



VAKGROEP
WATERBOUWKUNDE
Afd. Civiele Techniek
TH Delft

K 67

HET DWARSPROFIEL

van het

MAAS - RIJN KANAAL

A. Hensel

H. Wagenaar

Inhoudsopgave .

Hoofdstuk I .

bladzijden

Huidige situatie voor de scheepvaart
op de Maas .

1 - 4

Hoofdstuk II .

Toekomstige situatie voor de scheep-
vaart op de Maas .

5 - 9

Hoofdstuk III .

De vaart op de Rijn , nu en in de
toekomst .

10 - 14

Hoofdstuk IV .

De te verwachten vervoersstromen
door het Maas - Rijn kanaal

15 - 46

Inleiding

15

Kwantitatieve vervoersrelaties

16 - 26

Kwalitatieve vervoersrelaties

27 - 35

Toekomstverwachtingen

36 - 46

Hoofdstuk V .

De te verwachten scheepstypen en
intensiteiten op het kanaal .

47 - 55

<u>Hoofdstuk VI .</u>	bladzijden
Scheepstrappen in het Maas-Rijn kanaal .	56 - 89
Inleiding	56-57
Het ontwerp	58-59
Bestaande typen	60-64
Waterpeilbeheersing van het bovenpand	65-69
Keuze van een type	70-79
Bijbehorende figuren	79-89
 <u>Hoofdstuk VII .</u>	
De dwarsdoorsnede van het kanaal uit oogpunt van de beroepsvaart .	90 - 102
Vereiste diepte	90
Vereiste breedte	91-96
Vereiste oppervlakte	97-101
Vaargedrag in bochten	102
 <u>Hoofdstuk VIII .</u>	
De invloed van de rekreatievaart op de dwarsdoorsnede .	105 - 107
 <u>Hoofdstuk IX .</u>	
Het uiteindelijke dwarsprofiel .	108 - 111

Huidige situatie voor de scheepvaart op de Maas

In deze paragraaf wordt een beschrijving gegeven van het bevaarbare gedeelte van de Maas, het lateraal kanaal en het Julianakanaal. De mogelijkheden die deze scheepvaartroute biedt, moeten als zeer belangrijke randvoorwaarden voor een eventuele Maas-Rijn verbinding gezien worden. Er zullen b.v. nooit meer of grotere de Maas-Rijnverbinding passeren dan de sluizen in Maasbracht toelaten. Gemakshalve wordt het scheepvaartverkeer vanaf de Rijn met een eventuele bestemming langs het Maas-Rijnkanaal even vergeten.

In figuur 1 staat de Maasroute met haar sluizen afgebeeld Beginnend bij de sluis van Ternaaien, net over de belgische grens ten zuiden van Maastrucht en eindigend bij het Maas Waal kanaal worden de kolkmaten van de sluizen in de onderstaande tabel opgesomd :

Sluis	Diepte dm	Wijde dm	Lengte dm	Verval m	
Ternaaien	38	60?	1360	13,68 m	
Limmel	36	160	1360	open	(dubbel)
Born	40	160	1420	11,35	(dubbel)
	36	140	1360	11,35	
Maasbracht	36	160	1420	12,25	(driemaal)
Heel	40	160	1420	6,60	(dubbel)
Belfeld	27	160	1420	3,25	(dubbel)
	33	140	2600	3,25	
Sambeek	27	160	1420	3,25	(dubbel)
	33	140	2600	3,25	

De sluis te Limmel is gemiddeld 13 dagen per jaar dicht i.v.m. de hoge waterstand.

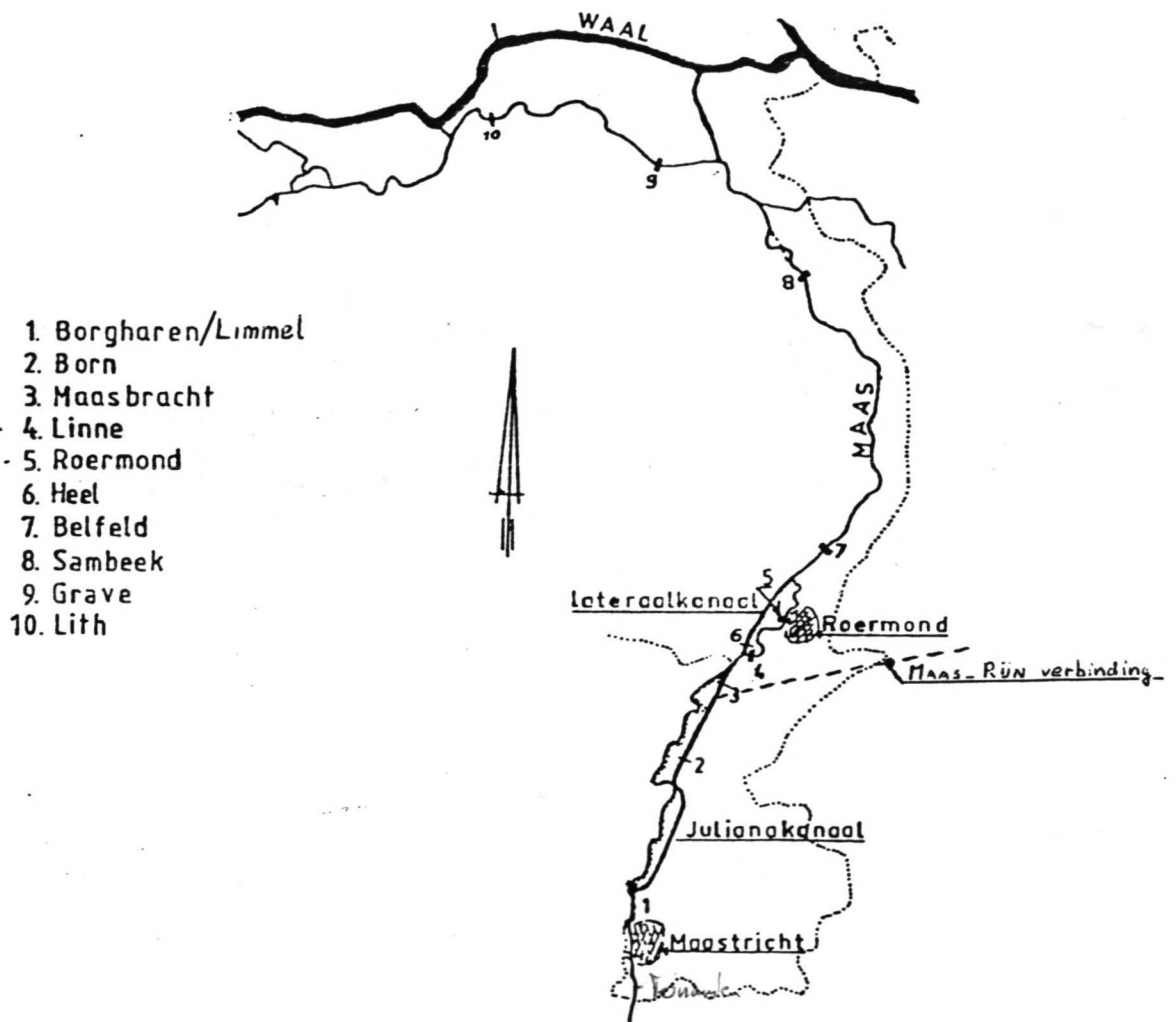
De gehele Maasroute is geschikt voor schepen tot en met klasse vijf. Dit houdt in dat de vaarweg schepen door kan latentot pakweg zo'n 3000 ton.

De klasse vijf vaarweg is gebaseerd op het Groot-Rijnschip van 2000 ton met afmetingen 95 - 11,50 - 2,70 m.

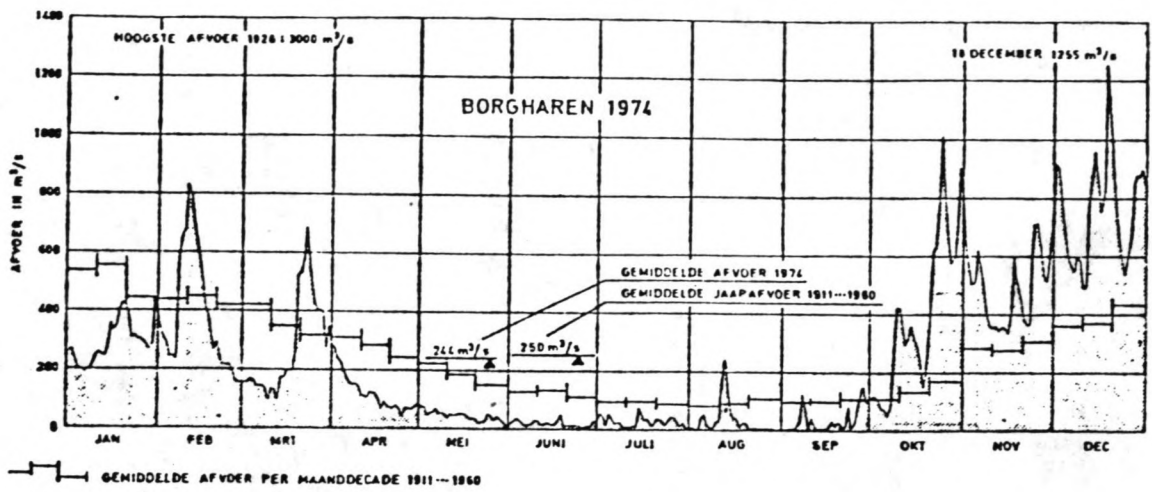
Stroomopwaarts is de Maas in principe tot de sluis van Maasbracht geschikt voor de twee-baks duwvaart.

Een twee-baks duwstel met een lengte van 185 m en een breedte van 11,4 m zal dan wel van de sluizen van Linne en Roermond in de Maas gebruik moeten maken daar de sluis bij Heel in het Lateraalkanaal de benodigde lengte niet heeft.

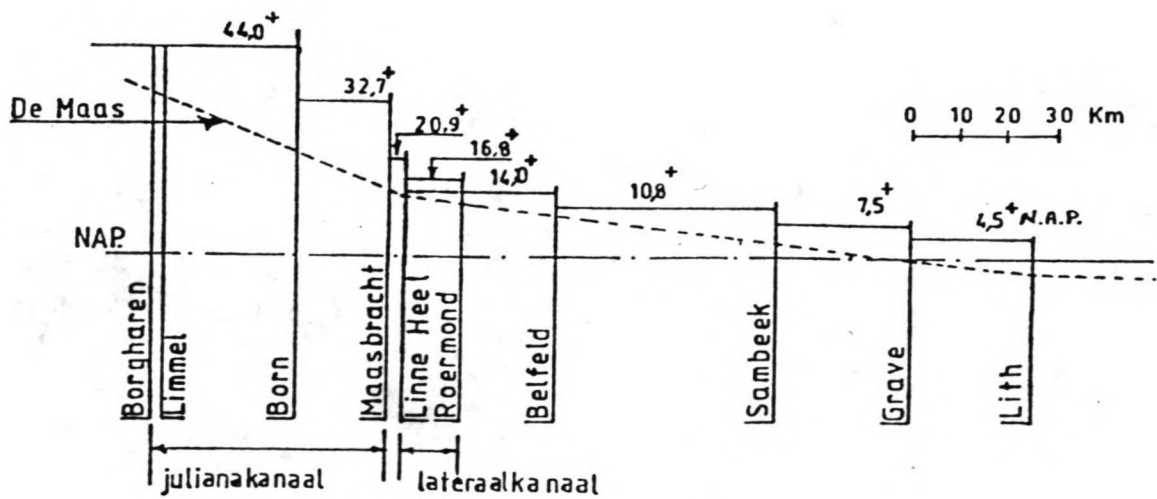
In de huidige situatie wordt de sluis bij Ternaaien als de grote ,,stop,, in de Maasroute gezien, door zijn maten en zijn kleine capaciteit. Bekijkt men dit in het licht van het feit dat het Albertkanaal zeer binnenkort geschikt zal zijn voor de vierbaksduwvaart (185-22,8) dan krijgt deze constatering extra gewicht. Nu al komen in de praktijk wachttijden van 3 tot 5 uren voor bij de sluizen van Ternaaien.



FIGUUR I : Situatieschets van de Maas



Afvoerverlooplijn Borgharen



Verval en stuwpeilen in de Maas

Toekomstige situatie voor de scheepvaart op de Maas.

De te verwachten ontwikkelingen die in deze paragraaf beshreven staan, zijn grotendeels gebaseerd op de voor- spellingen en planningen die in de Vaarwegen nota en het Struktuurschema Vaarwegen uiteengezet zijn.

Bij de verwachte groei van het verkeer de eerstkomende decennia zullen de sluizen in het Julianakanaal ^{geen} ver- tragingen voor de scheepvaart opleveren. De scherpe bocht bij Elsloo zal uit capaciteitsoogpunt in de komende 20 jaren evenmin een knelpunt worden. Dit geldt echter niet bij een verdergaande ontwikkeling van de beperkte duw- vaart op de Maasroute. De sluizen in het Julianakanaal (142-16) zijn dan te kort en de beschikbare ruimte in de bocht bij Elsloo is onvoldoende voor de veilige ontmoeting van dergelijke duwstellen (185-11,4), zij het dat een ver- keersregeling mogelijk uitkomst kan bieden.

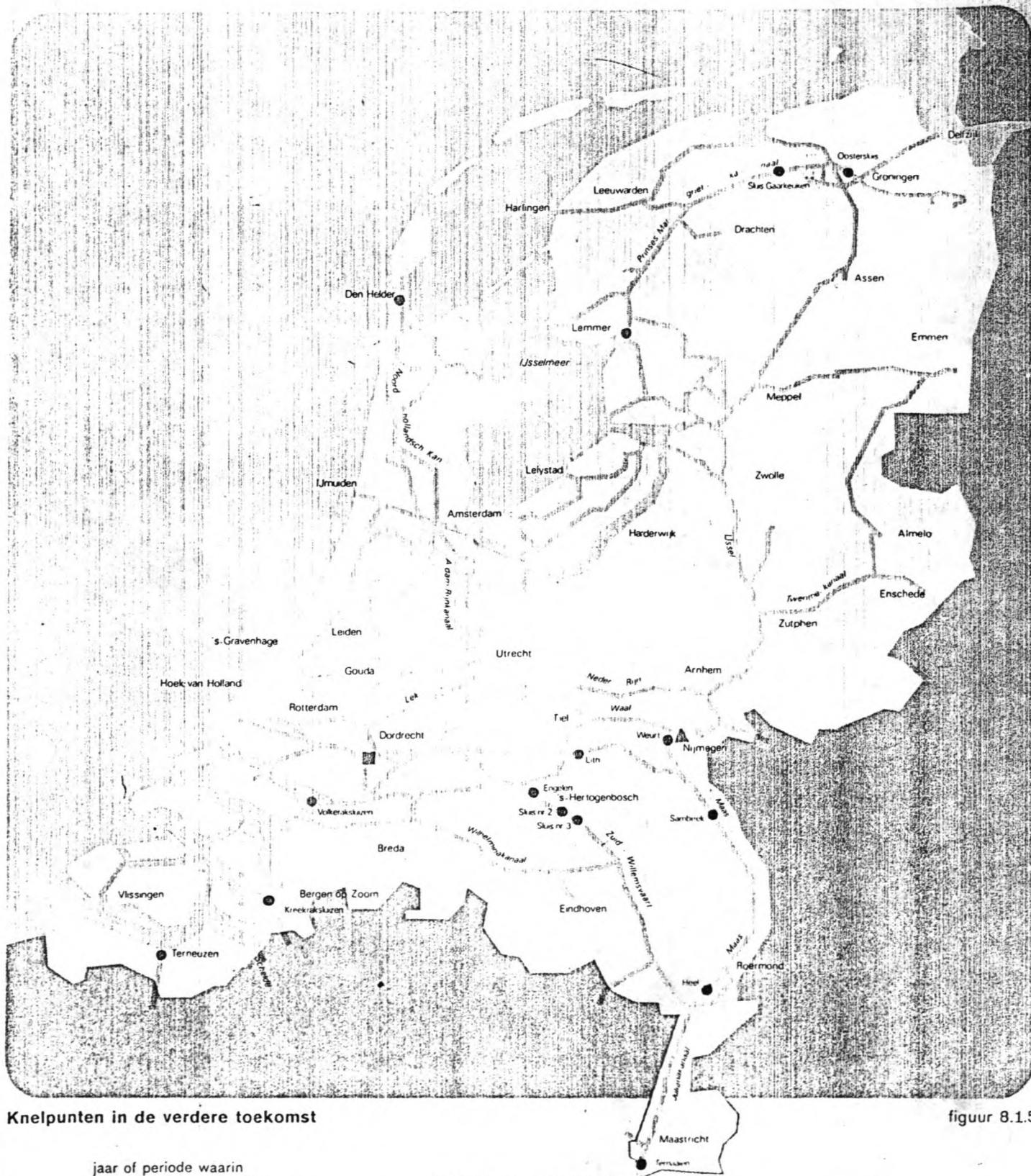
Voor de gekanaliseerde Maas beneden Maasbracht wordt voor de periode (tot 1985) een toeneming van het verkeer van ca. 2,5 procent per jaar verwacht. In deze periode zullen er voor de verkeersafwikkeling geen nieuwe knel- punten ontstaan. Bij een voortgezette groei zullen om- streeks 1990 en 1995 respectievelijk de sluizen te Heel en Sambeek overbelast raken.

Op figuur (8.15) staan deze knelpunten aangegeven. Het al bestaande knelpunt in de Maas bij de Belgische grens, Ternaaien, zal in de toekomst het scheepvaartver- keer niet meer kunnen verwerken.

Er zijn in principe twee mogelijkheden om tot een oplos- sing te komen, nl,

- 1) Bouw van een nieuwe sluis bij Ternaaien.
- 2) Aanleg van het Cabergkanaal ten noorden van Maas- tricht ,die een verbinding legt tussen Maas en het Albertkanaal.

De sluis bij Ternaaien ligt op belgisch grondgebied en de



Knelpunten in de verdere toekomst

figuur 8.1.5

jaar of periode waarin
toelaatbare jaarintensiteit
wordt overschreden

1985

1985-1990

1990-1995

schutsluis



beweegbare
spoorbrug



open vaarwegvak
(bocht)



eerste verantwoordelijkheid om tot een oplossing te geraken ligt bij de Belgen. De kosten van de aanleg van het Cabergkanaal zijn aanzienlijk hoger dan de kosten van een nieuwe sluis bij Ternaaïen.

De voordelen van een eventueel Cabergkanaal, een verkorting van de vaarweg Limburg-Antwerpen, wegen daar waarschijnlijk lang niet tegen op. De nederlandse regering geeft dan ook de voorkeur aan de verbetering van de sluizen bij Ternaaïen.

Verder valt nog te noemen het plan om tot een betere waterbeheersing te komen van het Julianakanaal. Tijdens de droge zomer van 1976 waren de rivierafvoeren zo laag dat op het Julianakanaal beperkingen aan de scheepvaart moesten worden opgelegd, te veel waterverlies door het schutten moest voorkomen worden. Maatregelen ter voorkoming van een mogelijke herhaling zijn zeer wenselijk, ten einde de bedrijfszekerheid van deze vitale verbinding te kunnen waarborgen.

De nu volgende figuur 9.32 en het schema geven een overzicht van de toekomstige infrastructuurwerken op het door ons beschouwde traject.



figuur 9.3.2

Toekomstige infrastructuurwerken

brug	sluis	vaarweg (plaatselijk)	vaarweg (traject)	
■	●	▲	—	1976 t/m 1980
■	●	▲	—	1981 t/m 1985
■	●	▲	—	na 1985

Voor de globale aanduiding van de aard en de motivering van de werken wordt verwezen naar schema 9.3.2 met corresponderende nummering.

He

Toekomstige infrastructuurwerken in de Maasroute

nr.	beschr.werk	Uitvoering in periode		
		1981-85	86-90	na90.
33	Vergroting Tern. of aanleg Cabergkanaal.	X		
34	Verbetering Elsloo			X
34a	Verbetering beheersing waterpeil.	X	X	
35	Vierde sluis Born			X
36	„ „ Maasbracht			X
37	Derde sluis Heel			X
38	Vierde sluis Belfeld			X
39	„ „ Sambeek			X
40	Bochtafsnijding te Boxmeer.	X		

de nummers korresponderen met de nummers op fig, 9.32
 Uit de bovenstaande gegevens kunnen we al enige indikaties
 halen die leiden tot een nauwere afbakening van de maten
 van de te bouwen sluizen in de Maas-Rijnverbinding.
 Als eenmaal de verwachte aanpassing van de sluizen te
 Ternaaien voltooid is met een schutkolk van 200-16 en
 de sluizen in het Julianakanaal hebben hun uitbreiding
 ondergaan, dan zal de tweebaksduwvaart op de Maasroute
 moeilijk te stuiten zijn. Dit is natuurlijk een sterke in-
 dikatie om de sluismaten van het Maas-Rijnkanaal aan deze
 toekomstige situatie aan te passen.

De vaart op de Rijn, nu en in de toekomst.

In tegenstelling tot de Maas is de Rijn zowel een regen als een gletscher rivier. Duidelijk is dit te zien in de spreiding van de afvoer. Bekijken we een lange reeks van jaren dan is de verhouding tussen de grootste en de kleinste gemeten afvoer bij de Rijn rond de 21. Voor de Maas vinden we een waarde van 600 en groter.

De afvoer van de Rijn ligt gemiddeld per jaar zo rond de 2300 m³/s bij Lobith en neemt geweldige hoeveelheden zware metalen, organisch afval en zouten mee. Fig 1 geeft daar een voorbeeld van. Naast deze anorganische verontreinigingen spelen de organische verontreinigingen een rol van belang als het om de leefbaarheid voor vissen e. d. gaat.

Twee aspecten van de Rijn die vooral voor de Nederlanders van belang zijn, zijn de scheepvaart en de watervoorziening. In het jaar 2000 verwacht men dat de Rijn zo'n 21000 milj. m³ water levert voor de waterbehoefte van Nederland, dit is 80 procent van de verwachte waterbehoefte.

Het scheepvaartverkeer op de Rijn is van essentieel belang voor de aan de Rijn gelegen industriegebieden en speciaal het Roergebied. Bekijken we het goederenvervoer langs Lobith (C.B.S.) dan komt 77 procent van de geladen schepen voor rekening van de Nederlanders.

In 1980 werd er door de binnenvaart 150 miljoen ton over de grens vervoerd, het totale grensoverschrijdende vervoer bedroeg 577 miljoen ton. Aan deze cijfers is wel te zien dat de Rijn zeer druk bevaren wordt en grote hoeveelheden goederen transporteert

De Rijnvaart is vanouds een vrije vaart. Iedereen was toegestaan van de rivier gebruik te maken, ook al werden er

tolgelden geheven.

In 1815 bevestigde het Weense Congres de vrije vaart, maakte een eind aan de tolgelden en stelde verkeersvoorschriften vast in afzonderlijke Rijnakten. Tegenwoordig houdt een centrale commissie voor de Rijnvaart de naleving ende aanpassing ervan in het oog.

De groei van het Roergebied en andere industriegebieden deden de vraag naar het laadvermogen stijgen waardoor er een schaalvergroting kon optreden. Het schip met de schipper en zijn vrouw aan boord moest langzamerhand plaats maken voor grotere schepen die met een bemanning in ploegendienst vol continu zijn gaan werken. Deze ontwikkeling is nog steeds aan de gang. Op het ogenblik wordt er zelfs aan gedacht de zesbaks-duwvaart te introduceren nu de vierbaks-duwvaart al in bedrijf is.

Fig 2 geeft een overzicht van de onderverdeling van de vloot in de z.g. standaard schepen.

Fig 3 laat de verdeling van de standaardschepen zien voor verschillende gemiddelde laadvermogens.

In verband met ons Maas-Rijn kanaal kunnen we verwachten dat alle typen schepen tenminste tot de grootte van de tweebaks-duwvaart van het Maas-Rijn kanaal gebruik zullen gaan maken.

Wat de toekomst van de Rijnvaart ons brengt, is waarschijnlijk een verder doorgevoerde schaalvergroting. Echter nieuwere schepen zijn gebonden aan de voorkomende diepten en deze varieert in de loop van een jaar toch wel aanzienlijk. Of de schaalvergroting die nu al aan de gang is verder door zal zetten, zal in hoofdzaak afhangen van de economische activiteiten in de Rijnlanden. De huidige economische recessie activeert op het moment de Rijnvaart omdat de kolen weer in trek raken en via Rotterdam naar Duitsland worden vervoerd. Of dit van tijdelijke aard is, hangt van vele factoren af. Op de korte termijn werkt het in iedergeval schaalvergroterend.

De verwachting van de groei in de Rijnvaart volgens de centrale variant van de Vaarwegennota berust op de toename van het vervoer van erts en afname van het vervoer van landbouwprodukten (grensoverschrijdend) en tot 1985 een groei van 50 procent in het zand en grind vervoer (grensoverschrijdend). Indien er dus weinig veranderingen zijn in het economische beeld (daling niet meer dan enkele procenten) mogen we verwachten dat de duwvaart zich verder zal ontwikkelen.

Aangezien het Maas-Rijn kanaal in verbinding staat met de Rijn verwachten we hier dus ook duwvaart in de toekomst, ook al moeten dan eerst de Limburgse waterwegen aangepast worden. Ook hierdoor beperken we ons tot de tweebaksduwvaart.

Verontreinigingen bij Lobith ingevoerd door de Rijn

Chloride(zout) : 440 kilo	Detergenten : 410 gram
Sulfaat : 200 kilo	Nitraat : 30 kilo
Fluoride : 0,7 kilo	fosfaat : 5,7 kilo
Natrium : 230 kilo	Uzer : 3 kilo
Kalium : 20 kilo	Kwik : 1 gram
Calcium : 190 kilo	Lood : 55 gram
Magnesium : 25 kilo	Cadmium : 4 gram
Fenol : 30 gram	Zink : 440 gram

fig.1

Verdeling beroepsvaart in laadvermogenklassen

Standaardschip

No.	Laadverm. klasse: <i>ton</i>	laadverm. <i>ton</i>	lengte <i>m</i>	breedte <i>m</i>	diepte <i>m</i>
0	50- 199	125	25	4,6	1,6
1	200- 499	325	39	5,1	2,3 <i>spits</i>
2	450- 749	550	50	6,6	2,5 <i>Kampenaw</i>
3	750- 1149	925	67	8,2	2,5 <i>Dordind Ems</i>
4	1150- 1549	1350	80	9,5	2,6 <i>kg Herne</i>
5	1550- 2549	2000	95	11,5	2,7 <i>rijplester</i>
6	2550- 4999	4100	175	11,4	3,0 <i>dun /ae vant</i>
7	meer dan 5000	8800	185	22,8	3,2

fig.2

Bol de

I
II
III
IV
V
VI

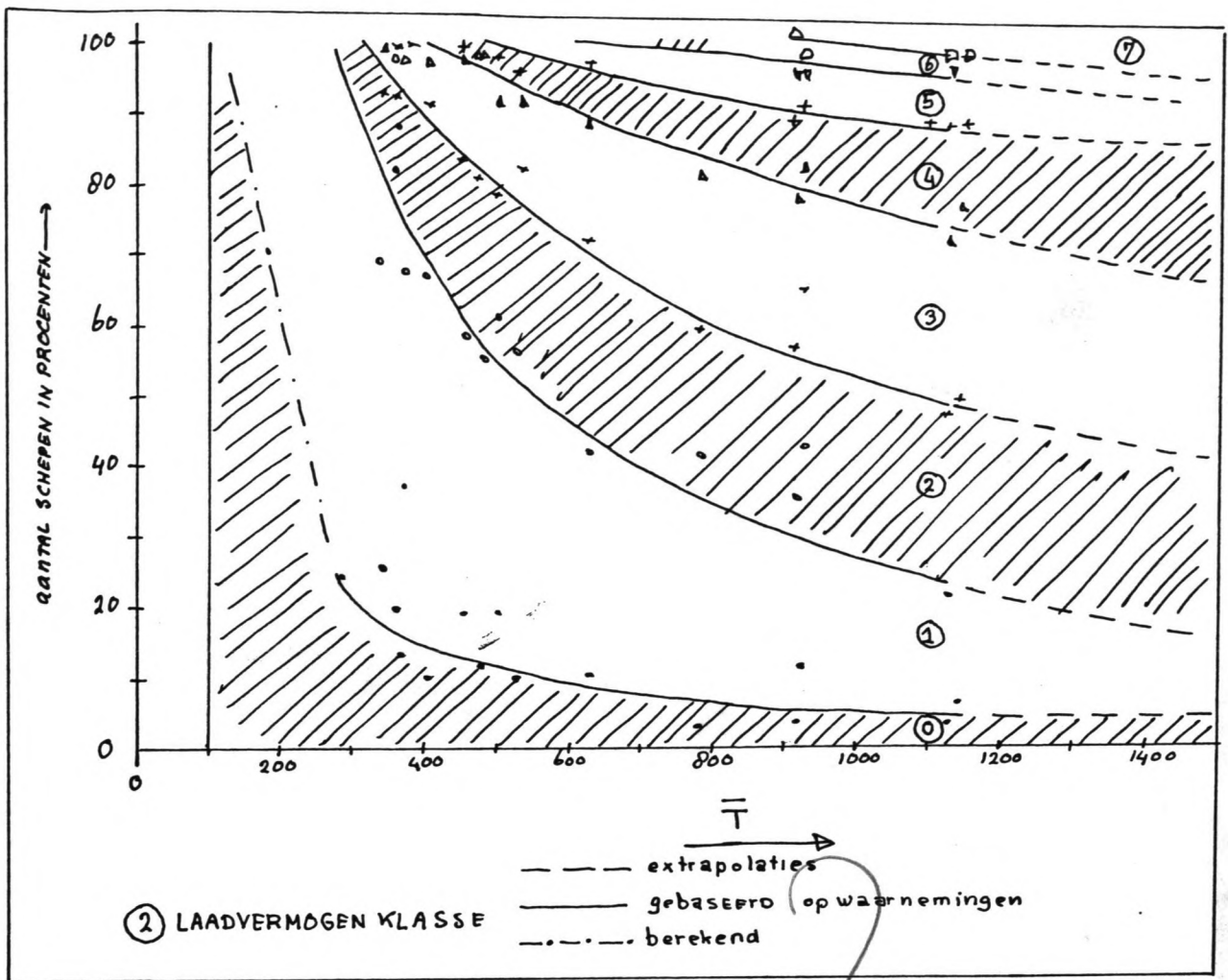


fig.3

De te verwachten vervoersstromen door het Maas-Rijnkanaal.

In dit hoofdstuk willen we tot een voorspelling komen van de vervoersomvang die het Maas-Rijnkanaal in de toekomst krijgt te verwerken. Dit gaan we in een aantal stappen doen.

Eerst analyseren we in de paragraaf, Kwantitatieve Vervoersrelaties, de vervoersomvang in 1980, indien er toen een Maas-Rijn kanaal geweest zou zijn.

De vervoersomvang wordt in tonnen en aantallen schepen uitgewekt.

Vervolgens worden de ontwikkelingen in de vervoersrelaties van 1971 tot 1980 in een paragraaf behandeld.

In de paragraaf Kwalitatieve Vervoersrelaties, maken we een analyse van de vervoersstromen in 1980 door ze te verdelen in goederengroepen .

Dan volgt de paragraaf Toekomstverwachtingen voor de internationale binnenvaart, waarin aangegeven wordt welke ontwikkelingen in de vlootsamenstelling en te vervoeren goederen zich mogelijkerwijs in de toekomst zullen doorzetten. Ook wordt aandacht besteed aan enkele internationaal gebruikte prognoses van het vervoer.

Kwantitatieve vervoersrelaties

Om het belang en de noodzaak van een Maas-Rijn verbinding te bepalen wordt de C.B.S. statistiek van de internationale binnenvaart van het jaar 1980 gebruikt.

Er zijn een aantal regio's en gebieden aan te wijzen, die voor wat betreft hun onderlinge vervoersrelatie en ligging een duidelijk belang bij een Maas-Rijn verbinding hebben. Dit zijn:

- Zuid-Limburg
- Overig Limburg
- Oostelijk Noord-Brabant
- kempische en Brabantse kanalen
- Antwerpen en scheldebekken
- Zuid-België
- Frankrijk

aan de "westelijke" zijde van een Maas-Rijn verbinding en "oostelijk" de volgende gebieden:

- Noord-Duitsland en de D.D.R.
- gebieden langs de Rijn bovenstrooms van het Ruhrgebied
- Ruhrgebied.

Deze gebieden zijn mede zodanig gekozen omdat het cijfermateriaal van het C.B.S. dit bewerkstelligde.

Het bestaande vervoer tussen bovengenoemde gebieden, behalve Antwerpen, maakt gebruik van vaarroutes die grotendeels samenvallen. Hiervan vallen te noemen het Julianakanaal, Maas, Lateraalkanaal, Maas, Maas-Waalkanaal, Waal en Rijn. Het binnenvaart vervoer van Antwerpen gaat grotendeels via het Schelde-Rijnkanaal. Alle bovengenoemde vervoersrelaties gaan in hun huidige vorm langs Lobith. In Lobith worden uitgebreide vervoersstatistieken bijgehouden door het C.B.S. Met deze gegevens kan nu de vervoersomvang bepaalt worden indien er in 1980 een Maas-Rijn verbinding geweest zou zijn. Deze vervoersomvang wordt nog onderverdeeld in stroomopwaarts en stroom afwaarts en weergegeven in de tabellen 1 en 2.

gelost in geladen in	Noord- Duitsland en D.D.R. I	gebieden langs de Rijn boven- strooms van het Ruhrgebied II	Ruhrgebied III
Zuid-Limburg 1	8	209	138 ✓
Overig Limburg 2	-	-	4
Oostelijk Noord-Brabant 3	2	21	3
Kempische en Brabantse ka- nalen 4	46 / 260	320	281
Antwerpen en Scheldebekken 5	143	5194	1703
Zuid-België 6	290	1099	739
Frankrijk 7	68	92	93

9815

Vervoer per binnenschip langs Lobith in 1980,
stroomopwaarts in 1.000 ton.

$\Sigma = 10,4$ mln ton

Tabel 1

Aron CBS

geladen in gelost in	Noord- Duitsland en D.D.R.	gebieden langs de Rijn boven- strooms van het Ruhrgebied	Ruhrgebied
Zuid -Limburg	44	206	62
Overig Limburg	48	127	72
Oostelijk Noord-Brabant	70	195	77
Kempische en Brabantse ka- nalen	669	822	651
Antwerpen en Scheldebekken	687	3379	2326
Zuid-België	324	413	445
Frankrijk	148	152	197

Vervoer per binnenschip langs Lobith in 1980,
stroomafwaarts in 1.000 ton.

11,1 mln ton
Tabel 2

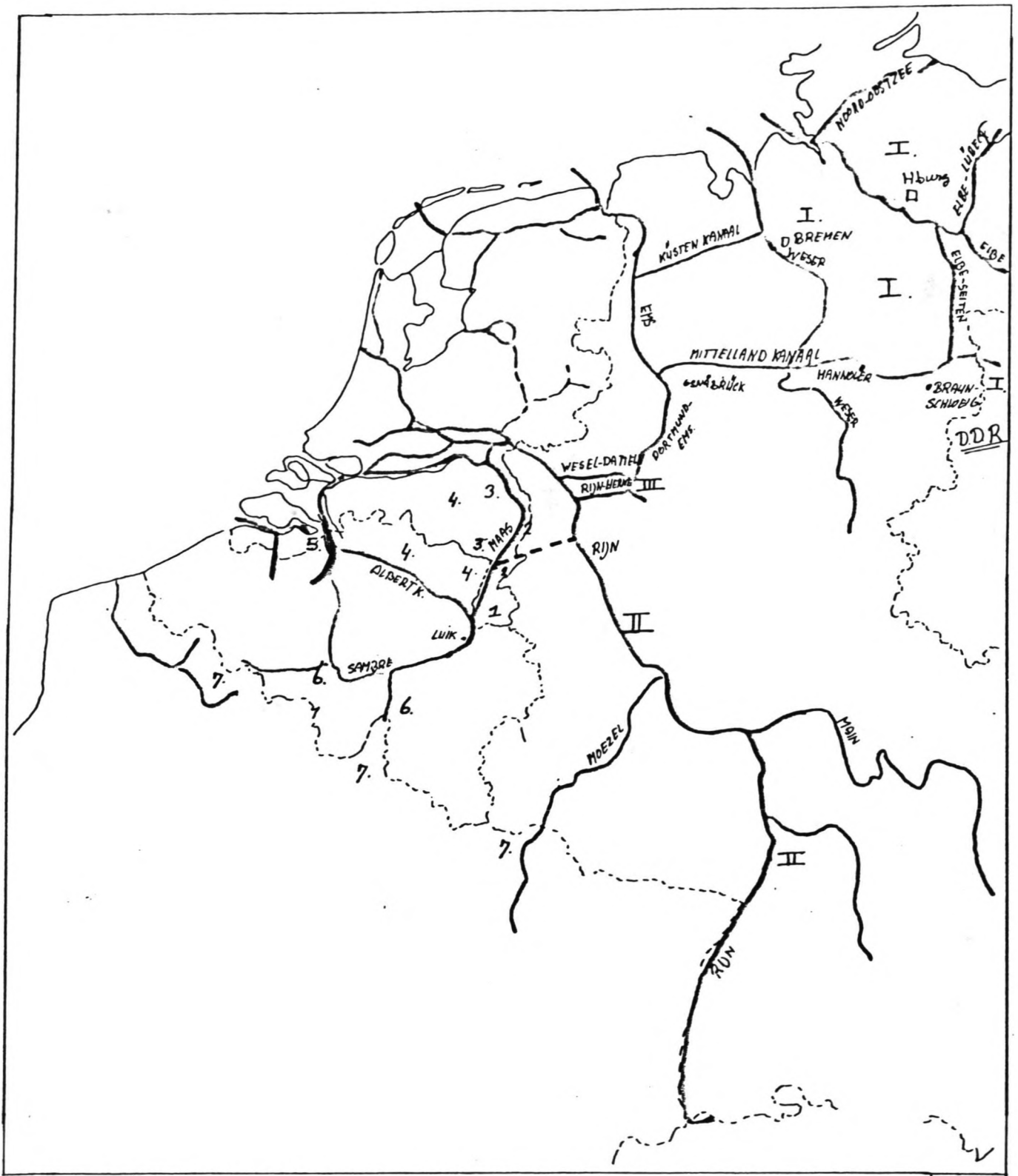
Met behulp van deze twee tabellen (1 en 2) zullen we nu een schatting gaan maken van de hoeveelheid goederen in tonnen die door een fiktief Maas-Rijn kanaal in 1980 vervoerd zouden kunnen worden.

De figuur van de volgende bladzijde geeft een overzicht van de gebieden waartussen zich de relaties van de twee tabellen zich afspelen. We zien dat I (Noord-Duitsland en D.D.R.) gedacht kan worden t.p.v. het Wesel-Datteln kanaal of het Rijn-Herne kanaal.

Op de daarop volgende bladzijde vinden we de vaarwegen die gebruikt zouden kunnen worden bij onze relaties .

Voor iedere relatie hebben we in de daaropvolgende figuren 1 t/m 7 de te nemen routes bekeken en voor iedere route de tijd berekend die een gemiddeld schip erover zou doen . Uitgegaan van een gem. snelheid van 12 km./uur, gem. stroomsnelheid van 3,5 km/uur en een oponthoud bij de sluis van 45 min., komen we bij de tabellen 1A en 2A tot deze tijden .

We zien bij de figuren 5,6 en 7 een route getekend die via Lanaye loopt, dit is op het moment een groot knelpunt (fig8) Wij gaan er echter van uit dat deze sluis vergroot wordt, aangezien naar onze mening het Maas-Rijn kanaal anders een minimaal aantrekkelijk kanaal wordt. Later zullen we hier op terug komen ,het scheelt in de vervoerstromen in ieder geval een faktor vijf .

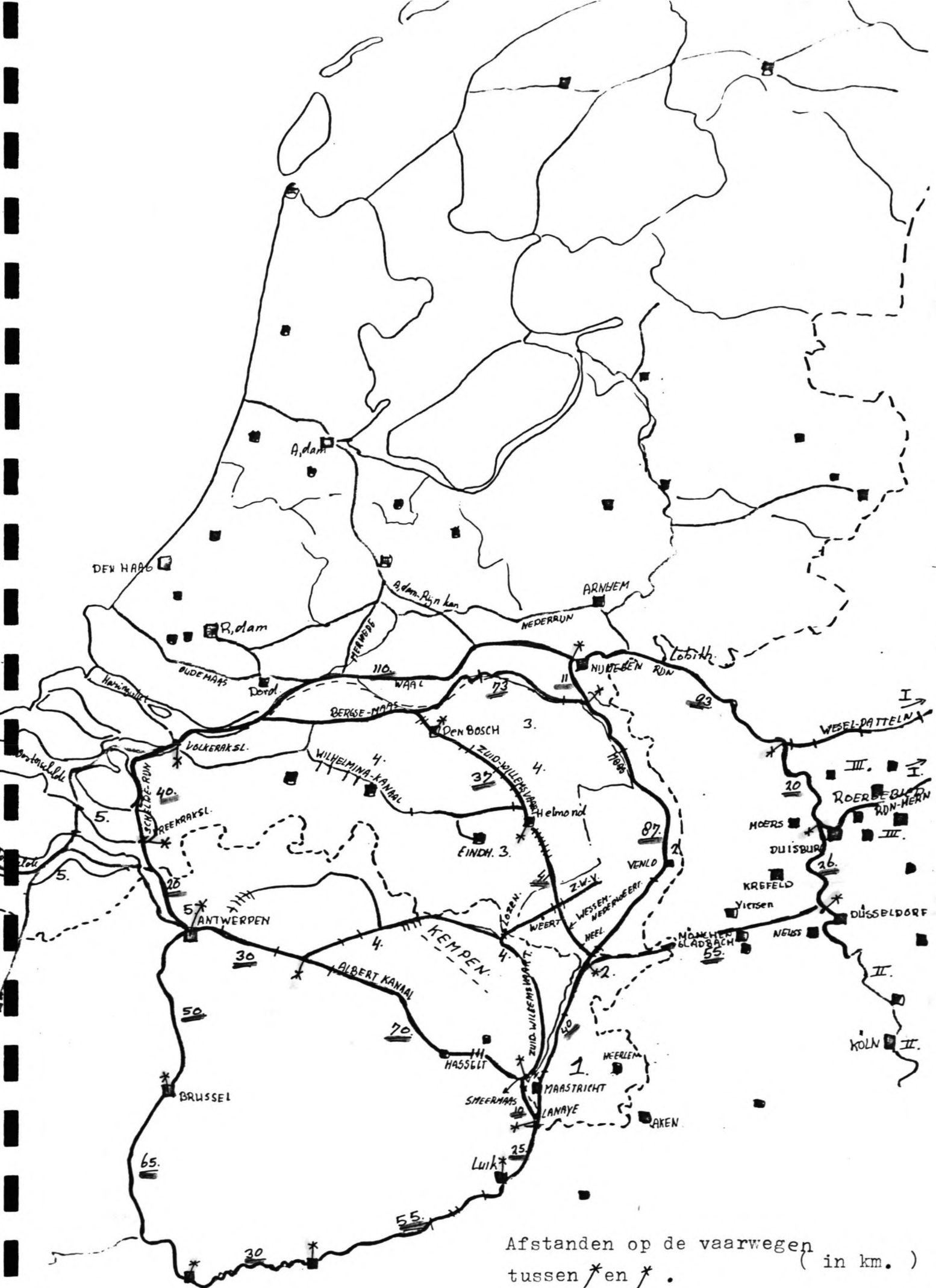


1. Zuid-Limburg.
2. Overig-Limburg.
3. Oostelijk Noord-Brabant
4. Kempische en Brabantse kanalen
5. Antwerpen en Scheldebekken
6. Zuid-Belgie
7. Frankrijk.

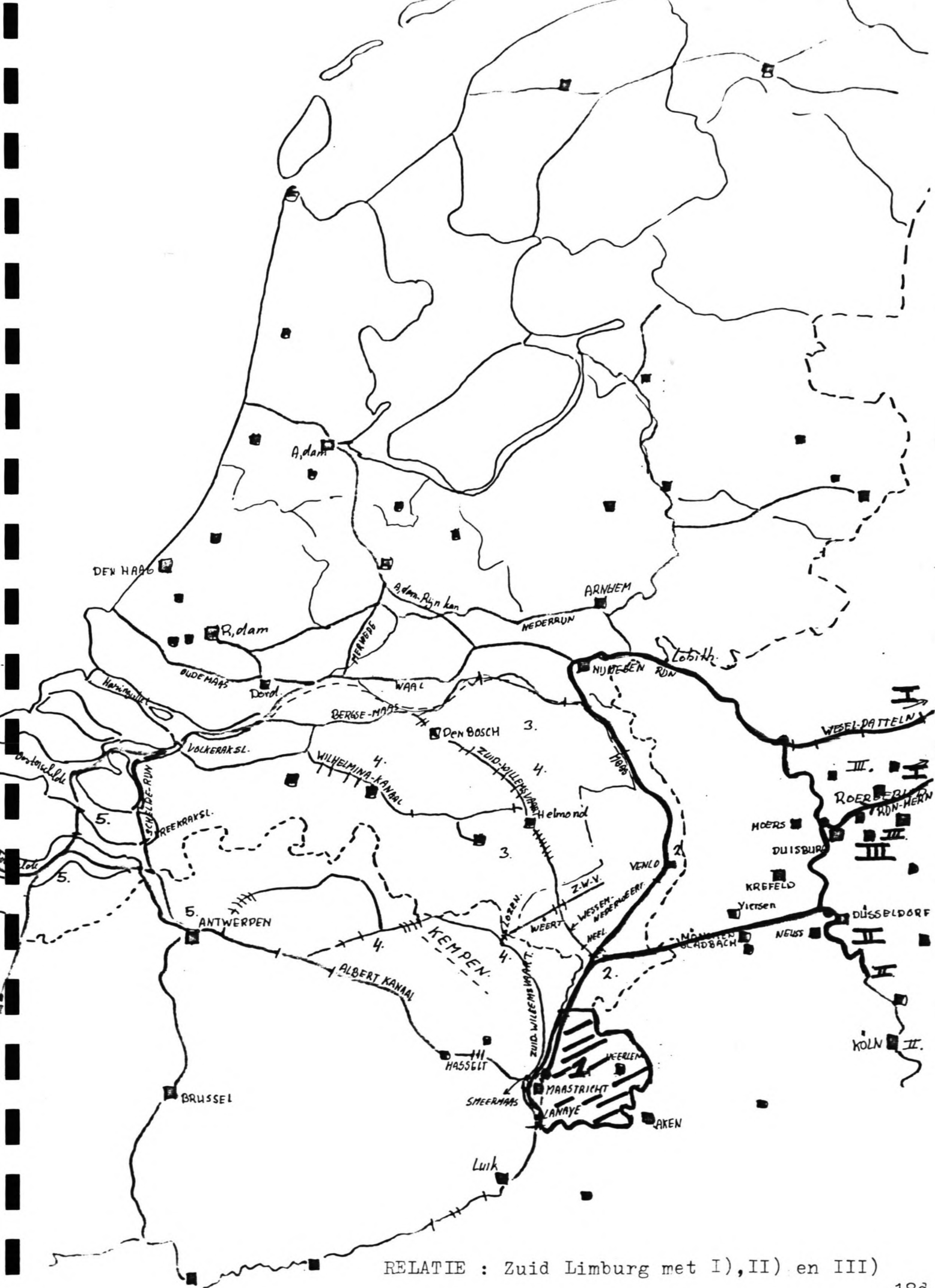
I : Noord-Duitsland en D.D.R.

II : GEBIEDEN BOVENSTROOMS VAN HET ROERGEBIED

III : ROERGEBIED.

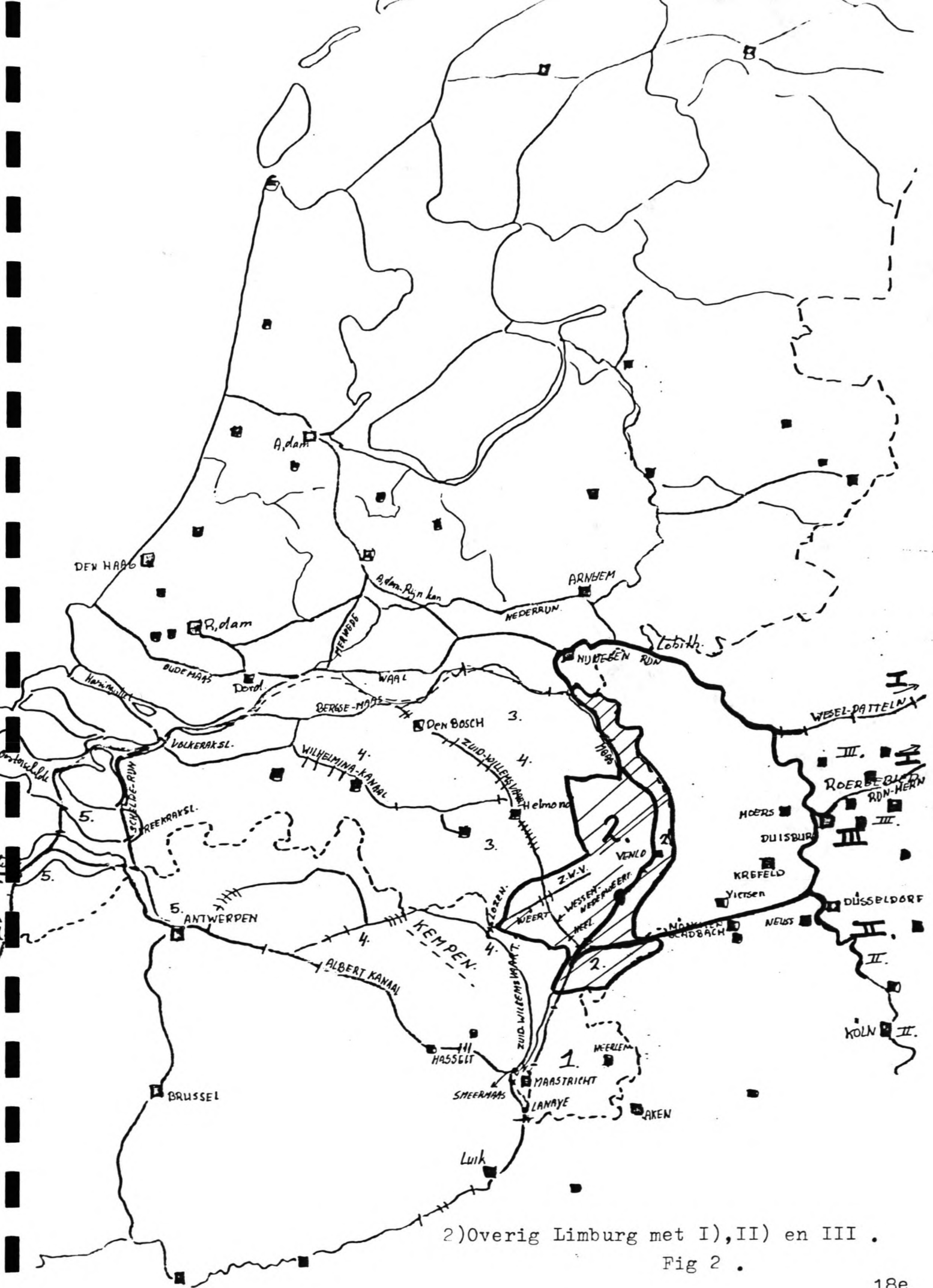


Afstanden op de vaarwegen (in km.)
tussen * en * .



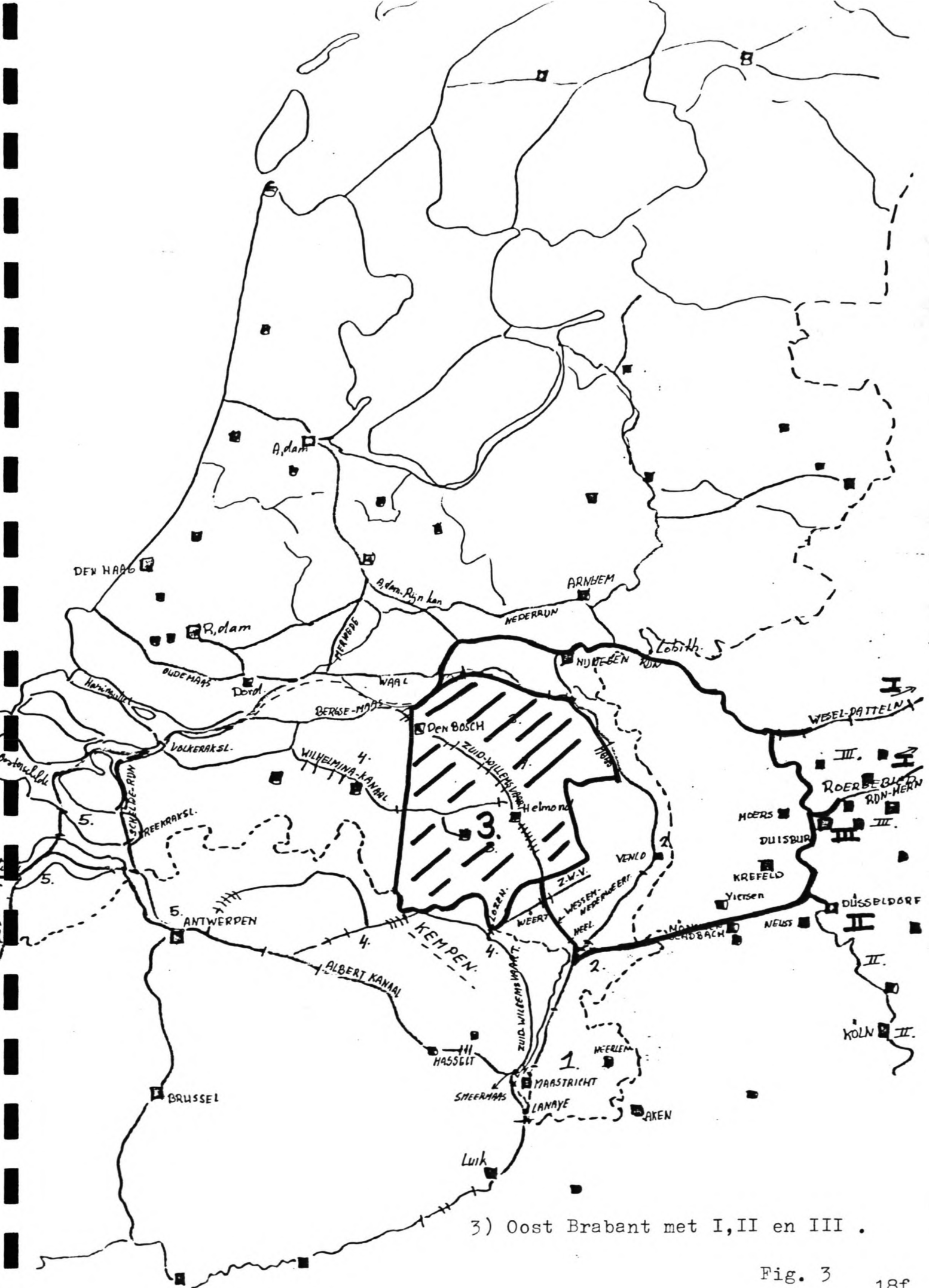
RELATIE : Zuid Limburg met I), II) en III)

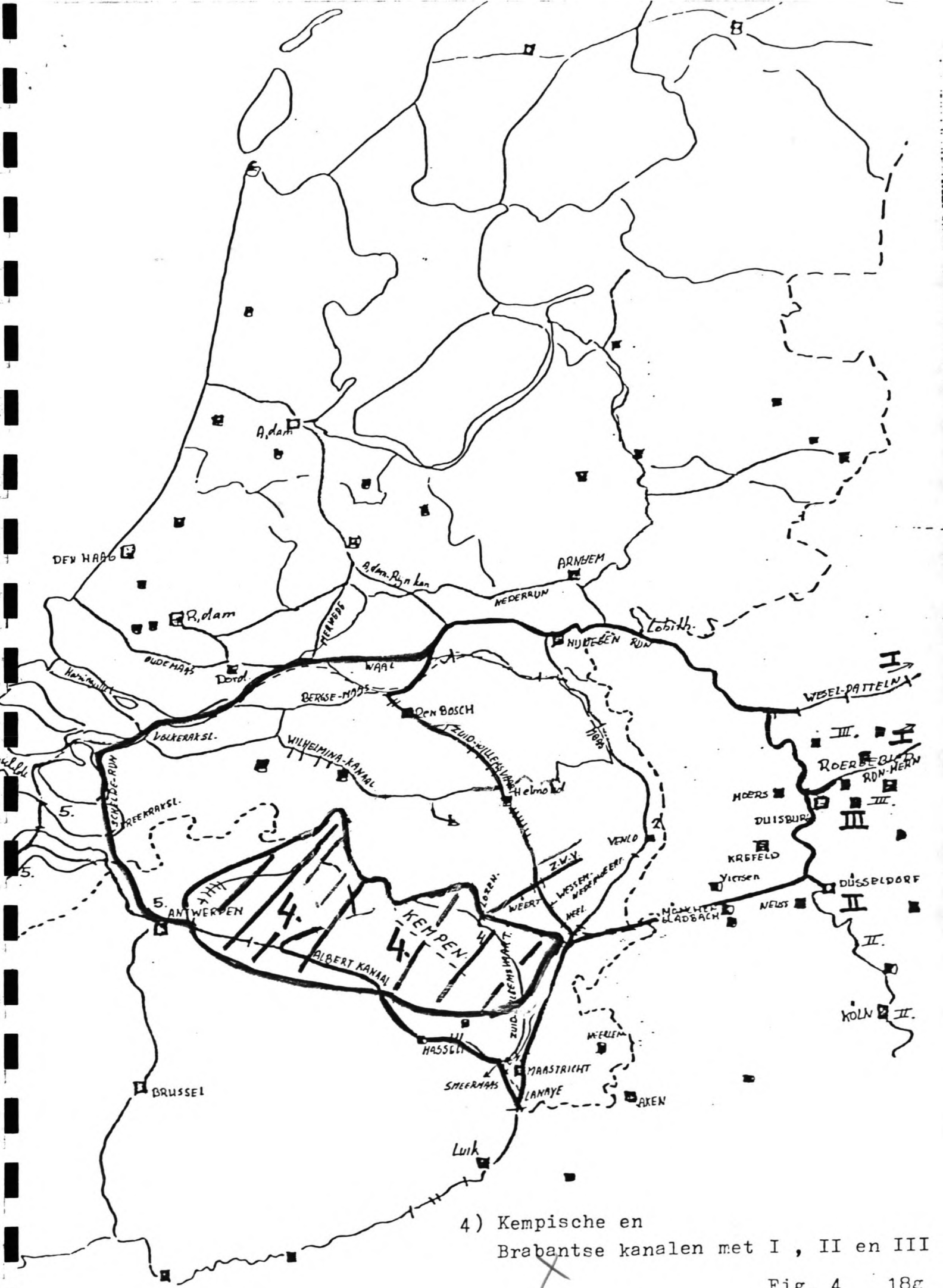
Fig. 1



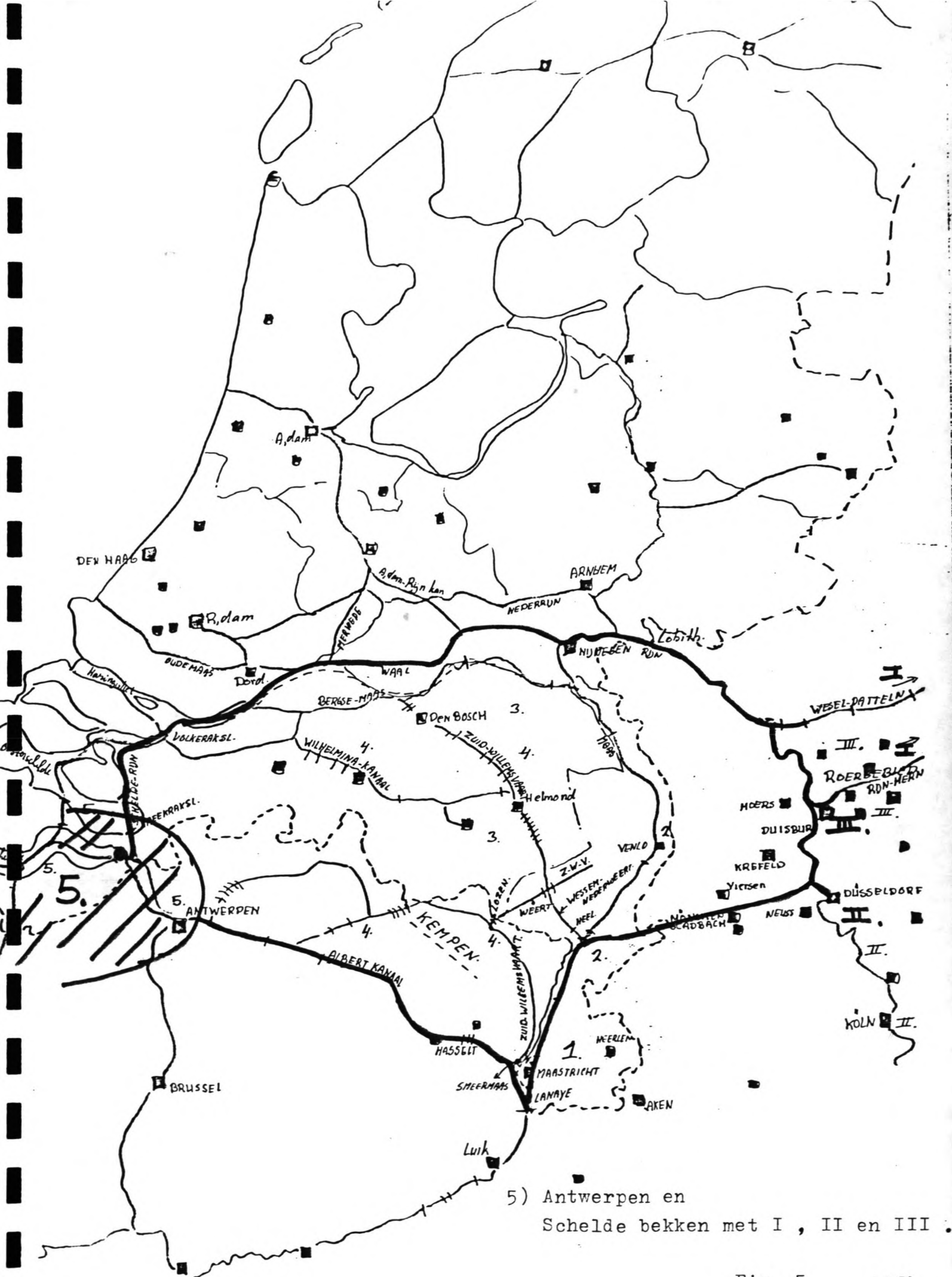
2) Overig Limburg met I), II) en III .

Fig 2 .

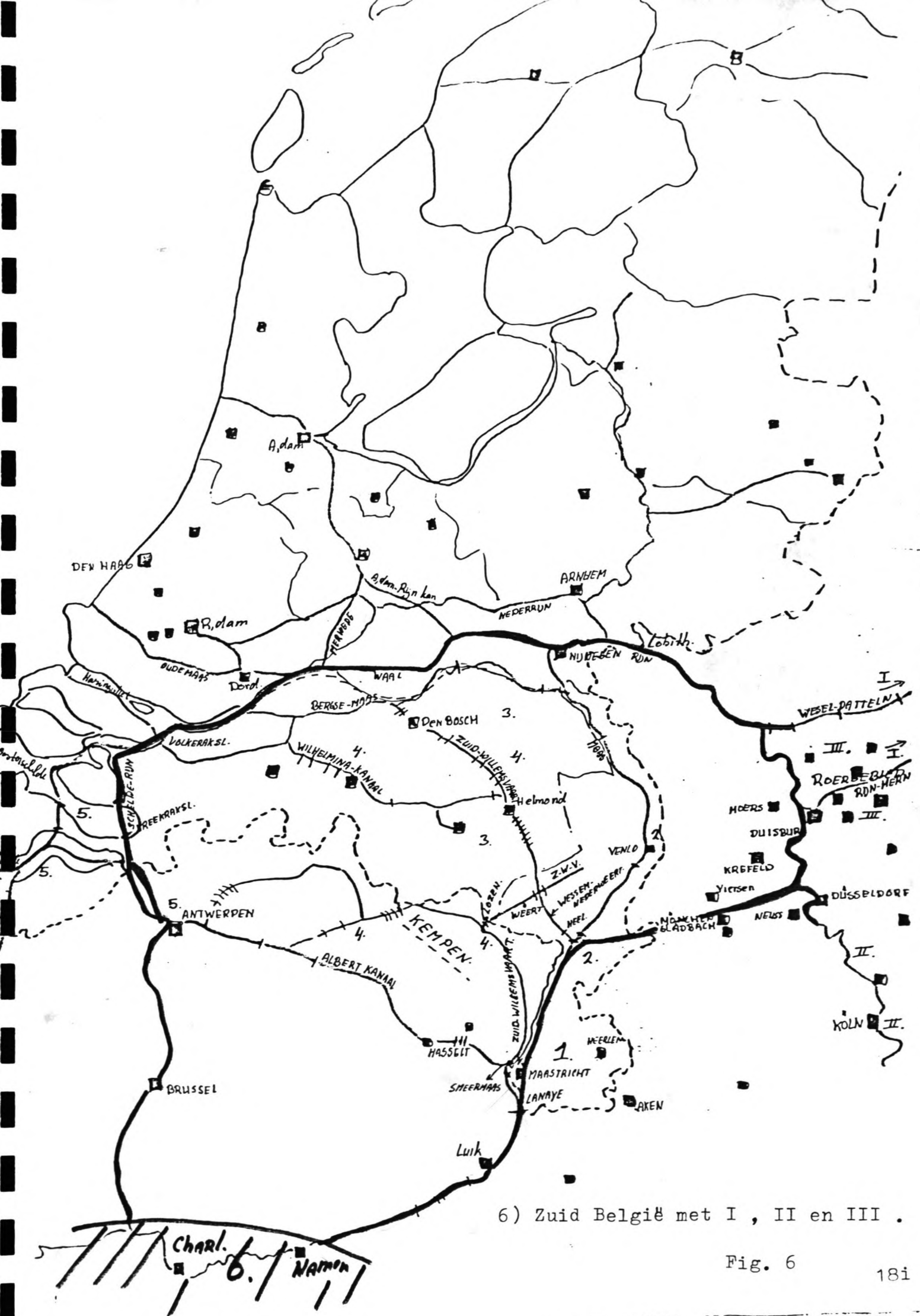




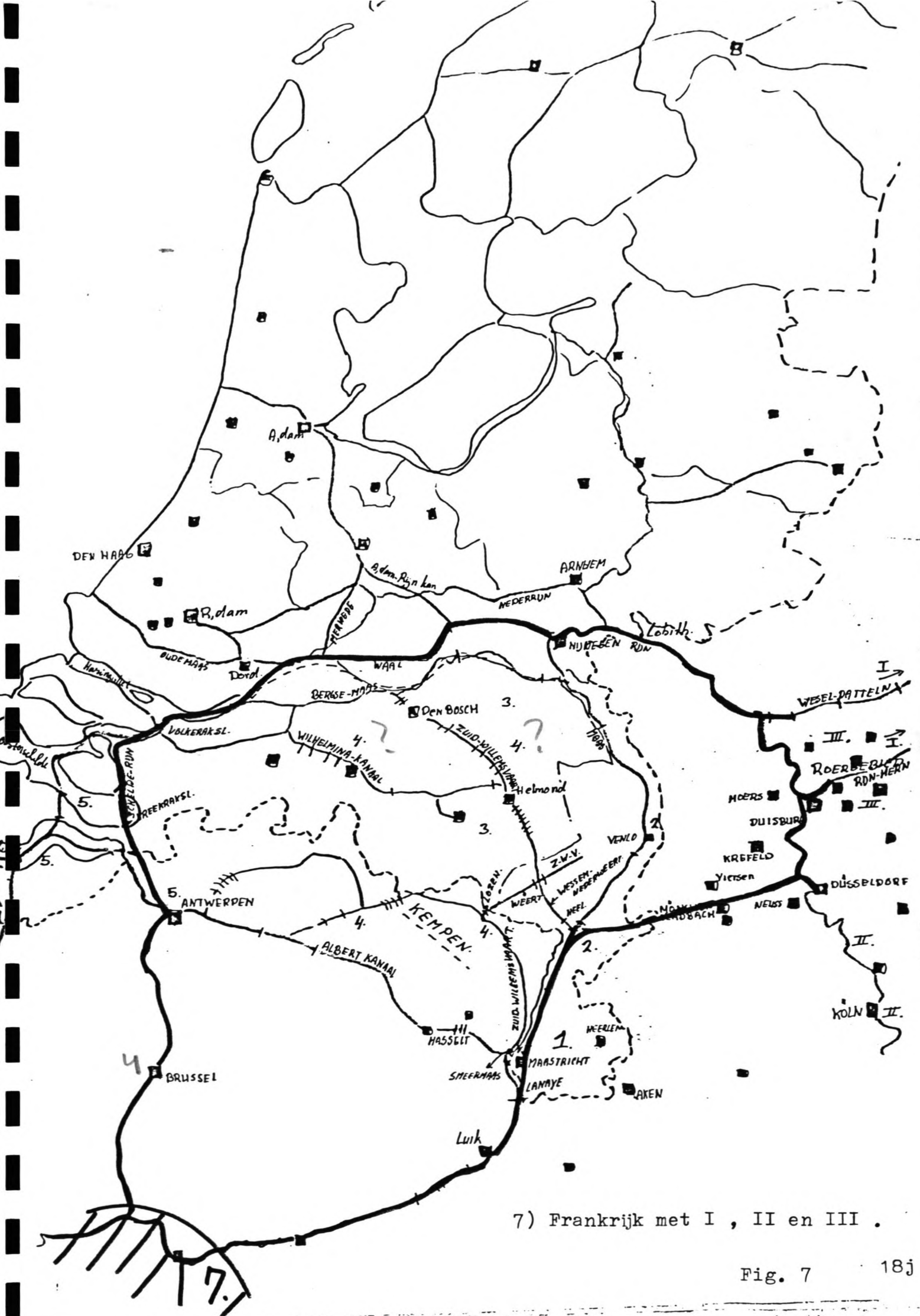
4) Kempische en Brabantse kanalen met I, II en III



5) Antwerpen en Schelde bekken met I , II en III .



6) Zuid België met I, II en III.



7) Frankrijk met I , II en III .

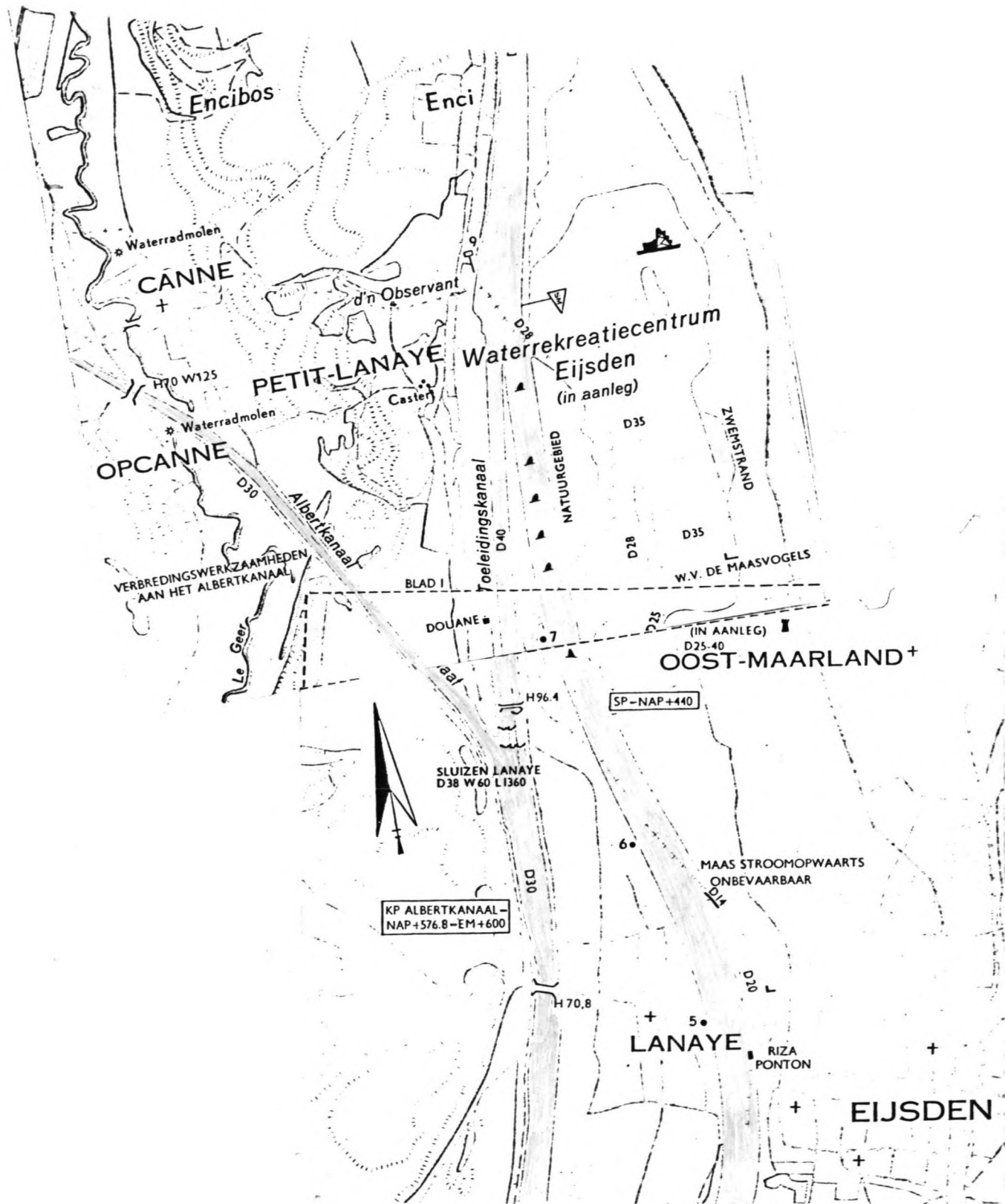


Fig. 8

Vervoerstromen naar relatie in tonnen .

1000 ton via Maas-Rijn kanaal. via Lobith .

	1000ton	Tijd	Tijd	Delta
1) Zuid-Limburg naar I	8	13,3	27,6	14,2
,, naar II	209	11,7	33	21,3
,, naar III	138	13,3	30	16,6
I naar Zuid-Limburg	44	14,6	22,8	8,2
II naar Zuid-Limburg	206	11,6	25,8	14,2
III naar Zuid-Limburg	62	14,6	24,1	9,5
2) Overig Limburg naar I	-	10	19,7	9,7
,, naar II	-	8,3	25,1	16,8
,, naar III	4	10	22,1	12,1
I naar Overig Limburg	48	12	14,5	2,5
II ,, ,, ,,	127	9	17,5	8,5
III ,, ,, ,,	72	12	15,8	3,8
3) Oostelijk-Brabant naar I	2	20	31	11
,, naar II	21	18,3	36,4	18,1
,, naar III	3	20	33,4	13,4
I naar Oost-Brabant	70	20,1	19,7	- 0,4
II ,, ,, ,,	195	17,1	22,7	5,6
III ,, ,, ,,	77	20,1	21	0,9
4) Kempischeen Brabantse kanalen				
naar I	26	11,7	32,1	20,4
naar II	320	10	32,1	22,1
naar III	281	11,7	29,1	17,3
I naar Kemp. en Brab. kan.	669	13	26,6	13,6
II ,, ,, ,,	822	10	29,6	19,6
III ,, ,, ,,	651	13	27,9	14,9

Tijd in uren

	1000ton	via Maas-Rijn		via Lobith	Delta T
		Tijd	Tijd	Tijd	
5) Antwerpen/Schelde naar I	143	29,6	30,5		0,9
,, ,, ,, II	5194	27,9	35,9		8
,, ,, ,, III	1700	29,6	32,9		3,3
I naar Antwerpen/Schelde	687	29	25		4
II ,, ,, ,,	3379	26	28		2
III ,, ,, ,,	2326	29	26,3		- 3,3-27
6) Zuid-België naar I	290	27	48,2		21,2
naar II	1099	25,3	53,6		28,3
naar III	739	27	50,6		23,6
Van I naar Z-België	324	28,4	37,4		9
II ,, ,, ,,	413	25,4	40,4		15
III ,, ,, ,,	445	28,4	38,7		10,3
7) Frankrijk naar I , II en III geeft relatief dezelfde waarde als bij 6) .					

Tijd in uren

Vervoerstromen door het Maas-Rijn kanaal

Van	met I, II en III	Totaal	A	B
1) Zuid-Limburg		667	667	667
2) Overig Limburg		251	251	131
3) Oost Brabant		331	220	220
4) Belgische en Kempische kan.		2789	2789	2420
5) Antw. en sch.		13429	10963	5881
6) Zuid-België		3310	3310	3310
7) Frankrijk		750	750	750

Σ 21.500 x1000ton
 21.539
 18.900
 18.950
 (= 18.263.)
 13.100
 13.748
 (= 13.061)

Tabel 2A

Uit de tabellen 1A en 2A kunnen we de volgende conclusies trekken n.m.

alles

1) Indien we de zeven relaties door het Maas-Rijn kanaal laten gaan ,komen we op een totaal vervoer van 21,5 miljoen ton .

$\Delta t \geq +2$
 $> +2$

2) Indien we de routes met een tijdsverschil van minder dan 2 uren weglaten en ook die routes die meer dan twee uren sneller zijn dan de) route door het M-R kanaal dan komen we op een totaal van 18,9 miljoen (tabel 2A:A)

$\Delta t \geq +4$

3) Hetzelfde als 2) maar nu met vier uren verschil. Totaal vervoer 13,1 miljoen . ^{2A: B}

Het grootste verschil komt uit de relatie met Antwerpen en het Schelde bekken voort .

Welke van de bovengenoemde hoeveelheden nu het meest aan-nemelijk zijn , hangt van het gedrag van de schippers af .

Indien zij de kortste route kiezen (in tijd) dan ~~19,2~~ ^{21,5} milj.

Indien zij niet op vier uren varen kijken dan 13,1 milj.

Bij deze getallen hebben we geen rekening gehouden met de verdeling van de goederenstroom over twee routes, ook al is een route naar ons criterium van 2 of 4 uren, sneller.

Indien we de volgende verdeling aanhouden

a) Delta T groter dan 2 uren : alles door M-R kan. = 18,9 ¹⁰⁶

b) Delta T tussen -2 en +2 : verdeling naar tijds-
verschil . ¹⁰³

c) Delta T kleiner dan -2 : alles via Lobith . ^{21,5}

(tabel 1A en 2A)

dan komen we op 19,1 miljoen ton vervoer .

De werkelijke waarde zou voor 1980 dus moeten liggen tussen de 13 en de 19 miljoen ton.

Zonder verbetering van de stop van Lanaye komen we op 4 miljoen ton .Dit spreekt voor zich .

hoe?

Voor de Maas-Rijn verbinding is niet alleen de vervoers omvang, zoals die in het bovenstaande is besproken, van belang maar ook het totale aanbod van schepen. Dit in verband met de leegvaart, die ook van een Maas-Rijn verbinding gebruik zal maken. Uit de statistieken van het C.B.S. zijn vervoersrelaties geselecteerd die belang hebben bij een Maas-Rijn verbinding. Met de gegevens van het C.B.S. worden nu een aantal afgeleide waarden berekend:

- het gemiddelde laadvermogen,
- het percentage geladen schepen,
- de lading als percentage van het laadvermogen,
- de lading als percentage van het laadvermogen van de geladen schepen,
- het gemiddeld aantal schepen dat nodig is om 1000 ton lading te vervoeren.

In de tabellen 3 en 4 is dit voor de rijnvaart langs Lobith zowel stroomopwaarts als stroomafwaarts uitgewerkt. Wat betreft het gemiddeld laadvermogen valt het op, dat de scheepvaart van de BRD door België naar Frankrijk ^{gemiddeld} 385 ton is, die van de DDR naar België 800 ton en de overige relaties gemiddelde laadvermogens hebben die liggen tussen de 1100 ton en 1700 ton. Het percentage schepen dat een lading heeft stroomafwaarts is in het algemeen 80% of hoger, alleen de relaties Zwitserland-België met 18% en naar Nederland met 56% springen eruit. Bij de vaart stroomopwaarts zijn de schepen bijna altijd geladen, alleen de schepen uit Nederland hebben een lager percentage namelijk 77%.

Het is nu mogelijk om globaal de aantallen schepen te berekenen die gevaren hebben tussen de verschillende gebieden. Door het aantal schepen per 1000 ton lading met de vervoerde lading in 1000 ton te vermenigvuldigen voor de verschillende relaties, komt men tot de gezochte aantallen schepen.

In de tabellen 5 en 6 is voor de verschillende in aanmerking komende relaties, het aantal schepen dat in 1980 van een Maas-Rijn verbinding gebruik zou hebben gemaakt weergegeven.

<i>bestemming:</i> <i>vertoez:</i> <i>uit</i>	België-Luxemburg	België-BRD	België-DDR	België-Frankrijk	België-Zwitserl.	Frankrijk-BRD	uit Nederland
totaal aantal schepen	21	7943	80	535	1182	936	74243
totaal laadverm. in 1000 ton	34	9687	74 9761	783	1895	377	101514
gemiddeld laadvermogen in ton	1619	1219	850	1463	1603	402	1367
aantal schepen met lading	21	7597	87	533	1181	933	57268
% geladen schepen	100	96	100	100	100	100	77
totaal laadverm. van de geladen schepen in 1000 ton	34	9293	74	781	1893	376	88415
lading in 1000 ton	26	7793	56	576	1502	262	72538
lading als % van totaal laadverm.	76	80	76	73	79	69	71
lading als % van laadverm. van geladen schepen	76	84	76	73	79	69	82
aantal schepen per 1000 ton lading	0,81	1,02	1,55	0,93	0,79	3,57	1,02

114 mln ton

Vaart op de Rijn via Lobith in 1980, stroomopwaarts, verdeeld naar landenrelaties.

bron CBS

Tabel 3

		Luxemburg-België																			
totaal aantal schepen	41		12769	12741	1751	146	1082	196	515	69196											
totaal laadverm. in 1000 ton	60		14414		675	117	1676	218	860	96211											
gemiddeld laadvermogen in ton	1463		1129		385	801	1549	1112	1670	1390											
aantal schepen met lading	37		10301		1736	146	1017	196	93	38749											
% geladen schepen	90		81		99	100	94	100	18	56											
totaal laadverm. van de geladen schepen in 1000 ton	54		10641		660	117	1536	218	98	39725											
lading in 1000 ton	33		8706		500	88	1006	195	41	33016											
lading als % van totaal laadverm.	55		60		74	75	60	89	5	34											
lading als % van laadverm. van geladen schepen	61		82		76	75	65	89	42	83											
aantal schepen per 1000 ton lading	1,24		1,47		3,50	1,66	1,08	1,00	12,56	2,10											

Vaart op de Rijn via Lobith in 1980, stroomafwaarts, verdeeld naar landenrelaties.

Tabel 4

	Noord-Duits- land en de DDR	gebieden langs de Rijn bovenstrooms van Ruhrgebied	Ruhrgebied
Zuid-Limburg	93	433	131
Overig limburg	101	267	152
Oostelijk Noord-Brabant	147	410	162
Kempische en Bra- bantse kanalen	984	1209	957
Antwerpen	1010	4968	3420
Zuid-België	477	608	655
Frankrijk	148	152	197

Aantallen schepen in 1980, stroomafwaarts.

Tabel 5

*met Tabel 2 p. 18
en Tabel 4 p. 21*

	Noord-Duits- land en de DDR	gebieden langs de Rijn bovenstrooms van Ruhrgebied	Ruhrgebied
Zuid-Limburg	9	214	141
Overig Limburg	-	-	5
Oostelijk Noord-Brabant	3	22	4
Kempische en Bra- bantse kanalen	47	327	287
Antwerpen	146	5299	1738
Zuid-België	296	1121	754
Frankrijk	64	86	87

Aantallen schepen in 1980, stroomopwaarts.

Tabel 6

Stroomafwaarts zijn dit opgeteld ruim 16500 schepen en stroomopwaarts zo'n 10500 schepen. Totaal dus ruim 27000 schepen die van een Maas-Rijn verbinding gebruik kunnen maken.

Volgens de C.B.S. statistieken over de internationale Rijnvaart via Lobith (zie tabel 7) heeft de vaart op en uit Nederland met eigen beweegkracht in 1980 het grootste aandeel gehad namelijk 72%, de sleepvaart zeer gering 1% en de duwvaart, die de laatste jaren sterk in opkomst is, 27% .

Voor de vaart via Nederland is de sleepvaart nihil, de duwvaart neemt 6% voor haar rekening en de rest vaart op eigen beweegkracht. In tabel 8 worden dezelfde gegevens ook van het stroomopwaartse verkeer getoond. Een cijfer dat hierin opvalt is het percentage van 48% van de stroomopwaarts vervoerde lading door de duwvaart, terwijl hiervoor maar 24% van het totaal aan schepen nodig is!

Tabel 9 toont de verdeling in tonnageklassen van de scheepvaart op en uit Nederland en de scheepvaart via Nederland. Bij de vaart op en uit Nederland valt het aantal duwvaartschepen groter dan 2000 ton op. Dit zijn 15232 van de totaal 18956 aanwezige duwvaartschepen. Bij de vaart via Nederland is het opmerkelijk dat de duwvaart hier verhoudingsgewijs weer veel minder vertegenwoordigd is dan bij de vaart op en uit Nederland.

stroomafwaarts	aantal	aantal in %	lading in 1000 ton	lading in %
totaal 1980	88137		45360	
vaart op/uit Nederland	69196	100	33016	100
eigen beweegkr.	49797	72	26472	80
sleepvaart	443	1	44	0
duwvaart	18956	27	6500	20
vaart via Nederland	18941	100	12344	100
eigen beweegkr.	17772	94	11470	93
sleepvaart	31	0	15	0
duwvaart	1138	6	860	7

Tabel 7

stroomopwaarts	aantal	aantal in%	lading in 1000 ton	lading in%
totaal 1980	86260		83680	
vaart op/uit Nederland	74243	100	72538	100
eigen beweegkr.	55534	75	36875	51
sleepvaart	514	1	941	1
duwvaart	18195	24	34722	48
vaart via Nederland	12017	100	11142	100
eigen beweegkr.	11250	94	10012	90
sleepvaart	22	0	38	0
duwvaart	745	6	1092	10

Rijnvaart langs Lobith in 1980

Tabel 8

Tabel 21. Per type voortbeweging en tonnageklasse

	Stroomafwaarts					Stroomopwaarts				
	Alle schepen		w.v. met lading			Alle schepen		w.v. met lading		
	aantal	laad- vermogen	aantal	laad- vermogen	lading	aantal	laad- vermogen	aantal	laad- vermogen	lading
	1 000 ton		1 000 ton		1 000 ton		1 000 ton		1 000 ton	
ALLE VLAGGEN										
Totaal 1980	88 137	116 461	54 640	55 191	45 360	86 260	115 648	68 812	102 040	83 680
Vaart op resp. uit Nederland										
Totaal	69 196	96 211	38 749	39 725	33 016	74 243	101 514	57 268	88 415	72 638
Met eigen beweegkracht	49 797	51 256	34 276	30 555	26 472	55 534	57 886	38 933	45 468	36 875
- 99 ton	3	0	-	-	-	15	1	-	-	-
100 - 199 ton	170	27	161	25	24	175	27	17	3	2
200 - 399 ton	3 277	1 070	2 956	959	906	3 758	1 231	968	324	234
400 - 599 ton	6 896	3 462	6 147	3 084	2 769	7 261	3 656	3 600	1 828	1 489
600 - 999 ton	17 076	13 925	14 369	11 612	10 638	18 676	15 196	11 684	9 652	7 846
1 000 - 1 499 ton	15 150	18 811	7 657	9 439	8 089	17 481	21 539	15 127	18 666	15 519
1 500 - 1 999 ton	5 023	8 222	2 359	3 803	2 897	5 437	8 976	4 800	7 953	6 274
2 000 ton en meer	2 202	5 740	627	1 632	1 252	2 831	7 262	2 739	7 042	5 611
Stoepvaart	443	867	58	83	44	514	1 067	508	1 062	941
200 - 399 ton	4	1	2	1	0	3	1	-	-	-
400 - 999 ton	23	21	10	8	7	5	5	3	3	2
1 000 - 1 499 ton	205	285	33	47	18	179	253	179	253	221
1 500 - 1 999 ton	48	87	10	19	12	38	68	38	68	48
2 000 ton en meer	163	474	3	8	5	289	741	288	739	670
Duwvaart	18 956	44 087	4 415	9 087	6 500	18 195	42 561	17 827	41 885	34 722
100 - 199 ton	6	1	-	-	-	16	2	1	0	0
200 - 399 ton	256	98	35	13	10	229	87	223	85	71
400 - 599 ton	6	3	4	2	1	15	7	13	6	5
600 - 999 ton	434	382	198	161	124	314	296	281	267	235
1 000 - 1 499 ton	631	859	277	385	336	786	1 045	717	946	830
1 500 - 1 999 ton	2 391	3 947	1 071	1 758	1 371	2 384	3 990	2 372	3 970	3 382
2 000 ton en meer	15 232	38 797	2 830	6 768	4 659	14 451	37 135	14 220	36 610	30 198
Vaart via Nederland										
Totaal	18 941	20 250	15 891	15 466	12 344	12 017	14 134	11 544	13 625	11 142
Met eigen beweegkracht	17 772	17 838	15 152	13 912	11 470	11 250	12 532	10 786	12 033	10 012
100 - 199 ton	7	1	4	1	1	-	-	-	-	-
200 - 399 ton	2 646	930	2 622	922	706	1 155	418	1 068	389	272
400 - 599 ton	1 953	967	1 869	926	767	1 019	506	968	481	410
600 - 999 ton	5 433	4 426	5 201	4 218	3 554	3 041	2 513	2 931	2 414	2 046
1 000 - 1 499 ton	5 102	6 279	3 872	4 748	3 938	3 883	4 785	3 769	4 641	3 940
1 500 - 1 999 ton	1 659	2 775	1 040	1 723	1 402	1 346	2 278	1 278	2 154	1 773
2 000 ton en meer	972	2 459	544	1 373	1 102	806	2 033	772	1 954	1 570
Diepvaart	31	46	16	20	15	22	45	22	45	38
400 - 599 ton	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-
600 - 999 ton	3	2	2	1	1	1	1	1	1	0
1 000 - 1 499 ton	19	25	13	17	13	9	12	9	12	12
1 500 - 1 999 ton	1	2	1	2	1	1	2	1	2	1
2 000 ton en meer	7	16	-	-	-	11	30	11	30	24
Duwvaart	1 138	2 367	723	1 534	860	745	1 558	736	1 547	1 092
- 99 ton	-	-	-	-	-	1	0	-	-	-
200 - 399 ton	12	5	7	3	1	-	-	-	-	-
400 - 599 ton	1	1	1	1	0	-	-	-	-	-
600 - 999 ton	61	58	23	22	14	42	40	39	37	30
1 000 - 1 499 ton	104	144	59	81	60	90	121	86	115	94
1 500 - 1 999 ton	252	401	143	226	154	167	274	167	274	213
2 000 ton en meer	708	1 758	490	1 202	631	445	1 124	444	1 122	755

De kwantitatieve vervoersrelaties van 1971 tot 1980

Uit de figuren 1, 2, 3, 4 en 5 krijgt men een beeld van de ontwikkelingen in de internationale binnenvaart de laatste tien jaar tot 1980. Uit figuur blijkt dat er nog een groei in de internationale binnenvaart is geweest, namelijk in 10 jaar van 140 miljoen ton tot 180 miljoen ton, waarbij met name de duwvaart een grote vlucht genomen heeft. In 1971 is het nog 20 miljoen ton, in 1980 is het aandeel van de duwvaart gegroeid tot niet minder dan 50 miljoen ton.

Wat verder opvalt in de figuren is dat na 1978 een lichte daling over bijna de hele linie te bespeuren valt. Of dit nu een schommeling of een trend is, kan niet direkt bepaalt worden. De daling komt erg sterk naar voren in figuur die de internationale tankvaart toont. Deze ontwikkeling heeft natuurlijk alles te maken met onze huidige problemen op het gebied van de energievoorziening

Kwalitatieve vervoersrelaties

Door de NSTR (dit is de 'eenvormige goederennomenclatuur voor de vervoerstatistieken' van de Europese Economische Gemeenschap) is een goederennaamlijst opgesteld zoals die is afgebeeld in de figuren 6, 7 en 8. Kort samengevat zijn er de volgende goederengroepen:

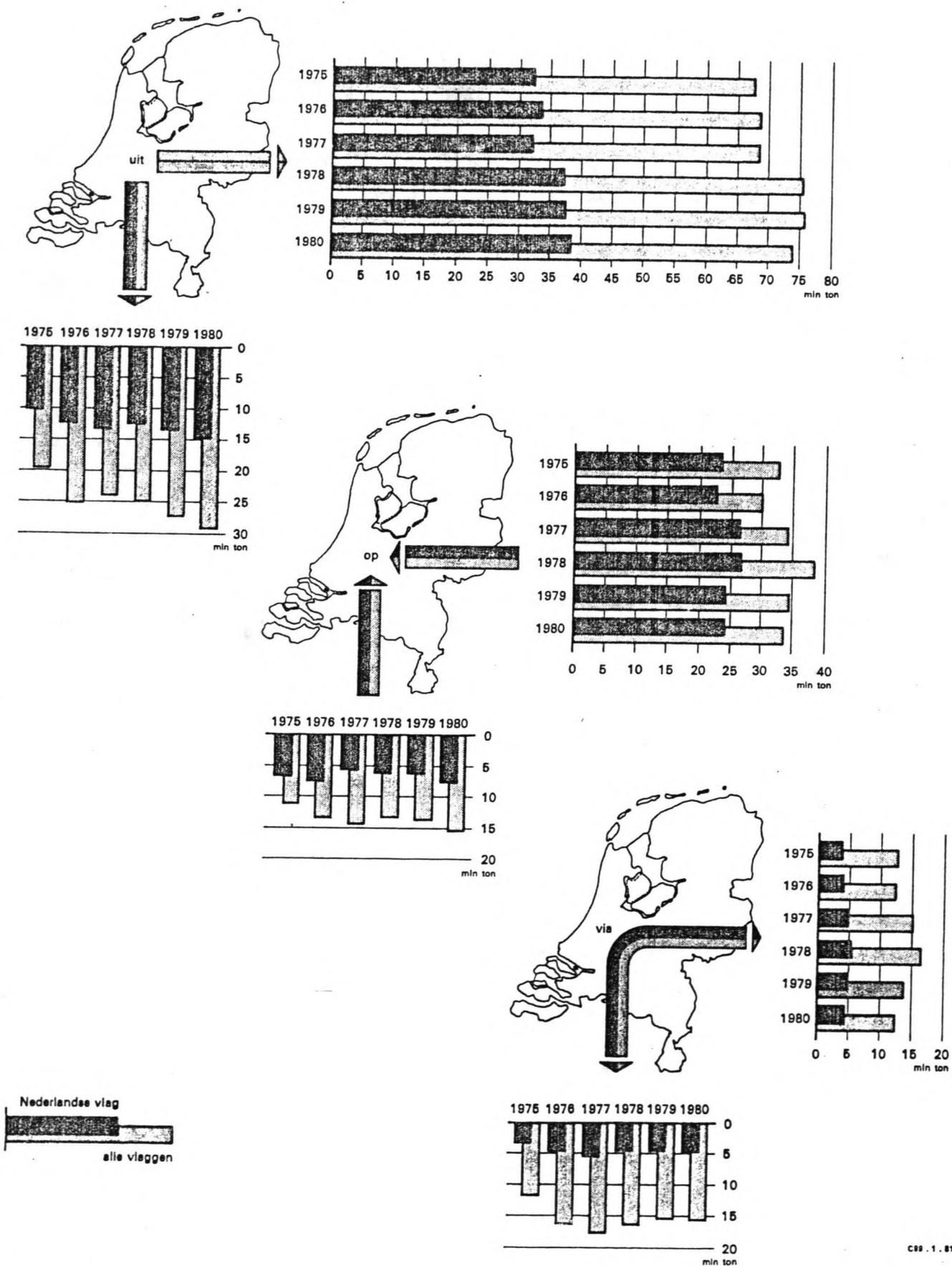
nummer	omschrijving
0	Landbouwprodukten
1	Andere voedingsprodukten
2	Vaste brandstoffen
3	Aardolie en aardolieprodukten
4	Ertsen, metaalafval en geroost ijzerkies
5	Metalen en halffabrikaten van metaal
6	Ruwe mineralen en fabrikaten: bouwmaterialen
7	Meststoffen
8	Chemische produkten
9	Voertuigen, machines en overige goederen

KERNCIJFERS

	Eenheid	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
Vervoer door de binnenvaart over de Nederlandse grenzen									
Totaal vervoer	mln ton	160,0	173,8	156,3	166,2	174,7	185,4	181,2	180,5
gelost in Nederland	mln ton	45,0	47,7	43,9	43,5	49,0	51,7	48,6	49,3
geladen in Nederland	mln ton	87,3	96,0	87,7	93,8	92,7	100,5	103,2	103,1
via Nederland	mln ton	27,7	30,1	24,7	28,9	33,0	33,2	29,3	28,2
Laadvermogen									
geladen schepen	mln ton	206,0	213,6	191,9	232,2	215,9	229,0	221,6	218,5
beladingspercentage	%	77,7	81,4	81,4	71,5	80,9	81,0	81,7	82,6
Laadvermogen									
alle schepen	mln ton	324,0	334,0	305,9	372,8	341,2	359,5	345,2	343,1
leegvaart	%	36,4	36,0	37,3	37,7	36,7	36,3	35,8	36,3
Totaal vervoerd gewicht naar goederenhoofdstuk NSTR									
Landbouwproducten	mln ton	7,0	6,6	6,7	8,0	7,5	7,3	6,6	6,5
Andere voedingsproducten	mln ton	8,0	9,5	9,0	11,2	11,7	12,8	12,8	13,4
Vaste brandstoffen	mln ton	10,6	13,3	11,4	10,2	12,3	13,6	11,5	13,4
Aardolie en aardolieproducten	mln ton	23,5	23,8	25,1	27,6	29,8	33,7	30,2	30,2
Ertsen, metaalafval, geroost ijzerkies	mln ton	34,2	39,2	34,1	33,2	30,4	34,7	39,9	37,6
Metalen en halfabrikaten van metaal	mln ton	14,4	16,5	11,0	12,2	13,5	13,9	12,6	11,3
Ruwe mineralen en fabrikaten; bouwmaterialen	mln ton	45,5	46,5	45,2	47,7	51,9	50,1	46,5	47,9
Meststoffen	mln ton	5,9	6,5	4,6	5,1	6,2	6,8	7,5	7,1
Chemische producten	mln ton	6,7	7,6	6,8	7,8	7,9	9,0	10,1	9,4
Overige goederen	mln ton	4,3	4,2	2,5	3,3	3,4	3,4	3,5	3,8
Verkeer- en vervoersstroom via de voornaamste grensovergangen (totaal in- en uitgeklaard)									
Lobith									
aantal schepen		217 087	210 100	192 825	222 372	196 010	205 229	184 386	174 397
vervoerd gewicht	mln ton	116,8	128,3	119,1	118,5	127,3	139,7	133,3	129,0
Belgische grens-westzijde									
aantal schepen		111 368	120 523	95 378	125 133	125 323	123 006	117 553	118 848
vervoerd gewicht	mln ton	45,9	49,3	39,5	50,7	54,1	55,5	58,0	60,0
Belgische grens-oostzijde									
aantal schepen		72 446	71 056	53 170	61 898	59 601	50 274	42 412	48 584
vervoerd gewicht	mln ton	20,1	21,6	17,0	20,3	19,6	17,3	15,4	20,3
Vervoerd gewicht per vlag									
Totaal	mln ton	160,0	173,8	156,3	166,2	174,7	185,4	181,2	180,5
w.o. vlag van:									
Nederland	mln ton	85,7	90,6	79,7	84,9	87,9	92,5	91,2	94,3
Belgie	mln ton	26,3	28,0	23,5	29,0	28,2	30,9	31,4	30,5
Bondsrepubliek Duitsland	mln ton	36,0	40,9	39,1	39,2	43,4	44,8	42,1	38,6
Frankrijk	mln ton	5,2	5,7	5,3	5,4	6,0	6,6	5,9	5,9
Zwitserland	mln ton	5,4	7,1	7,3	6,6	8,0	9,6	9,7	10,2
Luxemburg	mln ton	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1
Verenigde Staten van Amerika	mln ton	.	.	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1
Polen	mln ton	.	.	.	.	.	.	0,2	0,2
Duitse Democratische Republiek	mln ton	.	.	.	.	.	.	0,2	0,3
Verenigd Koninkrijk	mln ton	.	.	.	.	.	.	0,1	0,1
Goederenvervoer op de Rijn via Lobith									
Stroomafwaarts, totaal	mln ton	43,9	49,6	44,4	41,5	48,6	53,8	47,6	45,4
w.o.									
steenkolen, cokes e.d.	mln ton	5,2	7,8	6,4	5,6	6,9	9,6	6,1	5,5
aarde, zand, grind	mln ton	20,5	20,5	23,0	21,7	25,1	21,4	19,3	18,9
metalen en metaalwaren	mln ton	7,9	10,1	6,4	5,6	7,0	7,8	6,6	6,0
meststoffen	mln ton	2,3	2,4	1,9	1,6	1,8	2,1	2,3	2,0
Stroomopwaarts, totaal	mln ton	72,9	78,7	74,7	77,0	78,8	85,9	85,7	83,7
w.o.									
ertsen	mln ton	33,1	37,3	32,6	31,6	29,2	32,7	37,7	35,2
steenkolen, cokes e.d.	mln ton	3,4	3,3	3,4	3,0	3,5	2,3	3,2	5,1
minerale oliën	mln ton	14,3	15,7	18,6	18,6	21,9	25,6	19,3	18,0
levens- en genotmiddelen	mln ton	4,3	4,8	4,9	5,7	5,8	6,6	6,9	7,1
metalen en metaalwaren	mln ton	4,0	3,2	3,1	4,3	4,5	4,5	4,5	3,9
Aandeel van de Nederlandse vlag in de Rijnvaart (vervoerd gewicht)									
Stroomafwaarts	%	60,3	57,9	59,6	62,2	57,9	58,3	60,7	62,3
Stroomopwaarts	%	50,1	47,5	45,3	45,2	44,3	45,6	46,5	48,4
Totale vaart	%	53,9	51,5	50,7	51,2	49,5	50,5	51,6	53,3

Fig. 1

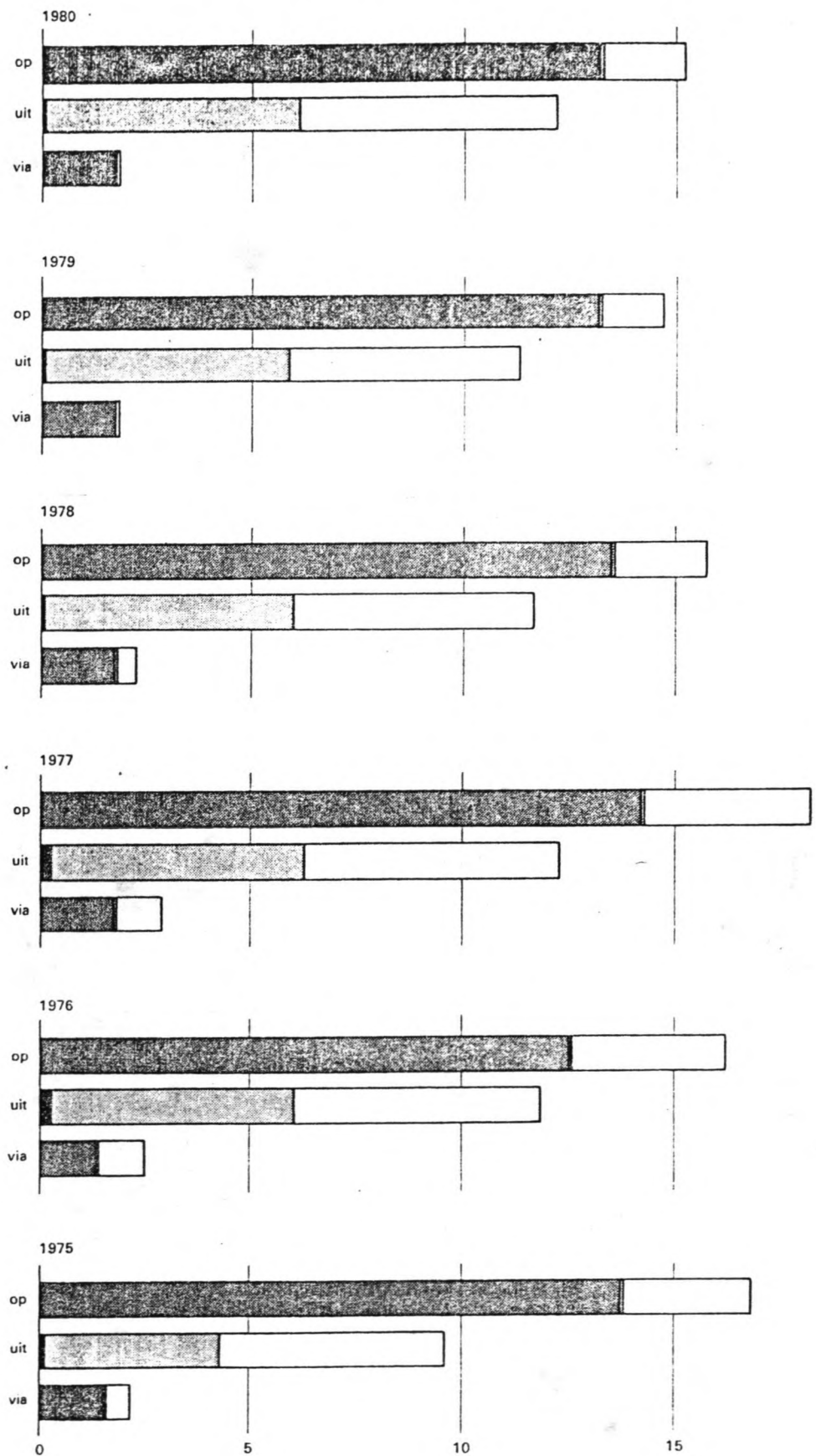
1. Vervoer door de internationale binnenvaart uit, op en via Nederland



C88 . 1 . 81

Fig.2

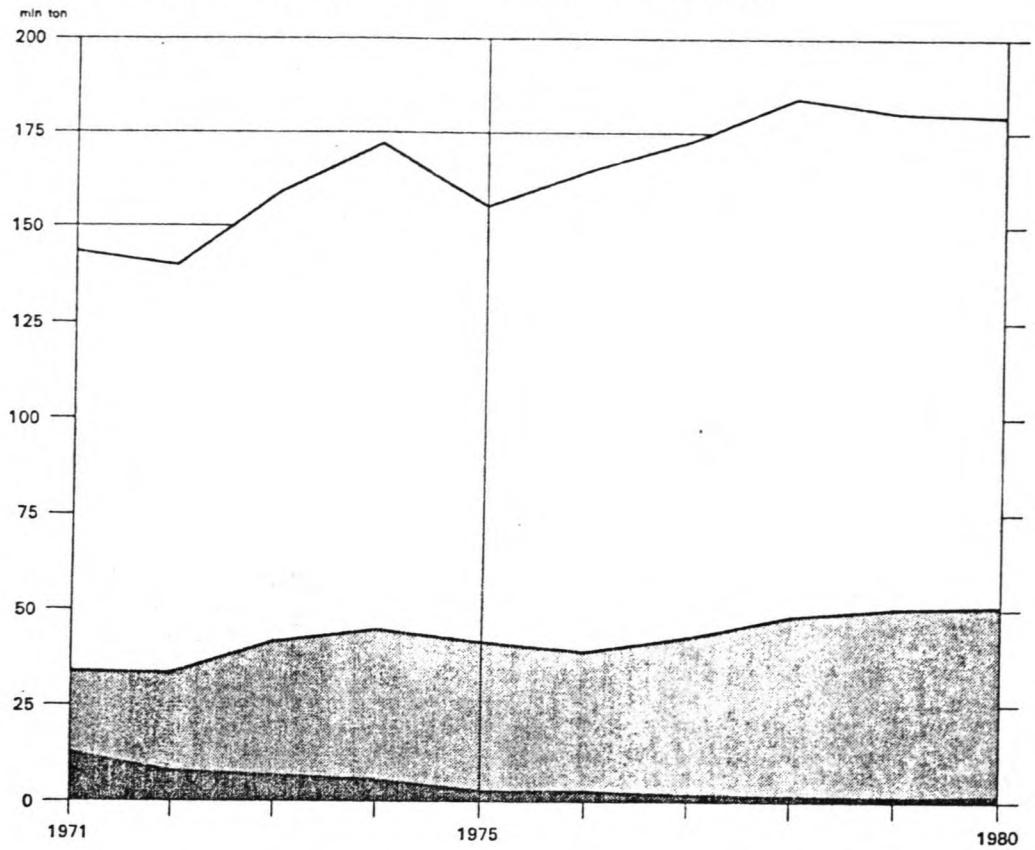
2. Zand- en grindvervoer op, uit en via Nederland



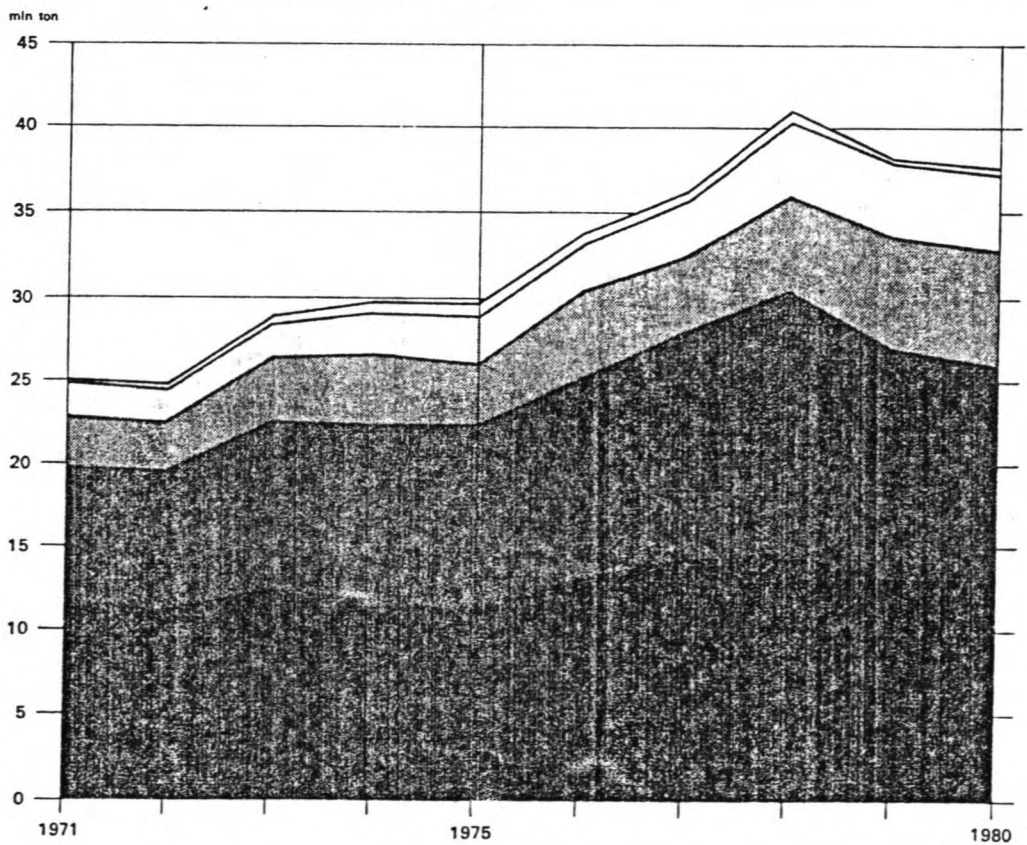
20
mln ton
C99 2 81

Fig3

3. Goederenvervoer in de internationale binnenvaart naar soort vaart



4. Vervoerd gewicht in de tankvaart naar vlag



C99.3 4. 81

Fig.4

5. Enkele kengetallen betreffende de internationale binnenvaart via Lobith

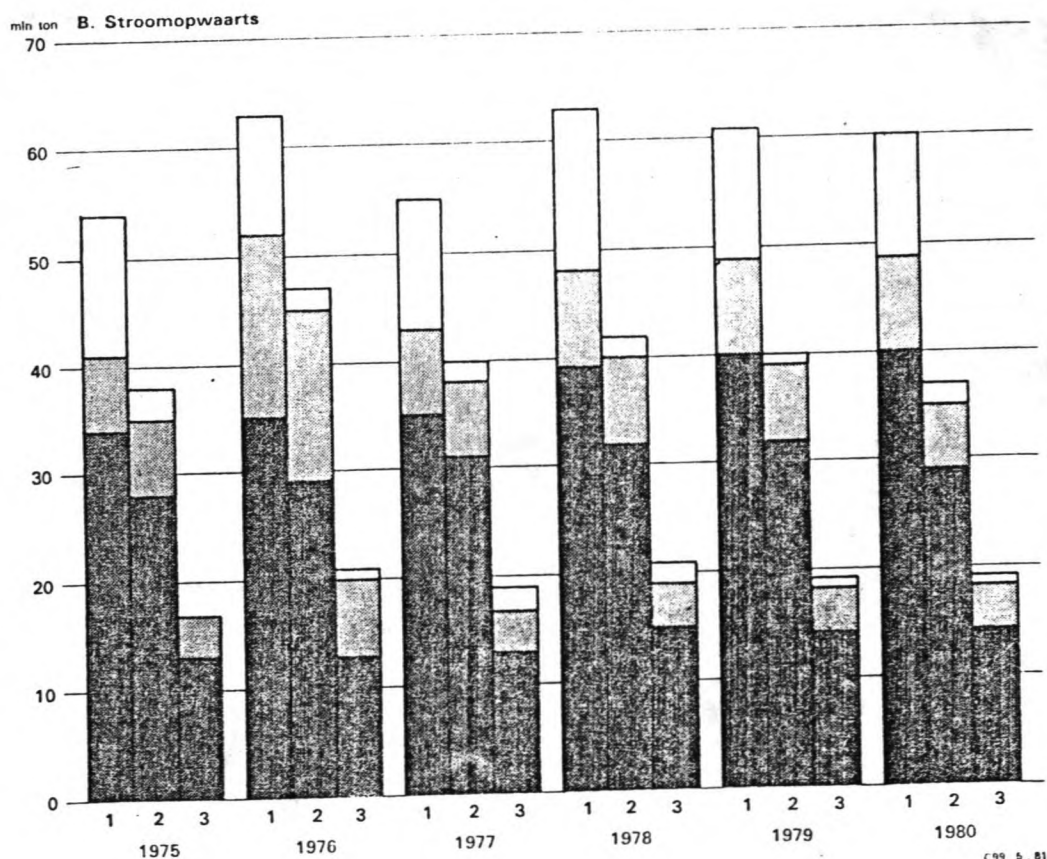
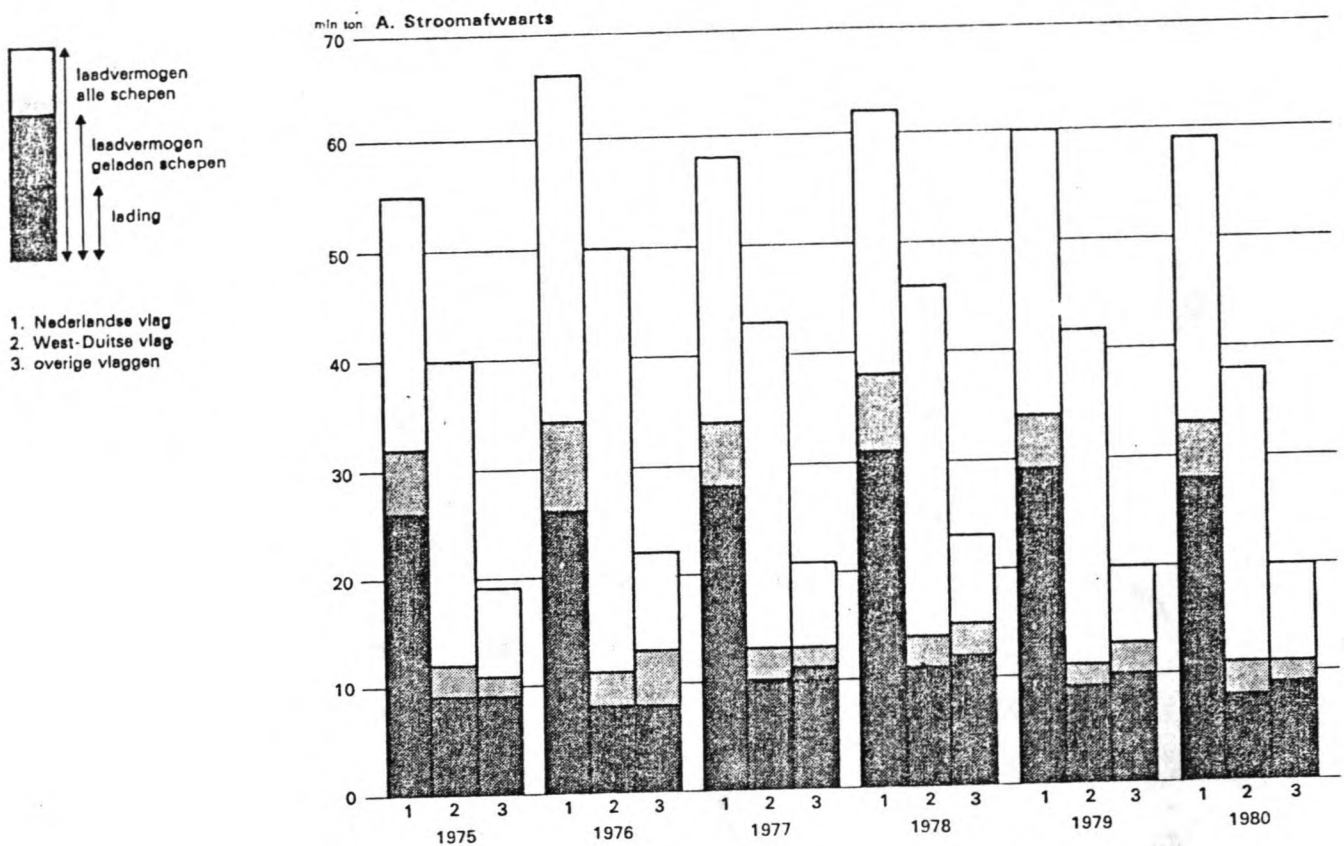


Fig.5

Omschrijving		Omschrijving	
Hoofdstuk 0	Landbouwprodukten	Groep 13	Genotmiddelen en bereide voedingsmiddelen n.a.g.
Groep 00	Levende dieren	131	koffie
001	Levende dieren	132	cacao en cacaoprodukten
Groep 01	Granen	133	thee en specerijen
011	tarwe	134	ruwe tabak en afval
012	gerst	135	tabaksfabrikaten
013	rogge	136	vruchtensuiker, suikerwerk
014	haver	139	bereide voedingsmiddelen n.a.g.
015	rijst	Groep 14	Vlees, vis en zuivelprodukten
019	overige granen	141	vlees, vers, gekoeld, bevroren
Groep 02	Aardappelen	142	vis-, schaal- en weekdieren
020	aardappelen	143	verse melk en room
Groep 03	Vers fruit, verse en bevroren groenten	144	melkprodukten
031	citrusvruchten	145	spijsvetten
035	ander vers fruit	146	eieren
039	verse en bevroren groenten	147	vleeswaren en conserven
Groep 04	Textielstoffen en -afval	148	visconserven
041	wol	Groep 16	Graan-, fruit- en groentebereidingen
042	katoen	161	meel en bloem
043	kunstmatige textielvezels	162	mout
045	overige plantaardige textielvezels: zijde	163	andere graanprodukten
049	textielafval	164	fruit, gedroogd, bevroren en fruitconserven
Groep 05	Hout	165	peulvruchten
051	papierhout	166	groentenconserven
052	mijnhout	167	hop
055	ander rondhout	Groep 17	Veevoeder
056	eenvoudig bewerkt hout	171	stro en hooi
057	brandhout, kurk	172	perskoeken
Groep 06	Suikerbieten	179	zemelen en overig veevoeder
060	suikerbieten	Groep 18	Oliezaden, olien en vetten
Groep 09	Andere landbouwprodukten	181	oliezaden
091	ruwe huiden en vellen	182	dierlijke en plantaardige olien en vetten
092	rubber, ruw of geregenereerd	Hoofdstuk 2	Vaste brandstoffen
099	overige landbouwprodukten	Groep 21	Steenkool
Hoofdstuk 1	Andere voedingsprodukten	211	steenkool
Groep 11	Suiker	213	steenkoolbriketten
111	ruwe suiker	Groep 22	Bruinkool en turf
112	geraffineerde suiker	221	bruinkool
113	melasse	223	bruinkoolbriketten
Groep 12	Dranken	224	turf
121	wwijn en druivenmost	Groep 23	Cokes
122	bier	231	cokes van steenkool
125	overige alcoholische dranken	233	cokes van bruinkool
128	alcoholvrije dranken	Hoofdstuk 3	Aardolie en aardolieprodukten
Groep 13	Genotmiddelen en bereide voedingsmiddelen n.a.g.	Groep 31	Ruwe aardolie
131	koffie	310	ruwe aardolie
132	cacao en cacaoprodukten		
133	thee en specerijen		
134	ruwe tabak en afval		
135	tabaksfabrikaten		
136	vruchtensuiker, suikerwerk		
139	bereide voedingsmiddelen n.a.g.		

Omschrijving		Omschrijving			
Groep	32	Vloeibare brandstoffen	Groep	56	Non-ferrometalen en -halfabrikaten
	321	benzine	561	koper	
	323	kerosine, white spirit	562	aluminium	
	325	gas- en dieselolie	563	lood	
	327	zware stookolie	564	zink	
Groep	33	Energiegassen	565	andere non-ferrometalen	
	330	energiegassen	568	halfabrikaten van non-ferrometalen	
Groep	34	Andere aardoliederivaten			
	341	smeerolien en -vetten			
	343	petroleum, bitumen e.d.			
	349	andere aardolieprodukten			
			Hoofdstuk 6	Ruwe mineralen en fabrikaten: bouwmaterialen	
Hoofdstuk 4		Ertsen, metaalafval, geroost ijzerkies	Groep	61	Zand, grind, klei en slakken
Groep	41	IJzererts	611	industriezand	
	410	ijzererts	612	zand en grind	
			613	puimsteen	
			614	klei en klei-aarde	
			615	slakken en assen	
Groep	45	Andere ertsen en afvallen daarvan	Groep	62	Zout, ongeroost ijzerkies, zwavel
	451	afval van non-ferrometalen	621	zout	
	452	kopererts	622	ongeroot ijzerkies	
	453	aluminiumerts	623	zwavel	
	455	mangaanerts			
	459	andere ertsen			
Groep	46	Schroot, hoogovenstof, geroost ijzerkies			
	462	ijzer- en staalschroot			
	466	ijzerslakken en hoogovenstof			
	467	geroost ijzerkies			
			Hoofdstuk 8	Chemische produkten	
Hoofdstuk 5		Metalen en halfabrikaten van metaal	Groep	81	Chemische basisprodukten
Groep	51	Ruw gietijzer en staal	811	zwavelzuur	
	512	ruw ijzer en ferrolegeringen	812	natriumhydroxyde	
	515	ruw staal	813	natriumcarbonaat	
			814	calciumcarbide	
			819	andere chemische basisprodukten	
Groep	52	Halfabrikaten van staal	Groep	82	Aluminiumoxyde en -hydroxyde
	522	gewalste halfabrikaten van staal	820	aluminiumoxyde en -hydroxyde	
	523	andere halfabrikaten van staal			
Groep	53	Staaf- en vormstaal, draad, spoorstaven e.d.	Groep	83	Produkten van steenkool- en petrochemie
	532	staaf- en profielstaal	831	benzol	
	535	walsdraad	839	pek, teer e.d.	
	536	ijzer- en staaldraad			
	537	rails e.d.	Groep	84	Cellulose en oud papier
			841	cellulose	
			842	oud papier	
Groep	54	Plaat- en bandstaal	Groep	89	Andere chemische produkten
	542	plaatstaal	891	kunststoffen	
	545	bandstaal	892	verf-, kleur- en looistoffen	
			893	geneesmiddelen	
Groep	55	Pijpen; andere gieterijprodukten	894	springstoffen en munitie	
	551	pijpen en verbindingstukken	895	stijfsel, zetmeel, e.d.	
	552	giet- en smeedstukken van staal	896	andere chemische produkten	

Fig.7

Omschrijving		Omschrijving
Groep	63	Andere ruwe mineralen
	631	steenslag, keistenen, macadam
	632	natuursteen
	633	gips- en kalksteen
	634	krijt
	639	andere mineralen
Groep	64	Cement, kalk
	641	cement
	642	kalk
Groep	65	Gips
	650	gips
Groep	69	Andere bewerkte bouwmaterialen
	691	bouwmaterialen van cement, -beton e.d.
	692	keramische bouwmaterialen
Hoofdstuk 7		Meststoffen
Groep	71	Natuurlijke meststoffen
	711	natrium-nitraat
	712	ruwe fosfaat
	713	ruwe kalizouten
	719	andere natuurlijke meststoffen
Groep	72	Kunstmeststoffen
	721	fosfaatslakken
	722	andere fosfaatmeststoffen
	723	kalimeststoffen
	724	stikstofhoudende meststoffen
	729	mengmeststoffen
Hoofdstuk 9		Voertuigen, machines en overige goederen (w.o. stukgoederen)
Groep	91	Vervoermaterieel
	910	vervoermaterieel
Groep	92	Landbouwtractoren en -machines
	920	landbouwtractoren en -machines
Groep	93	Elektrische en andere machines, apparaten en motoren
	931	elektrische machines, apparaten en motoren
	939	niet-elektrische machines, apparaten en motoren
Groep	94	Metaalwaren
	941	construktiewerken van metaal
	949	metaalfabrikaten
Groep	95	Glas, glaswerk, keramische producten
	951	glas
	952	glas- en aardewerk
Groep	96	Leer, textiel en kleding
	961	leer, leer- en bontwerk
	962	garens, weefsels
	963	kleding en schoeisel
Groep	97	Andere fabrikaten en halffabrikaten
	971	rubberfabrikaten
	972	papier en karton
	973	papier- en kartonwaren
	974	drukwerk
	975	meubelen, nieuwe
	976	fineer, hout- en kurkwaren
	979	andere fabrikaten
Groep	99	Overige goederen (incl. stukgoederen)
	991	gebruikte emballage
	992	gebruikte aannemersmateriaal e.d.
	993	verhuisboedels
	994	goud, munten
	999	overige goederen (w.o. stukgoederen)

In de figuren 8a en 8b staan de hoeveelheden voor de verschillende vervoersrelaties genoteerd. Voor de vaart van en naar België zijn de cijfers van België zonder Antwerpen vermeld, omdat het waarschijnlijk is dat de scheepvaart er de voorkeur aan geeft de route langs de Rijn en de Waal te bevaren boven de route langs Albert kanaal en Maas-Rijn kanaal met veel sluizen. Daar komt nog bij dat het verkeer op de Rijn richting Antwerpen gebruik kan maken van de stroom. De gedetailleerde onderverdeling van de NSTR is niet gebruikt. Het lijkt ons voldoende als de cijfers van de hoofdgroepen met elkaar vergeleken worden.

Uit de tabellen 10 en 11 blijkt, dat van het vervoer van Duitsland naar België de belangrijkste goederensoorten zijn: vaste brandstoffen, ruwe mineralen en fabrikaten, bouwmaterialen en de meststoffen.

De belangrijkste goederensoorten van het vervoer van België naar Duitsland zijn: aardolie en aardolieprodukten, ertsen, metaalafval en geroost ijzerkies, metalen en halffabrikaten van metaal en ruwe mineralen en fabrikaten: bouwmaterialen.

Het vervoer van Duitsland naar Zuid-Limburg heeft één uitschieter: ruwe mineralen en fabrikaten: bouwmaterialen.

Van Zuid-Limburg naar Duitsland worden voornamelijk vaste brandstoffen vervoerd

Het vervoer van Duitsland naar overig Zuid-Nederland is hoofdzakelijk samengesteld uit: andere voedingsprodukten en ruwe mineralen en fabrikaten, bouwmaterialen.

Het vervoer van Overig Zuid-Nederland naar Duitsland omvat voornamelijk: ertsen, metaalafval en geroost ijzerkies.

Tabel 16. Via Nederland 1) vervoerde goederen per land van lading en goederengroep NSTR

	Totaal	Geladen in:						
		Belgie		Luxemburg	BR Duitsland	Frankrijk		Overige landen
		totaal	Antwerpen			Duitse grens	Belgische grens	
	1 000 ton							
Totaal 1980	28 156	15 317	9 748	35	11 159	1 203	292	150
0 Landbouwprodukten	964	509	262	2	266	14	174	-
01 Granen	846	412	176	-	250	14	170	-
02 Aardappelen	2	2	1	-	-	-	1	-
03 Vers fruit, verse en bevroren groenten	37	35	29	-	1	-	-	-
04 Textielstoffen en -afval	19	18	16	-	1	-	-	-
05 Hout	57	41	39	2	14	0	0	-
09 Andere landbouwprodukten	3	1	1	-	0	-	2	-
1 Andere voedingsprodukten	1 048	349	163	-	622	28	35	15
11 Suiker	128	23	22	-	102	3	0	-
12 Dranken	1	-	-	-	1	0	-	0
13 Genotmiddelen en andere voedingsmiddelen n.a.g.	12	4	4	-	8	-	0	0
14 Vlees, vis en zuivelprodukten	8	-	-	-	8	-	-	0
16 Graan-, fruit- en groentebereidingen	428	27	6	-	364	21	4	12
17 Veevoeder	263	166	84	-	70	4	20	2
18 Oliezaden, olien en vetten	209	129	46	-	70	-	10	0
2 Vaste brandstoffen	2 254	1 143	373	-	1 107	-	-	5
21 Steenkool	1 993	932	321	-	1 059	-	-	2
22 Bruinkool en turf	14	1	1	-	14	-	-	-
23 Cokes	247	210	52	-	34	-	-	2
3 Aardolie en aardolieprodukten	7 138	6 925	5 246	1	210	1	-	-
31 Ruwe aardolie	37	37	37	-	-	-	-	-
32 Vloeibare brandstoffen	6 852	6 714	5 082	1	137	1	-	-
33 Energiegassen	158	121	114	-	38	-	-	-
34 Andere aardoliederivaten	90	54	14	-	36	-	-	-
4 Ertsen, metaalafval, geroost ijzerkies	1 218	913	548	-	287	0	15	2
41 IJzererts	363	351	280	-	11	-	0	-
45 Andere ertsen en afvalen daarvan	365	273	258	-	89	0	0	2
46 Schroot, hoogovenstof, geroost ijzerkies	491	290	9	-	186	-	15	-
5 Metalen en halfabrikaten van metaal	5 747	1 557	937	29	3 528	571	31	31
51 Ruw gietijzer en staal	790	734	604	2	46	3	2	3
52 Halfabrikaten van staal	1 189	175	67	1	974	22	4	13
53 Staafl- en vormstaal, draad, spoorstaven e.d.	1 462	190	49	25	825	403	14	5
54 Plaat- en bandstaal	2 008	380	171	1	1 494	117	11	5
55 Pijpen; andere gieterijprodukten	159	4	3	-	128	26	-	1
56 Non-ferrometalen en -halfabrikaten	140	74	42	-	61	-	-	5
6 Ruwe mineralen en fabrikaten; bouwmaterialen	4 325	1 621	421	1	2 266	408	9	20
61 Zand, grind, klei en slakken	2 721	580	155	1	1 761	374	4	2
62 Zout, ongeroost ijzerkies, zwavel	457	191	186	-	264	1	0	1
63 Andere ruwe mineralen	797	576	59	-	177	26	4	13
64 Cement, kalk	236	207	15	-	29	-	-	-
65 Gips	38	30	-	-	1	7	1	0
69 Andere bewerkte bouwmaterialen	75	38	6	-	34	-	-	3
7 Meststoffen	2 667	967	648	1	1 542	80	24	53
71 Natuurlijke meststoffen	579	557	544	-	10	9	2	-
72 Kunstmeststoffen	2 089	410	103	1	1 532	71	22	53
8 Chemische produkten	2 223	1 161	1 007	-	1 001	55	3	4
81 Chemische basisprodukten	1 406	562	462	-	786	54	1	4
82 Aluminiumoxyde en -hydroxyde	13	-	-	-	13	-	-	-
83 Produkten van steenkool- en petrochemie	283	241	198	-	41	-	0	-
84 Cellulose en oud papier	358	350	343	-	7	-	1	-
89 Andere chemische produkten	162	8	4	-	154	1	0	-
9 Voertuigen, machines en overige goederen	570	172	143	0	331	45	2	21
91 Vervoermaterieel	32	5	5	-	26	1	-	1
92 Landbouwtractoren en -machines	45	2	0	-	43	-	-	-
93 Elektrische en andere machines, apparaten en motoren	58	7	4	-	28	12	1	10
94 Metaalwaren	28	4	1	0	17	5	-	2
95 Glas, glaswerk, keramische produkten	10	2	-	-	1	-	1	6
96 Leer, textiel en kleding	1	-	-	-	0	-	-	1
97 Andere fabrikaten en halfabrikaten	59	53	43	-	6	-	-	0
99 Andere goederen	337	99	90	-	210	27	1	1

1) Waarneming bij binnenkomst.

fig. 8a.

Tabel 17. Via Nederland 1) vervoerde goederen per land van lossing en goederengroep NSTR

	Totaal	Gelost in:						
		Belgie		Luxemburg	BR Duitsland	Frankrijk		Overige landen
		totaal	Antwerpen			Duitse grens	Belgische grens	
	1 000 ton							
Totaal 1980	28 156	13 506	7 175	23	10 548	503	626	2 949
0 Landbouwprodukten	964	322	237	—	586	21	10	25
01 Granen	846	289	230	—	510	21	8	18
02 Aardappelen	2	1	—	—	1	—	—	—
03 Vers fruit, verse en bevroren groenten	37	16	—	—	20	—	—	1
04 Textielstoffen en -afval	19	1	1	—	18	—	—	—
05 Hout	57	13	7	—	35	0	2	7
09 Andere landbouwprodukten	3	0	0	—	2	—	—	1
1 Andere voedingsprodukten	1 048	756	561	1	202	31	10	49
11 Suiker	128	118	104	—	8	—	—	1
12 Dranken	1	1	1	—	—	—	—	2
13 Genotmiddelen en andere voedingsmiddelen n.a.g.	12	8	8	—	2	—	—	—
14 Vlees, vis en zuivelprodukten	8	8	8	—	—	—	—	—
16 Graan-, fruit- en groentenbereidingen	428	390	385	—	14	1	3	20
17 Veevoeder	263	110	24	1	117	7	5	23
18 Oliezaden, olien en vetten	209	121	31	—	61	23	3	2
2 Vaste brandstoffen	2 254	1 445	40	17	391	77	191	132
21 Steenkool	1 993	1 389	27	10	288	76	113	117
22 Bruinkool en turf	14	13	1	—	0	—	—	1
23 Cokes	247	42	13	7	103	1	79	15
3 Aardolie en aardolieprodukten	7 138	1 942	798	2	3 746	0	48	1 400
31 Ruwe aardolie	37	5	1	—	31	—	—	—
32 Vloeibare brandstoffen	6 852	1 842	746	2	3 597	—	23	1 389
33 Energiegassen	158	48	40	—	110	—	—	—
34 Andere aardoliederivaten	90	47	12	—	7	0	25	11
4 Ertsen, metaalafval, geroost ijzerkies	1 218	267	5	3	726	18	131	73
41 IJzererts	363	52	0	3	174	1	124	8
45 Andere ertsen en afvalen daarvan	365	34	2	—	308	9	5	10
46 Schroot, hoogovenstof, geroost ijzerkies	491	180	2	—	244	9	3	55
5 Metalen en halffabrikaten van metaal	5 747	3 379	3 052	—	1 281	121	64	903
51 Ruw gietijzer en staal	790	43	28	—	640	1	21	84
52 Halffabrikaten van staal	1 189	747	674	—	137	44	8	252
53 Staaf- en vormstaal, draad, spoorstaven e.d.	1 462	1 045	892	—	142	13	10	253
54 Plaat- en bandstaal	2 008	1 366	1 297	—	287	50	20	285
55 Pijpen; andere gieterijprodukten	159	151	148	—	3	—	0	5
56 Non-ferrometalen en -halffabrikaten	140	27	13	—	73	13	4	23
6 Ruwe mineralen en fabrikaten; bouwmaterialen	4 325	2 291	419	—	1 707	174	19	134
61 Zand, grind, klei en slakken	2 721	1 425	136	—	1 069	132	11	84
62 Zout, ongeroost ijzerkies, zwavel	457	307	150	—	97	13	4	36
63 Andere ruwe mineralen	797	284	40	—	474	27	1	11
64 Cement, kalk	236	207	65	—	29	—	—	—
65 Gips	38	7	2	—	28	1	2	—
69 Andere bewerkte bouwmaterialen	75	60	28	—	10	0	1	4
7 Meststoffen	2 667	1 642	892	1	902	36	18	68
71 Natuurlijke meststoffen	579	30	12	—	537	1	—	12
72 Kunstmeststoffen	2 089	1 613	881	1	365	36	18	56
8 Chemische produkten	2 223	1 086	835	—	903	19	118	97
81 Chemische basisprodukten	1 406	871	687	—	463	8	13	51
82 Aluminiumoxyde en -hydroxyde	13	7	3	—	—	5	—	1
83 Produkten van steenkool en petrochemie	283	56	28	—	223	2	—	2
84 Cellulose en oud papier	358	3	1	—	211	0	106	39
89 Andere chemische produkten	162	148	117	—	7	3	—	4
9 Voertuigen, machines en overige goederen	570	376	335	—	104	5	17	68
91 Vervoermaterieel	32	27	27	—	4	—	—	0
92 Landbouwtractoren en -machines	45	43	43	—	2	—	—	0
93 Elektrische en andere machines, apparaten en motoren	58	47	40	—	5	3	0	3
94 Metaalwaren	28	23	21	—	2	0	—	3
95 Glas, glaswerk, keramische produkten	10	7	0	—	3	—	—	0
96 Leer, textiel en kleding	1	1	0	—	—	—	—	—
97 Andere fabrikaten en halffabrikaten	59	7	5	—	43	0	7	2
99 Andere goederen	337	221	199	—	45	2	10	59

1) Waarneming bij binnenkomst.

fig. 8 b.

van naar groep	$\frac{\text{BRD}}{\text{België}}$	$\frac{\text{België}}{\text{BRD}}$	$\frac{\text{BRD}}{\text{Zuid-Limb.}}$	$\frac{\text{Zuid-limb.}}{\text{BRD}}$	$\frac{\text{BRD}}{\text{Overig Zd-Ned.}}$	$\frac{\text{Overig Zd-Ned.}}{\text{BRD}}$	$\frac{\text{BRD}}{\text{Frankrijk}}$	$\frac{\text{Frankrijk}}{\text{BRD}}$
0	26	166	0	2	9	0	21	162
1	52	42	0	1	138	1	31	50
2	875	278	29	275	1	1	77	4
3	33	631	3	58	14	0	0	2
4	185	429	25	27	0	25	18	1
5	239	499	18	3	62	4	121	31
6	1304	638	217	21	352	0	174	6
7	718	178	14	21	9	0	36	1
8	200	17	16	24	15	1	19	5
9	25	15	2	0	4	1	5	0
TOTAAL	3656	2898	323	431	602	32	503	263

Rijnsvaart langs Lobith in 1980 naar goederengroep in 1000 ton.

Tabel 10, 11.

De belangrijkste goederensoorten van het vervoer van Duitsland naar Frankrijk zijn: metalen en halffabrikaten van metaal, ruwe mineralen en fabrikaten, bouwmaterialen.

Terug van Frankrijk naar Duitsland worden hoofdzakelijk landbouwprodukten langs Lobith over de Rijn getransporteerd.

Toekomstverwachtingen voor de internationale binnenvaart.

Voor de toekomstverwachtingen van de internationale binnenvaart en met name de te verwachten vervoersomvang van de voor een Maas-Rijn verbinding belangrijke relaties, mag niet op een spektakulaire groei gerekend worden. In het licht van de huidige economische recessie is dit nogal voordehandliggend. De samenstelling van het te vervoeren goederenpakket zal wél belangrijk kunnen veranderen. Illustratief hiervoor is de toename van het vervoer van vaste brandstoffen ten koste van de tankvaart, dit als gevolg van de onzekerheid die de olieaanvoer de laatste jaren kent. Bovenstaande ontwikkeling heeft op haar beurt weer invloed op de samenstelling van de in gebruik zijnde binnenvloot.

Hierbij wordt dan hoofdzakelijk gedacht aan de voortschrijdende groei van de duwvaart, die na introductie van het duwschip in 1955 al zo spektakulair is geweest. Naar verwacht zal deze ontwikkeling zich in de toekomst doorzetten, ook omdat de overheid steeds meer vaarwegen geschikt wil maken voor twee-, vier- of zelfs zes-baks duwvaart. Deze laatste vorm van duwvaart is nog niet operationeel, maar recente onderzoeken van Rijkswaterstaat naar de zes-baks duwvaart wijzen uit dat dit een besparing van 17% in de transportkosten oplevert, zodat dit weldegelijk tot mogelijkheden op de niet al te lange termijn zal behoren.

Een andere ontwikkeling die ook zijn weerslag op de nationale en internationale binnenvaart zal hebben is de modal-

split verschuiving in het totale vervoer ten gevolge van de steeds stijgende brandstofkosten. Door deze hogere brandstofprijzen zal de binnenvaart in een relatief gunstiger positie ten opzichte van het wegvervoer komen te staan. Dit omdat de brandstofkosten bij het wegvervoer een groter deel uitmaken van de totale transportkosten dan dat dit het geval is bij het vervoer te water. De stijging van de brandstofkosten is ook een stimulans om het containervervoer per binnenschip verder uit te bouwen.

In opdracht van de overheid zijn voor de Vaarwegennota en het Struktuurschema Vaarwegen enkele prognoses met betrekking tot de verwachte economische groei en vervoersomvang uitgevoerd. Voor de volledigheid wordt de desbetreffende paragraaf uit het struktuurschema vaarwegen hier onverkort afgedrukt.

jaar	vervoer	
1973.....	160,0	miljoen ton
1974.....	173,6	"
1975.....	156,3	"
1976.....	166,2	"
1977.....	174,7	"
1978.....	185,4	"
1979.....	181,2	"
1980.....	180,5	"

incl. doorvoer 28,1 mld ton

Totaal goederenvervoer door de internationale binnenvaart over de Nederlandse grenzen.

Bijstellen van de vervoersprognoses

De Regering is zich er inderdaad van bewust dat prognoses met voorzichtigheid moeten worden gehanteerd. Bij een prognose gaat het erom een zo goed mogelijk beeld te krijgen van de toekomst. Ontwikkelingen die op het moment waarop de prognose werd opgesteld niet konden worden voorzien, kunnen ertoe leiden dat dit beeld te zijner tijd afwijkt van de werkelijkheid. De prognoses uit de Vaarwegennota en het Structuurschema Vaarwegen dateren uit 1974. De gevolgen van de oliecrisis waren reeds in deze prognoses verwerkt.

Tabel 1 geeft een overzicht van de ontwikkeling van het goederenvervoer per schip in de laatste jaren.

Tabel 1. Goederenvervoer per binnenschip in mln. ton

Jaar	Binnenlands vervoer ¹	Vervoerd gewicht	
		excl. doorvoer zonder overladen	totaal internationaal
1960	62,0	73,1	91,5
1970	93,0	124,3	148,8
1972	102,7	119,4	144,4
1973	94,8	132,3	160,0
1974	85,9	145,7	173,8
1975	79,5	131,6	156,3
1976	94,1	137,3	166,2
1977	98,0	141,7	174,7
1978	92,2	152,2	185,4

¹ Statistiek van het binnenlands goederenvervoer 1978 — deel 1.

² Statistiek van de internationale binnenvaart 1978.

Uit deze tabel blijkt, dat zowel het grensoverschrijdende vervoer als het binnenlandse vervoer omstreeks 1975 als gevolg van de economische recessie een inzinking vertoonden. Deze inzinking is in de laatste jaren echter gevolgd door een vrij krachtig herstel.

Prognose Vaarwegennota

Volgens de *prognose van de Vaarwegennota* zal het binnenlandse vervoer per schip toenemen van 100 mln. ton in 1972 tot 117,5 mln. ton in 1985, terwijl het grensoverschrijdende vervoer in dezelfde jaren zal toenemen van 119 mln. ton tot 176 mln. ton. Hierbij moet worden aangetekend dat het grensoverschrijdende vervoer in belangrijke mate is gericht op de Duitse Bondsrepubliek. Het vervoer op een aantal van de grote Nederlandse vaarwegen is daarom in sterke mate afhankelijk van de economische ontwikkeling aldaar.

Recentere prognoses

In 1978 zijn twee prognoses verschenen, één van de gemeente Rotterdam en één van de EEG, die een nieuwe indicatie geven over het vervoer per binnenschip dat op middellange termijn moet worden verwacht. Het betreft hier een prognose van het havenbedrijf van de gemeente Rotterdam over de goederenstromen van de havens in het Rijnmondgebied en een raming van de EEG over het goederenvervoer in de EEG. Deze laatste raming is gebaseerd op opgaven van de afzonderlijke lid-staten omtrent de economische ontwikkelingen die zij in hun land verwachten. Daarnaast kan ook beschikt worden over prognoses van het grensoverschrijdende vervoer, zoals deze zijn opgesteld voor de binnenkort door de Commissie Zeehavenoverleg te publiceren Doorvoerstudie.

In de *prognoses van de gemeente Rotterdam* vormt de aan- en afvoer van goederen per binnenschip van en naar de Rijnmondhavens een afzonderlijk onderdeel. Daar het hier alleen de Rijnmondhavens betreft, zijn deze prognoses niet direct vergelijkbaar met die uit de *Vaarwegennota*. Wel geldt dat een belangrijk deel van het grensoverschrijdende vervoer per binnenschip is gericht op de Rijnmondhavens. De aan- en afvoer per binnenschip vanuit deze havens vormen daarom een belangrijke indicatie voor het vervoer op onze internationale vaarverbindingen. Daarnaast wordt het vervoer op deze vaarwegen echter mede bepaald door het zand- en grindvervoer en door de relatie van andere havens met hun achterland. Een belangrijk uitgangspunt bij de prognoses van de gemeente Rotterdam is, dat de Rijnmondhavens hun internationale concurrentiepositie zullen weten te verbeteren, vooral met betrekking tot droog massagoed.

De *EEG-prognose* is wel direct vergelijkbaar met die van de *Vaarwegennota*. De *prognoses van de Doorvoerstudie* betreffen slechts het grensoverschrijdende vervoer en dienen daarom ook uitsluitend vergeleken te worden met de desbetreffende ramingen van de *Vaarwegennota*.

Vergelijking van de verschillende prognoses levert het volgende beeld:

Tabel 2A. Prognoses van het binnenlands vervoer per binnenschip

	1972		1985	
	Miljoen ton	Index	Miljoen ton	Index
Vaarwegennota – centrale variant (totaal binnenlands)	100,2	100	117,5	117
EEG-studie (totaal binnenlands)	100,2	100	119,2	119
Gemeente Rotterdam (totaal Rijnmondhavens)	31,2	100	36,9	118

Tabel 2B. Prognoses van het grensoverschrijdende vervoer per binnenschip (exclusief doorvoer zonder overlading)

	1972		1985	
	Miljoen ton	Index	Miljoen ton	Index
Vaarwegennota - centrale variant	119,3	100	175,7	147
EEG-studie	119,3	100	247,3	207
Doorvoerstudie - hoog	119,3	100	164,2	136
- laag			150,3	124
Gemeente Rotterdam (uitsluitend van en naar Rijnmond havens)	66,4	100	106,9	161

Opmerkelijk is dat de prognoses voor het binnenlandse vervoer nauwelijks van elkaar afwijken, terwijl wel grote verschillen bestaan tussen de prognoses van het grensoverschrijdende vervoer per binnenschip. Vooral de EEG-ramingen zijn veel hoger dan de overige ramingen: dit wordt vooral verklaard door de aanmerkelijk hogere groeiverwachtingen bij de goederengroepen zand en grind, aardolieproducten en chemische producten. Bij nadere beschouwing van de EEG-prognoses lijkt het dat men daar op een aantal punten te optimistische verwachtingen heeft.

Bij de Rotterdamse prognoses dient te worden aangetekend dat is aangenomen, dat de haven van Rotterdam zijn internationale concurrentiepositie zal weten te verbeteren. De op Rijnmond gerichte binnenvaart zal volgens deze visie sneller groeien dan die voor Nederland in zijn geheel.

Bij een nadere beschouwing van de prognoses voor de verschillende goederengroepen is een wisselend beeld te herkennen:

- de prognoses van de gemeente Rotterdam zijn relatief hoog bij de goederengroepen landbouwproducten en vaste brandstoffen,
- de Rotterdamse prognoses zijn relatief laag bij aardolie- en chemische producten,
- de Doorvoerstudie-cijfers zijn relatief hoog bij chemische producten,
- de Doorvoerstudie-cijfers zijn relatief laag bij zand, grind en ertsen,
- de Vaarwegennotaprognoses zijn relatief zeer laag bij steenkolen,
- de Rotterdamse en de EEG-prognoses zijn relatief zeer hoog bij steenkolen.

Zoals blijkt uit tabel 2B kan echter toch worden gesteld dat de prognoses voor het grensoverschrijdende vervoer uit de Vaarwegennota een middenpositie innemen tussen de prognoses van de Doorvoerstudie en die van de gemeente Rotterdam.

Op grond van het voorgaande meent de Regering te mogen stellen dat de na het verschijnen van de Vaarwegennota opgemaakte prognoses vooralsnog geen aanleiding geven rekening te houden met andere totale vervoersvolumina dan die welke aangegeven zijn in de centrale variantprognose uit de Vaarwegennota. Bij het in beschouwing nemen van eventuele knelpunten zal uiteraard rekening worden gehouden met de geactualiseerde tendensen voor wat betreft de verschuivingen tussen de omvang van de verschillende goederengroepen.

Zand- en grindvervoer

Ten slotte wil de Regering nog een opmerking maken over het zand- en grindvervoer. Het zand- en grindvervoer omvat meer dan de helft van het totale binnenlandse goederenvervoer per schip. Het ontgrondingenbeleid is over het algemeen nog niet duidelijk geformuleerd. Het is echter niet uitgesloten dat de productie- en distributieplaatsen zich in de toekomst zullen wij-

zigen, zoals dat ook in het verleden is geschied. Deze wijzigingen leiden soms tot een wijziging in de keuze van de vaarroute. Afhankelijk van de keuze van de produktie- en distributieplaatsen kan het verkeersaanbod op een vaarweg soms sterk veranderen. Dit kan ertoe leiden dat potentiële knelpunten, zoals sluisen en bruggen, het verkeer niet meer kunnen verwerken. In het ontgrondingenbeleid dient daarom mede rekening te worden gehouden met de capaciteit van de aan- en afvoerwegen. Bij een te kleine capaciteit zullen de mogelijkheden van aanpassing van de aan- en afvoerwegen en van wijziging van de win- en distributieplaatsen in de besluitvorming moeten worden betrokken.

In de prognoses van het grensoverschrijdende vervoer per binnenschip (Tabel 2B) neemt de centrale variant van de Vaarwegennota een midden positie in .Het lijkt ons zinvol om de vervoersomvang die door ons is bepaald voor 1980 met de index van de centrale variant te vermenigvuldigen.Uit de tabellen 2 en 3 van deze Vaarwegennota nemen we de totaalwaarden voor 1980 samen :

$$103.954 \cdot 10^3 \text{ ton} + 47.892 \cdot 10^3 \text{ ton} = 151.846 \cdot 10^3 \text{ ton}$$

We komen nu tot de volgende index :

1972		1980		1985	
10^6 ton	index	10^6 ton	index	10^6 ton	index
119,3	100	151,8	127	175,7	147

De index voor 1985 t.o.v. 1980 is : $147/127 = 116.$

x 100

excl. doorvoer

Tabel 2. Ontwikkelingen in het grensoverschrijdend vervoer per binnenschip voor de jaren 1972, 1980 en 1985 (in tonnen vervoerd gewicht x 1000 ton); centrale variant.

Goederengroep	Aanvoer over de landgrenzen					
	1972		1980		1985	
	abs.	index	abs.	index	abs.	index
I Landbouwprodukten	3.663	100	4.731	129	5.283	144
II Voedingsmiddelen	468	100	753	161	921	197
III Meststoffen	781	100	830	106	837	107
IV Zand, grind	18.376	100	22.189	121	25.156	137
V Overige steen en aarde, mineralen	3.945	100	6.612	168	6.758	171
VI Ertsen	233	100	352	151	347	149
VII Cellulose, papierafval	80	100	68	85	105	131
VIII Halffabrikaten	5.506	100	4.862	88	5.009	91
IX Vaste brandstoffen	3.283	100	3.014	92	3.014	92
X Ruwe aardolie	4	100	0	0	0	0
XI Vloeibare brandstoffen	1.693	100	2.070	122	2.070	122
XII Teer, benzol	198	100	199	101	199	101
XIII Cement, kalk	1.517	100	1.422	94	1.435	95
XIV Bewerkte bouwmaterialen	128	100	164	128	183	143
XV Eindfabrikaten	896	100	625	70	790	88
Totaal	40.771	100	47.892	117	52.107	128

Tabel 3. Ontwikkelingen in het grensoverschrijdend vervoer per binnenschip voor de jaren 1972, 1980 en 1985 (in tonnen vervoerd gewicht x 1000 ton); centrale variant.

Afvoer over de landgrenzen

Goederengroep	1972		1980		1985	
	abs.	index	abs.	index	abs.	index
I Landbouwprodukten	7.389	100	7.036	95	7.162	97
II Voedingsmiddelen	412	100	722	175	834	202
III Meststoffen	2.654	100	3.583	135	3.583	135
IV Zand, grind	14.735	100	19.721	134	21.474	146
V Overige steen en aarde, mineralen	1.738	100	1.552	89	1.900	109
VI Ertsen	26.664	100	41.524	156	48.829	183
VII Cellulose, papier-afval	424	100	612	144	727	171
VIII Halffabrikaten	5.534	100	9.837	178	13.607	246
IX Vaste brandstoffen	3.873	100	3.500	90	3.500	90
X Ruwe aardolie	1.165	100	913	78	913	78
XI Vloeibare brandstoffen	12.675	100	13.409	106	19.239	152
XII Teer, benzol	97	100	97	100	97	100
XIII Cement, kalk	27	100	27	100	27	100
XIV Bewerkte bouwmaterialen	113	100	174	154	208	184
XV Eindfabrikaten	1.091	100	1.247	114	1.455	133
Totaal	78.591	100	103.954	132	123.555	157

De te verwachten sloopstypen op het Maas-Rijn kanaal.

In dit hoofdstuk proberen we uit de gegevens over de internationale binnenvloot van het C.B.S. voorspellingen te doen omtrent de sloopstypen die van de Maas-Rijn verbinding gebruik gaan maken. Op basis van de gegevens van 1980, over de door ons van belang geachte vervoersrelaties, kan een representatieve vloot worden samengesteld. Verder wordt, na de reeds besproken toekomstige ontwikkelingen in ogenschouw genomen te hebben, een maatgevend sloop gekozen die als randvoorwaarde dient bij de keuze van de maten van de sloopsheninrichtingen.

Als bovengenoemde gegevens nu gebruikt worden bij de synthese, die tot een dwarsprofiel van het kanaal en de binnenmaten van de hefwerktuigen moeten leiden, mag niet vergeten worden dat er een wisselwerking bestaat tussen het uiteindelijke ontwerp en het sloopvaartaanbod op dat ontwerp!

Er bestaat een E.E.G.-klassificatie van de waterwegen. Om nu een indruk te krijgen van de Nederlandse binnenvloot geven we de onderstaande tabel.

klasse	tonnage	toegankelijk voor % van Nederlandse vloot
0	50-250	9%
1	250-400	30%
2	400-650	57%
3	650-1000	79%
4	1000-1500	91%
5	1500-3000	99%
6	3000-en meer	100%

De bestaande veel voorkomende sloopstypen zijn:

1 Spits	300 ton, 38,5 x 5,0 m.
2 Kemenaar	600 ton, 60,0 x 6,6 m.
3 Dortmund-Eemskanaalschip	1000 ton, 67,0 x 8,2 m.
4 Rijn-Hernekanaalschip	1350 ton, 80,0 x 9,5 m.
5 Groot-Rijnschip	2000 ton, 95,0 x 11,5 m.
6 Duwstel (vier-baks)	9000 ton, 185,0 x 22,5 m.

Voor de Rijnvaart langs Lobith in 1980 geeft tabel 12 de samenstelling van de vloot. Uit deze cijfers blijkt dat totaal stroomop- en stroomafwaarts 174397 schepen met totaal laadvermogen van 232109×10^3 ton gepasseerd zijn. Dit brengt ons op een gemiddeld tonnage voor de totale Rijnvaart langs Lobith van 1330 ton.

Exc. doorvoer

Beschouwen we alleen de 'vaart via Nederland' gemeten in Lobith dan komen we tot een totaal aantal gepasseerde schepen van 30958 en een totaal laadvermogen van 34384×10^3 ton. Het gemiddelde tonnage is dan 1110 ton. Dat dit cijfer lager is dan dat van de totale Rijnvaart zit hem in het feit dat de duwvaart, met haar grote laadvermogens, een kleinere rol speelt bij de vaart via Nederland.

De reeds eerder geselecteerde relaties die voor een Maas-Rijn verbinding van belang zijn, hebben een gemiddeld laadvermogen dat niet veel van de 'vaart via Nederland' afwijkt. Uit fig. 9 blijkt namelijk dat het totaal aantal gepasseerde schepen 27200 stuks bedraagt en dat het totaal laadvermogen 30870×10^3 ton is. Het gemiddelde laadvermogen wordt nu dus 1135 ton.

Bovengenoemde overeenkomst is makkelijk te verklaren daar de 'vaart via Nederland' grotendeels bestaat uit de voor het Maas-Rijnkanaal geselecteerde relaties. Van de vaart via Nederland is de verdeling naar scheepsgrootte bekend (zie fig.11). grafiek fig 9 laat dit nog eens zien. De ver-

Tabel 21. Per type voortbeweging en tonnageklasse

	Stroomafwaarts					Stroomopwaarts				
	Alle schepen		w.v. met lading			Alle schepen		w.v. met lading		
	aantal	laad- vermogen	aantal	laad- vermogen	lading	aantal	laad- vermogen	aantal	laad- vermogen	lading
ALLE VLAGGEN		1 000 ton		1 000 ton		1 000 ton		1 000 ton		
Totaal 1980	88 137	116 461	54 640	55 191	45 360	86 260	115 648	68 812	102 040	83 680
Vaart op resp. uit Nederland										
Totaal	69 196	96 211	38 749	39 725	33 016	74 243	101 514	57 268	88 415	72 538
Met eigen beweegkracht	49 797	51 256	34 276	30 555	26 472	55 534	57 886	38 933	45 468	36 875
— 99 ton	3	0	—	—	—	15	1	—	—	—
100 — 199 ton	170	27	161	25	24	175	27	17	3	2
200 — 399 ton	3 277	1 070	2 956	959	906	3 758	1 231	966	324	234
400 — 599 ton	6 896	3 462	6 147	3 084	2 769	7 261	3 655	3 600	1 828	1 489
600 — 999 ton	17 076	13 925	14 369	11 612	10 536	18 576	15 196	11 684	9 652	7 848
1 000 — 1 499 ton	15 150	18 811	7 657	9 439	8 089	17 481	21 539	15 127	18 666	15 519
1 500 — 1 999 ton	5 023	8 222	2 359	3 803	2 897	5 437	8 975	4 800	7 953	6 274
2 000 ton en meer	2 202	5 740	627	1 632	1 252	2 831	7 262	2 739	7 042	5 511
Sleepvaart	443	867	58	83	44	514	1 067	508	1 062	941
200 — 399 ton	4	1	2	1	0	3	1	—	—	—
600 — 999 ton	23	21	10	8	7	5	5	3	3	2
1 000 — 1 499 ton	205	285	33	47	18	179	253	179	253	221
1 500 — 1 999 ton	48	87	10	19	12	38	68	38	68	48
2 000 ton en meer	163	474	3	8	5	289	741	288	739	670
Duwvaart	18 956	44 087	4 415	9 087	6 500	18 195	42 561	17 827	41 885	34 722
100 — 199 ton	6	1	—	—	—	16	2	1	0	0
200 — 399 ton	256	98	35	13	10	229	87	223	85	71
400 — 599 ton	6	3	4	2	1	15	7	13	6	5
600 — 999 ton	434	382	198	161	124	314	296	281	267	235
1 000 — 1 499 ton	631	859	277	385	336	786	1 045	717	946	830
1 500 — 1 999 ton	2 391	3 947	1 071	1 758	1 371	2 384	3 990	2 372	3 970	3 382
2 000 ton en meer	15 232	38 797	2 830	6 768	4 659	14 451	37 135	14 220	36 610	30 198
Vaart via Nederland										
Totaal	18 941	20 250	15 891	15 466	12 344	12 017	14 134	11 544	13 625	11 142
Met eigen beweegkracht	17 772	17 838	15 152	13 912	11 470	11 250	12 532	10 786	12 033	10 012
100 — 199 ton	7	1	4	1	1	—	—	—	—	—
200 — 399 ton	2 646	930	2 622	922	706	1 155	418	1 068	389	272
400 — 599 ton	1 953	967	1 869	926	767	1 019	506	968	481	410
600 — 999 ton	5 433	4 426	5 201	4 218	3 554	3 041	2 513	2 931	2 414	2 046
1 000 — 1 499 ton	5 102	6 279	3 872	4 748	3 938	3 883	4 785	3 769	4 641	3 940
1 500 — 1 999 ton	1 659	2 775	1 040	1 723	1 402	1 346	2 278	1 278	2 154	1 773
2 000 ton en meer	972	2 459	544	1 373	1 102	806	2 033	772	1 954	1 570
Sleepvaart	31	46	16	20	15	22	45	22	45	38
400 — 599 ton	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—
600 — 999 ton	3	2	2	1	1	1	1	1	1	0
1 000 — 1 499 ton	19	25	13	17	13	9	12	9	12	12
1 500 — 1 999 ton	1	2	1	2	1	1	2	1	2	1
2 000 ton en meer	7	16	—	—	—	11	30	11	30	24
Duwvaart	1 138	2 367	723	1 534	860	745	1 558	736	1 547	1 092
— 199 ton	—	—	—	—	—	1	0	—	—	—
200 — 399 ton	12	5	7	3	1	—	—	—	—	—
400 — 599 ton	1	1	1	1	0	—	—	—	—	—
600 — 999 ton	61	58	23	22	14	42	40	39	37	30
1 000 — 1 499 ton	104	144	59	81	60	90	121	86	115	94
1 500 — 1 999 ton	252	401	143	226	154	167	274	167	274	213
2 000 ton en meer	708	1 758	490	1 202	631	445	1 124	444	1 122	755

Fig.11

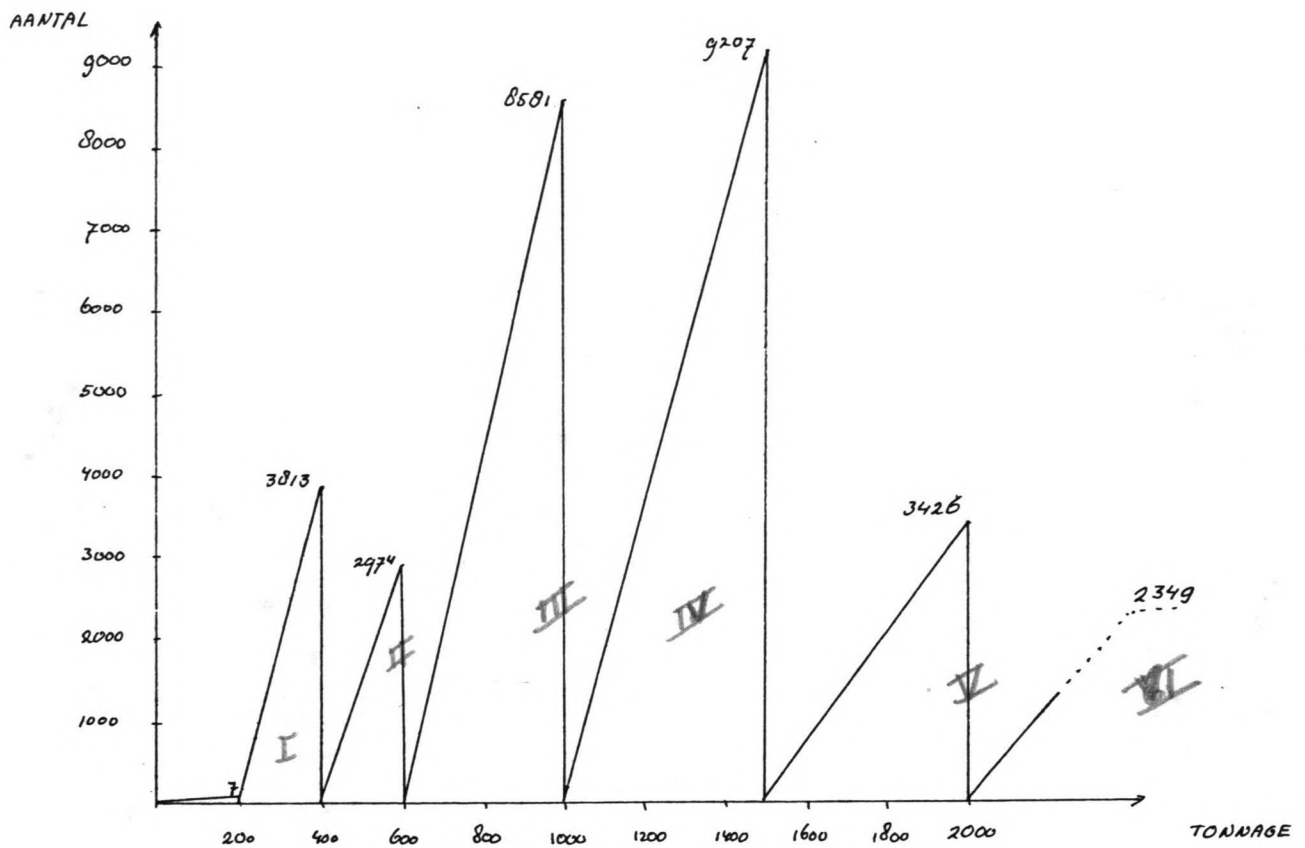
Tabel 12

Tabel 21. Per type voortbeweging en tonnageklasse (slot)

	Stroomafwaarts					Stroomopwaarts				
	Alle schepen		w.v. met lading			Alle schepen		w.v. met lading		
	aantal	laad- vermogen	aantal	laad- vermogen	lading	aantal	laad- vermogen	aantal	laad- vermogen	lading
		1 000 ton		1 000 ton			1 000 ton		1 000 ton	
VLAG VAN NEDERLAND										
Totaal 1980	49 472	59 345	36 190	32 936	28 278	49 117	60 159	34 212	49 152	40 477
Vaart op resp. uit Nederland										
Totaal	42 621	52 703	29 972	27 281	23 687	45 314	55 977	30 510	45 077	37 080
Met eigen beweegkracht	32 704	29 031	27 689	22 719	20 495	35 294	32 009	20 622	21 263	17 014
— 99 ton	1	0	—	—	—	14	1	—	—	—
100 — 199 ton	166	26	160	25	24	173	27	17	3	2
200 — 399 ton	3 046	988	2 859	925	882	3 189	1 033	863	286	209
400 — 599 ton	6 249	3 141	5 807	2 916	2 639	6 502	3 276	3 022	1 539	1 249
600 — 999 ton	13 814	11 094	12 444	9 942	9 243	14 335	11 538	8 012	6 465	5 240
1 000 — 1 499 ton	6 557	8 076	4 744	5 815	5 147	7 796	9 492	5 976	7 261	5 885
1 500 — 1 999 ton	1 806	2 920	1 236	1 978	1 677	1 985	3 267	1 496	2 486	1 959
2 000 ton en meer	1 065	2 786	439	1 117	884	1 300	3 375	1 236	3 222	2 470
Sleepvaart	305	656	21	27	23	371	841	366	837	741
200 — 399 ton	3	1	1	0	0	3	1	—	—	—
600 — 999 ton	14	12	8	6	6	3	3	2	2	1
1 000 — 1 499 ton	104	138	6	8	7	72	96	72	96	74
1 500 — 1 999 ton	31	53	4	7	7	17	29	17	29	19
2 000 ton en meer	153	451	2	6	4	276	712	275	710	647
Duwaart	9 612	23 017	2 262	4 535	3 169	9 649	23 126	9 522	22 976	19 326
100 — 199 ton	—	—	—	—	—	14	2	—	—	—
200 — 399 ton	51	20	10	4	2	42	16	38	15	12
400 — 599 ton	1	1	1	1	0	4	2	2	1	1
600 — 999 ton	212	172	156	122	106	96	87	67	63	47
1 000 — 1 499 ton	239	334	140	202	180	420	566	358	476	422
1 500 — 1 999 ton	1 065	1 750	703	1 168	927	1 076	1 805	1 065	1 787	1 617
2 000 ton en meer	8 044	20 741	1 252	3 038	1 953	7 997	20 649	7 992	20 636	17 227

Tabel 21. Per type voortbeweging en tonnageklasse (slot)

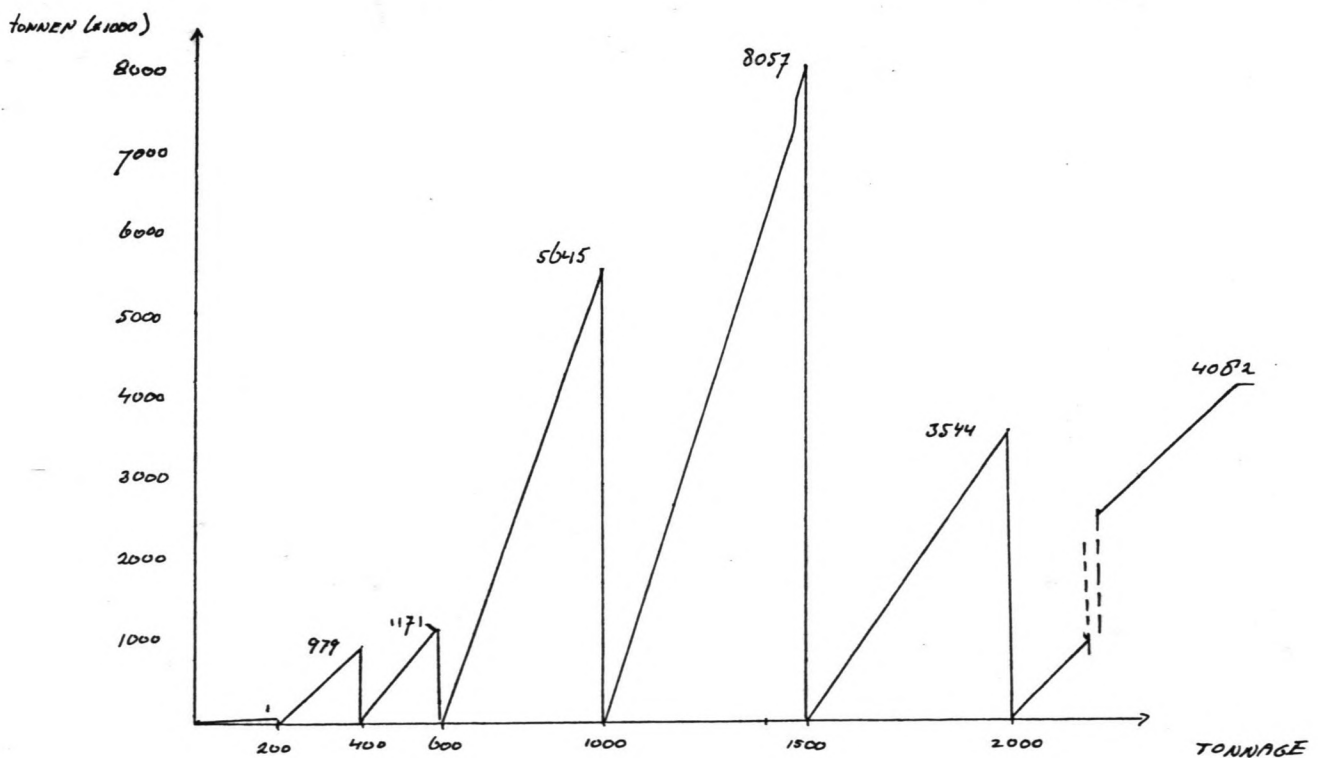
	Stroomafwaarts					Stroomopwaarts				
	Alle schepen		w.v. met lading			Alle schepen		w.v. met lading		
	aantal	laad- vermogen	aantal	laad- vermogen	lading	aantal	laad- vermogen	aantal	laad- vermogen	lading
		1 000 ton		1 000 ton			1 000 ton		1 000 ton	
Vaart via Nederland										
Totaal	6 851	6 642	6 218	5 655	4 591	3 803	4 183	3 702	4 076	3 397
Met eigen beweegkracht	6 520	6 025	6 004	5 237	4 323	3 588	3 790	3 494	3 690	3 093
100 - 199 ton	4	1	4	1	1	-	-	-	-	-
200 - 399 ton	531	185	529	184	142	206	72	200	70	51
400 - 599 ton	1 144	577	1 113	561	464	433	218	421	213	178
600 - 999 ton	2 738	2 181	2 657	2 107	1 752	1 314	1 068	1 272	1 032	881
1 000 - 1 499 ton	1 483	1 796	1 296	1 565	1 279	1 109	1 352	1 087	1 323	1 111
1 500 - 1 999 ton	330	545	252	416	341	285	471	277	457	382
2 000 ton en meer	290	740	153	402	345	241	607	237	596	490
Sleepvaart	11	16	10	12	10	11	26	11	26	22
600 - 999 ton	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1
1 000 - 1 499 ton	8	11	8	11	9	3	4	3	4	4
1 500 - 1 999 ton	-	-	-	-	-	1	2	1	2	1
2 000 ton en meer	1	3	-	-	-	6	20	6	20	15
Duwvaart	320	601	204	406	258	204	367	197	359	282
- 99 ton	-	-	-	-	-	1	0	-	-	-
200 - 399 ton	1	0	1	0	0	-	-	-	-	-
400 - 599 ton	1	1	1	1	0	-	-	-	-	-
600 - 999 ton	33	31	15	14	10	23	22	21	20	14
1 000 - 1 499 ton	92	127	53	73	54	71	99	67	93	74
1 500 - 1 999 ton	53	85	19	30	24	33	53	33	53	44
2 000 ton en meer	140	356	115	288	169	76	193	76	193	150



AANTALLEN SCHEPEN IN DE TONNAGE GROEPEN VOOR DE "VAART VIA NEDERLAND" VAN 1980 IN LOBITH.

Σ. OP 207

Fig.9



VERVOERDE TONNEN IN DE TONNAGE GROEPEN VOOR DE "VAART VIA NEDERLAND" VAN 1980 IN LOBITH.

Fig.10

voerde tonnen in een bepaalde tonnagegroep staan in grafiek .
Als de Maas-Rijnverbinding ontworpen zou worden voor de 'vaart
via Nederland' met klasse 4 eisen (tot 1500 ton), dan kan 67%
van de vervoersstroom door het kanaal. Wil men een hoger per-
centage realizeren dan zal een aanpassing aan de duwvaart
zeer voordelig zijn, omdat in de grote tonnages de duwvaart
nogal sterk vertegenwoordigd is (zie fig.10).

Bij een vaarweg klasse 5 waar schepen tot 3000 ton op toege-
laten worden en waarbij het Groot Rijnschip van 2000 ton als
standaard geldt, zou ruim 90% van de huidige vervoersstroom
kunnen passeren. Gezien de opkomst en de voordelen van de
duwvaart verdient het sterk de aanbeveling het kanaal voor be-
perkte duwvaart, waarmee we de twee-baks duwvaart bedoelen,
geschikt te maken. Schutkolken van 200 m lang en minimaal 12 m
breed zijn hiervoor geschikt, terwijl in dat geval dan ook in
eën keer twee Groot Rijnschepen geschut kunnen worden. dit noe-
men we alvast vooruitlopend op de definitieve vaststelling van
de kolkmaten.

De te verwachten intensiteiten op de vaarweg

De intensiteiten die op het kanaal gaan optreden zijn bepalend voor de benodigde capaciteit van de vaarweg. De capaciteit is namelijk gelijk aan de maximaal mogelijke intensiteit. Deze treedt op als de snelheid, de samenstelling en de dichtheid van de voorkomende scheepvaart optimaal zijn. De capaciteit wordt in de praktijk nooit volledig bereikt, daar dit direkt tot grote verstoppingen zou leiden indien van het optimaal vaargedrag afgeweken wordt.

De capaciteit is dus groter dan de maximaal optredende intensiteit op het kanaal. Bij uitzondering zullen zeer grote intensiteiten kunnen optreden, bijvoorbeeld na een stremming. Er wordt daarom met een aanvaardbare intensiteit gerekend.

1,92%

Gebruikelijk in Nederland is om een maatgevende weekintensiteit van 2,15% van de jaarintensiteit te nemen. De 27000 scheepvaartbewegingen in 1980 leveren een weekintensiteit van $27000 \times 2,15\% = 580$ schepen/week. als we uitgaan van de huidige bedieningstijden van de sluizen op het Julianakanaal die 118 uur/week zijn, dan betekent dit een intensiteit van $580/118 = 4,92$ schepen/uur. Bij een verwachte groei van de duwvaart, die in continudienst plaatsvindt, zal ook een continue bediening van de sluizen zijn aan te bevelen, dus 168 uur/week. De intensiteit is dan $580/168 = 3,45$ schepen/uur.

Als we nu bedenken dat de gemiddelde dichtheid voor binnenscheepvaartkanalen in de buurt ligt van 3 à 8 schepen/km en dat de gemiddelde vaarsnelheid 7 à 10 km/uur is, dan wordt de capaciteit 20 à 50 schepen/uur per vaarstrook. Bij een aanvaardbare intensiteit van 60% van de capaciteit betekent dit dat 12 à 20 schepen/uur op het kanaal per vaarstrook kunnen passeren. In geval van twee vaarstroken lijkt dit ruim

voldoende, ook om de komende jaren een aanzienlijke groei toe te laten.

grofweg kunnen we berekenen tot wanneer de capaciteit voldoende is. Hierbij gebruiken we dan de volgende uitgangspunten: groei van het aantal scheepvaartbewegingen is 3,5%,

'huidige' intensiteit is 4,92 schepen/uur,

het kanaal is 'vol' bij 24 schepen/uur.

$24/4,92 = 4,88 = 1,035^x$ met $x =$ aantal jaren.

Hier is x ongeveer 46 jaar. Dus zal er tot het jaar 2026 ruim voldoende capaciteit in het kanaal zijn.

De groei van 3,5% is een waarde die nogal hoog geschat is om een niet te gunstig beeld te scheppen van tijdsduur waarvoor de capaciteit voldoende zal zijn. Verder is nog niet eens rekening gehouden met de grotere gemiddelde tonnages, die de groei van het aantal schepen duidelijk zal vertragen.

Scheepstrappen in het Maas-Rijn kanaal.

Inleiding

Van essentieel belang voor iedere vaarweg is de zwakste schakel in de keten vaarweg-scheepstrap-vaarweg- enz. In het algemeen kan men stellen dat de scheepstrap de zwakste schakel is als we kijken naar de capaciteit. Dit is de maximale hoeveelheid verkeer, (aantal of tonnen) die onder de voorkomende omstandigheden per tijdseenheid een bepaalde dwarsdoorsnede van de vaarweg kan passeren of als we over een scheepstrap praten: die onder de voorkomende omstandigheden per tijdseenheid kan worden overgezet indien de scheepstrap continu volbelast werkt. Onder een scheepstrap verstaan we hier een of ander middel dat schepen van een waternivo naar een ander waternivo kan brengen.

Globaal geldt in Nederland dat de capaciteit van een sluis 5-10 procent bedraagt van de capaciteit van het aangrenzende vaarwegvak.

De scheepstrap is dus maatgevend voor de verkeersafwikkeling op kanalen en gekanaliseerde rivieren.

Het gehele Maas-Rijn kanaal zou moeten gaan bestaan uit drie scheepstrappen en drie vaarwegvakken. De hoogteverschillen van die scheepstrappen zijn resp. 27,20 en 14 meter, de lengten van de vakken 22,11 en 22 km.

Van belang is verder in te zien dat een Maas-Rijn kanaal een onderdeel wordt van het gehele vaarwegstelsel en hierin geen zwakke schakel mag vormen, nu niet en in de toekomst niet. We zullen bij ons ontwerp ervoor moeten zorgen dat de scheepstrappen genoeg capaciteit bezitten. De hoogteverschillen van de trappen 14 tot 27 m dwingen ons ertoe eens nader te bekijken, wat voor soort trap we

toe gaan passen. Een sluis, een hefwerktuig enz.
Uit de literatuur blijkt dat bij hoogteverschillen groter dan 13 m een sluis niet zonder meer de geijkte oplossing is.

We zullen dus in dit hoofdstuk allereerst de soorten sloopstrappen gaan bekijken en daarna een keuze maken uit deze soorten. Echter eerst volgt er paragraaf over het ontwerp van een sloopstrap.

Naast de capaciteit is er nog een belangrijk aspect dat onze aandacht vraagt. Dit is het op peil houden van het hooggelegen pand van 11 km. Speciale aandacht moet hier worden besteed aan eventuele afdichtingen en aan het verlies van water door de sloopstrappen.

Het ontwerp van een sloopstrap.

Bij het ontwerpen van een sloopstrap met als doel het mogelijk maken dat de sloopvaart doorgang kan vinden als er een verschil in waterniveau is, zal men snel geneigd zijn te kijken naar de al bestaande werken met overeenkomstige randvoorwaarden. Men zal de bestaande oplossingen analyseren en nagaan in hoeverre zij voldoen aan de nieuwe behoeften en randvoorwaarden. Aan deze methode kleeft het grote bezwaar dat men zo niet gauw komt tot geheel nieuwe ontwerpen die mogelijk zijn geworden door de ontwikkeling in de techniek. Hierbij denken we vooral aan nieuwe rekentechnieken, nieuw materieel, nieuwe uitvoeringswijzen.

Een modernere methode om tot een ontwerp te komen is de F.D.M. waarbij men niet begint met het analyseren van bestaande oplossingsprincipes maar met het opstellen van een z.g.,, primaire functionele behoefte,,. In ons geval: Een maatgevend schip moet van waterpeil 1 naar waterpeil 2 dat hoger of lager ligt,,

Dit is de eerste fase van de F.D.M.. De volgende fasen zijn achtereenvolgens :

- 2) Vastleggen van alternatieve opl. van de P.F.B.
- 3) Onderzoek naar functionele doelmatigheid,
- 4) Gedetailleerde studie van materiaalverbruik en arbeid.
- 5) Afweging van de verschillende alternatieven.

Tussen twee en drie hoort nog : In de juiste vorm gieten om aan de P.F.B. en andere algemene behoeften te voldoen. Bij deze algemene behoeften denken we aan behoeften van

Bestaande typen sloopstrappen.

De op dit moment in werking zijnde of ontworpen kunstwerken om schepen van het ene naar het andere waterpeil te transporteren, kunnen we onderverdelen in drie soorten n.m. sluisen, hefinstallaties en diversen (o.a. pente d'eau).

Sluisen

Een sluis is te beschrijven als een vormvaste ruimte waarin door afsluitmiddelen schepen in en uit kunnen varen met in de tussentijd de mogelijkheid tot het verplaatsen van de schepen in verticale zin.

Essentiële onderdelen zijn de schutkolk en de afsluitmiddelen die aangepast moeten worden aan het schutproces.

In fig 2 zijn er verschillende vormen en uitvoeringen getekend. We zullen die hieronder bespreken.

De vorm van de sluis : Tegenwoordig alleen nog maar langwerpige, rechthoekige kolken waarbij de breedte van het afsluitmiddel overeenkomt met de breedte van de kolk. Dit i.v.m. het sneller in en uit-varen van de schepen en het eenvoudiger aanleggen van de schepen.

De gekoppelde sluisen zijn alleen geschikt voor éénrichtingverkeer dit i.v.m. de capaciteit.

De schachtsluis is geschikt voor grotere vervallen dan normaal gebruikt wordt. We denken hier aan vervallen van boven de 10 m. en benodigde doorvaarthoogte veel kleiner dan het verval.

De sluisstrap is uitermate geschikt om een groot verval in delen te overwinnen. De breedte van het tussengelegen pand(+lengte) moet zodanig ontworpen worden dat de schepen

houwers, gebruikers en de buitenwereld.

Het is duidelijk dat niet al deze behoeften in gelijke mate bevredigd kunnen worden.

Een methode om uit de P.F.B. tot alternatieven te komen is te werken met de z.g. ontwerpboom. (fase 1 en 2)

Fig 1 geeft hier een voorbeeld van.

Fase 5 de afweging kan men aan de hand van criteria doen zoals bijv. kosten, bedrijfsvoering, omgevingen, politieke factoren.

Daar we snel en doelmatig tot een keuze willen komen zullen we hiervoor genoemde werkwijze sterk vereenvoudigen met als gevolg natuurlijk een keuze die op enkele door ons belangrijk geachte criteria gebaseerd is.

Ook willen we de gemaakte alternatieven bij onze keuze betrekken omdat daar gegevens over bekend zijn. We volgen dus als het ware de F.D.M. maar betrekken hierbij betaande typen.

elkaar gemakkelijk kunnen passeren en er de nodige wachtplaatsen zijn.

De tweelingsluis en de sluis met spaarbekkens zijn speciaal ontworpen om het waterpeil in het hoge pand in stand te houden. Men probeert het waterverlies via de sluizen te beperken.

Hefinstallaties

Algemeen worden ze toegepast (of toepassing overwogen) indien het hoogteverschil van het water groter is dan 13 m.. Echter sommige mensen menen dat een schutsluis altijd aan het verval is aan te passen. Dit brengt dan wel de nodige kosten met zich mee. Voorbeelden van sluizen met een groot verval zijn : Sluis bij Kemps(Bazel)

185-25-3 verval=17 m.

Sluis in het Wolga-Moskoukanaal

290-30-5,6 verval=20 m.

Dus of die 13 m. de grens is valt te betwijfelen. In ieder geval leiden grote vervallen eerder tot andere oplossingen dan kleine.

Het toepassen van alternatieve oplossingen (t.o.v. een sluis) is in grote lijnen afhankelijk van :

- 1)kosten
- 2)kapaciteit
- 3)ondergrond

Het voordeel van hefinstallaties t.o.v. sluizen is :

- a) Weinig of geen waterverlies.
- b) Geen translatiegolven en stroom op het aansluitende kanaalpand
- c) Sneller op en neer kunnen laten gaan van de schepen

Nadelen zijn :

- a) In- en uitvaartijden vaak groter.
- b) Minder groot aantal schepen in een keer verzetten.

De hefinstallaties zijn weer onder te verdelen in installaties waarbij het schip droog wordt verplaatst en installaties waarbij de schepen in het water blijven. Daarnaast kunnen we ze verdelen naar de richting (vertikaal, horizontaal of onder een helling) waarin de schepen verplaatst worden.

Langs / Dwarshelling

Fig.3 geeft van de langshelling een voorbeeld.

De hoek waaronder een langshelling ligt, ligt tussen de 1:8 en 1:20.

Bij de dwarshelling staat de as van het schip loodrecht op de bewegingsrichting. Hoek van transport 1:8 à 1:2. Speciale aandacht vereist hier het aan- en afvaren van de schepen.

Vertikale hefinstallaties

Fig.4 geeft drie oplossingsprincipes. Het voordeel t.o.v. de langs- en dwarshelling is dat ze sneller kunnen verplaatsen.

Hefinstallatie m.b.v. waterdruk fig.4 heeft de volgende nadelen :

- 1) Steeds twee installaties naast elkaar.
- 2) De afdichting tussen het hefgedeelte en de cilinder vereist speciale aandacht.
- 3) Moeilijk bereikbaar zijn van belangrijke onderdelen.
- 4) Starre verbinding tussen de install. ende cil.

De figuren 4,6 en 7 geven de hefinstallatie m.b.v. dompelaars. Hierbij rust de bak op meerdere dompelaars die zich in een schacht bevinden. Deze dompelaars kunnen op-en neer bewegen in die schachten. Bij het onderdompelen verliest de bak+dompelaar als het ware aan gewicht. Door het toe-of afvoeren van water wordt het evenwicht verzekerd tijdens het op-en neer bewegen.

In fig.6 is de installatie van Henrichenburg te zien met een verval van 16 m.

Bij Rothensee (fig.7) wordt de water toe-en afvoer met perslucht aangedreven, het verval is 18 m.

Afmetingen bak Henrichenburg L-B-D =50-8,6-2,2 m.

Rothensee =70-10-2,5 m.

Een goede geleiding van de bak is van essentieel belang bij de werking, dit stelt belangrijke eisen aan de fundering. Bij grotere hoogteverschillen zouden we diepere schachten moeten toepassen, welke weer extra constructieve problemen met zich meebrengen. Het plaatsen van de schachten naast de bak of het vergroten van de dompelaars kan hier uitkomst bieden (fig 8).

De hefinstallaties met tegengewichten (fig.4 en 9) zijn toegepast bij grotere hoogteverschillen dan de vorige. Ook een minder draagkrachtige ondergrond was geen probleem. Het bekendste voorbeeld treffen we aan bij Lüneburg, verval van 38 m., afmetingen bak 100-12-3.

Het evenwicht wordt geleverd met de tegengewichten die met katrollen en draden aan de bak verbonden zijn.

Een ander voorbeeld treffen we aan bij Niederfinow (fig.9)

Diversen.

Er zijn nog diverse andere oplossingen bedacht.

Een van de meest in het oog springende is wel het pente d'eau : Een schot duwt als het ware een hoeveelheid water met schip erin door een goot naar boven. De afdichting tussen het schot en de goot bepaalt de snelheid van transport dus de capaciteit. Indien men meerdere schepen in een keer naar boven wil brengen, komt met het vastmaken van de schepen in de problemen. Een soort geleiderail moet dan uitkomst brengen.

Fig.5 geeft een andere oplossing n.m. een verdringingsluis, deze is nooit uitgevoerd. Evenals het idee van Rothmund de z.g. duiksluis, waarbij het schip in een dichte duiker verplaatst moet worden.

Waterpeilbeheersing van het bovenpand.

In fig.10 hebben we een schematisatie gemaakt van het Maas-Rijn kanaal zoals we dat gedacht hadden. We zien dat er een 11 km. lang bovenpand is dat een waterpeil op 60 m + N.A.P. heeft liggen. We moeten daarom om leeglopen van dit pand te voorkomen enkele voorzieningen treffen bijv. dichte bekleding op die plaatsen waar de grondwst. lager is dan het kanaalpeil. Ook moeten we zien te voorkomen dat het water via de scheepstrap wegloopt.

Allereerst zullen we eens gaan berekenen, hoe groot de verliezen zijn bij toepassing van twee schachtsluizen. Dit om inzicht te krijgen in de haalbaarheid van deze sluizen. Bekijken we fig.11 dan vinden we voor het verlies bij een schutting : $W_o - W_a + O.z$ waarin W_o = Waterverplaatsing van de schepen die opwaarts gaan.

W_a = Waterverpl. afw.

O = oppervlakte kolk

z = verval.

Bij n volledige schuttingen vinden we i.p.v. $O.z$, $n.O.z$ en W_a , W_o geldt voor alle schepen tezamen.

Uit bovenstaande formule valt te concluderen dat via één sluis zelfs water aan een bovenpand toegevoegd kan worden indien de afvaart overwegend geladen schepen heeft en de opvaart overwegend lege schepen.

We moeten echter naar twee sluizen kijken en het bovenpand, hiervan zullen we een waterbalans opstellen om te beoordelen, hoe groot het waterverlies is.

Fig.12 geeft een overzicht van het bovenpand.

De waterbalans wordt (fig 12) :

$$\text{In} = \text{Uit}$$

Regen+Kwel+Toestr.sch= Lek + Verdamping + Uitstroming sch.
Nemen we aan dat de regen + kwel in evenwicht is met de lek+ verdamping(of dat het verschil van beideverwaarloost mag worden t.o.v. de grootte van het schutverlies). dan vinden we :

Schepen van A naar B :

$$\begin{aligned} \text{Instroming bovenpand} &= W_{a2} \\ \text{Uitstroming} &= W_{o1} + n.0.z_1 \end{aligned}$$

Schepen van B naar A :

$$\begin{aligned} \text{Instroming bovenpand} &= W_{a1} \\ \text{Uitstroming} &= W_{o2} + n.0.z_2 \end{aligned}$$

Bedenken we dat $W_{a2}=W_{o1}$ en $W_{a1}=W_{o2}$ dan wordt de totale uitstroming bij n schuttingen $n.0.z_1 + n.0.z_2$ en de instroming is nul.

We zijn er hierbij van uitgegaan dat de schepen niet gaan laden of lossen in het bovenpand.

De totale uitstroming is dus afhankelijk van :

0 = het kolkoppervlak(voor beide hier gelijk genomen)

z= het hoogteverschil

n= aantal volledige schuttingen.

In het hiernavolgende zullen we deze na elkaar behandelen.

Het kolkoppervlakte

De hoofdafmetingen van de schutkolk zijn afhankelijk van

- 1) maatgevende schip
- 2) maatgevende combinatie van schepen
- 3) maatgevende intensiteit van schepen.

Maatgevende schip.

De schutlengte moet 5 à 10 procent langer zijn dan de lengte van dit schip, de breedte 5 procent en voor de duwvaart wordt een diepte aanbevolen van 1,6 maal de diepte van de bak. Voor een duwboot met twee bakken (185-11,4-3,3) wordt de kolk dan min. 187-12-5,3 m

Maatgevende combinatie van schepen.

Men denkt hier aan een sleepschip of gesleept object plus een of meer sleepboten.

$$\begin{aligned} \text{Sleepschip} + \text{Sleepboot ernaast} \quad B &= b_1 \cdot 1,2 + b_2 \\ L &= l_1 + 0,1 \cdot l_1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Sleepschip} + \text{Sleepboot ervoor} \quad B &= b_1 \cdot 1,05 \\ L &= l_1 + l_2 + \text{lengte draad} + 5 \text{ pct} \end{aligned}$$

Nemen we een sleepschip 95-11,5

sleepboot 42-4 dan $L=187, B=16$ en $D=5,3$

Maatgevende intensiteit.

Hierop zullen we later terugkomen, we nemen nu maar aan dat indien de capaciteit te klein mocht zijn, we een tweede sluis maken.

Vergelijken we de waarden gevonden bij punt 1 en 2 met de afmetingen van de sluisen in het Julianakanaal ten zuiden van Maasbracht (142-16-2,8) en ten noorden (260-14-3,3) dan zien we dat ten zuiden de sluisen nog niet de lengte hebben voor de tweebaks duwvaart.

De diepte van 5,3 m. is in schrill contrast met de aanwezige diepte in de sluisen op het Julianakanaal (tussen

de 2,8 en 3,3 m.)

De Vaarwegnota geeft als eis voor goede bestuurbaarheid dat de diepte van de vaarweg 40 procent groter moet zijn dan de diepte van het maatgevende schip. Hierdoor zou de diepte voor de vaarweg 4,62 m moeten zijn. Bij een sluis wordt echter langzamer gevaren, zeker bij het invaren. We moeten dan rekening houden met de volgende verschijnselen n.m. 1) een positieve translatiegolf die de sluis inloopt.

2) een sterke toeneming van de retourstroom

3) een negatieve translatiegolf die de voorhaven inloopt.

In de praktijk blijken deze verschijnselen weinig invloed meer te hebben als er langzaam wordt ingevaren en als da f/F waarde gelijk is aan 0,7 à 0,8.

Voor een duwbak vinden we $f=3,3 \cdot 11,4=37,62 \text{ m}^2$ waaruit $F=47 \text{ à } 54 \text{ m}^2$ volgt.

Dit betekent voor een breedte van	een diepte van
16m	2,9 - 3,4
14m	3,4 - 3,9
12,5	3,8 - 4,3
12	3,9 - 4,5m.

We kiezen voor de volgende afmetingen indien we een sluis zouden maken n.m. $L = 200 \text{ m}$

$$B = 14 \text{ m}$$

$$D = 3,8 \text{ m.}$$

De lengte van 200 m kan ook nog net twee Groot-Rijnschepen schutten.

We hebben hier aangenomen dat de capaciteit voldoende is.

Aantal volledige schuttingen.

Het aantal schuttingen per dag hangt af van de intensiteit van het aanbod van de schepen en de capaciteit van de sluis. Verder speelt de werkduur van de sluis ook een rol.

We zullen eerst eens gaan bekijken hoeveel waterverlies er is bij één volledige schutting van de twee sluizen. Het bovenpand is 11000 m. lang en gemiddeld 57 m breed (indien we een rechthoekig profiel denken).

Het verlies door de twee sluizen is per schutting

$$1. 2800.28 + 1. 2800. 20 = 132.580 \text{ m}^3$$

Dit betekent dat het water per schutting $132580/57.11000 = 0,21$ m zakt.

Een duwbak kan dan al na drie volledige schuttingen niet meer door het kolkopeningen (diepte kanaal 3,8m. bij het kolkhoofd, diepgang schip is 3,3 m.). Na zeven volledige schuttingen zou de bak niet meer door het pand kunnen varen, bij wijze van spreken (diepte pand 4,6 m.)

We moeten bij het toepassen van sluizen dus zorgen voor het behoud van water in het bovenpand .

- Manieren zijn :
- 1) De kolk verdelen in kleinere schutbare gedeelten.
 - 2) Naast de grote een kleine sluis bouwen
 - 3) Sluizen koppelen, slustrappen.
 - 4) Sluizen met spaarbekkens uitvoeren.
 - 5) Sluis met gemaal uitvoeren.
 - 6) Tweelingsluis.

Keuze van een type sloopstrap.

Bekijken we fig dan zien we dat alleen de tak waar het schip in het water blijft , oplossingen geeft die uitgevoerd zijn . We vinden er de sluis onder nr. 1 , de langshelling onder nr. 6 , de verticale hefinstallatie onder nr. 5 en de pente d'eau onder nr. 2 .

De tak waar het schip uit het water gehaald moet worden , geeft naar onze mening oplossingen met een te kleine capaciteit waardoor we het verder zullen laten vallen . Omdat de nieuwe typen uitgebreid onderzoek vereisen, denk maar aan verplaatsbare afsluitmiddelen bij nr. 4 , zullen we een keus maken uit de volgende typen :

- 1) Schachtsluis met spaarbekkens.
- 2) Tweelingsluis
- 3) Twee gekoppelde sluisen
- 4) Sluistrap met twee sluisen
- 5) Sluis met gemaal
- 6) Vertikale hefinstallatie
- 7) Dwarshelling , Langshelling
- 8) Pente d'eau

Onze voornaamste criteria zullen de capaciteit en het waterverlies zijn.

Ook zullen we kijken naar de passeertijden en de kosten .

Kapaciteit en passeertijd

De capaciteit van een vaarwegonderdeel is de maximale hoeveelheid scheepvaartverkeer, die onder de voorkomende omstandigheden, per tijdseenheid kan passeren.

Bij de keuze van eenscheepstrap speelt de capaciteit een overheersende rol. De scheepstrap moet als onderdeel van het vaarwegstelsel een dusdanige capaciteit bezitten dat het geen knelpunt in het stelsel wordt. Hierbij dienen ook de uitbreidingsplannen van het vaarwegstelsel in de toekomst betrokken te worden. Naast het begrip capaciteit dat vooral voor het sluispersoneel de vaarwegbeheerder van belang is, kent de vaarweggebruiker het begrip passeertijd. Is de passeertijd voor de gebruiker van de scheepstrappen te groot in het Maas-Rijnkanaal dan zal hij een andere route gaan volgen en dan voldoet een lagere capaciteit van de scheepstrappen zelfs.

De capaciteit kan bepaald worden aan de hand van de schutcyclustijd T_c en de maximale hoeveelheid schepen of tonnenlaadvermogen, N_{max} , die bij een aantal volle kolken geschut kunnen worden.

De schutcyclustijd T_c is de tijd die verstrijkt tussen

1) Achtersteven van het eerste schip uit de voorgaande schutting passeert de deuren.

en

2) Achterschip van het laatst uitvarende schip passeert de deuren.

De capaciteit $C_s = 120 \cdot N_{max} / T_c$ sch/uur

$$\text{of} \quad C_t = C_s \cdot \bar{T} \quad \begin{array}{l} N_{max} = \text{aantal schepen} \\ \text{tonlaadverm./uur} \end{array}$$

Zie ook fig. aan het einde van dit hoofdstuk. De passeertijd van een afzonderlijk schip is gelijk aan de totale extra tijd die een schutting vergt

vergeleken met een denkbeeldige toestand zonder sluis waar-
bij het schip met de kruissnelheid zou kunnen doorvaren .

Deze passeertijd is opgebouwd uit

- 1) de wachttijd T_w
- 2) de schuttijd T_s
- 3) de overligtijd T_o

De totale som van deze waarden geeft de passeertijd .

Kapaciteit .

Schutsluis met spaarbekkens.

De capaciteit is afhankelijk van invaartijden , bedienings-
tijden en uitvaartijden. De bedieningstijd bestaat uit het
sluiten van de afsluitmiddelen , het vullen of ledigen
van de kolk en het openen van de andere afsluitmiddelen.
De capaciteit wordt bepaald voor het heen en weer schut-
ten dus voor twee richtingen.

Gaan we uit van de volgende gegevens :

het gemiddelde tonnage is 1120 ton.

Per jaar van Rijn naar Maas 16500 schepen
van Maas naar Rijn 10500 schepen

Kolkafmetingen L - B - D = 200 - 14 - 3,8 m.

Van de 16500 : 78% geladen , 22% ongeladen .

10500 : 50% ,, , 50% ,, .

$2 \cdot N_{\max} = 4,6$

Vul of Ledigingstijd is 17,5 min. (Deze gegevens
komen uit het deelontwerp en zijn daar bepaald)

dan vinden we :

$$C_s = 2 \cdot N_{\max} \cdot 60 / T_c = 4,6 \cdot 60 / 65,5 = 4,2 \text{ sch /uur.}$$

waarin T_c bepaald is met bovenstaande geg.

Tweelingsluis.

Bij dit type zijn de in- en uitvaartijden hetzelfde als bij
de bovenstaande sluis. Bij het opschutten van een sluis
wordt water van de ander gebruikt , zie fig 17. In situa-
tie I is het gemiddelde verval $h/2$, daarna in situatie II
 $h/4$ als we naar sluis 2 kijken.

Voor het leeglopen kunnen we tegelijkertijd naar sluis I kijken

De vultijd kunnen we dus zien als de som van een vulling met een verval van $h/2$ en $h/4$. Vergelijken we dit met een vulling met een verval over h m. dan duurt dit de faktor 1,2 langer. We hebben dan gebruik gemaakt van de formule

$$\text{Vultijd} = 2 \cdot \text{Opp.} \cdot h / m \cdot F_o \cdot (2 \cdot g \cdot h)^{1/2}$$

Opp.=Oppervlak
kolk
h= verval

en m = afvoercoëff.

$$F_o = \text{Opp. opening}$$

De schutcyclustijd T_c wordt nu 72,5 min. (zie deelontwerp)

De capaciteit wordt $C_s = 3,8$ sch./uur

Twee gekoppelde sluizen.

Hierbij zien we in een gehele schutcyclus twee extra invaartijden bijkomen (t.o.v. een sluis).

Het omzetten van de kolk vergt 40 % meer tijd dan bij 1 sluis met hoogteverschil van 28 m.

De schutcyclustijd T_c wordt daardoor 93,5 min.

De capaciteit wordt $4,6 \cdot 60 / 93,5 = 3$ sch./uur

Sluistrap met twee sluizen.

Naast extra invaartijden zoals bij de gekoppelde sluizen, hebben we hier nog extra uitvaartijden en lustijden.

Het nadeel van de extra tijd voor het omzetten van de kolk geldt hier ook.

De schutcyclustijd T_c wordt 103,6 min.

De waarde van C_s is dan $4,6 \cdot 60 / 103,6 = 2,7$ sch./uur

Sluis metemaal.

Wat de capaciteit betreft kunnen we de waarde aanhouden van de enkele sluis.

De capaciteit $C_s = 4,2$ sch/uur .

Voor de laatste drie typen, de verticale hefinstallatie, de helling en het pente d'eau, zullen we zonder berekening waarden geven die we in ons deelontwerp berekend hebben .

De volgende waarden hadden we gevonden :

Vertikale hefinstallatie	$C_s = 7,5$	sch / uur
Dwarshelling	= 7,1	,,
Langshelling	= 5,2	,,
Pente d'eau	= 4,3	,,

Benodigde capaciteit .

Willen we iets zeggen over de kwaliteit van de verkeersafwikkeling dan moeten we een waarde hebben van de benodigde capaciteit. De intensiteit op het kanaal verwachten we zo rond de 3,4 sch/uur. Om overligtijden te voorkomen, moeten we een intensiteit, capaciteit verhouding hebben die kleiner is dan 0,75 (Kooman, dikt.). De benodigde capaciteit wordt dan 4,5 sch / uur .

Waterverlies uit het bovenpand .

We zullen hier alleen de sluistypen hoeven te behandelen aangezien bij de overige typen niet van enig waterverlies gesproken kan worden , tenminste als ze goed uitgevoerd worden hetgeen we aannemen .

Schachtsluis met spaarbekkens.

Spaarbekkens kunnen op verschillende hoogten worden aangelegd en als open of gesloten worden uitgevoerd. Het aantal spaarbekkens bepaalt de grootte van de besparing aan water. Ook bestaat er de mogelijkheid om meer te besparen indien we het oppervlak van de spaarbekkens vergroten. Fig 14 geeft ons een idee omtrent de werking van het geheel. Indien we een sluis met n spaarbekkens uitvoeren , die ieder een opp. hebben dat m maal groter is dan het opp. van de kolk dan kunnen we de besparing in formulevorm opschrijven :

$$\text{Besparing} = (m \cdot n / m \cdot (n+1) + 1) \cdot 100\%$$

Theoretisch kunnen we dus besparingen tot 87 % krijgen , dit geldt voor $m = 2,2$ en $n = 10$.

Uitwerking van de formule geeft het volgende :

n=1	m=1 tot 2,5	besp. tussen 33 % en 42 % .
n=2	m=1 tot 2,5	besp. tussen 50 % en 58 % .
n=3	m=1 tot 2,5	besp. tussen 60 % en 68 % .
n=4	,, ,,	besp. tussen 67 % en 73 %
n=5	,, ,,	besp. tussen 71 % en 78 % .

We zien dus dat ieder spaarbekken meer erbij bij grotere aantallen bekkens steeds minder extra besparing geeft. We kiezen voor $m=1,8$ en $n=4$ met een besparing van 72 % .

Tweelingsluis.

Bij de tweelingsluis dient de andere sluis als spaarbekken. De besparing is dan gelijk aan die bij een sluis met een spaarbekken ($n=1, m=1$). Groot 33 % .

Indien we beide sluizen gelijk kunnen schutten , dan kunnen we een besparing van 50 % krijgen .

Twee gekoppelde sluizen.

Fig 15 geeft dit weer.

Het blijkt dat het waterverlies bij schutten evengroot is als bij een schutsluis.

Sluistrap met twee schutsluizen.

Hierbij vinden we een evengroot waterverlies als het vorige. Het tussenpand heeft een waterniveau gelijk aan niveau 2 , zie hiervoor fig. 15 .

Bij toepassing van een paar gekoppelde sluizen of een paar sluistrappen kunnen we een besparing bereiken van 50 % , indien er weer gelijk geschut wordt.

Schutsluis metemaal.

Voor het hoogteverschil van 28 m. moeten we in dit geval rekening houden met een grootemaal.

Naast de hoge energiekosten zal de aanschafkosten plus de afschrijving ook aanzienlijk zijn .

We kunnen er derhalve van uitgaan dat deze oplossing veel te duur wordt.

De passeertijden .

Deze tijden hebben we ook in ons deelontwerp berekend, we geven ze evenals de kosten zonder berekening :

1) Schutsluis met spaarbekkens	$T_p =$	58 min.
2) Tweelingsluis	=	58 ,, .
3) Twee gekoppelde sluizen	=	95 min.
4) Sluistrap met twee sluizen	=	116 min.
5) Sluis met gemaal	=	58 min
6) Vertikale hefinstall.	=	28 min
7) Dwarshelling	=	31 min
Langshelling	=	45 min
8) Pente d'eau	=	51 min

Dit zijn de passeertijden die gemiddeld optreden voor de afzonderlijke schepen .

De kosten .

Deze zijn berekend aan de hand van de te verwerken hoeveelheden beton , staal en benodigde bekisting.

Verder zijn de hoeveelheden grondverzet in rekening gebracht.

1) Schutsluis met spaarbekkens	450 miljoen
2) Tweelingsluis	900 ,,
3) Twee gekoppelde sluizen	900 ,,
4) Sluistrap	900 ,,
5) Sluis met gemaal	925 ,,
6) Vertikale hefinstallatie	136 ,,
7) Dwarshelling	186 ,,
Langshelling	226 ,,
8) Pente d'eau	340 ,,

De vermelde bedragen zijn berekend voor 50 jaar, zowel de bouwkosten als de bedrijfskosten gerekend naar 1980.

Bij de punten 2 t/m 5 slokt de energierekening zeker 50 % op .

Keuze van een type scheepstrap .

Bekijken we de vorige bladzijden dan zien we dat de verticale hefinstallatie er verreweg het beste uitspringt.

De capaciteit is ruim voldoende , 7,5 sch/uur tegen een eis van min. 4,5 sch/ uur.

De passeertijden zijn het laagst , 28 min .

De totale kosten over 50 jaren zijn ook het laagst .

Er zijn echter twee redenen op te noemen die tegen

- deze oplossing werken n.m.
1. Het heffen van een bak met een lengte van 200 m. is nog nooit constructief uitgevoerd.
 2. Bij repareren of onderhoud van de installatie is er geen verkeer mogelijk.

Deze twee redenen lijken ons genoeg om te besluiten om een dubbele hefinstallatie met bakken van 100 m. lengte aan te raden .

Deze oplossing voldoet bijna evengoed als de andere wat de capaciteit, passeertijd, waterverlies en kosten betreft .

Bij duwkonvoeien moeten we echter rekenen op langere passeertijden in verband met het ont- en vast koppelen van de bakken . Echter een dubbele installatie geeft kortere wachttijden, hetgeen het vorige nadeel weer opheft .

We kiezen dus voor een dubbele hefinstallatie met bakken van 100 m. bij 14 m. , tegengewichten moeten de energiekosten drukken .

P.F.B

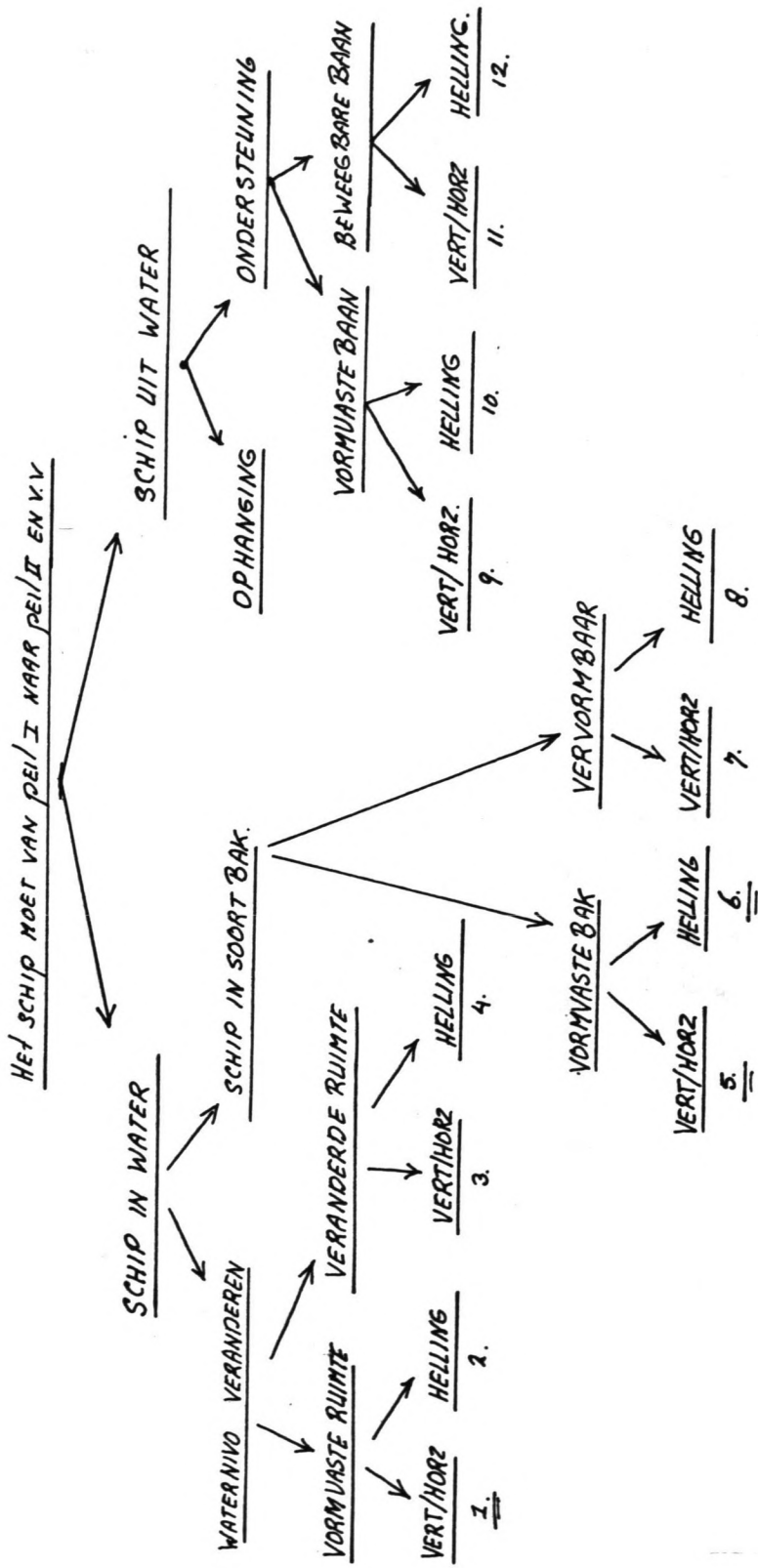
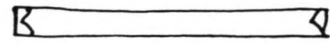
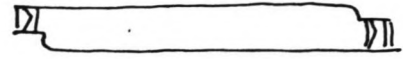
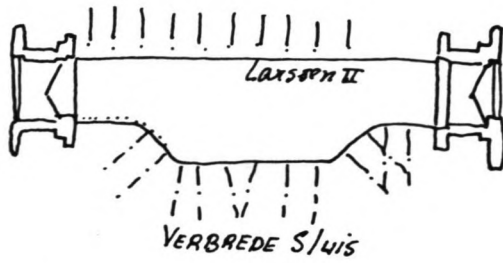
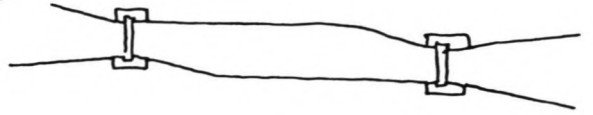
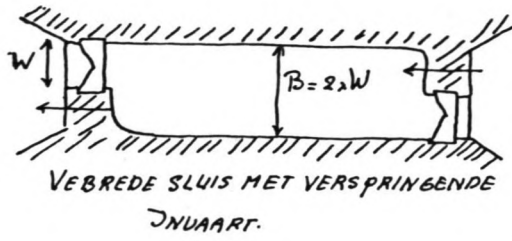
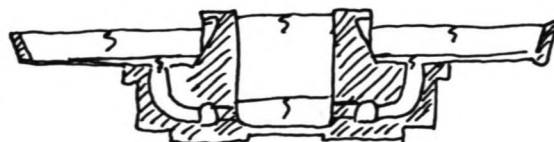
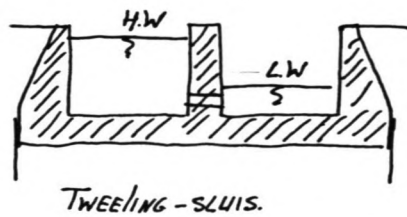
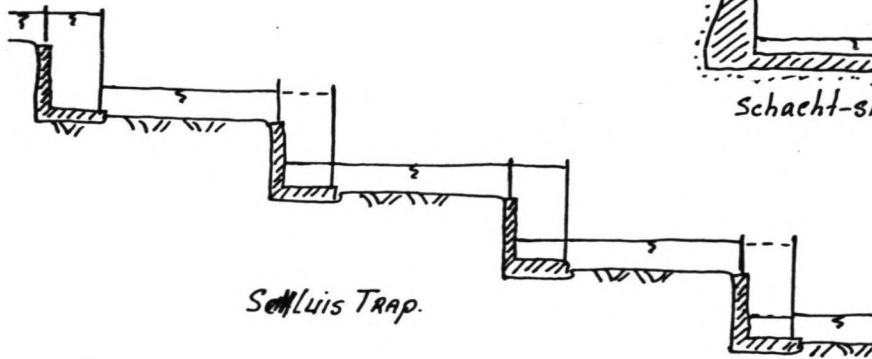
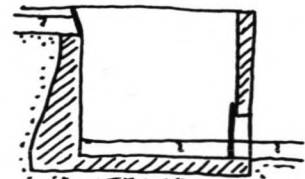
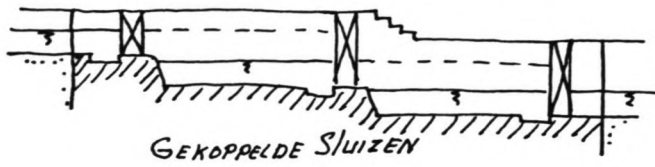


Fig.1

SLUIS TYPEN



Sluis-
vormen.



Schluis met spaarbekkens.

Fig.2

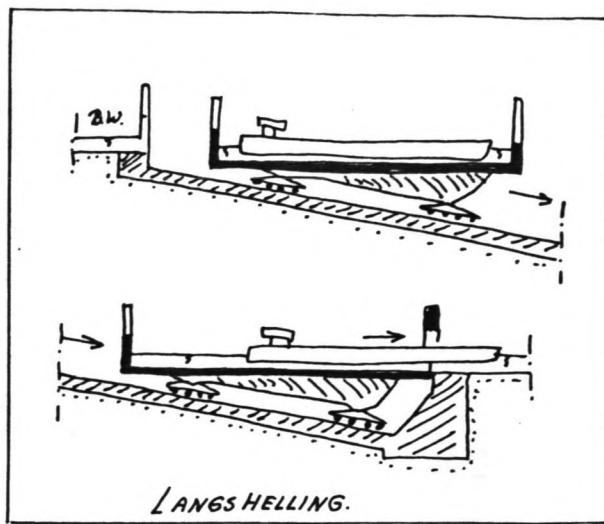


Fig. 3

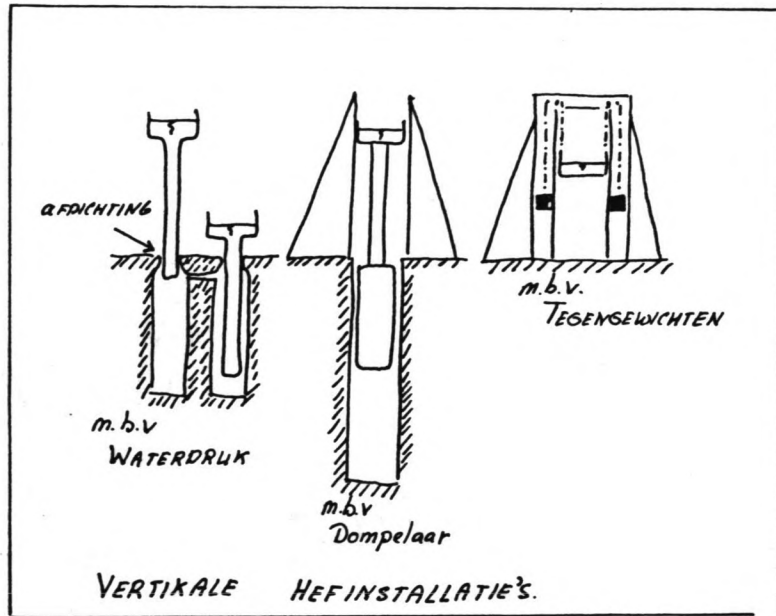


Fig. 4

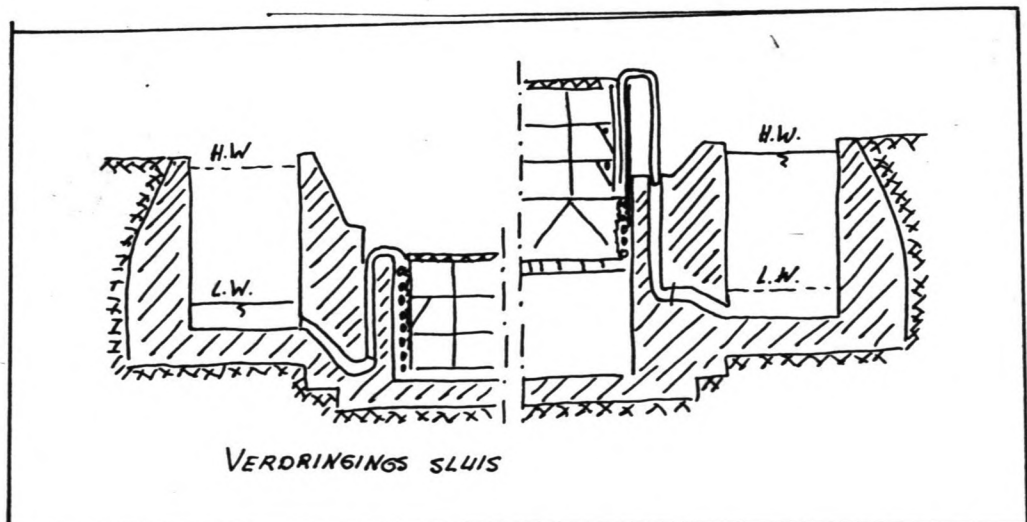
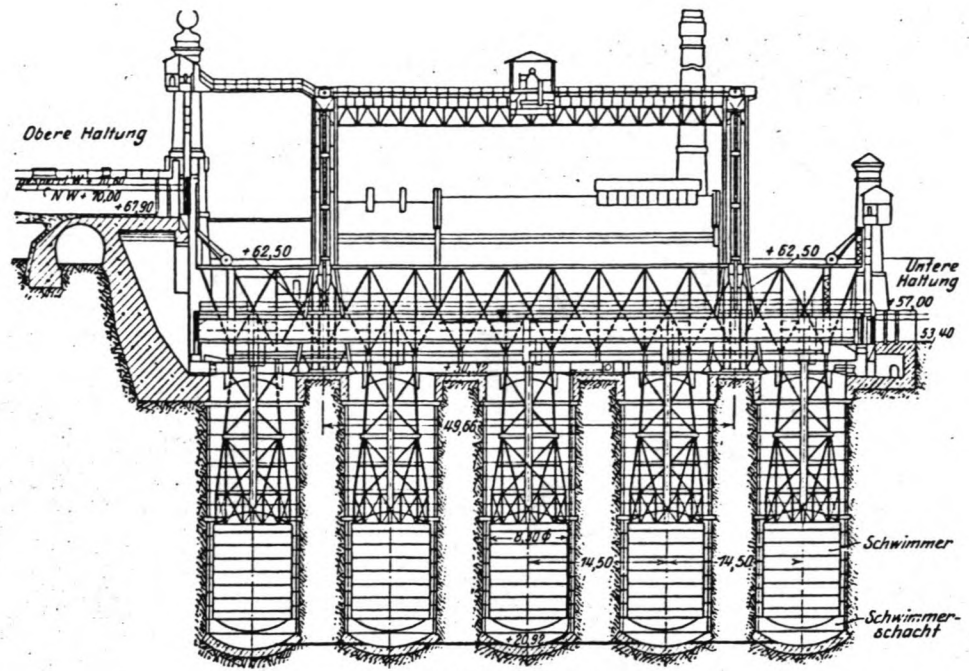
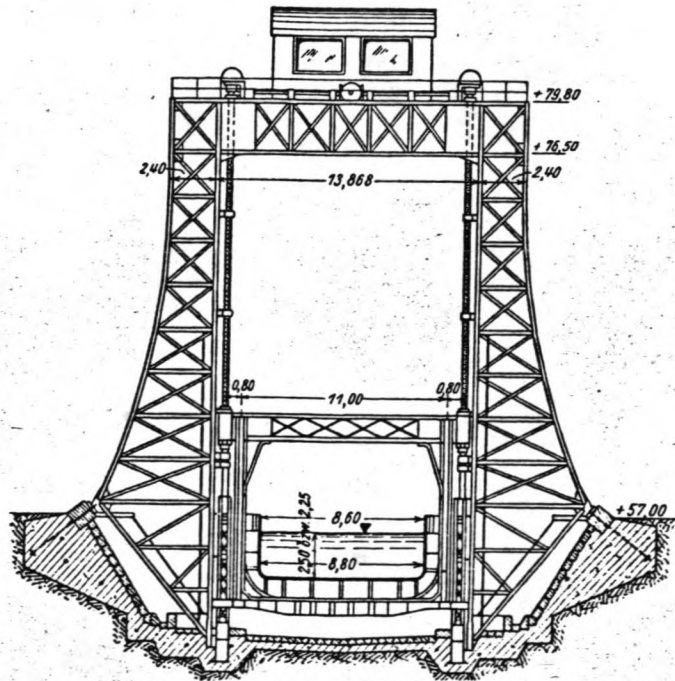


Fig. 5



a Längsschnitt in der Trogachse



b Schnitt durch die Kammernische mit der Führung

Bild 450. Schwimmerhebewerk Henrichenburg [14]
 a) Längsschnitt in Trogachse
 b) Querschnitt durch Kammernische mit der Führung

Fig.6

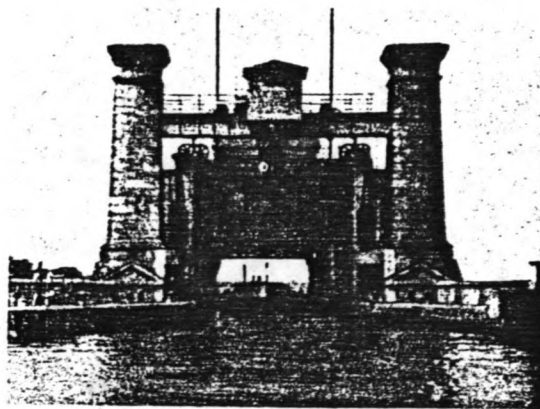


Bild 450c.
Obere Einfahrt

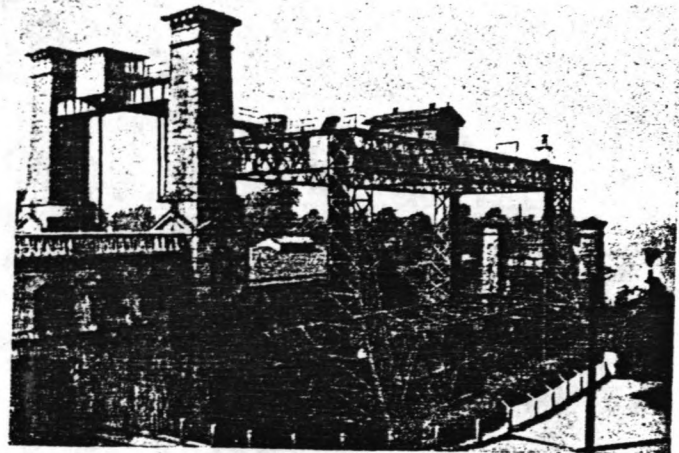


Bild 450d.
Blick auf Trog mit
Führungsgerüsten

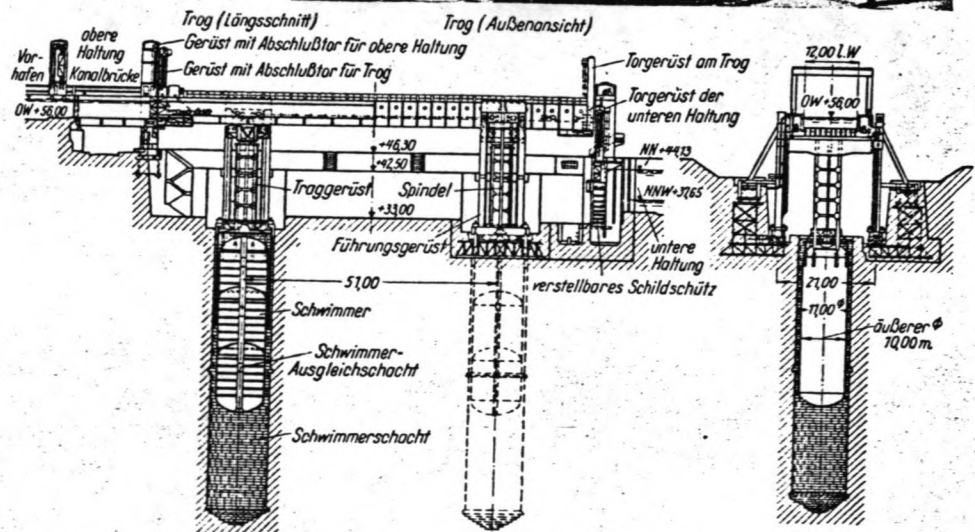


Bild 451. Hebewerk Rothensee [14]
a) Längsschnitt b) Querschnitt

Fig. 7

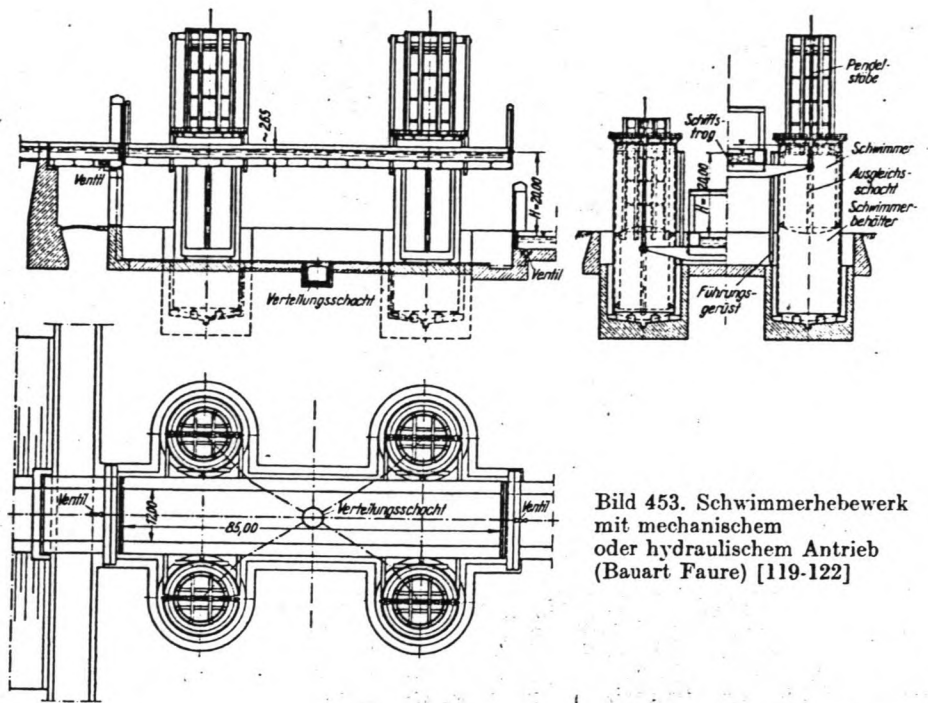


Bild 453. Schwimmerhebwerk mit mechanischem oder hydraulischem Antrieb (Bauart Faure) [119-122]

Bild 454 a. Schwimmerhebwerk, Trog oben [120-121]

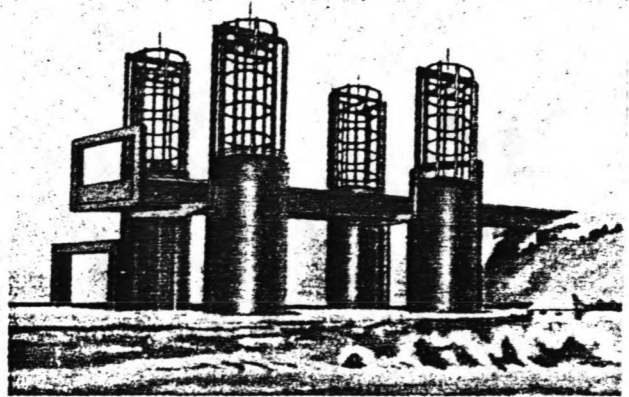


Bild 454 b. Schwimmerhebwerk, Trog unten [120-121]

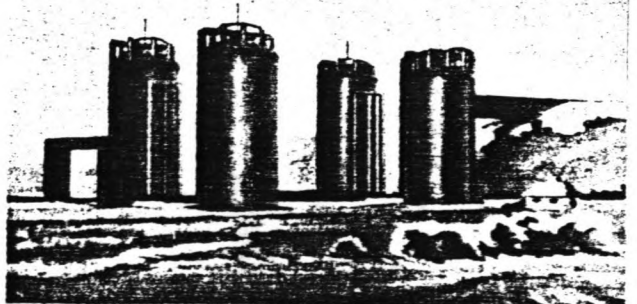


Fig.8

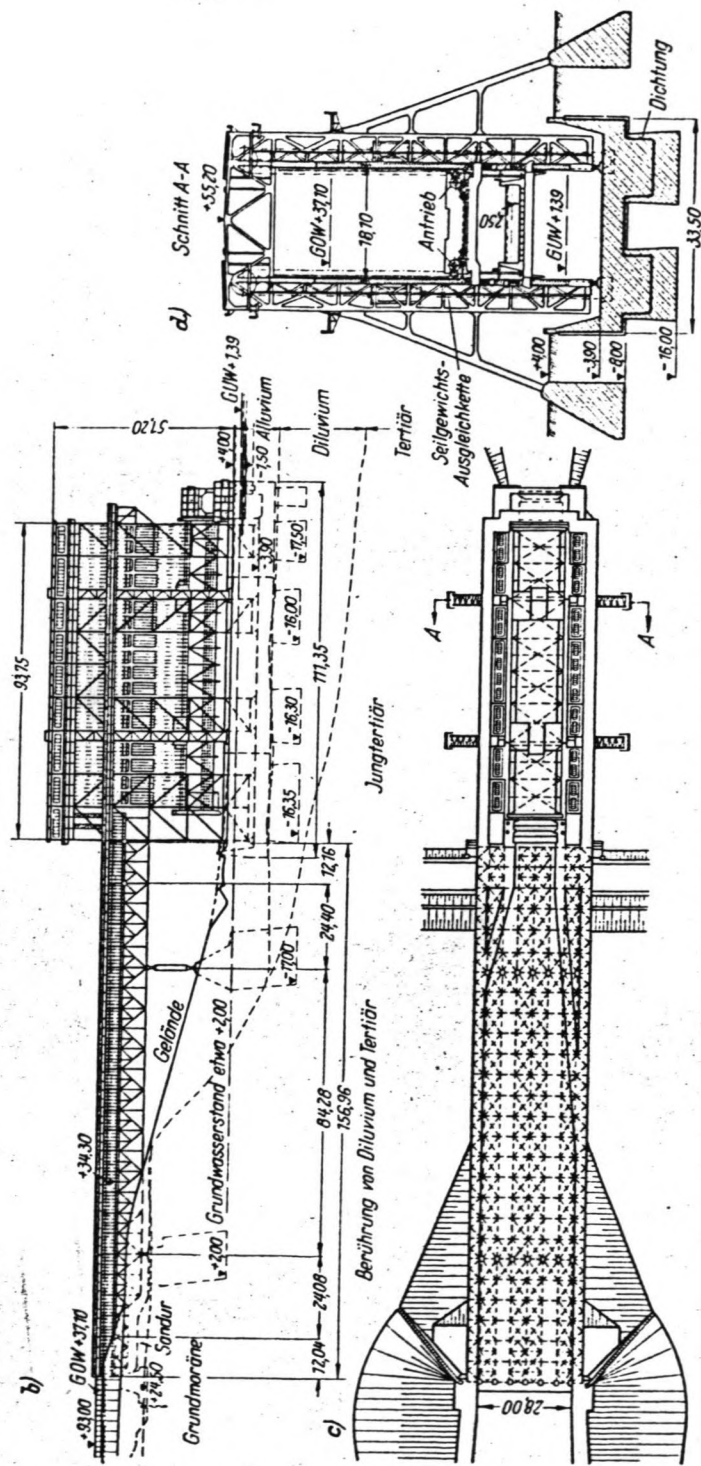


Bild 456 b) Aufriß des Hebewerks [106]
 c) Grundriß
 d) Querschnitt

Fig. 9

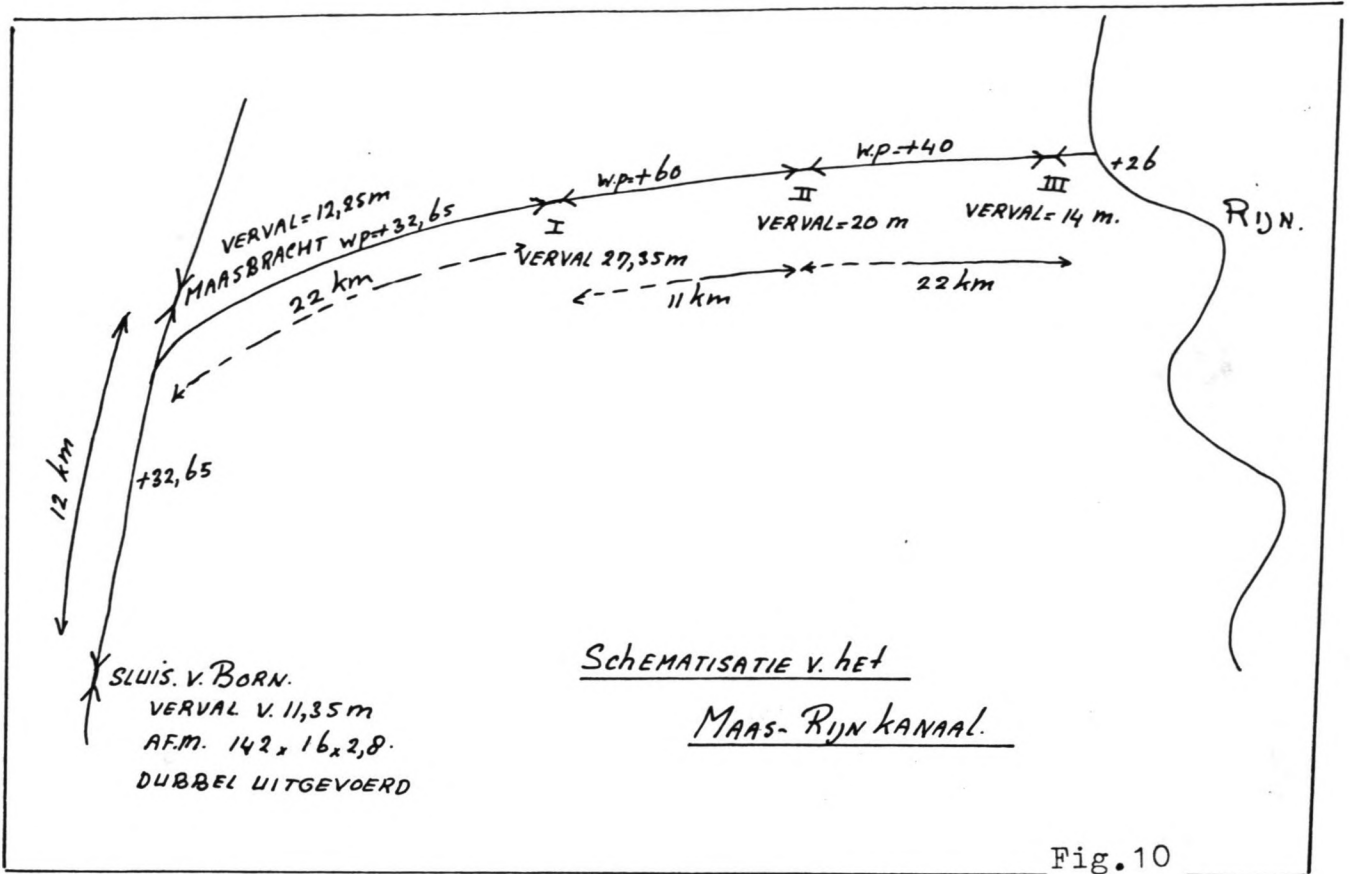


Fig.10

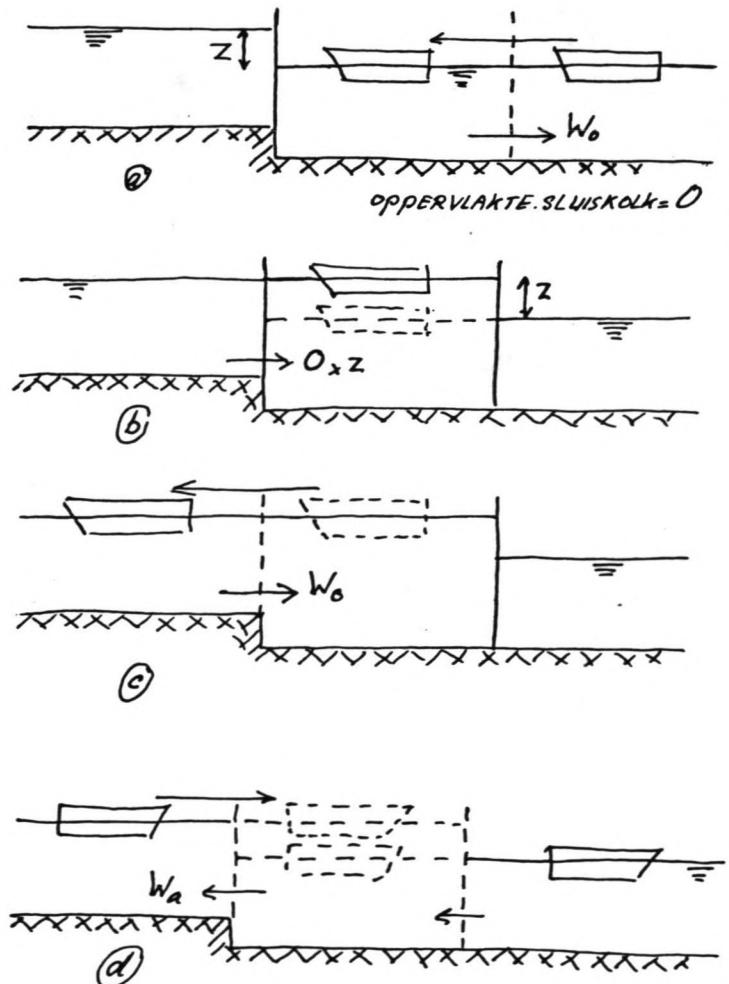


Fig.11'

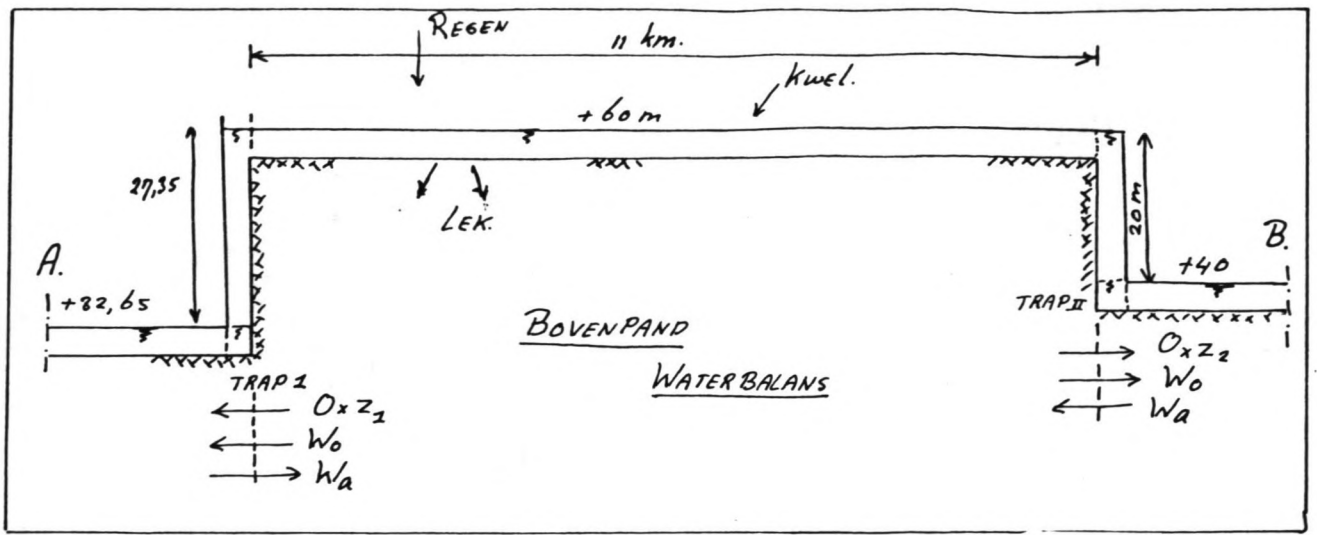


Fig. 12

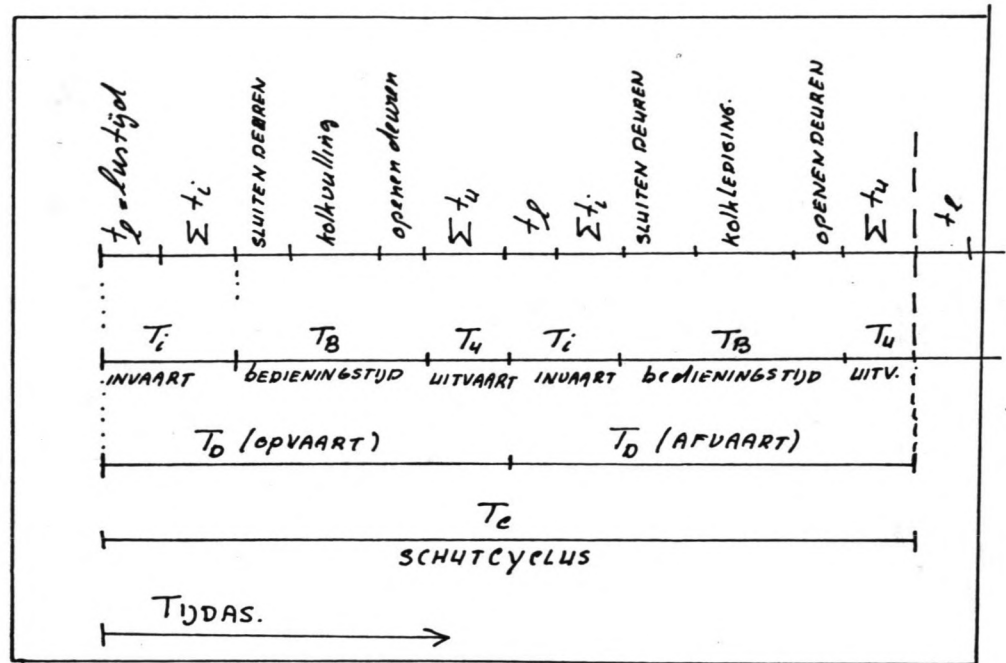


Fig. 13

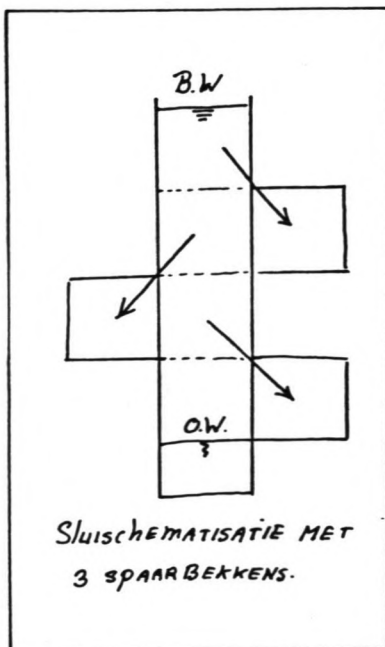


Fig. 14

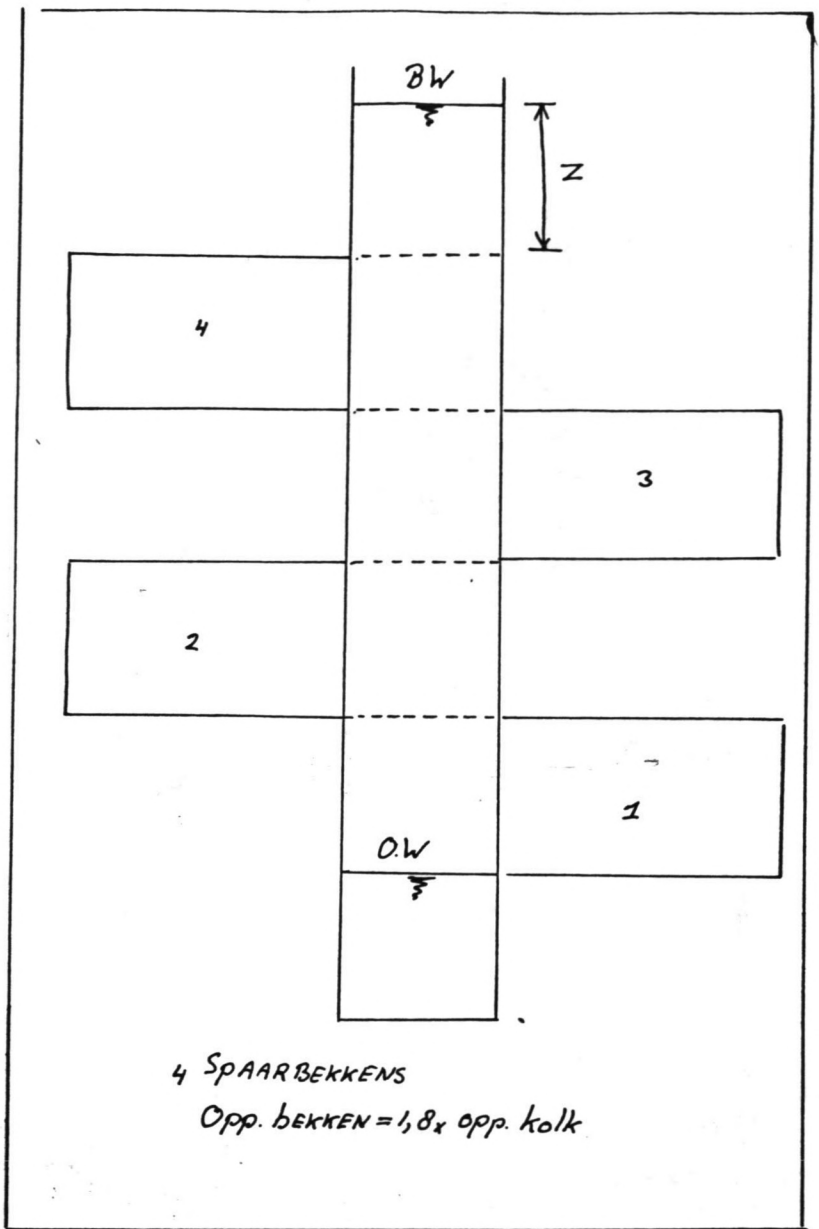


Fig.16

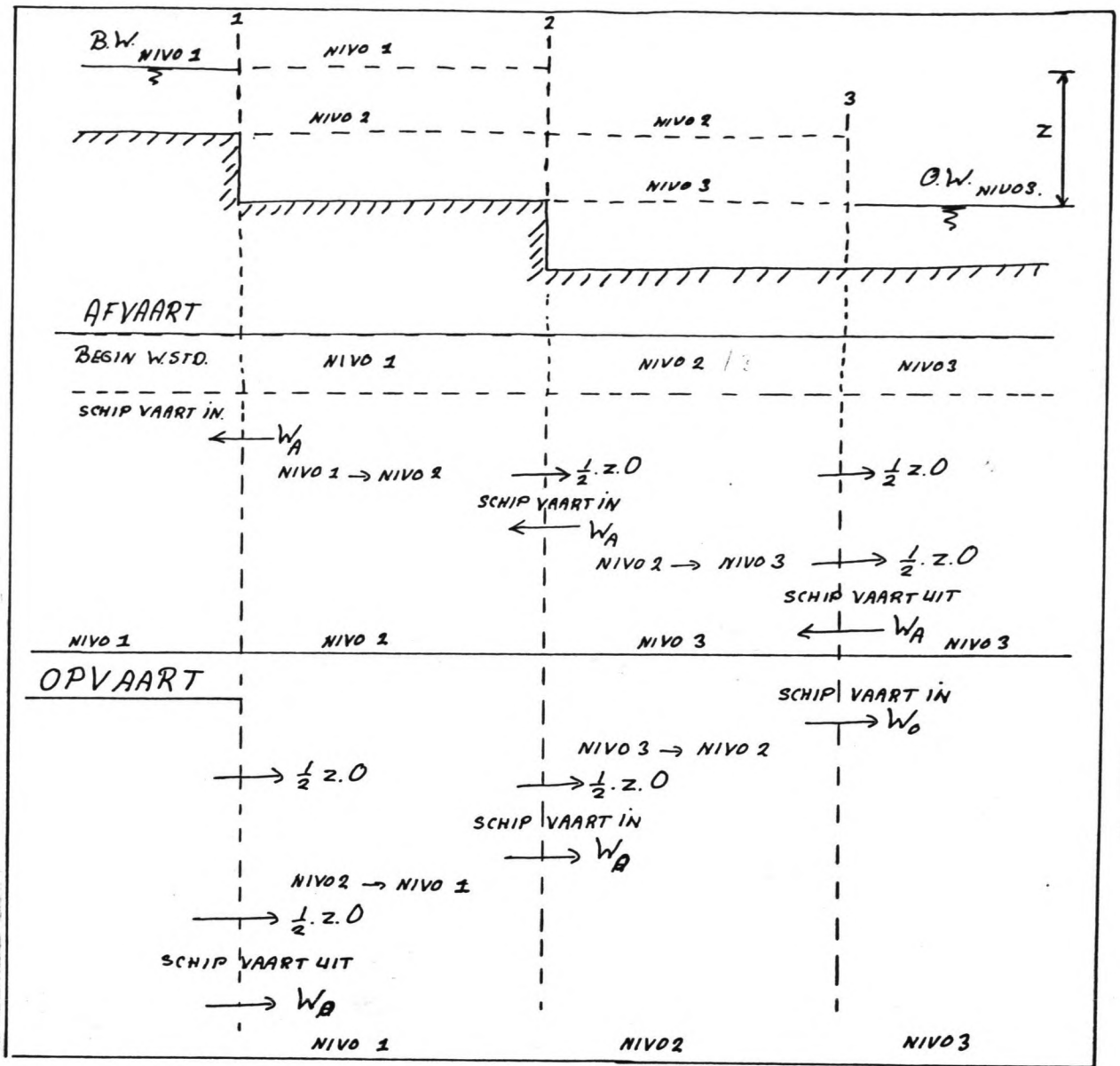


Fig.15

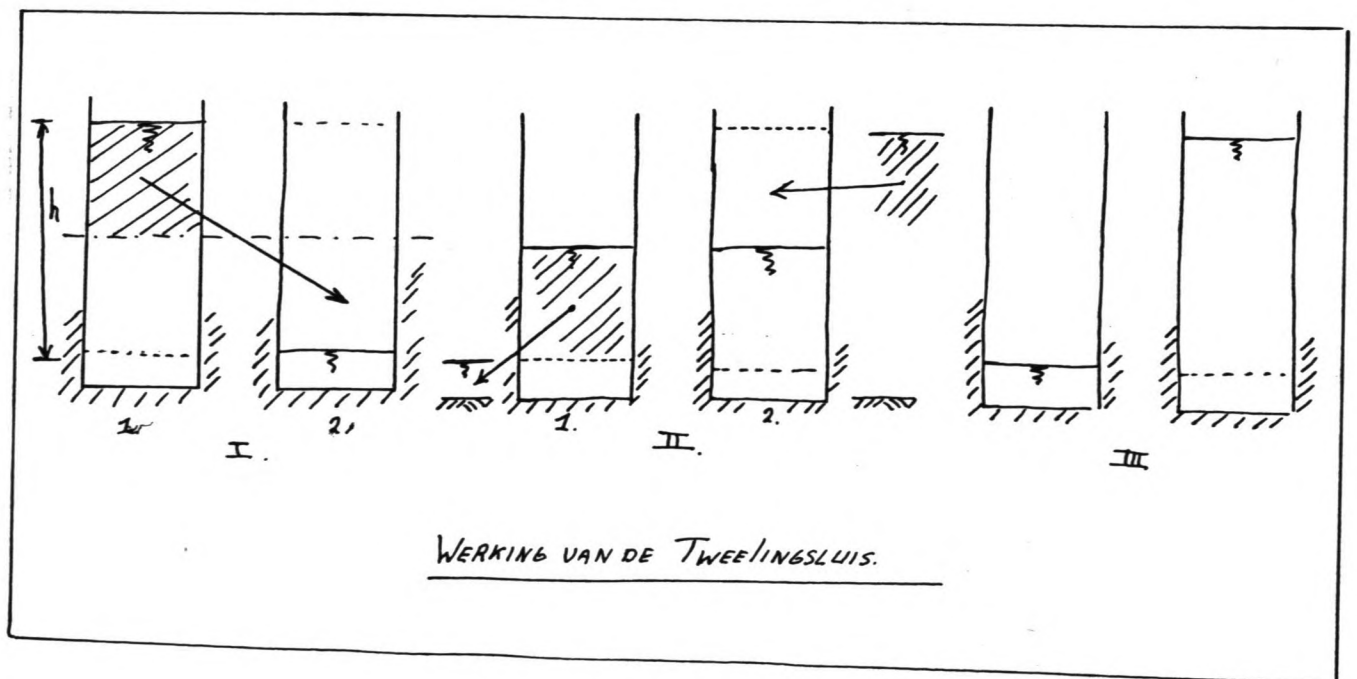


Fig.17

De dwarsdoorsnede van het kanaal uit het oogpunt van de beroepsvaart

De afmetingen van het dwarsprofiel van het kanaal worden bepaald door de toe te laten afmetingen en vaarsnelheden van de schepen, en door de intensiteit en de diversiteit van de scheepvaart. Er zijn drie facetten die aanwijzingen geven omtrent de breedte en diepte van het kanaal.

-De bepaling van de vereiste diepte en breedte van het kanaal in verband met veilig en snel navigeren.

-Het natte dwarsprofiel van het kanaal in verband met de economische vervoerssnelheid en de aanleg- en onderhoudskosten van het kanaal.

-Het aantal verkeersstroken in het kanaal in verband met de intensiteit en diversiteit van de scheepvaart.

Voordat we tot een nadere dimensionering van ons kanaal overgaan, bespreken we in het kort de verschillende theoriën die aan de ontwerpeisen ten grondslag liggen en die het vaargedrag beschrijven.

Vereiste diepte

De diepte wordt voornamelijk bepaald door de toegestane diepgang en de snelheid van het grootste schip. Onder het schip is een overdiepte noodzakelijk om een goede bestuurbaarheid mogelijk te maken. Deze z.g. 'keel clearance' door de spiegeldaling ten gevolge van de retourstroom, het golfpatroon rondom het schip en het achteroverhellen, de z.g. 'squat', van het schip. De gewenste overdiepte is 30 à 40% voor kanalen, voor een rivier is dit slechts 10 à 15% omdat het natte oppervlak veel groter is.

De golfhoogte wordt sterk bepaald door de diepte van het

kanaal. Dit resulteert in een grenssnelheid van $0,7\sqrt{gh}$ bij onbeperkte kanaalbreedte en bij beperkte breedte $0,5 \text{ à } 0,6\sqrt{gh}$. Dit is de z.g. kritische snelheid, waarbij het langstromende water overgaat in schietend water. Om economisch te varen en de oeververdediging niet te zwaar te belasten is het raadzaam om niet sneller dan $0,8 \text{ à } 0,9$ maal de kritische snelheid te varen, dus ongeveer $0,5\sqrt{gh}$.

De vereiste breedte

Deze wordt bepaald door een aantal verschillende gedragingen en situaties van de scheepvaart

Scheepvaart in de as van het kanaal

De vaarstrookbreedte die een schip nodig heeft zal altijd groter zijn dan de breedte van het schip zelf. Dit komt omdat er altijd zijdelingse invloeden zijn op het schip, waarop de stuurman dan reageert met koerscorrecties. Op deze wijze ontstaat de z.g. vetergang van een schip. Het schip schommelt dus voortdurend om de as van het kanaal. (zie fig. 1).

Voor de vaarbaanbreedte kunnen we nu schrijven:

$$B = l \sin \alpha + b \cos \alpha + 2b_1 \quad \text{ofwel}$$

$$B = \left(\frac{l}{b} \sin \alpha + \cos \alpha + 2b_1/b \right) \times b$$

Uit bovenstaande formule blijkt dat de lengte-breedte verhouding van een schip belangrijk is voor de benodigde vaarbaanbreedte. Dit betekent dat de vaarbaanbreedte van een binnenschip kleiner is t.o.v. de breedte van het schip, dan de vaarbaanbreedte van een zeeschip. Ook uitkomsten uit de praktijk bewijzen dit. De vaarbaanbreedte van een binnenschip is ongeveer 1,3 maal de breedte van dat schip. Voor een zeeschip kunnen we een vaarbaanbreedte van 1,7 maal de scheepsbreedte aanhouden. Duweenheden vormen hier een uitzondering door hun afwijkende lengte-breedte verhouding. Hiervoor neemt men in het algemeen 1,5 maal de breedte van het schip.

Scheepvaart buiten de as van het kanaal

Vaart het schip niet in de vaarwegas dan zal t.g.v. het asymmetrische retourstroombeeld en de daardoor ontstane verschillen in spiegeldaling, op het schip een resulterende hydrostatische kracht H worden uitgeoefend, welke achter het zwaartepunt van het schip aangrijpt en welke gericht is naar de dichtsbijzijnde oever. De oorzaak van de grotere spiegeldaling tussen schip en de dichtsbijzijnde oever is het kleinere doorstrotingsprofiel dat daar aanwezig is (zie figuren 2 en 3).

Degrootte van de kracht H is sterk afhankelijk van de afstand a van het schip tot de vaarwegas, de snelheid van het schip, de F/f -verhouding en de waterdiepte onder de kiel.

T.o.v. het zwaartepunt geeft deze kracht een dwarskracht en een moment M_h . Alleen met behulp van het roer kan op deze kracht worden gereageerd. De roerkracht, die variabel is door wijziging van de roeruitslag en wijziging van het aantal omwentelingen van de schroef, is evenwel plaatsvast, waardoor het niet mogelijk is dwarskracht en moment tegelijk op te heffen. Geeft men het schip nu een drifthoek, zoals op fig. 4 is te zien, dan zijn bovengenoemde verstoringen op te heffen. Betreft men ook de weerstand W en het moment t.g.v.

die weerstand M_w dan krijgen we een evenwicht bepaald door:

$$H - W \sin \alpha - R \cos \alpha = 0 \quad \text{en}$$

$$M_h + M_w - M_r = 0$$

In het geval van een duweenheid liggen de zaken echter anders. Een conventioneel schip stuwt het water door z'n spitse vorm gelijkmatig verdeeld langs zowel stuurboord als bakboord. Door de vorm van de duwbak, die alleen in verticale richting gebogen is aan de boeg, gaat het meeste water onder de bak door in de richting van de vaarwegas. Hierdoor zal de waterstand over het voorste deel, direct naast het convooi, aan de oeverzijde hoger zijn dan aan de zijde van de vaarwegas. Dit betekent dat het convooi een van de vaar-

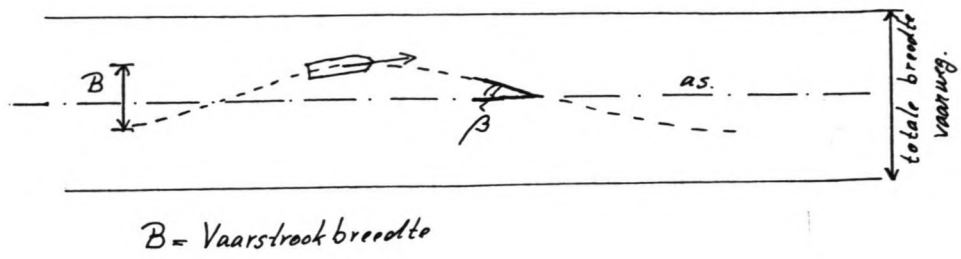
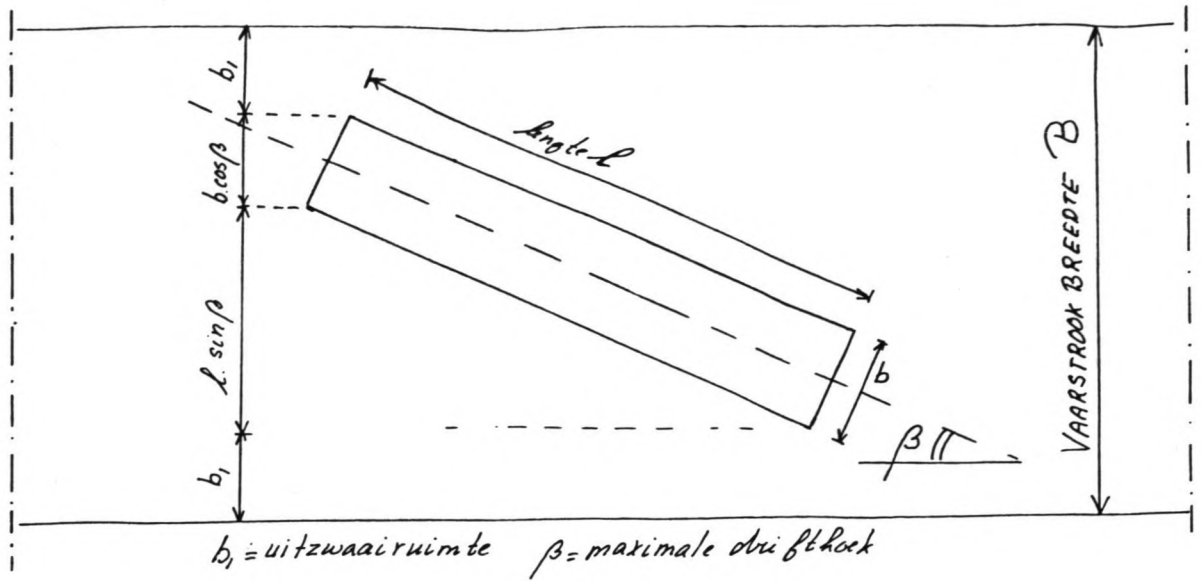


Fig.1

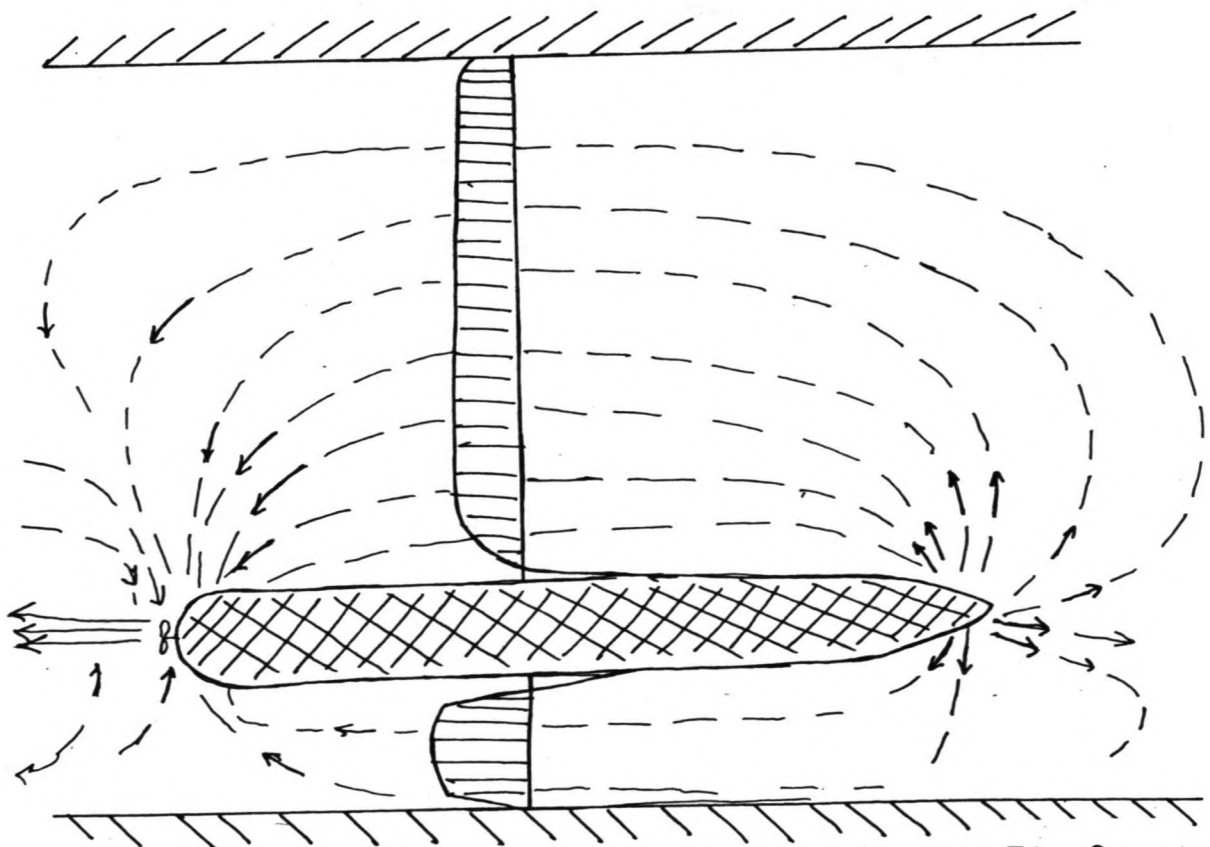


Fig.2

wegas af gerichte hoek moet houden om op koers te blijven. Echter hoe groter de diepte hoe meer een duweenheid zich als conventioneel schip gaat gedragen. Bij een diepte van twee maal de diepgang wordt dit gedrag weer geheel bereikt.

Ontmoetingen van twee schepen

Wanneer twee schepen elkaar ontmoeten zullen de wederzijdse retourstromen elkaar geheel of ten dele opheffen. Hierdoor zullen de schepen uitéén gedrukt worden (zie fig. 5).

Voor duweenheden bestaat het gevaar van in de wal lopen bij de ontmoeting van een tegenligger omdat zij, zoals in de vorige paragraaf beschreven is, bij het buiten de as varen van nature al de neiging vertonen om naar de wal gericht te varen. Bovendien is door hun veel grotere breedte de oeverzuiging veel groter.

Inhalen van twee schepen

In tegenstelling tot het ontmoeten van tweeschepen zullen bij het oplopen van twee schepen de retourstromen en de spiegel-dalingen elkaar versterken (zie fig. 6).

Het gevolg hiervan is dat de beide schepen elkaar gaan aantrekken. Bovendien moet het oplopende schip aan het eind van de inhaalmanoeuvre uit de spiegel-daling van de andere boot 'klimmen', waar veel vermogen voor nodig is. Volgens het diktaat Verkeerswaterbouwkunde f12 kan alleen het inhalen tot een goed einde worden gebracht als het ingehaalde schip zijn snelheid sterk vermindert en het inhalende schip op topsnelheid vaart. Het zal duidelijk zijn dat het oplopen van twee schepen beduidend meer risico oplevert dan het ontmoeten van twee schepen. Om aanvaringen te voorkomen zullen bepaalde bembreedte's noodzakelijk zijn tussen de schepen; Hierbij is voor de grootte van de bermen de situatie van twee elkaar oplopende schepen maatgevend. Voor de binnenscheepvaart wordt in het algemeen 0,50 à 0,75 maal de scheepsbreedte genomen.

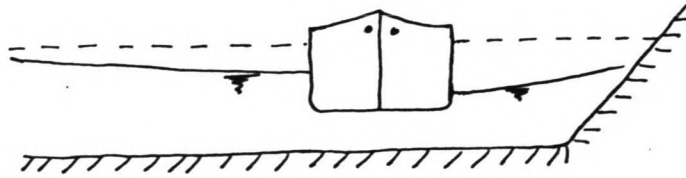


Fig.3

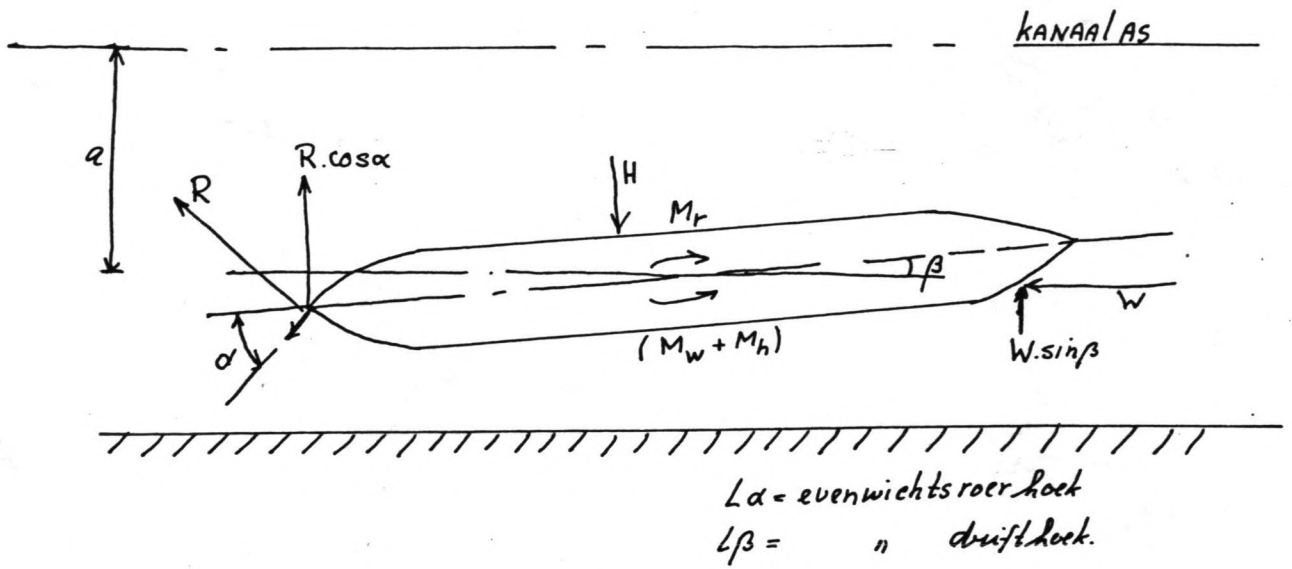


Fig.4

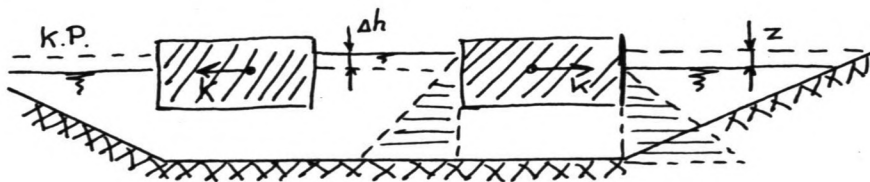


Fig.5

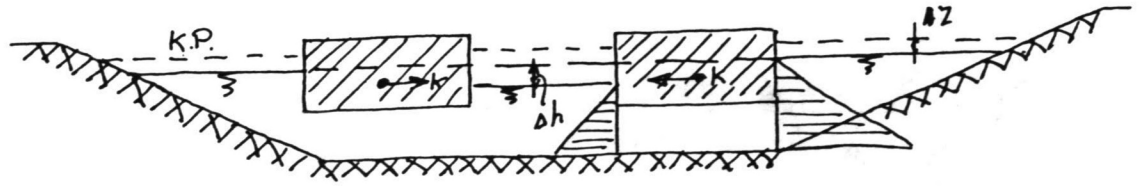


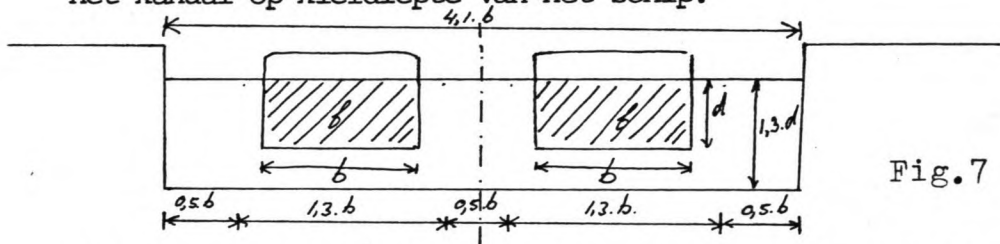
Fig.6

Het vereiste oppervlak

Uit de eisen die ten aanzien van de bestuurbaarheid (diepte) en de manoeuvreerbaarheid (vaarstrook en bembreedte) zijn gesteld, volgt voor een vaarweg, bestaande uit twee vaarstroken, een minimum dwarsprofiel, zoals die in fig. 7 voor de binnenscheepvaart is weergegeven.

Voor een binnenscheepvaartkanaal betekent dit een vereist nat oppervlak van $4,1 b \times 1,3 d = 5,4 f$.

De breedte van een trapeziumvormig kanaal is de breedte van het kanaal op kioldiepte van het schip.



Nu is uit de vorige paragrafen van dit hoofdstuk gebleken, dat een duweenheid aanmerkelijk meer ruimte nodig heeft om redelijk en veilig te kunnen varen dan een conventioneel schip. Voor de vaarstrookbreedte van deze eenheden nemen we een waarde van 1,5 maal de breedte van de duweenheid. Het natte kanaaloppervlak dat vereist is nemen we nu $7 f$.

Zoals al eerder naar voren is gekomen, is het natte oppervlak van een vaarweg t.o.v. het ondergedompelde oppervlak van een schip bepalend voor de manoeuvreerbaarheid en bestuurbaarheid van het schip. Het blijkt dat de beperkingen van een vaarweg pas merkbaar zijn als de F/f -verhouding kleiner is dan 20. Bij een F/f -verhouding van 7 blijkt er nog goed te varen te zijn. Dan bedraagt de economische vaarsnelheid, zoals gezegd, $0,5 g h$. Wil men de snelheid op het kanaal doen toenemen dan heeft een vergroting van de diepte het meeste effect.

Om tot een rationeler gebruik van de binnenscheepvaartwegen te komen zijn in europees verband, door de C.E.M.T. en de E.C.E., technische normen voor de vaarwegen en de bijbehorende kunstwerken voorgesteld, welke betrekking hebben op de internationale vaarwegen van klasse 4 en groter. De aanbevelingen worden ook in de vaarwegennota gehanteerd. Bij tweestrooksvaarwegen moet de F/f -waarde tenminste 6 á 7 zijn. Hierin is F het natte dwarsprofiel van het kanaal en f het natte dwarsprofiel van het maatgevend gekozen schip. Dit betekent dat het maatgevende schip onder normale omstandigheden zonder zijn gewone vaarsnelheid belangrijk te verminderen een tweede schip van hetzelfde type kan ontmoeten. Verder noodzaakt een goede bestuurbaarheid van de schepen en ter voorkoming van aantasting van de oevers, een zodanige F/f -waarde. Voor een goede bestuurbaarheid en voor een veilige vaart op het kanaal is een bepaalde waterdiepte nodig. Als verhouding van de waterdiepte en de diepgang van het schip wordt meer en meer de verhouding 1,4 : 1 gehanteerd.

Nu de theoriën, die het vaargedrag van schepen beschrijven en aan de dimensies van een kanaal ten grondslag liggen, besproken zijn kunnen we de maten van ons kanaal nader gaan bapalen. Het lijkt ons verstandig om het dwarsprofiel met de europese richtlijnen, zoals die in de vorige paragraaf zijn gegeven, voor zowel het geval er wèl en het geval er geen duwvaart op het kanaal plaatsvindt, uit te werken. Dit om een indruk te krijgen tot welke extra voorzieningen toelating van de beperkte duwvaart ons noopt.

Er van uitgaande van een $F/f = 7$ en een diepte van 1,7 d komen we tot de volgende minimumprofielen:

1. Geen duwvaart.

$$f \text{ van een Groot Rijnschip is } 2,70 \times 11,50 = 31,05 \text{ m}^2$$

$$7 \times f = 7 \times 31,05 = 217,35 \text{ m}^2$$

$217,35/1,4d = 217,35/3,78 = 57,5 \text{ m}$ is de breedte en de diepte is ca. 3,80 m.

2. Wel duwvaart

f van een duwbak is $3,30 \times 11,40 = 37,62 \text{ m}^2$

$7 \times f = 263,34 \text{ m}^2$

$263,34/1,4d = 57 \text{ m}$ is de breedte en de diepte is nu 4,60 m

ad.1. Zoals in verkeerswaterbouwkunde (f12) staat beschreven, is voor een F/f -verhouding van 7 de maximale snelheid:

$0,72 \times 0,75\sqrt{gh} = 0,72 \times 0,75\sqrt{g \cdot 3,8} = 3,30 \text{ m/s} = 11,9 \text{ km/uur.}$

Dit komt neer op een economische van 10,1 km/uur. Dit is een niet al te hoge snelheid. Op zich is de verhouding F/f van 7 zeer acceptabel wat betreft de bestuurbaarheid. Willen we toch de economische snelheid iets hoger maken dan zal een dieper profiel de meeste invloed hebben. Een verbreding van het kanaal geeft grotere vaarstroken, wat de veiligheid natuurlijk ten goede komt. Hier staat tegenover dat er meer grond aangekocht moet worden en dat de overspanningen bij bruggen groter zullen worden. Dit is dus een economisch nadeel.

Als we nu F/f = 8 nemen bij dezelfde breedte van 57,5 m dan wordt de diepte 4,30 m.

De maximale snelheid is $0,75 \times 0,75\sqrt{g \cdot 4,30} = 3,7 \text{ m/s} = 11,2 \text{ km/u.}$

De economische vaarsnelheid zal dan ongeveer 11,2 km/u zijn.

ad.2. Wanneer wel duwvaart toegelaten zal worden dan zal bij een F/f = 7 de maximum snelheid $0,72 \times 0,75 \sqrt{g \cdot 4,6} = 3,63 \text{ m/s} = 13,1 \text{ km/u}$ zijn. De economische snelheid is dan ca. 13,1 km/u.

Voor een Groot Rijnschip op het kanaal betekent dit een F/f van $263,34/(2,7 \times 11,5) = 8,5$.

$v_{\max} = 0,77 \times 0,75\sqrt{g \cdot 4,6} = 3,88 \text{ m/s} = 14 \text{ km/u}$

$V_{ec} = 11,9 \text{ km/u}$

Bij het inhalen of ontmoeten hebben beide schepen eigenlijk reserve motervermogen nodig voor koerscorrecties. Als beide schepen naast elkaar varen is bovendien de F/f verhouding klein-

ner zodat de v_{\max} iets afneemt. het is daarom noodzakelijk dat de vaarsnelheid enigszins gematigd wordt. De bereidheid hiertoe is niet altijd aanwezig bij de schipper. Hierdoor kan de kans op aanvaringen toenemen. Ter voorkoming hiervan kan een maximum snelheid ingevoerd worden. En om reservevermogen te geven kan de diepte iets vergroot worden. Door lokale omstandigheden op ons kanaal zal het niet vaak gebeuren dat twee duwconvooien elkaar inlopen op een afstand van pakweg twintig kilometer terwijl er een schuttijd van 45 minuten tussen zit. Alleen als er ook lege duwconvooien varen, wat natuurlijk erg verschijnlijk is omdat een retourlading in de duwvaart geen regel is, zal het snelheidsverschil groot genoeg zijn om elkaar in te lopen. Op het voor de duwvaart geschikte kanaal kunnen nu voor de verschillende boten de snelheden m.b.v. fig.8 bepaald worden. We verkrijgen dan het onderstaande overzicht:

	F/f	f/F	v_{\max} km/u	v_{ec} km/u
geladen duwconvooi $f = 11,4 \times 3,3 = 37,62 \text{ m}^2$	7	0,14	13,5	11,5
leeg duwconvooi $f = 11,4 \times 0,9 = 10,26 \text{ m}^2$	20	0,05	18	15
geladen Groot Rijnschip $f = 11,5 \times 2,7 = 31,05 \text{ m}^2$	8,5	0,12	14,5	12
leeg Groot Rijnschip $f = 11,5 \times 0,8 = 9,20 \text{ m}^2$	20	0,05	18	15

Het is nu de vraag of bij grotere snelheden de bodem en de oevers niet worden aangatast. De korrels die door het varen van de bodem loslaten zullen hierop weer bezinken dus de uiteindelijke situatie blijft gelijk. Anders is dit bij de oevers. Losgewoelde korrels zullen van het talud afrollen. Kortom de oevers zullen verdedigd moeten worden. Door het onderste gedeelte minder steil te laten verlopen kan de oeververdedi-

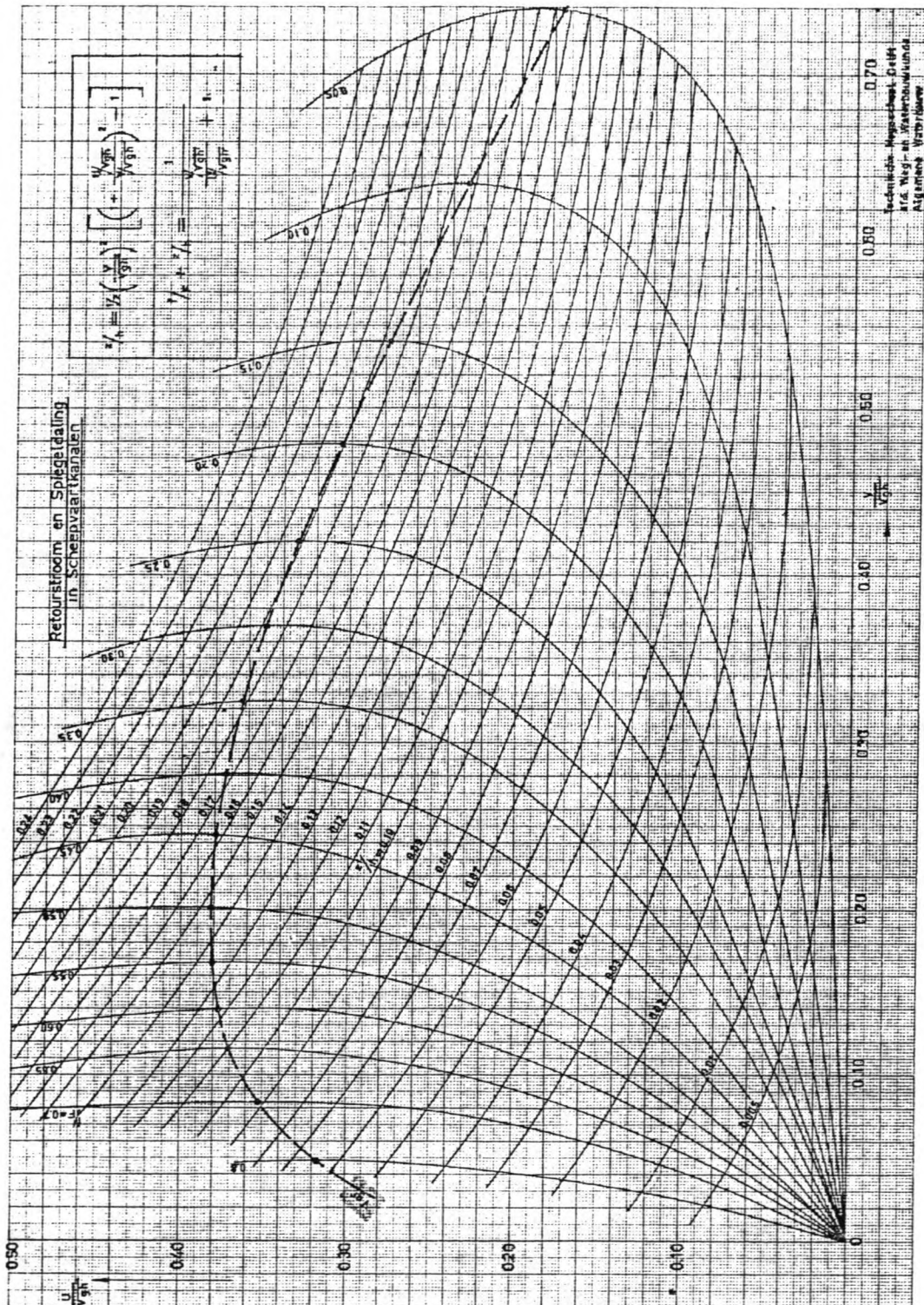


Fig. 8
Spiegelvaling en Retourstroom

ging beperkt blijven tot het meest aangevallen gedeelte. In de figuren 9 en 10 zijn de profielen met een vast talud getekend en in fig.11 staat de variant met het geknikte talud. Deze laatste verdient de voorkeur omdat zoals we al eerder geconcludeerd hebben we de duwvaart niet weg kunnen denken, zodat we op het diepere profiel uitkomen. De 'knik' heeft als voordeel dat de oeververdediging minder ver onder water doorloopt wat natuurlijk kostenbesparend is.

Vaargedrag in bochten

We willen het niet na laten nog wat te zeggen over het gedrag van schepen in bochten en de gevolgen die dit heeft voor het dwarsprofiel. Bij de overgang van een recht kanaalgedeelte naar een bocht gaat een schip slingeren t.g.v. de koerskorrek-ties (zie fig.12). De drifthoek krijg een slingering om de gemiddelde drifthoek, die veel groter is dan de normale slingering op een rechte vaarweg. Dit heeft tot gevolg dat de benodigde vaarbaanbreedte in bochten groter is dan op een rechte vaarweg. Dit gaat meespelen in bochten met stralen kleiner dan 1000 m (zie fig.13).

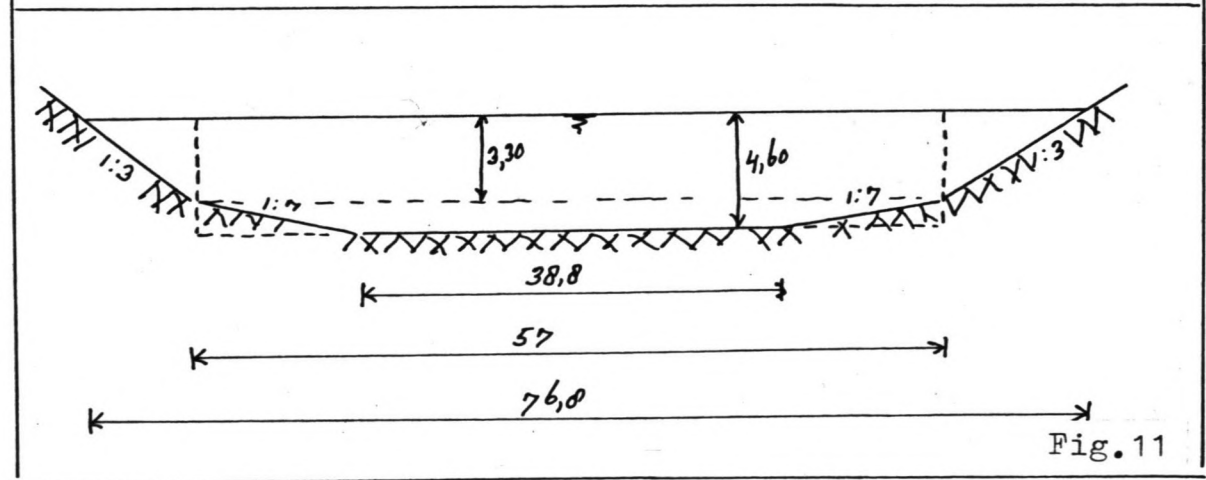
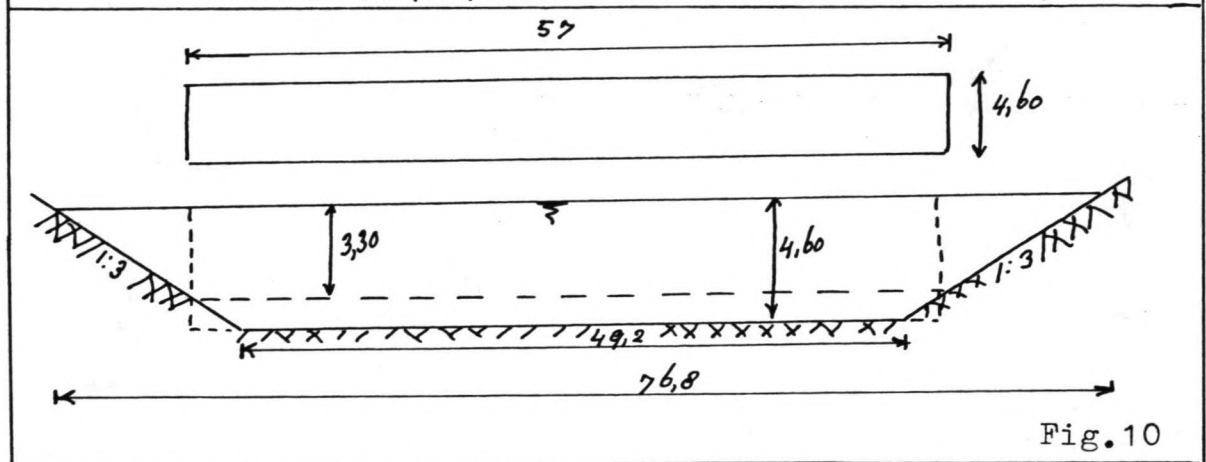
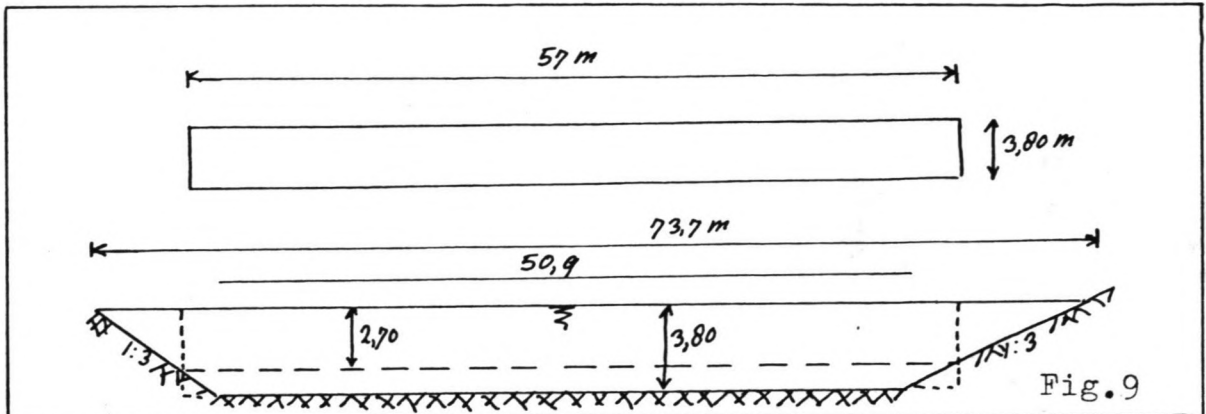
De benodigde vaarbaanbreedte is gelijk aan:

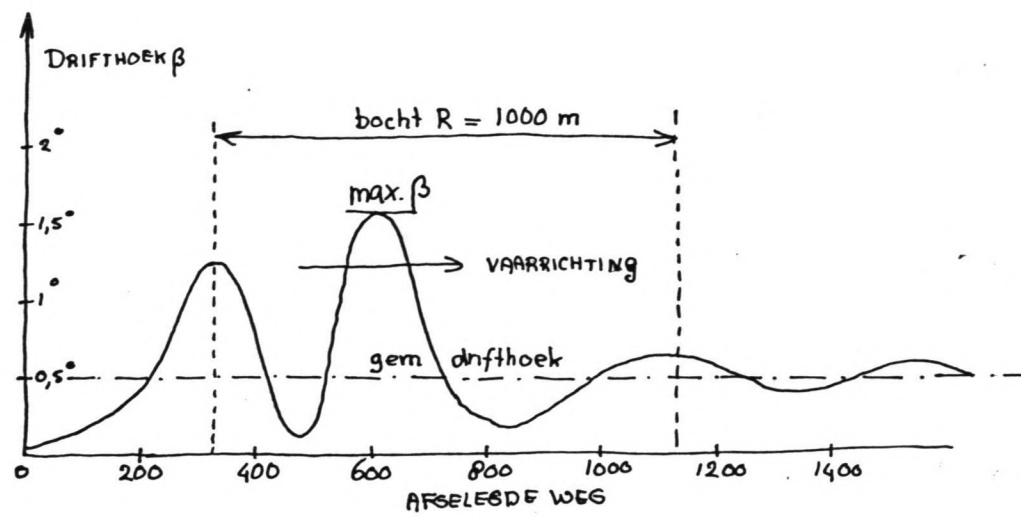
$$B = b + L \sin \beta \quad \text{met } \beta = \text{drifthoek}$$

$$b = \text{breedte schip}$$

$$L = \text{lengte schip}$$

Als nu in een bocht een verbreding wordt toegepast dan moet de verbreding geleidelijk plaatsvinden, dit om te voorkomen dat het schip storende invloeden ondervindt van de plotselinge veranderende hydraulische omstandigheden. Voor de overgangsboog wordt een kwadratische parabool toegepast $Y = X^2/2R$. De straal is hier R.





Figuur 12

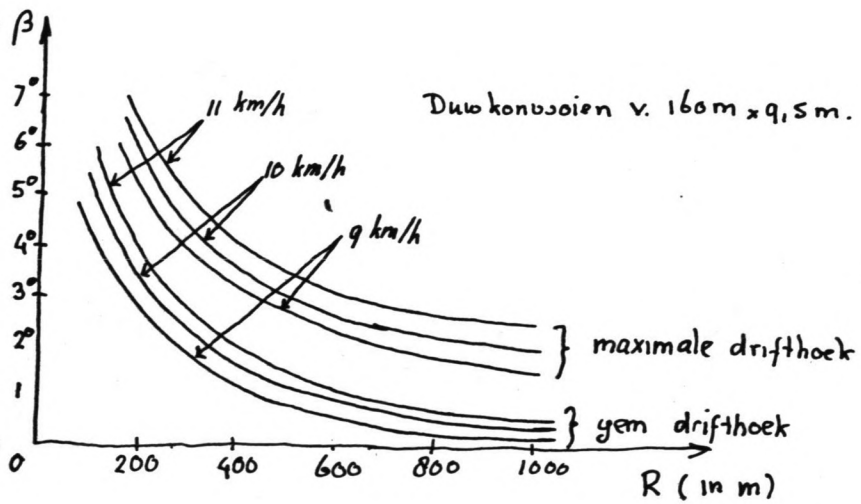


Fig. 13

De invloed van de recreatievaart op de dwarsdoorsnede.

In de voorgaande hoofdstukken hebben we uitgaande van de vervoersstromen van de beroepsvaart een minimaal benodigd dwarsprofiel ontworpen.

Naast de beroepsvaart is er nog een categorie gebruikers, de watersporters.

Voor het dwarsprofiel zijn er twee soorten watersporters van belang n.m. de motorbootvaarders en de zeilers. Deze laatste hebben namelijk vaak ook een motor tot hun beschikking.

Op het moment zijn er in Limburg door de ontgravingen diverse plassen ontstaan en weer geschikt gemaakt voor de recreatie. Het totale oppervlak bedraagt 1300 ha.

Gemiddeld zijn er in Nederland 5 boten per ha. Daar de watersport in Limburg nog in ontwikkeling is, rekent de A.N.W.B. daar op 3 boten per ha. Dit zou betekenen een totaal van 3900 boten op het moment.

Een overzicht van de grindplassen vinden we op de volgende bladzijde, deze figuur ook, geeft de aansluiting met het kanaal.

Het dwarsprofiel van het vorige hoofdstuk zou in het geval van grote intensiteiten van zowel beroeps- als recreatievaart, mogelijk niet kunnen voldoen. De grote intensiteiten moeten dan wel tegelijk optreden, we zullen nu laten zien dat dit waarschijnlijk niet zo is.

De beroepsvaart kent in principe geen seizoenschommelingen, een uitzondering hierop vinden we echter in ons gebied, waar tijdens de bouwvak-vakantie het vervoer van zand en grind stilligt. Over een week blijkt de zaterdag 60 à 70 procent van de werkdagintensiteit te geven, de zondag 20 procent van de werkdagintensiteit.

De recreatievaart is zeer seizoen gebonden, komt allen

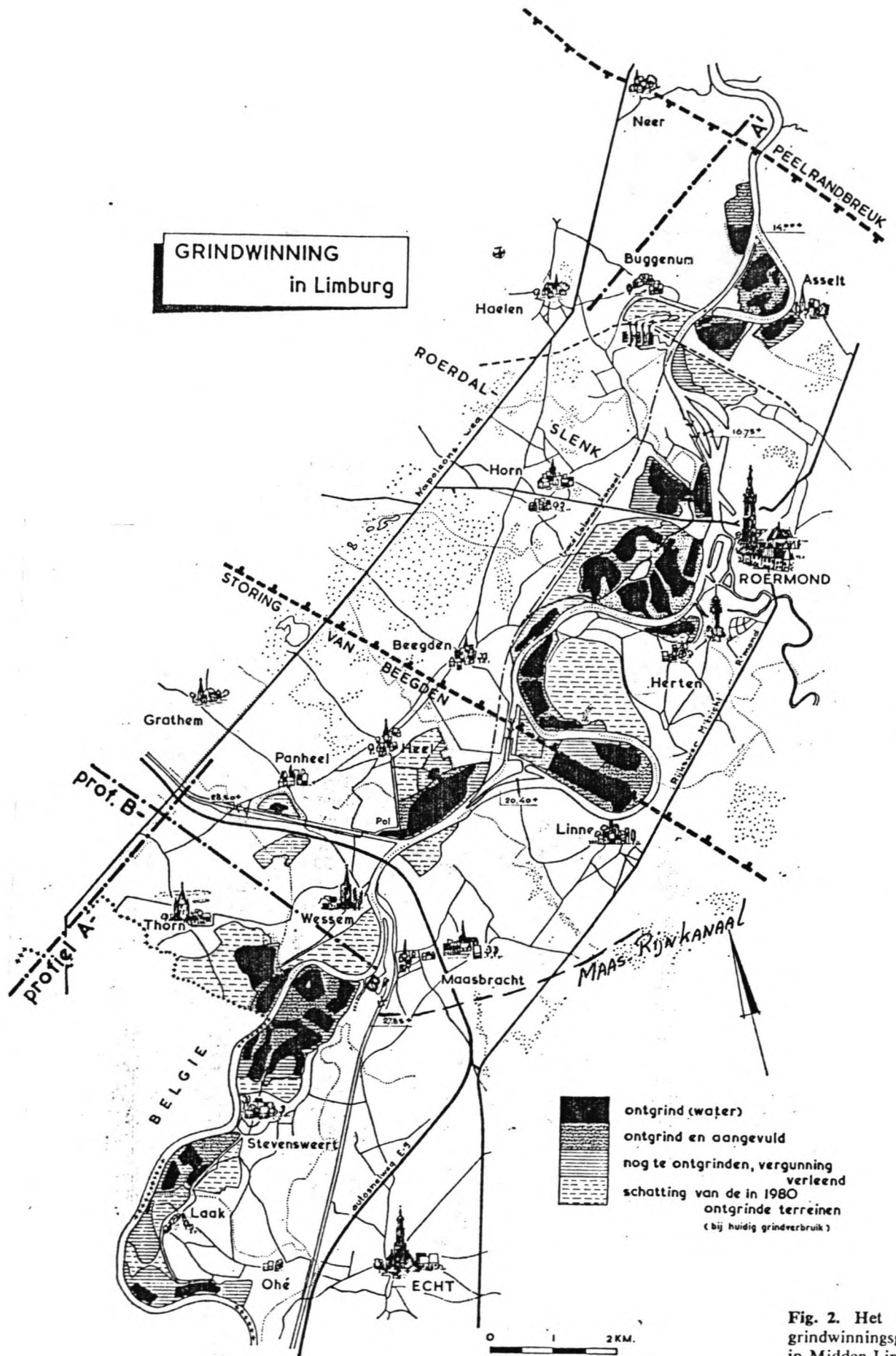


Fig. 2. Het grindwinningsgebied in Midden-Limburg.

tussen de maanden mei en september voor en heeft een absolute toptijd in juli en begin augustus n.m. 45 procent van het seizoen totaal. (=bouwvak-vakantie). De zaterdagen en de zondagen geven 50 à 60 procent van de weektotalen te zien.

Uit het voorgaande komt duidelijk naar voren dat we een groot aanbod recreatievaart in Limburg mogen verwachten als de beroepsvaart weinig voorkomt (juli, aug.).

Verder vinden we relatief veel recreatievaart op de zondagen en de zaterdagen waar weer weinig beroepsvaart op voorkomt.

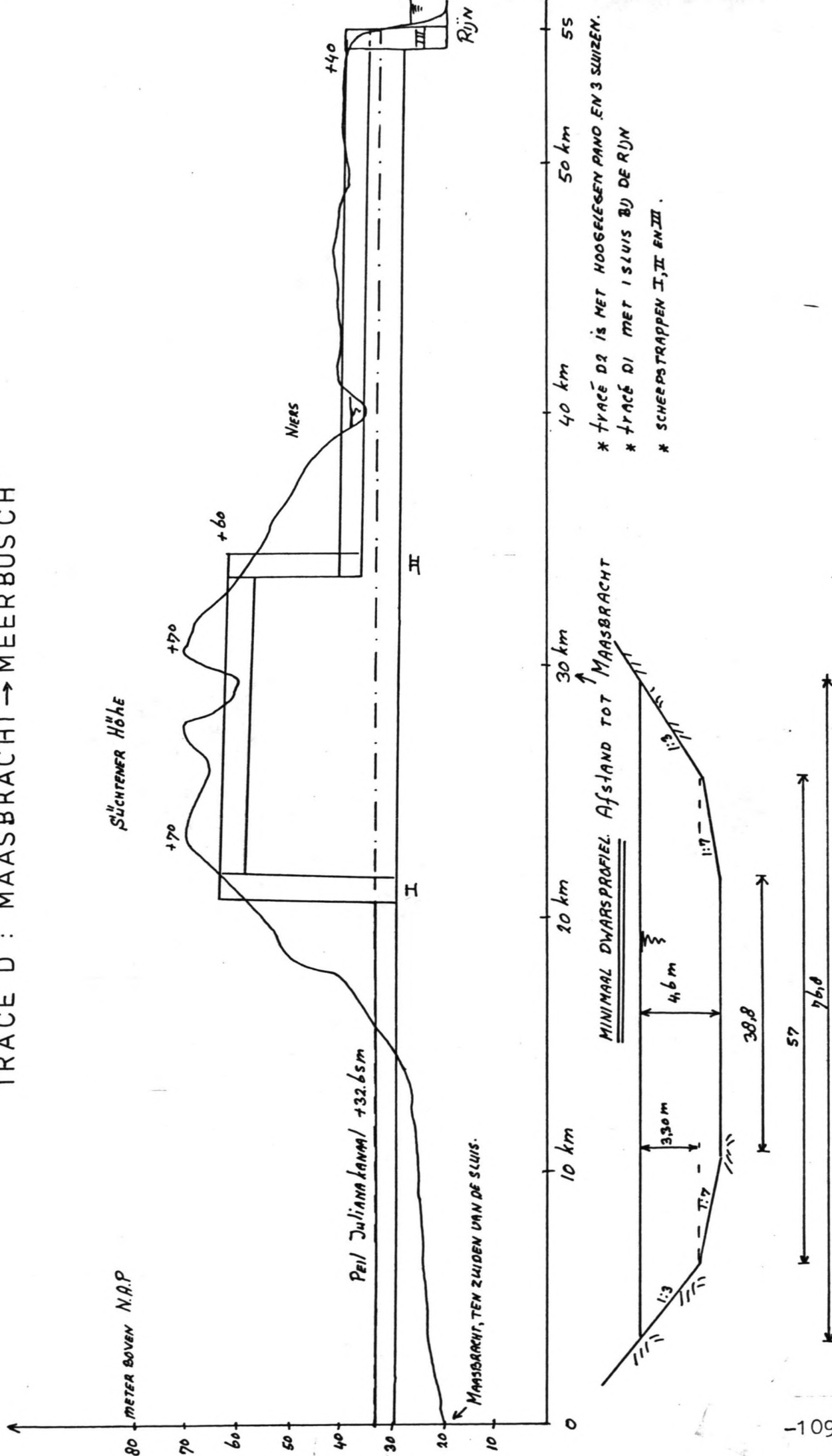
Het is dus niet aanemelijk dat de recreatievaart in zulke intensiteiten tegelijk met de beroepsvaart voorkomt dat ze tezamen opstoppingen e.d. geven.

Het door ons bepaalde dwarsprofiel laat nog genoeg ruimte voor recreatievaart erbij over, we moeten hierbij bedenken dat het profiel bepaald was voor twee duwstellen. Indien het toch mocht gebeuren dat de recreatievaart uit Limburg en Duitsland aanzienlijk in aantal zou stijgen, dan moeten toch in eerste instantie de hefinstallatie en de sluizen aangepast worden (uitgebreid daar anders het capaciteitsverlies voor de beroepsvaartte groot zou worden).

Het uiteindelijke dwarsprofiel.

In de voorgaande hoofdstukken hebben we een dwarsprofiel bepaald uitgaande van de beroepsvaart en de recreatievaart. Nu hadden we bij de keuze van het tracé de mogelijkheid van het winnen van grind en zand mee laten spelen, tenminste de mogelijkheid om grind en zand te winnen uit te graven plassen naast het tracé. We moeten echter ook rekening houden met het feit dat er aanzienlijke hoeveelheden grind en zand vrij komen bij het graven van het kanaal. Men zou zelfs op die plaatsen waar het tracé de potentiële wingebieden kruist een groter dwarsprofiel kunnen maken om de grindwinners hun werk te laten doen. Het geld dat hiemee verdiend kan worden, kan de kosten drukken. Bekijken we tracé D, onze keuze, dan leidt dit tracé door 15 km. potentieel wingebied. Allereerst zullen we eens grofweg laten zien om welke hoeveelheden het gaat. Bekijken we de fig. van de volgende pagina dan zien we dat vanaf het Julianakanaal tot sloopstrap 1 het kanaal in ophoging moet worden gelegd. Denken we aan taluds 1:3, maaiveld op gem. +25m., kanaalbodem op +28 m. dan hebben we per m' kanaal 775 m^3 grond nodig. Ter plaatse van sloopstrap 1 komt ongeveer 6 miljoen m^3 grond vrij. Het bovenpand wordt gem. 15 m. ingegraven, dit betekent dat per m' kanaal 1475 m^3 grond vrijkomt. Bij sloopstrap 2 komt er rond de 4 miljoen m^3 grond vrij. Het pand tussen sloopstrap 2 en de Rijn heeft een bodem op 35 m. +N.A.P., dit geeft per m' kanaal een hoeveelheid grond van 317 m^3 .

TRACÉ D : MAASBRACHT → MEERBUSCH *



Verdelen we het hele kanaal in drie panden, gerekend van de Maas naar de Rijn dan vinden we de volgende totalen :

Pand 1 : 22 km.	Nodig $17 \cdot 10^6 \text{ m}^3$	grond
	Vrij $6 \cdot 10^6 \text{ m}^3$	grond
Pand 2 : 11 km.	Vrij $16 \cdot 10^6 \text{ m}^3$	grond
Pand 3 : 22 km.	Vrij $7 \cdot 10^6 \text{ m}^3$	grond
	$4 \cdot 10^6 \text{ m}^3$	grond

Verder doorsnijdt pand 1 : 2 km. wingebed
pand 2 : 9 km. wingebed
pand 3 : 4 km. wingebed

Indien we dus overal de minimaal vereiste dwarsdoorsnede uitgraven, krijgen we vrij : $2000.775 + 9000.1475 + 4000.317 = 16,1 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ grond uit de potentiële wingebeden. Een gedetailleerd onderzoek zou uit moeten maken hoeveel bruikbaar zand en grind dit bevat.

Aangezien sloopstrap 1 ook in zo'n gebied ligt, komt er nog eens $6 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ bij.

Het totaal uit de wingebeden wordt dus $22,1 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ grond. Denken we aan 25% vol. bruikbaar grind, 16 kN/m^3 dan vinden we een totaal gewicht van $8,8 \cdot 10^7 \text{ kN}$.

De jaarlijkse behoefte in Nederland is 18 à 19 miljoen ton. In de potentiële wingebeden mogen we wel rekenen op 50% grind en 50% zand waardoor we alleen al door het graven van het kanaal een hoeveelheid ter grote van de jaarbehoefte winnen. Dit geldt zowel voor het grind als het zand. (behoefte zand per jaar rond de $18 \cdot 10^6 \text{ ton}$).

Zouden we het bovenpand met 5 m. verdiepen dan vinden we per m' kanaal 725 m^3 grond extra. Over 9 km. wordt dit dan $6,5 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ grond extra (= $5 \cdot 10^6 \text{ ton}$).

SYMBOLTABEL

0	1	2	3	4	5	6
□	◻	△	+	X	◇	⋈
7	8	9	10	11	12	13
X	Z	Y	⊠	⊞	⊞	|

RC model

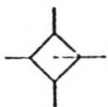
RC / NOT / 77002

(Plotten van de ladders)

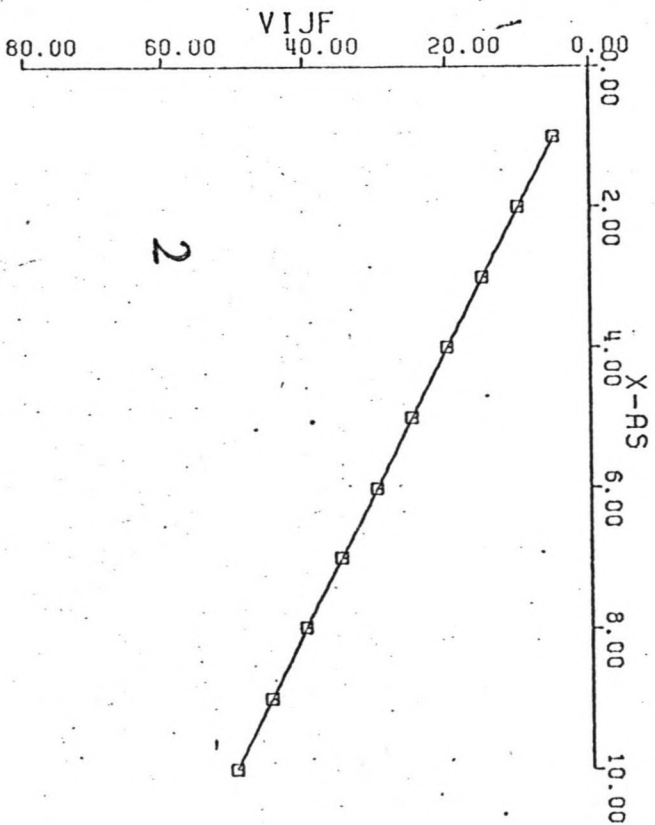
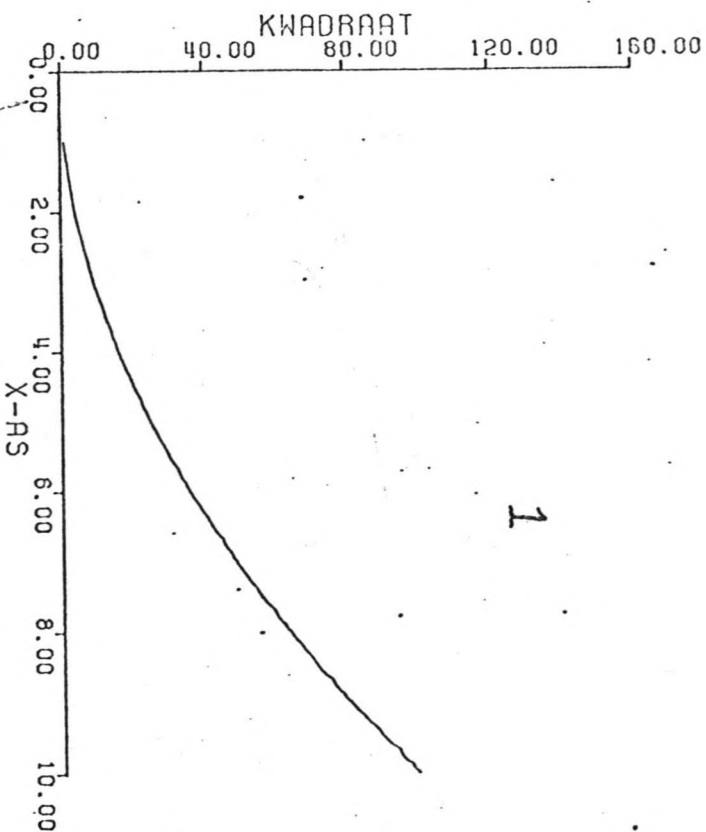
Geb routines.

3

V00RBEEELD



123.46



We kunnen dus de volgende conclusies trekken :

- 1) Tracé D levert aanzienlijke hoeveelheden zand en grind indien het uitgevoerd wordt met minimaal vereist dwarsprofiel. De orde van grootte ligt in de buurt van de jaarlijkse behoefte.
- 2) Verdieping van het bovenpand met 5 m. levert een extra opbrengst in de buurt van 30 % .
- 3) Verbreding van het bovenpand met eventuele plassen ernaast kan grind leveren voor jaren.

