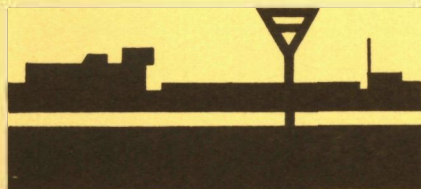


343



V

dienst verkeerskunde
hoofd afdeling scheepvaart

Waterbouwkundig Laboratorium
Borgerhout

BIBLIOTHEEK

Verdieping Westerschelde

Technisch-nautisch onderzoek

Samenvatting

277259

Projektgroep VWS
Bijdragen aan de
Projektrapportage

RWS Dienst Verkeerskunde
Nota S 80 20 00
april 1984

INHOUD

	<u>Blz.</u>
1. INLEIDING.	1
2. RANDVOORWAARDEN	3
3. SAMENVATTING EN KONKLUSIES	4
3.1 Vereiste vaarwegafmetingen	4
3.2 Beoordeling van het ontwerp t.o.v. de huidige toestand	6
4. DE WESTERSCHELDE EN HAAR MONDINGSGEBIED ALS SCHEEPVAARTWEG	10
4.1 De scheepvaartroutes	10
4.2 Vaarwegmarkering en verkeersbegeleiding	11
4.3 Hydrologische en meteorologische kondities	13
4.4 Scheepvaartverkeer	15
4.5 Verkeersgedrag	19
4.6 Verkeersveiligheid	21
4.7 Veiligheid van de bevolking	23
5. VEREISTE VAARWEGAFMETINGEN	25
5.1 Maatgevende schepen	25
5.2 Vaarschema's en getijdensters	26
5.3 Minimaal te onderhouden waterdiepten	28
5.3.1 Gehanteerde definitie voor de kielspeling.	28
5.3.2 Kwantificering van de marges in de bruto kielspeling	29
5.3.3 Toetsing van de bruto kielspeling	32
5.3.4 Minimaal te onderhouden diepte boven de drempels	33
5.4 Maatgevend verkeersaanbod	34
5.5 Maatgevende verkeerssituaties.	35
5.6 Minimaal te onderhouden vaargeulbreedtes	39
5.6.1 Indeling van de vaarweg.	39
5.6.2 Ontwerpregels	40
5.6.3 Evaluatie van het voorlopige ontwerp van de geulbreedte	43
5.6.4 Verkeerssimulatie-onderzoek traject Hansweert - Zandvliet	44
5.6.5 Te onderhouden vaargeulbreedtes op de verschillende deel- trajekten	45
5.7 Keerplaatsen en anker- en wachtgebieden	47
6. BEOORDELING VAN HET VAARWEGONTWERP t.o.v. DE HUIDIGE TOESTAND	50
6.1 Mogelijke effecten van de uit te voeren werken en het toelaten van grote schepen op de veiligheid van het scheepvaartverkeer	50

INHOUD (VERVOLG)

Blz.

6.2 De invloed van de verdieping op de risico's voor mens en milieu, die het scheepvaartverkeer met zich meebrengt .	54
6.3 Beheersmaatregelen	58
6.3.1 Waterloopkundig en waterbouwkundig beheer t.b.v. de scheepvaart	58
6.3.2 Nautische beheersmaatregelen	59

Literatuur

Figuren 1 t/m 18

Tabellen 1 t/m 8

LITERATUUR

- [1] Verdieping Westerschelde, Technisch nautisch onderzoek deel 1,
"Vaarschema's en vereiste waterdiepte",
Rijkswaterstaat, dienst Verkeerskunde, Hoofdafdeling Scheepvaart,
Nota S 80.20.01,
Dordrecht, mei 1983.
- [2] Verdieping Westerschelde, Technisch nautisch onderzoek deel 2,
"De invloed van het golfklimaat op de vereiste diepgang",
Rijkswaterstaat, dienst Verkeerskunde, Hoofdafdeling Scheepvaart,
Nota S80.02.02,
Dordrecht, juni 1982.
- [3] Verdieping Westerschelde, Technisch nautisch onderzoek deel 3,
"Maatgevende verkeerssituaties en vaargeulbreedte",
Rijkswaterstaat, dienst Verkeerskunde, Hoofdafdeling Scheepvaart,
Nota S 80.20.03,
Dordrecht, maart 1984.
- [4] Verdieping Westerschelde, Technisch nautisch onderzoek deel 4,
"Noodanker- en wachtgebieden",
Rijkswaterstaat, dienst Verkeerskunde, Hoofdafdeling Scheepvaart,
Nota S 80.20.04,
Dordrecht, april 1984.
- [5] Verdieping Westerschelde, Technisch nautisch onderzoek deel 5,
"Aanvullend onderzoek vereiste waterdiepte",
Rijkswaterstaat, dienst Verkeerskunde, Hoofdafdeling Scheepvaart,
Nota S 80.20.05,
Dordrecht, april 1984.
- [6] Verdieping Westerschelde, Technisch nautisch onderzoek deel 6,
"Vaarwegafmetingen en verkeersafwikkeling op het traject Hansweert -
Zandvliet".
Rijkswaterstaat, dienst Verkeerskunde, Hoofdafdeling Scheepvaart,
Nota S 80.20.06,
Dordrecht, februari 1984.
- [7] Verdieping Westerschelde, Technisch nautisch onderzoek deel 7,
"Aanbevolen nautische beheersmaatregelen marginale schepen",
Rijkswaterstaat, dienst Verkeerskunde, Hoofdafdeling Scheepvaart,
Nota S 80.20.07,
Dordrecht, april 1984.

LITERATUUR (vervolg)

- [8] Linden, A. v.d.,
"Verkeerssimulatie-studie t.b.v. het projekt Verdieping Westerschelde",
Rapport 5161069-83-1,
TNO-Instituut voor Werktuigkundige Constructies (IWECO),
Delft, september 1983.
- [9] Horst, J. v.d. en Jansen, C.M.A.,
"De invloed van de verdieping van de Westerschelde op het risico voor
mens en milieu t.g.v. het transport van gevaarlijke stoffen",
Rapport 8727-10389.
TNO hoofdgroep maatschappelijke technologie, bureau industriële veilig-
heid te Apeldoorn,
Apeldoorn, 1983.
- [10] "Risico's van het vervoer van olie en vloeibare toxische stoffen. Een
eerste verkenning in verband met de verdieping van de Westerschelde",
Rijkswaterstaat, Deltadienst, Hoofdafdeling milieu en inrichting,
Koncept-nota DDMI-84.07,
Middelburg, februari 1984.
- [11] "Hydro-meteo Systeem, Westerscheldemonnd (HMW)",
Deelnota Studie Verdieping Westerschelde,
Werkgroep Deiningspredictie Systeem Westerscheldemonnd,
Rijkswaterstaat, direktie Noordzee,
Rijswijk, april 1983.
- [12] "Scheepsongevallen op de Westerschelde 1966-1978",
Rijkswaterstaat, dienst Verkeerskunde, Hoofdafdeling Scheepvaart,
Nota S77.42,
Dordrecht, 1982.
- [13] "Scheepvaartreglement Westerschelde",
Kon. besluit van 11-9-1981, Staatsblad 1981-620,
Nederlandse uitgeversmaatschappij NUMIJ. BV,
Leiden.

FIGUREN

1. Vaargeulen en vaarroutes in de Westerschelde en haar mondingsgebied omstreeks 1980.
2. Enige karakteristieken van de vaarweg omstreeks 1980.
3. Dwarssroomsnelheden op de hoofdvaargeul in de Westerschelde omstreeks 1980.
4. Korrelatie laagfrequentie energie West-Hinder en staking van de loodsdiens.
5. Verloop van de hoeveelheid deining in het mondingsgebied.
6. Ontwikkeling van het scheepvaartverkeer op de Westerschelde.
7. Ontwikkeling van het goederenvervoer op de Westerschelde.
8. Plaats van de ongevallen (alle ongevallen en zware ongevallen).
9. Plaats van de ongevallen (alle ongevallen en ongevallen waarbij zeeschepen > 20.000 BTR zijn betrokken).
10. Schematisch overzicht vaarschema's van getijgebonden schepen.
11. Definitie kielspeling.
12. Verband tussen vaarsnelheid en maximale inzinking op onbeperkt breed water, massagoedschip ($L_{o.a.} \times B \times T = 300 \times 50 \times 14,65 \text{ m}^3$).
13. Te onderhouden diepte van de geulen.
14. Maatgevende verkeerssituaties.
15. Schematische weergave van ontmoetings- en oploophandoeuvres.
16. Te onderhouden breedte van de geulen.
17. Keerplaatsen, anker- en wachtgebieden.
18. Invloed van de scheepsgrootte op de risico's voor de bevolking.

TABELLEN

1. Goederenvervoer over de Westerschelde omstreeks 1980.
2. Samenstelling van het verkeer op Antwerpen en via de sluizen van Terneuzen.
3. Schepen ingedeeld volgens diepgangseries - beloodsingstatistiek haven van Antwerpen.
4. Grootste schepen ontvangen in de haven van Antwerpen.
5. Maximale lengte, breedte en diepgang van de zeeschepen per grootteklasse.
6. Centraal scenario voor de ontwikkeling van de zeevaart op de Westerschelde tot 2000.
7. In de toekomst (2000) te verwachten aantal ontmoetingen bij de drempel van Borssele.
8. In de toekomst (2000) te verwachten aantal ontmoetingen op het traject Hansweert - Zandvliet.

1. INLEIDING

De Westerschelde met haar mondingsgebied en de (Beneden) Zeeschelde vormen de maritieme toegangsweg tot de haven van Antwerpen. Het wordt gewenst geacht die toegangsweg te verbeteren, zodat schepen met een grotere diepgang dan tot nu toe Antwerpen kunnen bereiken, en de thans getijgebonden schepen dat niet meer of in mindere mate zijn. De Technische Scheldecommissie heeft daartoe de Subcommissie Verdieping Westerschelde ingesteld. Deze heeft een aantal projektgroepen ingesteld om de nodige studies uit te doen voeren. De projektgroep VWS was belast met het vaststellen van de karakteristieken van de vaarweg die nodig zijn om het gestelde doel te bereiken, alsmede met het formuleren van de nodige beheersmaatregelen en het onderzoek naar de effecten van het projekt op de veiligheid van het scheepvaartverkeer en van de op de oevers wonende bevolking. In deze projektgroep, onder voorzitterschap van de heer N.M. Bollen, directeur van het Maritiem Distrikt Scheldemond van DGSM, zijn naast deze dienst van Nederlandse zijde de Rijkswaterstaat, en wel de direkties Zeeland, Waterhuishouding en Waterbeweging, Noordzee en de dienst Verkeerskunde, en van Belgische zijde de Antwerpse Zeediensten, het Bestuur van het Zeewezen en de Dienst der Kust, vertegenwoordigd.

Ten behoeve van de werkzaamheden van de projektgroep VWS hebben de Nederlandse vaarwegbeheerders, de direktie Zeeland van Rijkswaterstaat en het Directoraat Generaal voor Scheepvaart en Maritieme Zaken (DGSM) aan de dienst Verkeerskunde een groot aantal detailstudies opgedragen (zie brief nr. NX 6839, d.d. mei 1980, van RWS direktie Zeeland en brief nr. VL/S 24.547, d.d. 8 juli 1982, van DGSM). Deze zijn gerapporteerd in de nota's S 80.20.01 t/m S 80.20.07 [1]...[7]. Daarnaast werden opdrachten verstrekt voor een tweetal studies door TNO-instituten, en wel een verkeerssimulatie-studie door het TNO-instituut voor Werktuigkundige Constructies (TNO-IWECO) [8] en een onderzoek door de hoofdgroep Maatschappelijke Technologie van TNO (TNO-MT) naar de maatschappelijke risico's die samenhangen met de vaarwegverbetering [9]. Hierop is door de hoofafdeling Milieu en Inrichting van de Deltadienst nog een aanvulling geschreven m.b.t. de risico's voor het milieu [10]. De dienst Verkeerskunde was door de vaarwegbeheerders belast met de dagelijkse begeleiding van deze studies. De studies van de DVK en TNO werden doorgesproken in een aantal ad-hoc werkgroepen en begelei-

dingsgroepen, waarin de betrokken diensten vertegenwoordigd waren. Tenslotte werd advies uitgebracht over de opzet van een Hydro-meteo Systeem Westerscheldemon (HMMW) door een daartoe door de projektgroep ingestelde werkgroep Deiningspredictie Systeem Westerscheldemon. Deze laatste nota werd gecon-
cipieerd door de direktie Noordzee van Rijkswaterstaat [11].

Naast de hiervoor genoemde nota's werden nog bijdragen aan de projekt-rapportage van de projektgroep VWS geleverd door de Antwerpse Zeediensten, de Dienst der Kust, het DGSM-distrikt Scheldemon, de direktie Zeeland en de Adviesdienst Vlissingen van Rijkswaterstaat.

De projektgroep heeft de DVK gevraagd een samenvattende rapportage te maken van haar werkzaamheden. Deze samenvatting moest zodanig zijn dat ze direkt paste in de eindrapportage van de Subcommissie Verdieping Westerschelde. Het voorliggende rapport is hiervan het resultaat.

2. RANDVOORWAARDEN

(Zie nota S 80.20.01 [1])

De verbetering van de maritieme toegankelijkheid van de haven van Antwerpen houdt in dat deze haven door grotere schepen met meer diepgang bereikt zal kunnen worden dan nu mogelijk is en dat de getijpoorten voor de huidige vloot worden verruimd. In nota S 80.20.01 zijn de uiteindelijke, in de Technische Schelde Commissie overeengekomen, maximale afmetingen van de maatgevende schepen en de vaarschema's gedetailleerd aangegeven. Deze randvoorwaarden zijn in het onderstaande samengevat. Onder alle gemiddelde getijomstandigheden (gemiddeld doodtij, gemiddeld getij en gemiddeld springtij) moet het volgende mogelijk zijn:

1. een massagoedschip ($L_{o.a.} \leq 300$ m, $B \leq 50$ m) met een diepgang $\leq 15,25$ m (50') moet in 2 getijden op kunnen varen naar Zandvliet. Het getijvenster is $1/2$ uur per getij.
 2. een massagoedschip ($L_{o.a.} \leq 300$ m, $B \leq 50$ m) met een diepgang $\leq 14,65$ m (48') moet in 1 getij op kunnen varen naar Zandvliet. Het getijvenster is 1 uur per getij.
 3. een containerschip ($L \leq 290$ m, $B \leq 33$ m) met een diepgang $\leq 13,00$ m (42'8") moet in 1 getij kunnen afvaren vanuit Zandvliet. Het getijvenster is 1 uur per getij.
 4. een containerschip ($L \leq 290$ m, $B \leq 33$ m) met een diepgang $\leq 12,50$ m (41') moet in 1 getij kunnen afvaren vanuit Zandvliet. Het getijvenster is 3 uur per getij.
 5. massagoedschepen van het type Panamax ($L \leq 260$ m, $B \leq 32$ m) met een diepgang $\leq 12,50$ m (41') moeten in 1 getij kunnen afvaren vanuit Zandvliet. Het getijvenster is 1 uur per getij.
 6. een (leeg, geballast of gedeeltelijk geladen) massagoedschip ($260 \text{ m} < L \leq 300$ m, $32 \text{ m} < B \leq 50$ m) afvarend vanuit Zandvliet is niet gebonden aan een getij en heeft een maximale diepgang van 10,65 m (35').
- Onder alle getijomstandigheden (dus ook bij GLLWS) geldt tenslotte het volgende:

7. vrachtschepen ($L \leq 190$ m, $B \leq 24$ m) en containerschepen ($L \leq 290$ m, $B \leq 33$ m) met een diepgang $\leq 11,60$ m (38') zijn niet van het getij afhankelijk. Dat geldt ook voor opvarende massagoedschepen ($L \leq 300$ m, $B \leq 50$ m) en afvarende massagoedschepen van het Panamax type ($L \leq 260$ m, $B \leq 32$ m), met een diepgang $< 11,60$ m (38').

De aangegeven waarden voor de diepgang gelden steeds in **zoet water**.

3. SAMENVATTING EN KONKLUSIES

3.1 Vereiste vaarwegafmetingen

Maatgevende schepen. De vaarweg is zodanig ontworpen dat de vaart met grote massagoedschepen met een lengte (over alles) tot 300 m en een breedte tot 50 m veilig mogelijk is. De maximale afmetingen van containerschepen en andere, qua manoeuvreereigenschappen vergelijkbare, slanke schepen zijn: een lengte van 290 m en een breedte van 33 m. Schepen met een zoetwaterdiepgang tot 15,25 m kunnen onder gemiddelde getij-omstandigheden nog in twee getijden opvaren naar Antwerpen. Met een zoetwaterdiepgang tot 14,65 m is dat in 1 getij mogelijk. Van zee tot Vlissingen kan bij gunstige getij-omstandigheden met wat grotere diepgangen worden gevaren. De maximale diepgang bij afvaart in één getij is 13 m voor snelle containerschepen e.d. en 12,5 m voor massagoedschepen met afmetingen tot Panamax-grootte (260 x 32 m²). Schepen met een diepgang tot 11,6 m zijn niet meer getijgebonden.

Vaarschema's en getijvensters. Voor de grootste getijgebonden schepen zijn vaarschema's opgesteld. Daarbij is rekening gehouden met operationele en fysische beperkingen, stroomsnelheden enz. De in deze vaarschema's gehanteerde snelheden kunnen, wanneer gevaren wordt binnen de bijbehorende getijvensters (zie fig. 10), door alle goed uitgeruste schepen onder normale omstandigheden gehaald worden. Wel liggen ze voor schepen met een voor hun type laag motorvermogen aan de hoge kant. Schepen met een kleinere dan de hiervoor genoemde diepgang staat een ruimer getijvenster ter beschikking. Wel dient er in dat geval op gelet te worden dat bij de daarvoor op te stellen vaarschema's de snelheid t.o.v. het water niet hoger wordt dan die van de maatgevende schepen.

Kielspeling. Bij een bruto kielspeling* van 20% van de zoetwaterdiepgang ten westen van Vlissingen, 15% op de Westerschelde en 10% boven de drempel van Zandvliet is de kans dat de getijgebonden schepen de bodem van de vaargeul raken praktisch uitgesloten. Bovendien beschikken ze dan nog over een voldoende manoeuvreermarge. Voor schepen die op de hoogwatergolf van zee naar Vlissingen opvaren is een kielspeling van 18,5% voldoende. Voorwaarde daarbij is wel dat gevaren wordt met snelheden t.o.v. het water die niet hoger zijn dan volgens de vaarschema's in de getijvensters. Ook voor niet meer getijgebonden schepen is deze kielspeling zelfs bij GLLWS

*Volgens de definitie in figuur 11.

voldoende, mits niet met te hoge snelheden wordt gevaren. In het mondingsgebied kan af en toe deining optreden. Hoewel de kielspeling voldoende is om enige deining op te vangen, komen toch af en toe golfkondities voor die tot bodemberoering van de getijgebonden schepen kunnen leiden. Daarom zal op het moment dat de verdieping is uitgevoerd tevens een deinings- en waterstands-prediktiesysteem operationeel moeten zijn.

Onderzocht is wel of een verlaging van de bruto kielspeling tot 17,5% of 15% mogelijk is door de vaarschema's te wijzigen. Een verlaging tot 17,5% blijkt inderdaad mogelijk, mits dat wordt gekombineerd met een lage vaarsnelheid boven de drempels, die duidelijk beneden manoeuvreervermogen ligt. In dat geval kan een baggerwinst van ca. 0,3 m t.p.v. de gehele drempel worden gehaald. Een andere mogelijkheid om de hoeveelheid baggerwerk te verminderen zou zijn het verkleinen van het getijvenster bij gemiddeld springtij van de in één getij opvarende schepen met 14,65 m diepgang tot $\frac{3}{4}$ uur. Daardoor kan t.p.v. de boei Scheur 3 een baggerwinst van 0,15 m worden bereikt. Van beide mogelijkheden is afgezien om een optimale veiligheid van de scheepvaart in dit gebied te bereiken.

Te onderhouden diepte boven de drempels. Deze dieptes volgen direkt uit de getijvensters, de getijkrommen en de bruto kielspelingspercentages. Ze zijn in de volgende tabel samengevat (zie ook figuur 13).

Drempel	Drempeldiepte in m t.o.v. GLLWS (interventiepeilen voor baggeren, zie fig. 11)
Akkaert-Bank	- 15,6
Scheur-West, boei Scheur 3	- 15,4
Scheur-Oost, boei Wielingen 2	- 14,9
Rede van Vlissingen	- 14,7
Borssele	- 13,9
Overloop van Hansweert, Zuidergat, Valkenisse en Bath	- 13,3
Zandvliet	- 12,8

Daarnaast zullen enige werkzaamheden in de routes binnen het Verkeersscheidingsstelsel West-Hinder dienen te worden uitgevoerd.

Maatgevende verkeerssituaties. Voor het in de toekomst te verwachten verkeersaanbod is een scenario opgesteld, dat voorziet in een voortgaande

sterke groei van het scheepvaartverkeer op Antwerpen. Op grond van dat verkeersaanbod en de getijvensters voor de maatgevende schepen zijn een aantal maatgevende verkeerssituaties gedefinieerd. Rekening houdend met de karakteristieken van de vaarweg en de eisen, die aan een vlotte verkeersafwikkeling worden gesteld, is per deeltrajekt nagegaan welke maatgevende verkeerssituatie daar in ieder geval nog moet kunnen worden afgewikkeld (zie fig. 14).

Te onderhouden vaargeulbreedtes. Op grond van een uitgebreide literatuurstudie, aangevuld met ongevalanalyses, manoeuvreersimulatie-onderzoek en praktijkmetingen op de Westerschelde zijn een aantal ontwerpregels opgesteld waaraan de breedte van de geulen in de Westerschelde moet voldoen. Daarbij wordt rekening gehouden met aspecten als de verkeerssituatie (oplopen/ontmoeten), bochtstralen, dwarsstromen, kielspeling en nauwkeurigheid van de positiebepaling. Met behulp hiervan en de ter plaatse relevante maatgevende verkeerssituatie is voor de verschillende trajekten van de Westerschelde nagegaan welke vaargeulbreedte daar tenminste onderhouden moet worden. Onderscheid werd daarbij gemaakt tussen de breedte op de bodem van de geul (d.i. op het niveau van de "te onderhouden diepte boven de drempels") en de breedte tussen de boeien. Dat is gebeurd omdat de diepgang van de verschillende schepen op de Westerschelde sterk verschilt. De tenminste te onderhouden bodembreedte van de geulen dient op de Drempel van Borssele 330 m, ten oosten van Terneuzen 290 à 370 m en ten westen van Terneuzen (exkl. Borssele) 450 tot 620 m (zie figuur 16) te bedragen.

Keerplaatsen, anker- en wachtgebieden. Aan beide zijden van het trajekt door het mondingsgebied zijn anker- of wachtgebieden nodig waar de schepen kunnen verblijven die i.v.m. een staking van de loodsdienst, hevige golfbeweging enz. moeten wachten. Op de Rede van Vlissingen is ook een ankerplaats nodig voor in 2 getijden opvarende schepen. Verder zijn op de Westerschelde enige plaatsen gewenst waar schepen kunnen worden gelicht alvorens hun tocht naar Antwerpen, Terneuzen of Gent te kunnen voortzetten. Daarnaast zal langs de gehele route een patroon van keerplaatsen, noodanker- en wachtgebieden moeten worden gekreëerd, waar de diepstekende schepen een getij kunnen overliggeren indien ze door een ongewenste gebeurtenis buiten hun getijvenster raken (zie figuur 17).

3.2 Beoordeling van het ontwerp t.o.v. de huidige toestand

Veiligheid scheepvaartverkeer. De getijvensters van de grote massagoedschepen en containerschepen op de Westerschelde zijn tot nu toe krap. Hoewel

deze voor de diepststekende massagoedschepen ook na de verdieping krap blijven, zal de grote categorie derde-generatie containerschepen in de toekomst nog slechts voor een zeer klein deel getijgebonden zijn. Wanneer de vaart met de diepststekende schepen in de toekomst, zoals in de bedoeling ligt, nauwgezet gepland en gevolg wordt, zal de kans afnemen dat deze schepen zodanige vertragingen oplopen dat ze niet meer binnen de getijvensters op kunnen varen. Voor gevallen waarin dat desondanks gebeurt (b.v. t.g.v. een ongeval) zal in het kader van het verdiepingsproject een stelsel van keerplaatsen, noodanker- en wachtgebieden worden aangelegd.

De te realiseren waterdiepten boven de drempels zijn zodanig dat de kans dat de geulbodem wordt geraakt in de toekomst praktisch verwaarloosd kan worden onder voorwaarde dat:

- een hydro-meteo informatiesysteem zal worden gerealiseerd;
- een toelatingsbeleid zal worden gevoerd waarbij te allen tijde de eerder genoemde kielspelingspercentages worden gerealiseerd;
- frekwent beheerspeilingen worden uitgevoerd en, zo spoedig mogelijk nadat gekonstateerd is dat het "interventieniveau" wordt bereikt, wordt gestart met onderhoudsbaggerwerk.

Hoewel de vaargeul ter plaatse van een aantal drempels wordt verruimd, zal de komst van grotere schepen met name op het traject Hansweert-Zandvliet voor deze schepen tot een relatieve versmalling van de vaarweg leiden. Op basis van een verkeerssimulatie-onderzoek is gekonstateerd dat dit, zonder aanvullende beheersmaatregelen, tot een vermindering van de verkeersveiligheid kan leiden. Dit effect kan worden gekompenseerd door het nemen van een aantal waterloopkundige en nautische beheersmaatregelen (zie hierna).

Mits de vaarwegverruiming wordt gekombineerd met de verschillende genoemde beheersmaatregelen zal dit er toe leiden dat de veiligheid van het scheepvaartverkeer als gevolg van het verdiepingsproject, ondanks de introductie van de vaart met grotere schepen, zal toenemen.

Risico voor de bevolking en het milieu. Op grond van een studie door TNO-MT kan worden gekonkludeerd dat de verdieping van de Westerschelde geen invloed heeft op het maximale aantal doden dat door een scheepsongeval op de rivier kan worden veroorzaakt. Wanneer een extreem grote schaalvergroting in de vaart met gasschepen zou optreden, zou de kans dat t.g.v. een ongeval één of meer mensen overlijden met hoogstens een faktor 1,5 toenemen. De verdieping van de Westerschelde zou tot een zeer sterke (minstens zesvoudige) toename van het vervoer met gevaarlijke stoffen moeten leiden, voordat er sprake

ke is van een statistisch significant hoger risico m.b.t. dodelijke ongevallen dan in de situatie van vóór de verdieping van de Westerschelde. Voor de mogelijke effecten op het milieu gelden soortgelijke overwegingen.

Er bestaan geen goede prognoses m.b.t. de invloed van de verdieping op het vervoer van gevaarlijke stoffen en op de grootte van de schepen waarmee deze stoffen worden vervoerd. Het is evenwel onwaarschijnlijk dat alle vervoer van gevaarlijke stoffen in de toekomst uitsluitend met grote schepen zal gebeuren. Evenmin wordt thans voorzien dat het vervoer van gevaarlijke stoffen vele malen groter zal worden, uitsluitend als gevolg van de uit te voeren vaarwegverbetering. Mede gezien de te verwachten verbetering van de verkeersveiligheid wordt daarom verwacht dat de verdieping van de Westerschelde geen bij voorbaat ontoelaatbaar effect zal hebben op de veiligheid van mensen milieu.

Beheersmaatregelen. Samenhangend met de verdieping zullen een aantal waterloopkundige en nautische beheersmaatregelen dienen te worden getroffen, die voor een deel hiervoor al zijn genoemd. De belangrijkste zijn:

- instelling van een hydro-meteo adviessysteem;
- nauwlettend volgen van de ontwikkeling van de (dwars)stroomsnelheid in de Westerschelde;
- handhaven van een hoge frekwentie van de beheerspeilingen;
- het voeren van een toelatingsbeleid, mede op basis van de hydro-meteo adviezen (deining, afwaaiing enz.);
- beschikbaarheid van sleepboten van voldoende vermogen;
- aanvullende verkeersafspraken t.p.v. knelpunten, met name ook bij slecht zicht en harde wind; en
- opstellen van vaarplannen (inkl. de planning van oploop- en ontmoetingsmanoeuvres) voor de tijgebonden schepen, waarbij te allen tijde een voldoende kielspeling van de schepen wordt gerealiseerd;
- het in voorkomende gevallen inschakelen van een speciale lokaal bekende roerganger (wielman).

Indien een en ander zo wordt gerealiseerd zal de verdieping niet ten koste gaan van de veiligheid op de rivier. Afhankelijk van de wijze waarop genoemde maatregelen worden uitgevoerd is er zelfs enige verbetering van de veiligheid t.o.v. de huidige situatie mogelijk.

Voorkomen dient te worden dat, in het kader van de beheersmaatregelen, van de bevoegdheid tot het geven van (resultaats-)verkeersaanwijzingen een gebruik wordt gemaakt dat niet in overeenstemming is met de doeleinden waarvoor zij in het leven zijn geroepen. Benadrukt dient te worden dat de verantwoordelijkheid voor de veilige navigatie aan boord van het schip, met name bij de gezagvoerder blijft liggen, die daarbij, in geval van een beloodst schip, wordt geadviseerd door de loods.

Het toelatingsbeleid en de nautische autoriteit is en blijft echter in handen van de Directeur Scheepvaart en Maritieme Zaken in het distrikt Scheldemond, gevestigd te Vlissingen.

4. DE WESTERSCHELDE EN HAAR MONDINGSGEBIED ALS SCHEEPVAARTWEG

4.1 De scheepvaartroutes

(Zie o.a. nota S 80.20.03 [3])

De Westerschelde en haar monding zijn druk bevaren vaarwateren met veel navigatorisch lastige aspecten. De vaargeulen hebben een grillig verloop (zie figuur 1), bevatten veel ondiepten (drempels) en kennen sterke eb- en vloedstromen. De toegang tot de Westerschelde wordt gevormd door het zeegat van Vlissingen waarin vier vaargeulen lopen, nl. de Wielingen, het Scheur, de Deurloo en het Oostgat. De Wielingen ligt dicht onder de Belgische kust, het Scheur iets benoorden hiervan en het Oostgat loopt langs de westkust van Walcheren. De Deurloo, liggend tussen het Scheur en het Oostgat, wordt behalve door de vissersschepen zeer weinig bevaren. Oorspronkelijk had de Wielingen de grootste diepte en was daardoor voor diepstekende schepen de hoofdgeul. Mede door baggerwerken in het Scheur was deze al vóór 1966 de voornaamste toegangsgeul geworden.

Ook elders in de Westerschelde komen naast de hoofdvaargeul nevenroutes voor. Een vrij bekend voorbeeld is het traject tussen Terneuzen en Hansweert waar de vaarroute voor het doorgaand verkeer omstreeks 1970 verlegd werd van het Middelgat, dicht onder de oever van Zuid-Beveland, naar de Overloop van Hansweert en het Gat van Ossenisse (langs de Zeeuws-Vlaamse oever).

De Westerschelde heeft een zandige bodem. Door de getijbeweging is een stelsel van vloed- en ebscharen ontstaan. Tussen de scharen liggen drempels (ondiepten). De ligging van de geulen en de hoogte van de drempels is niet stabiel. Naast de natuurlijke veranderingen van het geulenstelsel door de getijbeweging zijn het onderhouds- en/of het verdiepingsbaggerwerk in de scheepvaartroutes sterk bepalend voor de bevaarbare diepte. Aan het eind van de jaren '70 lag de maximum diepte in het Scheur en de Westerschelde tussen 11 en 12 m beneden GLLWS. De belangrijkste drempels in de hoofdvaargeul zijn in fig. 2 aangegeven. Daarin is ook een overzicht van de huidige ligging van die geul gegeven. De breedte van deze geul neemt, van west naar oost gaande, geleidelijk af. Het aantal bochten neemt toe, en de bochtstraal wordt kleiner. De breedte in het kielvlak van de getijgebonden schepen was evenwel in 1980, afgezien van Borssele, overal groter dan 300 m. Op de drempel van Borssele bedroeg die breedte ongeveer 300 m.

In de toekomst zullen wellicht enkele wijzigingen aan de vaargeul en direkte omgeving worden aangebracht. Met de effecten daarvan op het scheep-

vaartverkeer is bij de studies naar de verdieping van de Westerschelde rekening gehouden.

4.2 Vaarwegmarkering en verkeersbegeleiding

(Zie nota's S 80.20.03 [3], S 77.42 [12] en het Scheepvaartreglement Westerschelde [13])

Vaarwegmarkering

Langs de rivier zijn op de oevers meerdere lichtenlijnen met evt. sektorlichten opgesteld, die veelal het midden van de vaargeulen aangeven. De geulen zijn sinds 1977 betond volgens het gekombineerde kardinaal en lateraal systeem (rood op bakboord). Voor 1977 werd hier het uniforme (laterale) betonningsstelsel toegepast.

De boeiposities zijn afhankelijk van de heersende getij-omstandigheden. Meetresultaten tonen aan dat de boeien op de Westerschelde gedurende een getij in bochten een zijdelingse verplaatsing dwars op de vaargeul van ca. 30 m kunnen ondervinden. Op de trajekten tussen de bochten blijkt deze verplaatsing ca. 20 m te kunnen zijn.

Voor de plaatsbepaling van de schepen kan, behalve van de boeien en de scheepsradar, in het mondingsgebied gebruik worden gemaakt van het Decca-systeem. Dit is echter in dit gebied weinig nauwkeurig. Daarnaast is de gehele vaarweg "gedekt" door een nauwkeuriger, hyperbolisch plaatsbepalingssysteem (Toran) met 7 zenders in de driehoek Calais-Woensdrecht-Haamstede. Dit laatste systeem wordt alleen voor survey-doeleinden gebruikt.

Ankerplaatsen

Officiële ankergebieden op de Westerschelde zijn (zie fig. 1):

- Wielingen-Noord, waarvan het westelijke deel uitsluitend gereserveerd is voor schepen met gevaarlijke lading;
- Wielingen-Zuid, bestemd voor zeevaartuigen die getijgebonden zijn. Andere schepen mogen daar alleen met toestemming van de Verkeersdienst Westerschelde ankeren;
- Vlissingen - Rede;
- Springergeul;
- Everingen A, B, C, D en E;
- Put van Terneuzen A, B en C.

Daarnaast bevindt zich een ankerplaats bij de loodskruispost Steenbank in het Oostgat. De ankerplaatsen in de Everingen en de Pas van Terneuzen liggen in een vaargeul en mogen slechts gebruikt worden na verkregen toestemming van de Rijkshavenmeester. In het algemeen worden deze plaatsen gebruikt voor laad- en loswerkzaamheden. Zeevaartuigen die ten anker willen komen of anker op willen gaan dienen dit per marifoon te melden aan de Schelde Inlichtingen Dienst (zie hierna).

Verkeersscheidingstelsel en voorzorgsgebieden

Ten westen van het geulenstelsel Scheur/Wielingen is nabij West Hinder een verkeersscheidingstelsel van kracht (zie figuur 1). Daarnaast geldt sinds 1982 op de Rede van Vlissingen een beperkt scheidingstelsel. Dit laatste stelsel maakt deel uit van een voorzorgsgebied waar de zeeschepen van loods wisselen. In dit gebied gelden een aantal bijzondere bepalingen, w.o. een ankerverbod.

Beloodsing

De zeeschepen die de Westerschelde bevaren zijn behoudens enige uitzonderingen loodsplichtig. Volgens de huidige loodswet en het Schelde-reglement houdt loodsplicht de verplichting in tot het betalen van loodsrechten. Indien de gezagvoerder van een zeeschip geen loods aan boord neemt, dan kan het doorvaren van het schip op grond hiervan niet worden belemmerd. Voor bepaalde schepen (o.a. gasschepen) geldt een verscherpte loodsplicht. Dit betekent dat het schip zonder loods niet mag opvaren. Voor de Westerschelde geldt een loodsregime gebaseerd op een internationaal traktaat tussen België en Nederland. De schepen worden beloodst op de loodsposten Steenbank en Wielingen (bij de Al-boei, zie figuur 1). Op de Rede van Vlissingen wordt van loods gewisseld.

Verkeersregeling en verkeersbegeleiding

Tot 1-1-1982 waren op de Westerschelde het Binnenaanvaringsreglement en het Bijzondere aanvaringsreglement voor de Westerschelde van toepassing. Sindsdien zijn die vervangen door het Scheepvaartreglement Westerschelde.

Sinds 1966 wordt in dit gebied met patrouilleboten toezicht gehouden op de scheepsvaart, eerst door Rijkswaterstaat en sinds 1-1-1982 door DGSM.

Daarnaast zijn er een aantal verkeersposten ingericht, en wel bij de Zandvlietsluis (1967), Terneuzen (1969), Hansweert (1975) en (in een voorlopige post) in Vlissingen. Deze verkeersposten regelen de in- en uitvaart van de voorhavens van de sluizen. Daarnaast wordt, o.a. bij slecht zicht, vanuit de verkeerspost bij de Zandvlietsluis navigatie-assistentie verleend aan zeeschepen op het traject tussen Zandvliet en Hansweert, waar sinds 1978 een beperkte walradarketen operationeel is. Er bestaat overeenstemming deze keten uit te breiden, zodat de gehele vaarweg tussen Antwerpen en de beide loodskruisposten door walradarstations wordt "gedekt" (het UWRK-project).

Op initiatief van de Permanente Commissie van Toezicht op de Scheldevaart -waarin de Belgische en Nederlandse nautische autoriteiten samenwerken- is in 1962 de Schelde Inlichtingen Dienst (SID) ingesteld. Deze geeft gedurende het gehele etmaal nautische informatie aan de scheepvaart. De SID heeft vestigingen in alle hiervoor genoemde verkeersposten. De in het Nederlands gestelde berichtgeving wordt uitgezonden in de maritieme zeer hoge frekwentieband (VHF of marifoon) volgens vooraf ingedeelde werkingsgebieden. Daarnaast neemt de loods een portofoon mee aan boord.

4.3 Hydrologische en meteorologische kondities

(Zie nota's S 80.20.01, 2 en 3 [1 ... 3])

Het stroombeeld in de Westerschelde (en haar mondingsgebied) is sterk afhankelijk van de getijbeweging en van de bodemkonfiguratie, die zelf ook door de getijbeweging beïnvloed wordt. Met het effect van de langsstromen op de vaarschema's van de getijgebonden schepen moet terdege rekening worden gehouden. Daarnaast zijn de langsstromen van invloed op de grootte van het breedtebeslag van de schepen in de beschikbare vaargeul. Met name beïnvloedt de stroomrichting van het water de bestuurbaarheid van het schip. Bij een gelijkblijvende snelheid t.o.v. de grond is de bestuurbaarheid in geval van stroom tegen veelal beter dan bij stroom mee, waardoor het benodigde breedtebeslag af- resp. toeneemt. Omdat de stroomsnelheden op de Westerschelde relatief klein zijn t.o.v. de scheepssnelheid is dit effect thans in het algemeen gering.

In figuur 3 wordt een overzicht gegeven van de plaatsen waar de scheepvaart bij bepaalde getijomstandigheden met aanzienlijke dwarsstroomsnelheden rekening moet houden. Op sommige plaatsen kunnen deze snelheden wel oplopen

tot 1,5 à 2 m/s. Deze gegevens van het stroombeeld zijn ontleend aan de stroomatlas van de Westerschelde, 1976 en 1981, en informatie van de Adviesdienst Vlissingen van Rijkswaterstaat. Hoe snel de stroomsnelheden kunnen veranderen blijkt uit de situatie bij de Zimmermangeul in de bocht bij Bath. De maximaal optredende dwarsstroom nam daar tussen 1963 en 1980 vanaf 3 m/s af tot 1,5 m/s in dezelfde fase van het getij. Een ander voorbeeld is de drempel van Borssele, waar de dwarsstroomsnelheden de laatste jaren sterk zijn toegenomen.

Terwijl de dwarsstroomsnelheden op de Westerschelde meestal een sterk plaatselijk karakter hebben is in de vaargeul in het mondingsgebied meer van een homogene dwarsstroomsituatie sprake. De stroomkomponent loodrecht op de vaargeul kan daar over vrij grote afstanden waarden tussen 0,5 m/s en 1 m/s tijdens de passage van de "maatgevende" getijgebonden schepen bereiken.

Hevige dwarsstroomsnelheden kunnen het benodigde breedtebeslag sterk doen toenemen en zijn dus van groot belang voor de veiligheid van het scheepvaartverkeer. Dat blijkt heel duidelijk uit de situatie bij Borssele, waar in de laatste jaren relatief veel ongevallen werden gekonstateerd. Datzelfde geldt voor slecht zicht en harde wind. Anders dan de dwarsstroom, waarmee "dagelijks" rekening moet worden gehouden, treden beperkt zicht en/of harde wind slechts gedurende korte tijd op. Bij het vaargeulontwerp moet daarom met dwarsstroom zonder meer rekening worden gehouden, terwijl v.w.b. wind en slecht zicht ook gedacht kan worden aan maatregelen in de sfeer van verkeersbegeleiding en/of tijdelijke stremming.

Harde wind komt in het mondingsgebied het meest voor. Afhankelijk van de windrichting wordt bij windsterkten ≥ 7 Bft de loodsdienst gestaakt. Dat was in 1980 gedurende ongeveer 6% van de tijd het geval. Staking van de loodsdienst i.v.m. slecht zicht (vnl. dichte mist) kwam minder dan 1% van de tijd voor. Wel is vrij vaak sprake van beperkt zicht (< 1500 m), en wel gedurende 5 à 10% van de tijd.

In de vaargeulen in het mondingsgebied van de Westerschelde komt regelmatig deining voor. Hoewel de hoeveelheid deining minder groot is dan b.v. in de Eurogeul is ze toch bepaald niet verwaarloosbaar. Dit geldt zeker gezien het feit dat de getijgebonden schepen hier veel kleiner zijn, want kleinere schepen bewegen meestal wat sterker in golven. Er bestaat een goede correlatie tussen het optreden van deining in het Eurogeulgebied en in het

mondingsgebied van de Westerschelde. Analyses hebben verder aangetoond dat slechts een deel van de periodes met aanzienlijke deining samen valt met een stremming van de loodsdienst i.v.m. sterke wind (zie fig. 4).

De hoeveelheid deining lijkt op grond van de geanalyseerde metingen van West-Hinder naar het Scheurgebied wat af te nemen. De verschillen zijn echter gering en soms is de hoeveelheid deining in het Scheurgebied zelfs groter dan bij West-Hinder (zie fig. 5). Het aantal golfmeetpunten en de korte periode waarover metingen voor analyse beschikbaar waren maakt het trekken van "harde" konklusies hierover niet mogelijk. Daarvoor zijn veel uitgebreidere golfmetingen langs de geul nodig, gekombineerd met refraktie/diffraktieberekeningen. Gezien het geringe aantal malen dat schepen hinder door deining kunnen ondervinden lijkt een dergelijk onderzoek op dit moment niet nodig. De metingen bij West-Hinder kunnen voorshands representatief worden gesteld voor het gehele mondingsgebied.

Het astronomische getij in de Westerschelde heeft een grote amplitude, van 1,5 à 2 m in het mondingsgebied tot 2 à 2,5 m bij Antwerpen. Het maximale getijverschil bedraagt dus 3 tot 5 m. Langs de Westerschelde wordt op een aantal plaatsen de waterstand gemeten. Op grond van deze metingen wordt door het loodswezen bij het opstellen van de vaarschema's van de getijgebonden schepen enigszins met op- en afwaaiing rekening gehouden. Voor de geulen in het mondingsgebied is veel minder informatie over de waterstanden bekend. Zelfs over de ligging van het middenstandsvlak bleek tijdens de studie voor het verdiepingsproject nogal wat onduidelijkheid te bestaan. Over op- en afwaaiing in dit gebied was anno 1981 ook weinig exakte informatie beschikbaar. Inmiddels wordt door de Dienst der Kust onderzoek gedaan, waardoor binnen afzienbare tijd veel meer informatie beschikbaar zal zijn over het vertikaal getij in dit gebied.

4.4 Scheepvaartverkeer

(Zie o.a. nota S 80.20.03 [3] en nota S 77.42 [12], het TNO-IWECO [8] en het TNO-MT rapport [9])

Gegevensbronnen

Het statistisch materiaal over het scheepvaartverkeer komt uit verschillende bronnen. De belangrijkste zijn: beloodsingsstatistieken, regis-

traties van aan de Westerschelde gelegen havens en sluizen, douanediens- ten, dokumentatie van privé-bedrijven en steekproefsgewijze metingen. Het is dui- delijk dat de uitgangspunten van al deze instanties bij het verzamelen der gegevens uiteenlopen. Bij een kritisch onderzoek van het beschikbare ma- teriaal komen dadelijk opvallende verschillen in de beoordeling van een- zelfde gegeven naar voren. Vrij opvallende verschillen in de gegevens over grote schepen kunnen b.v. soms toegeschreven worden aan het lichten van schepen in de Everingen en de Put van Terneuzen, zowel voor de bestemming Antwerpen als voor Gent. Het statistisch materiaal dient daarom zeer omzich- tig te worden gehanteerd.

Goederenvervoer

Uit een overzicht van het goederenvervoer in 1977 en 1981 naar een aan- tal havens langs de Westerschelde blijkt dat meer dan de helft van het ver- voer over de Westerschelde bestaat uit grondstoffen (o.a. ertsen) en brand- stoffen (kolen en olie) (zie tabel 1). Het vervoer van ruwe aardolie naar Antwerpen dat in 1970 nog 23 miljoen ton omvatte, viel na de ingebruikname van de pijpleiding van Rotterdam naar Antwerpen terug tot enige miljoenen tonnen (1981 ca. 2,5 Mt van/naar Antwerpen). Het vervoer van containers was vrijwel geheel gericht op Antwerpen.

Bij de groep gevaarlijke stoffen is de omvang van het benzinevervoer het grootst (in 1981 ca. 2,5 Mt van/naar Antwerpen). Verder worden van/naar Antwerpen ook energiegassen vervoerd (1981: ca. 200.000 t). Hiervan bestaat een belangrijk deel uit LPG. Ook in de andere havens langs de Westerschelde wordt LPG gelost/geladen. Verder bestaat een zeker deel van de chemische produkten, die over de Westerschelde worden vervoerd, uit gevaarlijke stof- fen. Nauwkeurige statistische informatie over de -vaak kleine- vervoerde hoeveelheden van specifieke stoffen is echter niet beschikbaar. Per jaar deden ongeveer 200 LPG-tankers Antwerpen aan. Het betreft voornamelijk klei- nere schepen. In 1981 waren 12 van deze LPG-schepen groter dan 20.000 BRT. Behalve met zeeschepen wordt op de Westerschelde ook vrij veel LPG met bin- nenschepen vervoerd. Het vervoer van gevaarlijke goederen is sinds oktober 1983 beter geregeld, aangezien een aantal specifieke regels voor het vervoer van gevaarlijke stoffen op de Westerschelde zijn ingevoerd.

Verkeersintensiteit

Een uitgebreide inventarisatie van de verkeersintensiteiten op de Westerschelde is gemaakt in het kader van een door de DVK uitgevoerde ongeval-
lenanalyse. In figuur 6 is voor de belangrijkste trajekten van de Westerschelde de ontwikkeling van de verkeersintensiteit tussen 1967 en 1978 uitgezet. Opvallend is dat op de diverse trajekten het aantal zee- en binnenschepen nagenoeg gelijk is gebleven. Een uitzondering hierop is het traject Hansweert-Antwerpen v.v., waar door de opening van de Schelde-Rijnverbinding in 1975 de intensiteit van de binnenvaart sterk teruggelopen is. Verder nam de zeevaart naar Vlissingen en via het Scheur/Wielingen in deze periode toe. Figuur 7 geeft voor enkele telpunten de ontwikkeling van het gepasseerde tonnage van de zee- en binnenvaart. Het tonnage van de zeevaart vertoont een stijgende lijn. Het gepasseerde laadvermogen van de binnenvaart bleef, behalve op het traject Hansweert-Antwerpen, ongeveer gelijk. De schaalvergroting van de zeevaart, mogelijk gemaakt door het verdiepen van de Westerschelde, blijkt duidelijk uit een vergelijking van de figuren 6 en 7. Een ander gegeven dat dit illustreert is dat de gemiddelde Bruto Register Tonnenmaat per eenheid van de schepen die de haven van Antwerpen aanliepen van ca. 3.000 BRT in 1950 tot ca. 6.000 BRT in 1980 toenam.

Naast zee- en binnenschepen zijn vooral de veerdiensten van belang, en wel die tussen Vlissingen en Breskens (ca. 25.000 vaarten per jaar v.v.) en Kruiningen - Perkpolder (ca. 20.000 vaarten per jaar v.v.). Daarnaast komt enig verkeer voor van schepen i.v.m. civieltechnische werken (vooral baggerwerk), recreatievaart en visserij. De laatste categorieën zijn niet zo zeer interessant in verband met hun intensiteit maar wel gezien hun afwijkend vaargedrag (als regel niet "vaarroute-gebonden").

De verkeersintensiteit varieert in de tijd. Op de Westerschelde zijn vooral van belang de "pieken" in het verkeer, die volgen op een staking van de loodsdienst, b.v. tijdens een periode met harde wind of mist. Ten behoeve van een studie naar de bochtafsnijding bij Bath is indertijd door de dienst Verkeerskunde een "maatgevend dagaanbod" bepaald. Voor de op- en afvaart naar/van Antwerpen bedroeg dat $1,83\%$ en $2,08\%$ van het gemiddeld jaar-aanbod (= alle op- en afvarende schepen samen). Daarbij is nog niet met het effect van een stremming van de loodsdienst op (met name) de vaart met grote, getijgebonden schepen rekening gehouden. Voor de spreiding over de

dag zijn de vaarschema's van de getijgebonden schepen, het sluisbedrijf, de wachttijden in de havens en dag/nachteffekten van belang.

Scheepstypen, grootte en diepgang

De binnenvaart op de Westerschelde bestaat voornamelijk uit, t.o.v. de zeeschepen kleine, motorschepen (tot ca. 110 x 11,5 m²). Daarnaast komt incidenteel 4-baksduwvaart voor (ca. 190 x 22,8 m²). Doordat de diepgang van de binnenschepen beperkt is (max. 4 m) is de breedte die deze schepen ter beschikking staat op de vaargeulen veel groter dan voor de zeeschepen. Voor de verkeersafwikkeling op de vaarweg leveren ze daardoor weinig problemen op. Alleen op plaatsen met veel vaarweg kruisend binnenvaartverkeer (Hansweert, Terneuzen) is sprake van onderlinge hinder van zee- en binnenvaart. Door de verkeersposten aldaar wordt het verkeer echter in goede banen geleid. Op de rivier zijn de binnenschepen daarnaast kwetsbaar voor de golven die snelvarende zeeschepen kunnen opwekken.

Ook de zeevaart bestaat voor het grootste deel uit vrij kleine eenheden. Schepen < 6.000 dwt maken ca. 60% uit van de gehele vloot. De samenstelling van de vloot verloopt langs de Westerschelde. Voor de belangrijkste bestemmingen (Antwerpen en Terneuzen/Gent) is in tabel 2 een vlootverdeling anno 1981 gegeven. De verdeling over verschillende scheepstypen is "gerekonstrueerd" op grond van steekproef waarnemingen, die in 1981 door de DVK zijn uitgevoerd.

Van groot belang is het aantal diepstekende getijgebonden schepen. Daartoe behoort slechts een klein deel van de zeeschepen. Het aandeel wordt sterk beïnvloed door conjunctuurverschijnselen en door technische vernieuwingen. Zo heeft de verwezenlijking van de pijpleiding Rotterdam - Antwerpen, die vanaf 1971 operationeel werd, samen met de teruggang in de conjunctuur enige weerslag gehad op het aantal diepliggende schepen, zowel bij aankomst als bij vertrek. Ter illustratie wordt in tabel 3 de ontwikkeling (sinds 1969) van het aantal schepen gegeven, die in de loodsdienst het predikaat "super" dragen (diepgang 97 dm of meer). Een kritische analyse heeft aangetoond dat de meeste van deze schepen werden geregistreerd onder de grootste diepgang die tijdens de reis Vlissingen - Antwerpen, Vlissingen - Gent werd opgetekend en dat verschillende van deze eenheden hun reis met een kleinere diepgang hebben voortgezet, na lichtingsoperaties in de Put van Terneuzen of de Everingen.

Het was vrij moeilijk bij de verschillende firma's, die bij dergelijke operaties zijn betrokken, inlichtingen te bekomen over een langere periode. Wel werd duidelijk dat dergelijke verrichtingen vrij veelvuldig voorkomen. Het ging in de jaren '70 om 50 tot 100 schepen per jaar, waarvan 30 à 40 met eindbestemming Gent. Bij benadering lag in 1980 de gemiddelde diepgangsvermindering rond 1,50 m (ca. 4'11") en in 1981 rond 1,27 m (4'3").

In het licht van de voorafgaande beschouwingen moeten de door de Antwerpse havendiensten meegedeelde gegevens over de evolutie van de grootste afmetingen van schepen in de haven (zie tabel 4) voorzichtig worden benaderd. Het soms ongecontroleerde gebruik van gegevens in bepaalde persartikelen kan wellicht, in sommige gevallen, aanleiding gegeven hebben tot verwarring.

4.5 Verkeersgedrag

Vaarsnelheid

(Zie TNO-IWECO rapport [8], bijlage 6)

Door de DVK is een overzicht van de beschikbare informatie over de vaarsnelheid van zeeschepen op het traject Hansweert-Zandvliet v.v. opgesteld. De vracht- en massagoedschepen varen op dit traject met snelheden van (ongeveer) 6 à 6,5 m/s (12 kn) t.o.v. het water, behalve op het traject tussen het Nauw van Bath en de Zandvlietsluizen. Opvarende grote schepen, met bestemming Zandvlietsluizen, laten vanaf de drempel van Valkenisse hun snelheid geleidelijk afnemen, tot gemiddeld 4,5 à 5 m/s (9 kn) voor de kleinere en 3,5 à 4 m/s (7 kn) voor de grootste schepen in de Pas van Rilland. De meeste afvarende vracht- en massagoedschepen hebben in de Pas van Rilland al een snelheid van 5 à 6 m/s (10 à 11 kn). Containerschepen varen wat sneller, en wel met 7 à 8 m/s (14 à 15 kn) t.o.v. het water, afnemend tot 6 à 7 m/s bovenstrooms van het Nauw van Bath. De snelheid van de opvarende grootste containerschepen (> 25.000 TDW) is in de Pas van Rilland afgenomen tot tussen 3 en 6 m/s. Over de snelheden van de schepen op de trajekten ten westen van Hansweert zijn geen statistische overzichten beschikbaar. De snelheid t.o.v. het water ligt naar verwachting op de rest van de Westerschelde en in het aanloopgebied op hetzelfde nivo. Een uitzondering vormt het Redegebied van Vlissingen, waar i.v.m. de loodsovername de snelheid meestal sterk wordt teruggenomen.

Vaarschema's

(Zie DVK-nota S 80.20.01 [1], hoofdstuk 4)

Schepen met een diepgang beneden 10,4 m waren anno 1981 niet meer tijgebonden. Onder alle gemiddelde getij-omstandigheden was het toen mogelijk met 13,4 m diepstekende schepen in één getij op te varen naar Antwerpen.

De vaarschema's van de getijgebonden schepen hangen sterk af van de af-laaddiepte in relatie tot de drempelliggingen. De vaart met getijgebonden schepen wordt als regel zo gepland dat de voorhaven van de Zandvlietsluis tijdens stroomkentering (ca. 2,5 h na HW Vlissingen) wordt aangelopen. Dat kan door omstreeks 1 h voor HW vanuit Vlissingen te vertrekken. In de praktijk wordt zo vroeg als dat gezien het getij en de scheepsdiepgang mogelijk is naar Vlissingen opgevaren vanaf de loodskruispost bij de Al-boei. De diepstekende schepen, die in 1 getij willen opvaren naar Antwerpen, moeten uiterlijk 3,5 à 4 uur voor HW Vlissingen van de Al-boei vertrekken. De over het gehele traject gemiddelde vaarsnelheid van ca. 4,5 m/s ligt aanmerkelijk lager dan de hiervoor genoemde snelheden t.o.v. het water, dit i.v.m. vertragingen i.v.m. fysische en operationele beperkingen (snelheidsterugval boven drempels en i.v.m. stroom; resp. loodswisseling, sleepbootassistentie, vaart verminderen i.v.m. de verkeerssituatie, aanloop Zandvlietsluis).

Voor de opvaart in twee getijden (al dan niet na lichten in de Everingen) wordt op de Westerschelde hetzelfde vaarschema aangehouden. Het vaarschema door Scheur/Wielingen wordt dan veelal bepaald door de wens met de schepen zo mogelijk tegenstrooms voor anker te gaan. Dit betekent dat het aankomsttijdstip op de Rede bij voorkeur niet vóór 1 h na HW Vlissingen mag liggen.

Voor de afvaart van vrijwel alle getijgebonden schepen staan zeer ruime getijvensters ter beschikking, waardoor de vaarschema's thans sterk kunnen uiteenlopen.

Verkeersafspraken

(Zie DVK-nota S 80.20.06 [6] en het Scheepvaartreglement Westerschelde [13])

De grote getijgebonden schepen houden bij de vaart op de Westerschelde meestal terdege rekening met elkaar. Hoewel dat in de regel vermeden dient te worden, komt het incidenteel voor dat de grootste opvarende schepen elkaar oplopen op het traject Borsselle - Terneuzen. Ontmoetingen en oploop-

manoeuvres worden middels onderlinge afspraken via de marifoon zo geregeld dat ze buiten de knelpunten (scherpe bochten, drempel van Borssele, enz.) worden afgewikkeld. Deze onderlinge afspraken zijn niet gebaseerd op formele regelingen. Wel zijn sinds kort (9-9-1982) de grote zeeschepen reglementair verplicht hun geschatte aankomsttijd bij de Drempel van Borssele per marifoon aan de SID te melden. Voor een overzicht van de verschillende regels m.b.t. het verkeersgedrag van de verschillende schepen wordt verwezen naar het Scheepvaartreglement Westerschelde.

4.6 Verkeersveiligheid

(Zie DVK-nota's S 80.20.03 [3], hoofdstuk 7, en S 77.42 [12])

Dat de aanwezigheid van verschillende verkeersgebruikers in een druk bevaaren vaarweg, waarbij de verkeersregels niet altijd voldoende worden gerespecteerd, een zeker ongevalsrisiko meebrengt, vooral in de omgeving van kunstwerken (sluizen, steigers, enz.) en splitsingspunten, hoeft geen betoog. Het onderzoek naar het ongevallenpatroon tussen 1966 en 1978 in de Westerschelde en haar mondingsgebied, uitgevoerd door de DVK, bevat voldoende gegevens om 'zich over dit probleem een bezonken oordeel te vormen. Met betrekking tot de grootste zeeschepen is nog een nadere analyse uitgevoerd. Enige interessante konklusies uit deze onderzoeken zijn:

- i. De Westerschelde bleek, vergeleken met een aantal andere drukbevaaren vaarwegen in Nederland, geen bovenmatig onveilige rivier te zijn. Het totale aantal ongevallen per vaartuigkilometer op de Westerschelde was hoger dan elders. Er kwamen relatief veel lichte ongevallen voor. Het aantal zware ongevallen¹⁾ per vaartuigkilometer was van dezelfde orde van grootte als elders.
- ii. Zeeschepen waren zowel absoluut als relatief vaker bij ongevallen betrokken dan binnenschepen. De uitgevoerde analyses bevestigen dat de Westerschelde ten oosten van Vlissingen een moeilijke en, voor de grote zeeschepen, ook een krappe vaarweg is. Dat zeeschepen in vergelijking met binnenschepen relatief vaker bij ongevallen betrokken zijn is hier

1) Zware ongevallen zijn ongevallen waarbij schade van betekenis aan schip en/of lading ontstaat. Daaronder wordt verstaan:

- zinken, breken, kapseizen, e.d.;
- zware scheepsschade, nl. deuken met diepten van meer dan 40 cm en/of gaten of lekken met oppervlakten vanaf 100 cm², evt. met gevaar voor zinken, breken, kapseizen e.d.;
- zware ladingschade;
- zware brand- en explosieschade.

ook een aanwijzing voor. Het leeuwendeel (43%) van de ongevallen bestond uit strandingen, vooral van zeeschepen. Van west naar oost gaande nam het aantal ongevallen sterk toe (zie fig. 8). Dat geldt zowel voor de strandingen als de aanvaringen van schepen onderling. Na een piek in 1969 liep het aantal aanvaringen van schepen onderling gestaag terug.

- iii. Beoordelingsfouten, onoplettendheid en dergelijke speelden een rol bij meer dan de helft van de ongevallen. Technische storingen waren minder vaak (mede) de oorzaak van een ongeval (in 14% van de gevallen). Relatief vaak speelden bij het ontstaan van ongevallen de volgende factoren een rol: in- of uitvaren van havens (16%), manoeuvreren (gaande houden, ten anker gaan, enz.) (18%), oploophmanoeuvres (8%) en ontmoetingen van schepen (8%). Tenslotte waren slecht zicht (23%), stroom (12%) en wind (7%) vaak (mede) van belang bij het ontstaan van een ongeval.
- iv. Over de gehele Westerschelde gerekend nam het aantal ongevallen na 1969 duidelijk af. Enige mogelijke verklaringen voor deze afname zijn: de vermindering van het binnenvaartverkeer tussen Hansweert en Antwerpen na de opening van de Schelde Rijnverbinding (na 1975); de ingebruikname van de verkeerspost aan de voorhaven van Hansweert (na 1975); en het verdiepen en verruimen van enige vaargeulen op de Westerschelde. De vaargeulverruiming heeft tot een toename van de afmetingen van de grootste zeeschepen geleid. Hoewel de grootste zeeschepen relatief vaker bij ongevallen betrokken waren dan kleinere, lijken de hiervoor genoemde maatregelen het effect van de schaalvergroting in de scheepvaart in de periode 1966 - 1978 te hebben gekompenseerd. Naast deze specifieke veranderingen bestaat de overtuiging dat ook factoren als de uitbreiding van de Schelde Inlichtingendienst, het veralgemeend gebruik van de VHF-verbindingen, uitbreiding van radarassistentie vanaf de wal en het, mede door deze ontwikkelingen mogelijk gemaakte, betere samenspel van diensten en personen een positief effect op de verkeersveiligheid hadden en nog zullen hebben. Ook de betere uitrusting van moderne schepen, zowel qua apparatuur als qua manoeuvreer-eigenschappen, kan een reden zijn geweest voor de geconstateerde afname van het aantal ongevallen in het verleden. Uit de ongevallen-analyse kunnen dergelijke ontwikkelingen echter niet specifiek worden onderkend. Overigens werd in de periode 1966 t/m 1978 ook op andere druk bevaren vaarwegen in Nederland een afname van het aantal ongevallen geconstateerd.

- v. In het algemeen zijn de grootste schepen relatief vaak bij ongevallen betrokken. Dat geldt ook m.b.t. de zware ongevallen. Terwijl het totale aantal ongevallen op de Westerschelde na 1970 sterk terugliep, is het aantal ongevallen met zeeschepen ≥ 20.000 BRT tussen 1970 en 1978 ongeveer gelijk gebleven. Ook het aantal schepen ≥ 20.000 BRT, dat in Antwerpen aankwam, bleef volgens opgaven van het havenbedrijf in deze periode ongeveer konstant. De relatieve "ongevalsgevoeligheid" van de grootste zeeschepen nam toe, naarmate de diepgang van de schepen toenam: terwijl bij "alle" zeeschepen ca. 1400 ongevallen op ca. 650.000 passages door Wielingen/Scheurpas werden geregistreerd ($2^{\circ}/_{00}$) was dit quotiënt voor de schepen met een diepgang van 12 - 13 m ca. $13^{\circ}/_{00}$ en voor schepen met meer dan 13 m diepgang $34^{\circ}/_{00}$.
- vi. Meer dan de helft van de ongevallen met grote zeeschepen trad op een 9-tal korte vaarwegtrajekten op (zie fig. 9). De belangrijkste concentratiepunten waren de Rede van Vlissingen, de drempel van Borssele, het traject nabij Zandvliet en het traject Bath-Zimmermangeul. Daarbij is vooral de ontwikkeling bij de drempel van Borssele opvallend. Sinds 1976 was dit voor de zeeschepen ≥ 20.000 BRT het belangrijkste ongevalskoncentratiepunt.

4.7 Veiligheid van de bevolking

(Zie TNO-MT rapport [9])

Het risico dat de bevolking in het Westerscheldegebied loopt als gevolg van het scheepvaartverkeer wordt enerzijds bepaald door de situering van de bevolkingsconcentraties t.o.v. de scheepvaartgeulen, anderzijds door de risico's die het vervoer van gevaarlijke stoffen door die geulen met zich meebrengt.

De grootste bevolkingsconcentraties die tussen de Zandvlietssluisen en de loodskruispunten aan de Westerschelde liggen zijn Terneuzen en Vlissingen. Vlissingen heeft een grotere bevolkingsomvang. De gevolgen van een kalamiteit op de Rede van Vlissingen met een schip dat gevaarlijke stoffen vervoert zullen daarom meestal ernstiger zijn dan van een vergelijkbare kalamiteit elders op de Schelde. Een ramp met een LPG-schip hier zou maximaal tot ca. 2000 doden kunnen leiden. De kans daarop is bij het vervoersaanbod anno 1981 10^{-6} per jaar. De kans dat één of meer bewoners van het Wester-

scheldegebied door een LPG-ramp ergens op de Westerschelde omkomen lag wat hoger (ca. 5×10^{-4} per jaar). De risico's die de bevolking loopt als gevolg van het vervoer van ammoniak over de Westerschelde liggen in dezelfde orde-van-grootte. Het in 1981 vrij omvangrijke vervoer van benzine leverde een aanzienlijk kleiner risico voor de bevolking op.

Bovenstaande gegevens m.b.t. de risico's voor de bevolking in het Westerscheldegebied zijn ontleend aan een globale studie door de TNO-hoofdgroep Maatschappelijke Technologie. Ze dragen een indicatief karakter.

5. VEREISTE VAARWEGAFMETINGEN

5.1 Maatgevende schepen

(Zie DVK-nota S 80.20.01 [1], hoofdstuk 3)

De belangrijkste maatgevende schepen zijn die welke in de uitgangspunten voor het verdiepingsproject worden genoemd, en wel:

1. Een groot massagoedschip ($L_{o.a.} = 300$ m en $B = 50$ m). Deze schepen moeten met een zoetwaterdiepgang van $\leq 15,25$ m (50') in 2 getijden binnen een getijvenster van $1/2$ h van zee naar Zandvliet kunnen varen. Met een zoetwaterdiepgang van $\leq 14,65$ m (48') moet dat in 1 getij kunnen, binnen een getijvenster van 1 h. Wanneer grote massagoedschepen ($260 \text{ m} < L_{o.a.} \leq 300 \text{ m}$, $32 \text{ m} < B \leq 50 \text{ m}$) van Zandvliet naar zee varen zijn ze niet gebonden aan het getij en hebben dan een zoetwaterdiepgang $\leq 10,65$ m (35').
2. Een groot, derde-generatie containerschip ($L = 290$ m, $B = 33$ m) met een zoetwaterdiepgang van 13,00 m (42'8") moet in 1 getij binnen een getijvenster van 1 h van Antwerpen naar zee kunnen varen. Met een zoetwaterdiepgang van 12,5 m moet de getijpoort in afvaart tenminste 3 h bedragen. Met een zoetwaterdiepgang kleiner dan 11,6 m (35') zijn ze niet meer getijgebonden.
3. Massagoedschepen met afmetingen kleiner dan of gelijk aan het type **Panamax** ($L = 260$ m, $B = 32$ m) moeten met een diepgang van 12,5 m (41') in 1 getij binnen een getijvenster van 1 h kunnen afvaren van Antwerpen naar zee. Met een zoetwaterdiepgang van 11,6 m zijn ze niet meer getijgebonden.
4. Schepen met $L = 190$ m en $B = 24$ m zijn in afvaart met een zoetwaterdiepgang van 11,6 m (38') niet meer getijgebonden. Hetzelfde geldt voor alle opvarende schepen met deze diepgang.

De verschillende getijvensters hebben betrekking op alle gemiddelde getijomstandigheden (gemiddeld doodtij, gemiddeld getij en gemiddeld springtij). De niet getijgebonden schepen moeten ook onder GLLWS-kondities overal op de Westerschelde veilig kunnen varen.

In verband met het onderzoek naar de verkeersafwikkeling op de verschillende deeltrajekten op de Westerschelde is een wat verdergaande onder-

verdeling van de zeeschepen in tonnageklassen gehanteerd, met bijbehorende "maatgevende" afmetingen (zie tabel 5).

De grootste binnenschepen (4-baksduwstellen) hebben afmetingen die (afgezien van de diepgang) nagenoeg overeenkomen met de grootste niet-getijgebonden zeeschepen. De overige binnenschepen zijn qua horizontale afmetingen vergelijkbaar met de kleinere zeevaart (< 6.000 TDW).

5.2 Vaarschema's en getijvensters

(Zie DVK-nota S 80.20.01 [1], hoofdstuk 4)

Alvorens de aanlegdiepte van de geulen in de Westerschelde kon worden bepaald moesten de hiervoor genoemde getijvensters verder worden uitgewerkt.

De mogelijke vaarschema's in opvaart worden begrensd door de beschikbare waterdiepte boven de drempel van de Zandvlietsluis en doordat de stroomsnelheden bij de invaart van de voorhaven niet te hoog mogen zijn. Als "kriteria" zijn een kleinste bruto kielspeling van 10% boven de sluisdrempel en een maximale dwarsstroom van ca. 0,5 m/s gehanteerd. Vanuit het hierdoor bepaalde laatste aankomststijdstip voor de 15,25 m resp. 14,65 m diepste-kende massagoedschepen worden de "optimale" vaarschema's tot Vlissingen bepaald. Dat zijn schema's, waarbij zo snel mogelijk wordt gevaren. De maximaal haalbare snelheid is echter aan fysische en operationele beperkingen onderhevig. De maximale snelheid t.o.v. het water die een groot massagoedschip bij 15% kielspeling op de Westerschelde kan bereiken is 5,5 à 5,9 m/s. Omdat op de diepere delen tussen de drempels, waar de kielspeling veel groter is, duidelijk hogere snelheden mogelijk zijn is in theorie, rekening houdend met de stroomsnelheden, een snelheid van bijna 6,5 m/s mogelijk. Het is echter niet verantwoord voor de vaarschema's uit te gaan van deze theoretisch nog haalbare snelheden, omdat op de rivier regelmatig snelheidsaanpassingen nodig zijn i.v.m. de overige vaart. Hiermee is rekening gehouden door voor de vaarschema's tussen Vlissingen en de overloop van Valkenisse van een gemiddelde snelheid van 6 m/s (11,6 kn) "over de grond" uit te gaan. Tussen de overloop van Hansweert en de Zandvlietsluizen worden de vaarschema's bepaald door het vaart minderen i.v.m. het vastmaken van de sleepboten en het afstoppen voor respektievelijk vaart lopen na de Zandvlietsluis.

Op de Rede van Vlissingen wordt van loods gewisseld. Daartoe moet al vroegtijdig vaart geminderd worden. Bij een goede planning kan het totale

tijdverlies t.g.v. het wisselen van loods worden beperkt tot 20 minuten. Daarmee is in de vaarschema's rekening gehouden. Mocht worden besloten de loodswisseling op de Rede van Vlissingen te laten vervallen, met dien verstande dat rivier- en zeeloods gelijktijdig aan en van boord gaan, dan kan (hooguit) een winst van 10 minuten in de vaarschema's worden bereikt, omdat ook dan vaart moet worden geminderd om het voorzorgsgebied op de Rede van Vlissingen voorzichtig te kunnen passeren.

De opvaart van de maatgevende schepen door Scheur en Wielingen wordt voornamelijk beperkt door de fysisch haalbare snelheid van de schepen boven de lange drempels. Dat beperkt de snelheid tot 5,5 à 6 m/s t.o.v. het water. Schepen, die in één getij opvaren, ondervinden per saldo weinig effect van de langsstroom. Bij de opvaart in 2 getijden hebben ze tussen de loodspost en Vlissingen stroom mee. Daardoor ligt de gemiddelde snelheid tussen de Akkaert Bank en de boei Wielingen 2 volgens het vaarschema van de opvaart in 2 getijden op 6,7 m/s, terwijl die voor de opvaart in 1 getij op 6,0 m/s ligt. De in 2 getijden opvarende schepen komen kort vóór of tijdens de stroomkentering op de Rede van Vlissingen aan, zodat ze veelal (na eventueel korte tijd gaande houden) tegenstrooms kunnen ankeren.

De "optimale" vaarschema's voor de opvaart zijn gegeven in figuur 10. De getijvensters volgen nu uit deze vaarschema's uit de voorwaarde dat de maatgevende schepen overal op de vaarweg naar Antwerpen 1 h (opvaart in 1 getij) resp. $\frac{1}{2}$ h (opvaart in 2 getijden) eerder al veilig moeten kunnen varen. De getijvensters voor de afvaart (zie eveneens figuur 10) zijn op vergelijkbare wijze opgesteld, waarbij weer is getoetst aan de fysische en operationele beperkingen.

Schepen met een kleinere diepgang kunnen van een ruimer getijvenster gebruik maken. Wel dient dan bij het opstellen van de vaarschema's goed opgelet te worden dat de snelheid t.o.v. het water niet hoger wordt dan die van de maatgevende schepen.

In verband met de beperkte breedte van de vaarweg ten oosten van Hansweert is het van groot belang dat alle opvarende schepen > 125.000 TDW, dus ook die met een geringere aflaaddiepte, daar binnen het getijvenster voor opvarende schepen van 48' tot 50' varen. Alleen wanneer zekerheid bestaat dat ze op dit traject geen afvarende schepen > 125.000 TDW zullen ontmoeten is het verantwoord ook buiten dat getijvenster op te varen.

5.3 Minimaal te onderhouden waterdiepten

(Zie DVK-nota's S 80.20.01 [1], hoofdstuk 5 t/m 8, S 80.20.02 [2], hoofdstuk 4 en 5, en S 80.20.05 [5])

5.3.1 Gehanteerde definitie voor de kielspeling

Als oorspronkelijk uitgangspunt voor het verdiepingsprogramma van de Westerschelde geldt een bruto kielspeling van 20% in het mondingsgebied, van 15% boven de drempels tussen Vlissingen en Zandvliet en van 10% boven de drempel van Zandvliet. Daarbij is de bruto kielspeling als volgt gedefinieerd (zie figuur 11):

"De berekende verticale afstand tussen het diepst gelegen punt van een stil-
liggend schip¹⁾, bij een vlak wateroppervlak, en het interventiepeil voor
baggeren".

Bruto kielspeling dient dan een marge te bevatten voor:

- inzinking en vertrimming (squat);
- evt. diepgangsvermeerdering door varen onder een drifthoek, slagzij
t.g.v. wind, enz;
- diepgangsvermeerdering in golven;
- verschil tussen werkelijke en voorspelde waterstand;
- fouten in diepgangsopgave;
- effecten van dichtheidsverschillen;
- onnauwkeurigheid tijdens ladingen;
- plotselinge aanzanding tussen twee beheerspeilingen;
- netto kielspeling.

Aangenomen wordt, dat, zodra bij een beheerspeiling minder dan de vereiste diepte (interventiepeil) gepeild wordt, er d.m.v. baggeren voor wordt gezorgd dat de vereiste drempeldiepte weer tenminste wordt gerealiseerd. Dit betekent niet dat altijd deze gepeilde diepte aanwezig is. Plotselinge aanzanding (b.v. bij storm) en onnauwkeurigheden bij ladingen kunnen er toe leiden dat de werkelijke bodem tussen het interventiepeil en de nautisch gegarandeerde bodem ligt. Bij een (eerste) aanleg van een geul en/of bij onderhoudsbaggerwerk zal in het algemeen een zekere "overdiepte" worden gebag-

¹⁾ Hiervoor is uitgegaan van de zoetwaterdiepgang!!

gerd om het aantal baggercampagnes te beperken en/of omdat niet op de centimeter nauwkeurig kan worden gebaggerd. De gemiddelde aanlegdiepte bij baggeren ligt daarom duidelijk beneden het interventiepeil voor baggeren.

De voorgaande definitie voor bruto kielspeling wordt ook door het I.M.O. gehanteerd, maar dan "Static Underkeel Allowance" genoemd. Door anderen (o.a. PIANC in het eindrapport van ICORELS, de International Commission for the Reception of Large Ships) wordt onder bruto kielspeling verstaan de ruimte tussen de kiel van het schip en de "nautisch gegarandeerde bodem". Daar beneden wordt een marge aangehouden voor plotselinge aanzanding tussen twee beheerspeilingen, onnauwkeurigheid tijdens lodingen en i.v.m. de frekwentie en onnauwkeurigheid van baggerwerk. Rekening houdend met de voor de Westerschelde gehanteerde marges voor lodingsonnauwkeurigheid en aanzandingen komt een bruto kielspeling van 20% van een maatgevend massagoedschip in het mondingsgebied volgens de hier gehanteerde definitie overeen met 16% volgens het PIANC; 15% resp. 10% op de Westerschelde komt overeen met 13%, resp. 8% volgens het PIANC.

5.3.2 Kwantificering van de marges in de bruto kielspeling

De (gemiddelde) **inzinking** is de diepgangsvermeerdering t.g.v. het vaartlopen van een schip, gemeten t.p.v. het zwaartepunt van het schip. Vertrimming is de verdraaiing om een as in dwarsrichting door het zwaartepunt. De maximale diepgangsvermeerdering van een schip door (gemiddelde) inzinking en vertrimming wordt in deze nota verder kortweg "inzinking" genoemd. Dit is veruit de belangrijkste diepgangsvermeerderende faktor. In de literatuur zijn hiervoor een groot aantal prediktiemethoden gepubliceerd. Op basis daarvan zijn voor de maatgevende schepen bij verschillende waterdiepten gemiddelde vaarsnelheids-inzinkingsrelaties afgeleid, zie b.v. fig. 12. Rekening houdend met een zekere spreiding in de vaarsnelheden en met de stroomsnelheden op de Westerschelde kan nu voor ieder getijvenster de grootste inzinking van de maatgevende schepen per deeltraject worden bepaald. Op de aldus bepaalde inzinking zijn nog toeslagen toegepast i.v.m. varen onder een drifthoek (in geval van dwarsstroom of in bochten) en, voor de containerschepen, i.v.m. slagzij t.g.v. wind. De uiteindelijk gevonden maximale diepgangsvermeerdering ligt voor de afvaart van getijgebonden containerschepen in de orde-van-grootte van 2 m in het aanloopgebied en van 1 m

boven de drempels in de Westerschelde. Bij de getijgebonden opvarende massagoedschepen ligt de maximale inzinking op het gehele traject tussen 1,2 en 1,6 m. Boven de drempel van Zandvliet ligt de inzinking van de getijgebonden schepen in de orde van 0,1 tot 0,6 m. Mits de grootste niet-getijgebonden schepen boven de drempels op de Westerschelde niet harder varen dan 6,5 m/s (t.o.v. het water) is de inzinking daarvan niet meer dan ca. 1 m. (N.B. de maximale snelheden van dergelijke schepen liggen op de Westerschelde thans vaak aanzienlijk hoger!, zie ook § 4.5).

In het mondingsgebied van de Westerschelde komt regelmatig deining voor (zie § 4). Daarom is de diepgangsvermeerdering van de maatgevende schepen onder invloed van golven berekend. De golfinvalshoek is daarbij dwars tot iets schuin van achteren genomen, hetgeen overeenkomt met de overheersende deiningrichting (NW tot N) bij de voorgestelde oriëntatie van de vaargeulen. Deze golfinvalshoek veroorzaakt ook de grootste scheepsbewegingen. Het blijkt dat de maatgevende schepen, zowel in de opvaart als in de afvaart, niet onder alle golfkondities veilig kunnen varen bij een bruto kielspeling van 20%. Met een eenvoudig deiningsprediktiesysteem is een vaarwegontwerp gebaseerd op deze kielspeling echter goed mogelijk, mits in een aantal gevallen gedurende een beperkte tijd stremming van de vaarweg voor de vaart met de maatgevende schepen wordt geaccepteerd. (Een stremming van het scheepvaartverkeer bij windkracht 7 Bft en hoger is onvoldoende gebleken om alle gevallen van "ontoelaatbare" diepgangsvermeerdering t.g.v. deining uit te sluiten). Behalve voor de "maatgevende" schepen is ook voor alle andere getijgebonden schepen, zowel in de opvaart als in de afvaart, soms een wachttijd in verband met het optreden van deining noodzakelijk. Dat geldt bij de voorgestelde maximale diepgang van 11,60 m ook voor de "niet-getijgebonden schepen", en wel wanneer er gelijktijdig een lage waterstand én veel deining aanwezig is. Gezien de invloed van de waterstand en het golfklimaat op de stremming van de vaart door de Scheurpas, zal naast een deiningsprediktiesysteem ook een eenvoudig waterstands-informatiesysteem worden ontwikkeld. Dit zal de wachttijden van de schepen sterk verminderen.

Bij $50 \text{ cm}^2 \text{ lfe}^1$) treedt er onder invloed van deining een significante scheepsbeweging op van ca. 0,75 m. Bij een verlaging van de hoeveelheid dei-

1) lfe is de hier gehanteerde maat voor de hoeveelheid deining (laag fre-
kwente energie, gedefinieerd als de energie-inhoud van het gedeelte van
het golfspektrum met golfperiodes tussen 10 en 30 s, zie verder [2]).

ning neemt de significante scheepsbeweging maar weinig af (bij 25 cm² lfe nog ca. 0,50 m). Dergelijke lage lfe-waarden komen vrij vaak voor (ca. 25% van de tijd op de lokatie West Hinder) en kunnen niet goed worden voorspeld. Er moet dus, ook wanneer er een deiningsprediktiesysteem aanwezig is, gerekend worden op een marge van 0,50 à 0,75 m in verband met scheepsbewegingen.

Uiteraard is de marge tussen het interventiepeil voor baggeren en de nautisch gegarandeerde bodem sterk afhankelijk van de bodemvariabiliteit en de frekwentie van loden. Op de rivier, bij een peilfrekwentie van eens per 14 dagen is de marge hiervoor gesteld op 0,30 m. Op zee, bij een frekwentie van eens per 3 maanden, is de marge gesteld op totaal 0,60 m.

Het effect van de dichtheid van het water t.o.v. de referentie-diepgang (zoetwater) is beperkt en neemt af van 0,3 m in het mondingsgebied tot 5 tot 9 cm bovenstrooms van de drempel van Valkenisse. Het is wel van groot belang dat bij de verdieping steeds is uitgegaan van de zoetwaterdiepgang. De zoutwaterdiepgang, opgegeven of afgelezen op de loodskruispost moet daarom, voordat de vaarschema's worden opgesteld eerst verhoogd worden met 30 cm!. Onnauwkeurigheden in de diepgangsopgave kunnen, gezien de ervaring in andere havens, in de orde van 2 à 3 dm liggen. Hiermee is bij het vaarwegontwerp niet expliciet rekening gehouden.

Ook het verschil tussen de werkelijke waterstand en de "voorspelde" waterstand in het Westerscheldegebied is niet gekwantificeerd. Dat was niet mogelijk, omdat op dit moment geen formeel waterstandsprediktiesysteem bestaat (zie § 4.3). Voor het mondingsgebied is een waterstands- annex deiningsprediktiesysteem nodig. Voor de vaart op de Westerschelde is het ook dringend gewenst te beschikken over een goede verwachting van de waterstanden die tijdens een reis kunnen optreden, met name om te signaleren wanneer die beneden de "gemiddelde getij-waarden" liggen. Wanneer een "veilig" toelatingsbeleid zal worden gevoerd waarbij met onnauwkeurigheden in de voorspelde afwaaiing rekening gehouden wordt is het ook niet nodig een marge voor de prediktie-nauwkeurigheid in de bruto kielspeling te nemen. Ook met het effect van oplopende schepen op de diepgangsvermeerdering wordt bij het ontwerp van de geuldiepte geen rekening gehouden. Daarom is het gewenst dat oplooptmanoeuvres van de grootste schepen boven de drempels in de Westerschelde zo veel mogelijk voorkomen worden.

5.3.3 Toetsing van de brutokielspeling

Wanneer de beschikbare bruto kielspeling van een schip wordt verminderd met de hiervoor genoemde marges moet nog een marge overblijven om een voldoende manoeuvreerbaarheid van het schip te waarborgen. Op grond van diverse onderzoeken is gebleken dat als regel bij een netto kielspeling van 1 m een schip nog vrij goed wendbaar blijft, zodat b.v. uitwijkmanoeuvres nog voldoende vlot kunnen worden gerealiseerd. Omdat kortdurende verminderingen van deze netto kielspeling slechts een geringe invloed op de manoeuvreerbaarheid blijken te hebben is het acceptabel dat binnen deze "manoeuvremarge" scheepsbewegingen o.i.v. golven plaatsvinden. Tijdens het passeren van de korte drempels in de Westerschelde wordt een wat kleinere manoeuvremarge acceptabel geacht. Hier wordt als criterium 60 cm aangehouden. Bij de bruto kielspeling van 20%, 15% en 10% op de verschillende deeltrajekten is nagegaan of daarbij te allen tijde aan de genoemde eisen m.b.t. de manoeuvreermarges is voldaan.

Voor de bodemligging van de Scheurpas blijkt het vaarschema van het massagoedschip met een zoetwaterdiepgang van 14,65 m maatgevend te zijn. Wanneer geen rekening wordt gehouden met deining bedraagt de netto kielspeling van dit schip, bij 20% bruto kielspeling, ca. 1,0 m. Dit wordt nautisch nog juist voldoende geacht. Voorwaarde is dat de scheepvaart wordt gestremd wanneer een significante scheepsbeweging wordt verwacht van ca. 0,75 m, dus bij 50 cm² lfe, de voorgestelde grensgolfkonditie. Verlaging van de bruto kielspeling tot beneden 20% is daarom bij de vaarschema's volgens § 5.2 niet veilig mogelijk. Onderzocht is wel of een verlaging van de bruto kielspeling tot 17,5% of 15% mogelijk is door de vaarschema's te wijzigen. Een verlaging tot 17,5% blijkt inderdaad mogelijk, mits dat wordt gekombineerd met een lage vaarsnelheid boven de drempels, die duidelijk beneden manoeuvreervermogen ligt. In dat geval kan een baggerwinst van ca. 0,3 m t.p.v. de gehele drempel worden gehaald. Een andere mogelijkheid om de hoeveelheid baggerwerk te verminderen zou zijn het verkleinen van het getijvenster bij gemiddeld springtij van de in één getij opvarende schepen met 14,65 m diepgang tot $\frac{3}{4}$ uur. Daardoor kan t.p.v. de boei Scheur 3 een baggerwinst van 0,15 m worden bereikt. Van beide mogelijkheden is afgezien om een optimale veiligheid van de scheepvaart in dit gebied te bereiken.

Voor de opvaart in 2 getijden is bij gemiddeld doodtij over de gehele drempel een netto kielspeling van 1,2 m beschikbaar. Onder die omstandigheden is het in principe mogelijk met een (zoetwater!) diepgang van 15,45 m op te varen naar Vlissingen, b.v. om in de Everingen gelicht te worden. Bij gemiddeld getij is op dit traject in principe een diepgang van 15,85 m mogelijk en bij gemiddeld springtij van 16,20 m. Doorvaart van dergelijke schepen naar Antwerpen is echter niet mogelijk. Daarvoor is boven de drempel van Borssele onvoldoende waterdiepte aanwezig. Schepen, die in twee getijden opvaren hebben daar slechts een netto kielspeling van 0,7 m beschikbaar, de gemiddelde getijkrommen "snijden" elkaar daar juist bij de passage van de in 2 getijden opvarende massagoedschepen met een diepgang van 15,25 m.

Op de overige drempels in de Westerschelde is de vaart met de juist niet meer de getijgebonden schepen maatgevend. Mits de maximale snelheid van deze schepen bij lage waterstanden boven de drempels wordt beperkt tot ca. 6,5 m/s t.o.v. het water, wordt nog juist aan de netto kielspelingseis van 0,6 à 0,7 m voldaan. Ook voor de vaart over de Westerschelde is nagegaan of door wijzigingen in de vaarschema's met significant minder baggerwerk kan worden volstaan. De mogelijkheden daartoe bleken echter vrijwel nihil.

Gekonkludeerd kan worden dat bij hantering van de "oorspronkelijke" bruto kielspelingpercentages voldoende ruime manoeuvreermarges beschikbaar blijven. Vermindering van deze percentages wordt om veiligheidsredenen niet mogelijk resp. (in het mondingsgebied) niet gewenst geacht.

5.3.4 Minimaal te onderhouden diepte boven de drempels

Met behulp van de getijvensters voor de verschillende maatgevende schepen, de getijkrommen en de bruto kielspelingpercentages kan op eenvoudige wijze de minimaal te onderhouden diepte boven de drempels worden bepaald. Deze zijn in de volgende tabel samengevat (zie ook figuur 13).

Drempel	Drempeldiepte t.o.v. in m GLLWS
Akkaert-Bank	- 15,6
Scheur-west, boei Scheur 3	- 15,4
Scheur-oost, boei Wielingen 2	- 14,9
Rede van Vlissingen	- 14,7
Borssele	- 13,9
Overloop van Hansweert	- 13,3
Zuidergat	- 13,3
Valkenisse	- 13,3
Bath	- 13,3
Zandvliet	- 12,8

Interventiepeilen voor baggeren (zie ook fig. 11).

Tenslotte is nagegaan of in het zeegebied ten Westen van de voorgestelde loodskruispost annex voorzorgsgebied (op ongeveer 2°40' oosterlengte) nog ondiepten voorkomen. Voor de opvaart is wat dat betreft alleen de noordwestelijke uitloop van de Oostdijck-bank van belang, waar in het midden van de vaarroute ondiepten tot 19 à 20 m beneden GLLWS voorkomen. In geval van lage waterstanden en hevige deining is het niet verantwoord deze bank te passeren. Omdat in geval van hevige deining toch uitgeweken moet worden naar het voorgestelde ankergebied aan het begin van het geulenstelsel, is het niet nodig de vaargeul hier te verdiepen. Wel verdient het aanbeveling het voorzorgsgebied in westelijke richting uit te breiden (tot 2°32,5' E). Voor de afvaart kunnen naast de Oostdijck-bank een tweetal wrakken wellicht gevaar voor de schepen opleveren.

5.4 Maatgevend verkeersaanbod

(Zie DVK-nota S 80.20.03 [3], hoofdstuk 12; en S 80.20.02 [2], hoofdstuk 5; en het TNO-IWECO rapport [8], bijlage 4)

Op basis van het verkeersaanbod in 1981 en van de huidige en mogelijk te verwachten goederenstromen per goederengroep naar de verschillende havens aan de Westerschelde zijn scenario's voor het verkeersaanbod in 1990 en 2000 voor de havens van Antwerpen, Gent en Terneuzen afgeleid. Daarbij is gebruik gemaakt van een weektelling, waarin zeer gedetailleerd het verkeersaanbod vastgelegd is. De omvang van het verkeersaanbod in 1990 en 2000 is op een tweetal manieren afgeleid. De eerste manier, een vergroting van de vloot evenredig met de goederenstromen, zal een duidelijke overschatting van de omvang van de kleine zeevaart tot gevolg hebben. Bij de tweede manier, een verdeling van de extra lading over de maatgevende schepen per goederengroep, zal dit in mindere mate het geval zijn. Bij een vergelijking van verschillende verkeersscenario's blijken die uit 1982, welke door het Antwerpse Havenbedrijf in samenwerking met de Antwerpse Scheepvaartvereniging is opgesteld, en die, zoals afgeleid is op basis van "extra lading in de maatgevende schepen", relatief het minst van elkaar af te wijken. Gezien de grotere rijkdom aan details van het laatstgenoemde scenario is in overleg met het Antwerpse Havenbedrijf besloten deze maatgevend te stellen voor het ontwerp van de vaargeul. In tabel 6 zijn de belangrijkste verkeersstromen volgens dit scenario samengevat. Het veronderstelt een voortgaande sterke groei van het vervoer naar Antwerpen en naar de andere havens langs de Westerschelde.

Uitgaande van de indeling in scheepsgrootte-klassen volgens tabel 6 neemt het aantal reizen met geladen schepen met een maximale aflaaddiepte $\geq 11,6$ m over de Westerschelde toe van ruim 1500 in 1981 tot meer dan 3000 in 2000. Daarvan bestaan ca. 400 resp. 1200 uit grote containerschepen en ca. 250 resp. ca. 700 uit massagoedschepen met een max. aflaaddiepte van 14,5 m en meer. Met name de containerschepen zijn bijna nooit tot hun maximale diepgang beladen, terwijl dat ook bij de vracht- en massagoedschepen vaak niet het geval is. Mede op basis van een trendanalyse wordt het aantal getijgebonden schepen in Scheur en Wielingen (exkl. de vaart op Zeebrugge!) in 1990 geschat op ca. 700 schepen in opvaart (waarvan ca. 100 met een diepgang ≥ 14 m) en ca. 80 in afvaart (zie [2]). Voor 2000 wordt rekening gehouden met enige honderden opvarende massagoedschepen met meer dan 14 m diepgang, enige honderden op- en afvaarten van containerschepen met een diepgang van 12,5 m en meer, en met enige tientallen afvaarten met geladen "Panamax" schepen met een diepgang boven 12,5 m.

De "jaarcijfers" voor het verkeersaanbod in 2000 zijn geschikt voor globale berekeningen van de frekwentie waarmee bepaalde verkeerssituaties gemiddeld per jaar kunnen optreden. Voor een goed beeld van de verkeersafwikkeling is daarnaast inzicht nodig in de spreiding in de verkeersintensiteit over de dag enz. Voor de studie naar de vereiste vaarwegafmetingen is de "maatgevende dagintensiteit" voor de grotere zeevaart gesteld op 5,6‰ van het jaaraanbod. Daarbij is rekening gehouden met in de praktijk gemeten variaties in de verkeersintensiteit, alsook met het effect van een stremming van de loodsdienst. Voor de kleine zeevaart (< 25.000 TDW) is het effect van dergelijke stremmingen op de maximale verkeersintensiteit wat geringer. Daarvoor zijn dan ook wat kleinere promillages toegepast.

5.5 Maatgevende verkeerssituaties

(Zie DVK-nota S 80.20.03 [3], hoofdstuk 13)

De maatgevende verkeerssituatie voor een vaarwegontwerp wordt hier gedefinieerd als de verkeerssituatie, die binnen de ontworpen vaarwegbegrenzungen nog juist veilig en vlot kan worden afgewikkeld. De "maat" van het vaarwegtraject wordt dus juist voldoende groot gekozen voor het afwikkelen van die maatgevende verkeerssituatie. Dat heeft tot gevolg dat verkeers-

situaties, die meer ruimte vergen, op het ontworpen vaarwegtrajekt voorkomen moeten worden.

Welke verkeerssituatie maatgevend wordt gesteld voor een vaarwegtrajekt wordt in grote lijnen bepaald door de volgende overwegingen:

- a. De "bovenmaatse" verkeerssituaties moeten effectief voorkomen kunnen worden. In de praktijk betekent dat b.v. dat schepen, die niet per VHF bereikbaar zijn, als regel niet bij een verkeersregeling betrokken moeten worden.
- b. Het aantal schepen, dat bij "bovenmaatse" verkeerssituaties betrokken is, moet beperkt zijn. Dit is nodig om de verkeersafspraken overzichtelijk te houden.
- c. Getijgebonden schepen moeten als gevolg van verkeersafspraken niet zodanig worden vertraagd, dat zij niet of slechts geforceerd binnen hun getijvenster kunnen blijven varen.
- d. De wachttijden van bij verkeersafspraken betrokken schepen moeten om economische redenen beperkt zijn. In de praktijk leidt dat ertoe dat het aantal "bovenmaatse" verkeerssituaties op korte trajekten groter mag zijn dan op lange trajekten.

Uit de prognoses van het toekomstige scheepvaartverkeer op de Westerschelde blijkt dat ook in de verre toekomst meer dan de helft van de zeeschepen op de Westerschelde bestaat uit schepen < 6.000 TDW. Daarnaast moet tussen Vlissingen en Antwerpen rekening worden gehouden met de binnenvaart, die op het trajekt Terneuzen - Hansweert de zeevaart in aantal passages zelf ver overtreft. Op grond van de hiervoor onder a en b gegeven overwegingen en de frekwentie van voorkomen wordt de ontmoeting van een zeeschip van 6.000 TDW met een geladen massagoedschip ($L \times B = 300 \times 50 \text{ m}^2$) (MV1) maatgevend gesteld voor de kleinste vaarwegbreedte, die op enig trajekt van de Westerschelde tussen de boeien beschikbaar moet zijn.

Wanneer er geen maatregelen worden genomen om dat te voorkomen kunnen in principe op de gehele vaarweg ontmoetingen optreden tussen maatgevende massagoedschepen van $300 \times 50 \text{ m}^2$ onderling (opvarend met een diepgang van 48 of 50 voet, afvarend met een diepgang van maximaal 35 voet) (MV2). Het afvarende massagoedschip is daarbij niet getijgebonden. Deze situatie komt slechts sporadisch voor. Het wordt daarom acceptabel geacht wanneer deze verkeerssituatie niet op alle trajekten veilig afgewikkeld kan worden.

In de toekomst wordt op de Westerschelde een sterke toename van de vaart met derde-generatie containerschepen verwacht. Ook het aantal massagoedschepen en vrachtschepen van 50.000 - 125.000 TDW zal sterk toenemen. Er moet dan ook op worden gerekend dat opvarende geladen massagoedschepen verspreid over de vaarweg meerdere niet-getijgebonden schepen uit die categorie zullen tegenkomen. Op grond daarvan moeten ontmoetingen van opvarende maatgevende massagoedschepen met afvarende niet-getijgebonden derde-generatie containerschepen (MV3) en met afvarende (niet-getijgebonden) vracht- en massagoedschepen van 50.000 - 125.000 TDW (MV4) op regelmatige afstanden langs de vaarweg mogelijk zijn.

Tussen het Scheur en de Bocht van Walsoorden in het Zuidergat moet op grond van de vaarschema's (zie figuur 10) rekening worden gehouden met ontmoetingen van geladen opvarende, maatgevende massagoedschepen en getijgebonden afvarende derde-generatie containerschepen (MV3a) en Panamax-schepen (MV4a). Dergelijke ontmoetingen moeten op vrijwel dat gehele traject mogelijk zijn. Voor zover dat op deeltrajekten toch niet het geval is moeten die trajekten zo kort zijn, dat de daardoor ontstane vertragingen voor de getijgebonden schepen zo klein zijn dat ze binnen hun getijvenster kunnen blijven varen.

Voor zover de maatgevende containerschepen al getijgebonden zijn, hebben ze een ruim getijvenster die dat van de opvarende maatgevende massagoedschepen volledig overlapt. Gezien de snelheidsverschillen tussen deze schepen moet het op een groot deel van de vaarweg mogelijk zijn dat derde-generatie containerschepen de maatgevende massagoedschepen oplopen. Een dergelijke oplooptmanoeuvre zal zich, om sterke vertragingen van het getijgebonden maatgevend massagoedschip te voorkomen, over een grote lengte van de vaarweg uitstrekken. Daarom wordt het nodig geacht dat tijdens de manoeuvre voldoende ruimte overblijft voor ontmoetingen met relatief kleine schepen tot ca. 6.000 TDW (MV5).

Oplooptmanoeuvres waarbij 2 maatgevende massagoedschepen betrokken zijn zullen door een goede planning van de opvaart zoveel mogelijk voorkomen kunnen worden. Desondanks kan zo'n oplooptmanoeuvre in bijzondere gevallen toch nodig blijken te zijn. Deze manoeuvres zullen zich over nog grotere afstanden kunnen uitstrekken dan MV5. Ook in dat geval is het daarom nodig vol-

doende ruimte vrij te houden voor relatief kleine, tegemoetkomende schepen (tot 6.000 TDW) (MV6).

Het breedtebeslag van de hiervoor opgesomde maatgevende verkeerssituaties verschilt sterk. Rekening houdend met de karakteristieken van de vaarweg is nagegaan op welke vaarwegtrajekten de verschillende maatgevende verkeerssituaties zonder al te ingrijpende werkzaamheden gerealiseerd kunnen worden. Dat leverde als resultaat, dat op de drempel van Borsssele, in de bochten bovenstrooms van Hansweert en op het traject tussen Bath en Zandvliet alleen MV1 zonder ingrijpende werkzaamheden gerealiseerd kan worden.

Om na te gaan wat dat betekent is door de DVK een tweetal verkeerssimulaties uitgevoerd, waarbij het verkeersgedrag slechts summier werd beschreven. Gedurende lange tijd werd daarbij het aantal ontmoetingen op de drempel van Borsssele en op het traject Hansweert - Zandvliet vastgelegd voor alle relevante scheepskategorieën (zie tabel 7 en 8). Daaruit blijkt dat ook in de verre toekomst hooguit enige malen per dag ontmoetingen op de drempel van Borsssele uitgesteld moeten worden wanneer MV1 daar maatgevend is. Dat lijkt, mede gezien de korte lengte van dit traject, acceptabel. Uit tabel 8 blijkt echter dat ontmoetingen tussen schepen ≥ 125.000 TDW en schepen ≥ 6.000 TDW op het traject tussen de Zimmermangeul en Zandvliet (in de verre toekomst) vele malen per dag kunnen optreden. Gezien de grote trajectlengte en de daardoor te verwachten vertragingen wordt het onaanvaardbaar geacht dat zulke ontmoetingen daar nergens mogelijk zijn. Anderzijds komen ontmoetingen van schepen ≥ 125.000 TDW met schepen ≥ 50.000 TDW of derde-generatie containerschepen ≥ 25.000 TDW naar verwachting ook in de verre toekomst slechts weinig voor. Afgezien van een kleine "passeerplaats" stroomafwaarts van de Zandvlietssluis, waar zelfs ontmoetingen van de grootste schepen onderling, zo nodig met behulp van een sleepboot, mogelijk dienen te zijn, wordt op de rechte trajekten boven Bath een ontmoeting van een geladen massagoedschip ≥ 125.000 TDW met een containerschip ≥ 25.000 TDW of een vracht- of massagoedschip ≥ 50.000 TDW maatgevend gesteld (MV1a). In figuur 14 zijn de maatgevende verkeerssituaties die voor de verschillende trajekten gelden samengevat.

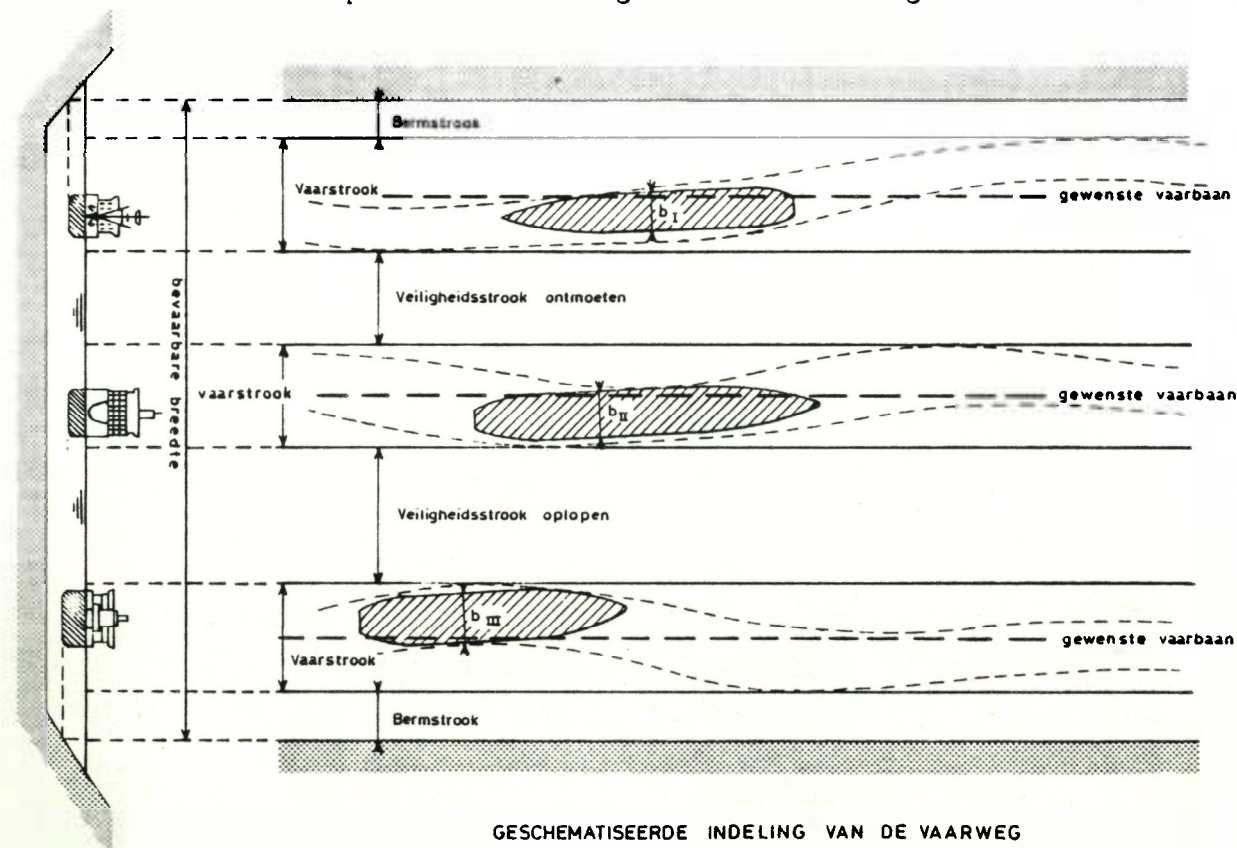
5.6 Minimaal te onderhouden vaargeulbreedtes

(Zie DVK-nota S 80.20.03 [3], hoofdstuk 4 ... 10 en 14; TNO-IWECO rap-port [8]; en DVK-nota S 80.20.06 [6])

5.6.1 Indeling van de vaarweg

Een vaarweg kan in een aantal stroken verdeeld worden. Deze hebben elk een afzonderlijke functie in de afwikkeling in het scheepvaartverkeer. De volgende definities worden hier aangehouden (zie ook de onderstaande figuur):

- a. De **padbreedte** is het breedtebeslag van een enkel schip dat een gewenste koers volgt.
- b. De **vaarstrook** is de afstand tussen twee lijnen evenwijdig aan de gewenste vaarbaan. Deze lijnen vormen de omhullende van de padbreedtes van diverse schepen die dezelfde gewenste koers volgen.



GESCHEMATISEERDE INDELING VAN DE VAARWEG

- c. De **bermstrook** is de benodigde ruimte tussen de vaarstrook en de (al dan niet, bijvoorbeeld door tonnen) gemarkeerde rand van de vaargeul.
- d. De **veiligheidsstrook** wordt gedefinieerd als de benodigde ruimte tussen de vaarstroken van elkaar oplopende of ontmoetende schepen.

- e. **Toeslagen op de vaarstroken** zijn nodig voor bijzondere omstandigheden, zoals bij bochten en dwarsstroom het geval is. In deze gevallen zullen de schepen een groter beslag op de beschikbare breedte van de vaargeul leggen dan zonder deze komplikaties voor de navigatie het geval is.
- f. **De bevaarbare breedte van de vaargeul** wordt gedefinieerd als de som van de bovengenoemde stroken en toeslagen.

De breedte van elke strook of combinatie van stroken wordt gerelateerd aan de afmetingen van de ter plaatse maatgevende schepen.

5.6.2 Ontwerpregels

Het onderzoek naar de vereiste breedte van de vaargeul naar Antwerpen bij verschillende verkeerssituaties is gestart met een inventarisatie van regels, die in de literatuur worden genoemd voor het ontwerp van vaarwegen. Die ontwerpregels zijn getoetst aan de huidige vaarpraktijk op de Westerschelde, aan berekeningen met een mathematisch model voor het manoeuvreren van schepen en aan een ongevallenanalyse. Daarbij bleek het nodig de ontwerpregels op enige (vrij ondergeschikte) punten bij te stellen. Voor een tweetal "moeilijke" trajekten (Borssele en Zimmermangeul/Bath) zijn nog enige oriënterende berekeningen met een mathematisch manoeuvreermodel uitgevoerd. Deze berekeningen gaven geen aanleiding de ontwerpregels, die voor meer "geschematiseerde" situaties zijn afgeleid, bij te stellen. De uiteindelijk afgeleide ontwerpregels worden hieronder samengevat.

De breedte van de benodigde **vaarstrook** van ieder schip is afhankelijk van het type schip en de aktuele waterdiepte. Daarvoor zijn de volgende regels afgeleid:

	$h/T < 1,3$	$1,3 < h/T < 1,5$	$h/T > 1,5$
massagoedschip	$B_v = 2,5 B$	$B_v = 1,8 B$	$B_v = 1,8 B$
containerschip	$B_v = 3B$	$B_v = 2,5 B$	$B_v = 1,8 B$
niet-getijgebonden vrachtschip (L = 190 m; B = 24 m)	$B_v = 3B$	$B_v = 2,5 B$	$B_v = 1,8 B$

waarin B, L en T de breedte, lengte en diepgang van het schip, h de waterdiepte en B_v de vaarstrookbreedte.

Op grond van de ware-grootte metingen op de Westerschelde is geconstateerd dat de vaarstrookbreedte voor derde-generatie containerschepen op ruim water ($h/T \geq 1,5$) moet worden verhoogd tot 2,5B.

Voor de breedte van de **bermstrook** zal een waarde van 1B aangehouden worden. De breedte van de veiligheidsstrook bij **ontmoeten** wordt gelijk gesteld aan 1,5B, terwijl bij **oplopen** een waarde van 3B nodig is. Hierin is B gelijk aan het gemiddelde van de breedten van beide in de verkeerssituatie betrokken schepen.

Voor de benodigde extra breedte van de vaarstroken in **bochten** wordt voor de Westerschelde aangehouden:

- a. in de huidige bocht bij Bath: een overbreedte van 0,8B voor derde-generatie containerschepen en van 0,6B voor de overige schepen;
- b. in de overige bochten met een grotere bochtstraal, zoals Hansweert, Walsoorden, Valkenisse en Saeftinge: een overbreedte van 0,6B voor derde-generatie schepen en van 0,5B voor de overige schepen.

Voor de overbreedte van de vaarstroken t.g.v. de **dwaarsstromen** zijn de volgende ontwerpregels afgeleid:

1. op plaatsen waar tijdens de passage een hoge dwarsstroomsnelheid (1 - 1,5 m/s) optreedt: voor massagoedschepen een extra breedtebeslag van 1,5 maal de scheepsbreedte, voor containerschepen 2B.
2. op plaatsen waar tijdens de passage een dwarsstroomsnelheid van 0,5 - 1 m/s optreedt: een extra breedtetoeslag van 1 maal de breedte van het ter plaatse maatgevende schip;
3. bovenstrooms van de Overloop van Valkenisse: i.v.m. de lage snelheid van de opvarende schepen (vastmaken sleepboten) een groter breedtebeslag, in de orde van grootte van tweemaal de onder 1 en 2 genoemde waarden.

In geval van sterke dwarswind (7 à 8 Bft) moet voor grote containerschepen met een extra breedte van 1,5B rekening worden gehouden, voor lege massagoedschepen met 1B. Bij lagere windsnelheden (5 à 6 Bft) bedraagt de benodigde "toeslag" voor deze schepen 0,5B à 1B.

Tenslotte is nog een toeslag op de vaarwegbreedte nodig voor de nauwkeurigheid waarmee de positie van de schepen bepaald kan worden. Boeien kunnen b.v., afhankelijk van hun kettlinglengte en het verticale getij, soms aanzienlijke verplaatsingen ondergaan o.i.v. stroom, wind en golven. Aangezien de navigatoren van schepen op de Westerschelde voor hun oriëntatie voornamelijk afhankelijk zijn van de waarnemingen van boeien wordt daarmee rekening gehouden door de breedte van de vaargeul te vermeerderen met de maximale beweging die de boeien loodrecht op de vaargeul kunnen ondergaan.

Uitgaande van een ontmoeting tussen twee geulgebonden schepen, die beide in het midden van de vaargeul varen, is een schatting gemaakt van de lengte van het traject waarover de ontmoetingsmanoeuvre zich uitstrekt. Dat blijkt over een afstand van ca. 8 à 10 maal de lengte van de betrokken schepen te zijn (zie fig. 15). Daarbij is nog geen rekening gehouden met het feit dat nooit "op de meter nauwkeurig" afgesproken kan worden waar de ontmoeting zal plaatsvinden.

De lengte van de vaarweg, waarover de voor een ontmoeting van maatgevende schepen vereiste vaargeulbreedte in ieder geval aanwezig moet zijn zal daarom op de Westerschelde tenminste 2,5 à 3 km moeten bedragen.

Het traject, waarover een oploopmanoeuvre zich uitstrekt is veel langer dan bij een ontmoeting, daar de relatieve snelheid (ΔV) bij oplopen veel geringer is. Een "normale" oploopmanoeuvre ($\Delta V = 2$ à 3 m/s) van twee maatgevende schepen duurt globaal genomen 10 minuten en strekt zich uit over een traject van (ongeveer) 5 - 6 km. Dergelijke manoeuvres vereisen dat de oploper tijdens de oploopmanoeuvre wat sneller gaat varen en dat het opgelopen schip, zonodig, wat snelheid terugneemt.

Op grond van de uitgevoerde berekeningen en vergelijkingen kan worden gekonkludeerd, dat de ontwerpregels voldoende veilig zijn. Voorwaarde daarbij is wel dat de nautici voldoende getraind zijn in de vaart met de maatgevende schepen en dat voldoende informatie over de positie van het schip in relatie tot de vaarweg beschikbaar is.

De bovenstaande ontwerpregels voor de Westerschelde vormen de basis voor de berekeningen van de toelaatbare verkeerssituaties voor de doorgaande vaart op de Westerschelde. Voor manoeuvres zoals het in- en uitvaren van ha-

vens aan de Westerschelde zijn de gegeven ontwerpregels dus niet geldig. Met effecten zoals het anticiperen op de verkeerssituatie en sterke vaarsnelheidsveranderingen is daarin geen rekening gehouden. Verder is er van uitgegaan dat voldoende zicht beschikbaar is en dat de schepen een loods aan boord hebben en voorzien zijn van de thans algemeen gebruikelijke navigatiehulpmiddelen.

5.6.3 Evaluatie van het voorlopige ontwerp van de geulbreedte

Op grond van een globaal, oriënterend vooronderzoek is bij de aanvang van het onderzoek naar de verbetering van de vaargeul naar Antwerpen voorzien in een bodembreedte van 500 m voor tweestrooksverkeer, stroomafwaarts van Hansweert (met uitzondering van de drempel van Borssele), en een bodembreedte van 300 m voor éénstrooksverkeer met de grootste ontwerpschepen, bovenstrooms van Hansweert en bij Borssele.

Op grond van de uiteindelijke ontwerpregels is nagegaan of en, zo ja, waar op de Westerschelde knelpunten in de verkeersafwikkeling verwacht kunnen worden, zowel bij (minimaal te onderhouden) vaargeulbreedtes van 300 resp. 500 m als bij de in 1980 aanwezige vaargeul. Ten westen van Hansweert blijkt vooral de drempel van Borssele een knelpunt te vormen. Voor de overige trajekten zeewaarts van Hansweert worden bij een te onderhouden vaargeulbreedte van 500 m weinig problemen m.b.t. de verkeersafwikkeling verwacht. Daarentegen bleken diverse verkeerssituaties, waarbij meerdere maatgevende schepen betrokken zijn, over grote delen van het traject Hansweert - Zandvliet niet mogelijk te zijn. Gekonstateerd is dat een simulatie van het in de toekomst te verwachten scheepvaartverkeer op dit traject nodig is alvorens de minimaal benodigde geulafmetingen op dit traject en de (eventuele) verkeersafspraken vastgesteld kunnen worden.

Alvorens simulaties van de in de toekomst te verwachten verkeersafwikkeling konden worden gemaakt, was het nodig een goed inzicht op te bouwen van het mogelijk effect daarop van toekomstige infrastructurale werken. Het blijkt dat het effect van de meeste voorgenomen/overwogen werken zeer beperkt is. Het belangrijkste gegeven daaruit is dat in de studies m.b.t. de verkeersafwikkeling er van uitgegaan moet worden dat na ingebruikname van de Berendrechtshuis regelmatig meerdere maatgevende massagoedschepen binnen hetzelfde getij zullen opvaren. Op dit moment is dat niet het geval i.v.m.

de beperkte schutkapaciteit van de Zandvlietsluis. Verder zal de ingebruikname van het Baalhoekkanaal de verkeersafwikkeling op het traject tussen Hansweert en Baalhoek relatief sterk kunnen beïnvloeden. Mocht t.z.t. tot aanleg van dat kanaal worden besloten, dan zullen wellicht een aantal maatregelen moeten worden getroffen. Onoverkomelijke problemen voor de verkeersafwikkeling behoeven als gevolg daarvan niet te worden verwacht.

5.6.4 Verkeerssimulatie-onderzoek traject Hansweert - Zandvliet

Het verkeerssimulatie-onderzoek naar de knelpunten, die bij de voorlopige ontworpen vaargeulafmetingen op het traject Hansweert - Antwerpen kunnen optreden, is uitgevoerd door TNO-IWECO. Dat is gedaan met een door TNO-IWECO ontwikkeld verkeerssimulatiemodel, aangepast aan de Westerschelde. Hiermee zijn simulaties uitgevoerd voor de "huidige" situatie (verkeer en bodemligging anno 1981) en een toekomstige situatie (verkeer volgens scenario-2000, bodemligging volgens prognose-1985). In het simulatie-model zijn enkele beoordelingsmaten opgenomen waarmee het aantal gevaarlijke situaties ("domeinpenetraties"), de doorstroming van het verkeer en de benodigde vaarwegbreedte worden bepaald. Op grond van een vergelijking in statistische zin van de meetresultaten voor beide situaties is door TNO-IWECO gekonkludeerd: dat de gehanteerde veiligheidsmaat voor de toekomst een verminderde veiligheid te zien geeft; dat de doorstroming (vlotheid) weinig zal verminderen; en dat de vaarwegbreedte een aantal verkeerssituaties niet toelaat. (Deze konklusies gelden voor het geval dat na de verdieping geen aanvullende verkeersmaatregelen worden genomen). Vooral van belang is dat bij smalle trajekten (Zandvliet - Bath) alsmede in bochten (met name de bocht van Bath) schepen groter dan 125.000 TDW (dat zijn de maatgevende massagoedschepen) geen schepen > 12.000 TDW kunnen ontmoeten. Daarnaast zijn een aantal minder ingrijpende aanbevelingen m.b.t. verkeersregels gedaan.

De door TNO-IWECO uitgevoerde simulaties van het scheepvaartverkeer op het traject Hansweert-Zandvliet zijn onderworpen aan een nadere nautische beoordeling. Op grond daarvan blijkt dat er nu en in de toekomst op dit traject weinig situaties te verwachten zijn die niet "ter plaatse" veilig kunnen worden afgewikkeld. Voorwaarden daarbij zijn dan wel dat:

- noodzakelijke uitwijkmanoeuvres i.v.m. ontmoetingen, konform de gangbare praktijk op de Westerschelde, vroegtijdig worden gestart;

- oplooptmanoeuvres, waarbij 2 grote zeeschepen zijn betrokken, in onderling overleg worden gepland, zodanig dat de manoeuvre niet t.p.v. bottlenecks (scherpe bochten enz.) wordt uitgevoerd en waarbij het opgelopen schip zo nodig "ruimte" maakt door uit te wijken en snelheid terug te nemen, een en ander konform de meest gangbare praktijk op de Westerschelde;
- oplooptmanoeuvres, waarbij grote zeeschepen betrokken zijn, zodanig worden gepland dat tijdens de manoeuvre geen andere grote zeeschepen worden ontmoet.

Indien aan deze voorwaarden is voldaan, is het aantal resterende situaties, waarin verkeersplanning nodig is, gering. De daartoe nodige verkeersafspraken kunnen goed gerealiseerd worden. Voorwaarde daarvoor is wel dat op de vaarweg op regelmatige afstanden geschikte "passeerplaatsen" beschikbaar zijn waar die situaties goed kunnen worden afgewikkeld. Met name geldt dat voor het traject Zandvliet - Bath. Daarbij moet wel worden aangetekend dat de simulatie is uitgevoerd volgens de in 1981 aanwezige resp. de in de toekomst (1985) te verwachten vaarwegafmetingen, die vrijwel overal belangrijk ruimer waren dan de volgens de uitgangspunten voor de verdieping te onderhouden afmetingen (breedte 300 m).

5.6.5 Te onderhouden vaargeulbreedtes op de verschillende deeltrajekten

Bij de in de toekomst, op grond van een minimaal te onderhouden vaargeulbreedte van 300 m, op het traject Zandvliet - Bath verwachte geulafmetingen zijn o.a. ontmoetingen van geladen massagoedschepen > 125.000 TDW met schepen > 12.000 TDW nergens mogelijk. Dergelijke ontmoetingen worden op het traject echter dagelijks meerdere malen verwacht (zie tabel 8). Gezien de grote lengte van het traject wordt dit niet acceptabel geacht. Terminste is een vaargeul nodig die voldoet aan de eisen die in § 5.5 zijn gesteld m.b.t. de maatgevende verkeerssituaties (zie figuur 14).

Anderzijds zijn op het traject Bath - Hansweert bij de "bodemplugging - 1985" volgens het simulatieonderzoek geen problemen m.b.t. de verkeersafwikkeling te verwachten, maar de vaargeuldimensies zijn dan ook zeer veel groter dan volgens de (overigens onvoldoende geachte) breedte van 300 m volgens het voorlopige ontwerp. Mocht de vaargeul zich niet volgens de ver-

wachtingen ontwikkelen, dan is het van belang te weten welke geulbreedte tenminste onderhouden moet worden.

Op basis van de ontwerpregels en de maatgevende verkeerssituaties is daarom nagegaan wat de minimaal te onderhouden afmetingen van de vaargeul op de verschillende deeltrajekten tussen Hansweert en Zandvliet zijn. Voor de bochten blijkt dat een vaarwegbreedte van 360 m tussen de boeien en 290 m op de bodem te zijn, en voor de rechte trajekten een breedte van 410 m tussen de boeien en een bodembreedte van 370 m. De te onderhouden vaargeulafmetingen zijn bij de bodemligging, die in de toekomst (1985) wordt verwacht, vrijwel overal aanwezig. Mocht onverhoopt toch op één of meer van de trajekten aanzanding optreden, dan zal enig onderhoudswerk nodig zijn.

Voor het traject Hansweert - Terneuzen werd geconstateerd dat een geul met een bodembreedte van tenminste 370 m (i.p.v. 500 m volgens de oorspronkelijke plannen) en een breedte van 500 m tussen de boeien daar nog voldoende is voor oploopmanoeuvres van een maatgevend massagoedschip (> 125.000 TDW) door een derde-generatie containerschip. Alleen t.p.v. de bocht bij Ossenissee is een wat grotere breedte nodig (50 m extra). Op een groot deel van het traject Terneuzen - Borssele is een geul met een bodembreedte van 520 m (i.p.v. 500 m) en een breedte van 580 m tussen de boeien nodig om de mogelijkheid van (incidentele) oploopmanoeuvres van twee maatgevende massagoedschepen open te houden. Hier is t.p.v. de bocht bij de uitloop van de Springergeul een extra breedte van 60 m nodig.

Ter plaatse van de drempel van Borssele blijkt, in verband met de sterke dwarsstroom, een bodembreedte van 330 m nodig (420 m tussen de boeien). Ook dan moet met een aantal beperkingen in de verkeersafwikkeling rekening worden gehouden.

Het thans geldende voorzorgsgebied (d.i. een gebied, waarin i.v.m. bijzondere omstandigheden (loodwisseling) specifieke verkeersregels gelden) op de Rede van Vlissingen is, mits het op diepte wordt gehouden, voor de vaart met de maatgevende massagoedschepen voldoende ruim. In de Scheurpas kan worden volstaan met een symmetrische geul, met een bodembreedte van 450 m en een breedte van 570 m tussen de boeien. Alleen daar waar tijdens de opvaart van de maatgevende massagoedschepen op aanzienlijke dwarsstroom moet worden gerekend (traject ten westen van de boei Scheur-Zand) wordt een bodembreedte van 530 m nodig geacht bij een breedte tussen de boeien van 690 m. Bij die

geulafmetingen is het nog mogelijk dat de maatgevende massagoedschepen door derde-generatie containerschepen worden opgelopen, terwijl aan beide zijden van de vaargeul "bermen" voor de kleine vaart aanwezig zijn. Wanneer incidenteel oploophmanoeuvres tussen maatgevende massagoedschepen onderling gewenst zijn, dan zijn hiervoor aan beide zijden van de geul (ten W. van de Mid-Akkaertboei en ten O. van de boei Wielingen 6) brede trajekten met voldoende ruimte beschikbaar.

Bij het vaststellen van de benodigde vaargeulbreedte is geen rekening gehouden met het extra breedtebeslag dat in geval van hevige wind en/of slecht zicht nodig is. Hiermee zal rekening worden gehouden door een adequate verkeersbegeleiding (zie hoofdstuk 6). De invloed van dwarsstroom is alleen bij de breedte van de geulen in het zeegebied en boven de drempel van Borsssele van belang geweest. Voor zover elders thans sterke dwarsstroomsnelheden voorkomen zal hiermee ook in de vorm van verkeersafspraken rekening worden gehouden. Het is overigens niet uitgesloten dat de dwarsstroomhinder op andere deeltrajekten te zijner tijd toeneemt. Alsdan zullen de nodige aanvullende maatregelen -in de sfeer van vaargeulverruiming en/of verkeersafspraken- getroffen moeten worden.

5.7 Keer- en ankerplaatsen en wachtgebieden

(zie DVK-nota S 80.20.04)

Naast of ter plaatse van de thans op de Westerschelde bestaande of voorgestelde ankerplaatsen zijn, voor de vaart met diepstekende schepen, de volgende voorzieningen nodig:

- ter weerszijden van de geulen in het mondingsgebied: ankerplaatsen voor schepen die bij stremming, vooral in geval van deining, daar kunnen wachten (gebied bij West Hinder en Wielingen-Zuid);
- in het Redegebied van Vlissingen een ankerplaats waar schepen die in twee getijden opvaren naar Antwerpen of Terneuzen kunnen wachten (Wielingen-Zuid);
- zeewaarts van de drempel van Borsssele een ankerplaats waar schepen die het mondingsgebied met een diepgang > 15,25 m hebben gepasseerd kunnen lichten (Everingen-"A");
- op de Rede van Terneuzen een ankerplaats waar schepen kunnen lichten alvorens verder te varen naar de havens aan het kanaal Terneuzen-Gent (Put van Terneuzen-"C"); en

- direkt benedenstrooms Zandvliet een "passeerplaats" waar de afvaart in voorkomende gevallen korte tijd met sleepboothulp kan wachten om "bovenmaatse" ontmoetingen op (delen van) het traject Hansweert - Zandvliet te voorkomen.

Daarnaast zijn op verschillende plaatsen langs de route plaatsen nodig waar getijgebonden schepen kunnen ankeren, wachten of keren in geval van storingen. Bij die storingen moet men denken aan "interne oorzaken", zoals machinekamerschade en aan de grond lopen van het schip, en "externe oorzaken" zoals stremming van de vaart door een aan de grond gelopen ander schip, door deining, doordat de sluis in het ongerede raakt, enz.

Op vrijwel alle als wacht- en ankergebieden voor getijgebonden schepen geschikte plaatsen langs de geulen moet op hoge stroomsnelheden gerekend worden. De minste diepte van de hiervoor bedoelde noodanker- en wachtgebieden voor de getijgebonden schepen wordt daardoor mede bepaald door de eis dat ook in sterke stroom de houdkracht van de ankers voldoende moet zijn. Daarvoor is tenminste een kielspeling van 10% van de diepgang nodig. Zo'n marge blijkt op de Westerschelde ook voldoende te zijn om te zorgen dat de schepen op de Westerschelde de bodem niet kunnen raken. De eis van 10% kielspeling leidt tot een in de (nood)anker- en wachtgebieden te onderhouden diepte van 16,8 m beneden GLLWS. In de zeeankergebieden is in verband met deining een diepte van 21 m beneden GLLWS nodig en voldoende. Eén ankerpositie in het gebied Wielingen-Zuid en de positie Everingen-A moeten op een diepte van 17,8 m beneden GLLWS onderhouden worden i.v.m. de vaart van schepen met een diepgang tot 16,2 m door het mondingsgebied bij gemiddeld springtij. Voor de keerplaatsen en het wachtgebied bij de Zandvlietssluis is het voldoende als de diepte gelijk is aan die van de vaargeul waaraan/waarin ze liggen.

Voor de noodankergebieden is voor de maatgevende schepen tenminste een gebied met een diameter van 900 m nodig om "onbeperkt", d.w.z. zonder sleepboothulp, te kunnen ankeren. Wanneer bij het zwaaien beschikt kan worden over sleepboothulp ("beperkt ankeren") is een gebied van ca. 900 x 450 m² voldoende. Voor een keermanoeuvr (rondtorn) zonder sleepboothulp is een gebied met een diameter van 2400 m voldoende.

Voor de maximale onderlinge afstand van de noodanker- en wachtgebieden en keerplaatsen is het uitgangspunt dat de maatgevende schepen zowel bij

"interne" als "externe" oorzaken tenminste één zo'n gebied moeten kunnen bereiken. Daarbij is vooral de opvaart van meerdere maatgevende schepen binnen een getij van belang. Dat zal in de toekomst, na realisatie van de Berendrechtssluis, veel vaker voorkomen dan thans. Het wordt nodig geacht dat zich tussen 2 zulke opvarende schepen steeds een keerplaats of een noodanker- of wachtplaats bevindt. Omdat een onderlinge afstand van ca. 10 km tussen deze schepen gewenst is om te voorkomen dat een schip op een gestrande "voorligger" loopt, is ook voor de anker- en wachtplaatsen een maximale onderlinge afstand van ca. 10 km aangehouden. Dat betekent dat de verkeerskundige capaciteit van de vaarweg niet wordt beperkt door onvoldoende "uitwijkplaatsen".

Naast de aan het begin van dit hoofdstuk genoemde gebieden zijn uiteindelijk geselecteerd: één keerplaats, 3 plaatsen waar ook zonder, en 6 plaatsen waar alleen met, sleepboothulp kan worden geankerd en 3 plaatsen waar de schepen zich in de geul (al dan niet met sleepboothulp) gaande kunnen houden (zie figuur 17). De meeste van deze gebieden worden zonder meer noodzakelijk geacht, andere zijn dringend gewenst.

Het spreekt voor zich dat intensieve communicatie en vroegtijdige informatie-uitwisseling tussen de verkeersdienst en de betrokken schepen onderling vereist is in geval situaties (dreigen te gaan) optreden waarbij noodanker- of keermanoeuvres nodig zijn. Het is van groot belang de loodsen de nodige training te geven om vaardigheid in deze -in de praktijk sporadisch nodige- manoeuvres op te doen. Verder dienen patrouilleboten, die het overige verkeer zo nodig (mede) moeten regelen, en eventueel benodigde sleepboten, zo snel mogelijk naar het betrokken gebied te worden gedirigeerd. De noodanker- en wachtplaatsen die in de geul liggen dienen (na gebruik) zo spoedig mogelijk (uiterlijk bij het eerstvolgende hoogwater) te worden vrijgemaakt voor het doorgaande verkeer.

6. BEOORDELING VAN HET VAARWEGONTWERP t.o.v. DE HUIDIGE TOESTAND

6.1 Mogelijke effecten van de uit te voeren werken en het toelaten van grote schepen op de veiligheid van het scheepvaartverkeer

(Zie nota's S 80.20.01 [1], hoofdst. 4, 6 en 7; S 80.20.03 [3], hoofdst. 13; S 80.20.04 [4], hoofdst. 7; S 80.20.06 [6], hoofdst. 5 en 6; S 80.20.07 [7]; TNO-IWECO rapport [8], hoofdst. 6 en DPS-nota [11], hoofdst. 0).

Evenals in het verleden zijn de voorgestelde **getijvensters** voor de opvaart van de "maatgevende" massagoedschepen krap. De vaarsnelheden van deze schepen zullen in de toekomst zelfs iets hoger liggen dan in het verleden. Daar staat tegenover dat de getijvensters voor de afvaart van de grote kategorie diepstekende containerschepen zeer veel ruimer worden. De meeste van deze schepen zullen zelfs in het geheel niet meer getijgebonden zijn.

Het ligt in het voornemen de vaart met de diepstekende schepen in de toekomst systematischer te plannen en te volgen, waarbij zorg gedragen wordt voor een zo onbelemmerd mogelijke doorvaart. Wanneer dat gebeurt zal dat er toe leiden dat de kans dat schepen ten gevolge van vertragingen niet meer binnen de getijvensters op kunnen varen in de toekomst zal afnemen. Enige verdere verbetering hierin kan worden bereikt door de loodswisseling op de Rede van Vlissingen te beëindigen, in welk geval er natuurlijk op moet worden gelet dat het voorzorgsgebied daar met aangepaste, lage snelheid wordt gepasseerd.

De te realiseren waterdiepten boven de drempels zijn voldoende om bij de aan te houden uitgangspunten van het projekt (zie § 2) de kans, dat de schepen de bodem van de vaarweg raken, praktisch nihil te maken. Daarbij wordt er wel van uitgegaan dat:

- op het moment dat de vaart met dieper stekende schepen wordt toegelaten een hydro-meteo systeem volledig operationeel is, dat tenminste een deinings- en een waterstandsprediktiesysteem (afwaaiing!) bevat;
- voor alle schepen een toelatingsbeleid wordt gevoerd waarbij de in het vorige hoofdstuk genoemde kielspelingsseisen* te allen tijde worden

*bruto 10% (van de diepgang) boven de drempel van Zandvliet, 15% op de Westerschelde en 20% (opvaart in 1 getij) resp. 18,5% (bij het vaarschema voor opvaart in 2 getijden) in het mondingsgebied).

gerespekteerd, en waarin bij hevige deining de getijvensters zo nodig worden verkleind;

- de frekwentie van de beheerspeilingen boven de drempels in de vaarweg (2x per maand in de Westerschelde, 1x per 3 maanden in het mondingsgebied) wordt aangehouden;
- zo spoedig mogelijk met onderhoudsbaggerwerk wordt gestart nadat gekonstateerd is dat het bodemniveau ergens tot boven het "interventiepeil" is gestegen;
- op grond van een gedetailleerd onderzoek van de routes in het verkeersscheidingsstelsel op wrakken of ondiepten aan de diepstekende schepen gerichte informatie m.b.t. die plaatsen wordt gegeven, voor zover ze (b.v. in geval van deining gekombineerd met lage waterstanden) bijdragen aan de kans op bodemberoering van die schepen.

Wanneer aan deze voorwaarden wordt voldaan, zal de kans dat schepen de bodem raken t.o.v. de huidige situatie duidelijk afnemen. Met name het handhaven van een voldoende kielspeling wordt als een zeer belangrijke voorwaarde voor een veilige vaart gezien, niet alleen om bodemberoering te voorkomen, maar vooral ook om een voldoende manoeuvreerbaarheid van de schepen te waarborgen. Uit een ongevalanalyse bleek dat in het verleden de "ongevalsgevoeligheid" zeer sterk toenam bij toenemende scheepsdiepgang. Bij die ongevallen ging het vooral om strandingen. Het spreekt voor zich dat het handhaven van een voldoende manoeuvreerbaarheid onder "kritieke" omstandigheden van uitermate groot belang is voor de veiligheid van de vaart.

In het verleden was -met uitzondering van enige drempels- de Westerschelde vrijwel overal zo diep dat ook de grootste schepen daar zonder bezwaar een getij konden overliggen. Sinds enige tijd is dat niet meer zo. Het creëren van een reeks op diepte te houden noodanker- en wachtplaatsen voor getijgebonden schepen langs de gehele vaarroute zal dan ook een positief effect op de verkeersveiligheid hebben. Naast het in acht nemen van een aantal verkeersmaatregelen is het daarbij wel van groot belang dat de loodsen voldoende training kunnen opdoen in het uitvoeren van dergelijke noodmaatregelen, die ze uiteraard in de praktijk uiterst zelden meemaken.

Op het lange en relatief smalle traject Hansweert-Zandvliet was in de periode 1966 t/m 1978 in vergelijking met de "bredere" trajecten sprake van

een duidelijk verhoogde kans op ongevallen met grote zeeschepen. Toch was in die periode de vaarweg vrijwel overal belangrijk breder dan volgens de "ontwerpregels" (bij goed zicht) voor de destijds grootste schepen nodig was. Ten behoeve van de verbetering van de vaarweg naar Antwerpen zal de vaargeul ter plaatse van een aantal "drempels" moeten worden verbreed. Dit betreft echter slechts een betrekkelijk kort deel van het traject Hansweert-Antwerpen. Bij een verdere toename van de scheepsafmetingen zal de kans op strandingen op dit traject daardoor kunnen toenemen. Dit benadrukt nog eens de noodzaak van noodanker- en wachtgebieden, met name op dit traject.

Behalve het aantal strandingen van grote zeeschepen nam in het verleden het aantal aanvaringen daarvan met andere schepen toe, naarmate de vaarweg krupper werd. Met name aanvaringen met ontmoetende schepen leidden vaak tot aanzienlijke scheepsschade. In het rapport over de verkeerssimulatie-studie, die door TNO-IWECO is uitgevoerd, wordt dan ook gekonkludeerd dat de daar gehanteerde veiligheidsmaat voor de toekomstige situatie (d.w.z. een vaarweggeometrie volgens de "prognose 1985", een verkeersaanbod volgens het "scenario 2000" en geen aanvullende nautische beheersmaatregelen) een verminderde veiligheid te zien geeft. Om de veiligheid op peil te houden worden bij die vaarweggeometrie een aantal verkeersafspraken nodig geacht waardoor verkeerssituaties, die op grond van de voor de Westerschelde afgeleide ontwerpregels op bepaalde vaarwegtrajekten niet mogelijk zijn, worden voorkomen. Ook gezien de verhoogde ongevalskans in 1966...1978 in vaargeultrajekten die relatief smal waren, maar toch nog breder dan volgens de ontwerp-regels (zonder toeslag voor slecht zicht), is dit geen overbodige luxe.

Opvallend vaak speelde slecht zicht een rol bij het ontstaan van ernstige ongevallen. Een vaargeulbreedte met bijbehorende verkeersafspraken volgens de "ontwerpregels" lijkt daarom niet voldoende om een toename van het aantal ongevallen met grote zeeschepen te voorkomen. Bij een goede navigatie-assistentie in geval van slecht zicht en een adequate verkeersbegeleiding, waarbij behalve de volgens de ontwerpregels "bovenmaatse" verkeerssituaties in geval van slecht zicht, harde wind, extra sterke stroom enz. ook andere "gevaarlijke" verkeerssituaties op de kritieke deeltrajekten worden voorkomen, is het echter zeker mogelijk de verkeersveiligheid in de ontworpen vaarweg zelfs te verhogen. De uitgevoerde verkeerssimulaties hebben aangetoond dat een dergelijke regeling zonder aanzienlijke vertragingen in de verkeersafwikkeling mogelijk is.

De Drempel van Borssele is, in de laatste jaren, voor de grootste zeeschepen naast de Rede van Vlissingen het belangrijkste ongevalskoncentratiepunt geworden. Zeker bij slecht zicht en/of wind zijn diverse ontmoetingen hier niet veilig mogelijk. Ook de passage van de grootste zeeschepen leverde -bij sterke dwarsstroom en slecht zicht- in het verleden herhaaldelijk problemen op (zie § 7.3 en 7.5). Verkeersbegeleiding vanuit een verkeerspost op de wal, op grond van een goede positiebepaling van de schepen en informatie m.b.t. de stroomsnelheden, zal naar verwachting, wanneer daarnaast ook de vaargeul wordt verbreed, de afname van de verkeersveiligheid door de komst van grotere schepen ruimschoots compenseren.

De verkeersveiligheid op de Rede van Vlissingen kan verder worden verbeterd door op de grootste schepen de rivierloodsen al op de loodspost op zee aan boord te nemen resp. van boord te laten. Voor de trajekten die reeds thans relatief ruim zijn (het mondingsgebied ten westen van Vlissingen, het traject Borssele-Hansweert) wordt aanbevolen op- en afvaart met de grootste schepen vanaf de wal te volgen en, zo nodig, navigatie-assistentie te verlenen (vooral bij slecht zicht) en te adviseren m.b.t. de planning van oploopen en ontmoetingssituaties.

Tenslotte moet nog worden opgemerkt dat het aantal strandingen van en boeiaanvaringen door grote zeeschepen nabij de Zandvlietssluis in de periode van 1966 t/m 1978 hoog was. Bij een verdere toename van de scheepsafmetingen lijkt het nodig dat de grootste zeeschepen altijd kunnen beschikken over sleepboten met een voldoende vermogen. Deze kunnen ook bij eventuele strandingen en (nood)anker- en keermanoeuvres van "maatgevende" schepen hun nut bewijzen. Een aantal van dergelijke krachtige sleepboten wordt/is in de loop van 1983 in Antwerpen in gebruik genomen.

Slechts combinatie van de ontworpen vaarwegverruiming met de daarbij in te stellen verkeersregeling, die overal tenminste aan de "ontwerpregels" voldoet, en de hiervoor opgesomde aanvullende investeringen en maatregelen zullen er toe leiden dat de veiligheid van het scheepvaartverkeer niet zal verminderen als gevolg van het verdiepingsproject en de introductie van de vaart met grotere schepen. Afhankelijk van de wijze waarop de verkeersbegeleiding wordt uitgevoerd is er zelfs enige verbetering van de veiligheid t.o.v. de huidige situatie mogelijk.

6.2 De invloed van de verdieping op de risico's voor mens en milieu, die het scheepvaartverkeer met zich meebrengt

(zie TNO-MT rapport [9] en DDMI-nota [10])

Het uitvoeren van werkzaamheden aan een vaarweg met als doel het varen met grotere schepen mogelijk te maken kan de veiligheid van de bevolking rond de vaarweg op een aantal manieren beïnvloeden. Hier wordt alleen ingegaan op die veiligheidsrisico's, die samenhangen met het vervoer van gevaarlijke stoffen. Veranderingen, die in principe een toename van het risico voor de bevolking kunnen veroorzaken, zijn dan:

1. Een toename van de kans dat een schip, dat gevaarlijke stoffen vervoert, bij een ongeval betrokken raakt:
 - a. door een toename van het aantal ongevallen (bij gelijkblijvend verkeersaanbod),
 - b. door een toename van het verkeersaanbod,
 - c. door een toename van het vervoer van bepaalde categorieën gevaarlijke stoffen, met als gevolg een toename van het aantal schepen dat deze stoffen vervoert.
2. Een toename van de kans dat bij een ongeval, waarbij een schip met gevaarlijke lading betrokken is, deze lading vrijkomt als gevolg van
 - a. hogere snelheden van de "overige" schepen, en
 - b. grotere massa of andere vorm van de "overige" schepen.
3. Een toename van de maximale hoeveelheid gevaarlijke stof, die bij één ongeval vrijkomt, door een toename van de grootte van de schepen en/of ladingtanks waarin die stof wordt vervoerd.
4. Een afname van de afstand tussen de plaats, waar de stof vrijkomt, en een bevolkingscentrum door een wijziging in het tracé van de vaarweg.

Door de TNO-hoofdgroep Maatschappelijke Technologie is een studie uitgevoerd naar de gevolgen van de verdieping van de Westerschelde voor de veiligheid van de bevolking. Een van de uitgangspunten van dat onderzoek was dat het uiteindelijke vaargeulontwerp en de daarbij toe te passen nautische beheersmaatregelen zodanig zullen worden gekozen dat het aantal aanvaringen na de verdieping zal afnemen bij een gelijk blijvend vervoersbeeld. In het vorige hoofdstuk is plausibel gemaakt dat, bij de in hoofdstuk 5 beschreven vaarwegafmetingen, dat inderdaad verwacht mag worden, mits ook de nodige

verkeersmaatregelen worden getroffen. Verder is de snelheid van de getijgebonden schepen na de verdieping nauwelijks hoger dan thans. Aangenomen is dat de verhoging van de verkeersveiligheid op de Westerschelde zodanig is dat behalve de mogelijke effecten van het verdiepingsproject, genoemd onder 1a, ook die onder 1b en 2 niet leiden tot een toename van de risico's voor de bevolking. Verder verandert het tracé van de vaarweg alleen ver op zee (bij de Akkaert Bank) wezenlijk. De plaats waar dat gebeurt ligt zo ver van de bewoonde wereld dat het effect van de tracé-verandering verwaarloosbaar is. Het onderzoek is daarom geheel gericht op mogelijk effecten van een toename van het vervoer van gevaarlijke stoffen (zie 1c) en van de grootte van de schepen die ze vervoeren (zie 3), beide voor zover veroorzaakt door de verbetering van de vaarweg en de toegankelijkheid van Antwerpen. Naast de gevolgen voor de veiligheid van de bevolking is daarbij ook aan mogelijke schade aan het milieu enige aandacht besteed.

De studie van TNO-MT heeft bestaan uit:

- het uitvoeren van een beperkte risico-analyse van het huidige transport van gevaarlijke stoffen over de Westerschelde, en
- het analyseren van de nauwkeurigheid waarmee risicoberekeningen uitgevoerd kunnen worden.

Aangezien het onmogelijk is gebleken een betrouwbare prognose op te stellen voor het vervoer van gevaarlijke stoffen na de verdieping, is een vergelijking van de risico's voor en na de verdieping niet uitvoerbaar gebleken. Het accent van het onderzoek is daarom verschoven naar het analyseren van de invloed van denkbare veranderingen op het berekende risico.

Zonder afbreuk te doen aan het doel van de studie zijn bij het uitvoeren van de nauwkeurighedsanalyse en risico-analyse de volgende beperkingen gesteld:

1. De gevaarlijke stoffen zijn ingedeeld in vijf categorieën; per categorie is een voorbeeldstof gekozen.
2. Uitsluitend de effecten die tot de grootste gevolgen voor bevolking en milieu aanleiding geven, zijn beschouwd.
3. Het transport per binnenvaartschip is niet beschouwd. Het transport per zeeschip is beperkt tot het bulktransport in tankschepen.
4. Alleen letaal (= dodelijk) letsel wordt als schade-kriterium gehanteerd voor de vaststelling van het risico voor de bewoners.

Het kwantificeren van de schade aan het milieu werd door TNO-MT beperkt tot het bepalen van het oppervlak waarover de verontreiniging zich uitstrekt.

Het risico voor de bevolking werd uitgedrukt in de kans dat een zeker aantal doden werd overschreden. Deze kans werd gepresenteerd in de vorm van risico-figuren (zie figuur 18, waarin de effecten van schaalvergroting in de scheepvaart worden geïllustreerd). Zo'n risico-figuur komt tot stand door langs de gehele route "ongevalspunten" te kiezen en vervolgens per ongevalspunt alle mogelijke ontwikkelingen te berekenen (kans op ongevallen aldaar, effecten, meteorologische kondities enz.). Dit resulteert in vele duizenden ongevalsscenario's die, gesommeerd, tot risico-figuren als in figuur 18 leiden. De analyse van de risico's voor de bevolking is door TNO-MT toegespitst op twee elementen:

- het maximaal aantal doden als gevolg van één ongevalsgebeurtenis, en
- de gesommeerde kans op het optreden van ongevallen als gevolg van alle geanalyseerde ongevalsgebeurtenissen op de Westerschelde.

De resultaten van het onderzoek zijn door TNO-MT samengevat in een viertal konklusies:

Konklusie 1: Het risico van het transport van gevaarlijke stoffen op de Westerschelde wordt in hoofdzaak bepaald door de vloeibaargasschepen waarvoor als voorbeeldstoffen NH_3 (ammoniak) en LPG zijn gekozen.

Konklusie 2: De verdieping van de Westerschelde heeft geen wezenlijke invloed op het maximaal aantal doden ten gevolge van een ongeval. Dat komt omdat het varen met grotere schepen uit de huidige vloot vloeibaargasschepen niet resulteert in een toename van het maximaal aantal doden, terwijl bovendien de vaarroute voor en na de verdieping dezelfde blijft.

Konklusie 3: Zelfs wanneer na de verdieping van de Westerschelde uitsluitend met de grootste vloeibaargasschepen zou worden gevaren (125.000 m^3), zal de gesommeerde kans op één of meer doden maximaal met een faktor 1,5 toenemen. Uitgangspunt is dat de vervoersomvang van vloeibaar gas voor en na de verdieping dezelfde is. De toename van de kans op doden met een faktor 1,5

resulteert niet in een statistisch significant ander risico. Voor een significante verandering van het risico is als criterium gekozen dat de toename van de kans tenminste gelijk moet zijn aan de faktor die de onzekerheid geeft waarmee de kans op doden berekend wordt. Voor de vloeibaargasschepen bedraagt de onzekerheid een faktor 6.

Konklusie 4: Wanneer ten gevolge van de verdieping een toename van het vervoer van vloeibaar gas met een faktor 6 of groter zou optreden, zal dit in een statistisch significant ander risico -in termen van kans op doden- ten opzichte van de situatie vóór de verdieping resulteren. Uitgangspunt is in dit geval dat de vlootsamenstelling vóór en na de verdieping niet wijzigt. Deze konklusie is gebaseerd op hetzelfde criterium als geformuleerd bij konklusie 3.

Door de werkgroep die de TNO-MT studie begeleidde zijn de volgende kanttekeningen bij deze konklusies geplaatst.

Er bestaan geen goede prognoses m.b.t. de invloed van de verdieping van de rivier op het vervoer van gevaarlijke stoffen door zeeschepen en op de grootte van de schepen waarmee deze stoffen vervoerd worden. Het is evenwel onwaarschijnlijk dat alle vervoer van gevaarlijke stoffen in de toekomst uitsluitend met grote schepen geschieden zal; evenmin wordt thans voorzien dat het vervoer van gevaarlijke stoffen sterk zal toenemen uitsluitend als gevolg van de rivierverdieping. De werkgroep was daarom van mening dat, bij de gehanteerde uitgangspunten, de verdieping van de Westerschelde geen bij voorbaat ontoelaatbaar effect zal hebben op de veiligheid van de bevolking. Uitdrukkelijk dient wel te worden gesteld dat de overwegingen m.b.t. significante verschillen in risico's op basis van de nauwkeurigheid van de gehanteerde modellen zeker niet gebruikt mogen worden om af te zien van maatregelen waardoor het risico minder afneemt dan wat op basis van deze berekeningen significant is. Evenmin kunnen maatregelen, die leiden tot een minder dan significante stijging van het risico alleen op grond daarvan acceptabel worden geacht.

Voor wat betreft de risico's voor het milieu is door TNO-MT alleen nagegaan wat de kans is op de verspreiding van een bepaalde hoeveelheid milieuverontreinigende stof of op een initieel verontreinigd oppervlak. Dat

is gedaan voor het vervoer van nafta en van ruwe aardolie. Analooq aan de beschouwingen m.b.t. het risico voor de bevolking is gekonstateerd dat de toename van de vervoersomvang van milieugevaarlijke stoffen groter moet zijn dan een faktor 4, wil er sprake zijn van een statistisch signifikant andere kans dat een bepaalde hoeveelheid stof het milieu belast.

Door de Deltadienst, hoofdafdeling Milieu en Inrichting, is een verken- nende studie uitgevoerd naar de risico's van het vervoer van olie en vloeibare stoffen op het milieu in de Westerschelde. Gekonstateerd wordt dat er in de huidige situatie in geval van kalamiteiten waarbij schepen met milieugevaarlijke stoffen betrokken zijn, een aanzienlijke milieuschade kan optreden. Ook hier is het, door het ontbreken van prognoses over de wijziging van het vervoersbeeld als gevolg van de verdieping en de grote onzekerheid over de kans op een kalamiteit, niet mogelijk een "keiharde" uitspraak te doen over de invloed daarvan op het risico voor het milieu. Kwalitatief kunnen m.b.t. het milieu dezelfde opmerkingen worden gemaakt als hiervoor is gedaan m.b.t. de aanvaardbaarheid van risico's voor de veiligheid van de bevolking.

6.3 Beheersmaatregelen

6.3.1 Waterloopkundig en waterbouwkundig beheer t.b.v. de scheepvaart

(zie ook nota's S 80.20.03 [3], hoofdst. 3; S 80.20.05 [5], hoofdst. 4 en DPS-nota [11])

Voor wat betreft het beheer en onderhoud van de vaargeulen is in § 6.1 al aangegeven dat het van groot belang is dat de lodingsfrequentie, waarop de marges voor lodingsonnauwkeurigheid en aanzanding tussen beheerspeilingen zijn gebaseerd, ook in de toekomst t.p.v. de drempels zullen worden aangehouden. Uiteraard kan worden overwogen deze frequentie te verlagen, wanneer t.z.t. wetenschappelijk wordt aangetoond dat de bodemvariabiliteit minder sterk is dan tot nu toe is aangenomen, of door over te gaan op een dieper interventiepeil voor onderhoudsbaggerwerk. Verder is in § 6.1 reeds gesteld dat zo spoedig mogelijk nadat gekonstateerd is dat het interventiepeil is bereikt (zie fig. 11) dient te worden gestart met het onderhoud.

Erg belangrijk is ook dat de ontwikkeling van het stroombeeld op de Westerschelde nauwlettend wordt gevolgd. Optredende veranderingen in het geulenstelsel die tot een sterke toename van de dwarsstroomhinder kunnen leiden, zullen ook nauwgezet moeten worden gevolgd. Naast regelmatige

metingen van het stroombeeld op de bekende plaatsen (zie fig. 3) zal daarbij van een te ontwikkelen mathematisch model van de stromingen in de Westerschelde gebruik kunnen worden gemaakt.

De belangrijkste waterloopkundige beheersmaatregelen hebben betrekking op het ontwikkelen van een deinings- en waterstandsprediktiesysteem voor de Westerschelde en haar mondingsgebied. Dit systeem zal deinings- en waterstandsinformatie gaan leveren ten behoeve van alle getijgebonden scheepvaart alsook, bij lage waterstanden (omstreeks of beneden GLLWS, in geval van hevige deining in het mondingsgebied ook bij iets hogere waterstanden) ten behoeve van een klein deel van de net niet meer getijgebonden vaart. Op routinebasis zal elke dag ca. 4x een 18-uurs voorspelling van de verwachte waterstanden langs de vaarweg worden gegeven. Het systeem zal daartoe op kontinu-basis moeten functioneren. Daarnaast zal een voorspelling van de verwachte hoeveelheid golfbeweging worden opgesteld. Hier kan met een kortetermijn-voorspelling worden volstaan, daar de vaart door het mondingsgebied slechts enkele uren vergt. Daarbij zal ook met de onzekerheidsmarge in de voorspelde waterstanden en golven rekening worden gehouden.

Om de nodige verwachtingen op te kunnen stellen, zal de instantie die de nautische autoriteit adviseert moeten beschikken over zowel lokale hydraulische en meteorologische gegevens, aan en voor de Belgische kust en in de Westerschelde, als over een deel van de gegevens van het Meetnet Noordzee. Daarnaast zal gebruik moeten worden gemaakt van golfverwachtings- en waterstandsverwachtingsmodellen. Gezien het voorgaande lijkt het een logische uitbreiding de adviesinstantie ook te belasten met het verstrekken van informatie over wind en zicht. Er zijn diverse samenwerkingsverbanden tussen Nederlandse en Belgische diensten mogelijk om e.e.a. te realiseren. Uitgangspunt is dat het systeem volledig uitgetest en operationeel moet zijn op het moment dat de vaarweg wordt opengesteld voor de dieperstekende schepen. In alle gevallen zal er één eenduidig advies dienen te worden gegeven aan de nautische autoriteit. Dit is de Directeur Scheepvaart en Maritieme Zaken in het distrikt Scheldemond, gevestigd in Vlissingen.

6.3.2 Nautische beheersmaatregelen

(zie DVK-nota S 80.20.07)

De uiteindelijke verantwoordelijkheid voor het toelatingsbeleid voor de vaart over de Westerschelde berust bij de directeur Scheepvaart en Maritieme

Zaken van het distrikt Scheldemond. Bij de uitwerking van het toelatingsbeleid zal hij zijn beslissingen nemen in samenspraak met de vertegenwoordiger(s) van het Belgisch Loodswezen. Dit is reeds thans het geval, maar na de totstandkoming van het Schelde Coördinatie Centrum worden de faciliteiten voor deze samenspraak aanzienlijk verbeterd doordat de Belgische en de Nederlandse dienstleiding op kontinubasis in dezelfde ruimte zullen opereren. Het toelatingsbeleid kan dan worden gehanteerd in goed overleg tussen de wederzijdse dienstleidingen en met de betrokken loodsen.

T.a.v. Zeebrugge ligt het in de rede dat Zeebrugge v.w.b. de toelating tot die haven zijn eigen bevoegde autoriteit zal hebben. De vaart van grote schepen op Zeebrugge en van de schepen voor de havens langs de Westerschelde zal echter reeds vanaf de loodspost nabij de West-Hinder geïntegreerd moeten geschieden, zodat een, door een doeltreffend verbindingssysteem (IVS) en goede procedures onderbouwde, intensieve samenwerking tussen Vlissingen en Zeebrugge onontbeerlijk zal zijn.

De administratieve melding van aankomst behoort in de toekomst (voor zover technisch uitvoerbaar) tenminste 24 uur van te voren te geschieden en te worden ingevoerd in een informatieverwerkend systeem (IVS). De eerste operationele melding moet dan aan het kuststation worden gedaan 6 uur voor aankomst op het loodstation. Vanaf 2 uur voor aankomst dient marifooncontact onderhouden te worden met de verkeerspost aan de wal (Zeebrugge) en eventueel met de loodsboot tijdens de aktuele beloodsing.

De uitvoering van het toelatingsbeleid zal voor de opvaart bij de Verkeersdienst te Vlissingen berusten in samenwerking met de Nederlandse en Belgische loodsdiensten. Onder meer dient de gezagvoerder een verklaring te geven t.a.v. de (voltallige) bemanning en de konditie van romp, machines en uitrusting. Voor de afvaart berust de uitvoering van het toelatingsbeleid bij de Coördinatedienst te Zandvliet, in overleg met o.a. de Verkeersdienst te Vlissingen.

Er is in de voorgaande hoofdstukken van uitgegaan dat in de toekomst zowel voor de op- als afvaart van de grote schepen vaarplannen worden opgesteld, respektievelijk door de Verkeersdienst en de Coördinatedienst in overleg met de loodsdiensten. Deze vaarplannen zullen daarna direkt worden ingevoerd in het IVS, waarop alle bij de scheepvaart betrokken diensten en instanties zouden moeten worden aangesloten. Daaraan zal ook de voor het op-

stellen van de vaarplannen nodige informatie (o.a. over de vaarschema's van andere schepen) worden ontleend. Het is nodig dat deze vaarplannen zodanig worden opgezet:

- dat de snelheden volgens de vaarschema's die ten grondslag liggen aan de getijvensters niet worden overschreden; en
- dat te allen tijde de eerdergenoemde kielspelingspercentages beschikbaar zijn bij de voorspelde waterstanden. Ook met het optreden van deining zal terdege rekening dienen te worden gehouden.

Wanneer twee maatgevende schepen op hetzelfde getij op- of afvaren, zal in principe een onderlinge afstand van ca. 10 km worden aangehouden. De plannen moeten worden geakkordeerd door de betrokken loodsen.

In dat vaarplan wordt een vaarschema opgegeven met passeertijden van bepaalde punten. Gevaren wordt binnen een zeer beperkt getijvenster, zodat voor een zo onbelemmerd mogelijke doorvaart moet worden zorg gedragen. Gezien de beschikbare breedte ten oosten van Hansweert zullen ontmoetingen en inhaalmanoeuvres op daarvoor geschikte vaarweggedeelten plaats moeten vinden of geheel worden ontraden c.q. verboden d.m.v. bekendmakingen of aanvullingen op de vigerende regels.

De kommunikatie tijdens de vaart over de Westerschelde wordt onderhouden d.m.v. VHF-kontakten met de regio-verkeersposten. Daartoe is de route verdeeld in kommunikatieblokken met aparte marifoonkanalen. De informatie-uitwisseling tussen schip en wal zal vooral betrekking hebben op hydrologische en meteorologische omstandigheden, het scheepvaartverkeer, het sluisbedrijf, navigatie-assistentie, verkeersbegeleiding, en eventuele van belang zijnde andere bijzonderheden.

Navigatie-assistentie wordt verleend in de vorm van positie-informatie, richting en afstand tot andere schepen en objekten. Het heeft alleen een informerend karakter.

Het is gewenst dat in de toekomst de voortgang van het getijgebonden schip door de (regio)verkeersposten (Zeebrugge, Vlissingen, Terneuzen, Hansweert en Zandvliet) wordt beoordeeld in relatie tot de voortgang van de overige verkeersdeelnemers. Zeker na realisatie van de UWRK zijn eventuele ongewenste verkeerssituaties tijdig te onderkennen. Deze zullen vermeden moeten kunnen worden door het geven van informatie of door het maken van vaarafspraken. Daarbij zal worden aangesloten op de "ontwerpregels" voor de

vaarwegdimensionering (zie hoofdstuk 5), de aktuele vaarweggeometrie en de aktuele hydrologische en meteorologische kondities. Uitgangspunt daarbij is dat "vrij baan" moet worden gemaakt voor het schip met het krapste getijvenster.

Onder bepaalde omstandigheden worden verkeersaanwijzingen gegeven door de nautische beheerder (z.g. resultaatsaanwijzingen). Deze en andere nautische beheersmaatregelen t.b.v. een veilige en vlotte vaart betreffen maatregelen, voorschriften en aanbevelingen die betrekking kunnen hebben op een schip, de scheepvaart in het algemeen, de loodsdienst, de Verkeersdienst en/of de Vaarwegmarkeringsdienst.

Overwogen wordt bij de vaart met de grootste schepen een extra loods als assistent mee te laten varen. In ieder geval zullen de loodsen die op de "maatgevende" schepen varen in de toekomst getraind moeten worden in het uitvoeren van manoeuvres en met name ook noodmanoeuvres, waarvoor de vereiste ervaring in de praktijk niet of moeilijk kan worden verkregen. Nagegaan wordt of het wenselijk is in bepaalde gevallen een lokaal bekende roerganger (wielman) in te schakelen voor de vaart op de rivier. In ieder geval kan dit na opgedane ervaringen op het traject zee - Vlissingen Rede worden geadviseerd door de zeeloods en als konsekwentie daarvan geëist worden door de nautische vaarwegbeheerder. Tenslotte zal worden nagegaan of een nauwkeurig plaatsbepalingssysteem -onafhankelijk van de scheepsapparatuur- langs het gehele traject gerealiseerd kan worden, zodat aan boord de positie van het schip in de vaargeul doorlopend gecontroleerd kan worden.

Goederengroep ¹	Eenheid	Antwerpen		Gent		Terneuzen	
		1977	1981	1977	1981	1977	1981
Totaal aanvoer	10 ⁶ ton	36,3	43,7	11,1	15,7	4,0	5,5
Onder te verdelen in:							
voedingsstoffen	10 ⁶ ton	7,0	3,8	2,3	2,4	-	-
grondstoffen	10 ⁶ ton	11,0 ²	11,0 ³	4,4 ²	6,2 ³	0,6	0,5
brandstoffen	10 ⁶ ton	8,5 ³	16,3 ²	1,3 ³	4,0 ²	2,7	3,1
chemische produkten	10 ⁶ ton	4,9	2,2	0,1	0,8	0,4	1,2
overige produkten	10 ⁶ ton	4,7	10,4	3,0	2,3	0,3	0,7
Gesplitst in:							
containers	10 ⁶ ton	1,1	2,9	0,1	0,1	-	-
aantal containers	10 ³ stuks		390				
diverse produkten	10 ⁶ ton	3,6	7,5	2,9	2,2	0,3	0,7
Totaal afvoer	10 ⁶ ton	30,0	36,1	3,5	3,6	2,5	2,2
Onder te verdelen in:							
voedingsstoffen	10 ⁶ ton	3,5	3,0	0,2	1,0	-	-
grondstoffen	10 ⁶ ton	1,7 ²	0,1 ³	0,1 ²	0,1 ³	0,2	0
brandstoffen	10 ⁶ ton	9,3 ³	6,9 ²	1,7 ³	0,8 ²	0,3	0,4
chemische produkten	10 ⁶ ton	5,5	1,5	0,1	0,1	2,0	1,7
overige produkten	10 ⁶ ton	9,2	24,5	1,4	1,6	-	0,1
Gesplitst in:							
containers	10 ⁶ ton	1,9	4,2	0	0	-	-
aantal containers	10 ³ stuks		405				
diverse produkten	10 ⁶ ton	7,4	20,3	1,4	1,6	-	0,1

¹ De indeling naar goederensoort verschilt per literatuurbron. Hierdoor lijken de gegevens soms niet consistent: zie bijvoorbeeld de brandstoffen en grondstoffen (kolen!)

² Inklusief kolen; zie ook 1.

³ Exklusief kolen; zie ook 1.

	Laadvermogen in 10 ³ tdw	ANTWERPEN			TERNEUZEN		
		Totaal aanbod per richting	Aantal geladen schepen in 1981		Totaal aanbod per richting	Aantal geladen schepen in 1981	
			Opvaart	Afvaart		Opvaart	Afvaart
Totaal	< 1	3533	2849	3533	1939	1057	1057
	1 - 6	6474	5654	5716	1191	866	755
	6 - 12	2181	1643	2083	335	335	268
	12 - 25	3319	2407	2911	211	169	127
	25 - 50	839	756	674	254	169	51
	50 - 125	428	428	285	127	127	0
	> 125	28	28	0	0	0	0
Vracht- schepen	12 - 25	2563	1710	2417	127	85	64
	25 - 50	76	76	63	0	0	0
	50 - 125	71	71	71	0	0	0
	> 125	0	0	0	0	0	0
Container- schepen	12 - 25	232	232	232	42	42	42
	25 - 50	229	191	229	0	0	0
	50 - 125	71	71	71	0	0	0
	> 125	0	0	0	0	0	0
Massagoed- schepen	12 - 25	524	466	262	42	42	21
	25 - 50	534	490	381	254	169	51
	50 - 125	286	286	143	127	127	0
	> 125	28	28	0	0	0	0

Tabel 2: Samenstelling van het verkeer op Antwerpen en via de sluizen van Terneuzen

	Diepgangs- klasse	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
Ingekomen schepen	135 - 140				-	2	2	-	-	-	1	5	3
	130 - 134				3	-	10	23	39	23	43	75	72
	125 - 129				45	55	89	80	107	80	92	97	77
	120 - 124				102	135	133	80	73	81	80	90	109
	115 - 119				154	155	106	69	66	53	71	74	87
	110 - 114				118	124	107	83	85	63	68	88	80
	105 - 109				52	59	72	69	92	110	89	122	100
	100 - 104				122	135	153	116	151	158	119	141	162
	97 - 99				106	110	132	92	125	144	109	111	124
	Schepen > 97 dm diepgang	1071	1201	946	702	775	804	612	738	712	672	802	814
	Idem in % totale vloot	5,3	5,9	4,8	3,5	3,9	4,1	3,3	3,9	3,8	3,7	4,4	4,6
Uitgaande schepen	125 - 129											1	-
	120 - 124											1	1
	115 - 119						1	1	5	21	17	11	12
	110 - 114					21	33	19	25	38	47	49	43
	105 - 109					28	45	39	35	73	101	94	87
	100 - 104					93	119	50	53	85	128	131	158
	97 - 99					128	123	64	86	132	101	124	162
	Schepen > 97 dm diepgang	184	151	193	255	270	321	173	204	349	394	411	463
	Idem in % totale vloot	1,0	0,7	1,0	1,0	1,3	1,6	0,9	1,1	1,8	2,2	2,2	2,6
	Totaal scheeps- aanbod (x 1000)	38,1	40,4	39,4	39,5	39,6	39,5	36,7	37,0	37,0	36,5	36,7	35,7

Opmerking: 1) Maximum geadviseerde diepgang bij afvaart uit de Zandvliet-sluys bedraagt 38' (116 dm).

- 2) Bovenstaande statistiek werd opgesteld aan de hand van door de Ontvangerij der loodsrechten verstrekte gegevens en geeft geen juist overzicht van de grootste diepte waarmede van Antwerpen werd afgevaren. Bij lichten of laden te Everingen of Terneuzen werd de diepgang voor resp. na dit lichten/laden geakteerd, gezien de loodsrechten berekend worden volgens de grootste diepgang gedurende de volledige loodsreis.

Bron: Loodsstatistieken - Belgische Loodswezen.

Jaar	Ge- tij	Data	Naam van het schip	Lengte (m)	Breedte (m)	Draagvermogen (DWT)	Diepgang (m) (ft)	
1972	S	13- 4	Nikkala	244	37,8	72.500	12,84 42'2"	
	M	23- 6	Aragonite Islander	261	32,4	74.203	10,51 34'6"	
	S	19- 1	Pegny	255	38,1	96.130	10,46 34'4"	
			Normale grootste DWT van geladen schepen rond 72.500					
1973	S	2- 9	Nikkala	244	37,8	72.500	12,89 42'4"	
	M	16-11	Ancora	282	38,4	125.000	11,17 36'8"	gelost ca. 70.000 t
	M	30-12	Thorfrid	256	39,0	96.400	12,18 40'	gelost ca. 80.000 t
1974	S	23- 6	Nimba	244	37,9	72.500	12,92 42'5"	gelost ca. 76.000 t
	D	24-10	Transoceanica Mario	297	40,8	136.200	9,75 32'	herstelling
	M	29- 9	Harima Maru	261	40,6	114.812	11,01 36'2"	gelost ca. 73.050 t
1975	S	26- 2	Ragna Gorthon	244	32,3	68.785	13,02 42'9"	gelost ca. 66.511 t
	S	27- 2	Silver Bridge	266	44,0	142.767	11,67 38'4"	
	M	16-11	Jacob Russ	282	42,3	139.852	11,04 36'3"	
1976	S	1- 6	Melete	228	32,3	72.063	13,20 43'4"	
	M	25- 5	Sir John Hunter	294	44,3	169.087	8,22 27'	
	S	29- 7	Nortrans Elma	260	39,7	118.738	13,32 43'9"	(betwist gegeven)
			Totaal: 17 schepen met meer dan 100.000 DWT met zeer beperkte diepgang, 5 schepen met meer dan 13 m diepgang.					
1977	S	14- 9	Ludolf Oldendorff	244	32,2	74.027	13,23 43'5"	
	M	17- 1	Glewont 2	284	43,5	135.700	10,35 34'	
	D	16- 3	Nortrans Elma	260	39,7	118.738	12,49 41'	
			Totaal: 21 schepen met meer dan 100.000 DWT, 6 schepen met meer dan 13 m diepgang					
1978	S	25- 5	Ellora	237	35,4	44.222	13,58 44'7"	
	S	16-12	Englisch Bridge	294	44,3	169.080	8,22 26'08"	leeg - herstel
			Totaal: 66 schepen met meer dan 100.000 DWT, 24 schepen met meer dan 13 m diepgang					
1979	S	15- 1	Chihirosan Maro	260	39,7	110.904	13,99 45'6"	(betwist gegeven)
	S	17- 3	Eraclide	287	40,8	135.995	9,75 32'0"	
	M	29- 8	Cast Puffin	266	44,1	142.725	12,75 41'10"	
			Totaal: 109 schepen met meer dan 100.000 DWT, 54 schepen met meer dan 13 m diepgang					
1980	M	13-12	Sea Antwerp	286	41,0	140.653	10,97 36'0"	
	M	9- 1	Cast Petrel	266	44,1	142.762	11,96 39'3"	
	M	15- 2	Andros Storm	275	43,4	146.346	11,88 39'0"	
	S	5- 1	Atlantic Princess	256	38,6	87.106	14,02 46'0"	
			Totaal: 111 schepen met meer dan 100.000 DWT, 51 schepen met meer dan 13 m diepgang					

S = springtij
M = gemiddeld getij
D = doodtij

Tonnage-klasse (tdw)	Scheepstype					
	Containerschepen			Overige schepen		
	lengte ¹⁾ (m)	breedte (m)	diepgang (m)	lengte ¹⁾ (m)	breedte (m)	diepgang (m)
0- 6.000	110	20	8	110	18	7
6000- 12.000	150	23	9	150	21	9
12.000- 25.000	210	28	11	180	26	10
25.000- 50.000	290 ²⁾	33	12,5	210	33	12
50.000-125.000	290 ²⁾	33	13	290 ²⁾	42,5	15,3
> 125.000	-	-	-	300 ²⁾	50	15,3

1) tussen loodlijnen

2) over alles

		ANTWERPEN				TERNEUZEN/ GENT 1)			
Laadvermogen in DWT		Scheeps- aanbod 1981	Scheepsaanbod in 2000 volgens centraal scenario ("extra la- ding in maatgevende schepen")			Scheeps- aanbod 1981			
			Totaal aantal schepen per richting	Totaal aantal geladen schepen			Totaal aantal schepen per richting	Totaal aantal geladen schepen	
				opvaart	afvaart			opvaart	afvaart
Massagoedschepen	1.000		353	235	353		0	0	0
	1.000 - 5.999		2033	1771	1555		325	108	325
	6.000 - 11.999		105	105	70		67	67	67
	12.000 - 24.999		524	466	262		42	42	21
	25.000 - 49.999		534	490	381		254	169	51
	50.000 - 124.999		446	286	303		351	351	91
	125.000		352	352	0		0	0	0
Containerschepen	1.000		117	117	117		0	0	0
	1.000 - 5.999		932	785	932		73	73	73
	6.000 - 11.999		105	105	105		201	201	134
	12.000 - 24.999		232	232	232		42	42	42
	25.000 - 49.999		229	191	229		13	13	0
	50.000 - 124.999		621	441	621		0	0	0
	125.000		0	0	0		0	0	0
Vrachtschepen	1.000		3063	2496	3063		1939	1057	1057
	1.000 - 5.999		3509	3098	3228		793	685	357
	6.000 - 11.999		1971	1433	1908		67	67	67
	12.000 - 24.999		2563	1710	2417		127	85	64
	25.000 - 49.999		76	76	63		0	0	0
	50.000 - 124.999		233	71	233		14	14	14
	125.000		0	0	0		0	0	0
Alle schepen	1.000	3533	3533	2849	3533	1939	1939	1057	1057
	1.000 - 5.999	6474	6474	5654	5716	1191	1191	866	755
	6.000 - 11.999	2181	2181	1643	2083	335	335	335	268
	12.000 - 24.999	3319	3319	2407	2911	211	211	169	127
	25.000 - 49.999	839	839	756	674	254	267	182	51
	50.000 - 124.999	428	1300	798	1157	127	365	365	105
	125.000	28	352	352	0	0	0	0	0
Totaal		16802	17998	14459	16073	4057	4308	2974	2363

¹⁾ Alleen het verkeer dat de sluisen passeert, dus exkl. Terneuzen Rede/Westbuitenhaven/Braakmanhaven

type	massagoed- en vrachtschepen							containerschepen				
	tonnage klasse tdw	<6.000	6.000- 12.000	12.000- 25.000	25.000 50.000	50.000 125.000	>125.000	<6.000	6.000- 12.000	12.000- 25.000	25.000- 50.000	50.000 125.000
massagoedschepen vrachtschepen	< 6.000	682										
	6.000- 12.000	171	15									
	12.000- 25.000	324	73	21								
	25.000- 50.000	112	28	32	7							
	50.000-125.000	159	13	30	15	4						
	> 125.000	49	13	11	7	8	0					
container- schepen	< 6.000	98	36	21	26	50	4	5				
	6.000- 12.000	19	6	6	4	8	2	1	0			
	12.000- 25.000	16	2	10	5	6	1	4	2	0		
	25.000- 50.000	25	6	5	7	6	1	8	0	0	0	
	50.000-125.000	37	4	9	9	3	0	7	0	1	2	2

NB: - Duur van de simulatie bedraagt ca.23,3dagen.

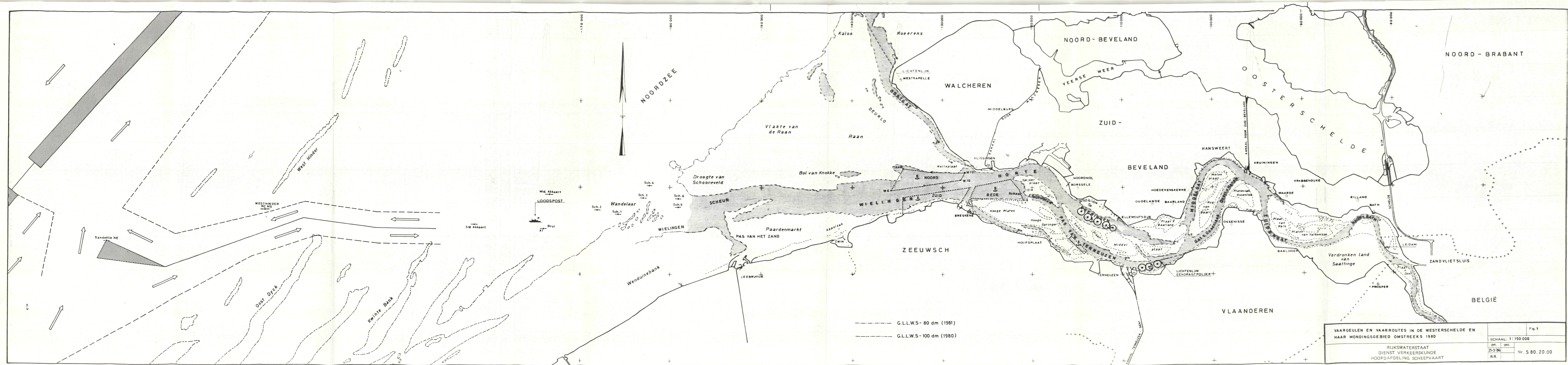
- Scheepvaart intensiteit volgens centraal scenario voor het jaar 2000

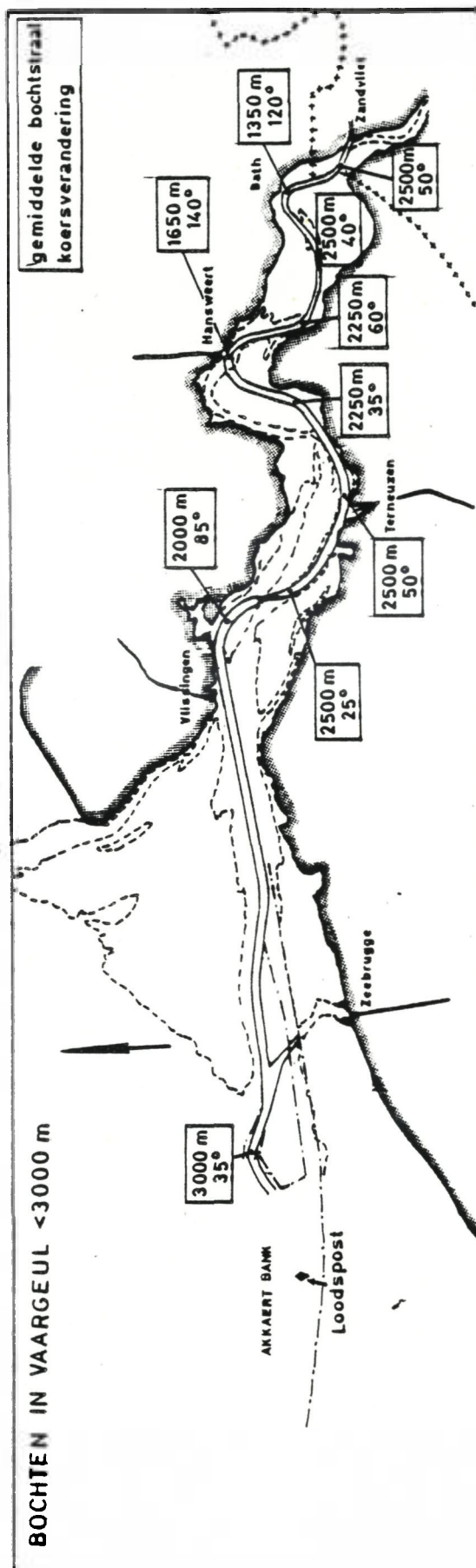
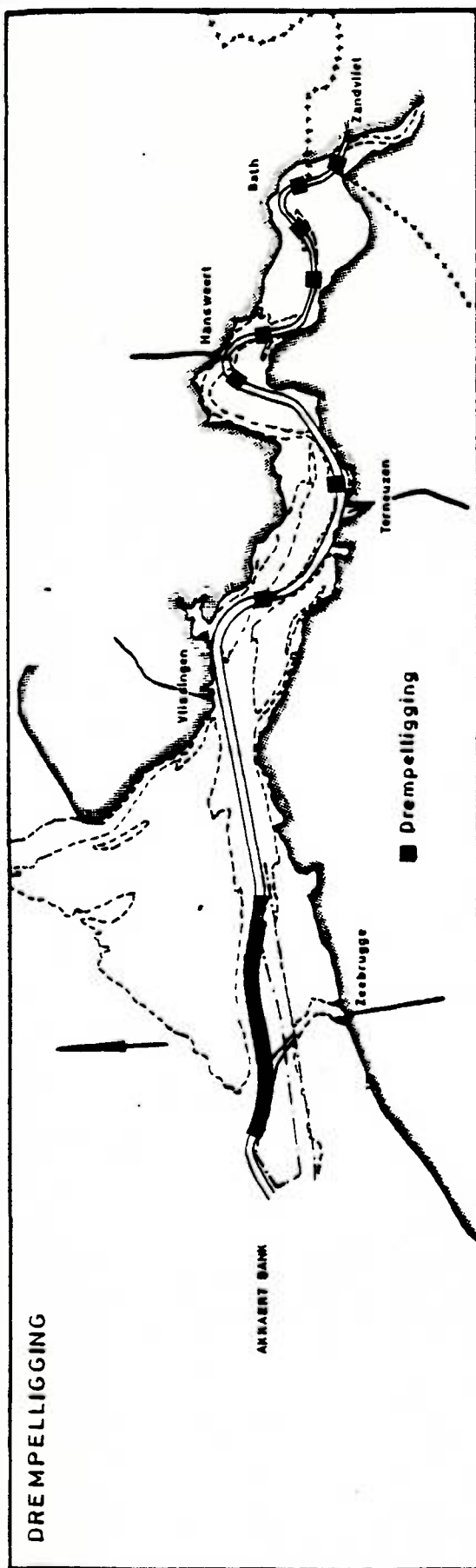
Type	massagoed- en vrachtschepen							containerschepen					gesimu- leerd aantal schepen
	tonnage klasse tdw	< 6.000	6.000- 12.000	12.000- 25.000	25.000- 50.000	50.000- 125.000	> 125.000	< 6.000	6.000- 12.000	12.000- 25.000	25.000- 50.000	50.000- 125.000	
massagoedschepen vrachtschepen	< 6.000	6024											2420
	6.000- 12.000	2681	265										773
	12.000- 25.000	4028	913	644									1189
	25.000- 50.000	1148	253	392	69								315
	50.000-125.000	1366	246	392	122	62							313
	> 125.000	542	128	175	52	35	10						148
containerschepen	< 6.000	1341	288	484	129	151	61	80					420
	6.000- 12.000	194	43	61	17	11	3	24	2				58
	12.000- 25.000	296	82	107	28	32	22	36	9	6			105
	25.000- 50.000	408	74	133	37	29	25	48	4	6	8		118
	50.000-125.000	843	139	308	84	76	21	97	13	18	36	40	249

NB: - Duur van de simulatie bedraagt ca. 60 dagen.

- Scheepvaart intensiteit volgens centraal scenario voor het jaar 2000 (hoofdstuk 12 [1]).

- Het aantal ontmoetingen is bij benadering recht evenredig aan de lengte van de (deel)trajekten.





ENIGE KARAKTERISTIEKEN VAN DE VAARWEG OMSTREEKS 1980

Fig. 2

RIJKSWATERSTAAT
DIENST VERKEERSKUNDE
HOOFDAFDELING SCHEEPVAART

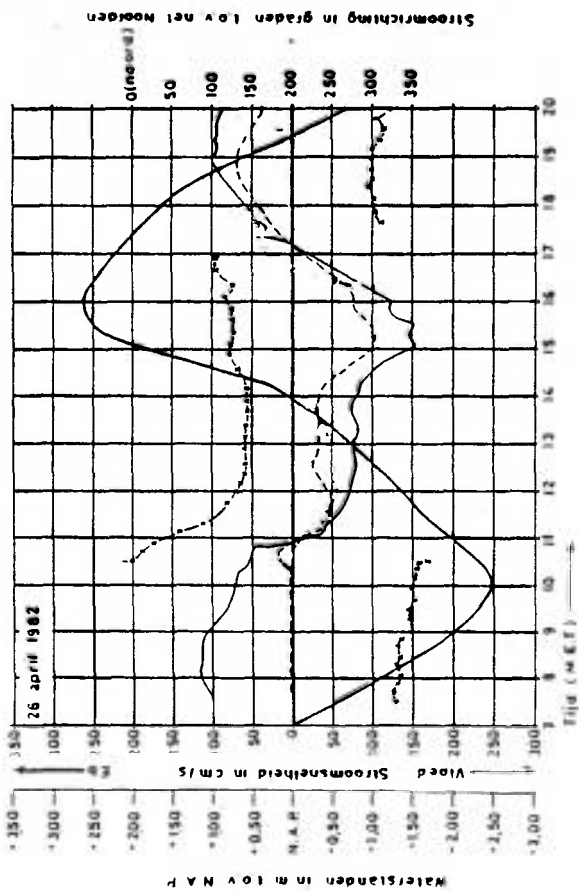
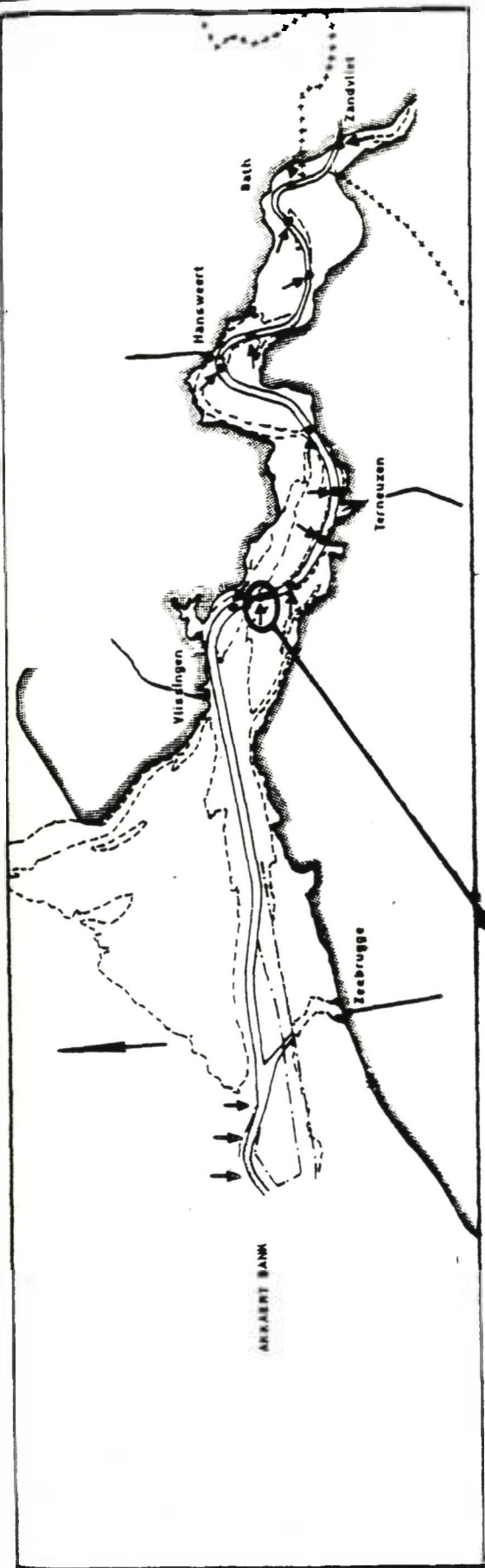
SCHAAL:

get. gez.

25-3-84

R.R.

Nr. S80.20.00



plaats	AFVAART		OPVAART		alet getijgelonden schepen
	verreik ca. 2 uur voor BN Zandvliet	verreik ca. 1 uur na LN Zandvliet	aankomst ca. 1 uur na BN Zandvliet	aankomst ca. 2 uur na BN Zandvliet	
Bath	gering	zeer gering	0,75 - 0,8	gering	0,75 - 0,8
Klimmergangvliet	1,6 - 2	zeer gering	1,1 - 1,4	zeer gering	1,6 - 2
Volkenisse	gering	gering	gering	zeer gering	1 - 1
Hansweert	0,2 - 0,25	0,5 - 0,6	0,85 - 0,95	0,5 - 0,5	0,85 - 0,95
Everingen/ Ged. v. Oersanisse	gering	0,85 - 0,95	0,25 - 0,25	gering	0,85 - 0,95
Borselle	gering	0,5 - 0,6	0,85 - 0,9	0,75 - 0,85	1,20 - 1,20
Vlietingen	0,6 - 0,7	0,7 - 0,8	0,8 - 0,85	0,8 - 0,95	0,8 - 0,95
Schuer-haal AI	0,65 - 0,75	0,5 - 0,6	0,4 - 0,5	0,8 - 0,9	0,80 - 0,9

Item: Stromen in Westerschelde 1976 [4]

verreik getij: ontkomende van de stroomnelheid (m/s), loodrecht op de vaargeul bij gemiddeld getij
tweede getij: aankomende van de stroomnelheid (m/s), loodrecht op de vaargeul bij gemiddeld getij

De dwarsstroomnelheid is hier naar 1976 middelen gecorrigeerd. Ze is dan tijd van de passage van de stroom naar de maatgevende op-
varende nadatgetijden maximaal en bereikt dan waarden boven 1 m/s.

DWARSSTROOMSNELHEDEN OP DE HOOFDVAARGEUL IN DE WESTERSCHDELDE. OMSTREEKS 1980

RIJKSWATERSTAAT
DIENST VERKEERSKUNDE
HOOFDAFDELING SCHEEPVAART

SCHAAL.

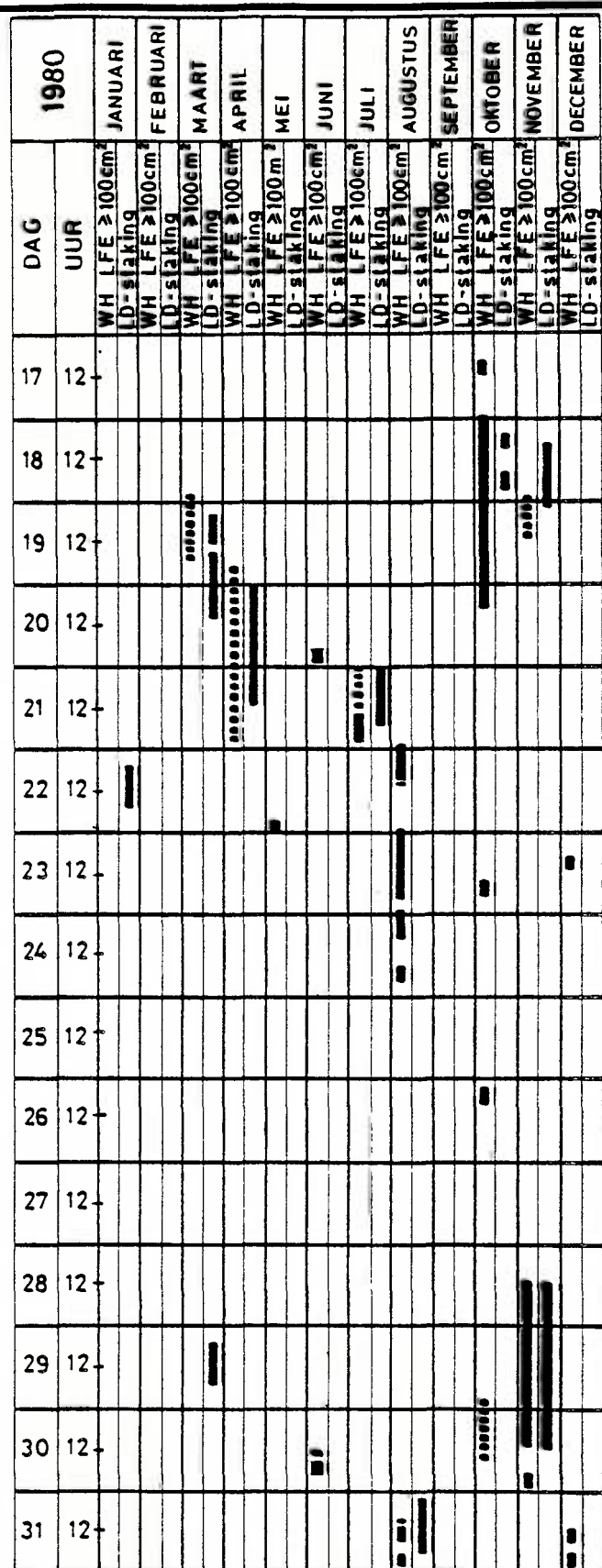
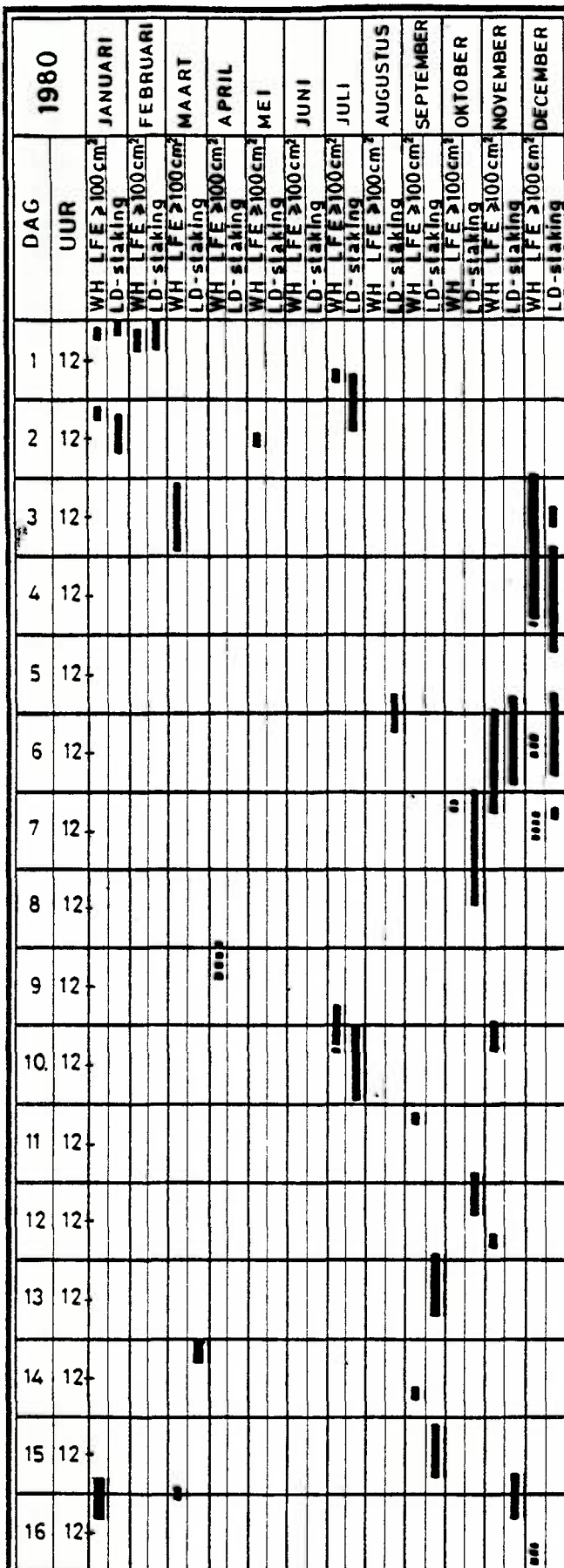
get. gez.

22-3-84

R.R.

Fig.3

Nr. S 80.20.00



 Gemeten periode
 Geschatte periode
 LD-staking: Staking v.d. loodsdienst t.g.v. slecht weer

KORRELATIE LAAGFREKVENTE ENERGIE WEST HINDER EN
STAKING VAN DE LOODSDIENST

RIJKSWATERSTAAT
DIENST VERKEERSKUNDE
HOOFDAFDELING SCHEEPVAART

Fig. 4

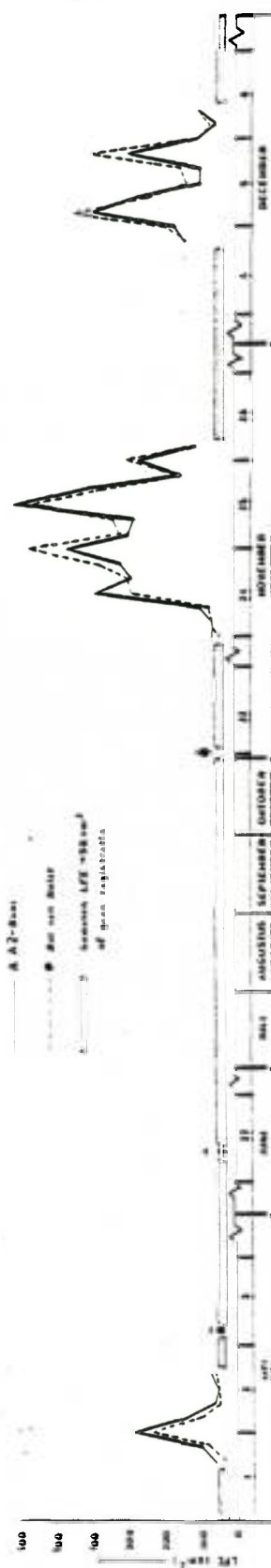
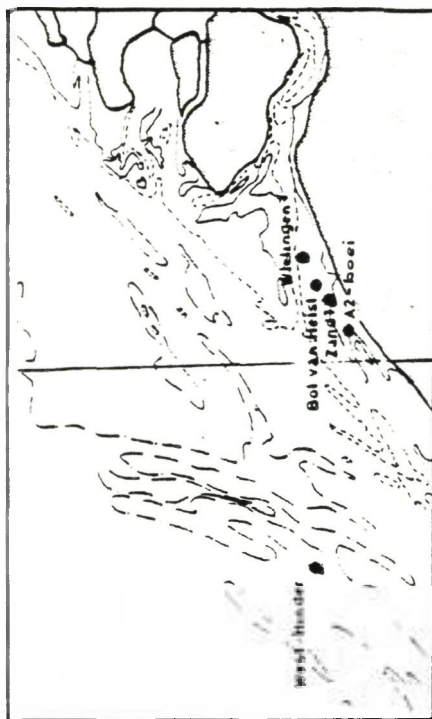
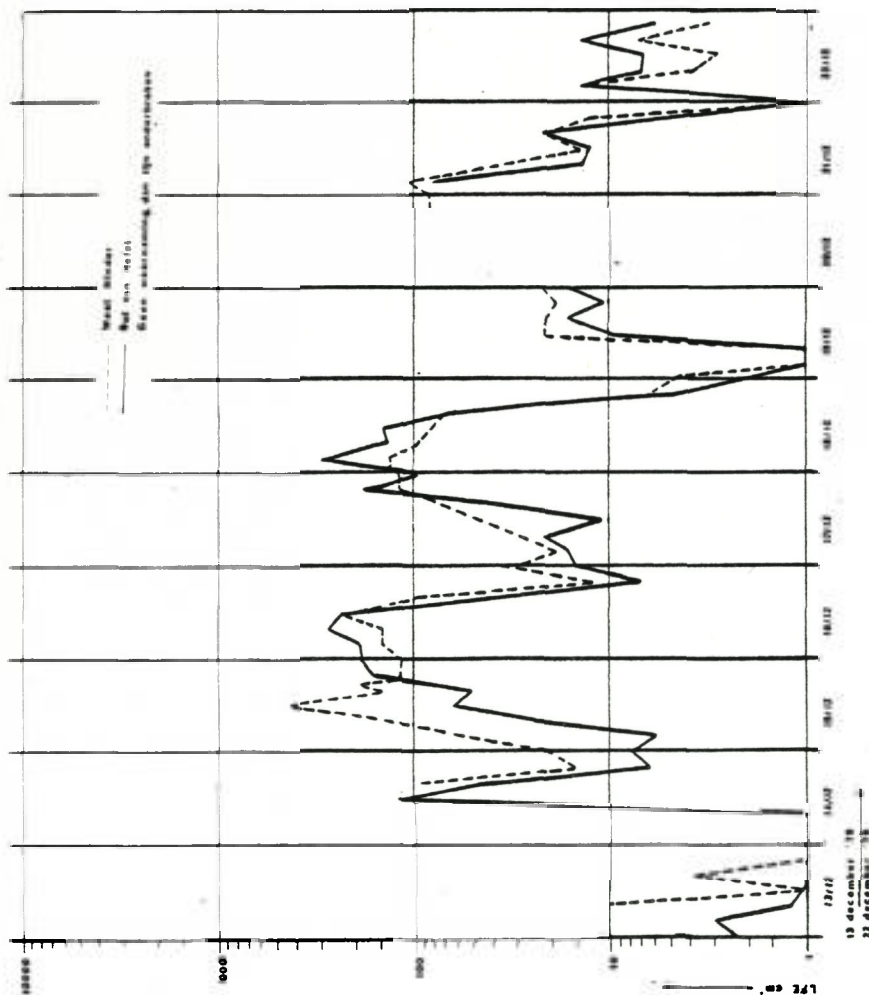
SCHAAL.

get. gez.

23-3-84

R.R.

Nr. S 80.20.00



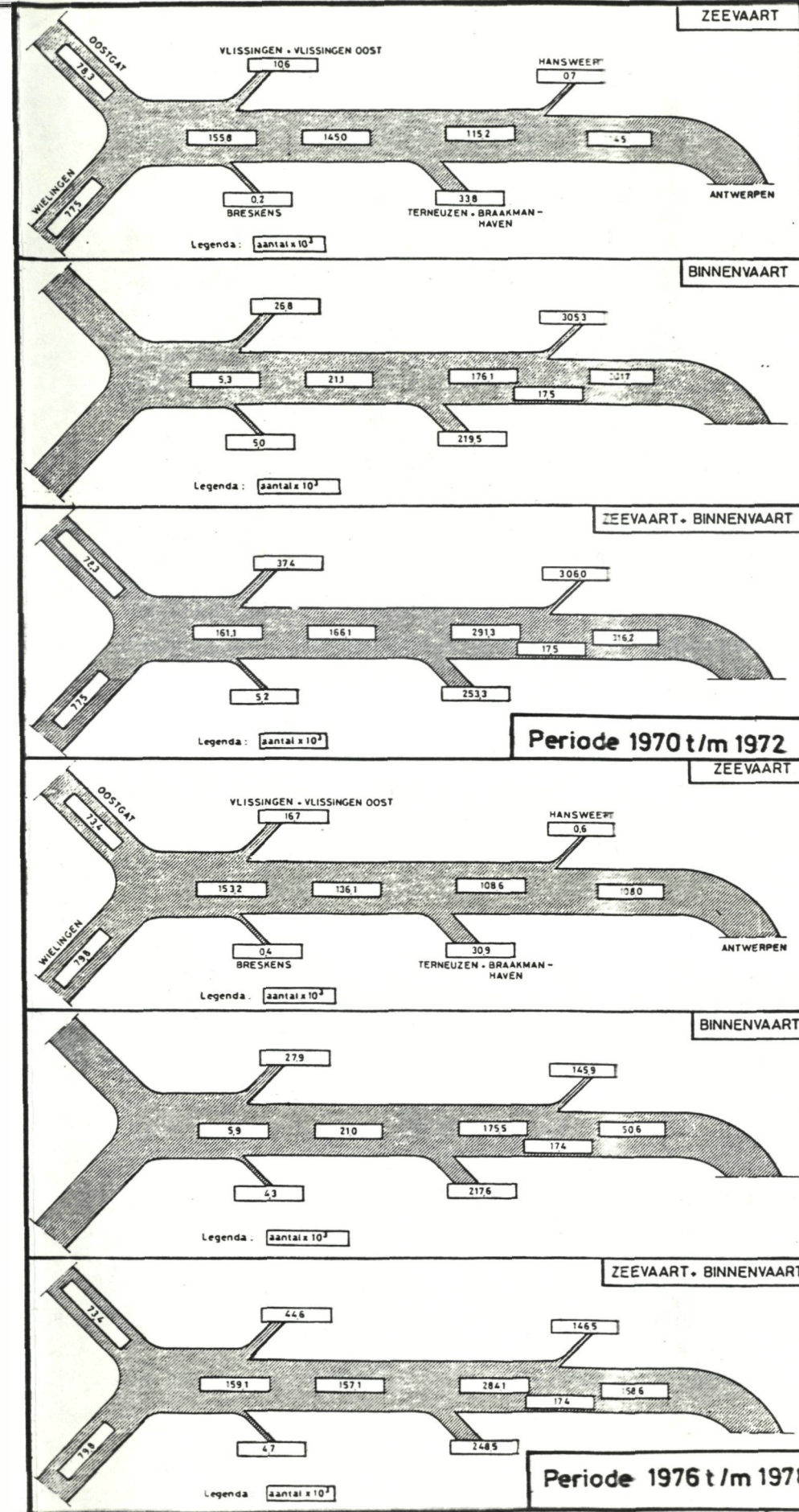
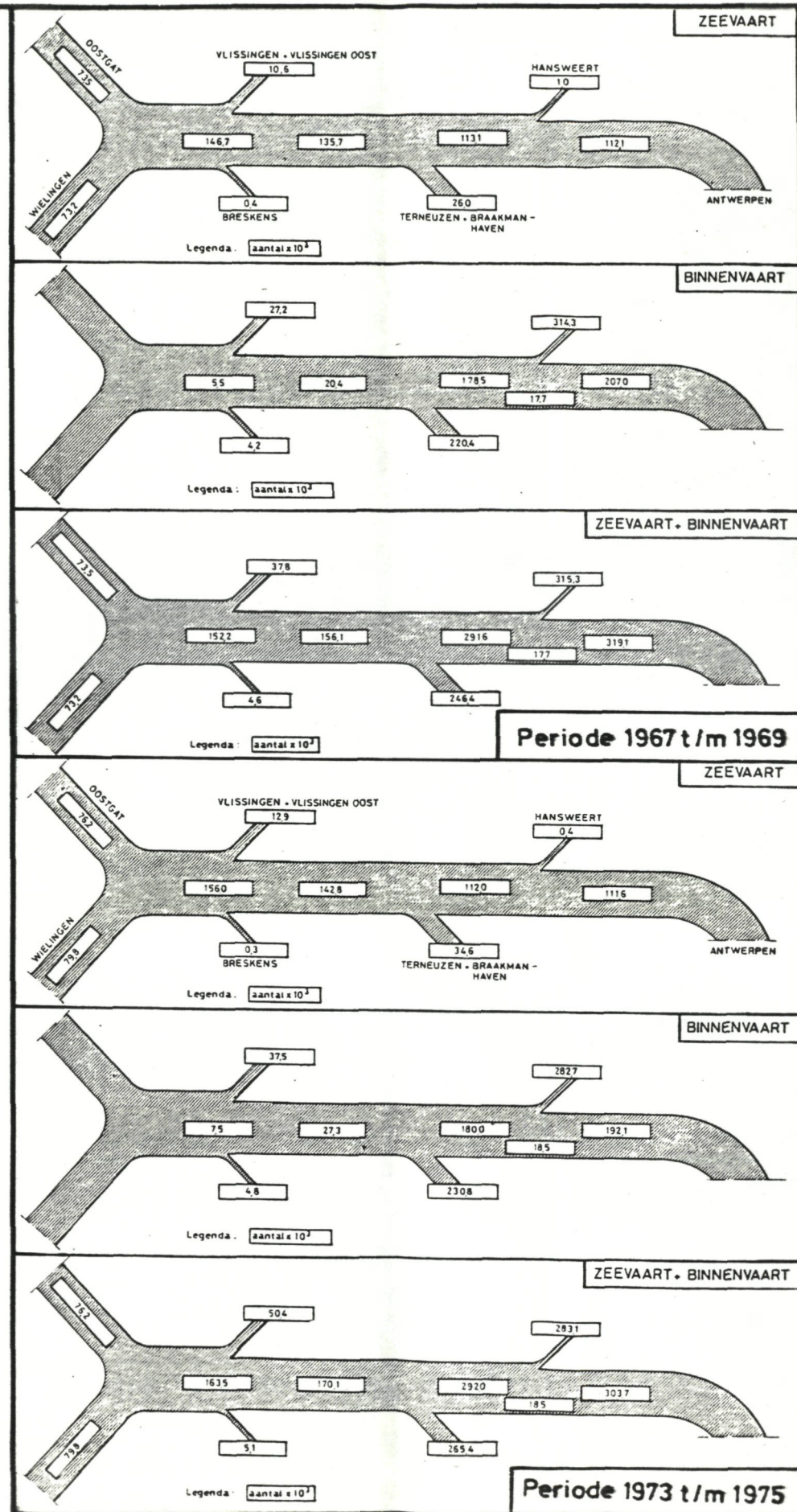
VERGELIJKING OEFENINGEN BOL VAN HEIST A2-BUIS
(12-12-1981 - 12-12-1982)

VERLOOP VAN DE HOEEVEELHEID DEINING IN HET MONDINGSGBIED

RIJKSWATERSTAAT
DIENST VERKEERSKUNDE
HOOFDAFDELING SCHEEPVAART

Fig. 5

SCHAAL.
get. | gez.
22-3-84
R.R. | Nr. S80.20.00



ONTWIKKELING VAN HET SCHEEPVAARTVERKEER OP DE WESTERSCHELDE

RIJKSWATERSTAAT
 DIENST VERKEERSKUNDE
 HOOFDAFDELING SCHEEPVAART

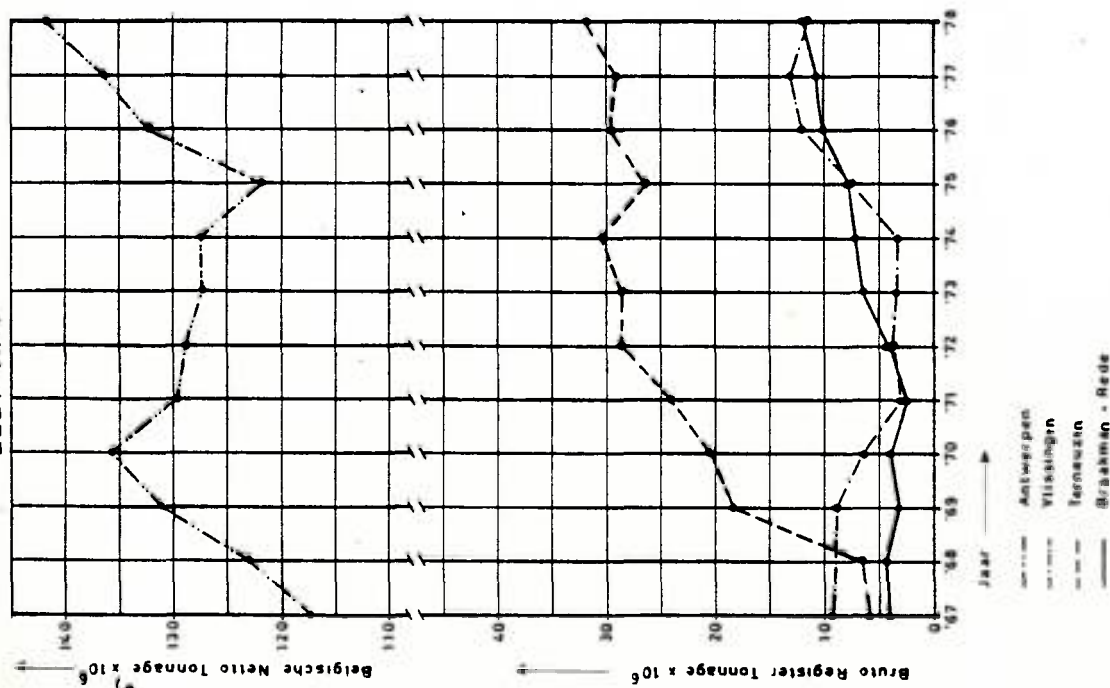
Fig. 6

SCHAAL

get. gez.
 22-3-84
 R.R.

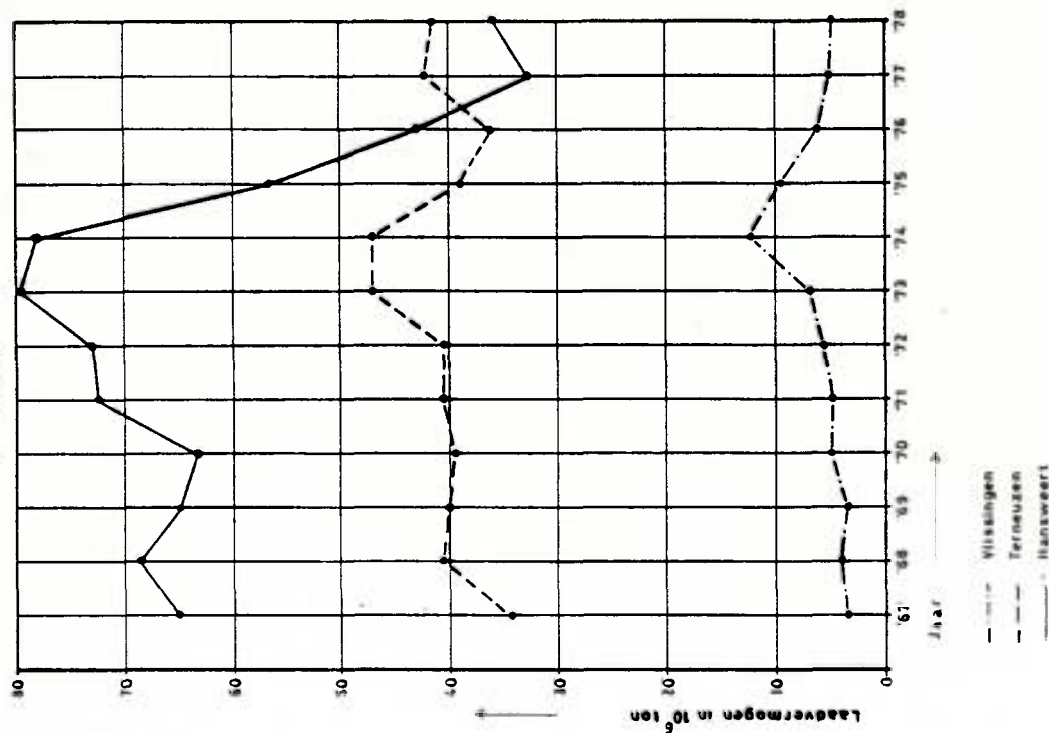
Nr. S 80.20.00

ZEEVAART



*) Op m. Belgische Netto Ton is ongeveer 0,8 Netto Register Ton omrekening in BRT was niet direct mogelijk.

BINNENVAART



ONTWIKKELING VAN HET GOEDERENVERVOER OP DE WESTERSCHELDE

Fig. 7

RIJKSWATERSTAAT
DIENST VERKEERSKUNDE
HOOFDAFDELING SCHEEPVAART

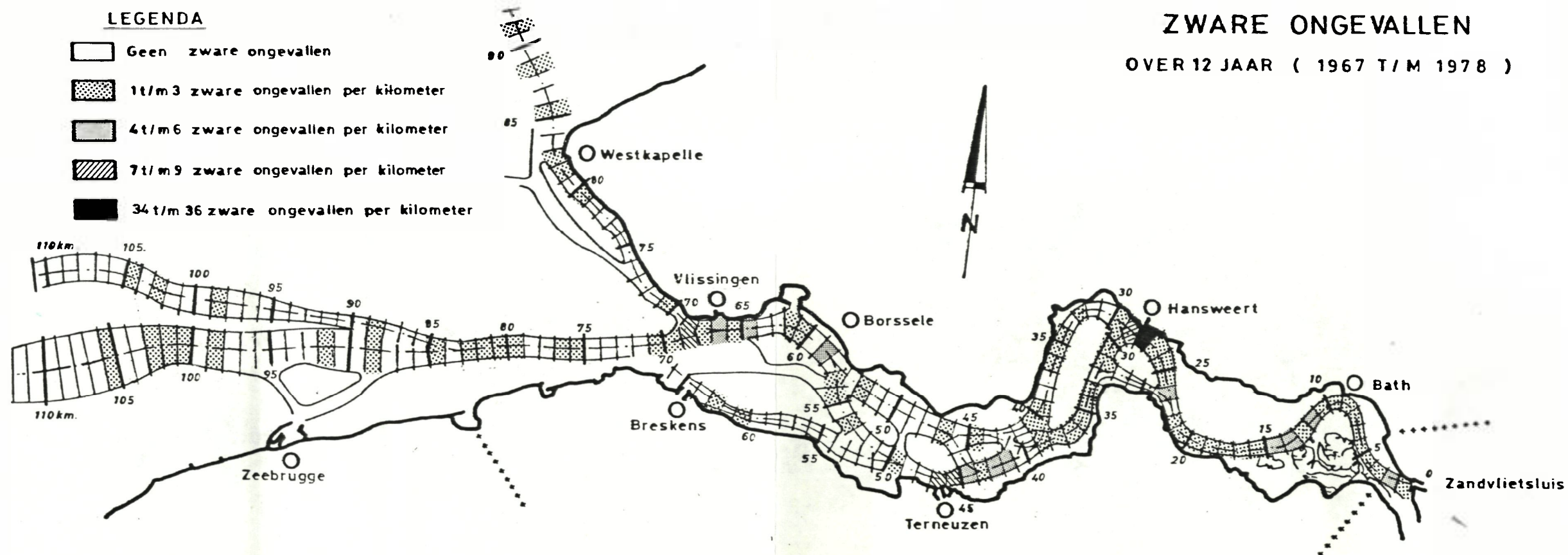
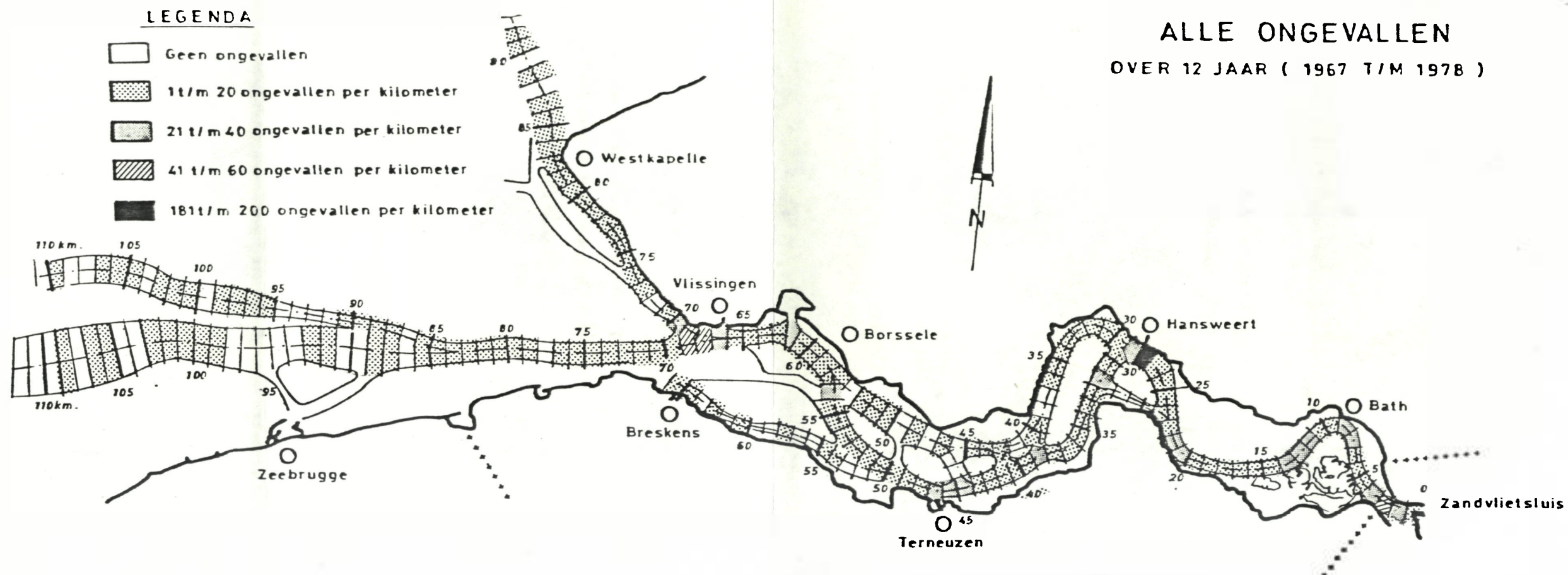
SCHAAL.

get. gez.

22-3-84

R.R.

Nr. S 80.20.00



PLAATS VAN DE ONGEVALLEN
(ALLE ONGEVALLEN EN ZWARE ONGEVALLEN)

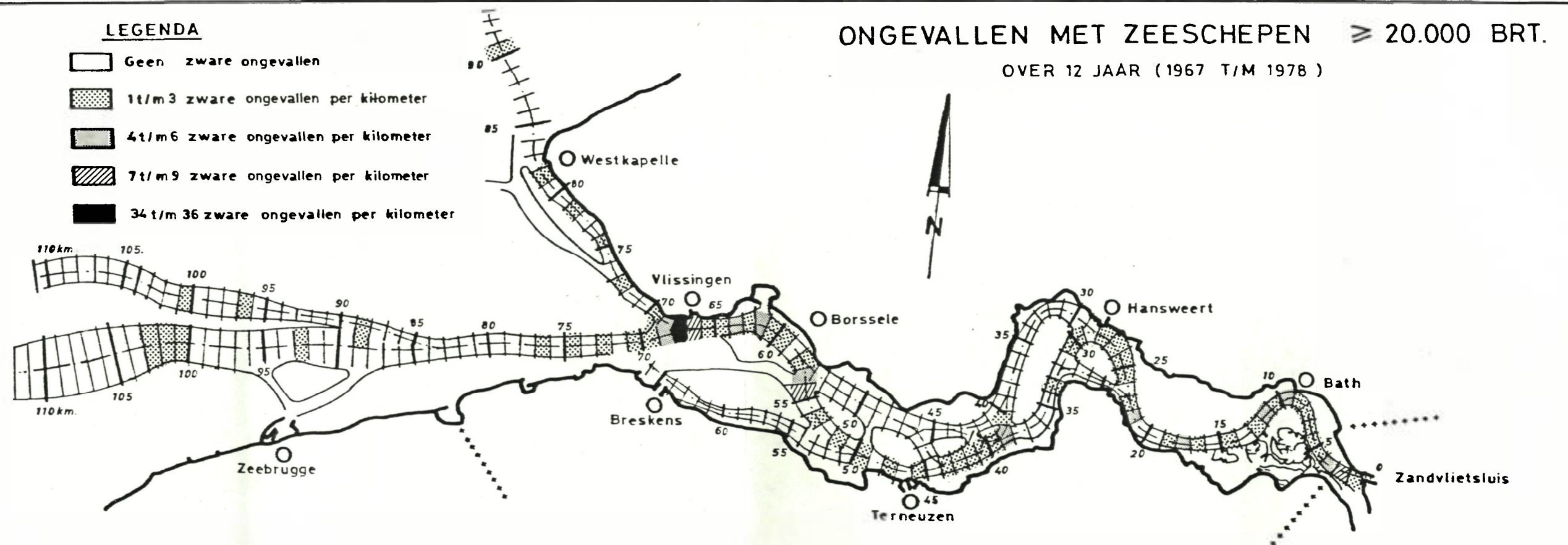
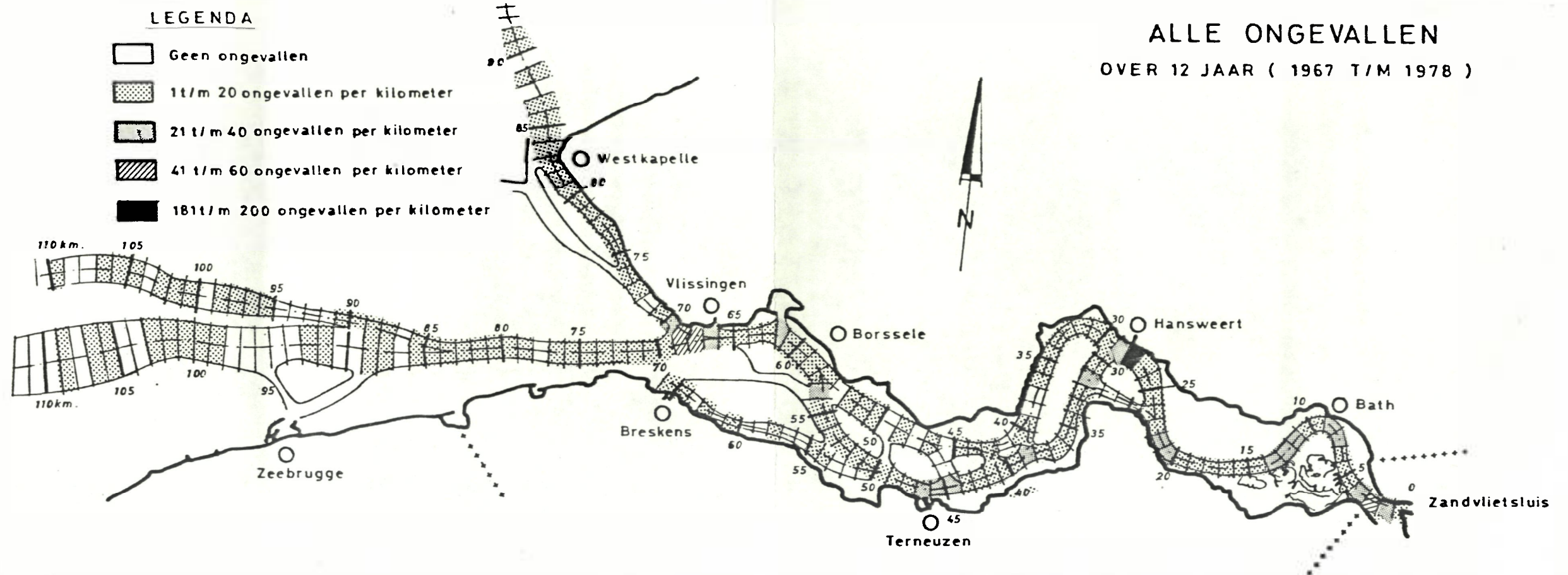
RIJKSWATERSTAAT
DIENST VERKEERSKUNDE
HOOFDAFDELING SCHEEPVAART

Fig. 8

SCHAAL:

get. 1.5.81
gez. g m.

Nr. S 80.20.0



PLAATS VAN DE ONGEVALLEN (ALLE ONGEVALLEN EN ONGEVALLEN,
WAARBIJ ZEESCHEPEN $\geq$ 20.000 BRT ZIJN BETROKKEN)

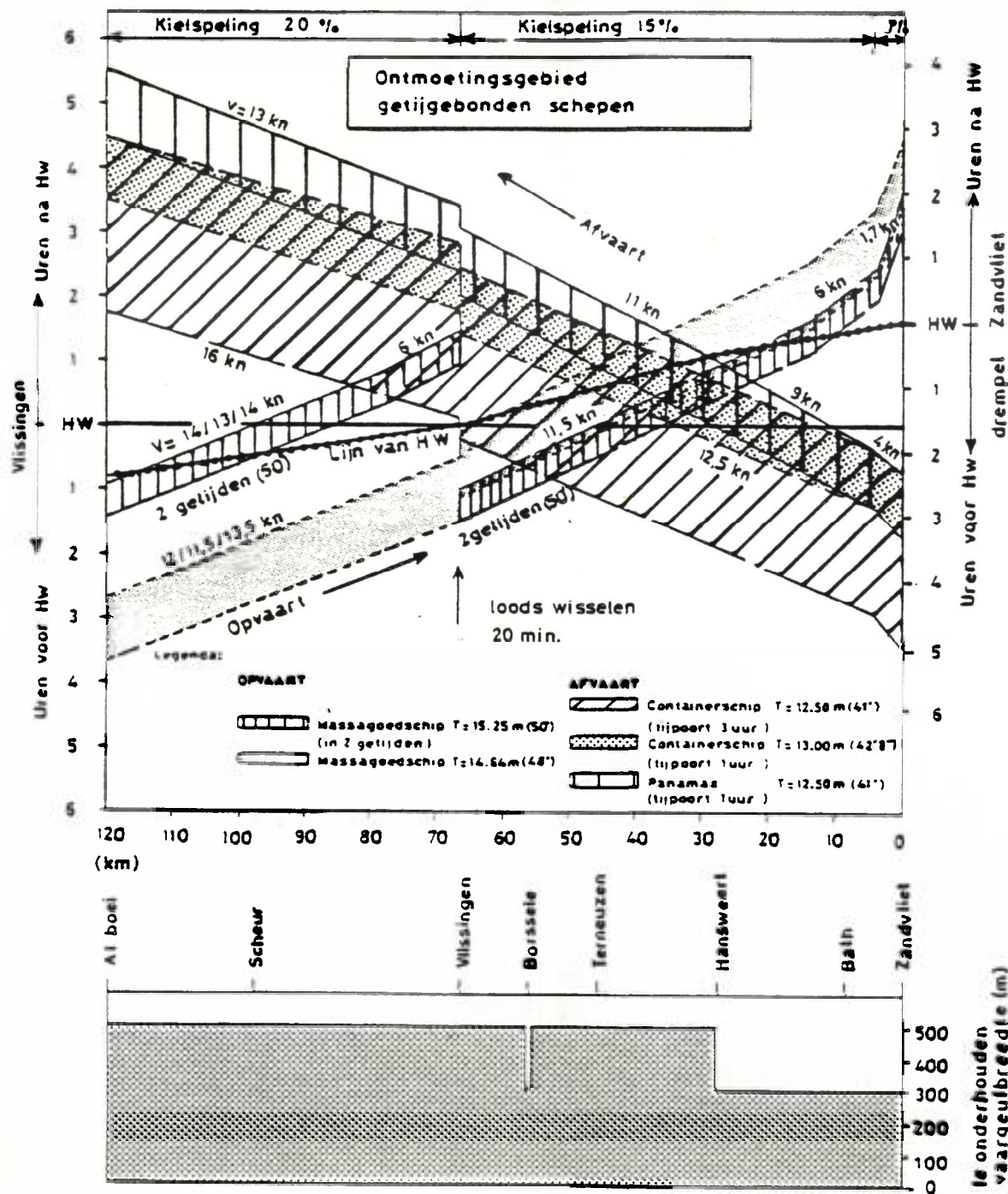
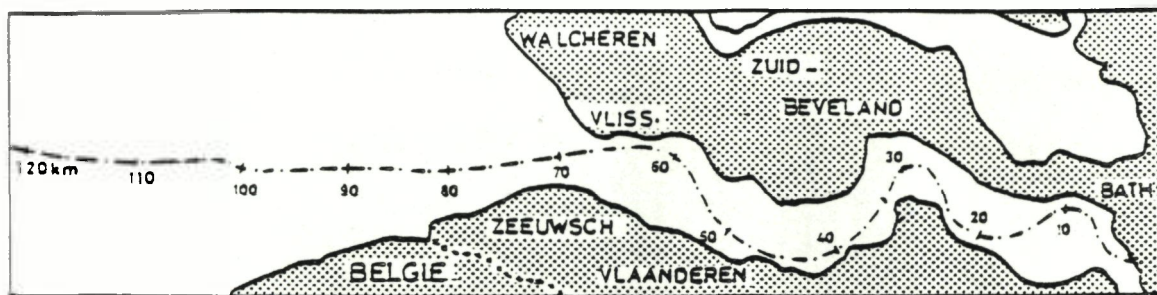
RIJKSWATERSTAAT
DIENST VERKEERSKUNDE
HOOFDAFDELING SCHEEPVAART

Fig. 9

SCHAAL

get	gez.
1:5.81	
g m.	

Nr. S 80.20.0



SCHEMATISCH OVERZICHT VAARSCHEMA'S VAN GETIJGEBONDEN SCHEPEN

Fig. 10

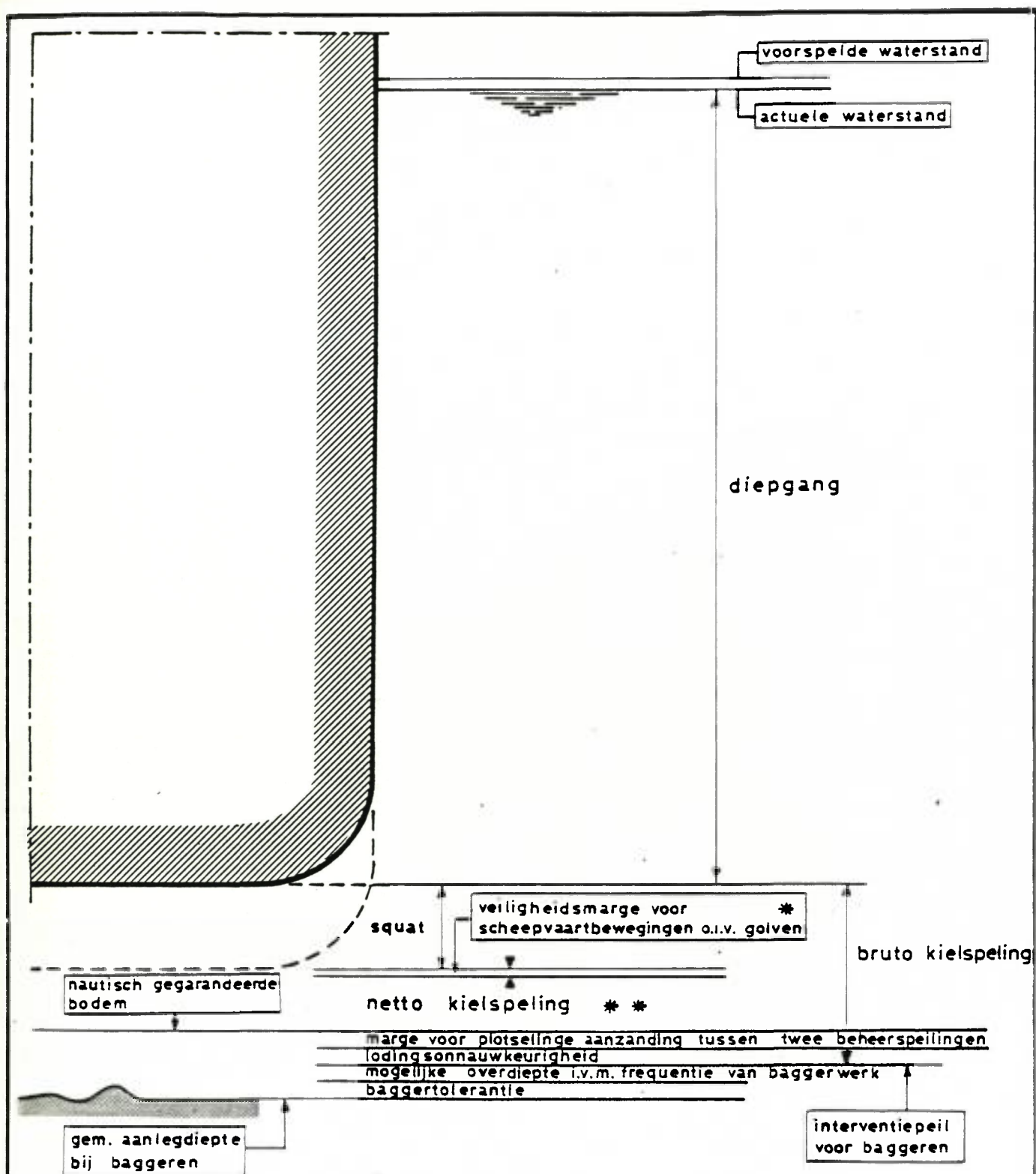
RIJKSWATERSTAAT
DIENST VERKEERSKUNDE
HOOFDAFDELING SCHEEPVAART

SCHAAL:

get. gez.
J. P.

11-2'82

Nr. S80.20.00



- * beneden een bepaalde drempelwaarde van golfenergie is deze marge nihil ;
- * * deze marge moet tenminste gemiddeld aanwezig zijn i.v.m. de invloed van de waterdiepte op het manoeuvreergedrag, daarin zijn ook scheepsbewegingen o.i.v. golven toegestaan.

DEFINITIE KIELSPELING IN DEZE NOTA EN VOLGENS I.M.O.

DEFINITIE KIELSPELING

Fig. 11

SCHAAL

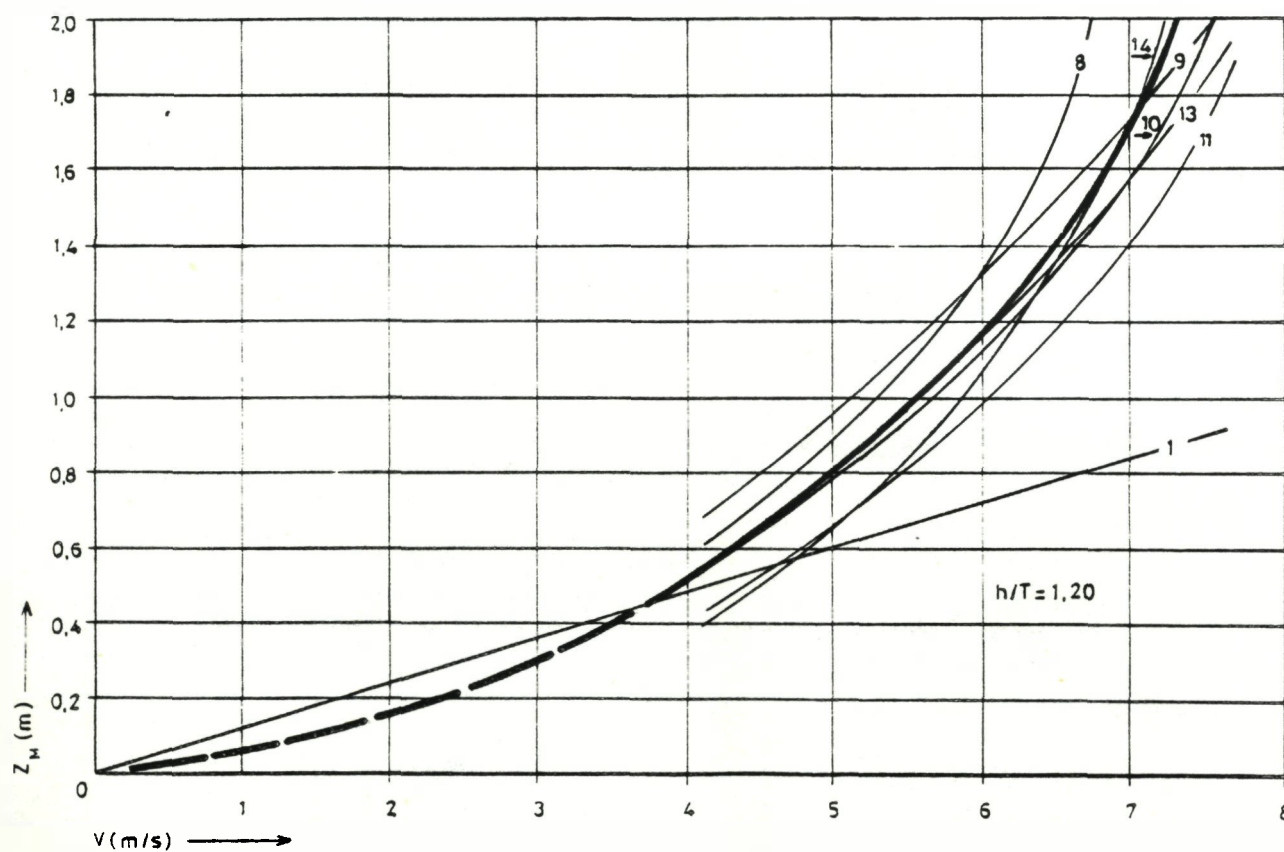
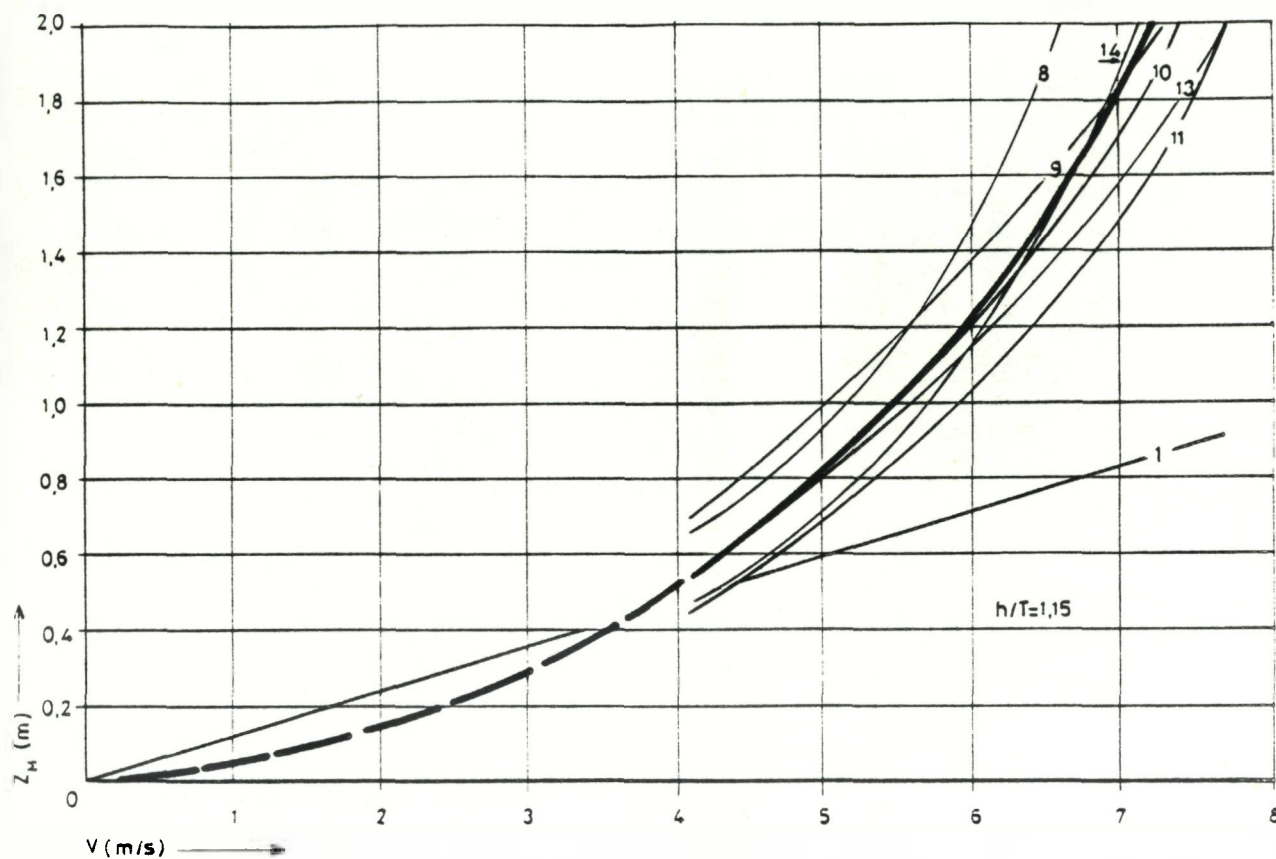
get. gez.

16-5-84

R.R.

Nr. S 80.20.00

RIJSWATERSTAAT
DIENST VERKEERSKUNDE
HOOFDAFDELING SCHEEPVAART



Opmerking: 1...14 Verschillende in de literatuur gepubliceerde prediktie-methoden

VERBAND TUSSEN VAARSNELHEID EN MAXIMALE INZINKING OP
ONBEPERKT BREED WATER-MASSAGOEDSCHIP
($L_{0A} \times B \times T = 300 \times 50 \times 14.65 \text{ m}^3$)

RIJSWATERSTAAT
DIENST VERKEERSKUNDE
HOOFDAFDELING SCHEEPVAART

Fig. 12

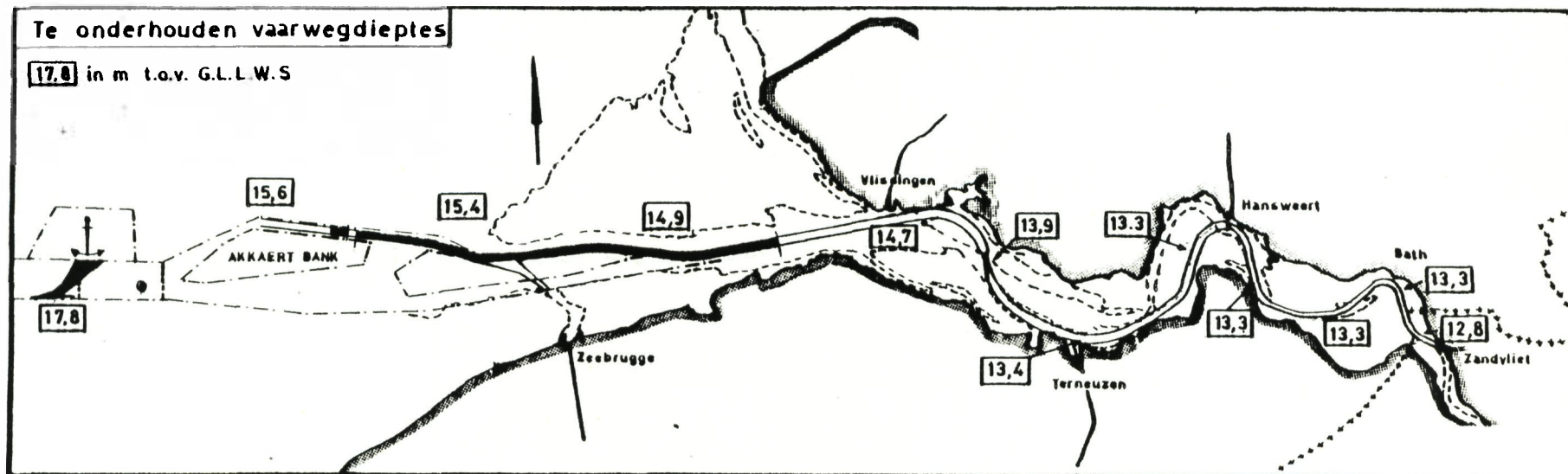
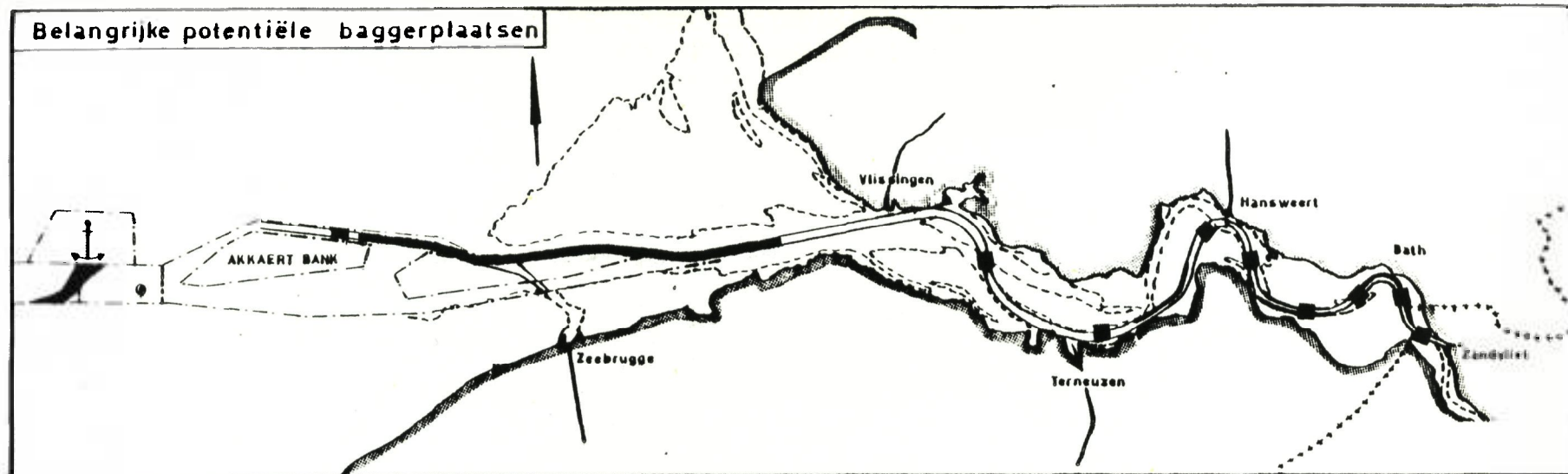
SCHAAL:

get. gez.

25-3-84

R.R.

Nr S 80.20.00



TE ONDERHOUDEN DIEPTE VAN DE GEULEN

RIJKSWATERSTAAT
DIENST VERKEERSKUNDE
HOOFDAFDELING SCHEEPVAART

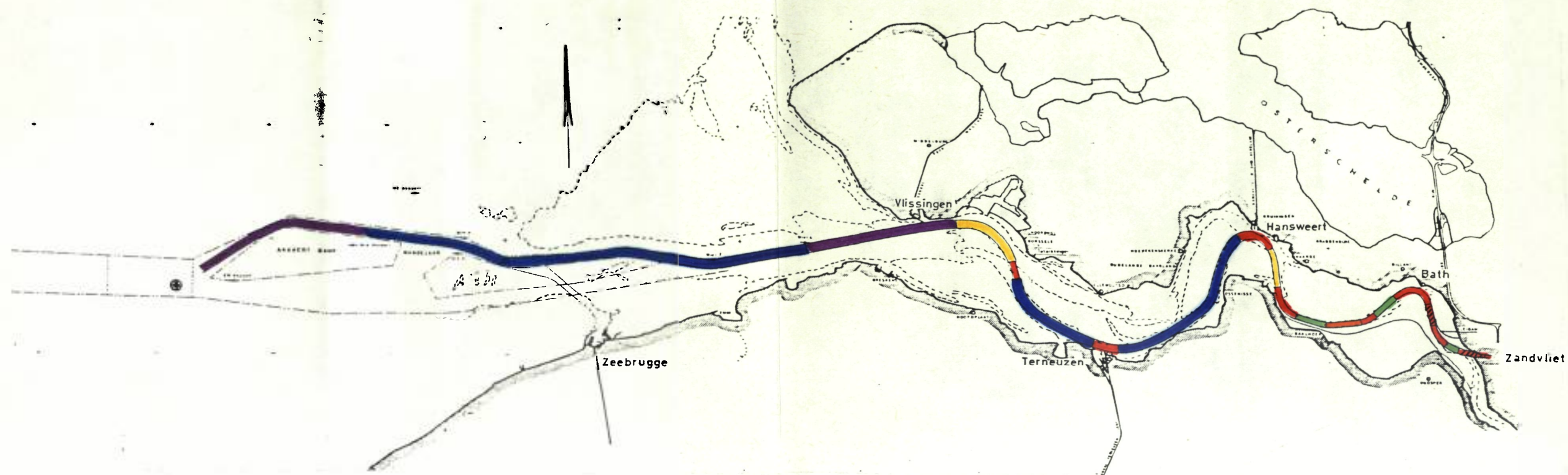
SCHAAL:

gml. 1:50.000
2-4-84

R.R.

Nr. 580.20.00

Fig. 13



MV1 Ontmoeting van een opvarend geladen massagoedschip ≥ 125.000 TDW met een schip ≤ 6.000 TDW.

MV1a Ontmoeting van een opvarend geladen massagoedschip ≥ 125.000 TDW met een containerschip ≤ 25.000 TDW of een vracht- of massagoedschip ≤ 50.000 TDW.

MV2 Ontmoeting tussen een opvarend geladen massagoedschip ≥ 125.000 TDW en een massagoedschip ≥ 125.000 TDW met een diepgang van max. 10,67 m (35').

MV3 Ontmoeting van een opvarend geladen massagoedschip ≥ 125.000 TDW met een niet-tijgebonden derde-generatie containerschip.

MV3a Ontmoeting van een opvarend geladen massagoedschip ≥ 125.000 TDW met een tijgebonden derde-generatie containerschip.

MV4 Ontmoeting van een opvarend geladen massagoedschip ≥ 125.000 TDW met een niet-tijgebonden vracht- of massagoedschip van 50.000-125.000 TDW.

MV4a Ontmoeting van een opvarend geladen massagoedschip ≥ 125.000 TDW met een tijgebonden Panamaxschip.

MV5 Oploopmanoeuvre tussen een opvarend geladen massagoedschip ≥ 125.000 TDW en een derde-generatie containerschip en een ontmoeting met een schip ≤ 6.000 TDW.

MV6 Oploopmanoeuvre tussen twee opvarende geladen massagoedschepen ≥ 125.000 TDW waarbij een ontmoeting met een schip ≤ 6.000 TDW.

- MV 1
- MV1a
- MV3, MV4 (gewenst MV2)
- MV3, MV4, MV3a, MV4a (gewenst MV2)
- MV2, MV3, MV4
- MV5
- MV6

MAATGEVENDE VERKEERSITUATIES

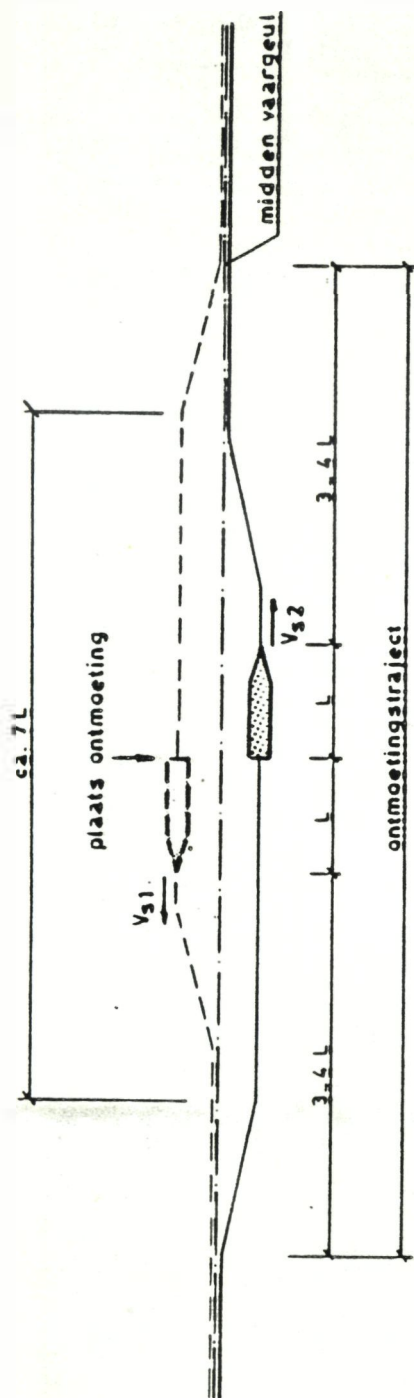
RIJKSWATERSTAAT
DIENST VERKEERSKUNDE
HOOFDAFDELING SCHEEPVAART

Fig 14

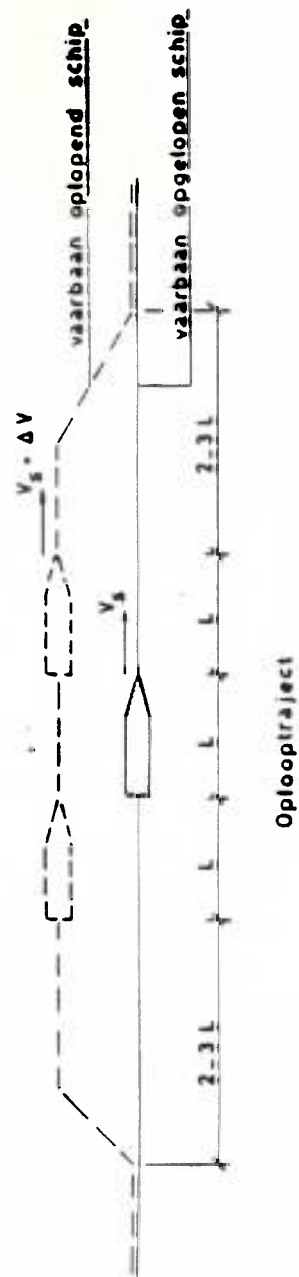
SCHAAL

gep. gez.
4-4-84
R.R.

Nr 580.20.00



Schematische weergave van de ontmoeting van schepen.



SCHEMATISCHE WEERGAVE VAN ONTMOETINGS EN OPLOOPMANOEUVRE

Fig. 15

RIJKSWATERSTAAT
DIENST VERKEERSKUNDE
HOOFDAFDELING SCHEEPVAART

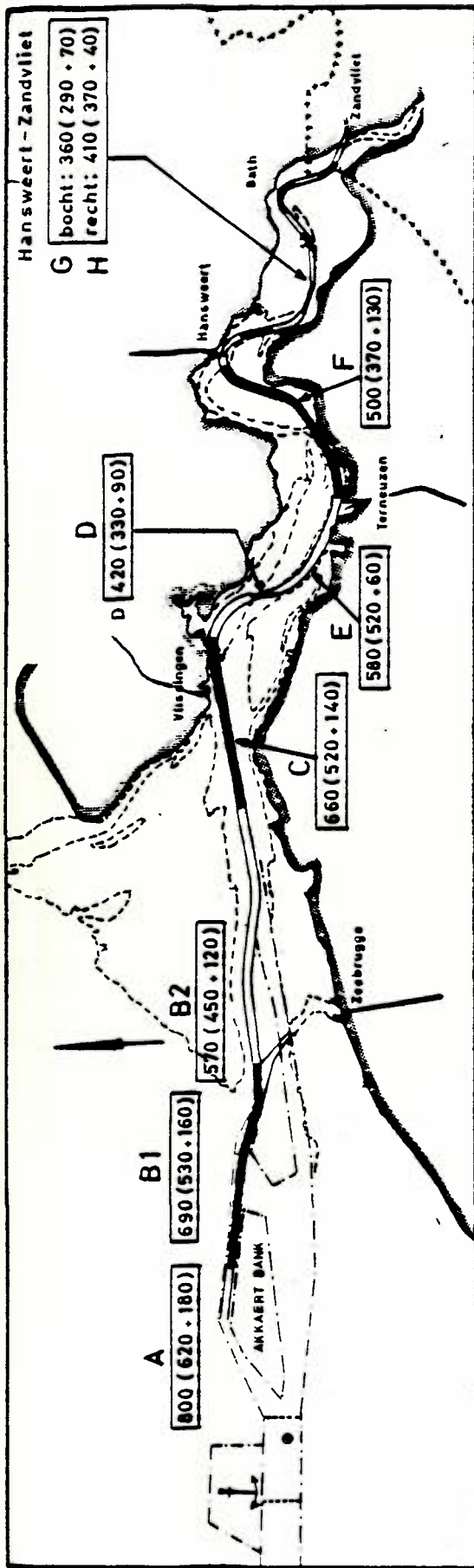
SCHAAL:

get. gez.

29-3-84

R.R.

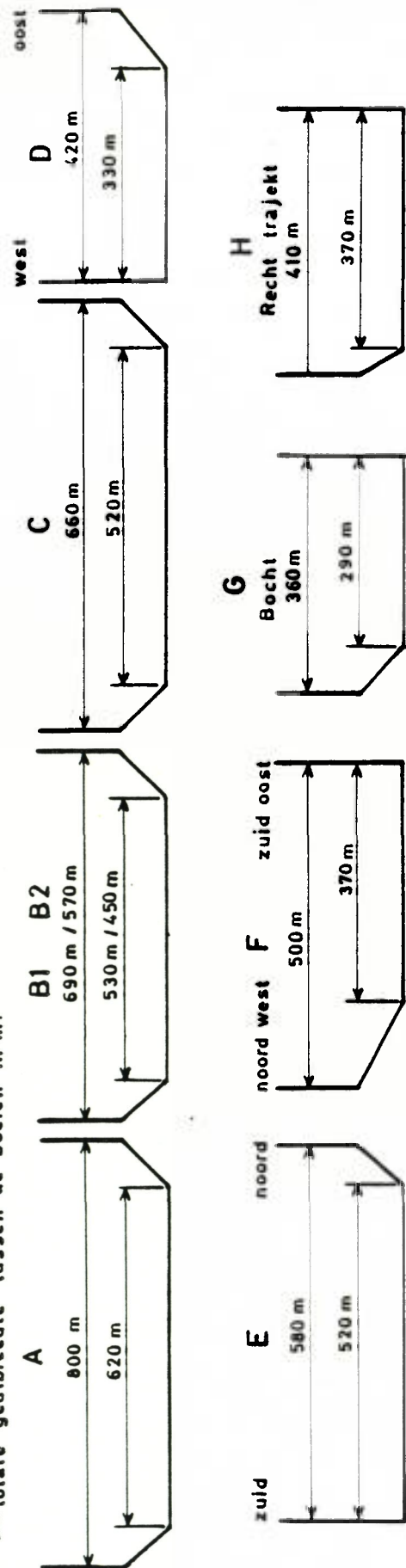
Nr. S 80.20.00



Toelichting

420 (330 · 90)

└─ geulbreedte op maatgevende diepte + "bermen" op mindere diepte in m.
└─ totale geulbreedte tussen de boelen in m.



TE ONDERHOUDEN BREEDTE VAN DE GEULEN

RIJKSWATERSTAAT
DIENST VERKEERSKUNDE
HOOFDAFDELING SCHEEPVAART

Fig.16

SCHAAL.

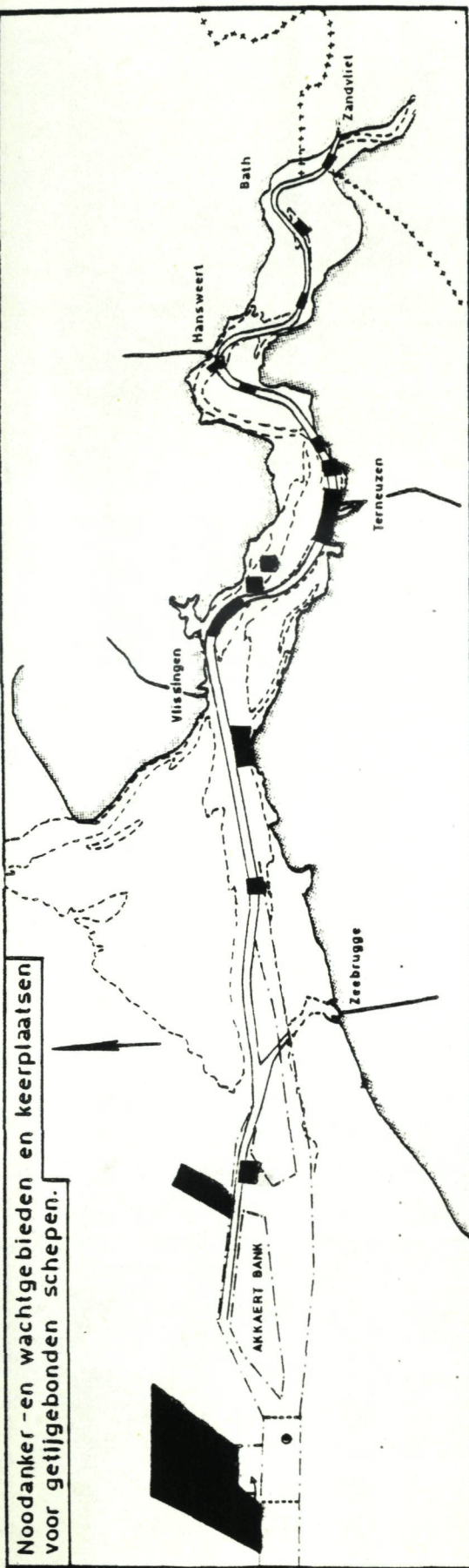
get. gez.

30-3-84

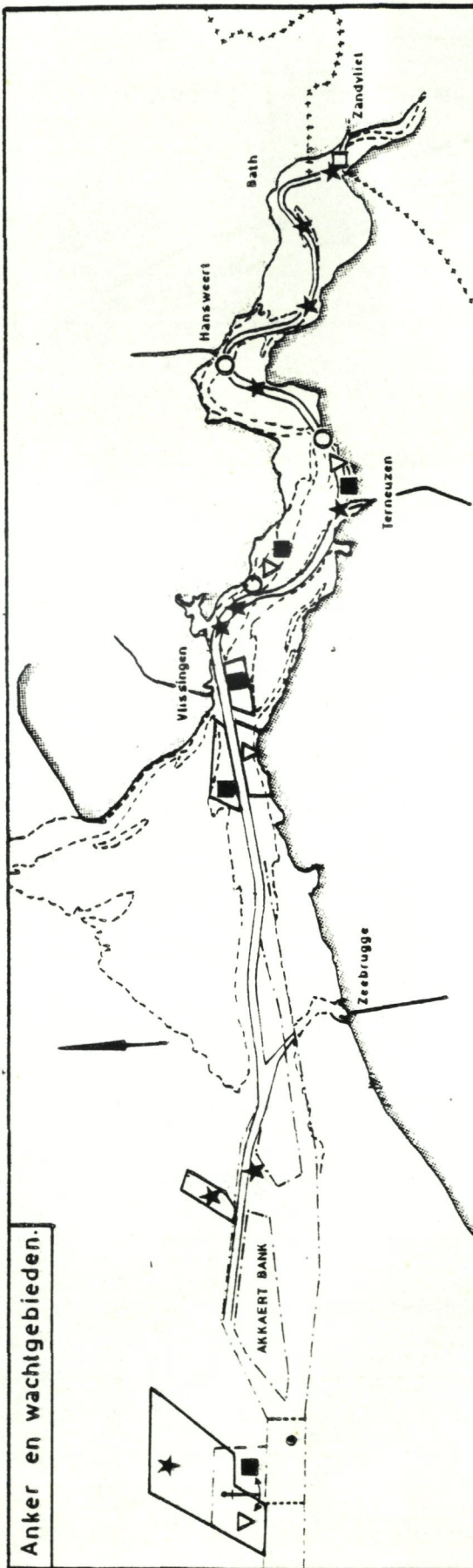
R.R.

Nr. S80.20.00

Noodanker- en wachtgebieden en keerplaatsen voor getijgebonden schepen.



Anker en wachtgebieden.



- Bestaande ankergebieden voor niet getijgebonden schepen
- Passeer- wachtgebieden afvarende schepen
- ▽ Bestaande ankergebieden voor getijgebonden schepen tevens geschikt als noodanker gebied (indien vrij)
- ★ Noodzakelijke keerplaatsen, noodanker- en wachtgebieden
- Gewenste of alternatieve keerplaatsen, noodanker- en wachtgebieden

KEERPLAATSEN. ANKER- EN WACHTGEBIEDEN

RIJKSWATERSTAAT
DIENST VERKEERSKUNDE
HOOFDAFDELING SCHEEPVAART

SCHAAL.

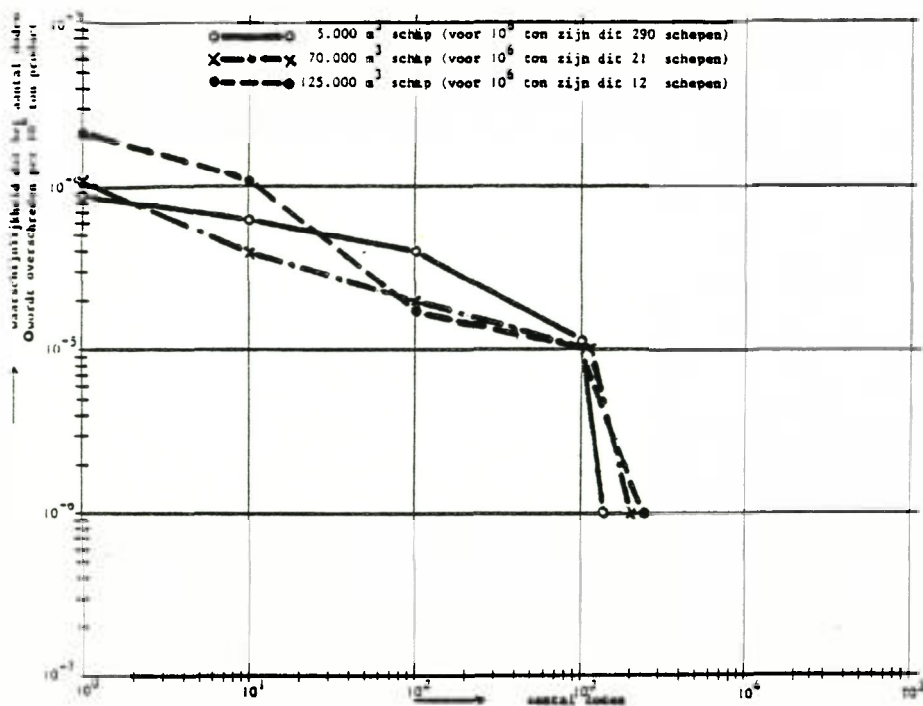
get. gez.

3-4-84

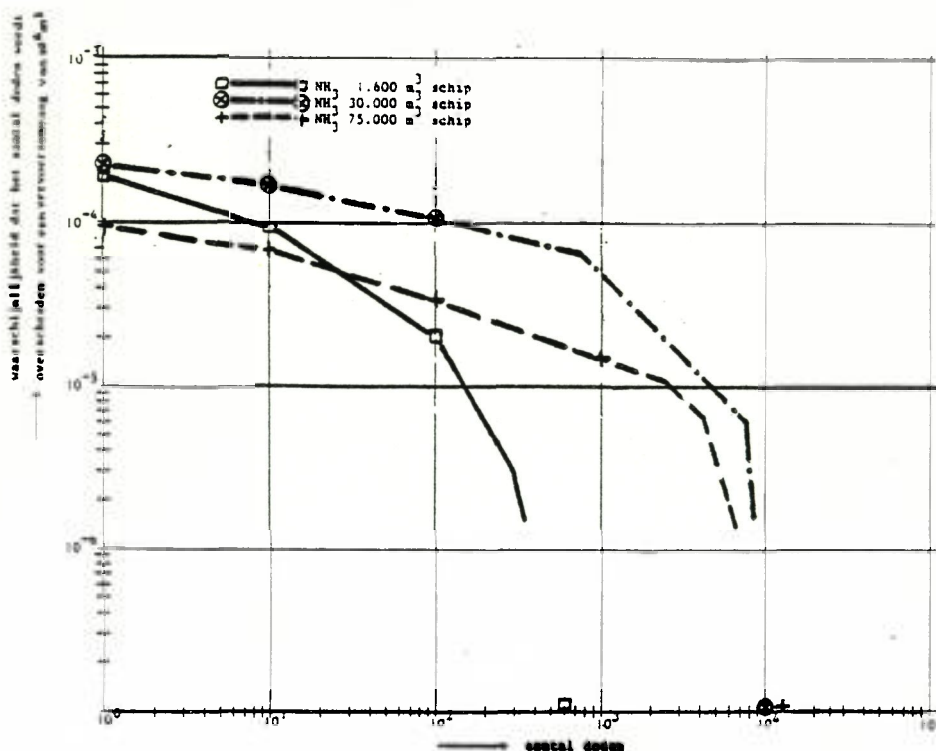
R.R.

Nr. S 80. 20. 00

Fig. 17



Risico voor de omgeving ten gevolge van transport van LPG voor 3 voorbeeldschepen gebaseerd op een vervoersomvang van 10⁶ ton LPG per voorbeeldschip.



Risico's voor de omgeving ten gevolge van transport van NH₃ voor de 3 voorbeeldschepen gebaseerd op de vervoersomvang van 10⁶ m³

INVLOED VAN DE SCHEEPSGROOTTE OP DE RISICO'S
VOOR DE BEVOLKING

Fig. 18

RIJKSWATERSTAAT
DIENST VERKEERSKUNDE
HOOFDAFDELING SCHEEPVAART

SCHAAL:

get. gez.

3-4-84

R.R.

Nr. S 80.20.00