

**Technische Hogeschool Delft
Afdeling der Weg- en Waterbouwkunde**

**De capaciteitsberekening van de zout - zoet - sluizen
in de compartimenteringsdammen in de Oosterschelde**

H. Abbenhuis

Deelontwerp Verkeerswaterbouwkunde

december 1974

INHOUDSOPGAVE

Lijst van gebruikte symbolen
Lijst van opgenomen figuren
Lijst van opgenomen tabellen

	Blz.
1. Inleiding	1
2. Compartimenteringsplan C5	1
3. Compartimenteringsplan C4	2
4. Keuze	3
5. Scheepvaartverdeling	3
5.1. Bronnen van de gegevens	4
5.2. Van belang zijnde verkeersrelaties	4
5.3. Beroepsvaart met binnenschepen, sleep- en duwboten	4
5.4. Beroepsvaart met duwboten en duwbakken	9
5.5. Kustvaarders en grotere zeeschepen	10
5.6. Recreatievaart	11
5.7. Het opzetten van de intensiteitslijnen	12
5.7.1. De intensiteitslijnen voor de beroepsvaart	12
5.7.2. De intensiteitslijnen voor de recreatievaart	14
6. De sluizen in de dammen	14
6.1. De sluis in de Wemeldingedam	14
6.2. De sluizen in de Philipsdam	15
6.2.1. De sluis voor de beroepsvaart	15
6.2.1.1. Het te schutten laadvermogen	16
6.2.1.2. Het gemiddelde laadvermogen	24
6.2.1.3. De beladingsgraad	28
6.2.1.4. De bedieningstijd	29
6.2.1.5. De schuttiijdcyclus	30
6.2.1.6. De capaciteitsbepaling met behulp van grafieken	32
6.2.1.7. De toepassing van de capaciteits- berekening	34
6.2.2. De sluis voor de recreatievaart	37
7. Conclusies en aanbevelingen	39
8. Geraadpleegde literatuur	41
9. Besluit	42

LIJST VAN GEBRUIKTE SYMBOLEN

A ₁	Luslengte
B	Kolkbreedte
C _S	Capaciteit van de sluis in schepen per uur
C _W	Capaciteit van de sluis in schepen per week
D	Diepgang
F	Minimumoppervlak van de natte dwarsdoorsnede van het sluishoofd
g	Grenswaarde van de verhouding I _W /C _W
I _a	Maximaal toelaatbare jaarintensiteit in aantalen schepen of in tonnen laadvermogen
I _o	Voorspeld verkeersaanbod in tonnen laadvermogen per jaar
I _W	Intensiteit van het aanbod op weekbasis
L	Nuttige kolklengte
l	Lengte van een schip
n	Aantal schepen in de kolk
n _{max.}	Maximaal aantal schepen met laadvermogen \bar{T} in de kolk
T	Laadvermogen van het schip
T _b	Bedieningstijd van de sluis
T _c	Schuttijdcyclus
T _d	Schutduur in één richting
T _i	Invaartijd
t _i	Invaarvolgtijd
t ₁	Lustijd
t _o	Overligtijd
T _u	Uitvaartijd
t _u	Uitvaarvolgtijd
△	Algemeen een verschil, gebruikt voor aantalen schepen en tonnen laadvermogen
λ	Beladingsgraad

Wat betreft de dimensies geldt algemeen dat lengtematen in m, tijden in minuten en laadvermogens in tonnen zijn opgegeven, tenzij anders vermeld.

Een streepje boven een symbool (bijv. \bar{T}) geeft aan dat sprake is van een gemiddelde waarde.

LIJST VAN OPGENOMEN FIGUREN

- FIG. 1. Overzicht compartimenteringsplan C5
FIG. 2. Overzicht compartimenteringsplan C4
FIG. 3. Overzicht van telpunten
FIG. 4A. Intensiteitslijnen voor totaal aantallen schepen
en laadvermogen voor 1972, gericht naar Volkerak
FIG. 4B. Intensiteitslijnen voor totaal aantallen schepen
en laadvermogen voor 1972, gericht vanaf Volkerak
FIG. 5. Capaciteit van pleziervaartsluizen met zoutkering
FIG. 6. Laadvermogenaanbod van de sluis in de Philipsdam
FIG. 7. Verloop van \bar{T} met de tijd
FIG. 8. Verloop van λ met de tijd
FIG. 9. Overzicht van het schutproces.
FIG. 10. Schema van de wachtplaatsen
FIG. 11. Verloop van I als functie van \bar{T}
FIG. 12. Verband tussen $n_{max.}$ en \bar{T} voor verschillende
waarden van L en B
FIG. 13. Verband tussen \bar{t}_i en F voor verschillende waarden
 \bar{T} van geladen motorschepen
FIG. 14. Verband tussen \bar{t}_i en F voor verschillende waarden
 \bar{T} van ongeladen motorschepen
FIG. 15. Verband tussen \bar{t}_u en F voor verschillende waarden
 \bar{T} van geladen motorschepen
FIG. 16. Verband tussen \bar{t}_u en F voor verschillende waarden
 \bar{T} van ongeladen motorschepen
FIG. 17. Correctiekromme voor de gemiddelde lustijd
FIG. 18. Overlighijd voor verschillende waarden van I_w/C_w
FIG. 19. Verloop van I_a en I_o met de tijd voor verschillende
waarden van \bar{t}_o voor sluisafmetingen 120 x 16
FIG. 20. Verloop van I_a en I_o met de tijd voor verschillende
waarden van \bar{t}_o voor sluisafmetingen 140 x 16
FIG. 21. Verloop van I_a en I_o met de tijd voor verschillende
waarden van \bar{t}_o voor sluisafmetingen 160 x 16
FIG. 22. Verloop van I_a en I_o met de tijd voor verschillende
waarden van \bar{t}_o voor sluisafmetingen 140 x 18

LIJST VAN OPGENOMEN TABELLEN

TABEL 1A. Balans voor het totaal aantal binnenschepen en laadvermogen over 1972 voor de Oosterschelde

TABEL 1B. Idem voor het aantal geladen binnenschepen over 1972

TABEL 2A. Idem voor het totaal aantal binnenschepen over 1971

TABEL 2B. Idem voor het aantal geladen binnenschepen over 1971

TABEL 3A. Idem voor het totaal aantal binnenschepen over 1970

TABEL 3B. Idem voor het aantal geladen binnenschepen over 1970

TABEL 4A. Idem voor het totaal aantal binnenschepen over 1965

TABEL 4B. Idem voor het aantal geladen binnenschepen over 1965

TABEL 5A. Idem voor het totaal aantal binnenschepen over 1960

TABEL 5B. Idem voor het aantal geladen binnenschepen over 1960

TABEL 6. Totaal laadvermogen zandvaart door de Volkeraksluizen, gesommeerd voor beide richtingen

TABEL 7. Vervoerd gewicht aan zand en grind door de sluizen te Hansweert

TABEL 8. Hoeveelheden zand, grind, klei en slakken, geladen in de provincie Zeeland

TABEL 9. Rekentabel voor sluisafmetingen 140 x 16

TABEL 10. Idem

TABEL 11. Rekentabel voor sluisafmetingen 120 x 16 *)

TABEL 12. Idem

TABEL 13. Idem

TABEL 14. Rekentabel voor sluisafmetingen 140 x 16

TABEL 15. Idem

TABEL 16. Rekentabel voor sluisafmetingen 160 x 16

TABEL 17. Idem

TABEL 18. Rekentabel voor sluisafmetingen 140 x 18 *)

TABEL 19. Idem

TABEL 20. Idem

*) Ten behoeve van de lay-out is tabel 11 achter tabel 12 en tabel 18 achter tabel 19 opgenomen

1. INLEIDING

In het eindrapport van de Commissie Oosterschelde wordt aanbevolen de Oosterschelde door middel van een doorlatende constructie af te sluiten. Doel hiervan is een demping van het getij in het bekken te verkrijgen. Tevens zijn een aantal secundaire dammen noodzakelijk, die het zoute water in het Oosterscheldebekken, dat dus aan getij onderhevig is, scheiden van de aangrenzende zoete stagnante bekkens. Volgens de Commissie Oosterschelde heeft compartimenteringsplan C5 (zie figuur 1) de voorkeur, terwijl in verband met de scheepvaart ook compartimenteringsplan C4 overweging verdient (zie figuur 2).

Aangezien de essentie bij dit deelontwerp ligt op de capaciteitsberekening van de sluizen in de compartimenteringsdammen zullen op slechts globale verkeerstechnische, en dus niet financiële en overige eisen, de plannen beschouwd worden en een keuze gedaan.

Op grond van C.B.S.-cijfers voor 1972 wordt een prognose opgesteld voor de periode tot en met 2000. Met bovendien de cijfers voor 1960, 1965, 1970 en 1971 worden voorspellingen gedaan over het verloop van het gemiddelde laadvermogen en de beladingsgraad.

Aan de hand van grafieken wordt dan de eigenlijke capaciteitsberekening uitgevoerd. In een hoofdstuk "Conclusies en aanbevelingen" wordt gewezen op een aantal minder sterke punten en hiaten.

2. COMPARTIMENTERINGSPLAN C5

Zoals figuur 1 laat zien bestaat dit plan uit:

1. de doorlatende primaire dam in de monding van de Oosterschelde
2. een volkomen dichte dam in het Keeten nabij Stavenisse, de zogenaamde Keetendam
3. een volkomen dichte dam direct ten westen van de Schelde-Rijn-Verbinding, de zogenaamde Oesterdam

Het verkeer op de Schelde-Rijn-Verbinding speelt zich nu ten

noorden van de Kreekraksluizen geheel op zoet water af, iets waarop het oorspronkelijke ontwerp ook is gebaseerd.

De te passeren sluizen op de diverse routes zijn:

Route Westerschelde - Volkerak via Kreekrak:

1. sluis te Hansweert
2. sluis te Wemeldinge
3. sluis in de Oesterdam
4. Volkeraksluis

Route Westerschelde - Volkerak via Keeten:

1. sluis te Hansweert
2. sluis te Wemeldinge
3. sluis in de Keetendam
4. Volkeraksluis

Verwacht wordt dat 50% van de huidige vaart op het Kanaal door Zuid-Beveland zich in de toekomst naar de Schelde-Rijn-Verbinding zal verleggen (prognose afdeling FE van de Hoofddirectie van de Waterstaat, opgesteld voor het Kanaal door Zuid-Beveland).

Voor een aantal zeer hoge vaartuigen (maximaal 1% van het totale verkeer door het Kanaal door Zuid-Beveland, nl. 400 à 500 vaartuigen per jaar waarvoor de Vlakebrug geopend moest worden) is de route via het Kreekrak niet geschikt vanwege de te geringe doorvaarthoogte onder de vaste bruggen op de Schelde-Rijn-Verbinding. Deze schepen zijn dan genoodzaakt de route via de Keetendam te kiezen, welke route dan een vrije doorvaarthoogte moet hebben.

3. COMPARTIMENTERINGSPLAN C4

Dit plan bestaat uit (zie figuur 2):

1. de doorlatende primaire dam in de monding van de Oosterschelde
2. een volkomen dichte dam, juist ten westen van de te verleggen monding van het Kanaal door Zuid-Beveland, nabij Wemeldinge, de zogenaamde Wemeldingedam
3. een volkomen dichte dam vanaf Sint Philipsland naar de bestaande Grevelingendam, de zogenaamde Philipsdam.

Door het tracé van de Wemeldingedam zó te kiezen als blijkt uit figuur 2 mondert het Kanaal door Zuid-Beveland zonder sluizen uit in het zoete stagnante Zeeuwse Meer, en kan het bestaande sluizencomplex te Wemeldinge na verloop van tijd geheel vervallen.

Te passeren sluizen op de diverse routes:

Route Westerschelde - Volkerak via Kreekrak:

1. sluis te Hansweert
2. Volkeraksluis

Route Westerschelde - Volkerak via Keeten:

1. sluis te Hansweert
2. sluis in de Wemeldingedam
3. sluis in de Philipsdam
4. Volkeraksluis

Zoals reeds bij compartimenteringsplan C5 is gesteld zal 50% van de vaart op het Kanaal door Zuid-Beveland reeds vanaf Antwerpen de Schelde-Rijnverbinding hebben genomen. De resterende 50%, met als plaats van herkomst of bestemming de Westerschelde (Vlissingen, Terneuzen, Sas van Gent e.d.) zal na passeren van het Kanaal toch de Schelde-Rijn-Verbinding kiezen. Een uitzondering moet gemaakt worden voor de zeer hoge transporten (zie ook hetgeen hierover opgemerkt is bij plan C5) die op hun weg naar of vanaf het Volkerak één sluispassage méér moeten maken.

4. KEUZE

Aangezien de helft van het laadvermogen op de belangrijkste verkeersrelatie, nl. Volkerak - Hansweert, in het plan C4 twee sluizen minder hoeft te passeren dan in het plan C5, heeft, nogmaals: alléén uit scheepvaarttechnische overwegen, plan C4 de voorkeur.

5. SCHEEPVAARTVERDELING

5.1. Bronnen van de gegevens

De gebruikte gegevens voor de verdeling van de aantallen schepen zijn afkomstig uit de C.B.S.-publicatie: "Statistiek van de Scheepvaartbeweging" van de jaren 1972, 1971, 1970, 1965 en 1960. Er zijn vijf publicaties bekeken om bepaalde tendensen te kunnen signaleren en beoordelen. Voor de telpunten zie figuur 3.

Aangezien voor de prognose wordt uitgegaan van het jaar 1972 is alleen dit jaar hieronder opgenomen. De gegevens van alle jaren zijn bovendien in tabelvorm gegeven in de tabellen 1A tot en met 5B.

5.2. Van belang zijnde verkeersrelaties

In het beschouwde gebied, d.w.z. tussen Volkerak en Hansweert, zijn de volgende verkeersrelaties te onderscheiden:

1. Volkeraksluizen - Kreekraksluizen
2. " - Hansweert
3. " - Veerse Meer (sluis Kats)
4. " - Oosterscheldebekken
5. " - Grevelingenbekken
6. " - Dintel- en Benedensas (Steenbergsche Vliet)
7. " - Bergen op Zoom, Tholen

5.3. Beroepsvaart met binnenschepen, sleep- en duwboten

Ad relatie 1.: Volkeraksluizen - Kreekraksluizen.

Over deze relatie zijn nog geen tellingen en andere gegevens beschikbaar, aangezien op dit moment (15 oktober 1974) de Kreekraksluizen nog niet voltooid zijn. Door de Hoofdafdeling Scheepvaart, Dienst Verkeerskunde van Rijkswaterstaat wordt verwacht dat ca. 50% van de huidige vaart op het Kanaal door Zuid-Beveland in de toekomst gebruik zal maken van de nog te voltooien Schelde-Rijnverbinding. Bij het opstellen van de prognose zal verder ook met deze 50% gerekend worden.

Ad relatie 2.: Volkeraksluizen - Hansweert.

Telpunt 278A: Volkeraksluizen.

Noord:	totaal gepasseerd:	58.931 schepen
	totaal laadvermogen:	43.212.000 ton
	geladen gepasseerd:	28.838 schepen
	met laadvermogen:	20.255.000 ton
	sleep- en duwboten:	4.316 stuks
Zuid:	totaal gepasseerd:	60.625 schepen
	totaal laadvermogen:	44.410.000 ton
	geladen gepasseerd:	48.112 schepen
	met laadvermogen:	33.230.000 ton
	sleep- en duwboten:	4.429 stuks

Telpunt 267: Kanaal door Zuid-Beveland, sluis Hansweert.

Noord:	totaal gepasseerd:	47.818 schepen
	totaal laadvermogen:	36.014.000 ton
	geladen gepasseerd:	28.087 schepen
	met laadvermogen:	19.103.000 ton
	sleep- en duwboten:	3.667 stuks
Zuid:	totaal gepasseerd:	49.327 schepen
	totaal laadvermogen:	37.006.000 ton
	geladen gepasseerd:	41.148 schepen
	met laadvermogen:	29.688.000 ton
	sleep- en duwboten:	3.758 stuks

Ad relatie 3.: Volkeraksluizen - Veerse Meer (sluis Kats).

Telpunt 278A: zie ad relatie 2.

Telpunt 267A: Zandkreek/Veerse Meer, sluis Kats

Oost:	totaal gepasseerd:	4.142 schepen
	totaal laadvermogen:	3.212.000 ton
	geladen gepasseerd:	1.428 schepen
	met laadvermogen:	823.000 ton
	sleep- en duwboten:	603 stuks
West:	totaal gepasseerd:	3.973 schepen
	totaal laadvermogen:	3.270.000 ton
	geladen gepasseerd:	2.833 schepen
	met laadvermogen:	2.573.000 ton
	sleep- en duwboten:	603 stuks

Ad relatie 4.: Volkeraksluizen - Oosterscheldebekken.

Telpunt 278A: zie ad relatie 2.

Telpunt 330: Haven Burghsluis.

In:	totaal aantal:	164 schepen
	totaal laadvermogen:	37.000 ton
	w.v. geladen:	51 schepen
	met laadvermogen:	15.000 ton
Uit:	totaal aantal:	161 schepen
	totaal laadvermogen:	36.000 ton
	w.v. geladen:	100 schepen
	met laadvermogen:	17.000 ton

Telpunt 369: Haven Zierikzee.

In:	totaal aantal:	408 schepen
	totaal laadvermogen:	134.000 ton
	w.v. geladen:	326 schepen
	met laadvermogen:	110.000 ton
Uit:	totaal aantal:	387 schepen
	totaal laadvermogen:	128.000 ton
	w.v. geladen:	77 schepen
	met laadvermogen:	21.000 ton

Telpunt 329: Gemeentehaven Bruinisse.

In:	totaal aantal:	304 schepen
	totaal laadvermogen:	117.000 ton
	w.v. geladen:	119 schepen
	met laadvermogen:	44.000 ton
Uit:	totaal aantal:	299 schepen
	totaal laadvermogen:	118.000 ton
	w.v. geladen:	180 schepen
	met laadvermogen:	74.000 ton

Telpunt 355: Haven Ooltgensplaat.

In:	totaal aantal:	14 schepen
	totaal laadvermogen:	2.000 ton
	w.v. geladen:	0 schepen
	met laadvermogen:	0 ton

Uit:	totaal aantal:	13 schepen
	totaal laadvermogen:	2.000 ton
	w.v. geladen:	11 schepen
	met laadvermogen:	2.000 ton

Telpunt 278: Mark en Dintel, sluis Dintelsas.

Oost:	totaal gepasseerd:	3.004 schepen
	totaal laadvermogen:	1.560.000 ton
	geladen gepasseerd:	2.486 schepen
	met laadvermogen:	1.336.000 ton
	sleep- en duwboten:	157 stuks
West:	totaal gepasseerd:	2.636 schepen
	totaal laadvermogen:	1.448.000 ton
	geladen gepasseerd:	562 schepen
	met laadvermogen:	273.000 ton
	sleep- en duwboten:	145 stuks

Telpunt 276: Steenbergse Vliet, sluis Benedensas.

Oost:	totaal gepasseerd:	852 schepen
	totaal laadvermogen:	249.000 ton
	geladen gepasseerd:	634 schepen
	met laadvermogen:	192.000 ton
	sleep- en duwboten:	66 stuks
West:	totaal gepasseerd:	850 schepen
	totaal laadvermogen:	248.000 ton
	geladen gepasseerd:	216 schepen
	met laadvermogen:	59.000 ton
	sleep- en duwboten:	61 stuks

Telpunt 320: Haven Sint Annaland.

In:	totaal aantal:	114 schepen
	totaal laadvermogen:	56.000 ton
	w.v. geladen:	82 schepen
	met laadvermogen:	48.000 ton
Uit:	totaal aantal:	102 schepen
	totaal laadvermogen:	48.000 ton
	w.v. geladen:	32 schepen
	met laadvermogen:	9.000 ton

Telpunt 362: Haven Stavenisse.

In:	totaal aantal:	60 schepen
	totaal laadvermogen:	23.000 ton
	w.v. geladen:	29 schepen
	met laadvermogen:	10.000 ton
Uit:	totaal aantal:	60 schepen
	totaal laadvermogen:	21.000 ton
	w.v. geladen:	36 schepen
	met laadvermogen:	12.000 ton

Telpunt 363: Haven Tholen.

In:	totaal aantal:	4 schepen
	totaal laadvermogen:	1.000 ton
	w.v. geladen:	4 schepen
	met laadvermogen:	1.000 ton
Uit:	totaal aantal:	4 schepen
	totaal laadvermogen:	1.000 ton
	w.v. geladen:	0 schepen
	met laadvermogen:	0 ton

Telpunt 323: Haven Bergen op Zoom.

In:	totaal aantal:	1.457 schepen
	totaal laadvermogen:	658.000 ton
	w.v. geladen:	1.165 schepen
	met laadvermogen:	591.000 ton
Uit:	totaal aantal:	1.463 schepen
	totaal laadvermogen:	655.000 ton
	w.v. geladen:	187 schepen
	met laadvermogen:	61.000 ton

Telpunt 267: sluis Hansweert: zie ad relatie 2.

Telpunt 340: Haven Goes - Sas in het Havenkanaal.

In:	totaal aantal:	1.879 schepen
	totaal laadvermogen:	632.000 ton
	w.v. geladen:	1.663 schepen
	met laadvermogen:	584.000 ton
Uit:	totaal aantal:	1.864 schepen
	totaal laadvermogen:	627.000 ton

w.v. geladen:	167 schepen
met laadvermogen:	36.000 ton

Telpunt 267A: Zandkreek/Veerse Meer - sluis Kats: zie ad relatie 3.

Ad relatie 5.: Volkeraksluizen - Grevelingenbekken.

Telpunt 278A: Volkeraksluizen: zie ad relatie 2.

Telpunt 328: Haven Brouwershaven.

In:	totaal aantal:	138 schepen
	totaal laadvermogen:	79.000 ton
	w.v. geladen:	13 schepen
	met laadvermogen:	3.000 ton
Uit:	totaal aantal:	138 schepen
	totaal laadvermogen:	79.000 ton
	w.v. geladen:	123 schepen
	met laadvermogen:	75.000 ton

Opm.: gegevens gelijk aan die van de sluis te Bruinisse, die in de C.B.S.-publicatie dan ook niet als zodanig zijn vermeld.

Ad relatie 6.: Volkeraksluizen - Dintelsas en Benedensas.

Telpunt 278A: Volkeraksluizen: zie ad relatie 2.

Telpunt 278: Mark en Dintel - Dintelsas: zie ad relatie 4.

Telpunt 276: Steenbergse Vliet - Benedensas: zie ad relatie 4.

Ad relatie 7.: Volkeraksluizen - Bergen op Zoom, Tholen.

Telpunt 278A: Volkeraksluizen: zie ad relatie 2.

Telpunt 363: Haven Tholen: zie ad relatie 4.

Telpunt 323: Haven Bergen op Zoom: zie ad relatie 4.

Voor de balans van het totaal aantal schepen, het totale laadvermogen, het aantal geladen schepen en het laadvermogen van de geladen schepen over 1972 zie tabel 1 en 2.

Voor het overzicht van de telpunten zie figuur 3.

5.4. Beroepsvaart met duwboten en duwbakken

Ad relatie 2: Volkeraksluizen - Hansweert:

Telpunt 278A: Volkeraksluizen.

Op:	totaal aantal:	3.163 stuks
	totaal laadvermogen:	3.879.000 ton
	w.v. geladen:	1.672 stuks
	met laadvermogen:	1.363.000 ton
	aantal duwboten:	1.574 stuks
Af:	totaal aantal:	3.265 stuks
	totaal laadvermogen:	3.851.000 ton
	w.v. geladen:	1.709 stuks
	met laadvermogen:	2.718.000 ton
	aantal duwboten:	1.604 stuks

Telpunt 267: Hansweert, sluis.

Noord:	totaal aantal:	2.755 stuks
	totaal laadvermogen:	3.495.000 ton
	w.v. geladen:	1.640 stuks
	met laadvermogen:	1.403.000 ton
	aantal duwboten:	1.377 stuks
Zuid:	totaal aantal:	2.811 stuks
	totaal laadvermogen:	3.503.000 ton
	w.v. geladen:	1.709 stuks
	met laadvermogen:	2.737.000 ton
	aantal duwboten:	1.358 stuks

Ad relatie 6.: Volkeraksluizen - Dintelsas en Benedensas.**Telpunt 278: Dintelsas.**

Oost:	totaal aantal:	115 stuks
	totaal laadvermogen:	68.000 ton
	w.v. geladen:	4 stuks
	met laadvermogen:	5.000 ton
	aantal duwboten:	70 stuks
West:	totaal aantal:	84 stuks
	totaal laadvermogen:	73.000 ton
	w.v. geladen:	83 stuks
	met laadvermogen:	71.000 ton
	aantal duwboten:	78 stuks

5.5. Kustvaarders en grotere zeeschepen**Ad relatie 2.: Volkeraksluizen - Hansweert.**

Telpunt 278A: Volkeraksluizen.

Noord:	totaal aantal:	104 schepen
	totaal aantal brt.:	49.000 brt.
	w.v. geladen:	21 schepen
	met aantal brt.:	9.000 brt.
Zuid:	totaal aantal:	135 schepen
	totaal aantal brt.:	59.000 brt.
	w.v. geladen:	41 schepen
	met aantal brt.:	17.000 brt.

Telpunt 267: sluis Hansweert.

Noord:	totaal aantal:	81 schepen
	totaal aantal brt.:	32.000 brt.
	w.v. geladen:	27 schepen
	met aantal brt.:	10.000 ton
Zuid:	totaal aantal:	117 schepen
	totaal aantal brt.:	41.000 brt.
	w.v. geladen:	37 schepen
	met aantal brt.:	17.000 brt.

5.6. Recreatievaart

Telpunt 278A: Volkeraksluizen.

Noord:	passagiersschepen:	*
	motorboten, zeiljachten e.d.:	5733 stuks
Zuid:	passagiersschepen:	*
	motorboten, zeiljachten e.d.:	5944 "
* gegevens ontbreken.		

Telpunt 267A: Zandkreek/Veerse Meer, sluis Kats.

Oost:	passagiersschepen:	210 stuks
	motorboten, zeiljachten e.d.:	9803 "
West:	passagiersschepen:	210 "
	motorboten, zeiljachten e.d.:	9490 "

Voor de overige telpunten geldt dat in beide richtingen te-
samen minder dan 1000 recreatievaartuigen zijn gepasseerd.

5.7. Het opzetten van de intensiteitslijnen

Voor compartimenteringsplan C4 zal nu, aan de hand van de gegevens uit de paragrafen 5.3 tot en met 5.6 voor 1972 een intensiteitslijnenschema of relatielijnenschema worden opgezet, zowel vermeldende aantallen schepen als laadvermogens in tonnen. Hiervoor is het jaar 1972 gekozen, omdat dan de prognose van de Afdeling FE van de Hoofddirectie van de Waterstaat gebruikt kan worden, die is opgesteld voor het Kanaal door Zuid-Beveland. Deze prognose stelt de volgende groeipercentages vast, uitgaande van 1972: van 1972 tot en met 1980: 4% per jaar, en van 1980 tot en met 2000: 3% per jaar.

5.7.1. De intensiteitslijnen voor de beroepsvaart

Uit de sommatie en vergelijking van de uitkomsten van de kolommen uit tabel 1 blijkt dat de balans vrij goed in evenwicht is, en dat de "berging" van schepen en laadvermogen over 1972 te verwaarlozen is (ca. 0,06%).

Uit tabel 1 is nog een andere conclusie te trekken: de som der aantallen schepen, komend uit de havens, daarbij inbegrepen Kats, Benedensas en Dintelsas, is groot: 12.119 stuks. Wordt hierbij opgeteld het aantal wat bij Hansweert binnenkomt, 47.818 stuks, dan is het resultaat 59.937 stuks. Er gaan echter bij het Volkerak uit: 58.931 schepen, hetgeen t.o.v. de 60.189 een verschil geeft van 1006 schepen ofwel 1,7%.

Analoog hieraan wordt voor de som der aantallen schepen gaande naar de havens gevonden: 12.371 stuks. Er komen het Volkerak binnen: 60.625 schepen. Aftrekken geeft: 48.254 schepen, zijnde het aantal wat bij Hansweert naar buiten zou moeten gaan. In werkelijkheid is dit aantal: 49.327 stuks; een verschil van 1073 of 2,2%.

Uit deze benadering blijkt, dat de havens in het beschouwde gebied vrijwel geheel worden gevoed via het Volkerak, terwijl ook vrijwel al het verkeer vanaf de havens op het

Volkerak is gericht.

Wordt in plaats van "vrijwel geheel" "geheel" gerekend, dan geeft dit een fout van ca. 2%, hetgeen, gezien het karakter van de gegevens waarop de berekeningen gebaseerd zijn, en de fout in de prognose, alleszins gerechtvaardigd is.

Voor het laadvermogen geldt een gelijke redenering:

bekken in via Volkerak:	44.410.000 ton
totaal naar havens en sluizen:	<u>6.818.000</u> "
theor. bij Hansweert bekken uit:	37.592.000 ton
werkelijk bij Hansweert uit:	<u>37.006.000</u> "
$\Delta =$	586.000 ton

dit is 1,6% van wat werkelijk bij Hansweert passeert.

bekken in via Hansweert:	36.014.000 ton
totaal uit havens en sluizen:	<u>6.623.000</u> "
theor. bij Volkerak bekken uit:	42.637.000 ton
werkelijk bij Volkerak uit:	<u>43.212.000</u> "
$\Delta =$	575.000 ton

dit is 1,3% van wat werkelijk bij Volkerak passeert.

Deze afwijkingen worden o.a. veroorzaakt door de lokale vaart, d.w.z. vaart die van de ene haven in het beschouwde gebied naar de andere gaat.

Opmerking: in paragraaf 6.2.1.1., bij de bepaling van het verloop van \bar{T} (gemiddelde tonnage wat passeert) zal blijken dat deze redenering voor 1972 toevallig opgaat. Zou deze ook voor de andere jaren worden aangehouden dan geeft dit te grote fouten.

Voor dit compartimenteringsplan wordt verwacht dat ca. 99 % van de vaart door het Kanaal door Zuid-Beveland via de Schelde-Rijn-Verbinding zal gaan. Bij het opstellen van het intensiteitenschema is gerekend dat 100% via de Schelde-Rijn-Verbinding zal lopen.

De intensiteitslijnen voor 1972 zijn opgezet in de figuren

4A en 4B, waarbij al rekening is gehouden met voltooide Wemeldinge- en Philipsdam en Scheld-Rijn-Verbinding, niet echter met het verkeer dat al vanaf Antwerpen de Schelde-Rijn-Verbinding heeft genomen, daar dit voor de beschouwde route niet van betekenis is.

In de gebruikte getallen zijn reeds begrepen de duwboten en duwbakken, niet de zeeschepen. Hun aantal is echter zeer gering en wordt daarom verwaarloosd.

5.7.2. De intensiteitslijnen voor de recreatievaart

Hiervoor zijn niet voldoende gegevens beschikbaar. De jaarlijkse groeipercentages variëren zeer sterk: bijvoorbeeld voor Bruinisse 66% en voor het Volkerak 22% (gemiddeld sinds 1968). Gezien de nu al waargenomen ontwikkeling en de geboden mogelijkheden in de toekomst zal op een grote toename van de recreatievaart gerekend moeten worden.

6. DE SLUIZEN IN DE DAMMEN

6.1. De sluizen in de Wemeldingedam

Uit het voorafgaande volgt voor het aanbod van de sluis in 1972:

in oostelijke richting: ca. 250 zeer hoge transporten (zie hoofdstuk 2 en 3); wat overige beroepsvaart van geringe betekenis (relatie Bergen op Zoom - Kats en Oosterscheldebekken); recreatievaart, die naar verwachting maatgevend is voor de intensiteit.

in westelijke richting: idem.

Uitwaarnemingen, in 1970 verricht aan de Volkeraksluizen, blijkt dat hoge transporten een lengte van 80 m en een breedte van 14 m vrijwel niet overschrijden. De bijbehorende sleepboten zijn vrijwel altijd korter dan 40 m.

Op grond hiervan wordt de sluiskolk $80 + 40 = 120$ m lang en 16 m breed. Er wordt nu gesteld, dat bij het minimum schutpeil een transport met een diepgang van 2,50 m nog moet kunnen passeren. Deze diepgang wordt voornamelijk

bepaald door de situatie op de bovenrivieren. Mocht echter een dergelijk transport zich alleen op de benedenrivieren en zeearmen afspelen, dan zijn er twee mogelijkheden:

1. transport in secties met minder grote diepgang
2. wachten op hoger water.

Uitgaande van het voor deze plaats opgegeven minimum schutpeil (zie paragraaf 7.2.1.7.), en rekening houdend met 0,25 m speling aan de onderzijde, wordt de drempelhoogte bepaald op 4,50 m-N.A.P.

Voor de overige beroepsvaart zal deze sluis geen moeilijkheden geven aangezien de afmetingen van een zeer groot binnenschip, het Rijn-Hernekanaalschip, 80 x 9,50 x 2,50 m zijn, en dit schip niet of sporadisch op deze route zal varen.

Zoals reeds gesteld zal de recreatievaart maatgevend kunnen zijn voor de sluisafmetingen. Aangezien over het aanbod in de toekomst niets zinnigs gezegd kan worden is de enige manier om de ontwikkeling van het recreatieverkeer af te wachten. De sluis van 120 x 16 m met volledige zout-zoet-kering heeft echter een capaciteit van veel meer dan 40 jachten per uur (grafiek van de Hoofdafdeling Scheepvaart, Dienst Verkeerskunde, zie figuur 5), hetgeen aanzienlijk is, zodat de toekomst toch wel met enig vertrouwen tegemoet kan worden gezien.

Op grond van de aard der gegevens over hoge transporten, lokale beroepsvaart en recreatievaart lijkt het niet mogelijk een enigszins reëele prognose te geven voor de economische levensduur van de sluis.

6.2. DE SLUIZEN IN DE PHILIPSDAM

Deze lenen zich beter voor berekening omdat de gegevens wat exacter zijn dan voor de sluizen in de Wemeldingedam.

6.2.1. De sluizen voor de beroepsvaart

Voor de dimensionering van de kolk op een bepaald tijdstip zijn de volgende gegevens nodig:

1. het te schutten laadvermogen

2. het gemiddelde laadvermogen van de te schutten schepen (\bar{T}), waarbij steeds aangenomen wordt dat alle schepen in de volbezette kolk een gemiddeld laadvermogen van \bar{T} ton hebben
3. de beladingsgraad van de schepen (λ), d.w.z. welk deel van het totaal aantal schepen geladen is
4. de bedieningstijd (T_b), d.i. de tijd waarin de deuren worden gesloten, de kolk wordt omgezet en eventueel uitgewisseld en de deuren worden geopend
5. de schuttijdcyclus (T_c), d.i. de tijd die verloopt tussen het moment waarop de uitvaart van het laatste schip van een schutting is voltooid en ditzelfde moment van de volgende schutting in dezelfde richting

De kolkafmetingen worden bepaald op grond van de afmetingen van het grootste te verwachten schip op die route, of op de afmetingen van een veel voorkomende combinatie.

De berekening is in feite een controleberekening; nagegaan wordt of de kolk bij de gekozen afmetingen op het beschouwde tijdstip voldoende capaciteit heeft.

Bij de bepaling van de economische levensduur geschiedt hetzelfde; worden aanbod en sluiscapaciteit beiden in één figuur tegen de tijd uitgezet, dan geeft het snijpunt van de beide relaties het tijdstip aan waarop de sluis zijn aanbod niet meer voldoende snel kan verwerken.

Achtereenvolgens zullen nu de op de schutcapaciteit van invloed zijnde factoren worden besproken.

6.2.1.1. Het te schutten laadvermogen

In paragraaf 5.7.1. is voor 1972 wat betreft aantal schepen en laadvermogen de redenering opgezet en bewezen dat vrijwel al het verkeer van en naar de havens in het beschouwde gebied via de Volkeraksluizen loopt. Voor de sluizen te Kats, Dintelsas, Benedensas, Bergen op Zoom en Brui-

nisse geldt een zelfde redenering.

Wordt de redenering getoetst aan het verkeer in de jaren 1971 en 1970 dan worden grote afwijkingen gevonden, tot maximaal 43% van het werkelijke laadvermogen dat Hansweert in zuidelijke richting passeert (1970), nl.

13.884.000 ton ofwel 26% van wat de Volkeraksluizen in noordelijke richting passeert. Deze getallen blijken, als voor de doorgaande verbindingen Hansweert - Volkerak en omgekeerd een balans wordt opgezet, met het verkeer uit de havens en overige sluizen gericht op het Volkerak, en het verkeer naar de havens en overige sluizen gericht vanaf het Volkerak:

<u>1971:</u>	bekken in via Volkerak:	57.216.000 ton
	totaal naar havens en sluizen:	<u>7.325.000</u> "
	theor. bij Hansweert bekken uit:	49.891.000 ton
	werkelijk bij Hansweert uit:	<u>36.451.000</u> "
	$\Delta =$	13.440.000 ton

dit is 36,9% van wat werkelijk bij Hansweert passeert.

bekken in via Hansweert:	35.944.000 ton
totaal uit havens en sluizen:	<u>7.245.000</u> "
theor. bij Volkerak bekken uit:	43.189.000 ton
werkelijk bij Volkerak uit:	<u>55.767.000</u> "
$\Delta =$	12.578.000 ton

dit is 22,5% van wat werkelijk bij Volkerak passeert.

bekken in via Volkerak:	68.450 schepen
totaal naar havens en sluizen:	<u>13.732</u> "
theor. bij Hansweert bekken uit:	54.718 schepen
werkelijk bij Hansweert uit:	<u>48.530</u> "
$\Delta =$	6.188 schepen

dit is 12,8% van wat werkelijk bij Hansweert passeert.

bekken in via Hansweert:	47.412 schepen
totaal uit havens en sluizen:	<u>13.583</u> "
theor. bij Volkerak bekken uit:	60.995 schepen
werkelijk bij Volkerak uit:	<u>67.093</u> "
$\Delta =$	6.098 schepen

dit is 9,1% van wat werkelijk bij Volkerak passeert.

1970: bekken in via Volkerak: 53.392.000 ton
 totaal naar havens en sluizen: 7.249.000 "
 theor. bij Hansweert bekken uit: 46.143.000 ton
 werkelijk bij Hansweert uit: 32.259.000 "
 $\Delta =$ 13.884.000 ton
 dit is 43% van wat werkelijk bij Hansweert passeert.

bekken in via Hansweert: 31.254.000 ton
 totaal uit havens en sluizen: 7.036.000 "
 theor. bij Volkerak bekken uit: 38.290.000 ton
 werkelijk bij Volkerak uit: 51.932.000 "
 $\Delta =$ 13.642.000 ton
 dit is 26,3% van wat werkelijk bij Volkerak passeert.

bekken in via Volkerak: 65.954 schepen
 totaal naar havens en sluizen: 14.632 "
 theor. bij Hansweert bekken uit: 51.322 schepen
 werkelijk bij Hansweert uit: 45.338 "
 $\Delta =$ 5.984 schepen
 dit is 13,2% van wat werkelijk bij Hansweert passeert.

bekken in via Hansweert: 43.665 schepen
 totaal uit havens en sluizen: 14.329 "
 theor. bij Volkerak bekken uit: 57.994 schepen
 werkelijk bij Volkerak uit: 64.319 "
 $\Delta =$ 6.325 schepen
 dit is 9,8% van wat werkelijk bij Volkerak passeert.

De verschillen kunnen twee oorzaken hebben:

1. er was in die jaren toch een aanzienlijk locaal verkeer, met als gevolg dat niet elk schip wat een haven uitgaat per sé door het Volkerak moet gaan. Navraag in het betreffende gebied levert de (subjectieve) mening op dat het locaal verkeer een ondergeschikte rol speelde.

Dit bevestigt de redenering voor 1972!

2. dat een aantal schepen via het Volkerak het gebied binnengaan en ook weer verlaten, en dan in het gebied zelf niet geteld worden, omdat ze geen havens aandoen.

Navraag m.b.t. de tweede mogelijke oorzaak leverde op dat in de jaren vóór 1972 in de Oosterschelde een aanzienlijke zandwinning heeft plaatsgevonden, en dat al dit zand als bestemming Rotterdam had. De schepen uit dit zandtransport komen leeg door het Volkerak het gebied binnen en worden daar geteld; na tezijnen geladen, waarbij geen telling in een C.B.S.-telpunt plaats vindt, verlaten ze het gebied weer via het Volkerak, waar ze opnieuw worden geteld. Ze voldoen dus geheel aan de tweede mogelijke oorzaak. De zandwinning is nu als een fictieve haven in het gebied te beschouwen, en het probleem is nu om het laadvermogen van de zandwinning te bepalen.

Aangezien de C.B.S.-publicaties alleen voor Hansweert een verdeling van het totaal gepasseerde gewicht naar goederensoort geven (Statistiek der Scheepvaartbeweging), moet een andere weg worden bewandeld.

Informatie bij de beheerder van het Volkeraksluizencomplex, arrondissement Dordrecht van de Rijkswaterstaat, heeft als resultaat de zandtransportcijfers, vermeld in tabel 6. In deze cijfers is dus begrepen het tonnage van de zandschepen uit de Oosterschelde, alsook dat van de zandschepen op de doorgaande route Volkerak - Hansweert en omgekeerd (relatie: winplaats aan de Maas - België). Uit de tabel blijkt duidelijk dat inderdaad de zandwinning vóór 1972 grote hoeveelheden betrof, terwijl 1972 een dieptepunt vertoont.

De zandwinning wat betreft laadvermogen wordt nu als volgt bepaald: zoals reeds gezegd dient rekening te worden gehouden met een vrij aanzienlijk zandtransport vanaf de Maas naar België, hetgeen normaal in Volkerak en Hansweert geteld wordt, en dus al in de telling van het Volkerak is begrepen; het laadvermogen hiervan kan worden bepaald uit het gepasseerde zandgewicht te Hansweert. Hiervoor worden rechtstreeks aangehouden de getallen, genoemd in de publicatie "Statistiek der Scheepvaartbeweging", tabel 2: Goederenvervoer langs een aantal telpunten, in dit verslag overgenomen in tabel 7. Het rechtstreeks overnemen van de vermelde getallen is verantwoord omdat:

1. het gewonnen zand uit de Oosterschelde geheel naar Rotterdam gaat; de C.B.S.-cijfers moeten dus vrijwel zeker betrekking hebben op doorgaande vaart
2. de winplaatsen van grind liggen zodanig, dat het transport van grind door het Volkerak en Hansweert zeer gering is; in de betrokken cijfers zal dus slechts een gering percentage grind opgenomen zijn, en er wordt dan ook een zeer kleine fout gemaakt als alles als zand aangemerkt wordt

Het laadvermogen van een schip, waarvan alleen het vervoerde gewicht bekend is, kan bepaald worden met de zogenaamde beladingsgraad (λ). Deze is gedefinieerd als de verhouding tussen vervoerd gewicht en laadvermogen, en is volgens het Nederlands Vervoerswetenschappelijk Instituut (N.V.I.) gemiddeld over een lange periode gelijk aan 0,85.

Uit het verschil tussen totaal laadvermogen van de zandvaart door de Volkeraksluizen en het dubbele van de som van het naar laadvermogen omgerekende vervoerde gewicht te Hansweert (want de schepen die aan de doorgaande zandvaart deelnemen passeren tweemaal het Volkerak en zijn dus tweemaal geteld) kan het laadvermogen van de zandwinning in de Oosterschelde worden bepaald door dit verschil weer te halveren, want ook deze schepen passeren tweemaal het Volkerak.

Het bovenstaande toepassend wordt voor de zandwinning het volgende gevonden:

1970: laadvermogen zandvaart door Volkerak: 32.026.000 ton
gepasseerd laadverm. te Hansweert:

noord: 126.700 ton

zuid: 1.194.600 "

1.321.300 ton

door Volkerak: 1.321.300 : 0,85 x 2 = 3.116.000 "
28.910.000 ton

het laadvermogen van de zandwinning in de Ooster-

schelde is dus: $28.910.000 / 2 = 14.455.000$ ton.

1971: laadvermogen zandvaart door Volkerak: 32.686.000 ton
gepasseerd laadverm. te Hansweert:

noord: 109.600 ton

zuid: 1.395.600 "

1.505.200 ton

door Volkerak: $1.505.200 : 0,85 \times 2 = \underline{3.558.000}$ "
29.128.000 ton

het laadvermogen van de zandwinning in de Ooster-
schelde is dus: $29.128.000 / 2 = 14.564.000$ ton.

Wordt nu weer de balans voor de hoofdrelaties Volkerak -
Hansweert en omgekeerd opgesteld wat betreft laadvermogen,
dan volgt:

1970: bekken in via Volkerak: 53.392.000 ton

naar havens en sluizen: 7.249.000 ton

zandvaart: 14.455.000 "

21.704.000 "

theor. bij Hansweert bekken uit: 31.688.000 ton

werkelijk bij Hansweert uit: 32.259.000 "

$\Delta = 571.000$ ton

dit is 1,78% van wat werkelijk bij Hansweert passeert.

bekken in via Hansweert: 31.254.000 ton

uit havens en sluizen: 7.036.000 ton

zandvaart: 14.455.000 "

21.491.000 "

theor. bij Volkerak bekken uit: 52.745.000 ton

werkelijk bij Volkerak uit: 51.932.000 "

$\Delta = 613.000$ ton

dit is 1,18% van wat werkelijk bij Volkerak passeert.

1971: bekken in via Volkerak: 57.216.000 ton

naar havens en sluizen: 7.325.000 ton

zandvaart: 14.564.000 "

21.889.000 "

theor. bij Hansweert bekken uit: 35.327.000 ton

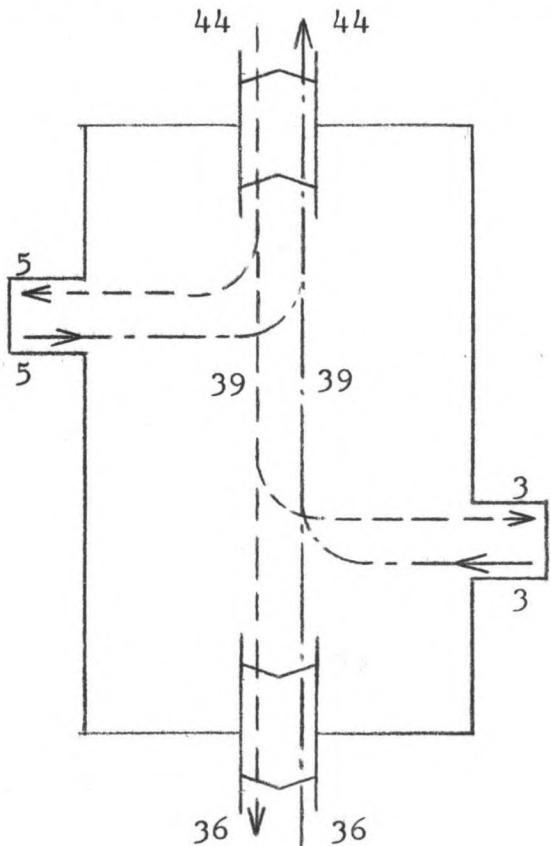
theor. bij Hansweert bekken uit: 35.327.000 ton
 werkelijk bij Hansweert uit: 36.451.000 "
 $\Delta = 924.000$ ton
 dit is 2,54% van wat werkelijk bij Hansweert passeert.

bekken in via Hansweert: 35.944.000 ton
 uit havens en sluizen: 7.245.000 ton
 zandvaart: 14.564.000 "
21.809.000 "
 theor. bij Volkerak bekken uit: 57.753.000 ton
 werkelijk bij Volkerak uit: 55.767.000 "
 $\Delta = 1.986.000$ ton
 dit is 3,57% van wat werkelijk bij Volkerak passeert.

De verschilpercentages die nu worden gevonden zijn alleszins aanvaardbaar.

1972:

In paragraaf 5.7.1. is reeds aangetoond dat, zonder zandwinning van enige betekenis, een voldoende nauwkeurig relatievegenschema kan worden opgezet (afwijkingen van 1,7 en 2,2%). In de volgende figuur is het gebied tussen de Volkeraksluizen en de sluizen te Hansweert geschematiseerd weergegeven met een rechthoek. Aangegeven zijn de punten van de hoofdruite, Volkraksluizen en sluizen te Hansweert, als sluizen, en de overige punten, waaronder ook de sluizen te Kats enz. in twee punten geconcentreerd, als haven. De vermelde getallen zijn de jaarlijkse laadvermogen, afgerond op miljoenen tonnen. Deze liggen vast, aangezien ze afkomstig zijn uit de C.B.S.-publica-



tie. Uitgaande van het feit dat aan deze getallen niets veranderd mag worden, vindt men, door eenvoudig wat te spelen met het schema, dat er maar één relatielijnenschema mogelijk is, namelijk datgene wat beantwoordt aan de redenering dat alle verkeer gericht is op, en komt vanaf het Volkerak. Hiermee is aangewezen dat bij deze, vaststaande, laadvermogens het relatielijnenschema eenduidig vastligt.

Uit de cijfers van de totale zandvaart via het Volkerak in 1972 blijkt ook dat geen zandwinning van betekenis heeft plaatsgehad; op grond van de doorgaande zandvaart in de jaren 1970 en 1971 te Hansweert kan aangenomen worden dat het vermelde getal, namelijk 2.713.000 ton, ook op doorgaande vaart betrekking heeft, zodat de zandwinning nihil zou zijn. Tot zover past het in de redenering.

Maar: volgens tabel 7 blijkt in 1972 in Hansweert in zuidelijke richting niet rond de 1,3 miljoen ton zand te zijn vervoerd, maar ruim 6 miljoen ton, namelijk 6.102.900 ton. Gezien de op het bekken gebrachte totale laadvermogen aan zand dat via het Volkerak is binnengekomen, moet het grootste deel van dit zand binnen het bekken, maar buiten een haven, geladen zijn.

Hiermee in overeenstemming lijkt te zijn de totale geladen hoeveelheid zand in de provincie Zeeland over 1972, namelijk 4.265.000 ton (C.B.S.-publicatie "Statistiek van het Binnenlands Goederenvervoer", tabel 16), maar aangezien onder dit gewicht ook klei en slakken vallen, en de verdeling van het totaal gewicht over de diverse goederensoorten niet bekend is, en bovendien de Westerschelde ook onder Zeeland valt, hoeft dit niets te zeggen. Volledigheidshalve dient opgemerkt te worden dat de opgegeven hoeveelheden voor 1970 en 1971 (zie tabel 8) wèl gelijke tred houden en dezelfde orde van grootte hebben als de berekende hoeveelheden van de zandwinning in de Oosterschelde in die jaren.

De situatie lijkt zich nu af te tekenen dat in de Oosterschelde in 1972 toch vrij veel zand is gewonnen, en dat dit via Hansweert het bekken uit is gegaan.

Het probleem wat nu ontstaat is hoe dan de relatielijnen gaan wijzigen. De tonnen laadvermogen zijn op het punt van

uitgang uit het bekken wel opgenomen, en zijn dus al begrepen in de cijfers van het schema op pag. 22. Het blijkt echter onmogelijk, met de zandwinning in het schema ingevoerd als fictieve haven, een nieuw kloppend relatielijnenschema op te stellen.

Het probleem blijft hier onopgelost, daar een oplossing ervan (waarschijnlijk) alleen mogelijk is door de bestemming en plaats van herkomst van alle gepasseerde schepen in alle sluizen en havens na te gaan, hetgeen m.i. buiten het kader van deze studie valt.

Bovendien is het de vraag of, indien zou blijken dat toch deze hoeveelheid zand is gewonnen en afgevoerd via de sluis te Hansweert, hier in de prognose mee gerekend moet worden, aangezien de cijfers voor Hansweert aantonen dat er sprake is van een zeer tijdelijk verschijnsel.

Er wordt dan ook verder gerekend met de reeds gegeven cijfers voor 1972 in de figuren 4A en 4B.

Het aanbod van de sluis in 1972 volgt nu rechtstreeks uit de figuren 4A en 4B. De hoge transporten, genoemd in paragraaf 6.1. zullen hier ook moeten passeren. Deze vallen echter onder een vermenigvuldigingsfactor voor de capaciteit, besproken in paragraaf 6.2.2.

Het aanbod van laadvermogen in 1972 is dus:

in oostelijke richting: 4.269.000 ton
in westelijke richting: 4.348.000 "

Op grond van de prognose, besproken in paragraaf 5.7. is nu voor elk gewenst jaar het te schutten laadvermogen per richting te bepalen. Het verloop van dit laadvermogen tot en met het jaar 2000 is uitgezet in figuur 6.

6.2.1.2. Het gemiddelde laadvermogen

Aangezien de in- en uitvaarttijden een groot deel van de totale schuttiijdcyclus uitmaken, en deze niet evenredig stijgen of dalen met het gemiddelde laadvermogen (\bar{T}), is dit gemiddelde laadvermogen van grote invloed op de snelheid van

het schutproces. Er dient dus nagegaan te worden wat het gedrag is van \bar{T} als functie van de tijd.

\bar{T} wordt bepaald voor beide richtingen tesamen. Hier toe wordt het totaal van het gepasseerde laadvermogen gedeeld door het totaal aantal gepasseerde schepen. Bij de reeds genoemde zandwinning werd van zeer grote schepen gebruik gemaakt. Deze hebben dan ook een aanzienlijke invloed op het gemiddelde laadvermogen, zoals in de navolgende berekening zal blijken.

1972: A. zonder invloed van zandwinning:

uit fig. 4A en 4B wordt de som van de schepen bepaald op 14.193 en van het laadvermogen op 8.617.000 ton, dus \bar{T} is 607 ton.

B. met invloed van zandwinning:

\bar{T} is 607 ton, als bij A, aangezien de zandwinning nihil is.

1971: A. zonder invloed van zandwinning:

som van de schepen, komend en gaand van en naar Goes, Kats, Burghsluis, Zierikzee, Stavenisse, St. Annaland, Bruinisse en Brouwershaven is: 14.602 stuks (zie ook tabel 2A); bijbehorend laadvermogen: 7.786.000 ton; dus \bar{T} is 533 ton.

B. met invloed van zandwinning:

de zandwinning is geschat op 14.564.000 ton (zie paragraaf 6.2.1.1.); bij de toetsing van de redenering, genoemd in dezelfde paragraaf ontstaat een tekort van ca. 6.100 schepen die dan ook aan de zandwinning moeten worden toegeschreven; voor beide richtingen samen geeft dit een aantal van 12.200 schepen en 29.128.000 ton laadvermogen; in samenhang met A wordt \bar{T} dan 1.379 ton.

1970: A. zonder invloed van zandwinning:

analoog aan 1971 A wordt gevonden: \bar{T} is 508 ton.

B. met invloed van zandwinning:

de zandwinning is geschat op 14.455.000 ton; het aantal schepen dat aan de redenering ontbrak was ca. 6.150; in samenhang met A wordt \bar{T} 1.290 ton.

1965: A. zonder invloed van zandwinning:

er zijn geen gegevens bekend over de zandwinning uit dit jaar, zodat hierover geen uitspraak gedaan kan worden; met de ter beschikking staande gegevens van dezelfde plaatsen als in 1970 tot en met 1972 wordt gevonden: som schepen: 12.773 en som laadvermogen: 4.495.000 ton, waaruit volgt dat \bar{T} 352 ton is.

1960: A. ook hier is niets over de zandwinning bekend; met de gegevens van Kats, St. Annaland, Brouwershaven, Bruinisse, Burghsluis, Goes, Kortgene, Ooltgensplaat, Stavenisse, Zierikzee, Veere en Galatheeschehaven wordt gevonden: som der schepen: 15.818 en som laadvermogen: 3.951.715 ton, zodat \bar{T} 250 ton wordt.

Voor de Volkeraksluizen en de sluizen te Hansweert worden op analoge wijze de waarden van \bar{T} bepaald. Het resultaat is dan:

Volkeraksluizen:	1960	1965	1970	1971	1972
met zandwinning: *))	809	833	733
zonder zandwinning: *))	648	680	733

Sluizen Hansweert:	1960	1965	1970	1971	1972
	547	623	714	754	753

*) Geen resultaat mogelijk daar de Volkeraksluizen nog niet bestaan.

Alle gevonden waarden van \bar{T} zijn uitgezet in figuur 7, waaruit een, zij het arbitrair, verloop van \bar{T} in de toekomst kan worden bepaald. Hierbij is geen rekening gehouden met de invloed van de zandwinning, daar deze een al te grillig karakter heeft. Zou nu worden afgegaan op de beschikbare gegevens, die voor een aantal jaren zeer hoog liggen, en voor 1972 (en 1973) zeer laag, dan wordt het risico gelopen een veel te grote sluiscapaciteit te hebben, met alle nadelige gevolgen voor de scheepvaart van dien, bijv. het wachten tot de kolk den vol is, i.v.m. het zout-zoet-verlies, wat bij deze dan veel

te grote, sluis onaanvaardbare wachttijden zou geven. Bovendien wordt met een bepaalde sluiscapaciteit, als deze te klein zou zijn, ook de prijs van het te winnen zand beïnvloed, zodat als reactie op de te kleine schutcapaciteit, de zandvaart wat zou kunnen verminderen.

Het lijkt op dit moment verstandig, bij gebrek aan informatie over de zandwinning, hierop niet te rekenen. Mocht in de toekomst blijken dat zich in het dan ontstane sedimentatiebekken een vaste zandwinning gaat vestigen, die dan erg beknot zou worden door de te geringe sluiscapaciteit, dan kan altijd nog een tweede en eventueel derde sluis bijgebouwd worden, waarbij dan voor de scheepvaart in feite alleen maar voordelen ontstaan, omdat twee kleine sluizen in scheepvaarttechnisch opzicht veel gunstiger zijn dan één grote.

Zou door de punten voor 1960, 1970 en 1971, die vrij goed op een rechte liggen, inderdaad een rechte lijn worden getrokken, dan wordt omstreeks 2000 een \bar{T} van 1.250 ton gevonden, hetgeen zeer hoog voorkomt (--- in fig. 7).

Er zijn nu twee mogelijkheden:

1. het is niet juist om juist door deze punten een rechte te trekken; de werkelijke rechte zou bijvoorbeeld een veel minder steil verloop hebben
2. het verband tussen \bar{T} en de tijd behoeft helemaal niet lineair te zijn

Dit laatste lijkt erg aannemelijk: er is een tijdstip te verwachten van waaraf \bar{T} jaarlijks steeds minder zal toenemen. Dit zal o.a. veroorzaakt worden door de begrenste capaciteit van de vaarwegen in het binnenland. De grafiek van \bar{T} zal dan afbuigen en een steeds minder grote helling krijgen (gerekend naar rechts).

Aangezien van deze invloeden niets bekend is wordt (arbitrair!) een dergelijk verloop van \bar{T} aangehouden dat:

1. dit redelijk door de uitgezette punten gaat
2. dit rond 2000 uitkomt op een \bar{T} -waarde van 1.000 ton, hetgeen wel haalbaar lijkt

Dit verloop is in figuur 7 aangegeven met ——. T.o.v. de lijn --- is er nu een veiligheid, aangezien met een klei-

nere waarde \bar{T} wordt gerekend. De invloed hiervan op de schutcapaciteit is namelijk vrij groot.

6.2.1.3. De beladingsgraad

Het begrip beladingsgraad, steeds aangeduid met λ , heeft in feite twee betekenissen:

1. de verhouding tussen vervoerd gewicht en laadvermogen, hetgeen ook al in paragraaf 6.2.1.1. is genoemd; voor een lange-duur-gemiddelde geeft het N.V.I. hiervoor de waarde 0,85
2. het aandeel van het aantal geladen schepen in het totaal aantal schepen, gerekend per richting; hiervoor zijn geen gemiddelde cijfers te geven, aangezien het o.a. van de ligging van het telpunt afhangt

In paragraaf 6.2.1.2. is al gewezen op de belangrijkheid van de in- en uitvaarttijden. Deze worden, buiten het daar genoemde gemiddelde laadvermogen \bar{T} ook beïnvloed door het al of niet geladen zijn. Vandaar dat ook gegevens nodig zijn over het aantal geladen schepen in beide richtingen, waarbij wordt aangenomen dat alle geladen schepen ook inderdaad een beladingsgraad van de genoemde 0,85 hebben, hetgeen in de praktijk ook vrijwel altijd zo zal zijn.

Met de reeds bekende totaal-aantallen schepen, en de uit de tabellen 1B, 2B, 3B, 4B en 5B te verkrijgen aantalen geladen schepen worden de volgende waarden voor λ gevonden:

1972: richting oost: $\lambda = 0,30$
 richting west: $\lambda = 0,73$

1971: exclusief zandinvloed:
 richting oost: $\lambda = 0,26$
 richting west: $\lambda = 0,76$
 inclusief zandinvloed:
 richting oost: $\lambda = 0,60$
 richting west: $\lambda = 0,41$

1970: exclusief zandinvloed:

richting oost: $\lambda = 0,27$

richting west: $\lambda = 0,76$

inclusief zandinvloed:

richting oost: $\lambda = 0,58$

richting west: $\lambda = 0,44$

1965: richting oost: $\lambda = 0,35$

richting west: $\lambda = 0,68$

1960: richting oost: $\lambda = 0,45$

richting west: $\lambda = 0,63$

Deze waarden zijn uitgezet in figuur 12, waarbij de waarden met zandinvloed, net zoals bij \bar{T} , niet in beschouwing zijn genomen.

Een prognose voor λ is niet eenvoudig te geven. Van belang hiervoor zijn een aantal factoren op het gebied van industrievestiging e.d. die, zo ze niet buiten het kader van deze studie zouden vallen, moeilijk te voorzien zijn. Daarom wordt het gemiddelde van de laatste drie jaar aangehouden, t.w.: richting oost: $\lambda = 0,75$
richting west: $\lambda = 0,28$

6.2.1.4. De bedieningstijd

De rol van de bedieningstijd (T_b), bestaande uit sluiten van de deuren, het omzetten en eventueel uitwisselen van de kolk en het openen van de deuren, in het totale schutproces is duidelijk. Bij gebrek aan gegevens over de toe te passen deursluitingsmethode en inrichting voor de uitwisseling moeten de tijden worden geschat, wèl echter aan de hand van reeds bestaande constructies:

benodigde tijd voor sluiten deuren: 1,5 min.

idem voor openen: 1,0 "

omzetten en uitwisselen kolk: 12,5 "

totaalwaarde T_b : 15,0 min.

het geen een reële waarde voor de beroepsvaart is. Voor de jachtensluis zou dit m.i. wel wat hoger mogen zijn.

Voor de beweegtijden van de deuren is uitgegaan van die van de nieuwe sluizen van de Maaskanalisatie (Sambeek, Belfeld e.d.) met afmetingen 142 x 16 m. Voor het omzetten van de kolk is de daar benodigde tijd (ca. 8 min.) met ongeveer anderhalf vermenigvuldigd. Dit laatste omdat buiten op peil brengen van de kolk ook nog zout en zoet water uitgewisseld moet worden. Om een zo laag mogelijke mengzone te krijgen zal dit uitwisselen dan ook niet te snel mogen verlopen, of zelfs kunnen verlopen (ingebouwde weerstand).

Zie ook de opmerking in paragraaf 6.2.1.5. ad 3.4.5.

6.2.1.5. De schuttiijdcyclus

Deze is opgebouwd uit (zie figuur 9):

1. lustijd (t_1); dit is de periode tussen de tijdstippen waarop de uitvaart van het laatste schip van de vorige schutting en de invaart van het eerste schip van de beschouwde schutting voltooid zijn
2. invaartijd (T_i); dit is de periode van invaren van de overige schepen
3. sluittijd van de deuren
4. tijd, nodig voor het omzetten en eventueel uitwisselen van de kolk
5. opentijd van de deuren
6. uitvaartijd (T_u); dit is de periode waarin alle schepen uitvaren
7. de tijden van 1 tot en met 6, maar dan in tegengestelde richting

ad 1. Een schip wordt als uit- resp. ingevaren beschouwd als de achtersteven de uitvaardeuren resp. de invaardeuren passeert. Wordt ervan uitgegaan dat de schepen voor de komende schutting zo dicht mogelijk bij de invaardeuren wachten (zie figuur 10), dan is het duidelijk dat de snelheid en manoeuvreerbaarheid van het schip van invloed zijn op de lustijd. Daarom wordt hiervoor \bar{T} in beschouwing genomen. De gang van zake is nu, dat voor een bepaalde \bar{T} eerst t_i (zie ad 2) wordt bepaald met de figuren 13 en 14 (geladen en ongeladen), waarna \bar{t}_1 wordt gevonden door

een correctie op \bar{t}_i . De correctiefactoren zijn aangegeven in figuur 17, waarin \bar{A}_1 de afstand is van achtersteven voorste wachtende schip tot de invaardeuren (zie figuur 10). De grafiek berust op vele metingen aan lustijden, uitgevoerd door de Afdeling Scheepvaart van de Dienst Verkeerskunde van de Rijkswaterstaat. De lengte van de schepen als functie van \bar{T} is aangegeven in figuur 11.

ad 2. Aangezien uit de definitie van de lustijd volgt dat hier al één schip is ingevaren, betreft de invaartijd dan nog $n=1$ schepen, als n het aantal schepen in een kolk is. De gehele capaciteitsberekening is in feite gebaseerd op \bar{T} , waarbij geredeneerd wordt alsof de gehele kolk gevuld is met schepen, elk met gemiddeld laadvermogen \bar{T} . Het is dan ook duidelijk dat \bar{T} van invloed is op de invaarvolgtijd (\bar{t}_i), dit is de tijd die ligt tussen de tijdstippen waarop de invaart van het voorgaande en het beschouwde schip zijn voltooid. Ook het feit of het schip geladen is of niet is van belang, waarbij er weer van uit wordt gegaan dat, indien het schip geladen is, dit ook inderdaad de gemiddelde beladingsgraad van 0,85 heeft. Niet alleen de grotere massa van een geladen schip, maar ook het verkleind dwarsprofiel voor het te verdringen water werkt nadelig op snelheid en manoeuvreerbaarheid. Daarom is voor de invaarvolgtijd ook het natte oppervlak van de invaaropening (F) van betekenis. In de figuren 13 en 14 is voor geladen en ongeladen schepen de \bar{t}_i aangegeven als functie van F en \bar{T} . Ook deze grafieken zijn van de Dienst Verkeerskunde en geven gemiddelden van zeer grote aantallen waarnemingen.

ad 3.4.5. De som van de afzonderlijke tijden geeft de bedieningstijd T_b .

Opmerking: het verschil tussen sluitijd en opentijd is als volgt te verklaren. Na het invaren van de schepen, en vóór de sluiswachter de deuren sluit, dient hij zich ervan te overtuigen dat het laatst ingevaren schip vrij van de deuren is, hetgeen een bepaalde afstand lopen van de bedieningsruimte naar de

kolk en terug vereist. Pas hierna kan hij de deuren sluiten. Bij het openen hoeft hij alleen op het peilverschil te letten, hetgeen vaak in de bedieningsruimte is af te lezen. Deze tijd, nodig om de waarneming te doen, vergroot dus de zuivere sluittijd. Bij bewaking van het schutproces met televisiecamera's kan vanuit de bedieningsruimte ook gezien worden of de deuren vrij zijn, hetgeen dan vrijwel geen tijd kost. In dit geval is het verschil tussen sluit- en opentijd veel minder groot.

ad 6. Op de uitvaartijd, die i.t.t. de invaartijd, op alle schepen in de kolk betrekking heeft, zijn dezelfde factoren van invloed als op de invaartijd. De functie \bar{t}_u , zijnde de uitvaarvolgtijd, heeft dan ook eenzelfde verloop. Zie hiervoor de figuren 15 en 16.

6.2.1.6. De capaciteitsbepaling met behulp van grafieken

Met o.a. de besproken grafieken kan nu als volgt de capaciteitsberekening (controleberekening) worden uitgevoerd. Bij een bepaalde, tevoren gekozen, nuttige lengte en breedte van de kolk volgt uit figuur 12 bij een bekende \bar{T} de waarde van $n_{max.}$, dit is het maximaal aantal schepen van dit tonnage die in de kolk kunnen. Deze grafiek is met behulp van simulatie opgesteld door de Dienst Verkeerskunde. Het blijkt dat bij variëring van het verkeersaanbod deze grafiek toch een vrij vast karakter vertoont. De schuttijdcyclus \bar{T}_c wordt, zoals uit figuur 9 blijkt, berekend uit de som van \bar{t}_1 , $(n_{max.}-1)\bar{t}_i$, $n_{max.}\cdot\bar{t}_u$ en T_b voor beide richtingen.

Eenvoudig is af te leiden dat $C_S = \frac{2n_{max.}}{\bar{T}_c} \times 60 \times 0,90$ waarin:

C_S is de capaciteit van de sluis in schepen per uur, de factor 60 dient voor omrekening van minuten naar uren. De factor 0,90 is ingevoerd i.v.m. het feit dat de grafieken zijn opgesteld voor motorvaart, alhoewel ook sleepvaart en andere buitengewone vaartuigen voorkomen. Hun aandeel wordt totaal op 10% gesteld.

Is de bedieningstijd van de sluis bekend per week, dan kan

uit C_S de waarde C_W is sluiscapaciteit in schepen per week worden bepaald. Hierbij worden nachturen qua capaciteit met 5% gereduceerd. Voor een sluis met een constante bediening, dit is 168 uur per week, resulteert dit in $84 + (84 - 5\%) = 163,8$ effectieve uren, zodat $C_W = 163,8C_S$.

Wanneer een sluis een groeiend verkeersaanbod met de tijd heeft ontstaat een moment waarop de overligtijd (t_o) een rol gaat spelen. De overligtijd treedt op als het schip niet met de eerst volgende schutting meekan, dus als er per schutcyclus meer schepen arriveren dan door de sluis verwerkt kunnen worden. De periode vanaf het begin van de eerst volgende schutting na aankomst tot het begin van de eerst volgende door het schip te benutten schutting wordt overligtijd genoemd. t_o Bestaat dus altijd uit een geheel aantal schutcycli. Het is duidelijk dat \bar{t}_o een maat is voor de wijze waarop de sluis het aanbod kan verwerken. In figuur 18 is het, op grond van simulatie verkregen, verband tussen \bar{t}_o en de verhouding I_W/C_W uitgezet, waarin I_W de intensiteit van het aanbod op weekbasis is. Dit is gedaan voor drie aanbodtypen, nl.:

- A: een volkomen willekeurig aanbod (Poissonverdeling)
- B: een aanbod wat volledig bepaald wordt door een aangrenzende sluis (blokverdeling)
- C: een geval tussen A en B in

Uit een bepaalde waarde van \bar{t}_o kan hiermee een bijbehorende I_W/C_W gevonden worden, waarmee I_W dan bekend is. Uit I_W zou, door vermenigvuldiging met het aantal weken per jaar de maximaal toelaatbare jaarintensiteit bepaald kunnen worden, ware het niet dat dan zou worden gerekend met een gelijkmatige verdeling van het verkeersaanbod over het jaar, hetgeen bezijden de werkelijkheid is. Er zijn namelijk bepaalde perioden in het jaar waarin het aanbod groter of kleiner is dan het gemiddelde (bietencampagne, bouwvakvacantie, vorstperioden).

Voor Nederlandse omstandigheden geldt globaal dat in de maatgevende week het aanbod 2,15% is van het jaaraanbod, hetgeen erop neer komt dat dan met 46,5 weken in plaats van 52 gerekend moet worden.

De maximaal toelaatbare jaarintensiteit wordt dus gevonden met de formule: $I_a = g \times C_W \times 46,5$ (met $I_W = g \times C_W$) voor I_a in schepen per jaar, en $I_a = g \times C_W \times 46,5 \times \bar{T}$ voor I_a in tonnen laadvermogen per jaar.

Uit gelijktijdige weergave van het verkeersaanbod (I_o) en de maximaal toelaatbare intensiteit (I_a) met de tijd volgt dan het tijdstip waarop de sluis het optredend aanbod niet meer met de gestelde gemiddelde overligtijd kan verwerken.

6.2.1.7. De toepassing van de capaciteitsberekening

Bij de controle van de gekozen kolkafmetingen is rekening gehouden met de volgende veronderstellingen, aannamen en overige gegevens:

1. wat betreft de waterstanden:

peil zoet bekken: N.A.P.

peil zout bekken: gemiddelde stand N.A.P. met een
gemiddelde getijamplitude van 1,50m
max. op- en afwaaiing onder normale omstandigheden:
0,25m

max. schutpeil: N.A.P.+3,25m

min. schutpeil: N.A.P -1,75m

max. zout peil: N.A.P.+4,00m (excl. windinvloed)
deze waterstanden zijn afkomstig van de Deltadienst
van de Rijkswaterstaat.

2. wat betreft de drempelhoogte:

bij het laagste schutpeil moet alle normale beroeps-vaart nog geschut kunnen worden; zeer diep gaande transporten zouden, gezien hun aantal, wel op hoger water kunnen wachten; wordt de diepgang van de normale beroepsvaart op maximaal 2,50 m gesteld, met een speling van 0,25 m aan de onderzijde (10%), dan geeft dit bij een peil van 1,75- een vereiste drempelhoogte van N.A.P.-4,50m; de drempels worden in beide hoofden op dezelfde hoogte gehouden.

3. wat betreft de uivoering van de sluis:

de dagwijdte van de kolk en van de hoofden is gelijk,
hetgeen tegenwoordig een normale zaak is.

4. wat betreft de uitvoering van de toeleidingswerken:

aangenomen is dat de verbinding van wachtplaats en hoofd parabolisch verloopt over een lengte van 100 m (zie figuur 10).

5. wat betreft de bedieningstijd:

de aangenomen bedieningstijd, en met name de tijd nodig voor omzetten en uitwisselen van de kolk, is die voor het meest ongunstige geval; de bediening van de sluis geschieht 168 uur per week.

Zoals reeds is opgemerkt is de waterstand tijdens in- en uitvaren van invloed op de snelheid en dus op de schuttijd-cyclus. Bij het zoete bekken geeft dit geen probleem; onder verwaarlozing van windeffect heerst daar altijd een peil van N.A.P. Het zoute bekken is echter onderhevig aan getij en heeft bij het in- en uitvaren dus verschillende waterstanden. Bezien over een lange periode is echter wel een gemiddelde waterstand aan te wijzen, nl. ook N.A.P., waarbij gerekend wordt dat extreme hoog- en laagwaters elkaar invloed opheffen, en zo dit niet zo mocht zijn, van zeer geringe betekenis zijn.

Er zal nu echter wel bekeken dienen te worden of ook wat betreft de sluiscapaciteit met een gemiddelde waterstand van N.A.P. gerekend mag worden. Dit geschieht in tabelvorm aan de hand van de volgende gegevens:

$\bar{T} = 500$ ton; $\bar{A}_1 = 145$ m; drempelhoogte op N.A.P.-4,50m; kolkafmetingen 140×16 ; vaart zout-zoet (richting oost) met $\lambda = 0,75$ en vaart zoet-zout (richting west) met $\lambda = 0,28$; $T_b = 15$ min. en $n_{max.} = 5,1$.

Geval A: zowel zout als zoet bekken op N.A.P.;
dus $F = 72 \text{ m}^2$.

Geval B: zout bekken op N.A.P. + 1,50m ; zoet bekken
op N.A.P.; dus $F_{zout} = 96 \text{ m}^2$ en $F_{zoet} = 72 \text{ m}^2$.

Geval C: zout bekken op N.A.P. - 1,50m; zoet bekken
op N.A.P.; dus $F_{zout} = 48 \text{ m}^2$ en $F_{zoet} = 72 \text{ m}^2$.

Zie voor de berekening tabel 9 en 10. Er blijkt dat bij gelijke waterstanden $\bar{T}_c = 63,95$ min. Het gemiddelde van \bar{T}_c bij hoog en laag zout peil is 63,695 min., wat een ver-

schil van 0,4% t.o.v. \bar{T}_c bij gelijke standen geeft. Dit geringe verschilpercentage lijkt de redenering te rechtvaardigen dat voor de capaciteitsberekening van een sluis aan een getijbekken uitgegaan mag worden van de gemiddelde stand. Bovenstaande is echter geen bewijs!

Nu kan de eigenlijke controleberekening uitgevoerd worden. Uit figuur 7 worden voor de in beschouwing genomen jaren 1970, 1980, 1990 en 2000 de dan voorspelde waarden van \bar{T} bepaald, nl. resp. 425, 650, 875 en 1000 ton.

Om een idee te krijgen van het verloop van \bar{t}_o in samenhang met het jaar waarop deze overschreden wordt is de berekening uitgevoerd voor vier waarden van \bar{t}_o nl. 0, $\frac{1}{2}$, 1 en $1\frac{1}{2}$ uur.

Vanwege het feit dat de verkregen kolkafmetingen in de Wemeldingedam 120 x 16 m zijn worden deze als startwaarde gebruikt.

De berekening is in tabelvorm uitgevoerd in de tabellen 11, 12 en 13. Als grenswaarden g ($= I_W/C_W$) is aangehouden: voor $\bar{t}_o = 0$: 0,46, voor $\bar{t}_o = \frac{1}{2}$: 0,65, voor $\bar{t}_o = 1$: 0,74 en voor $\bar{t}_o = 1\frac{1}{2}$: 0,80. Deze zijn afkomstig uit figuur 18, kromme C. Er is juist gebruik gemaakt van kromme C, omdat, zeker voor het aanbod vanaf het oosten (Volkerak), nog de invloed van deze sluis merkbaar zal zijn.

De uitkomsten van de berekening zijn uitgezet in figuur 19. Ter beoordeling van deze figuur dient eerst bepaald te worden wanneer een sluis niet meer voldoet. Uit de figuur 19 blijkt namelijk dat $\bar{t}_o = 0$ al in 1990 wordt overschreden, dus ca. 10 jaar na voltooiing, terwijl datzelfde met $\bar{t}_o = 1\frac{1}{2}$ uur pas tussen 2005 en 2010 gebeurt.

Theoretisch zou een optimale \bar{t}_o volgen uit een beschouwing van stichtingskosten, onderhoud en overige exploitatiekosten van de sluis, verhoogd met de kosten voor de economie, voortvloeiend uit de wachttijd, waarbij de baten en lasten dan wel door verschillende personen ontvangen resp. gedragen worden, hetgeen echter uit oogpunt van dienstverlening wel aanvaardbaar is. De bepaling van deze optimale \bar{t}_o zou buiten het kader van dit ontwerp vallen. Daarom wordt de

maximaal toelaatbare \bar{t}_o globaal op psychologische gronden bepaald. Hiervoor wordt uitgegaan van de gemiddelde schut-tijdcyclus die, zoals uit tabel 12 blijkt, rond de 60 min. ligt. Een groeiende \bar{t}_o stuit bij de schippers op toenemende psychologische weerstand. De grens wordt op $\bar{t}_o = \frac{1}{2}$ uur gesteld, en het streven is deze waarde niet binnen ca. 25 jaar te overschrijden, liefst in het gebied waar de kromme voor I_a zijn maximum heeft of nog stijgende is.

Op grond van deze overwegingen blijkt de kolk met afmetingen 120 x 16 niet te voldoen. De berekening is daarna opgezet voor afmetingen 140 x 16 m met hetzelfde resultaat. Zie hiervoor de tabellen 14 en 15.

Naast verlenging van de kolk kan ook de breedte vergroot worden. Hiertoe zijn naast elkaar bekeken de afmetingen 160 x 16 en 140 x 18 m. Zie hiervoor de tabellen 16 en 17, en 18, 19 en 20, waaruit blijkt dat verlenging van de kolk met 20 m bij deze afmetingen even effectief is als verbreding met 2m, ondanks het feit dat de oppervlaktevermeerdering 40 m^2 verschilt. Uit bouwtechnische overwegingen wordt de kolk van 160 x 16 m gekozen; achtereenvolgens wordt dan $\bar{t}_o = 0$ bereikt rond 1997, $\bar{t}_o = \frac{1}{2}$ uur rond 2007, $\bar{t}_o = 1$ uur rond 2012 en $\bar{t}_o = 1\frac{1}{2}$ uur rond 2017.

De sluis krijgt dus als nuttige kolkafmetingen 160 x 16 m, en dient te worden voorzien van een extreem doorgevoerd zout-zoet-bestrijdingssysteem.

6.2.2. De sluis voor de recreatievaart

Uit capaciteitsmetingen aan sluizen, bij toepassing van verschillende schutsystemen, blijkt dat het meest gebruikte $F(\text{irst}) I(n) F(\text{irst}) O(\text{ut})$ - systeem het minst goede resultaat geeft. Bij dit systeem wordt geschut in volgorde van aankomst en/of melding, zodat de manoeuvreerbaarheid en snelheid van de schepen in één schutting zeer veel kan variëren. Juist dit laatste heeft een zeer remmende invloed op het verloop van het schutproces. Het systeem waarbij per schutting gelijkgeaarde schepen worden verwerkt is dan ook duidelijk in het voordeel.

Hier staat echter een achterstelling van langzame schepen tegenover, hetgeen niet helemaal rechtvaardig is. Deze onrechtvaardigheid wordt verminderd als er meerdere sluizen ter beschikking staan. In het beschouwde geval is een verdeling naar aard te maken met de beroepsvaart aan de ene kant en de recreatievaart aan de andere kant. Het feit dat deze "buitengewone" vaart gebruik maakt van een aparte sluis zal dan de capaciteit van het gehele complex verhogen. Nog beter zou het zijn als van de beroepsvaart de langzame schepen, zoals grote transporten, sleepschepen e.d., ook door de recreatiesluis zouden gaan. Het lijkt hier verstandig dit niet te doen, en wel om de volgende redenen:

1. de pleziervaart heeft, zoals in het volgende is aangegeven, behoefte aan een niet zo grote sluis, bijv. 75×9 m, die altijd nog 32 jachten per uur kan verwerken (zie figuur 5).
Om de grote transporten te schutten zouden de afmetingen 120×16 m moeten zijn, hetgeen in de bouw- en exploitatiekosten nogal wat verschil maakt.
2. buiten financiële overwegingen spelen hier ook factoren van waterhuishoudkundige aard een rol. De sluis dient een zo goed mogelijke scheiding tussen zout en zoet water te zijn. Is echter de kolk veel te groot in vergelijking met het jachtenaanbod, dan zal vaak met gedeeltelijk gevulde, zo niet zwaar onderbezette kolk geschut worden, hetgeen dan onnodig zout- en zoetverlies geeft.
3. de recreatiesluis kan nu geheel volgens de eisen van de pleziervaart worden ingericht.

Op grond van deze redenering bestaat het aanbod van de recreatiesluis dan alleen uit pleziervaartuigen.

Wat betreft de recreatievaart is alleen een opgave van de in het verleden gepasseerde aantallen pleziervaartuigen beschikbaar (zie paragraaf 5.6), en bovendien de afmetingen van de nieuwe jachtensluis in het Volkerak, nl. 142×16 m, die echter zo groot is om ook hoge transporten te kunnen schutten i.v.m. beperking van het aantal openingen van de

beweegbare brug.

De afmetingen van de kolk worden dan, arbitrair, vastgesteld op 75 x 9 m. Stel de nog te passeren diepgang van de maatgevende klasse, nl. de motorzeiljachten, op 1,50 m, dan volgt bij minimum schutpeil van 1,75⁻ een drempelhoogte van N.A.P.-3,25 m.

De sluis dient ook te worden voorzien van een zo goed mogelijk zout-zoet-bestrijdingssysteem.

7. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

De secundaire dammen in compartimenteringsplan C4 van de Oosterschelde dienen te worden voorzien van de volgende schutaccomodatie:

Wemeldingedam: deze krijgt slechts één sluis, nuttige kolkafmetingen 120 x 16 m, drempelhoogte N.A.P.-4,50 m; de sluis dient zowel beroeps- als recreatievaart te verwerken, en voorzien te zijn van een extreem doorgevoerd zout-zoet-bestrijdingssysteem.

Philipsdam:

1. sluis voor beroepsvaart, nuttige kolkafmetingen 160 x 16 m, drempelhoogte N.A.P.-4,50 m.
2. sluis voor recreatievaart, nuttige kolkafmetingen 75 x 9 m, drempelhoogte N.A.P.-3,25 m.

Beide sluizen krijgen een extreem doorgevoerd zout-zoet-bestrijdingssysteem.

Bij het beschouwen van bovenstaande afmetingen dient het zeer globale karakter van de berekening niet uit het oog te worden verloren. Als excus voor deze onnauwkeurige benadering zijn een aantal redenen van diverse aard aan te voeren:

1. het feit dat de studie als deelontwerp wordt uitgevoerd legt bepaalde grenzen op m.b.t. de tijd.
2. het geven van een prognose voor een aantal voor het schutproces belangrijke grootheden vergt op zich al veel meer tijd dan officieel nodig voor dit deelontwerp; bovendien dient dan samengewerkt te worden

met een aantal vakgebieden waarin op de afdeling der Weg- en Waterbouwkunde niet gedoceerd wordt. Als voorbeelden hierbij kunnen dienen:

1. de prognose van het aanbod van beroepsvaart, waarbij streekontwikkeling en -indeling, ontwikkeling van het vervoer, ontwikkeling van industrie en handel enz. een rol spelen. Zijn bovenstaande factoren al conjunctuurgevoelig, temeer nog uit zich dit bij de recreatievaart.
Ondanks deze moeilijkheden is er grote behoefte aan dergelijke prognoses. Dat dit tekort door meer instanties wordt gevoeld en hieraan ook een en ander wordt gedaan bewijst o.a. het bestaan van de prognose van de Afdeling FE van de Hoofddirectie van de Waterstaat voor het Kanaal door Zuid-Beveland, waarvan in dit verslag ook gebruik is gemaakt.
2. de prognose voor \bar{T} , hier gegrond op extrapolatie uit de periode 1960 tot en met 1972. Dat dit echter zeker niet de juiste weg is bleek al uit het feit dat dan voor het jaar 2000 een \bar{T} van 1250 ton zou worden gevonden, hetgeen veel te hoog is voor deze route. Het is duidelijk dat de waarde van \bar{T} in de toekomst een asymptoot zal hebben, waarbij de maximale waarde o.a. wordt bepaald door de capaciteit van de bovenrivieren w.b. diepgang en manoeuvreerbaarheid en de blijvende behoefte aan kleine schepen voor geringe te vervoeren hoeveelheden.
Hier ligt voor geïnteresseerden nog een aantrekkelijk studieterrein braak.
3. het vaststellen van de waarde van \bar{t}_o , waaraan veel meer onderzoek vooraf kan gaan.
3. De moeilijkheden met betrekking tot de zandwinning in het gebied duiden op een te geringe bekendheid van waarschijnlijk toch wel bekende gegevens (bijv. uit sluisboeken). Al is het misschien wat te vergaand om deze in C.B.S.-publicaties op te nemen, het zou aanbelengswaardig zijn ze op het C.B.S.-kantoor ter inza-

ge te leggen, zoals dat bijvoorbeeld ook het geval is met internationaal scheepstransport uit havens met een totaal goederenvervoer per schip, kleiner dan 10.000 ton per richting.

4. Eenzelfde opmerking geldt voor plaats van herkomst en bestemming van schepen op telpunten i.v.m. het opstellen van de relatielijnen.
5. Bij de bepaling van de geschikte sluisafmetingen is als maatstaf $\bar{t}_o = \frac{1}{2}$ uur aangehouden. Dit is een lange-duur-gemiddelde, en hieruit mogen verder geen conclusies omtrent individuele wachttijden per schip getrokken worden.
Bovendien is gebruik gemaakt van een gemiddelde overligcurve. Een beter resultaat zou verkregen worden met een overligcurve voor de betreffende sluis, die in eerste instantie nog niet vastligt, zodat een iteratieproces gebruikt zou moeten worden. Voor het opstellen van een overligcurve dient echter de verdeling van het aanbod naar laadvermogen bekend te zijn, hetgeen een studie op zich vergt.
6. Wat voor de overligcurve geldt, geldt ook voor de overige gebruikte grafieken: alle zijn gemiddelden.

8. GERAADPLEEGDE LITERATUUR

1. "Statistiek van de scheepvaartbeweging" van de jaren 1960, 1965, 1970, 1971 en 1972; uitgave van het Centraal Bureau voor de Statistiek te 's-Gravenhage
2. "Statistiek van het binnenlands goederenvervoer" van de jaren 1960, 1965, 1970, 1971 en 1972; uitgave van het Centraal Bureau voor de Statistiek te 's-Gravenhage
3. "Traffic capacity and resistance of navigation locks" uit de serie "Rijkswaterstaat Communications" van Ir. C. Kooman en P.A. de Bruyn (nog niet officieel verschenen bij de voltooiing van dit verslag)
4. "Weerstand en capaciteit van vaarwegen" door Ir. C. Kooman, een artikel, gepubliceerd in De Ingenieur van 29 september 1972.

9. BESLUIT

Tot slot meen ik enkele namen te moeten noemen van mensen die een bijdrage hebben geleverd aan het tot stand komen van dit deelontwerp.

Ik dank de heer H. Westerhout van de Directie Sluizen en Stuwen van de Rijkswaterstaat voor zijn hulp in de vorm van literatuur;

de heer C. Kooman van de Afdeling Scheepvaart van de Rijkswaterstaat voor de verleende "colleges" en het ter beschikking stellen van de gebruikte grafieken,
en tenslotte de heer J. Bouwmeester voor de begeleiding vanuit de vakgroep Algemene en Verkeerswaterbouwkunde.

FIG. 1: OVERZICHT COMPARTIMENTERINGSPLAN C 5

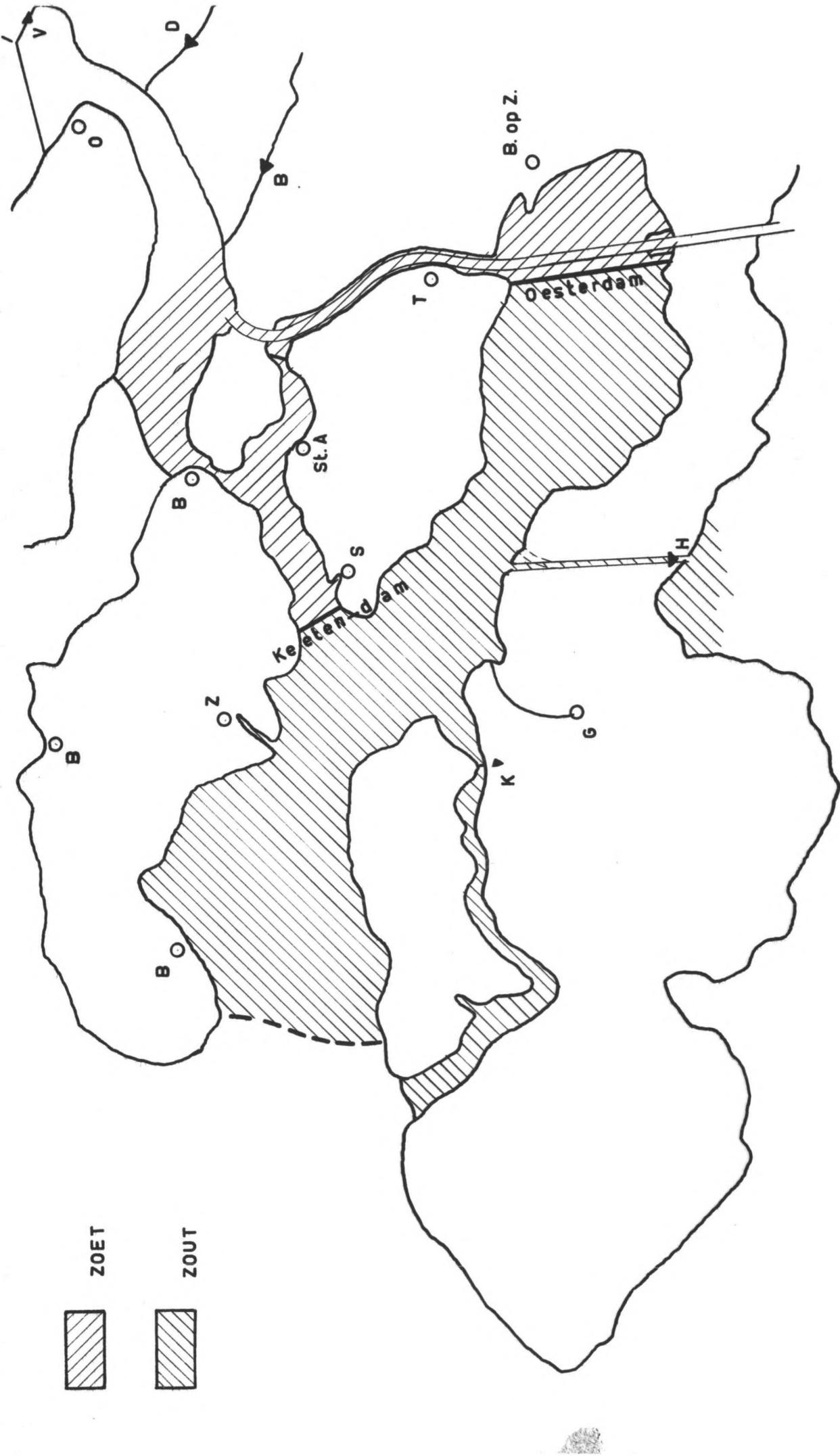
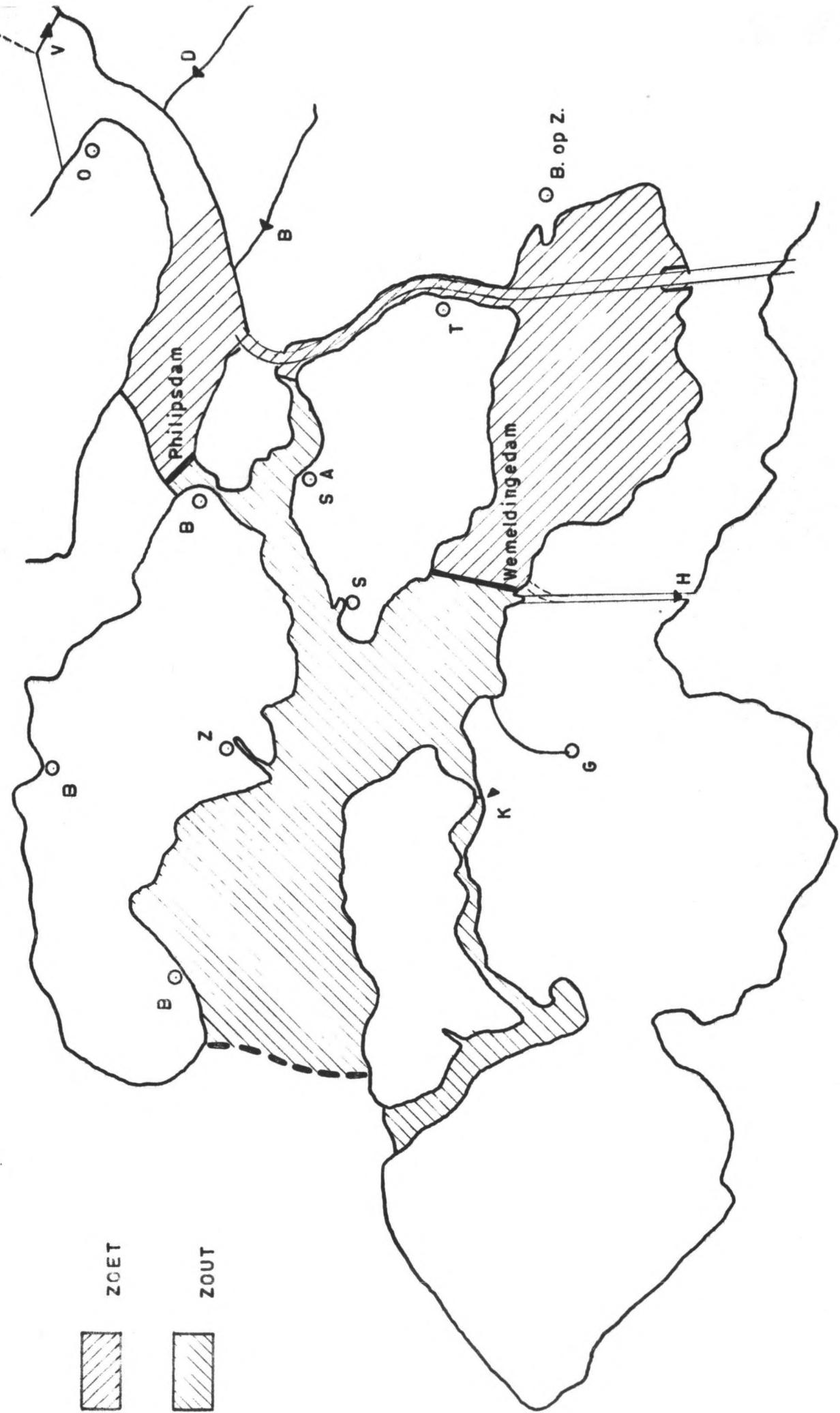


FIG. 2 : OVERZICHT COMPARTIMENTERINGSPLAN C 4



- TELPUNT BIJ HAVEN
- TELPUNT BIJ SLUIS

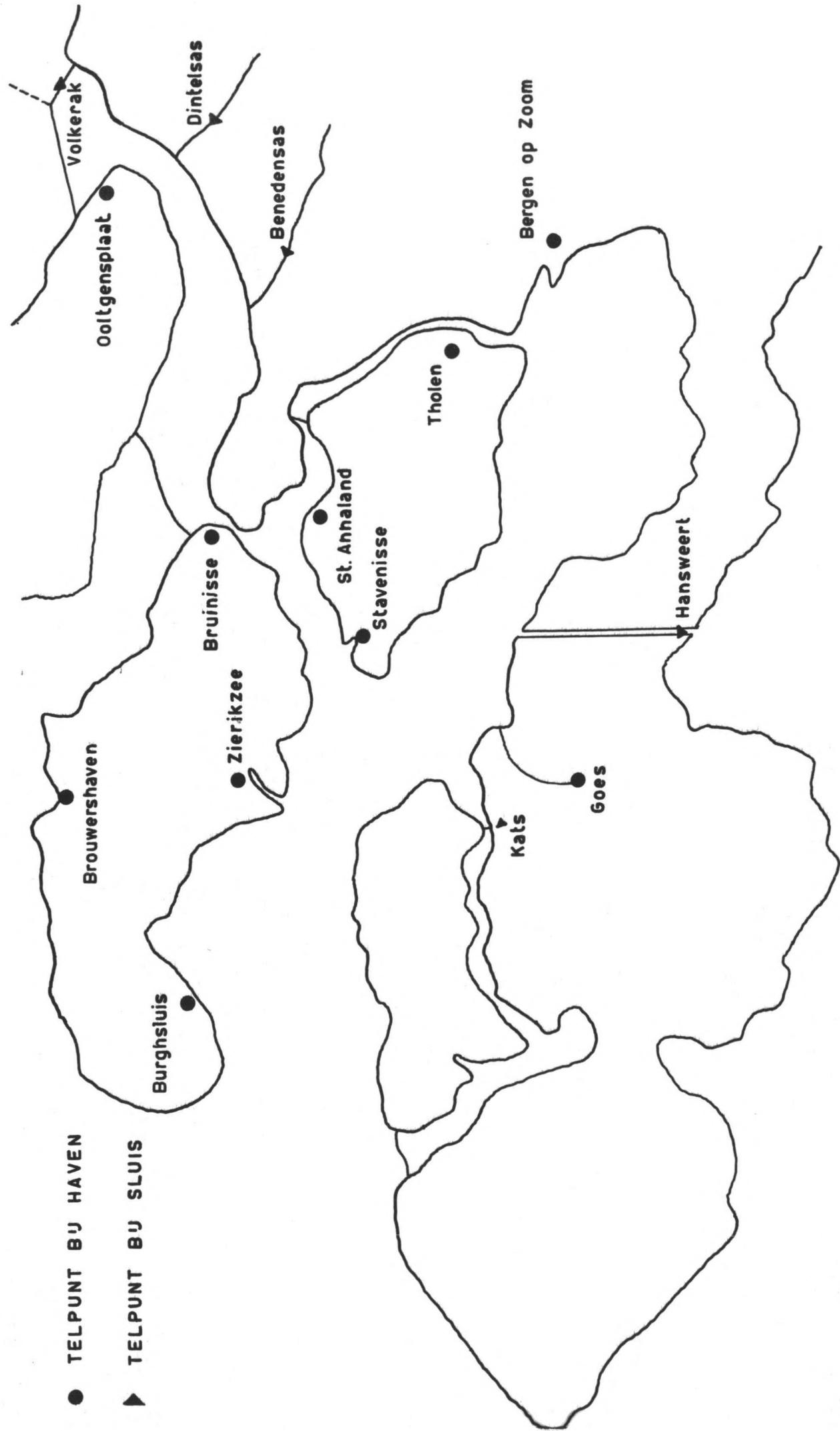


FIG. 3: OVERZICHT VAN TELPUNTEN

TRAJECT	AANTAL SCHEPEN	LAADVERM. IN 1000 TON
1	47.818	36.014
2	49.281	36.669
3	49.285	36.670
4	161	36
5	548	164
6	6.006	3.839
7	6.554	4.003
8	6.614	4.024
9	6.716	4.072
10	7.015	4.190
11	7.153	4.269
12	57.288	41.187
13	59.937	42.637

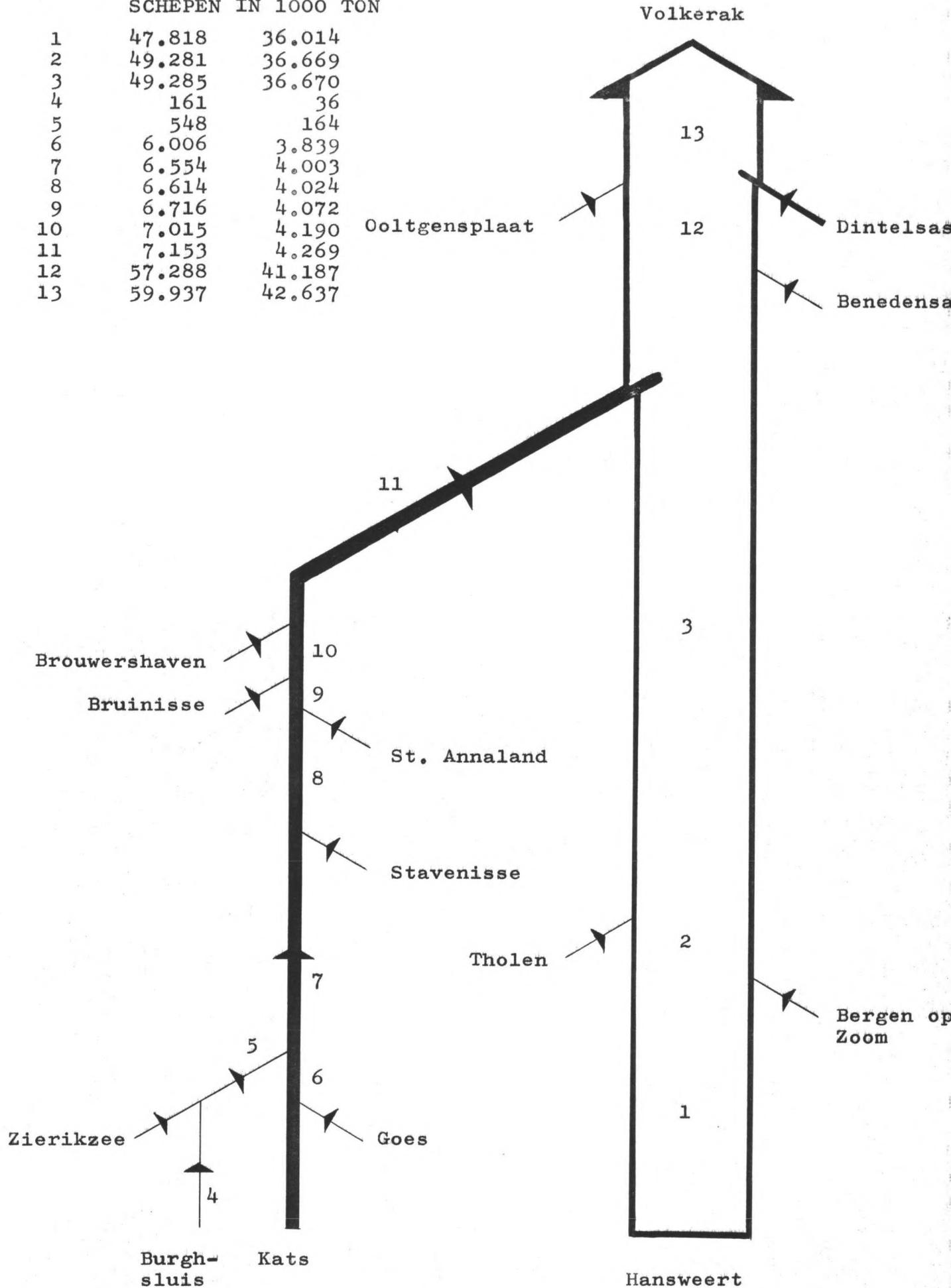


FIG. 4A: INTENSITEITSLIJNEN VOOR TOTAAL AANTAL SCHEPEN EN LAADVERMOGEN VOOR 1972

TRAJECT	AANTAL SCHEPEN	LAADVERM. IN 1000 TON
1	60.625	44.410
2	57.607	42.848
3	56.755	42.599
4	49.715	38.251
5	48.254	37.592
6	7.040	4.348
7	6.902	4.269
8	6.484	4.096
9	6.424	4.073
10	572	171
11	164	37
12	5.852	3.902
13	3.973	3.270

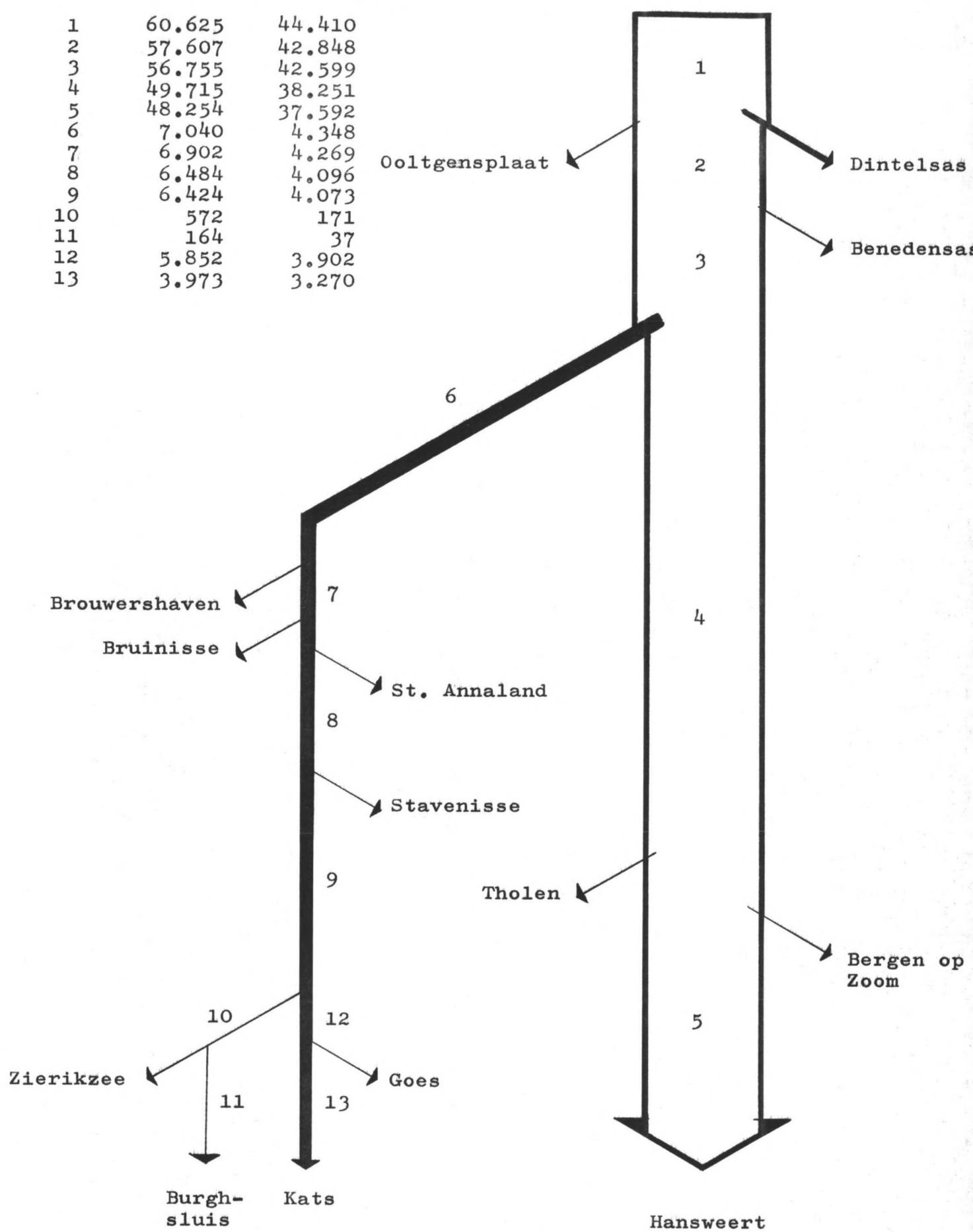
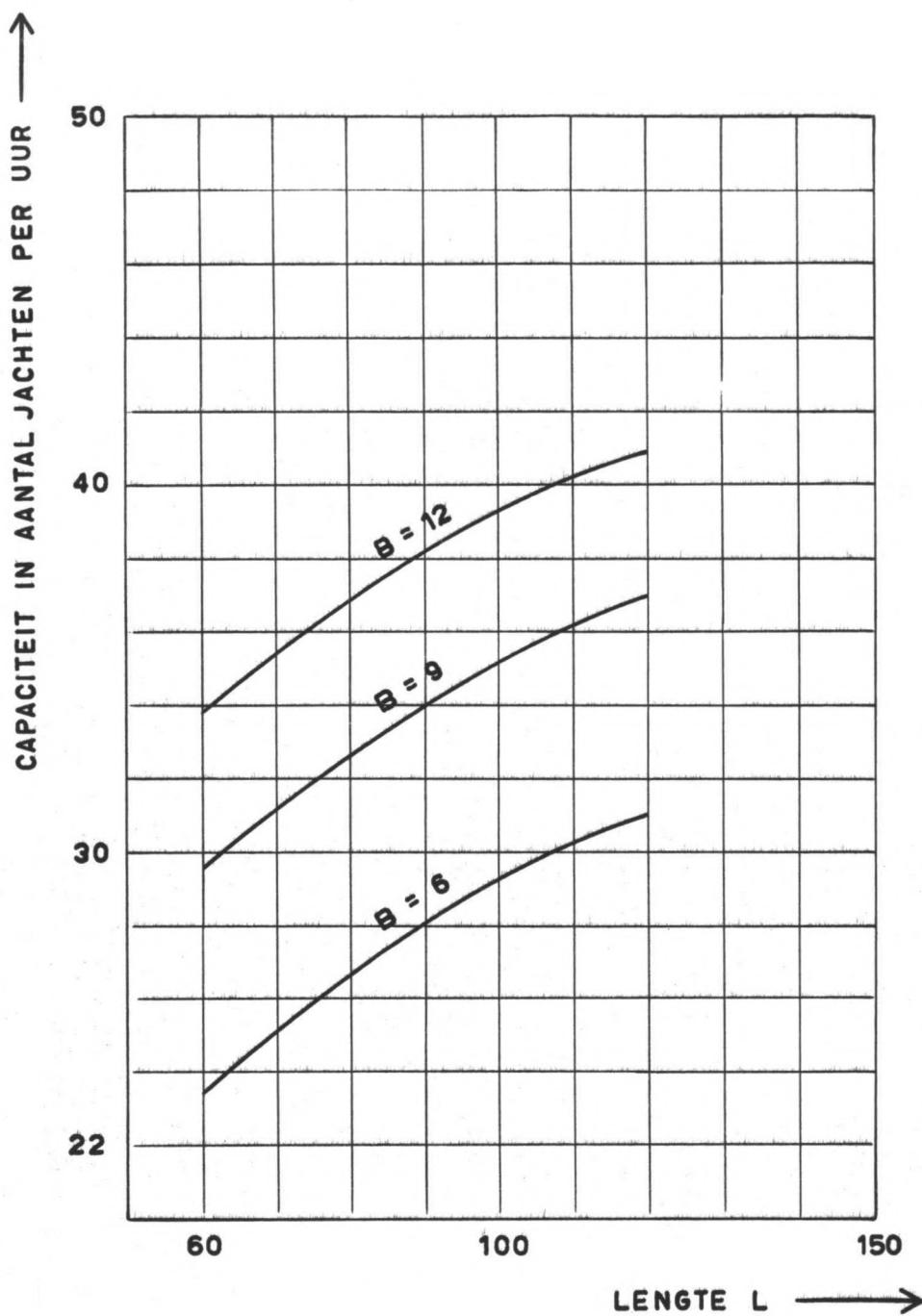


FIG. 4B: INTENSITEITSLIJNEN VOOR TOTAAL AANTAL SCHEPEN EN LAADVERMOGEN VOOR 1972



	L			
	60	80	100	120
T_b	11	12	13	14

FIG. 5: CAPACITEIT VAN PLEZIERVAARTSLUIZEN MET ZOUTKERING

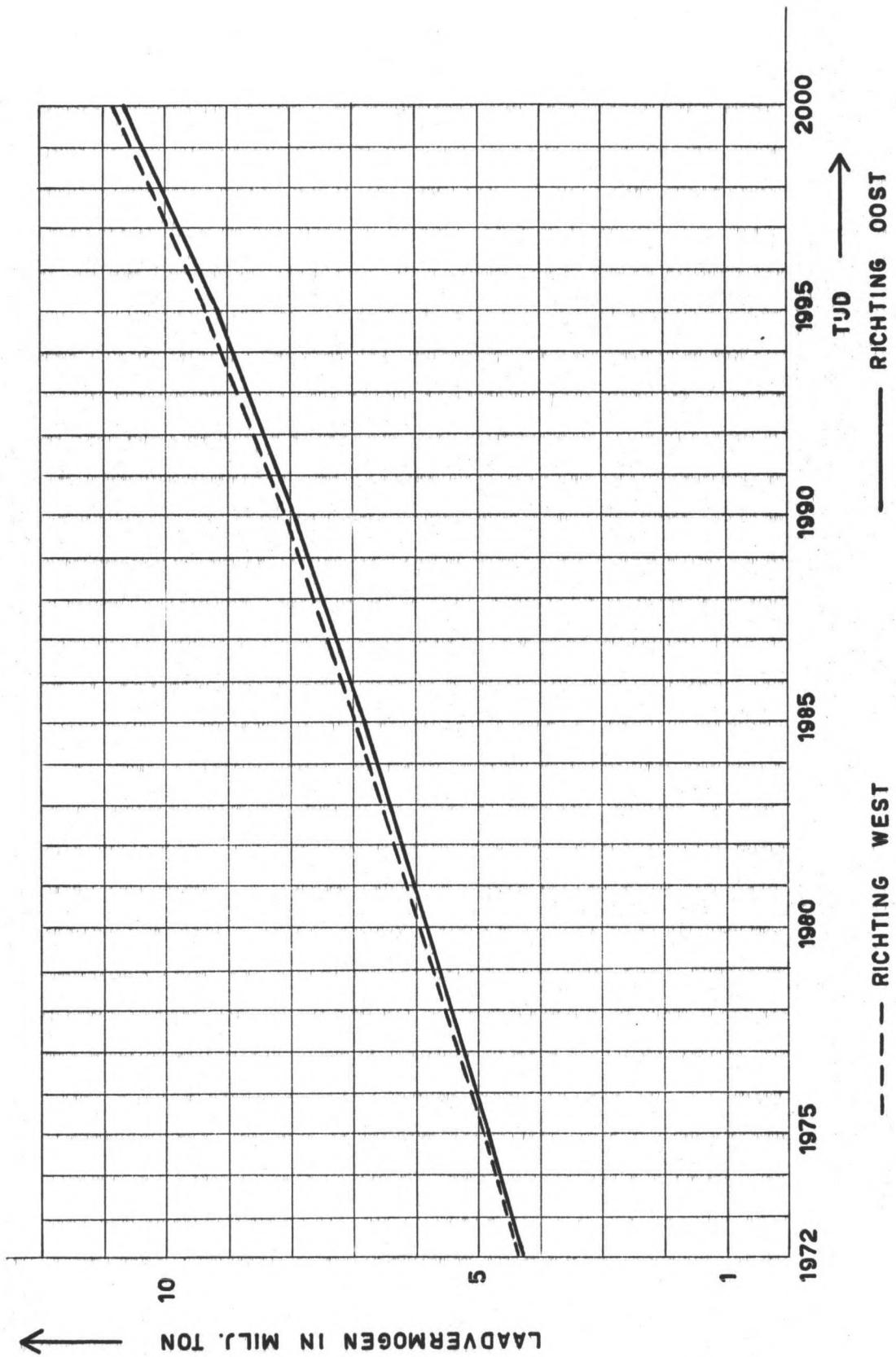
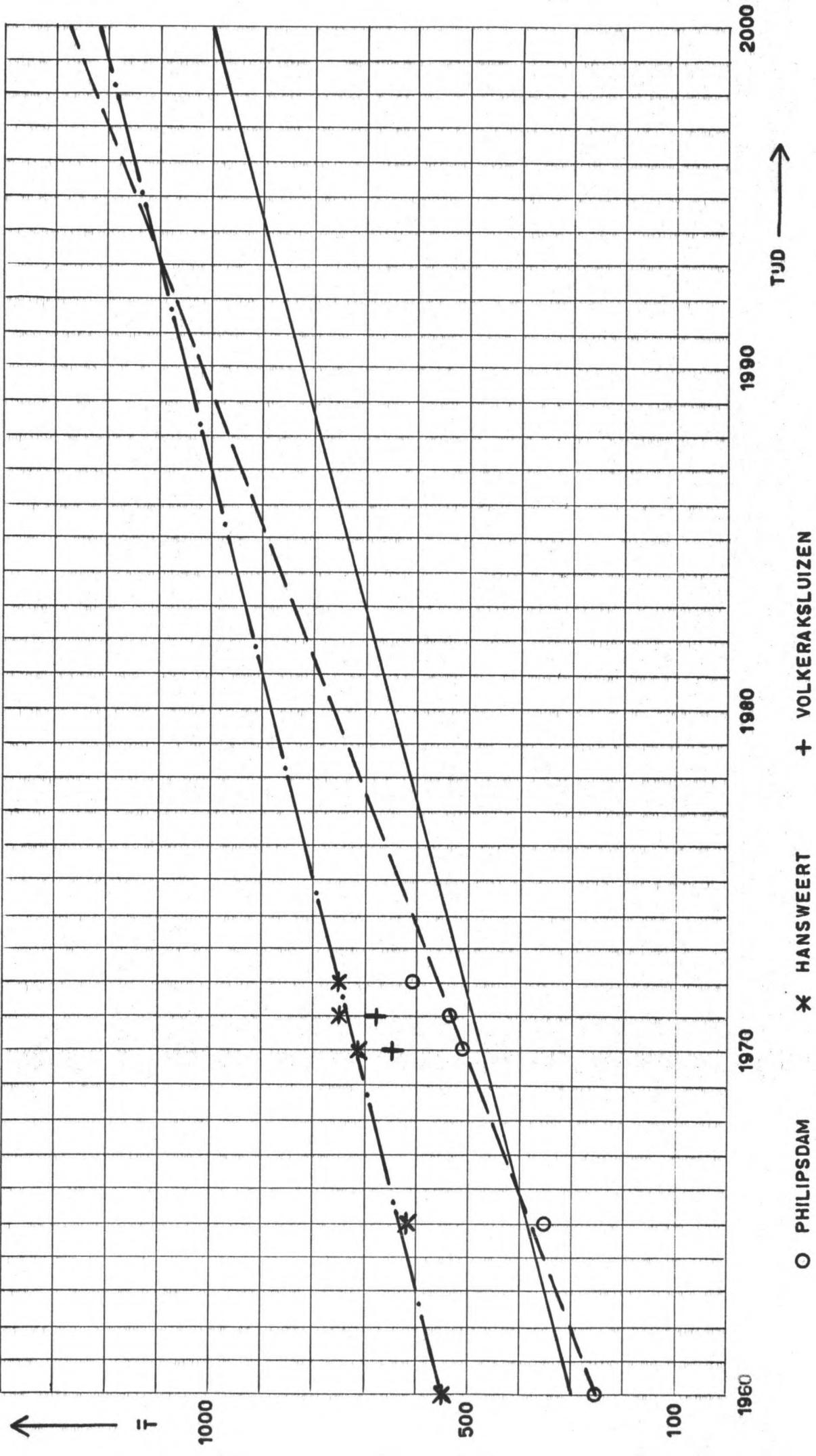


FIG. 6: LAADVERMOGENAANBOD VAN DE SLUIS IN DE PHILIPSDAM

FIG. 7: VERLOOP VAN \bar{T} MET DE TJD



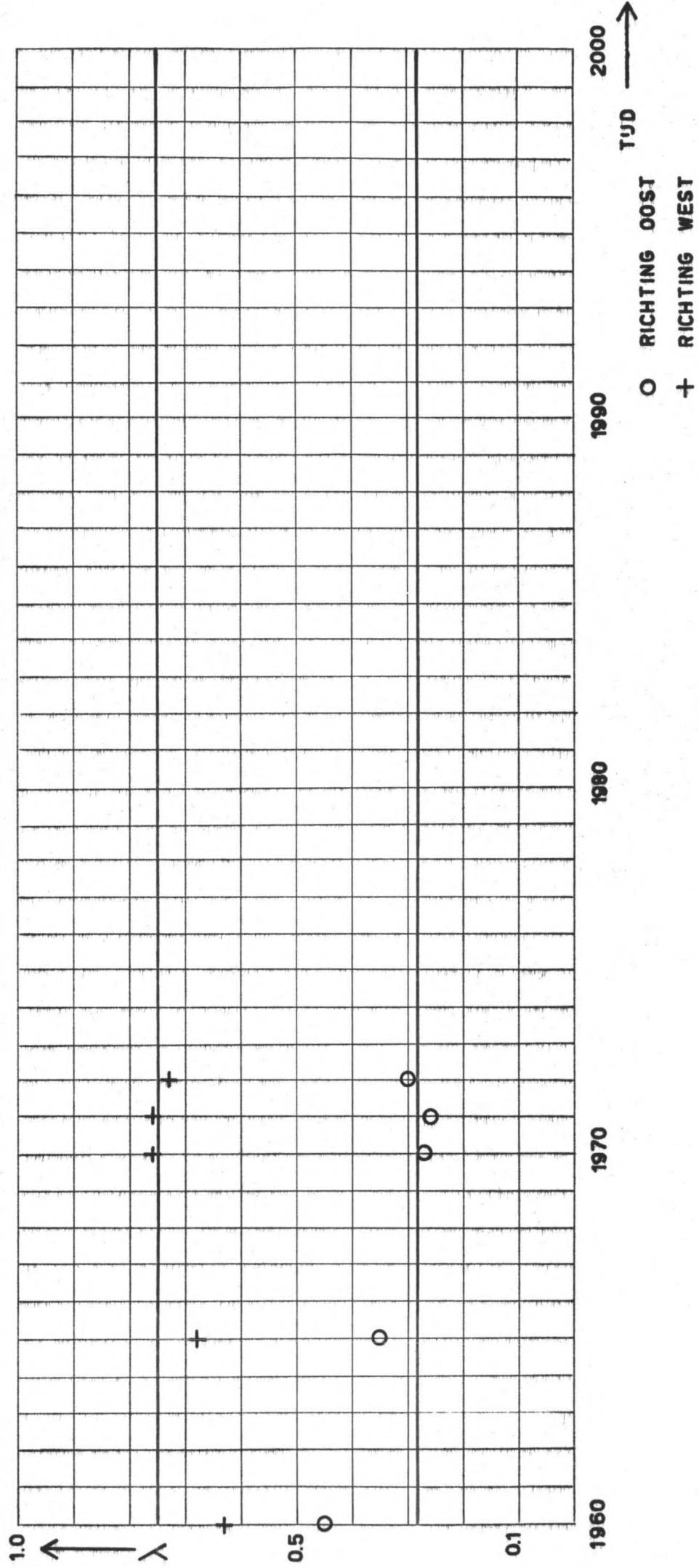


FIG. 8 : VERLOOP VAN λ MET DE TUD

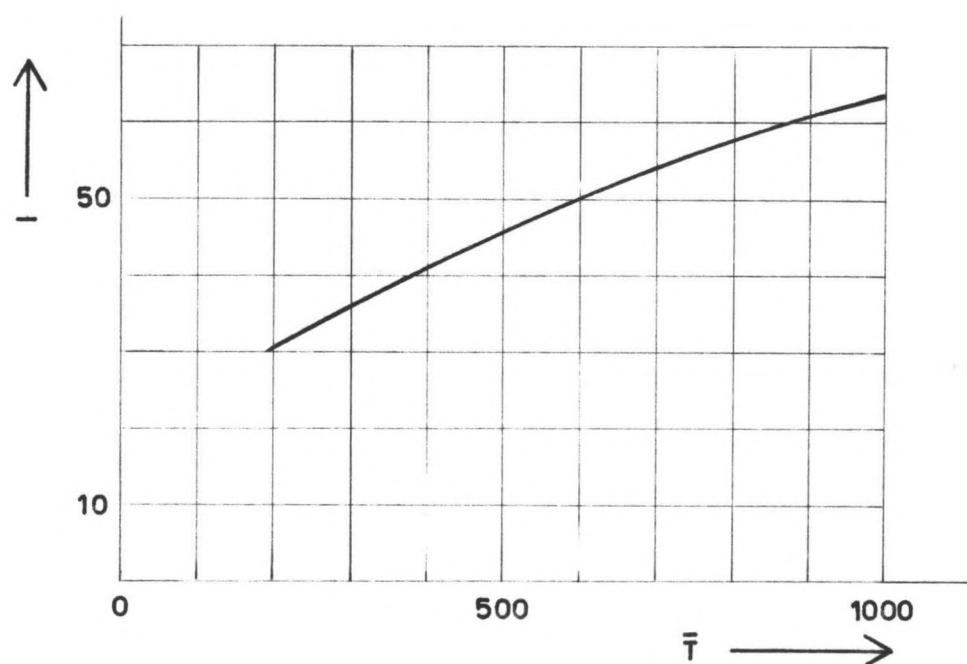
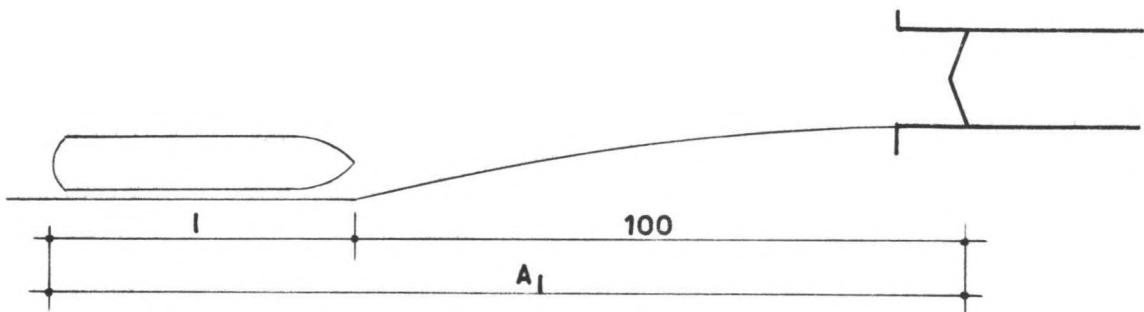
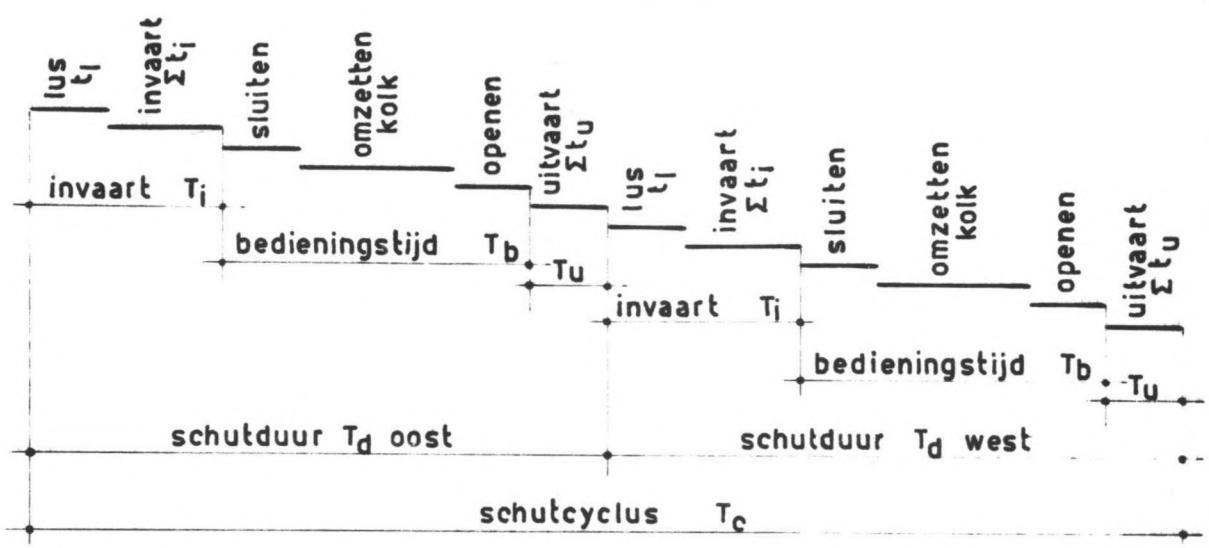


FIG. 11: VERLOOP VAN I ALS FUNCTIE VAN \bar{T}

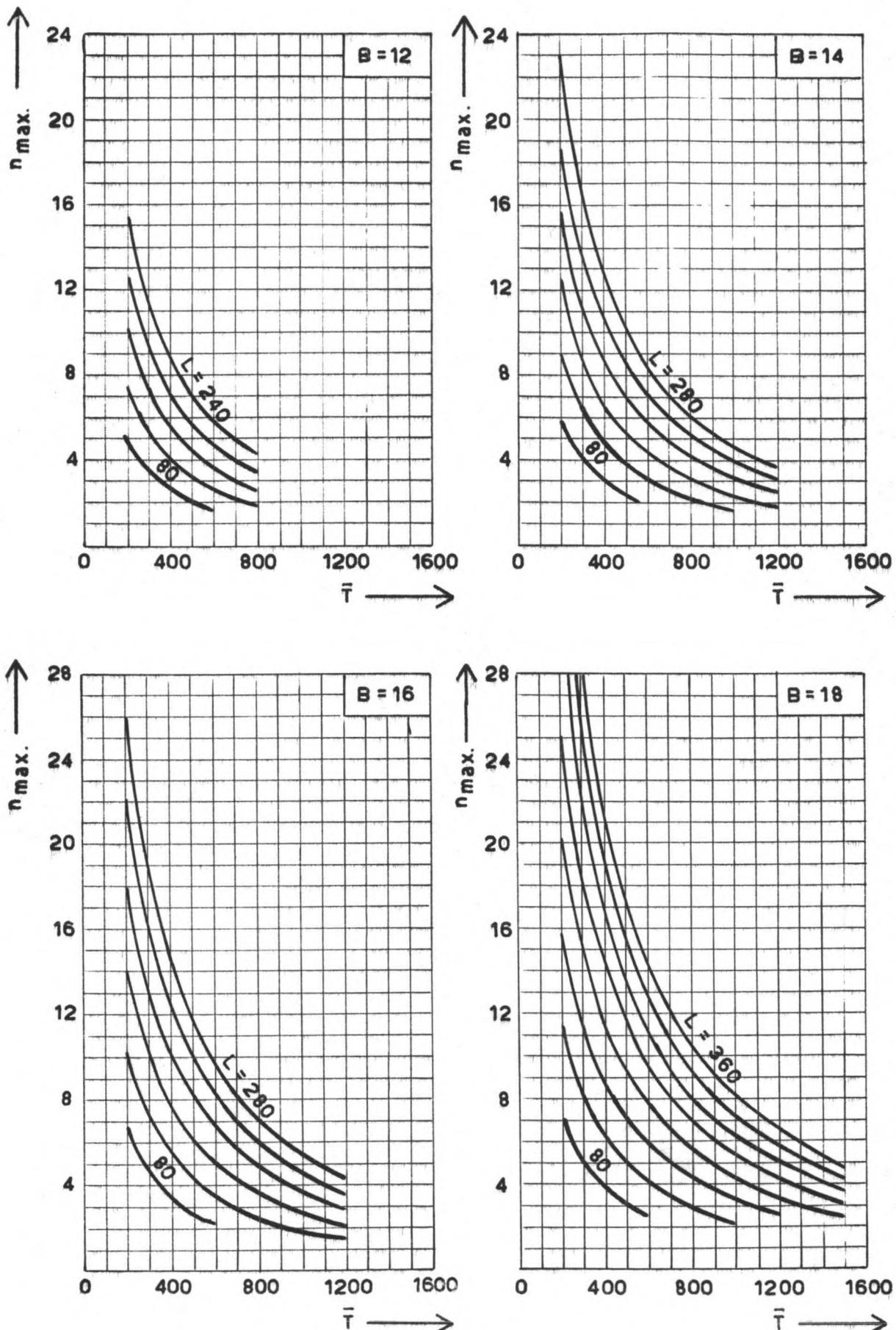


FIG. 12 : VERBAND TUSSEN $n_{\max.}$ EN \bar{T} VOOR
VERSCHILLELENDE WAARDEN VAN L EN B

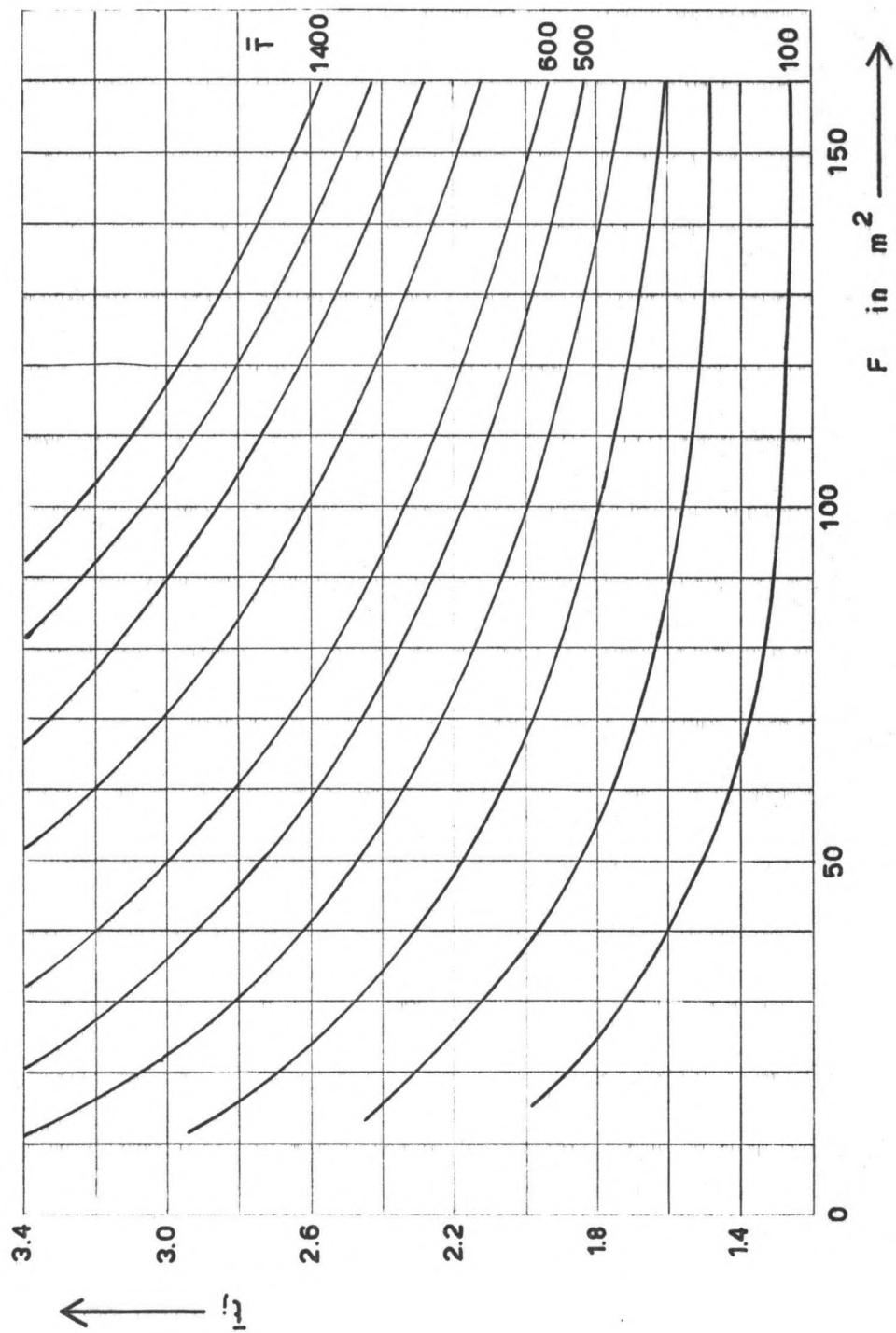


FIG. 13: VERBAND TUSSEN \bar{t}_i EN F VOOR VERSCHILLELENDE WAARDEN T VAN GELADEN MOTORSCHEPEN

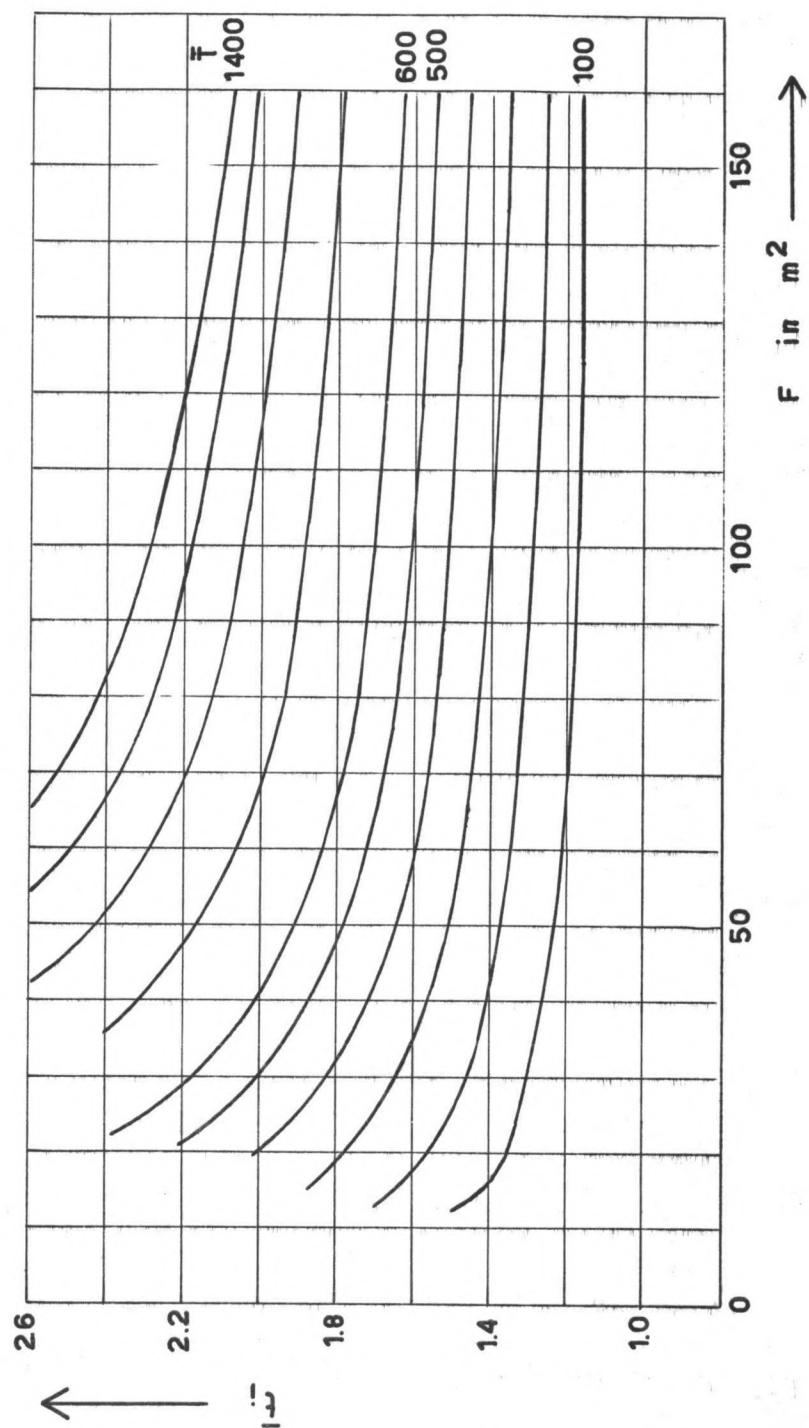


FIG. 14: VERBAND TUSSEN t_i^{-1} EN F VOOR VERSCHILLENDEN WAARDEN \bar{T} VAN ONGELADEN MOTORSCHEPEN

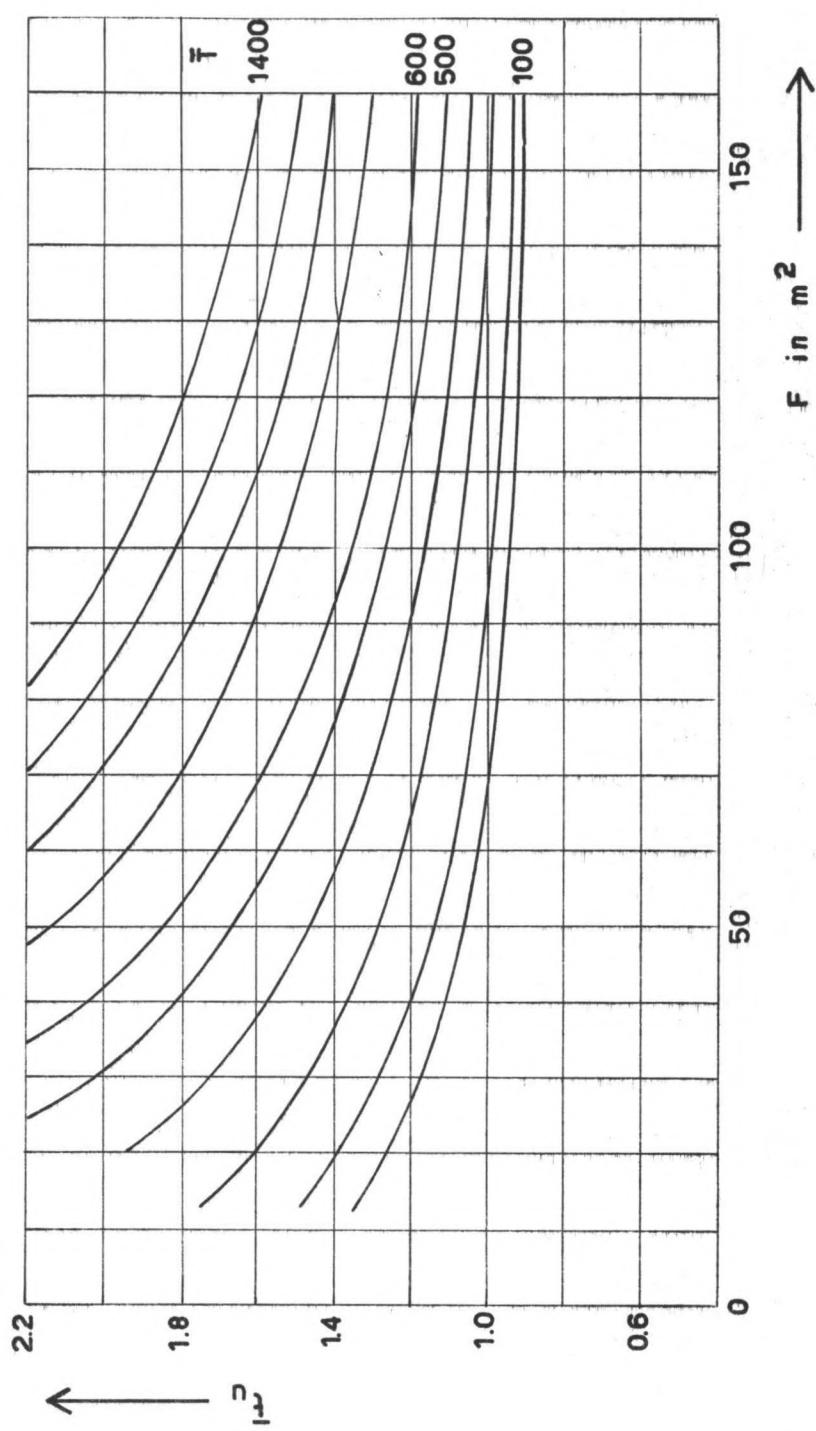


FIG. 15: VERBAND TUSSEN \bar{t}_u EN F VOOR VERSCHILLELENDE WAARDEN \bar{T} VAN GELADEN MOTORSCHEPEN

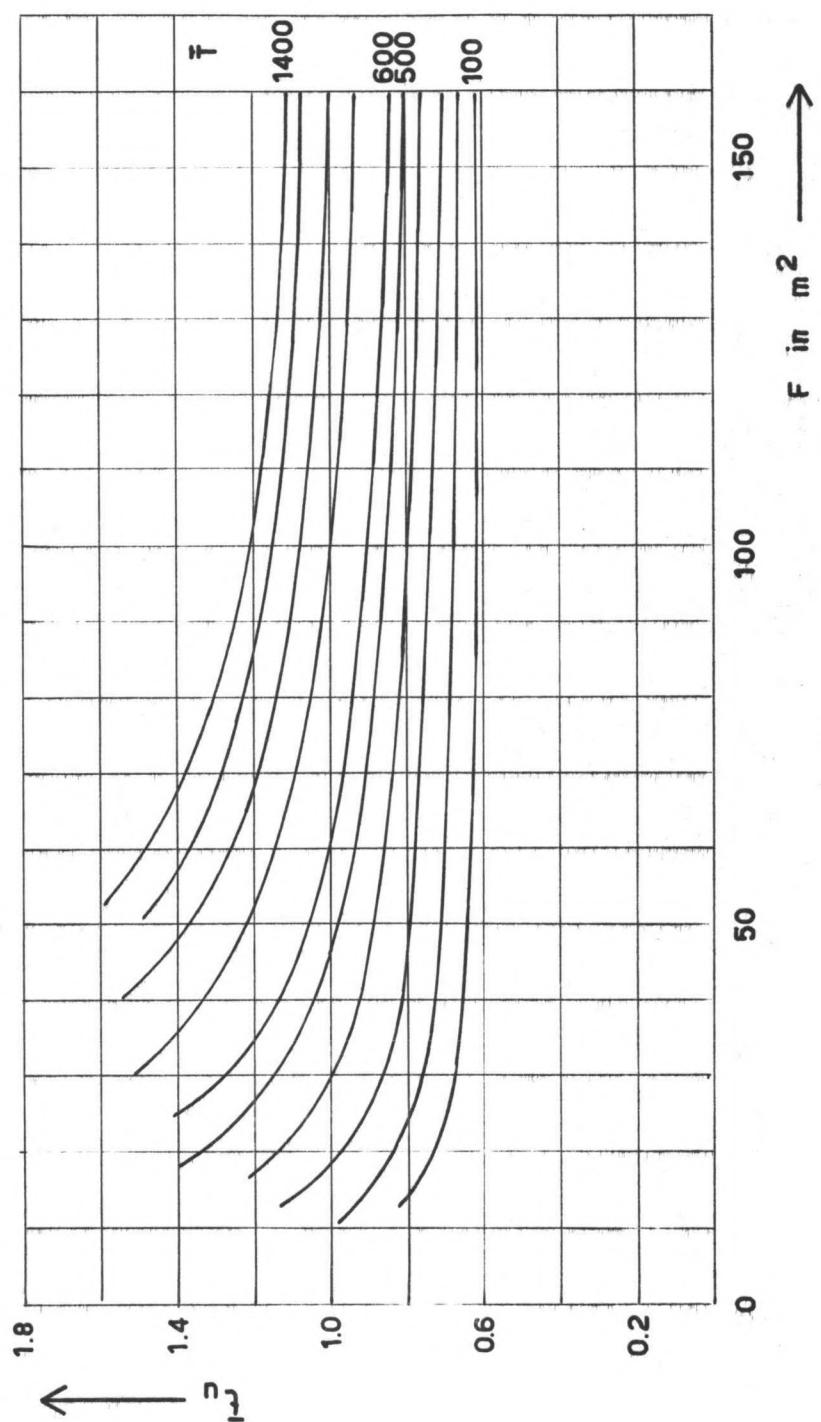


FIG. 16 : VERBAND TUSSEN \bar{t}_u EN F VOOR VERSCHILLELENDE WAARDEN \bar{T} VAN ONGELADEN MOTORSCHEPEN

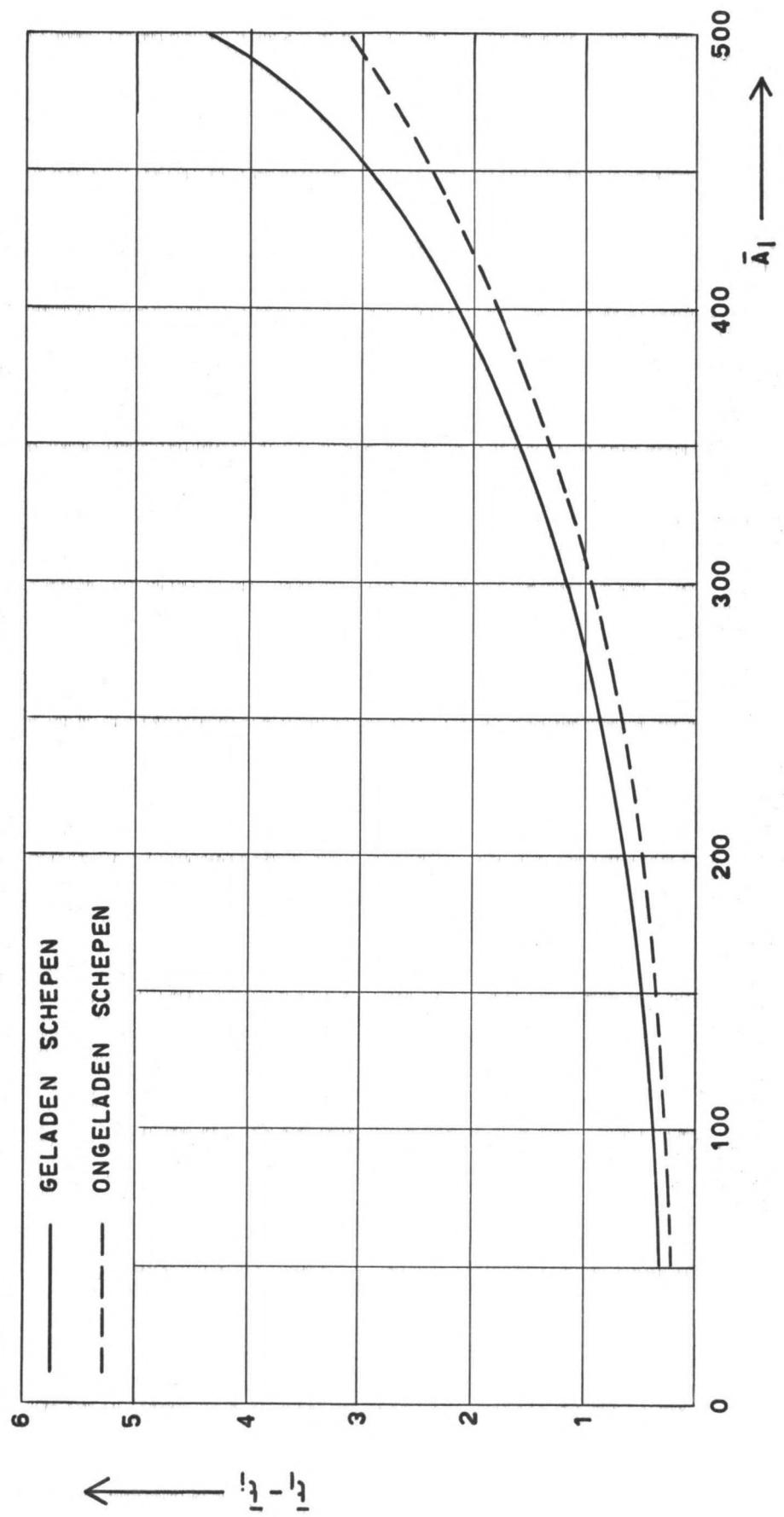


FIG. 17 : CORRECTIEKROMME VOOR DE GEM. LUSTRUUD

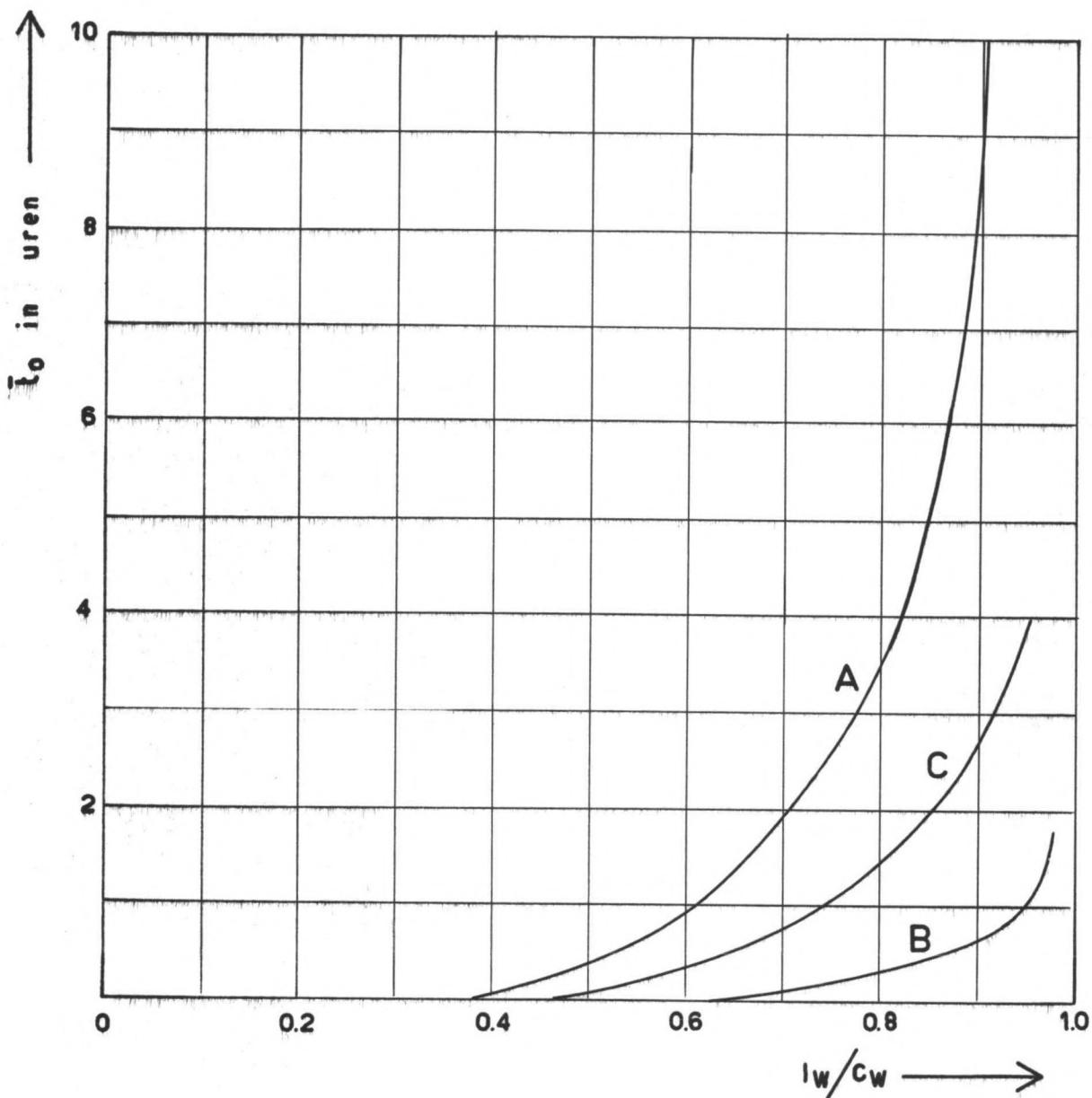


FIG. 18: OVERLIGTUD VOOR VERSCHILLEND
WAARDEN VAN I_w/C_w

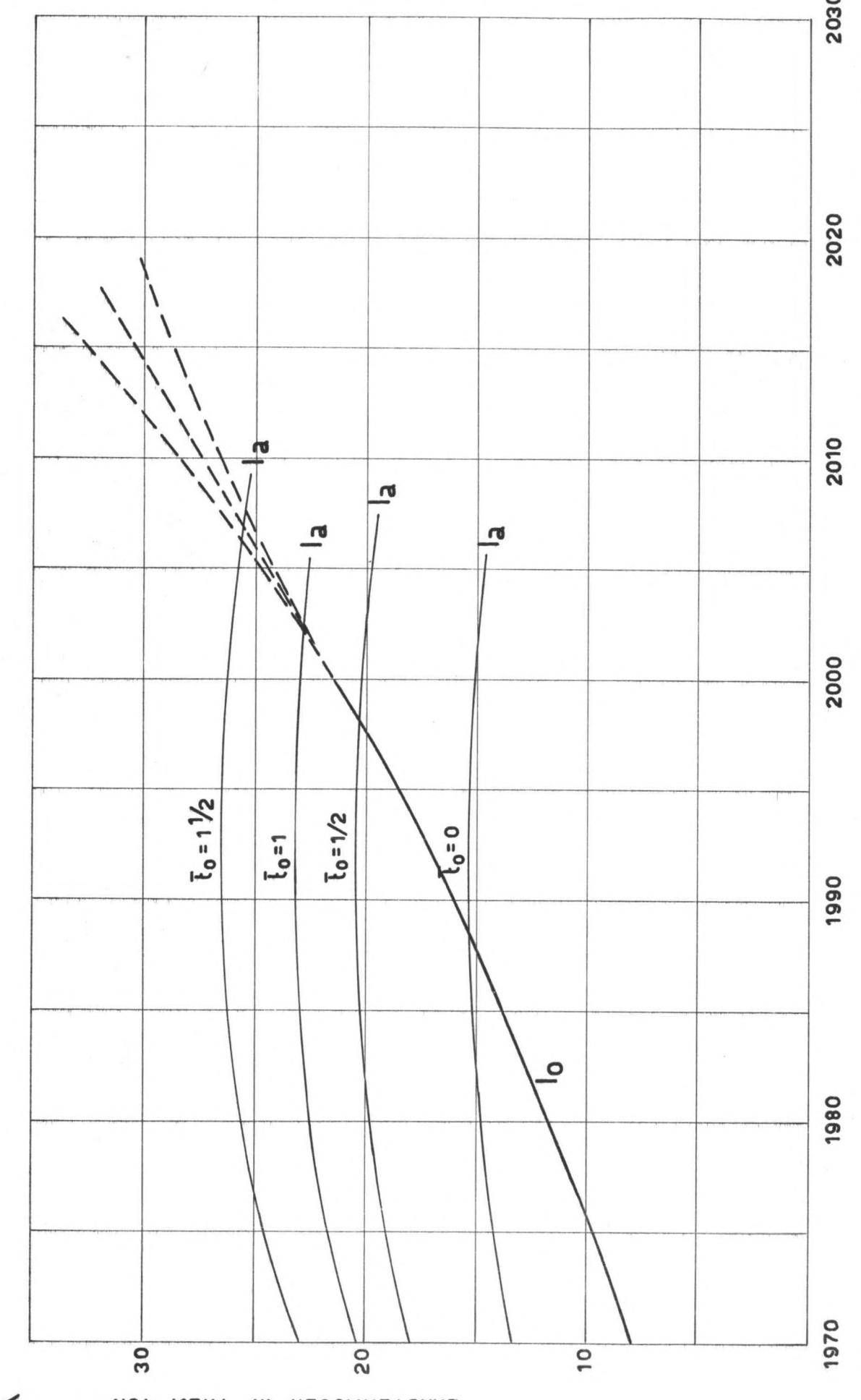


FIG. 19 : VERLOOP VAN I_a EN I_o MET DE TJD VOOR VERSCHILLENDEN WAARDEN VAN I_w/c_w (SLUISAFMETINGEN 120 x 16)

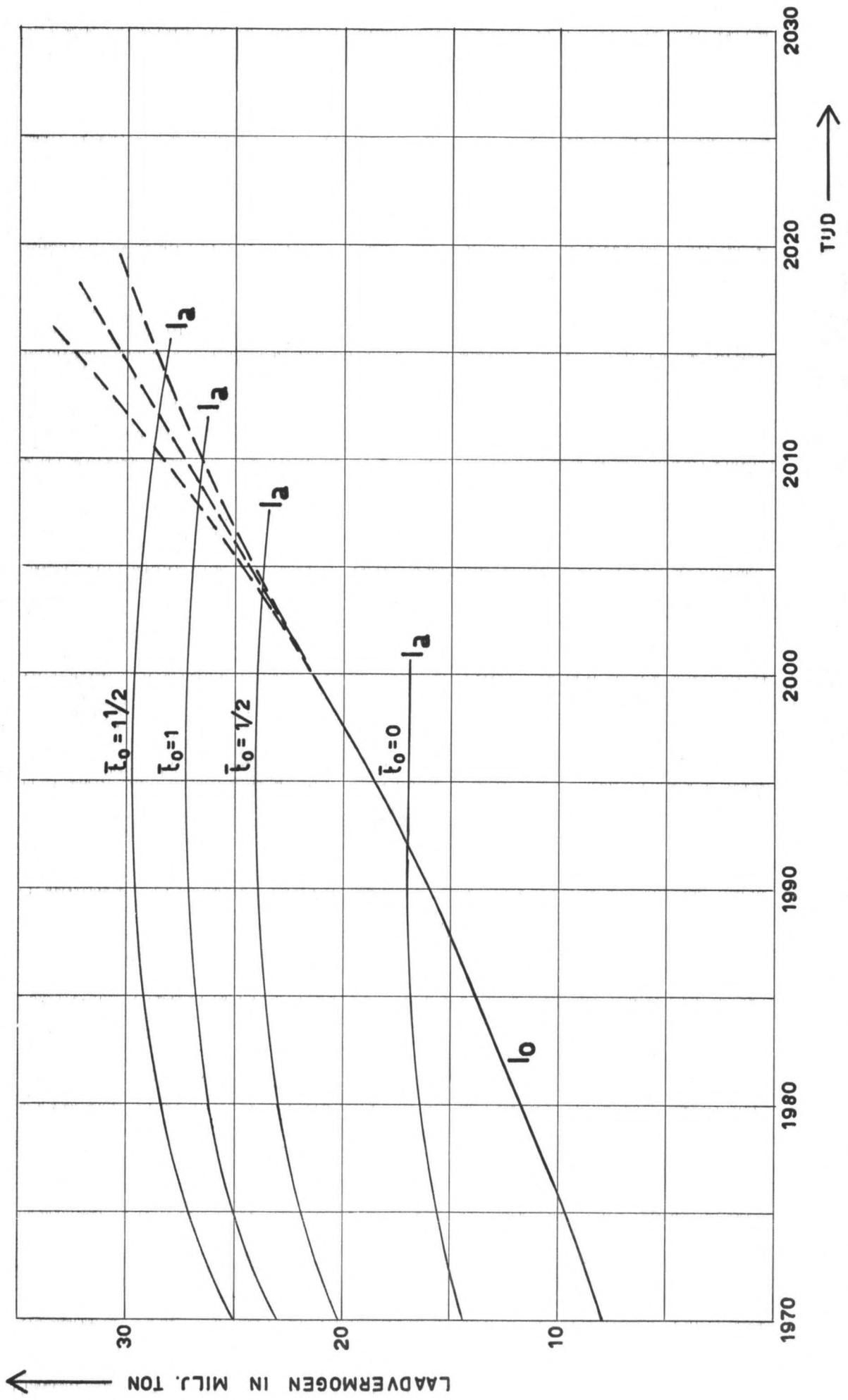


FIG. 20 : VERLOOP VAN I_a EN I_0 MET DE TJD VOOR VERSCHILLENDEN WAARDEN VAN I_w / C_w (SLUISAFMETINGEN 140 x 16)

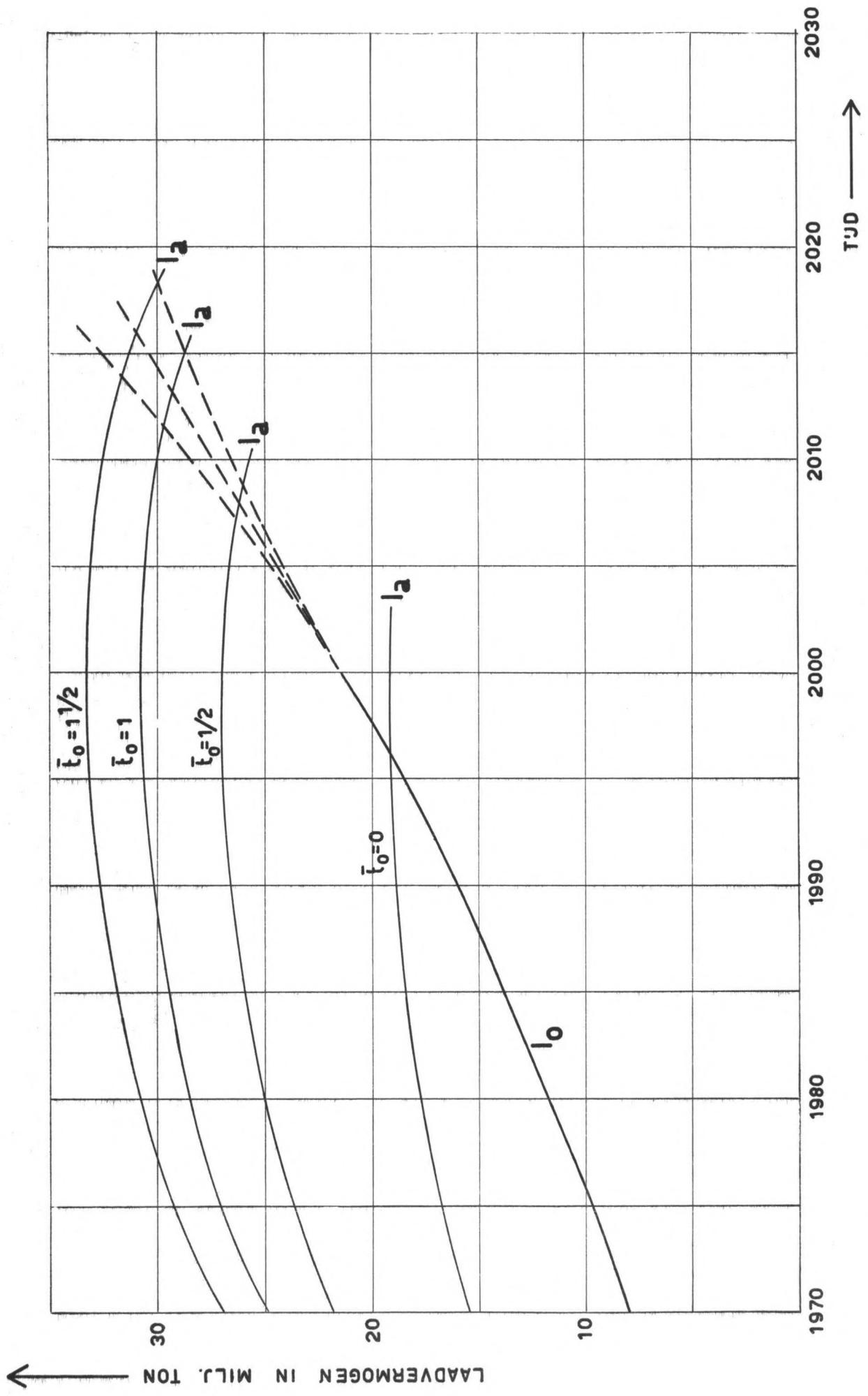


FIG. 21 : VERLOOP VAN I_a EN I_0 MET DE TJD VOOR VERSCHILLENDEN WAARDEN VAN I_w/C_w (SLUISAFMETINGEN 160 x 16)

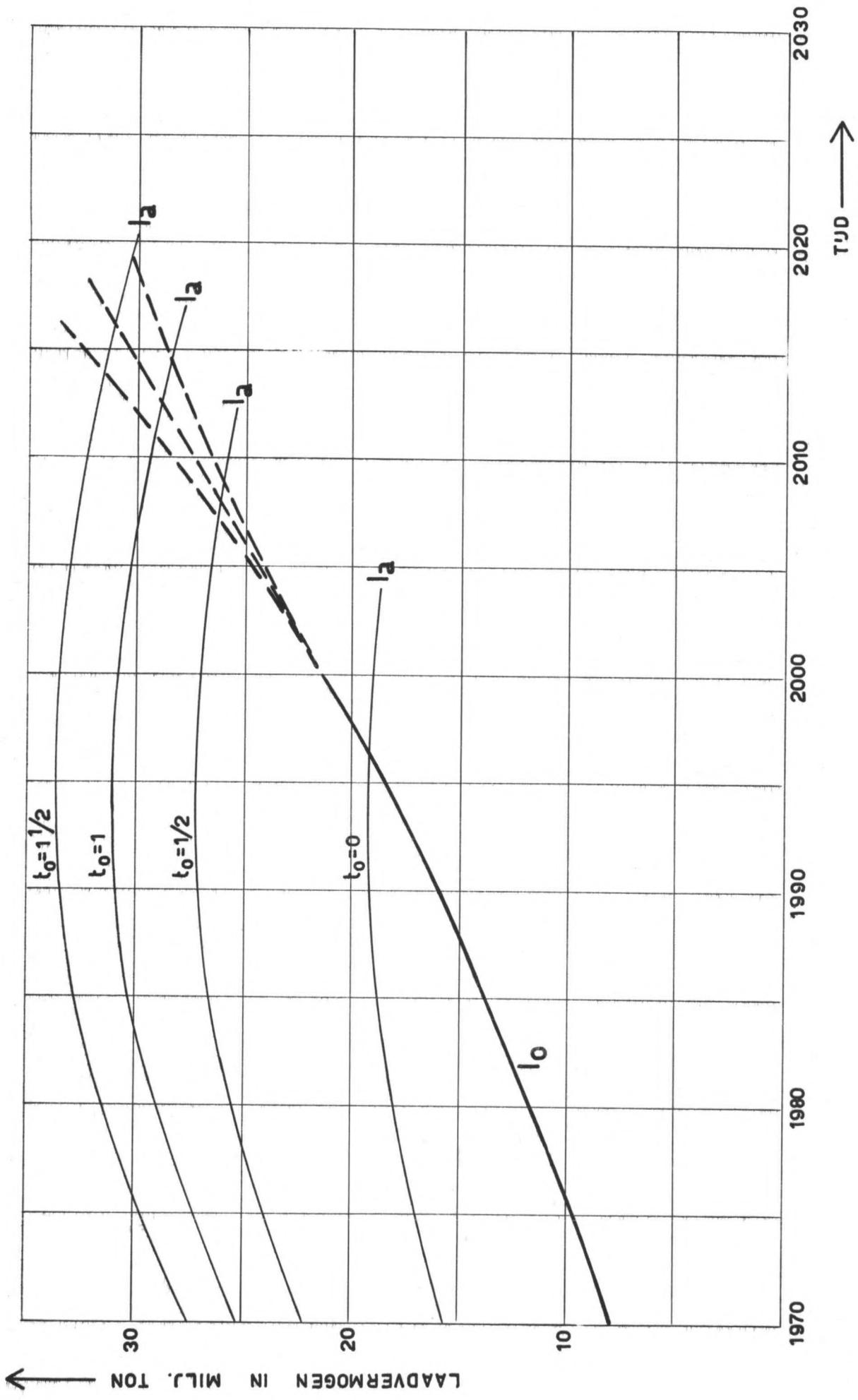


FIG. 22 : VERLOOP VAN I_a EN I_o MET DE TJD VOOR VERSCHILLENDEN WAARDEN VAN I_w/C_w (SLUISAFMETINGEN 14,0 x 18)

TELPUNT		TOTAAL AANTAL SCHEPEN		TOTAAL LAAD-VERMOGEN IN 1000 TON		SLEEP- EN DUWBOTEN	
NR.	PLAATS	IN	UIT	IN	UIT	IN	UIT
278A	Volkerak	60.625	58.931	44.410	43.212	4.429	4.316
278	Dintelsas	2.636	3.004	1.448	1.560	145	157
276	Benedensas	850	852	248	249	61	66
362	Stavenisse	60	60	21	23	0	0
320	St. Annaland	102	114	48	56	0	0
363	Tholen	4	4	1	1	0	0
323	B. op Zoom	1.463	1.457	655	658	0	0
267	Hansweert	47.818	49.327	36.014	37.006	3.667	3.758
340	Goes	1.864	1.879	627	632	0	0
267A	Kats	4.142	3.973	3.212	3.270	603	603
330	Burghsluis	161	164	36	37	0	0
369	Zierikzee	387	408	128	134	0	0
329	Bruinisse	299	304	118	117	0	0
328	Brouwershaven	138	138	79	79	0	0
355	Ooltgensplaat	13	14	2	2	0	0
TOTAAL		120.562	120.629	87.047	87.036	8.905	8.900

TABEL 1A: BALANS VOOR HET TOTAAL AANTAL BINNENSCHEPEN EN LAAD-

VERMOGEN OVER 1972 VOOR DE OOSTERSCHELDE

TELPUNT		TOTAAL AANTAL GELADEN SCHEPEN		TOTAAL LAAD- VERMOGEN IN 1000 TON	
NR.	PLAATS	IN	UIT	IN	UIT
278A	Volkerak	48.112	28.838	33.230	20.255
278	Dintelsas	562	2.486	273	1.336
276	Benedensas	216	634	59	192
362	Stavenisse	36	29	12	10
320	St. Annaland	32	82	9	48
363	Tholen	0	4	0	1
323	B. op Zoom	187	1.165	61	591
267	Hansweert	28.087	41.148	19.103	29.688
340	Goes	167	1.663	36	584
267A	Kats	1.428	2.833	823	2.573
330	Burghsluis	100	51	17	15
369	Zierikzee	77	326	21	11
329	Bruinisse	180	119	74	44
328	Brouwershaven	123	13	75	3
355	Ooltgensplaat	11	0	2	0
TOTAAL		79.318	79.391	53.720	55.450

TABEL 1B: BALANS VOOR HET TOTAAL AANTAL GELADEN BINNENSCHEPEN

EN LAADVERMOGEN OVER 1972 VOOR DE OOSTERSCHELDE

TELPUNT		TOTAAL AANTAL SCHEPEN		TOTAAL LAAD-VERMOGEN IN 1000 TON		SLEEP- EN DUWBOTEN	
NR.	PLAATS	IN	UIT	IN	UIT	IN	UIT
287A	Volkerak	68.450	67.093	57.216	55.767	6.541	6.536
278	Dintelsas	3.383	3.727	2.262	2.393	230	306
276	Benedensas	1.079	1.077	303	303	65	65
362	Stavenisse	73	75	24	25	0	0
320	St. Annaland	94	94	37	37	0	0
363	Tholen	20	21	7	7	0	0
323	B. op Zoom	1.647	1.668	745	751	0	0
267	Hansweert	47.412	48.530	35.944	36.451	3.999	4.077
340	Goes	2.073	2.094	676	683	0	0
267A	Kats	4.038	3.787	2.702	2.624	596	594
330	Burghsluis	89	89	23	23	0	0
369	Zierikzee	471	489	170	179	0	0
329	Bruinisse	403	414	201	206	0	0
328	Brouwershaven	158	161	88	88	0	0
355	Ooltgensplaat	37	36	7	6	0	0
TOTAAL		129.445	129.355	100.504	99.543	11.431	11.578

TABEL 2A: BALANS VOOR HET TOTAAL AANTAL BINNENSCHEPEN EN LAAD-VERMOGEN OVER 1971 VOOR DE OOSTERSCHELDE

TELPUNT		TOTAAL AANTAL GELADEN SCHEPEN		TOTAAL LAADVERMOGEN IN 1000 TON	
NR.	PLAATS	IN	UIT	IN	UIT
278A	Volkerak	48.279	34.201	34.505	28.686
278	Dintelsas	382	3.518	90	2.327
276	Benedensas	250	849	68	242
362	Stavenisse	47	41	15	13
320	St. Annaland	18	75	6	32
363	Tholen	0	14	0	6
323	B. op Zoom	368	1.223	108	654
267	Hansweert	26.037	41.033	17.138	29.915
340	Goes	161	1.861	29	642
267A	Kats	1.280	2.787	661	2.101
330	Burghsluis	31	57	6	16
369	Zierikzee	90	413	29	155
329	Bruinisse	190	227	85	121
328	Brouwershaven	131	30	78	11
355	Ooltgensplaat	25	4	4	1
TOTAAL		77.289	86.333	52.822	64.922

TABEL 2B: BALANS VOOR HET TOTAAL AANTAL GELADEN BINNENSCHEPEN

EN LAADVERMOGEN OVER 1971 VOOR DE OOSTERSCHELDE

TELPUNT		TOTAAL AANTAL SCHEPEN		TOTAAL LAAD-VERMOGEN IN 1000 TON		SLEEP- EN DUWBOTEN	
NR.	PLAATS	IN	UIT	IN	UIT	IN	UIT
278A	Volkerak	65.954	64.319	53.392	51.932	7.131	7.072
278	Dintelsas	2.994	3.292	1.697	1.780	91	102
276	Benedensas	1.439	1.438	371	369	51	53
362	Stavenisse	54	52	18	18	0	0
320	St. Annaland	133	133	59	59	0	0
363	Tholen	40	42	11	12	0	0
323	B. op Zoom	1.492	1.567	816	867	0	0
267	Hansweert	43.665	45.338	31.254	32.259	3.858	3.843
340	Goes	2.180	2.190	664	670	0	0
267A	Kats	4.475	4.365	2.793	2.853	638	669
330	Burghsluis	197	196	92	92	0	0
369	Zierikzee	533	554	179	187	0	0
329	Bruinisse	561	570	240	246	0	0
328	Brouwershaven	212	212	92	92	0	0
355	Ooltgensplaat	19	21	4	4	0	0
TOTAAL		123.948	124.289	91.682	91.440	11.769	11.739

TABEL 3A: BALANS VOOR HET TOTAAL AANTAL BINNENSCHEPEN EN LAAD-

VERMOGEN OVER 1970 VOOR DE OOSTERSCHELDE

TELPUNT		TOTAAL GELADEN SCHEPEN	AANTAL	TOTAAL LAAD- VERMOGEN IN 1000 TON	
NR.	PLAATS	IN	UIT	IN	UIT
278A	Volkerak	47.881	32.922	32.253	28.838
278	Dintelsas	431	3.008	78	1.719
276	Benedensas	206	1.265	51	328
362	Stavenisse	29	26	9	8
320	St. Annaland	21	112	7	52
363	Tholen	0	38	0	11
323	B. op Zoom	174	1.372	63	799
267	Hansweert	25.050	38.812	15.928	27.019
340	Goes	235	1.902	29	632
267A	Kats	1.228	3.193	588	2.228
330	Burghsluis	34	154	8	82
369	Zierikzee	115	456	28	160
329	Bruinisse	240	365	95	159
328	Brouwershaven	120	95	56	37
355	Ooltgensplaat	7	3	1	1
TOTAAL		75.771	83.723	49.194	62.173

TABEL 3B: BALANS VOOR HET TOTAAL AANTAL GELADEN BINNENSCHEPEN
EN LAADVERMOGEN OVER 1970 VOOR DE OOSTERSCHELDE

TELPUNT		TOTAAL AANTAL SCHEPEN		TOTAAL LAAD-VERMOGEN IN 1000 TON		SLEEP- EN DUWBOTEN	
NR.	PLAATS	IN	UIT	IN	UIT	IN	UIT
267	Hansweert	43.641	45.251	27.242	28.146	302	397
267A	Kats, sluis	3.060	2.880	1.325	1.254	334	435
276	Benedensas	1.875	1.853	425	426	92	95
278	Dintelsas	2.760	2.800	921	941	114	118
278A	Volkerak	nog niet gereed					
320	St. Annaland	106	106	30	30	0	0
323	B. op Zoom	1.087	1.088	407	411	0	0
328	Brouwershaven	189	193	57	59	0	0
329	Bruinisse	412	427	141	146	0	0
330	Burghsluis	122	122	36	36	0	0
340	Goes	1.883	1.897	503	508	0	0
355	Ooltgensplaat	69	69	14	14	0	0
362	Stavenisse	148	143	34	33	0	0
363	Tholen	71	71	15	15	0	0
369	Zierikzee	534	551	149	154	0	0
TOTAAL		55.957	57.451	31.299	32.173	842	1045

TABEL 4A: BALANS VOOR HET TOTAAL AANTAL BINNENSCHEPEN EN LAAD-

VERMOGEN OVER 1965 VOOR DE OOSTERSCHELDE

TELPUNT		TOTAAL AANTAL GELADEN SCHEPEN		TOTAAL LAADVERMOGEN IN 1000 TON	
NR.	PLAATS	IN	UIT	IN	UIT
267	Hansweert	25.075	38.068	14.464	23.529
267A	Kats, sluis	1.332	1.879	503	901
276	Benedensas	260	1.623	45	388
278	Dintelsas	492	2.436	104	868
278A	Volkerak	nog niet gereed			
320	St. Annaland	69	37	19	11
323	B. op Zoom	79	990	20	384
328	Brouwershaven	161	50	52	4
329	Bruinisse	132	230	41	90
330	Burghsluis	46	76	11	26
340	Goes	255	1.627	37	471
355	Ooltgensplaat	42	26	8	5
362	Stavenisse	70	46	15	12
363	Tholen	8	52	2	10
369	Zierikzee	168	371	45	108
TOTAAL		28.198	47.511	15.366	26.807

TABEL 4B: BALANS VOOR HET TOTAAL AANTAL GELADEN BINNENSCHEPEN
EN LAADVERMOGEN OVER 1965 VOOR DE OOSTERSCHELDE

TELPUNT		TOTAAL SCHEPEN	AANTAL	TOTAAL LAAD- VERMOGEN IN 1000 TON		SLEEP- DUWBOTEN	
NR.	PLAATS	IN	UIT	IN	UIT	IN	UIT
267	Hansweert	38.658	39.316	21.231	21.425	3.539	3.588
267A	Kats, sluis	86	85	11	10	0	0
276	Benedensas	2.083	2.091	459	457	233	330
278	Dintelsas	6.444	6.361	2.488	2.480	2.652	2.659
320	St. Annaland	167	167	45	45	0	0
323	B. op Zoom	1.035	1.037	260	260	0	0
328	Brouwershaven	230	237	67	71	0	0
329	Bruinisse	270	265	63	63	0	0
330	Burghsluis	132	132	27	27	0	0
340	Goes	1.731	1.738	379	378	0	0
348	Kortgene	305	304	115	114	0	0
355	Ooltgensplaat	114	115	19	20	0	0
362	Stavenisse	233	231	42	43	0	0
363	Tholen	129	129	23	23	0	0
369	Zierikzee	745	753	136	140	0	0
268	Veere	3.950	3.724	1.096	1.012	1.234	1.200
	Galath. haven	70	70	14	14	0	0
TOTAAL		56.381	56.756	26.583	26.474	7.658	7.777

TABEL 5A: BALANS VOOR HET TOTAAL AANTAL BINNENSCHEPEN EN LAAD-

VERMOGEN OVER 1960 VOOR DE OOSTERSCHELDE

TELPUNT		TOTAAL AANTAL GELADEN SCHEPEN		TOTAAL LAADVERMOGEN IN 1000 TON	
NR.	PLAATS	IN	UIT	IN	UIT
267	Hansweert	24.140	33.933	12.642	18.260
267A	Kats, sluis	85	1	10	0
276	Benedensas	544	1.693	102	390
278	Dintelsas	984	5.679	168	2.364
320	St. Annaland	88	79	17	28
323	B. op Zoom	140	968	27	248
328	Brouwershaven	176	79	57	9
329	Bruinisse	72	139	18	35
330	Burghsluis	108	24	23	5
340	Goes	481	1.478	69	331
348	Kortgene	78	228	24	90
355	Ooltgensplaat	75	41	13	7
362	Stavenisse	59	85	7	22
363	Tholen	1	112	0	20
369	Zierikzee	407	518	63	90
268	Veere	1.871	2.253	368	706
	Galath. haven	63	4	13	0
TOTAAL		29.372	47.314	13.621	22.605

TABEL 5B: BALANS VOOR HET TOTAAL AANTAL GELADEN BINNENSCHEPEN

EN LAADVERMOGEN OVER 1960 VOOR DE OOSTERSCHELDE

jaar:	1968	1969	1970	1971	1972	1973
zandvaart in 1000 ton laadverm.:	41.998	40.411	32.026	32.686	2.713	9.560

TABEL 6: TOTAAL LAADVERMOGEN ZANDVAART DOOR DE VOLKERAKSLUIZEN.
GESOMMEERD VOOR BEIDE RICHTINGEN

jaar:	1970	1971	1972
richting noord:	126.700	109.600	188.900 ton
richting zuid:	1.194.600	1.395.600	6.102.900 ton

TABEL 7: VERVOERD GEWICHT AAN ZAND EN GRIND DOOR DE SLUIZEN
TE HANSWEERT

jaar:	1960	1965	1969
gewicht in ton:	76.200	1.012.500	11.939.000
jaar:	1970	1971	1972
gewicht in ton:	13.219.000	14.370.000	4.265.000

TABEL 8: HOEVEELHEDEN ZAND, GRIND, KLEI EN SLAKKEN, GELADEN
IN DE PROVINCIE ZEELAND

			geval A	geval B	geval C
Oost	geladen	\bar{t}_i	2,44	2,20	2,77
		\bar{t}_u	1,44	1,40	1,44
		\bar{t}_l	2,94	2,70	3,27
	ongeladen	\bar{t}_i	1,68	1,62	1,80
		\bar{t}_u	0,90	0,90	0,90
		\bar{t}_l	2,03	1,97	2,15
	$\lambda = 0,75$	\bar{t}_i	2,25	2,06	2,53
		\bar{t}_u	1,30	1,30	1,30
		\bar{t}_l	2,72	2,52	2,99
West	geladen	\bar{t}_i	2,44	2,44	2,44
		\bar{t}_u	1,44	1,29	1,69
		\bar{t}_l	2,94	2,94	2,94
	ongeladen	\bar{t}_i	1,68	1,64	1,68
		\bar{t}_u	0,90	0,86	0,99
		\bar{t}_l	2,03	2,03	2,03
	$\lambda = 0,28$	\bar{t}_i	1,89	1,86	1,89
		\bar{t}_u	1,05	0,98	1,18
		\bar{t}_l	2,28	2,28	2,28

TABEL 9; REKENTABEL VOOR SLUISAFMETINGEN 140 x 16

		geval A	geval B	geval C
Oost	\bar{t}_1	2,72	2,52	2,99
	$(n_{max.}-1) \cdot \bar{t}_i$	9,22	8,45	10,37
	$n_{max.} \cdot \bar{t}_u$	6,63	6,50	6,62
	T_b	15,00	15,00	15,00
	T_d	33,57	32,47	33,98
West	\bar{t}_1	2,28	2,28	2,28
	$(n_{max.}-1) \cdot \bar{t}_i$	7,75	7,62	7,74
	$n_{max.} \cdot \bar{t}_u$	5,35	5,00	6,02
	T_b	15,00	15,00	15,00
	T_d	30,38	29,90	31,04
\bar{T}_c		63,95	62,37	65,02

TABEL 10: REKENTABEL VOOR SLUISAFMETINGEN 140 x 16

jaar		1970	1980	1990	2000
$n_{max.}$		5,3	3,3	2,5	1,9
Oost	\bar{t}_1	2,55	2,98	3,28	3,50
	$(n_{max.}-1) \cdot \bar{t}_i$	9,07	5,80	4,18	2,72
	$n_{max.} \cdot \bar{t}_u$	6,52	4,88	4,13	3,40
	T_b	15,00	15,00	15,00	15,00
	T_d	33,14	28,66	26,59	24,62
West	\bar{t}_1	2,17	2,49	2,73	2,49
	$(n_{max.}-1) \cdot \bar{t}_i$	7,70	4,82	3,45	2,24
	$n_{max.} \cdot \bar{t}_u$	5,30	3,90	3,25	2,68
	T_b	15,00	15,00	15,00	15,00
	T_d	30,17	26,21	24,43	22,86
\bar{T}_c		63,31	54,87	51,02	47,48

TABEL 12: REKENTABEL VOOR SLUISAFMETINGEN 120 x 16

jaar:			1970	1980	1990	2000
\bar{T}			425	650	875	1000
\bar{A}_1			142	152	158	164
Oost	geladen	\bar{t}_i	2,28	2,74	3,04	3,29
		\bar{t}_u	1,34	1,64	1,83	1,99
		\bar{t}_l	2,75	3,24	3,57	3,82
	ongeladen	\bar{t}_i	1,60	1,84	2,02	2,18
		\bar{t}_u	0,86	1,00	1,10	1,18
		\bar{t}_l	1,95	2,19	2,40	2,59
	$\lambda = 0,75$	\bar{t}_i	2,11	2,52	2,79	3,02
		\bar{t}_u	1,23	1,48	1,65	1,79
		\bar{t}_l	2,55	2,98	3,28	3,50
West	geladen	\bar{t}_i	2,28	2,74	3,04	3,29
		\bar{t}_u	1,34	1,64	1,83	1,99
		\bar{t}_l	2,75	3,24	3,57	3,82
	ongeladen	\bar{t}_i	1,60	1,84	2,02	2,18
		\bar{t}_u	0,86	1,00	1,10	1,18
		\bar{t}_l	1,95	2,19	2,40	2,59
	$\lambda = 0,28$	\bar{t}_i	1,79	2,09	2,30	2,49
		\bar{t}_u	1,00	1,18	1,30	1,41
		\bar{t}_l	2,17	2,49	2,73	2,94

TABEL 11: REKENTABEL VOOR SLUISAFMETINGEN 120 x 16

jaar	1970	1980	1990	2000
\bar{T}	425	650	875	1000
\bar{T}_c	63,31	54,87	51,02	47,48
$n_{max.}$	5,3	3,3	2,5	1,9
C_s	9,04	6,50	5,29	4,32
C_W	1.480	1.063	866	707
$I_a(0)$ in 1000 ton	13.450	14.800	15.260	15.120
$I_a(\frac{1}{2})$ "	18.000	19.800	20.500	20.200
$I_a(1)$ "	20.400	22.600	23.300	23.000
$I_a(\frac{1}{2})$ "	21.300	25.700	26.600	26.300

TABEL 13: REKENTABEL VOOR SLUISAFMETINGEN 120 x 16

jaar		1970	1980	1990	2000
$n_{max.}$		6,1	4,0	3,0	2,3
Oost	\bar{t}_1	2,55	2,98	3,28	3,50
	$(n_{max.}-1) \cdot \bar{t}_i$	10,76	7,56	5,58	3,92
	$n_{max.} \cdot \bar{t}_u$	7,50	5,92	4,95	4,12
	T_b	15,00	15,00	15,00	15,00
	T_d	35,81	31,46	28,81	26,54
West	\bar{t}_1	2,17	2,49	2,73	2,94
	$(n_{max.}-1) \cdot \bar{t}_i$	9,13	6,27	4,60	3,24
	$n_{max.} \cdot \bar{t}_u$	6,10	4,72	3,90	3,24
	T_b	15,00	15,00	15,00	15,00
	T_d	32,40	28,48	26,23	24,42
	\bar{T}_c	68,21	59,94	55,04	50,96

TABEL 14: REKENTABEL VOOR SLUISAFMETINGEN 140 x 16

jaar	1970	1980	1990	2000
\bar{T}	425	650	875	1000
\bar{T}_c	68,21	59,94	55,04	50,96
$n_{max.}$	6,1	4,0	3,0	2,3
C_S	9,65	7,20	5,89	4,88
C_W	1.580	1.180	964	798
$I_a(0)$ in 1000 ton	14.400	16.500	17.000	17.080
$I_a(\frac{1}{2})$	20.200	23.100	24.000	24.100
$I_a(1)$	23.100	26.300	27.300	27.400
$I_a(\frac{1}{2})$	25.000	28.500	29.600	29.700

TABEL 15: REKENTABEL VOOR SLUISAFMETINGEN 140 x 16

jaar		1970	1980	1990	2000
$n_{max.}$		7,3	4,7	3,6	2,8
Oost	\bar{t}_1	2,55	2,98	3,28	3,50
	$(n_{max.}-1) \cdot \bar{t}_i$	13,30	9,23	7,25	5,43
	$n_{max.} \cdot \bar{t}_u$	9,00	6,96	5,94	5,01
	T_b	15,00	15,00	15,00	15,00
	T_d	39,85	34,17	31,47	28,94
West	\bar{t}_1	2,17	2,49	2,73	2,94
	$(n_{max.}-1) \cdot \bar{t}_i$	11,29	7,73	5,98	4,48
	$n_{max.} \cdot \bar{t}_u$	7,30	5,55	4,68	3,95
	T_b	15,00	15,00	15,00	15,00
	T_d	35,76	30,77	28,39	26,37
	\bar{T}_c	75,61	64,94	59,86	55,31

TABEL 16: REKENTABEL VOOR SLUISAFMETINGEN 160 x 16

jaar	1970	1980	1990	2000
\bar{T}	425	650	875	1000
\bar{T}_c	75,61	64,94	59,86	55,31
$n_{max.}$	7,3	4,7	3,6	2,8
C_S	10,42	7,81	6,50	6,48
C_W	1.706	1.280	1.065	898
$I_a(0)$ in 1000 ton	15.540	17.780	18.800	19.250
$I_a(\frac{1}{2})$	21.900	25.100	26.600	27.100
$I_a(1)$	24.900	28.600	30.200	30.900
$I_a(1\frac{1}{2})$	27.000	30.900	32.700	33.400

TABEL 17: REKENTABEL VOOR SLUISAFMETINGEN 160 x 16

jaar		1970	1980	1990	2000
$n_{max.}$		7,2	4,6	3,6	2,7
Oost	\bar{t}_1	2,54	2,91	3,15	3,38
	$(n_{max.}-1) \cdot \bar{t}_i$	12,65	8,72	6,89	4,89
	$n_{max.} \cdot \bar{t}_u$	8,42	6,44	5,55	4,57
	T_b	15,00	15,00	15,00	15,00
	T_d	38,61	33,07	30,59	27,84
West	\bar{t}_1	2,18	2,47	2,66	2,85
	$(n_{max.}-1) \cdot \bar{t}_i$	10,80	7,30	5,78	4,10
	$n_{max.} \cdot \bar{t}_u$	7,06	5,20	4,47	3,62
	T_b	15,00	15,00	15,00	15,00
	T_d	35,04	29,97	27,91	25,57
	\bar{T}_c	73,65	63,04	58,50	53,41

TABEL 19: REKENTABEL VOOR SLUISAFMETINGEN 140 x 18

jaar:			1970	1980	1990	2000
\bar{T}			425	650	875	1000
\bar{A}_1			142	152	158	164
Oost	geladen	\bar{t}_i	2,19	2,62	2,88	3,13
		\bar{t}_u	1,28	1,54	1,77	1,87
		\bar{t}_1	2,72	3,15	3,41	3,66
	ongeladen	\bar{t}_i	1,56	1,80	1,96	2,12
		\bar{t}_u	0,84	0,97	1,06	1,14
		\bar{t}_1	1,97	2,21	2,37	2,53
	$\lambda = 0,75$	\bar{t}_i	2,04	2,42	2,65	2,88
		\bar{t}_u	1,17	1,40	1,54	1,69
		\bar{t}_1	2,54	2,91	3,15	3,38
West	geladen	\bar{t}_i	2,19	2,62	2,88	3,13
		\bar{t}_u	1,28	1,54	1,71	1,87
		\bar{t}_1	2,72	3,15	3,41	3,66
	ongeladen	\bar{t}_i	1,56	1,80	1,96	2,12
		\bar{t}_u	0,84	0,97	1,06	1,14
		\bar{t}_1	1,97	2,21	2,37	2,53
	$\lambda = 0,28$	\bar{t}_i	1,74	2,03	2,22	2,41
		\bar{t}_u	0,98	1,13	1,24	1,34
		\bar{t}_1	2,18	2,47	2,66	2,85

TABEL 18: REKENTABEL VOOR SLUISAFMETINGEN 140 x 18

jaar	1970	1980	1990	2000
\bar{T}	425	650	875	1000
\bar{T}_c	73,65	63,04	58,50	53,41
$n_{max.}$	7,2	4,6	3,6	2,7
C_s	10,57	7,88	6,65	5,47
C_w	1.730	1.292	1.090	895
$I_a(0)$ in 1000 ton	15.730	18.000	19.250	19.150
$I_a(\frac{1}{2})$	22.200	25.400	27.100	27.000
$I_a(1)$	25.200	28.900	30.900	30.800
$I_a(1\frac{1}{2})$	27.500	31.300	33.400	33.400

TABEL 20: REKENTABEL VOOR SLUISAFMETINGEN 140 x 18

