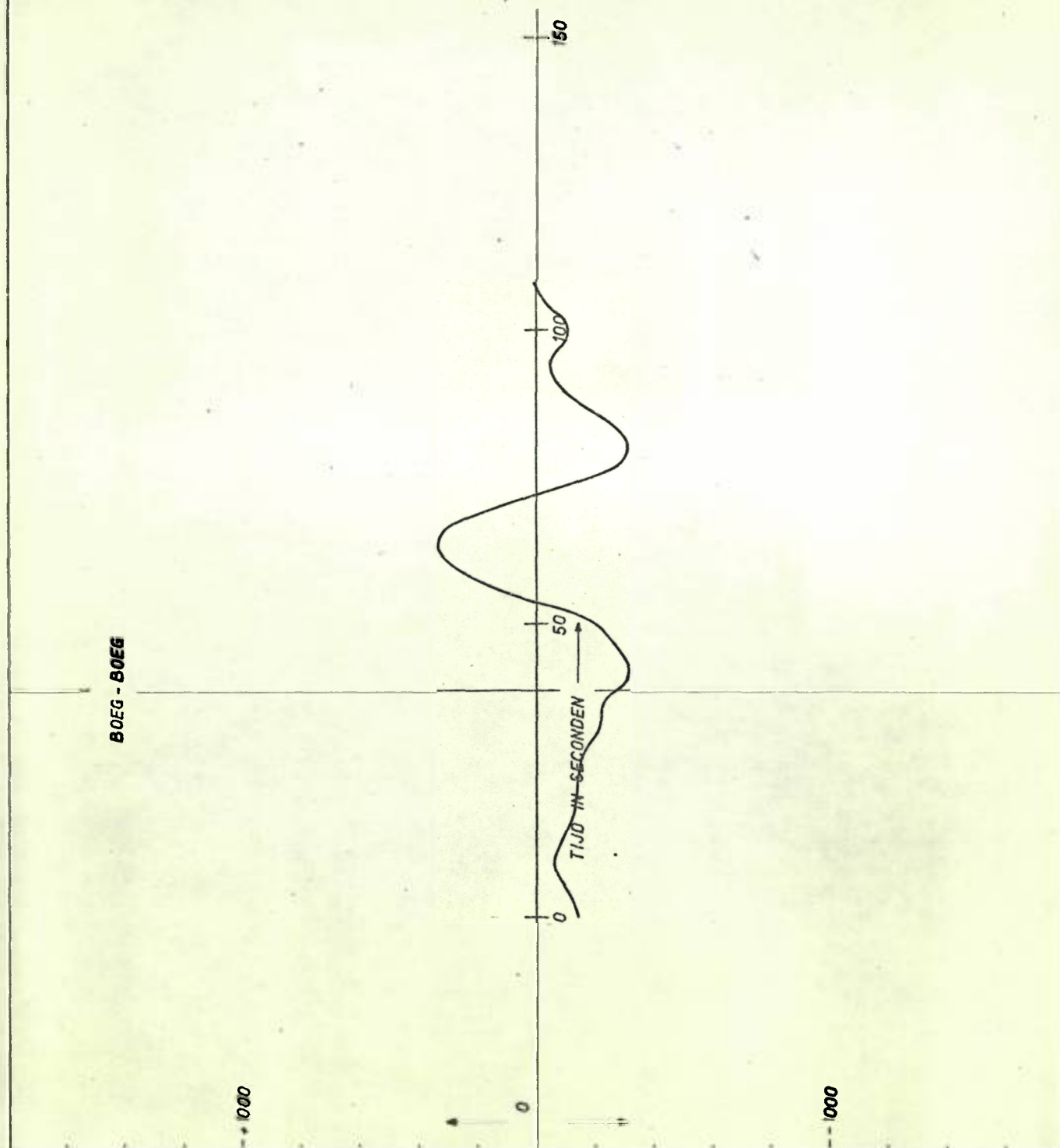
ROERHOEK 0°

TRIO CONTAINER SCHIP (MODEL 3978) GESLEPT LANGS OFFSET B

SNELHEID 15.6 KNOPEN

PASSEREND 80.000 DWT TANKER (MODEL 3699^Z) VRIJVAREND LANGS OFFSET E

SNELHEID 9.6 KNOPEN

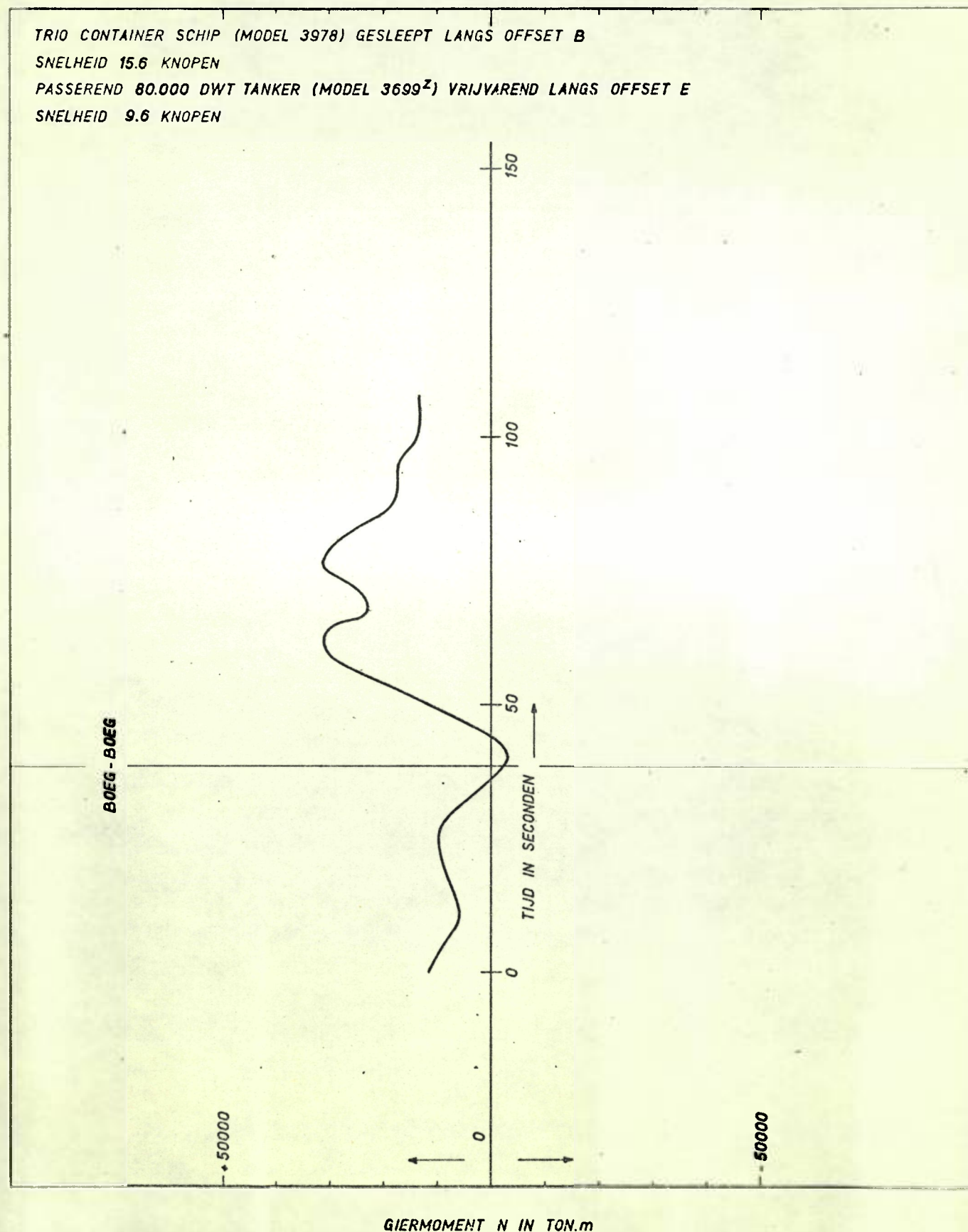


DWARSKRACHT Y IN TONNEN

TRIO CONTAINER SCHIP — MODEL 3978
GIERMOMENT T.G.V. EEN PASSEREND CONTAINER SCHIP (MODEL 3872^Z)
IN KANAAL

WATERDIEPTE: 14.08 m

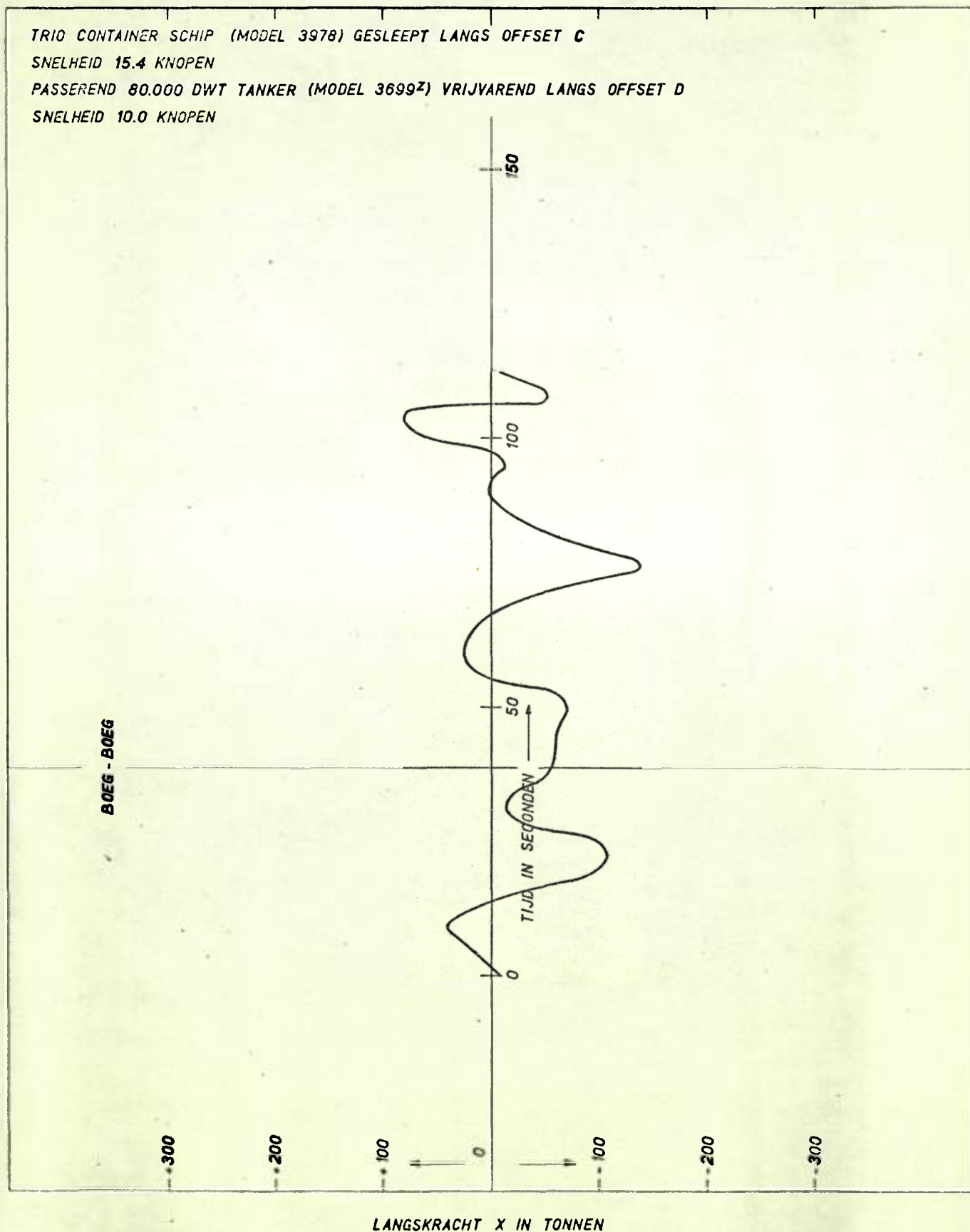
ROERHOEK 0°



TRIO CONTAINER SCHIP — MODEL 3978
LANGSKRACHT T.G.V. EEN PASSEREND CONTAINER SCHIP (MODEL 3872^Z)
IN KANAAL

WATERDIEPTE: 14.08 m

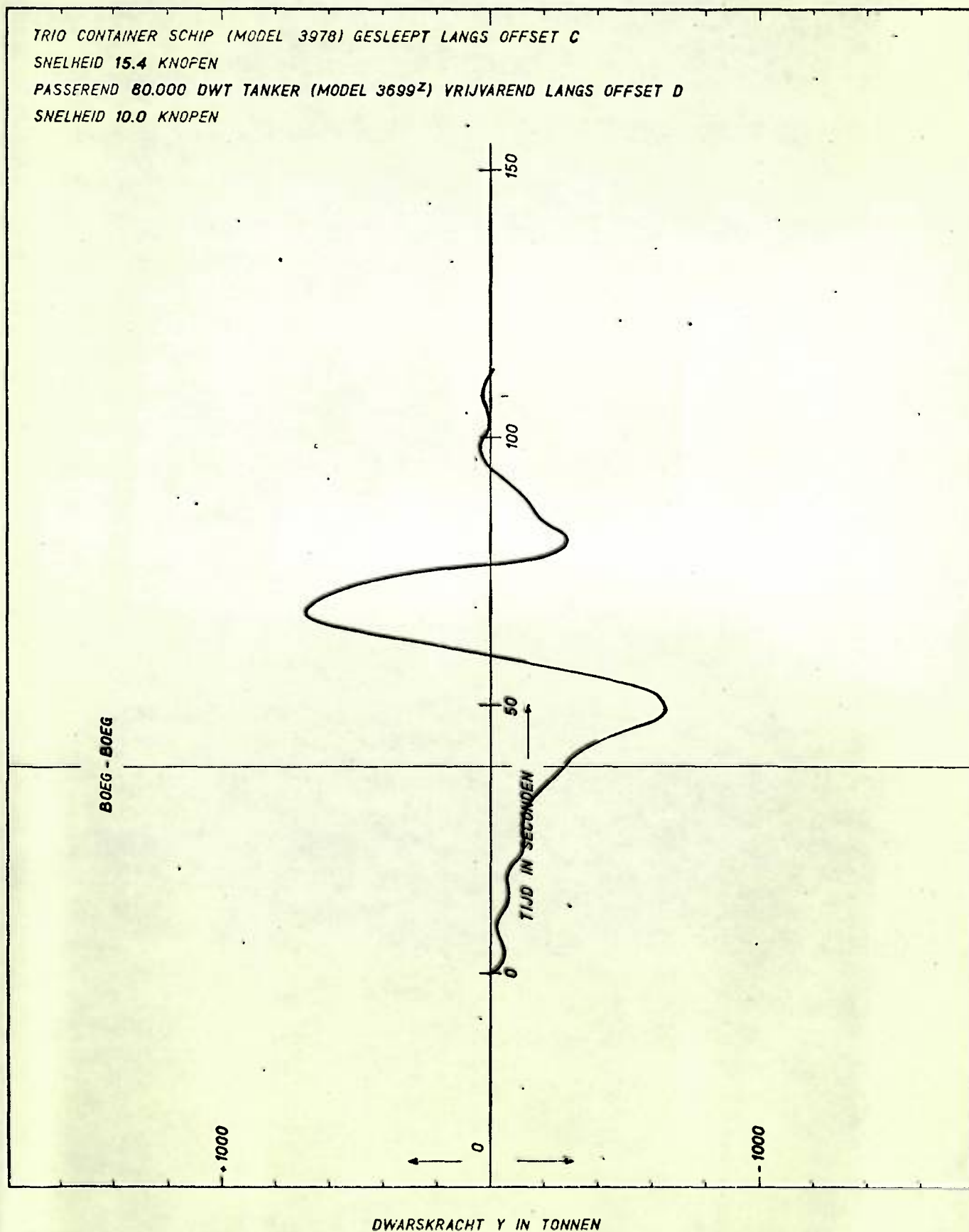
ROERHOEK 0°



TRIO CONTAINER SCHIP — MODEL 3978
DWARSKRACHT T.G.V. EEN PASSEREND CONTAINER SCHIP (MODEL 3872^Z)
IN KANAAL

WATERDIEPTE 14.08 m

ROERHOEK 0°



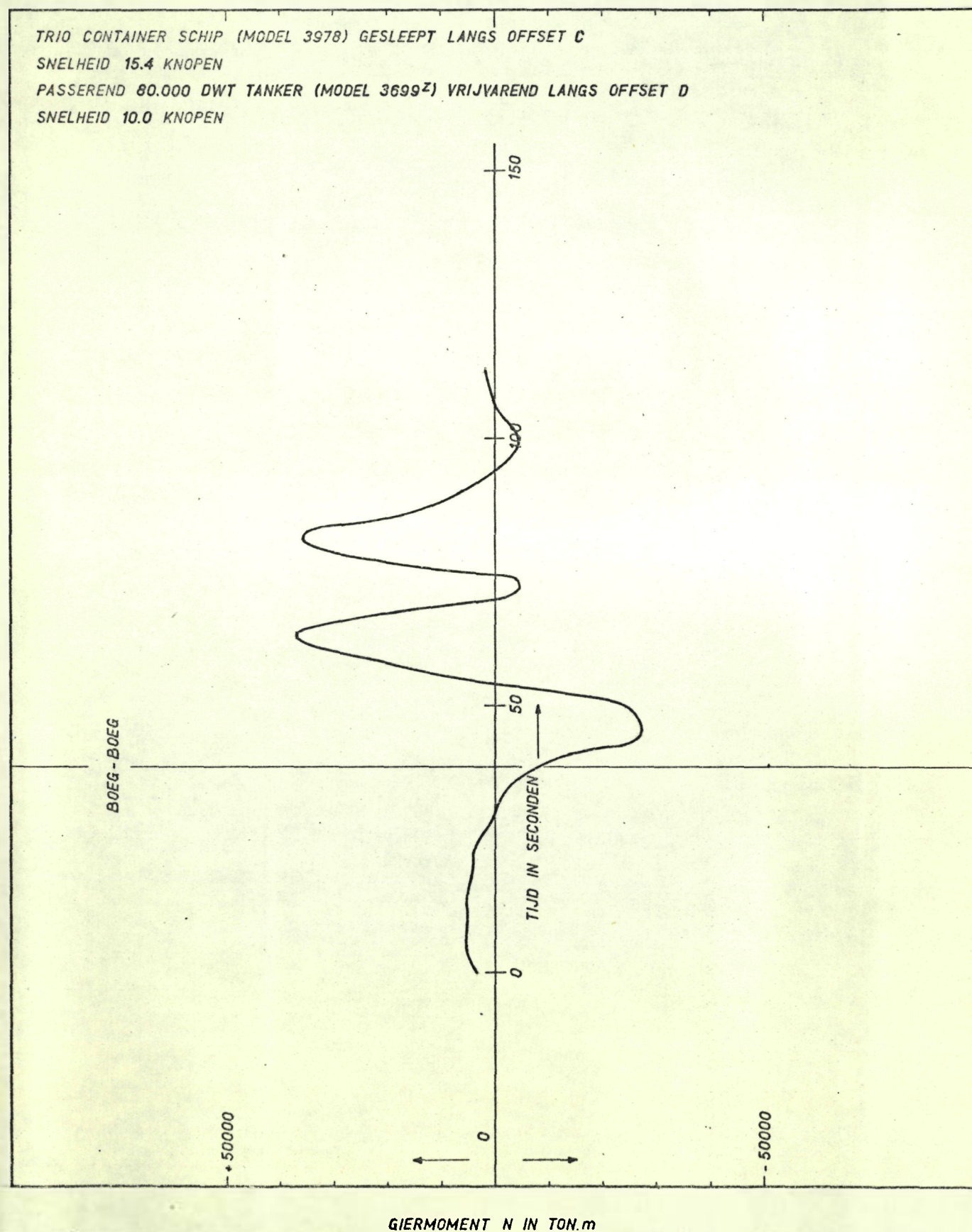
TRIO CONTAINER SCHIP — MODEL 3978

GIERMOMENT T.G.V. EEN PASSEREND CONTAINER SCHIP (MODEL 3872^Z)

IN KANAAL

WATERDIEPTE: 14.08 m

ROERHOEK 0°



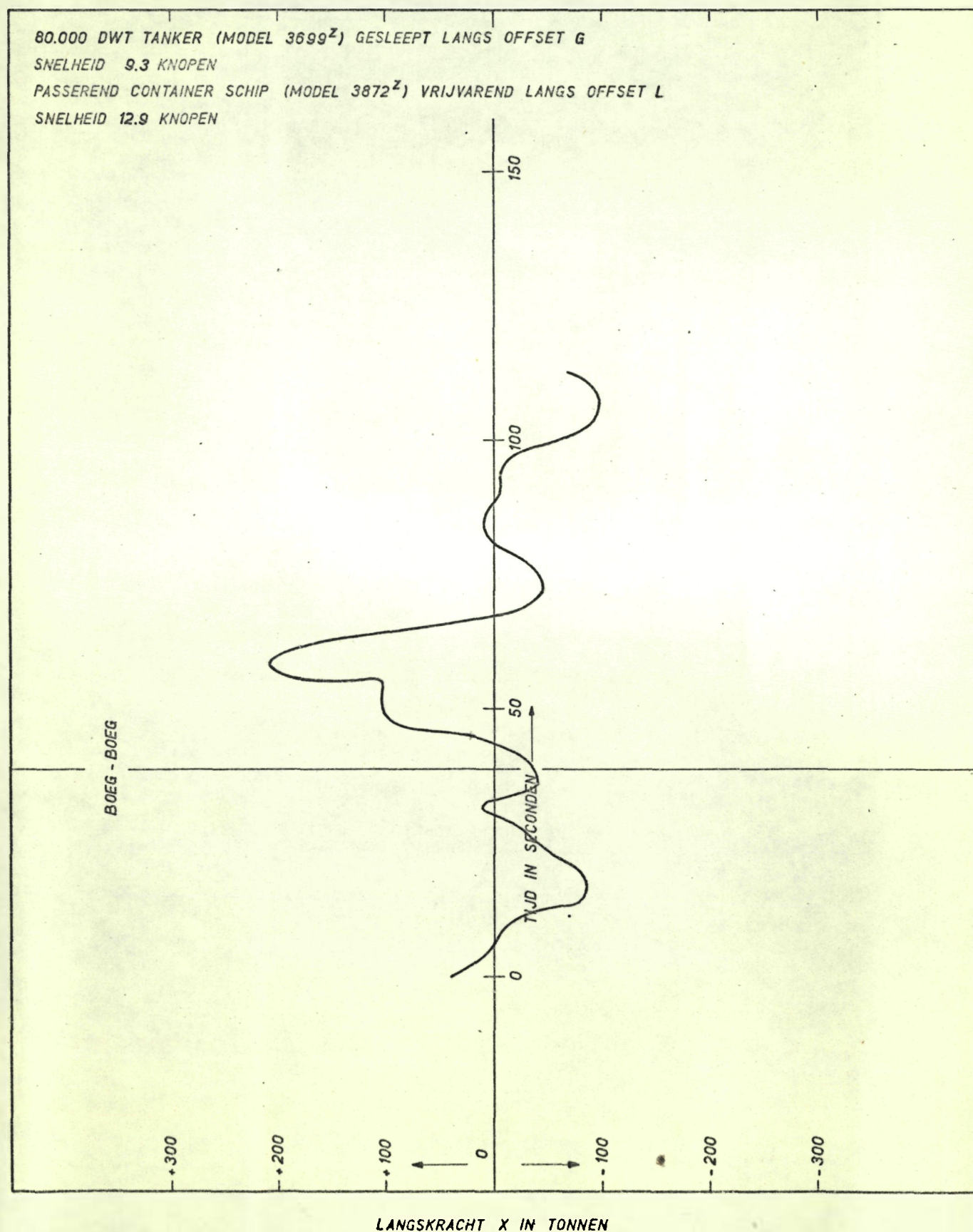
80.000 DWT TANKER — MODEL 3699^Z

LANGSKRACHT T.G.V. EEN PASSEREND CONTAINER SCHIP (MODEL 3872^Z)

IN KANAAL

WATERDIEPTE 14.08 m

ROERHOEK 0°



80.000 DWT TANKER — MODEL 3699^Z

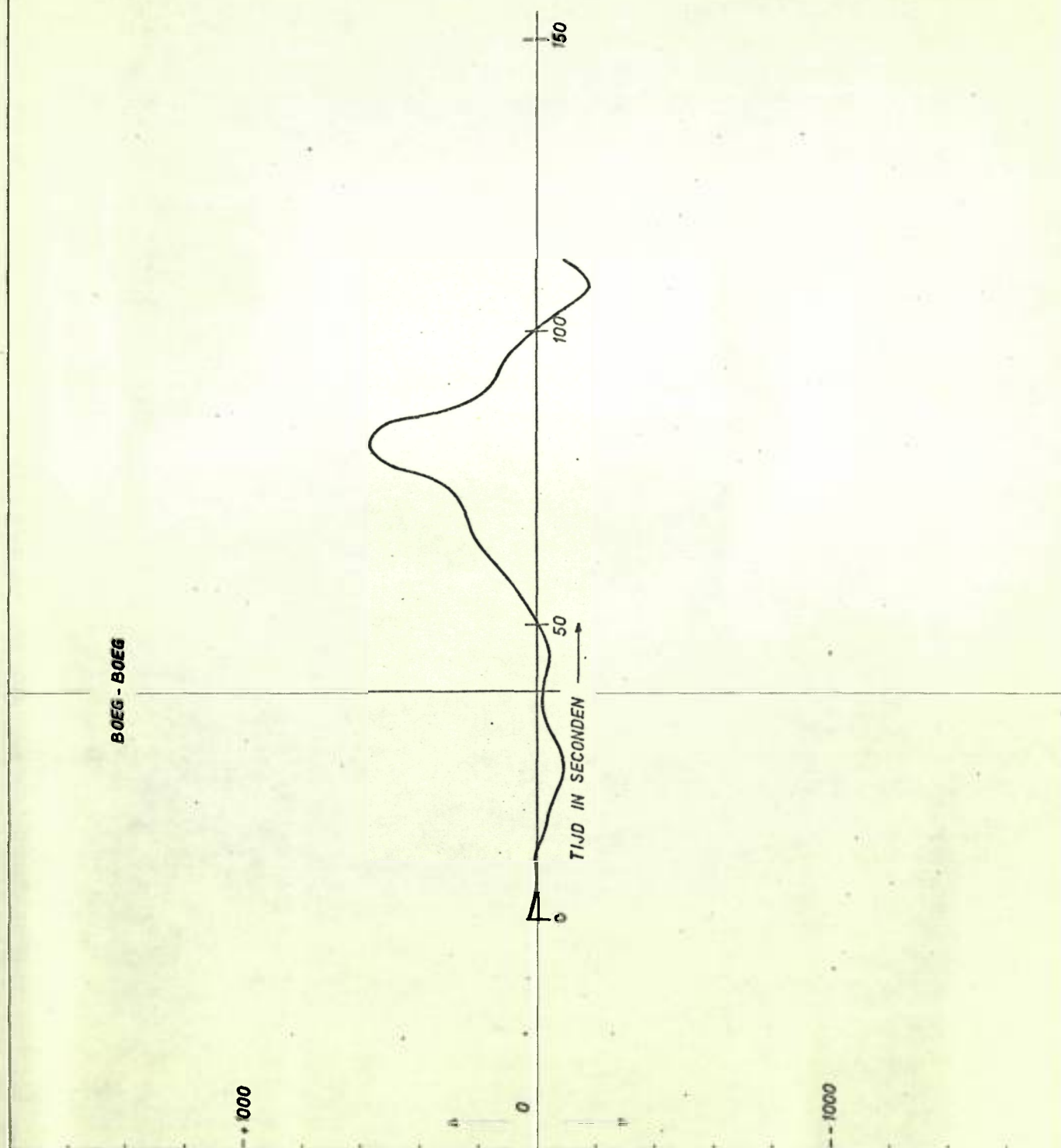
DWARKSRACHT T.G.V. EEN PASSEREND CONTAINER SCHIP (MODEL 3872^Z)

IN KANAAL

WATERDIEPTE: 14.08 m

ROERHOEK 0°

80.000 DWT TANKER (MODEL 3699^Z) GESLEPT LANGS OFFSET G
SNELHEID 9.3 KNOPEN
PASSEREND CONTAINER SCHIP (MODEL 3872^Z) VRIJVAREND LANGS OFFSET L
SNELHEID 12.9 KNOPEN



DWARKSRACHT Y IN TONNEN

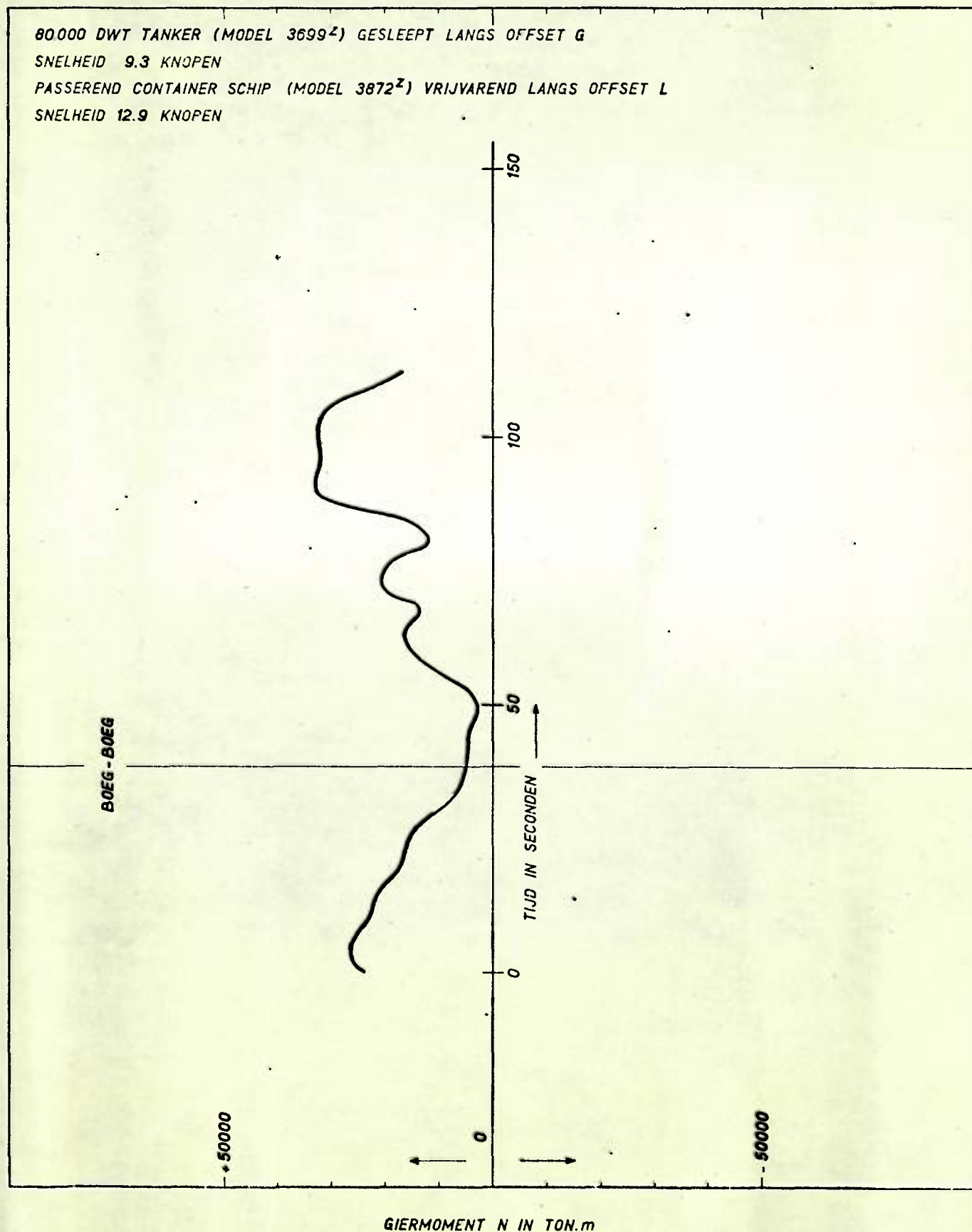
80.000 DWT TANKER — MODEL 3699^Z

GIERMOMENT T.G.V. EEN PASSEREND CONTAINER SCHIP (MODEL 3872^Z)

IN KANAAL

WATERDIEPTE 14.08 m

ROERHOEK 0°



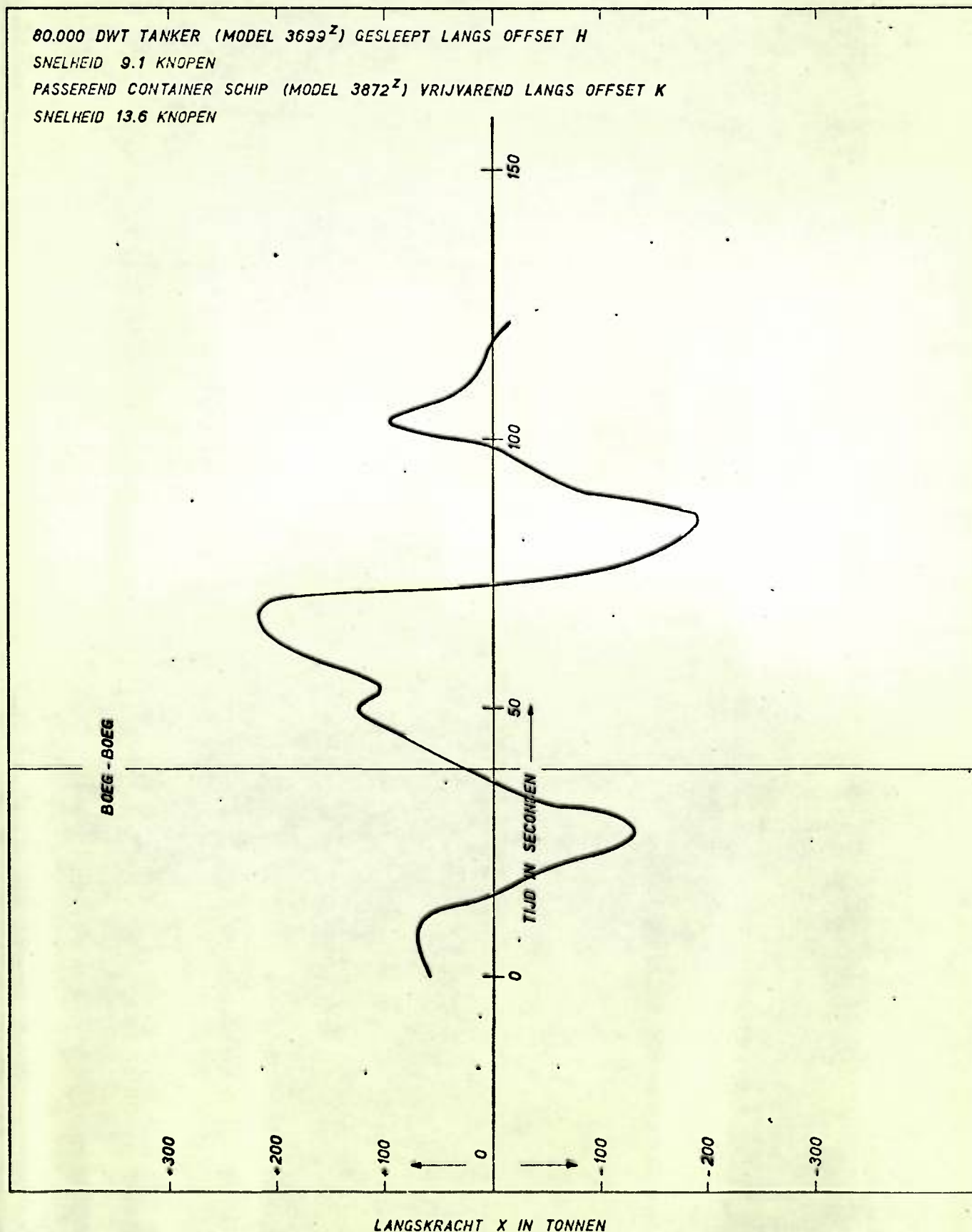
80.000 DWT TANKER — MODEL 3699^Z

LANGSKRACHT T.G.V. EEN PASSEREND CONTAINER SCHIP (MODEL 3872^Z)

IN KANAAL

WATERDIEPTE: 14.08 m

ROERHOEK 0°



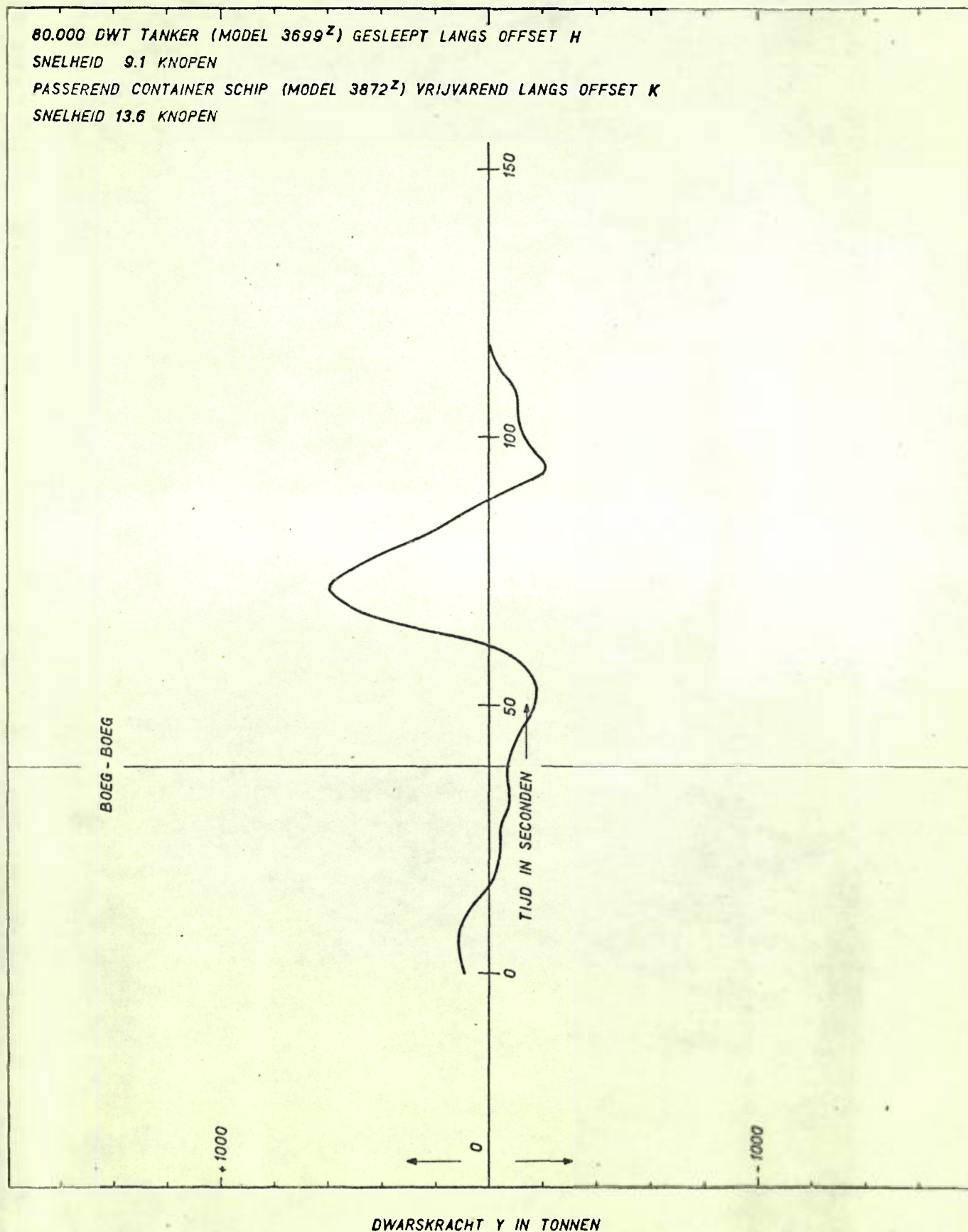
80.000 DWT TANKER — MODEL 3699^Z

DWARKSRACHT T.G.V. EEN PASSEREND CONTAINER SCHIP (MODEL 3872^Z)

IN KANAAL

WATERDIEPTE: 14.08 m

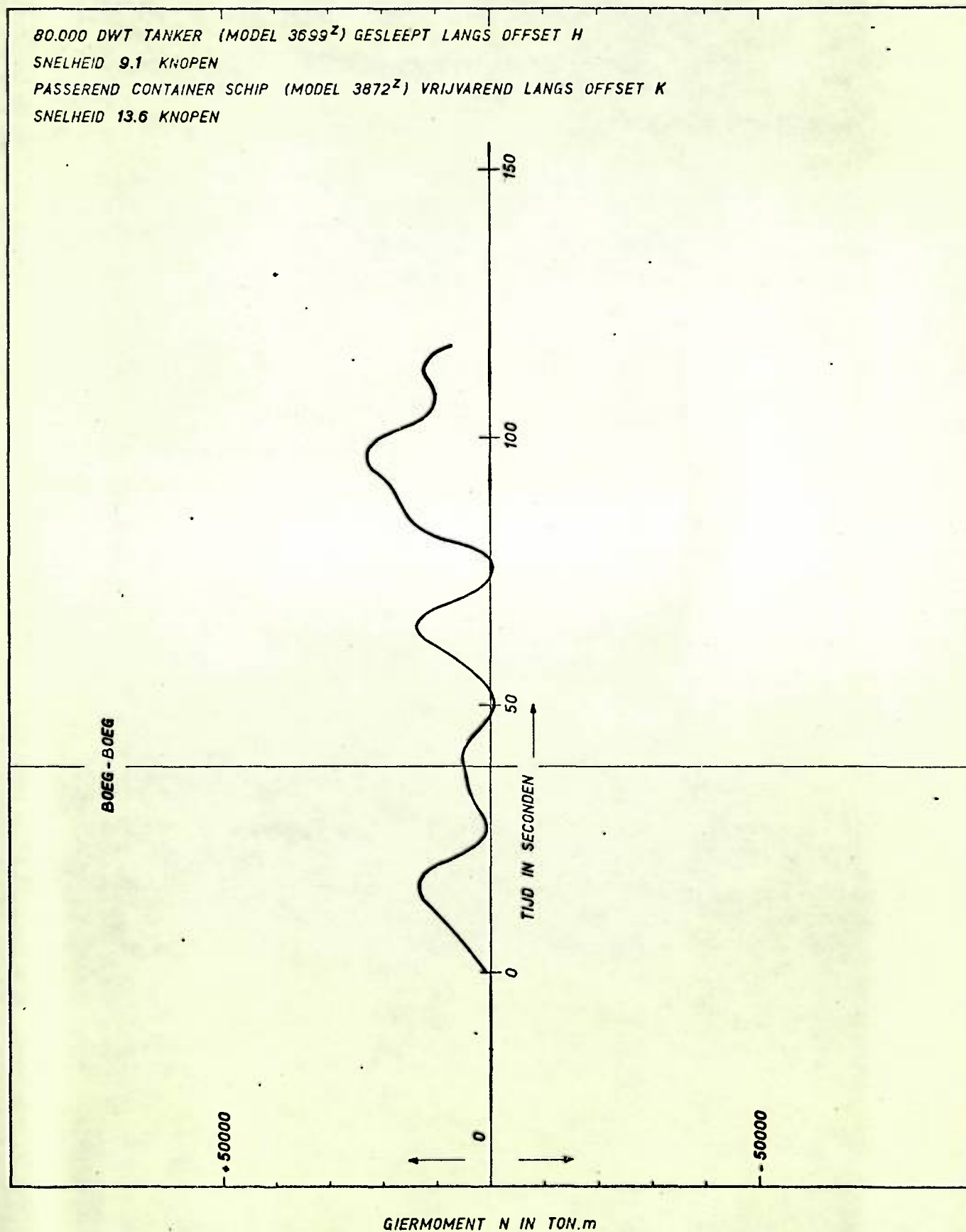
ROERHOEK 0°



80.000 DWT TANKER — MODEL 3699^Z
GIERMOMENT T.G.V. EEN PASSEREND CONTAINER SCHIP (MODEL 3872^Z)
IN KANAAL

WATERDIEPTE 14.08 m

ROERHOEK 0°



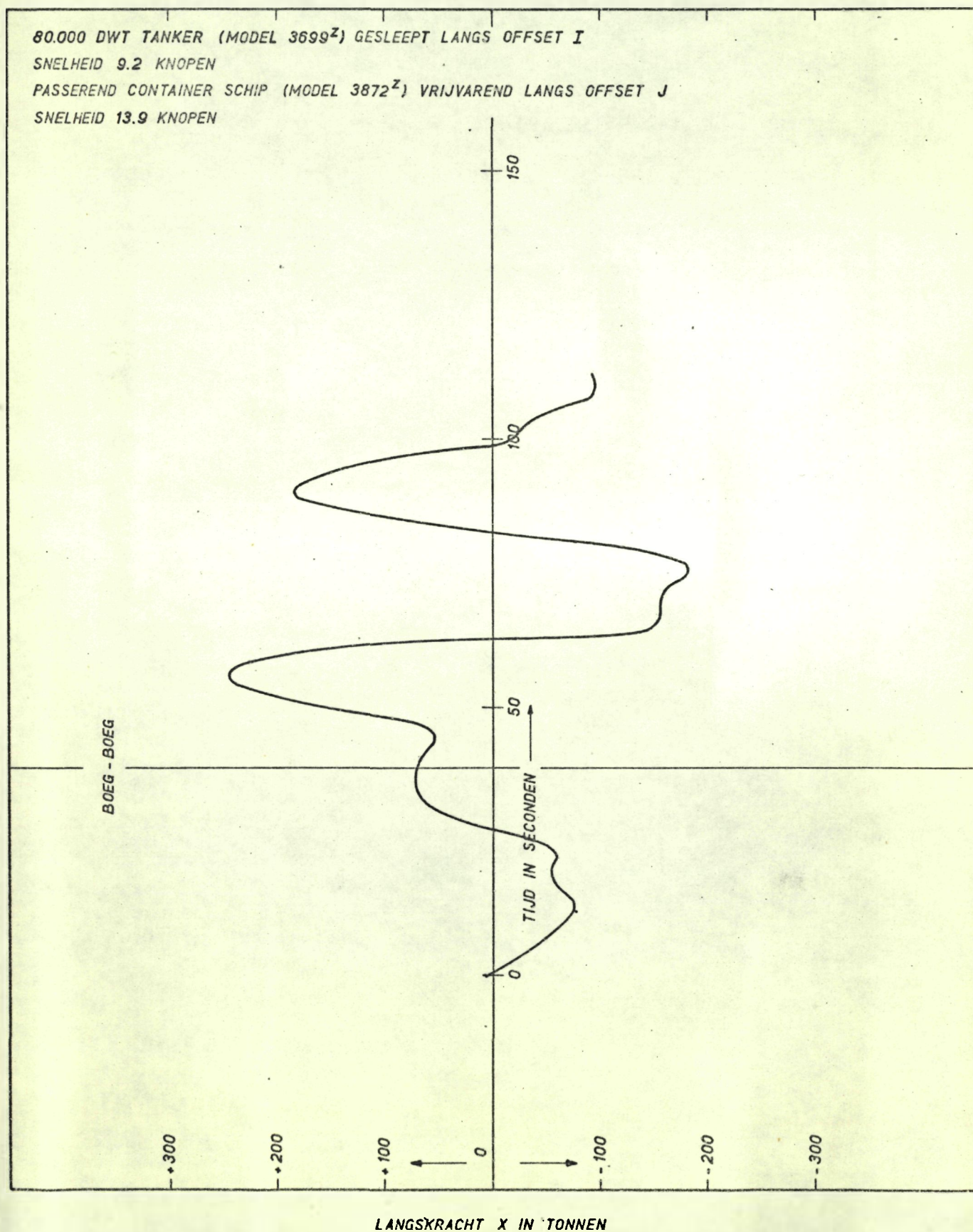
80.000 DWT TANKER — MODEL 3699^Z

LANGSKRACHT T.G.V. EEN PASSEREND CONTAINER SCHIP (MODEL 3872^Z)

IN KANAAL

WATERDIEPTE: 14.08 m

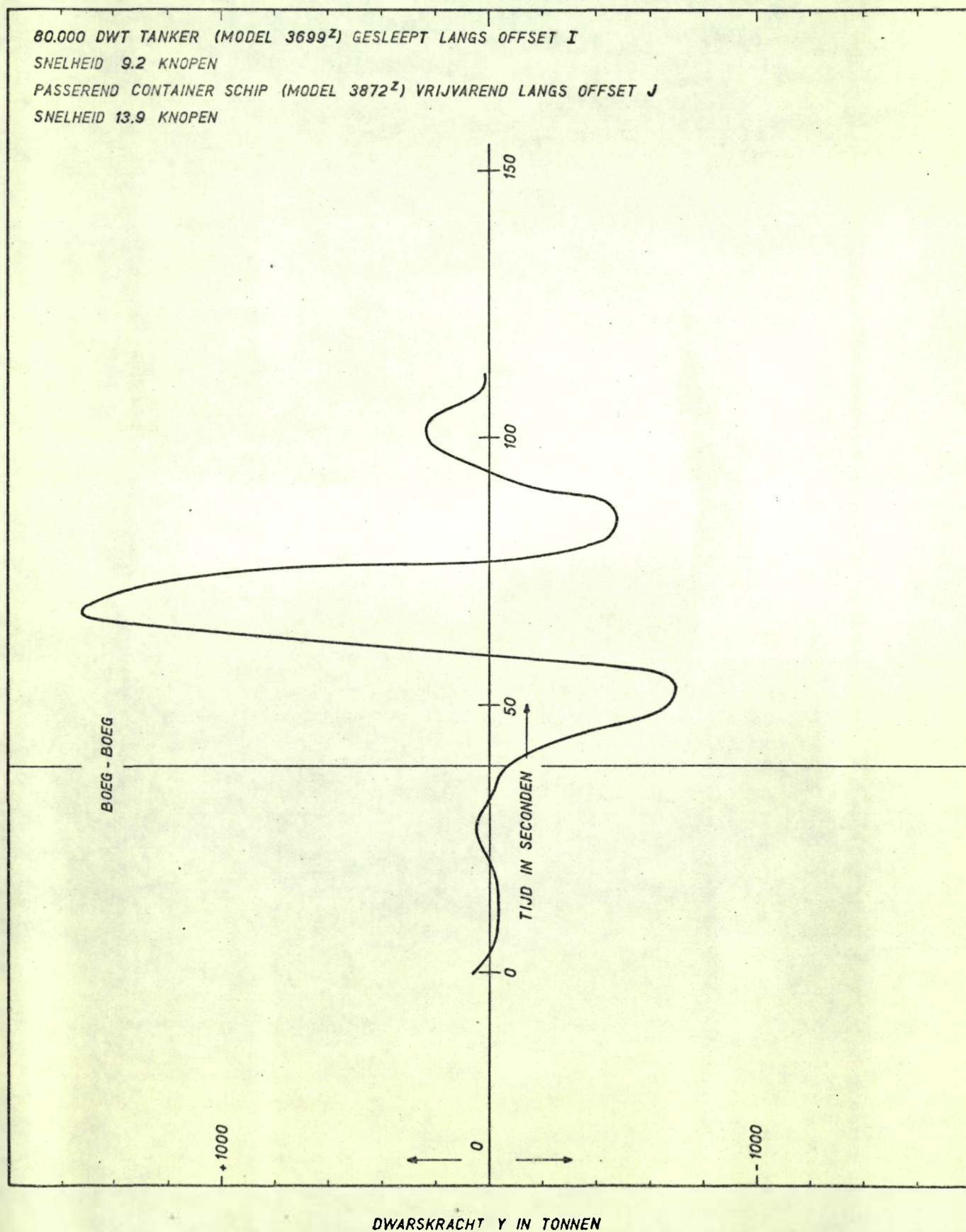
ROERHOEK 0°



80.000 DWT TANKER — MODEL 3699^Z
DWARSKRACHT T.G.V. EEN PASSEREND CONTAINER SCHIP (MODEL 3872^Z)
IN KANAAL

WATERDIEPTE: 14.08 m

ROERHOEK 0°



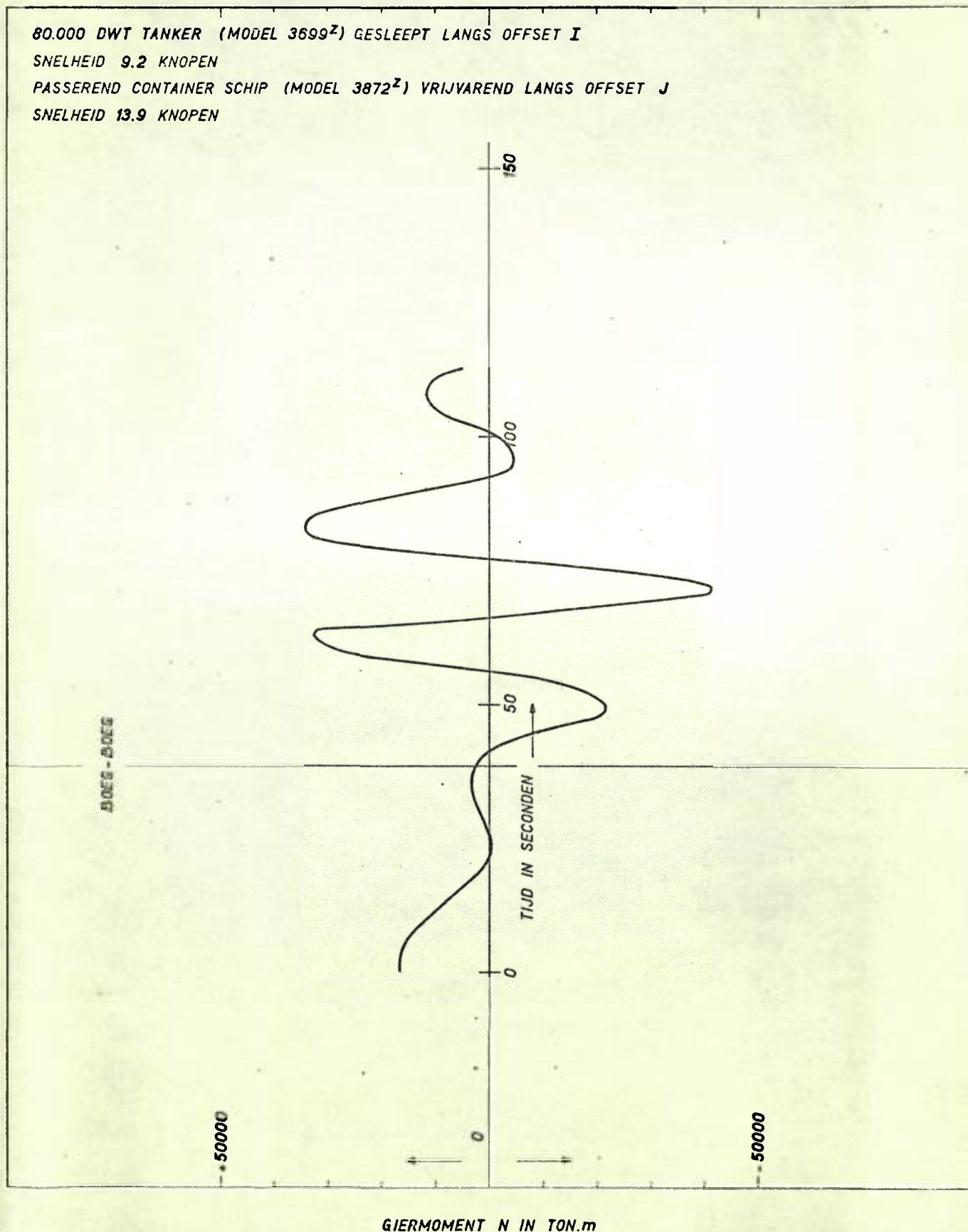
80.000 DWT TANKER — MODEL 3699^Z

GIERMOMENT T.G.V. EEN PASSEREND CONTAINER SCHIP (MODEL 3872^Z)

IN KANAAL

WATERDIEPTE: 14.08 m

ROERHOEK 0°

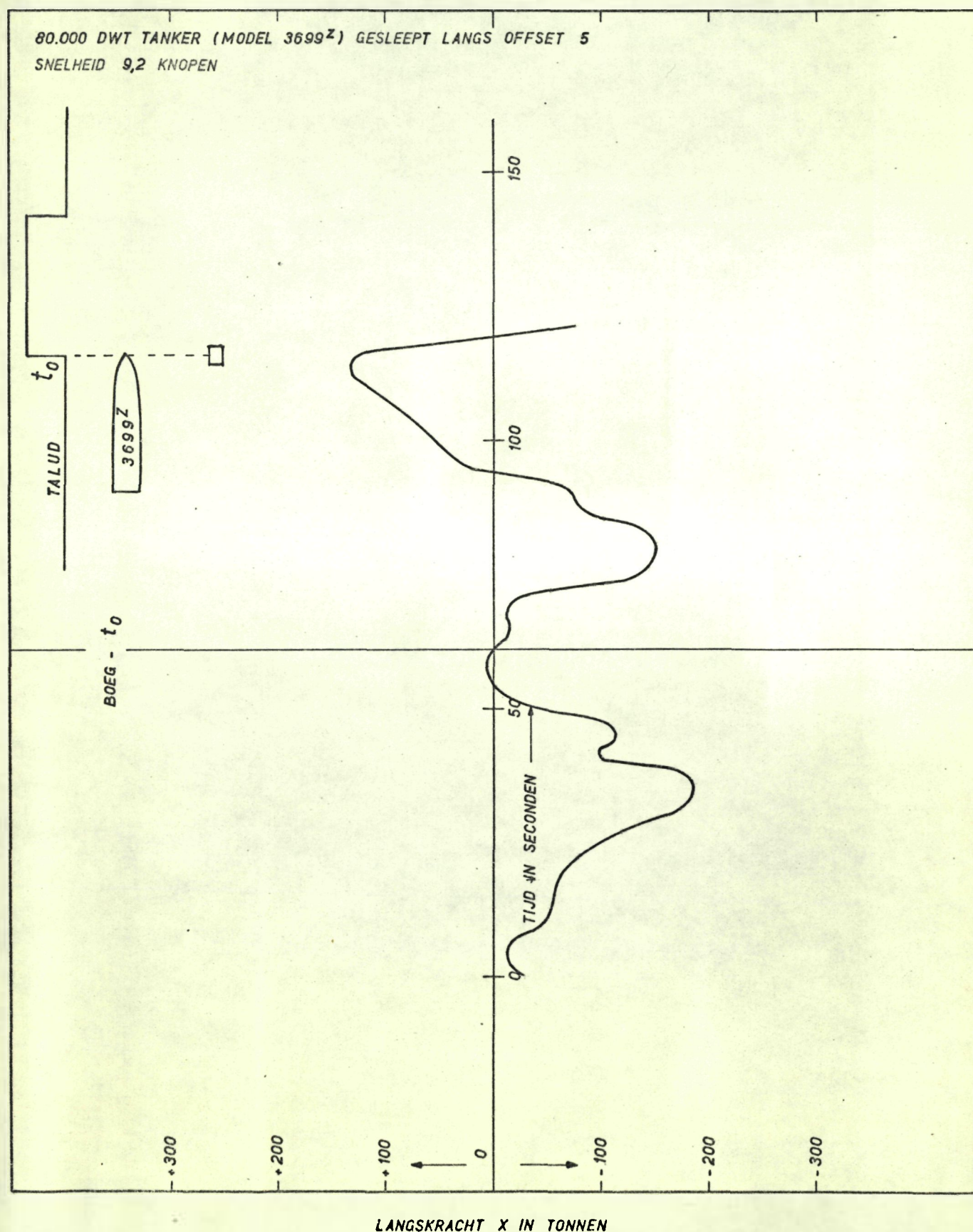


80.000 DWT TANKER — MODEL 3699^Z

LANGSKRACHT T.G.V. HET PASSEREN VAN EEN ONDERBREKING IN TALUD
IN KANAAL

WATERDIEPTE: 14.08 m

ROERHOEK 0°

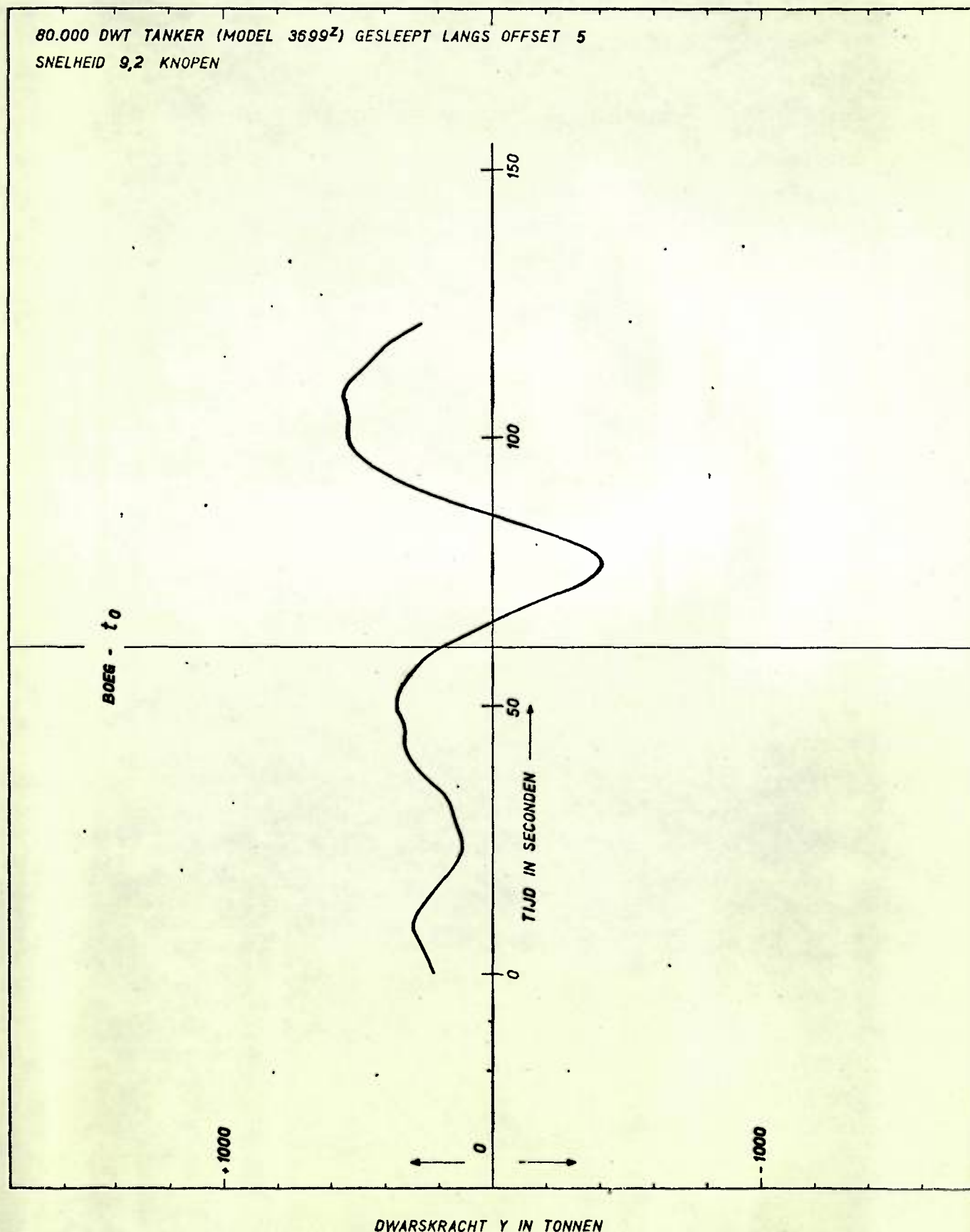


80.000 DWT TANKER — MODEL 3699²

DWARKSRACHT T.G.V. HET PASSEREN VAN EEN ONDERBREKING IN TALUD
IN KANAAL

WATERDIEPTE: 14.08 m

ROERHOEK 0°

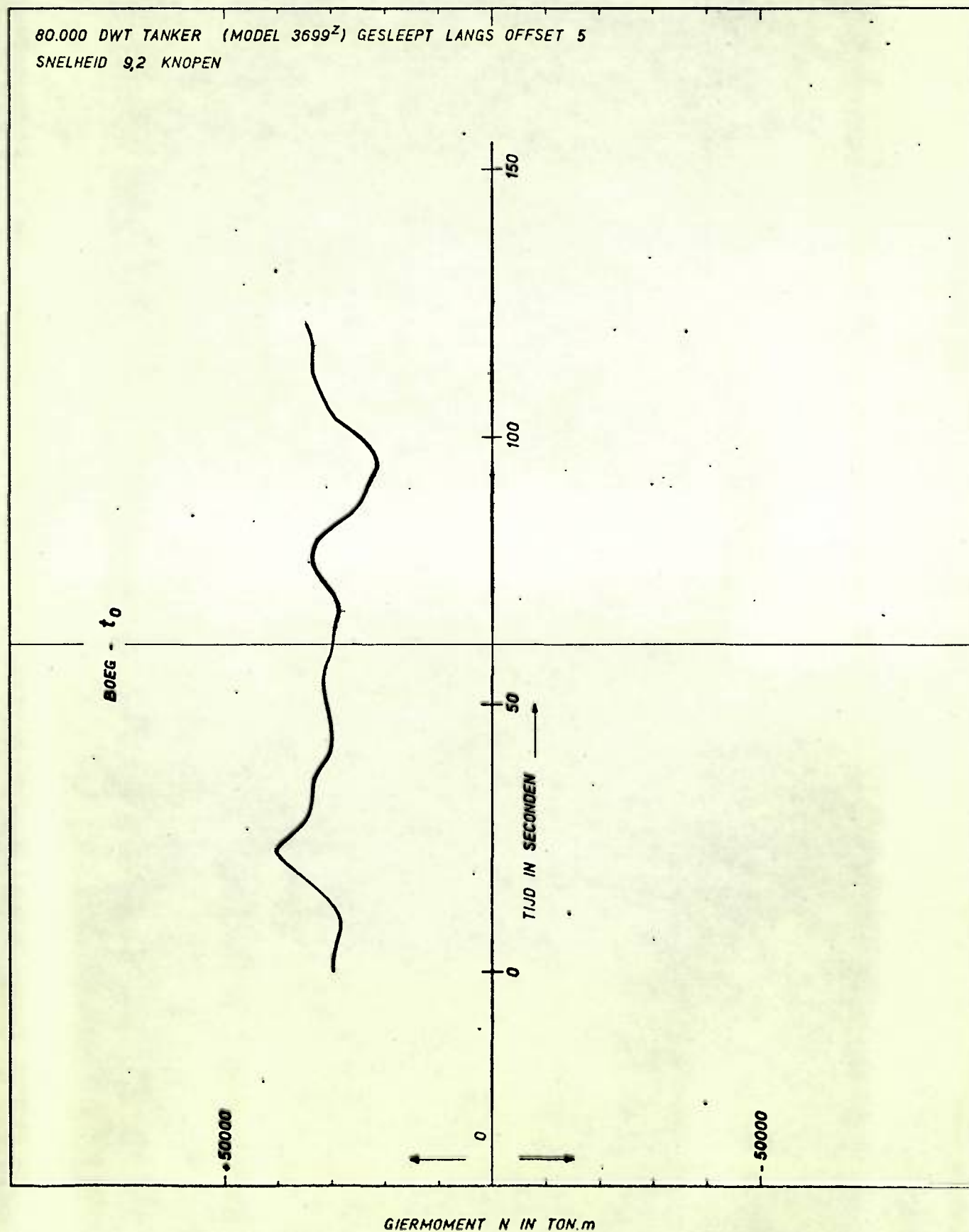


80.000 DWT TANKER — MODEL 3699²

GIERMOMENT T.G.V. HET PASSEREN VAN EEN ONDERBREKING IN TALUD
IN KANAAL

WATERDIEPTE: 14.08 m

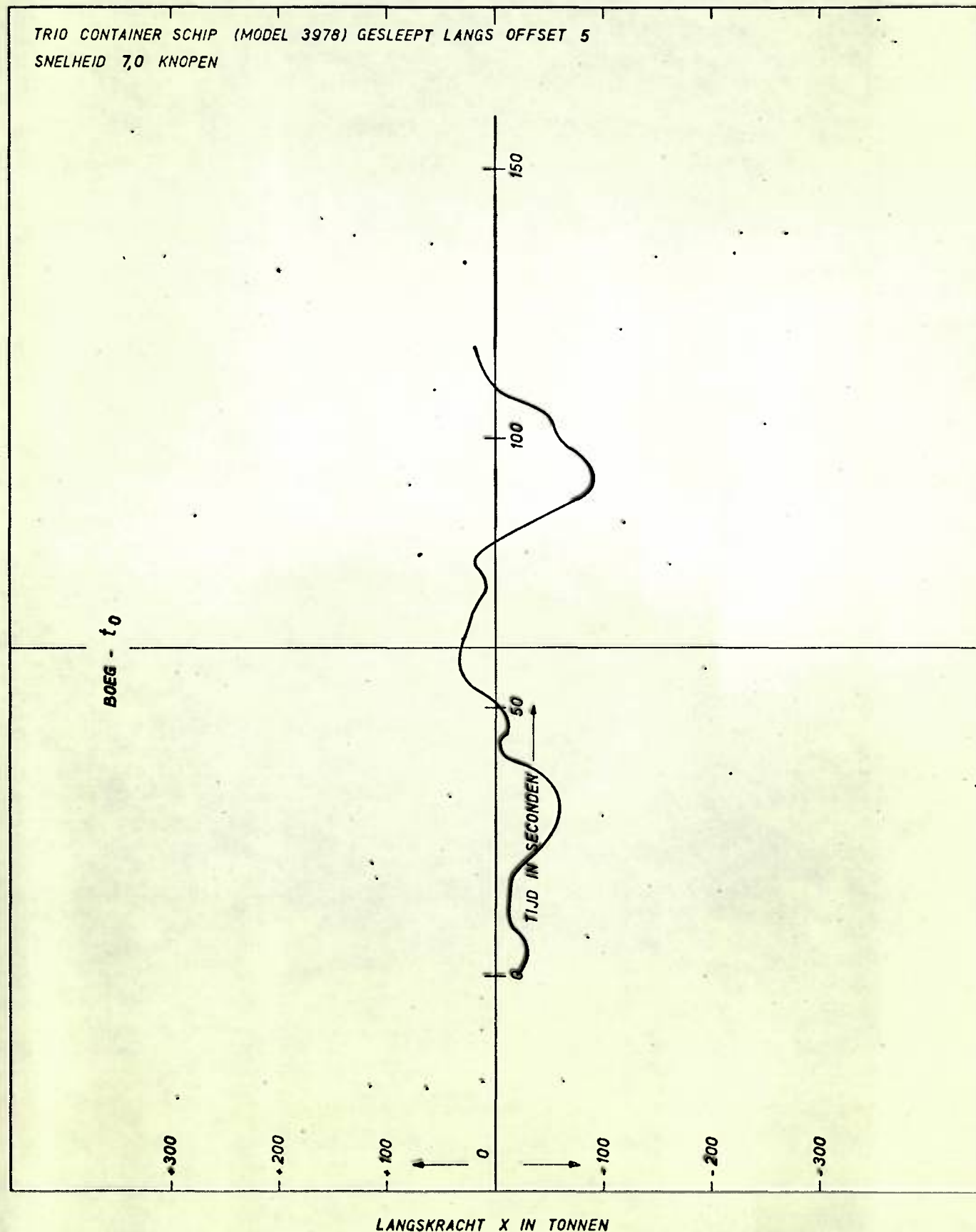
ROERHOEK 0°



TRIO CONTAINER SCHIP — MODEL 3978
LANGSKRACHT T.G.V. HET PASSEREN VAN EEN ONDERBREKING IN TALUD
IN KANAAL

WATERDIEPTE 14.08 m

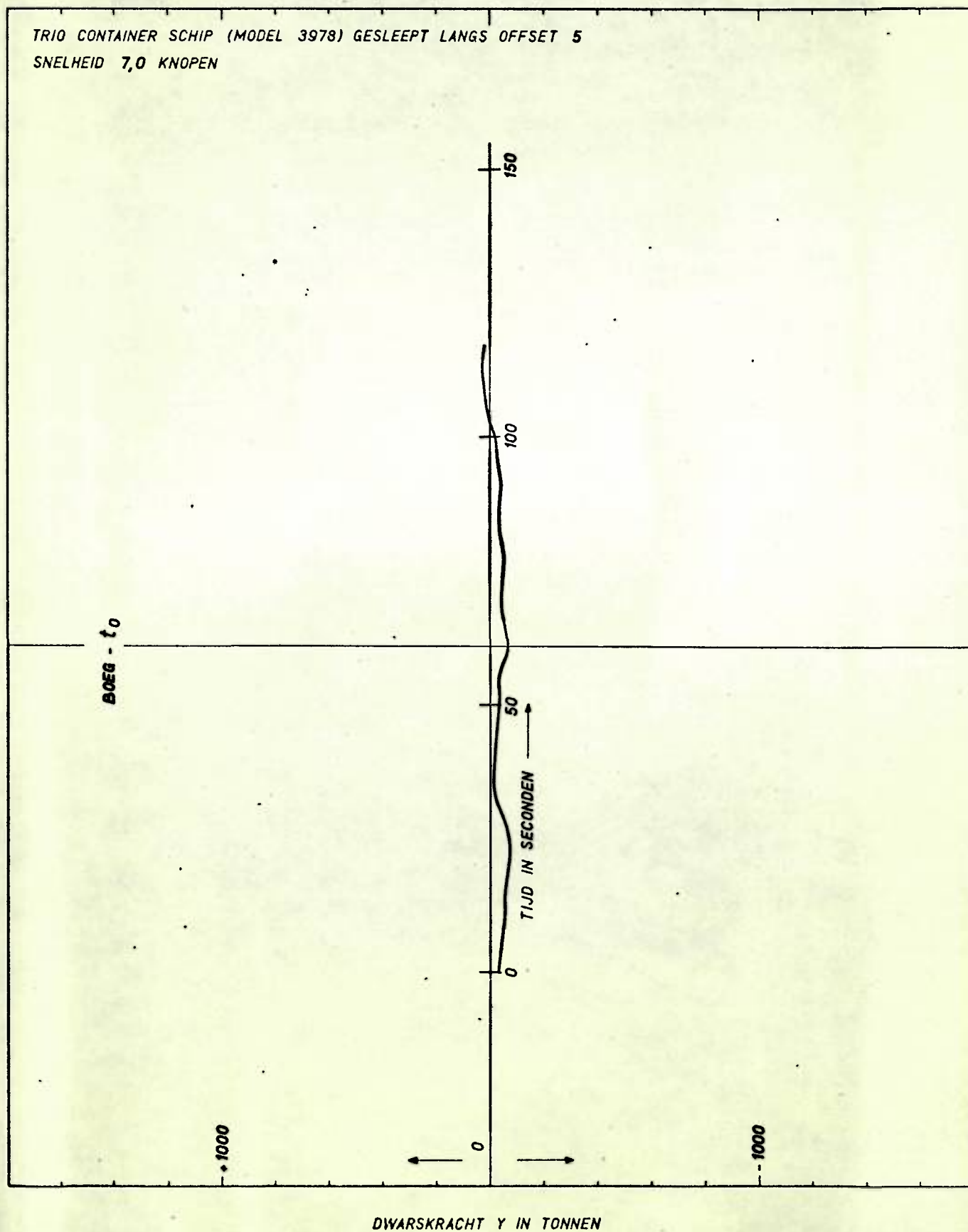
ROERHOEK 0°



TRIO CONTAINER SCHIP — MODEL 3978
DWARSKRACHT T.G.V. HET PASSEREN VAN EEN ONDERBREKING IN TALUD
IN KANAAL

WATERDIEPTE 14.08 m

ROERHOEK 0°



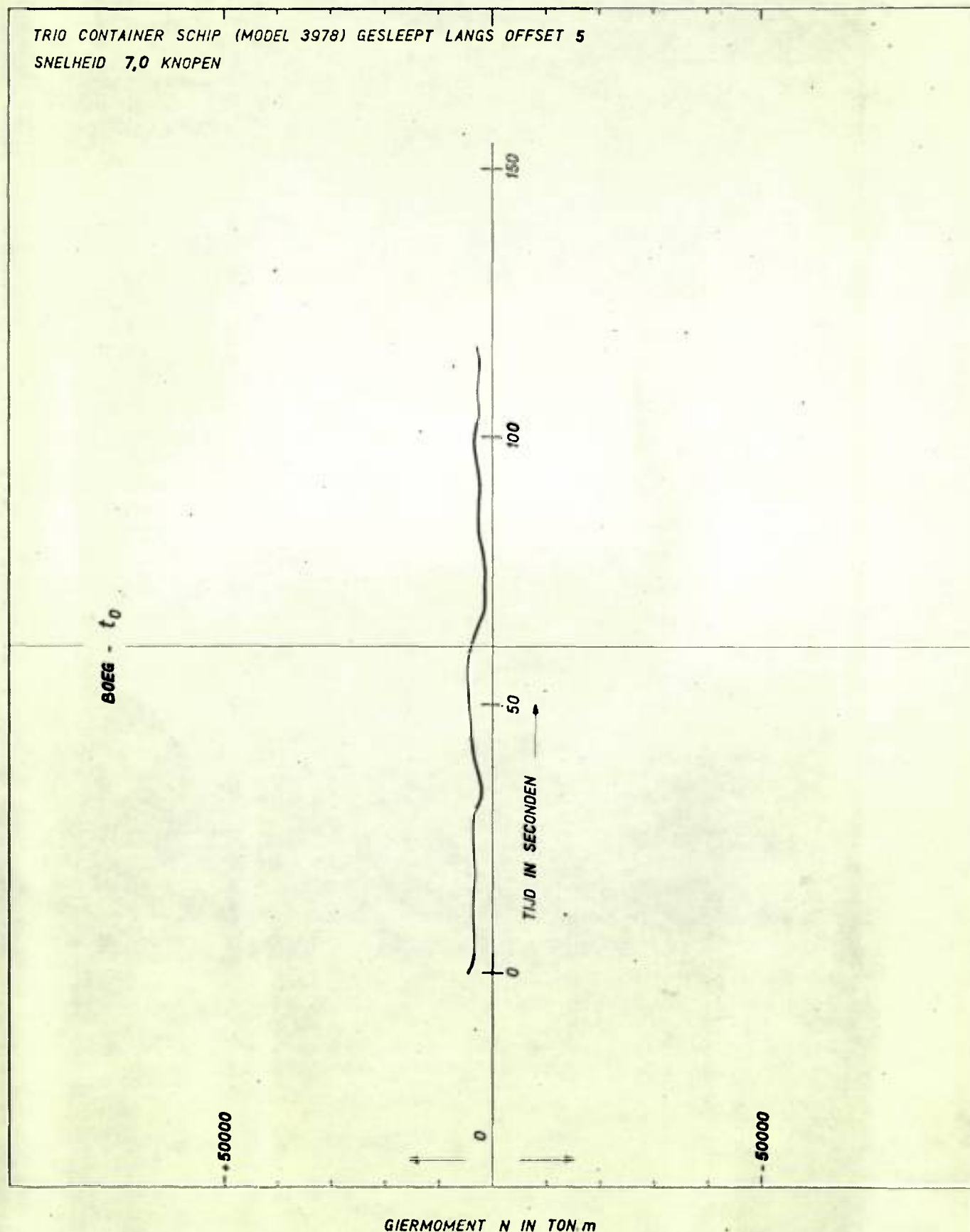
TRIO CONTAINER SCHIP — MODEL 3978

GIERMOMENT T.G.V. HET PASSEREN VAN EEN ONDERBREKING IN TALUD
IN KANAAL

WATERDIEPTE 14.08 m

ROERHOEK 0°

TRIO CONTAINER SCHIP (MODEL 3978) GESLEEPT LANGS OFFSET 5
SNELHEID 7,0 KNOPEN



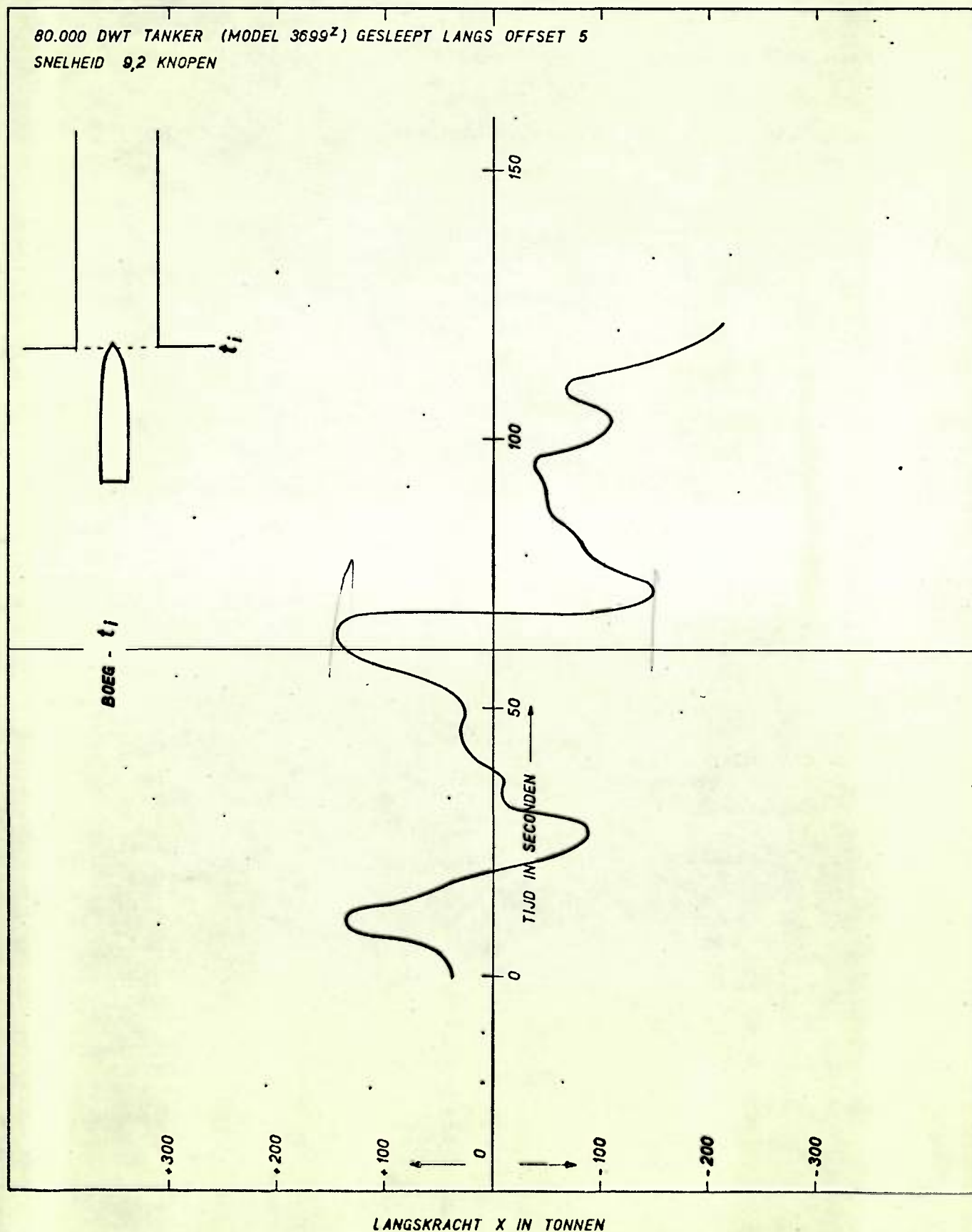
80.000 DWT TANKER — MODEL 3699²

LANGSKRACHT T.G.V. INVAART

IN KANAAL

WATERDIEPTE: 14.08 m

ROERHOEK 0°



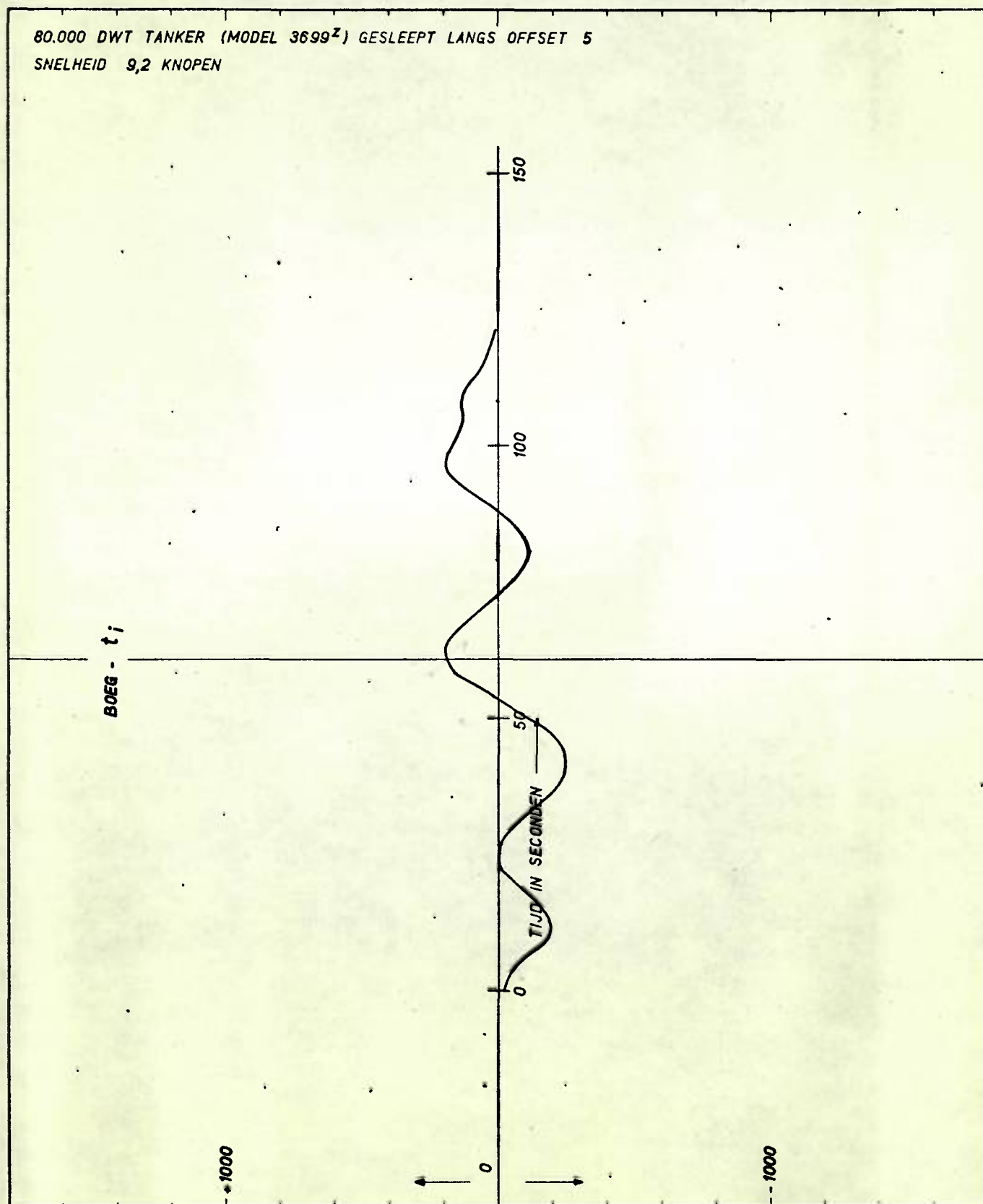
80.000 DWT TANKER — MODEL 3699²

DWARSKRACHT T.G.V. INVAART

IN KANAAL

WATERDIEPTE: 14.08 m

ROERHOEK 0°



DWARSKRACHT Y IN TONNEN

80.000 DWT TANKER — MODEL 3699²

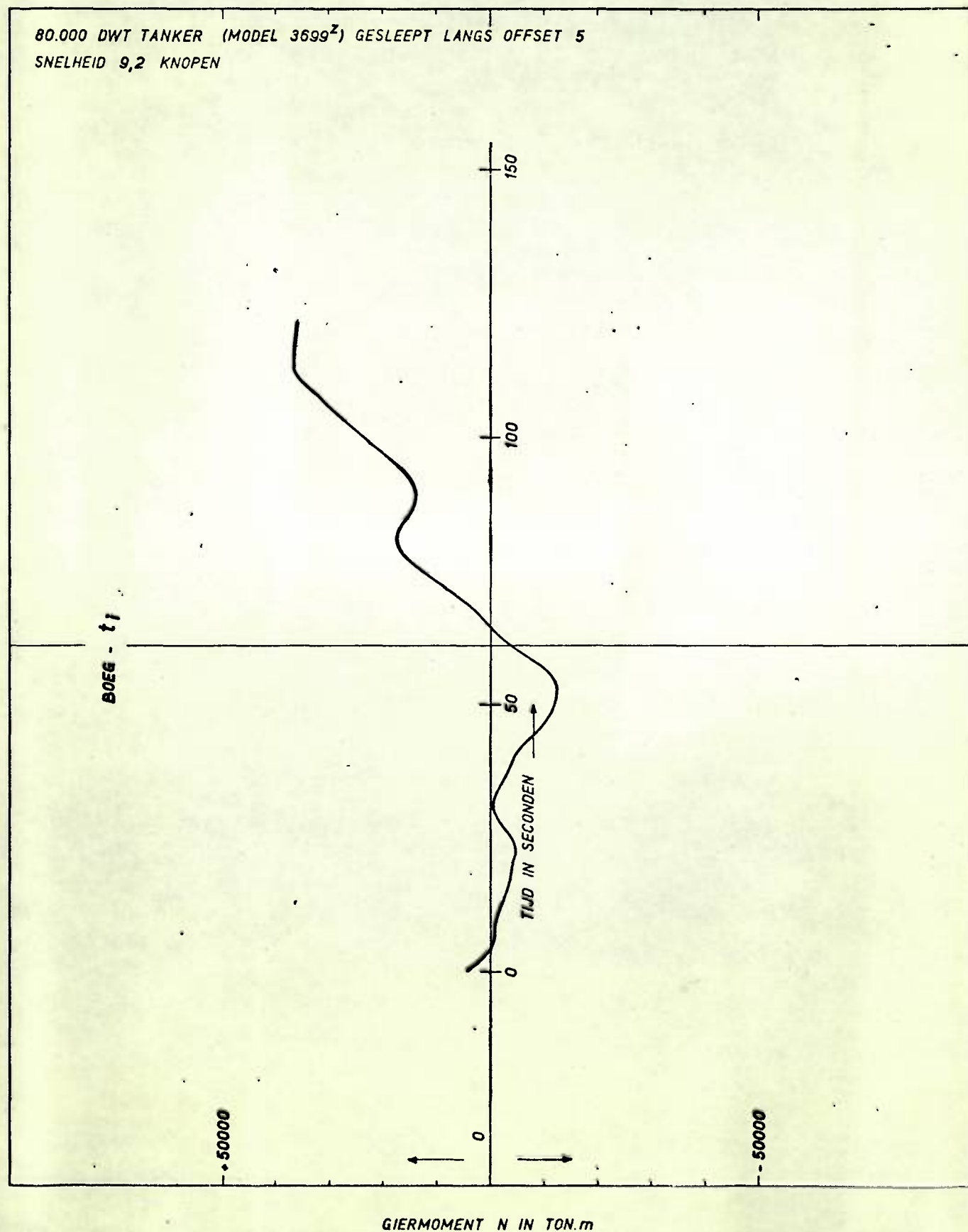
GIERMOMENT T.G.V. INVAART

IN KANAAL

WATERDIEPTE: 14.08 m

ROERHOEK 0°

80.000 DWT TANKER (MODEL 3699²) GESLEEPT LANGS OFFSET 5
SNELHEID 9,2 KNOPEN



TRIO CONTAINER SCHIP — MODEL 3978

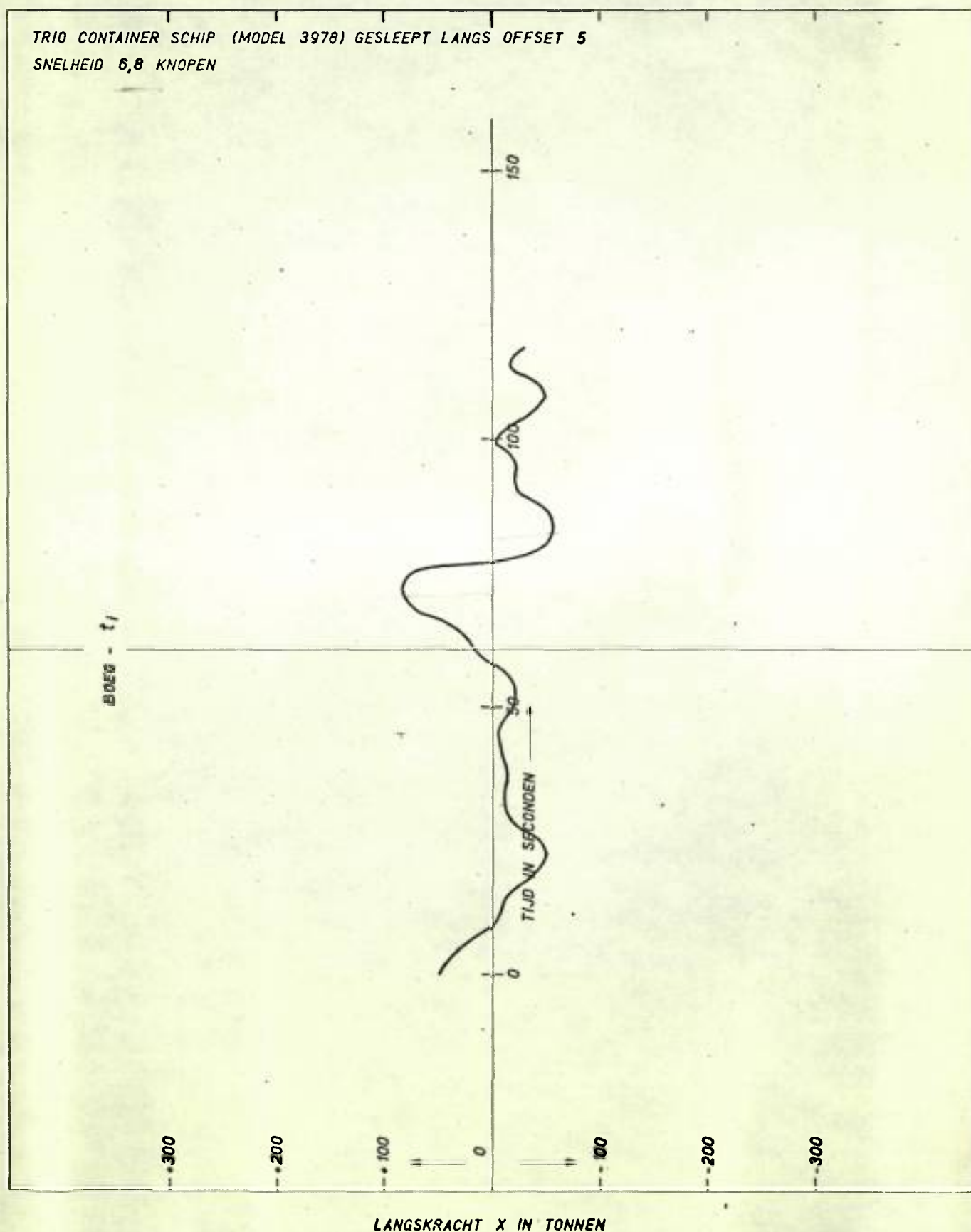
LANGSKRACHT T.G.V. INVAART

IN KANAAL

WATERDIEPTE 14.08 m

ROERHOEK 0°

TRIO CONTAINER SCHIP (MODEL 3978) GESLEPT LANGS OFFSET 5
SNELHEID 6,8 KNOPEN



TRIO CONTAINER SCHIP — MODEL 3978

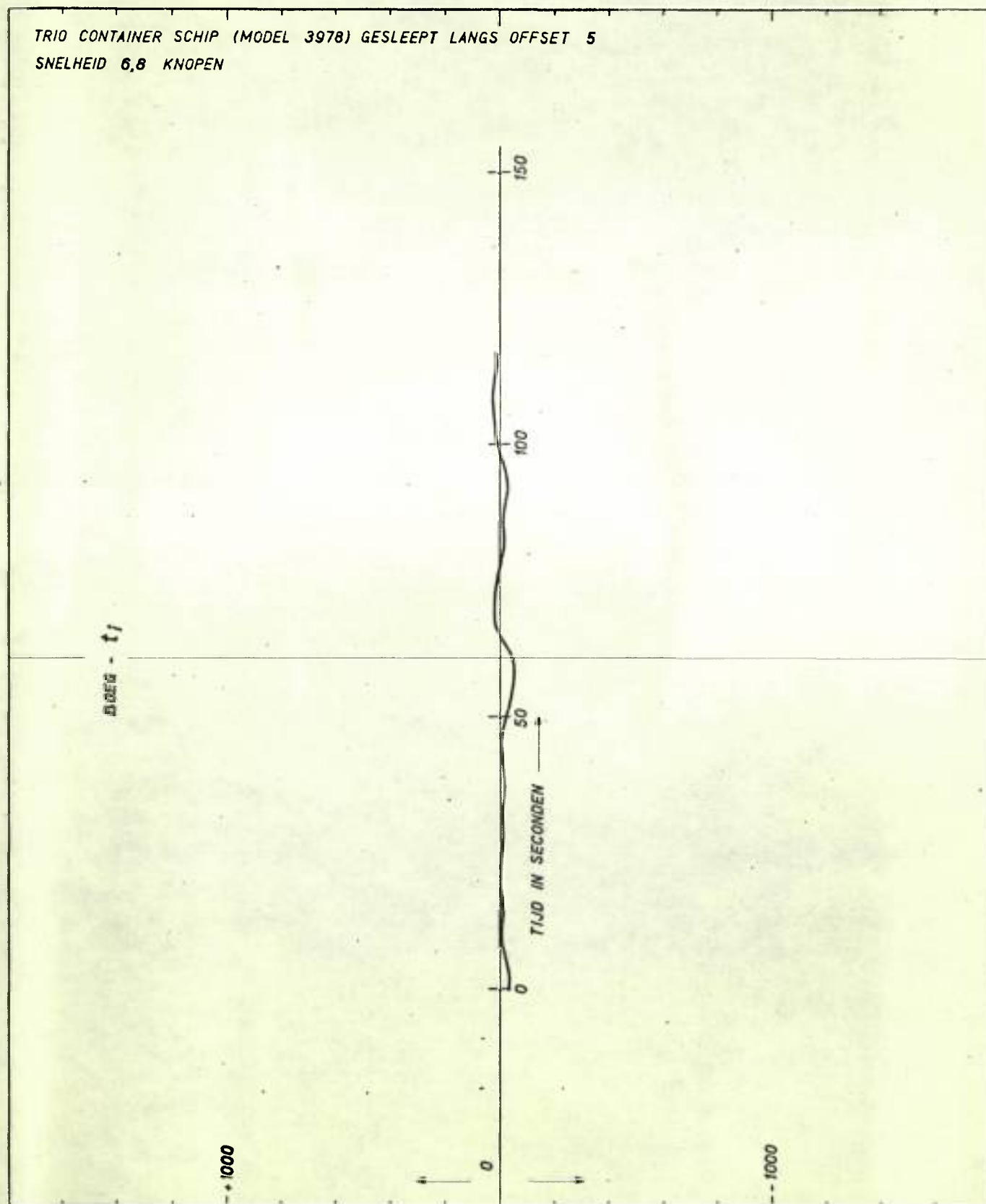
DWARSKRACHT T.G.V. INVAART

IN KANAAL

WATERDIEPTE 14.08 m

ROERHOEK 0°

TRIO CONTAINER SCHIP (MODEL 3978) GESLEPT LANGS OFFSET 5
SNELHEID 6,8 KNOPEN



DWARSKRACHT Y IN TONNEN

TRIO CONTAINER SCHIP — MODEL 3978

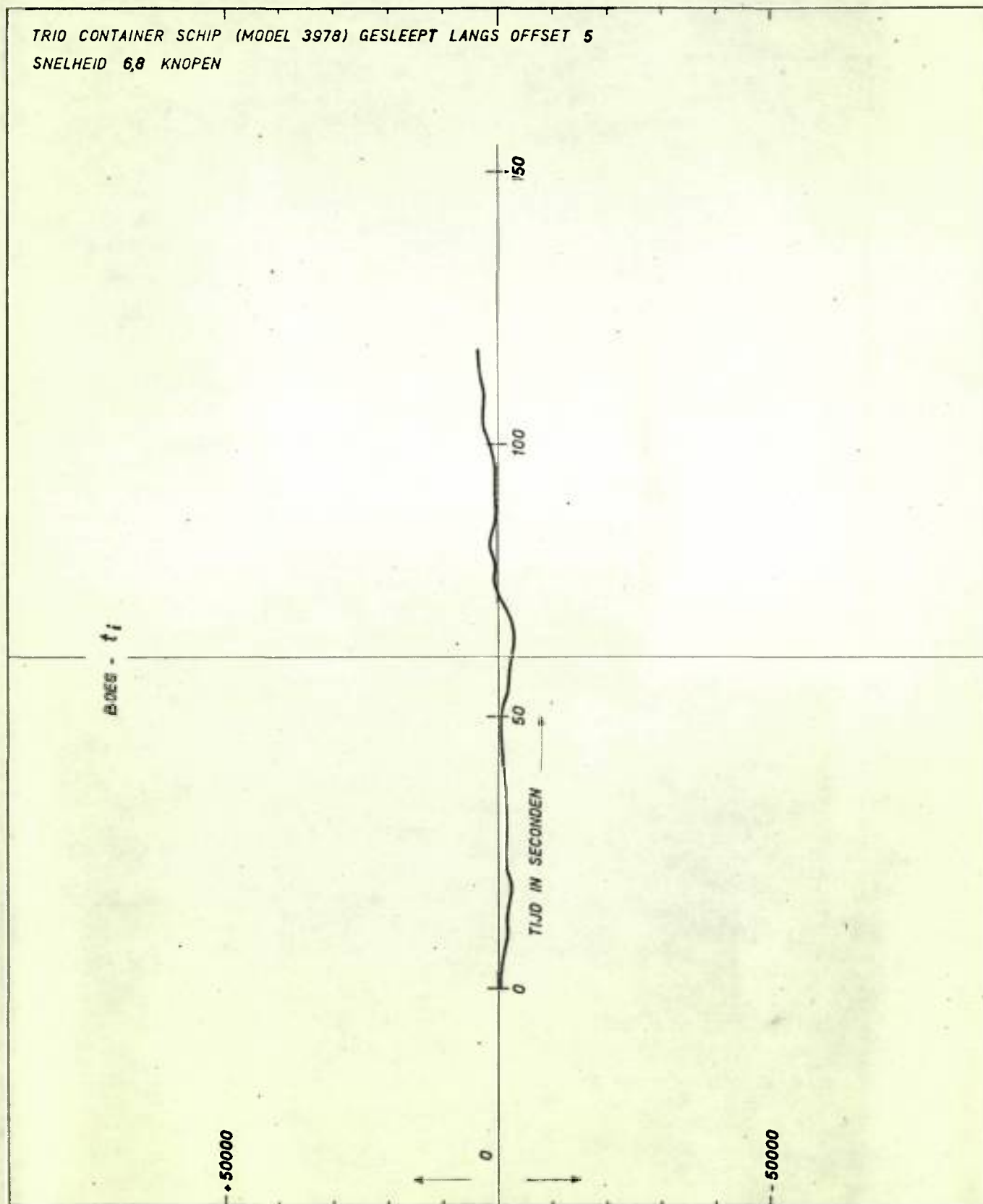
GIERMOMENT T.G.V. INVAART

IN KANAAL

WATERDIEPTE 14.08 m

ROERHOEK 0°

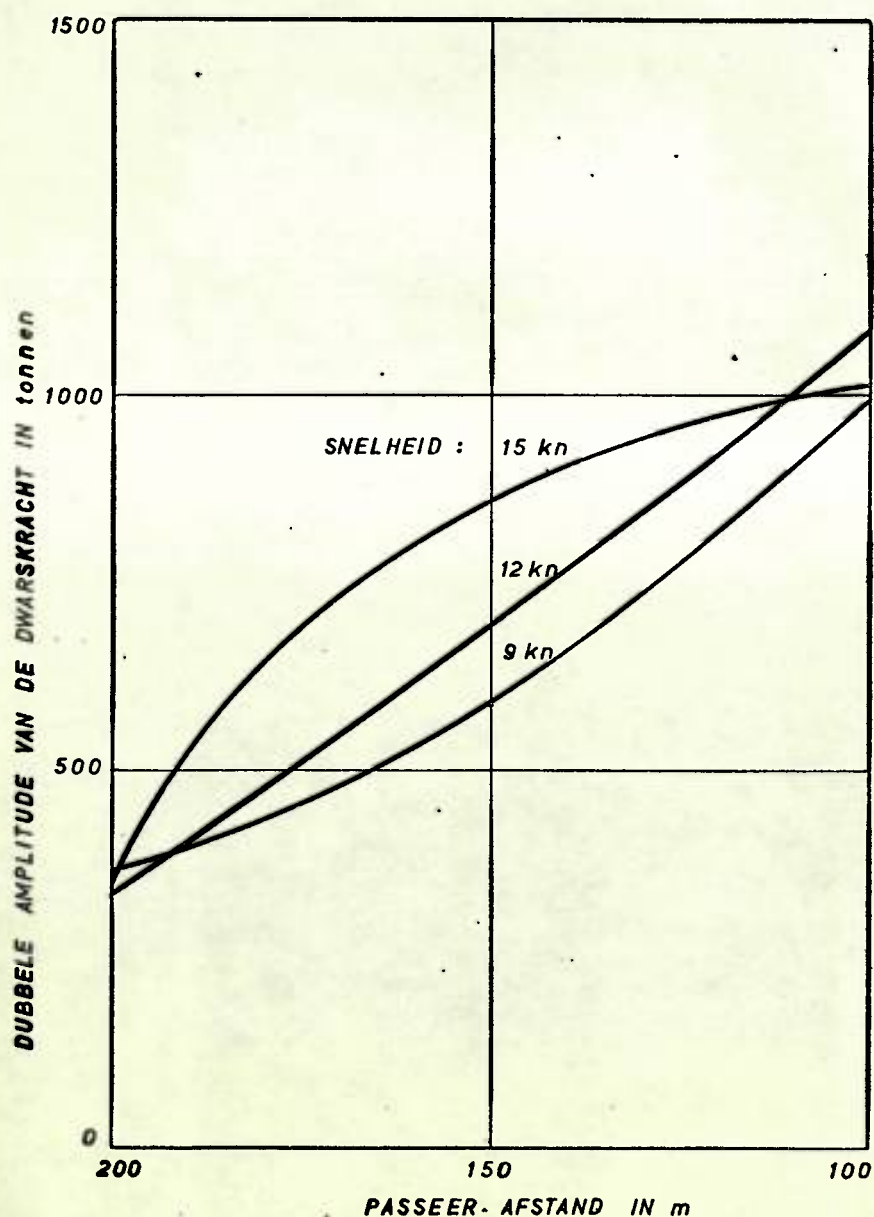
TRIO CONTAINER SCHIP (MODEL 3978) GESLEEPT LANGS OFFSET 5
SNELHEID 6,8 KNOPE



GIERMOMENT N IN TON.m

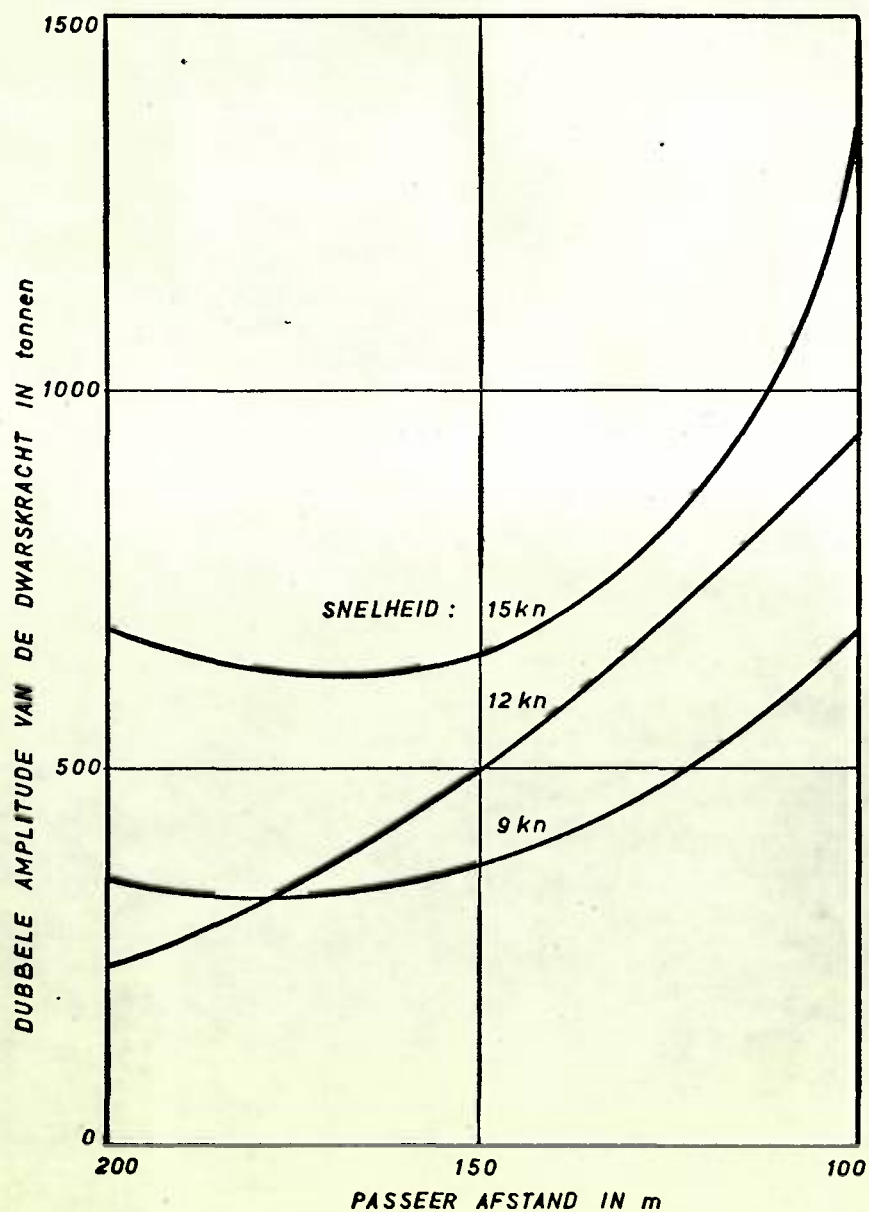
VASTGEHOUDEN CONTAINERSCHIP MODEL No 3978
PASSEERT VRUVAREND CONTAINER-SCHIP MODEL 3872

SNELHEID PASSEREND CONTAINER-SCHIP 13 kn op

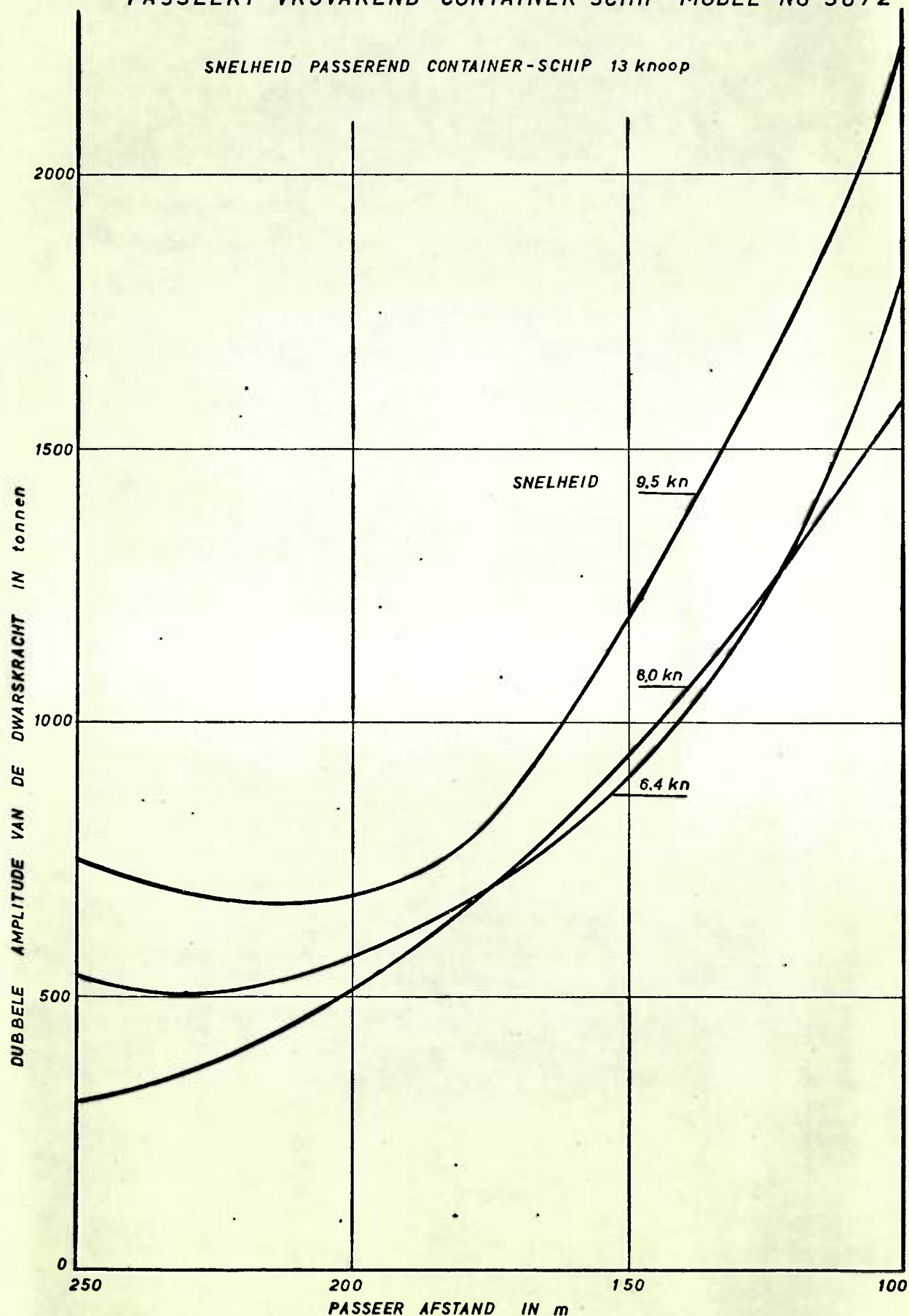


VASTGEHOUDEN CONTAINERSCHIP MODEL No 3978
PASSEERT VRIJVAREND TANKERMODEL No 3699

SNELHEID PASSERENDE TANKER 10 knoop



VASTGEHOUDEN TANKER MODEL No 3699
PASSEERT VRUVAREND CONTAINER-SCHIP MODEL No 3872



VASTGEHOUDEN CONTAINERSCHIP MODEL No 3978
PASSEERT VRIJVAREND CONTAINER SCHIP MODEL 3872

PASSEER AFSTAND 100 m

