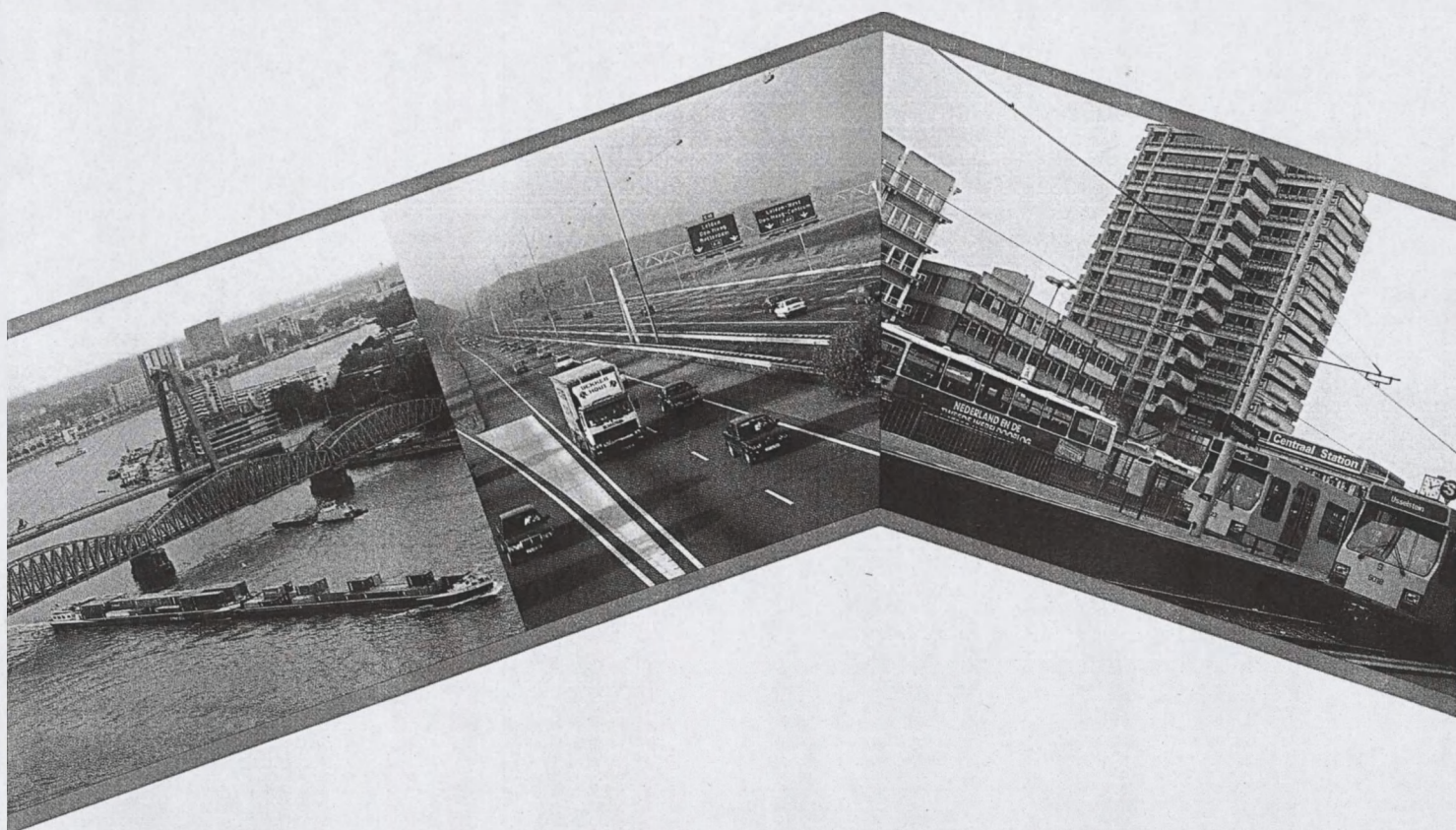




Rijkswaterstaat
Dienst Verkeerskunde
Bureau Dokumentatie
Postbus 1031
3000 BA Rotterdam

Ministerie van Verkeer en Waterstaat

D 0733

WESTERSCHELDE OEVERVERBINDING

Benodigde doorvaartbreedte voor
de scheepvaart tijdens de bouw
van de tunnel.

Rijkswaterstaat
Dienst Verkeerskunde
Hoofdafdeling Scheepvaart

Rotterdam
juni 1991
S 91.221

INHOUDSOPGAVE

1. INLEIDING	1
2. SAMENVATTING	3
3. HET MODEL	5
4. DE INVOERGEGEVENS	6
4.1 Klasse indeling schepen	6
4.2 De snelheden van de schepen	6
4.3 Aanbodspatroon schepen	7
4.4 Toelichting onderzochte doorvaarthbreedtes	9
4.5 Verkeersregels op de vaarweg	9
5. DE RESULTATEN	11
6. KONKLUSIE	15

Figuren:

1: Schematisatie model

2: Verloop van het aantal schepen in het systeem tijdens en na de
 versperring

1. INLEIDING

Tijdens de bouw van de vaste Westerschelde oeververbinding zal men voor de bouw van het tunnel tracé gedurende een bepaalde tijd werk moeten uitvoeren in de Pas van Terneuzen.

Aan de DVK door de Direktie Zeeland (brief d.d. 8-1-1991) is gevraagd uit te zoeken of de scheepvaart hinder zal ondervinden van de werkzaamheden tijdens de bouw en de omvang van deze eventueel aanwezige hinder te bepalen indien men uitgaat van tracé 3.

Op het moment is nog niet bekend hoe de uitvoering van de tunnel zal plaatsvinden en welk deel van de vaarweg tijdens de bouw door de scheepvaart niet gebruikt kan worden.

In deze notitie is onderzocht wat de invloed is van een beperkte doorvaartbreedte tijdens de bouw op de hinder van de scheepvaart. In een later stadium zal nagegaan moeten worden hoe de operationele afwikkeling van de scheepvaart plaats zal moeten vinden. Het onderzoek is in twee delen gesplitst.

Ten eerste is onderzocht hoe groot de hinder voor de scheepvaart is bij een doorvaartbreedte van 600, 350, 300, 250 en 200 meter. Bij deze doorvaartbreedtes kunnen alle schepen de werkzaamheden tenminste enkelstrooks passeren.

In het tweede deel van het onderzoek wordt er vanuit gegaan dat scheepvaart in de Pas van Terneuzen tijdens het afzinken van tunnelelementen in het midden van de vaarweg niet mogelijk is. De vaarweg is dan 36 uur gesperd voor alle scheepvaart.

Onderzocht is wat de invloed van een beperkte doorvaartbreedte op het oplossen van de file is. Een doorvaartbreedte van respectievelijk 200 en 250 meter na de versperring is onderzocht.

Om de hinder voor de scheepvaart t.g.v. een beperkte doorvaartbreedte te bepalen is gebruik gemaakt van een aangepast simulatiemodel, dat beschikbaar is gesteld door het Gemeentelijk Havenbedrijf Rotterdam. Dit model is ontwikkeld door het GHB voor een onderzoek in het Hartelkanaal. De DVK heeft dit model ook gebruikt bij het onderzoek naar de stormvloedkering in de Nieuwe Waterweg.

In deze notitie worden de resultaten vermeld van de simulaties.

De opbouw van de notitie is als volgt:

Ten eerste wordt de werking van het verkeerssimulatiemodel globaal beschreven. Vervolgens worden enkele relevante invoergegevens besproken en wordt de keuze van de onderzochte doorvaartbreedtes verder toegelicht. Tot slot worden de resultaten van de simulaties behandeld.

2. SAMENVATTING

M.b.v. een verkeerssimulatiemodel is de hinder voor de scheepvaart tijdens de bouw van een tunnel in de Pas van Terneuzen bepaald.

Het onderzoek is opgesplitst in twee delen.

Als eerste is de hinder voor de scheepvaart bepaald bij een doorvaartbreedte van respectievelijk 600 m, 350 m, 300 m, 250 m, en 200 m. Bij deze doorvaartbreedte is tenminste enkelstrooksverkeer van alle schepen mogelijk.

Bij doorvaartbreedtes groter of gelijk aan 300 m blijft de hinder voor de scheepvaart verwaarloosbaar klein. Maar 5% van de passerende schepen ondervindt een geringe hinder van gemiddeld ca. 5 minuten per schip. Bij een doorvaartbreedte van 250 m ondervindt ongeveer 10% van de schepen hinder. De gemiddelde wachttijd c.q. vertraging van de schepen met hinder is gemiddeld ongeveer 12 minuten. Bij een doorvaartbreedte van 200 m loopt het aantal schepen dat hinder ondervindt op tot ongeveer 20 procent. De gemiddelde wachttijd loopt niet verder op.

Gekonkludeerd moet worden dat alle onderzochte doorvaartbreedtes in principe acceptabel zijn. Is de beperking van de doorvaartbreedte langer dan enkele dagen dan moet een doorvaartbreedte van 200 m worden ont-raden. Er bestaat nl. een geringe kans dat bij een doorvaartbreedte van 200 m de reistijd van de tijgebonden schepen te lang wordt om nog binnen de getijpoort te varen. Zij moeten dan een getij overliggen.

Bij een doorvaartbreedte van 200 m en 250 m neemt het percentage kleinere schepen dat hinder ondervindt toe.

Geadviseerd wordt daarom om bij deze doorvaartbreedtes de kleinere schepen de mogelijkheid te bieden om door de Everingen te varen.

In het tweede deel van het onderzoek wordt aangenomen dat de vaarweg gedurende het afzinken van de tunnelelementen volledig wordt gestremd voor 36 uur. Onderzocht is wat de invloed van een beperkte doorvaartbreedte na de versperring is op het oplossingsvermogen van de file. het oplossen van de file is eveneens afhankelijk van de operationele aspecten. In dit stadium worden deze aspecten niet meegenomen. Doorvaartbreedtes van respectievelijk 200 m en 250 m na de versperring zijn onderzocht.

Het blijkt dat de invloed van de doorvaartbreedte op de tijdsduur van de file gering is. De invloed van de kleinere schepen op het oplossen van de file is veel groter. Geadviseerd wordt de kleinere schepen met beperkte diepgang indien mogelijk door de Everingen te sturen.

Uit het onderzoek blijkt dat de versperring niet langer moet duren dan 36 uur. De hoogwaterperiode valt bij Terneuzen net na de versperring van 36 uur. Verlengen van de versperring zou inhouden dat de tijgebonden schepen nog een extra getij over moeten liggen. Tevens bestaat dan de kans dat er meer dan 6 tijgebonden schepen in één getij naar binnen moeten. Er kunnen maar maximaal 6 tijgebonden schepen door de sluizen van Antwerpen en Terneuzen.

Tijdens de werkzaamheden zal een intensieve verkeersbegeleiding noodzakelijk zijn. De Walradarketen kan hiervoor uitstekend worden gebruikt.

Tot slot moet worden opgemerkt dat de resultaten moeten worden gezien als een eerste orde van grootte bepaling. De keuze van het aanbodspatroom van de schepen kan een grote invloed hebben op de resultaten. Op het moment zijn geen goede gegevens bekend over het aanbodspatroom. Indien deze in de toekomst wel bekend zijn, moeten deze met de het gebruikte aanbodspatroom worden vergeleken. Indien er grote verschillen optreden zullen de berekening moeten worden herhaald.

3. HET MODEL

Het model simuleert de verkeersafwikkeling van de scheepvaart op een vaarweg. Aan beide kanten van de vaarweg worden schepen gegenereerd en in de vaarweg geplaatst. Deze schepen verplaatsen zich vervolgens met een bepaalde snelheid door de vaarweg. De verkeersafwikkeling wordt geregeld doordat er in de vaarweg bepaalde ontmoetings- en oploopverboden gelden. Een schip dat niet mag oplopen zal zijn snelheid aanpassen aan het schip dat voor hem vaart. Bij een ontmoetingsverbod heeft het schip dat voorstrooms vaart voorrang. Het schip dat moet wachten zal zijn snelheid tot nul reduceren en na de passage van het ontmoetende schip zijn weg vervolgen met zijn oorspronkelijke snelheid.

De vaarweg kan worden opgedeeld in meerdere vakken. Voor elk vak kunnen aparte verkeersregels worden opgegeven. Voor het opstellen van de verkeersregels is het nodig om de scheepvaart onder te verdelen in verschillende klassen. Deze klasse-indeling is voornamelijk afhankelijk van de grootte van de schepen. Per klasse wordt aan het schip een bepaalde snelheid toegewezen die tussen bepaalde door de gebruiker op te geven snelheden uniform verdeeld is.

Het aanbodspatroom van de schepen kan per klasse en per richting apart worden opgegeven. Het is mogelijk om bv. alleen overdag, alleen in het weekend of alleen bij hoogwater schepen te genereren.

Het model houdt van elk schip de totale reistijd in het fiktieve kanaal bij. Tevens wordt van elk schip de wachttijd bijgehouden. Onder wachttijd wordt verstaan de tijd dat een schip stilligt t.g.v. een ontmoetingsverbod. Gebleken is dat de reistijd, die verloren gaat als gevolg van een oploopverbod marginaal is t.o.v. het reistijdverlies als gevolg van een ontmoetingsverbod. Dien ten gevolge wordt reistijdverlies als gevolg van een oploopverbod niet gekenmerkt als wachttijd.

De resultaten van het model geven een indicatie van de hinder, maar moeten gezien worden als een orde van grote bepaling.

4. DE INVOERGEGEVENS

4.1 Klasse indeling schepen

Voor de simulatie is het nodig om de scheepvaart in klassen in te delen. In totaal zijn 5 klassen geschematiseerd. Tabel 1 geeft een overzicht van de indeling.

Type	Soort	DWT * 1000	L m	B m	T m
I	Binnenvaart	< 2	110	11,5	3,5
II	Kl. zeevaart	< 6	90	12,0	5,5
III	Zeevaart	6-25	150	23,0	9,5
IV	Zeevaart	25-50	280	32,5	11,5
V	Zeevaart	>50	300	48,0	15,0

TABEL 1: Klasse indeling schepen

De aangegeven afmetingen zijn die van het grootste schip in de klasse. Aan de hand van deze afmetingen zijn de verkeersregels opgesteld. Onder de binnenvaart worden alleen de vrachtvervoerende schepen verstaan. De sleepboten en dienstvaartuigen worden niet meegenomen. Aangenomen is dat zij nagenoeg geen hinder ondervinden of veroorzaken.

4.2 De snelheden van de schepen

De snelheid waarmee het schip vaart t.o.v. de wal is samengesteld uit zijn eigen vaarsnelheid en de stroomsnelheid. In het model moeten beide waarden apart worden opgegeven. Er is uitgegaan van de volgende waarden:

1) Vaarsnelheid van het schip

De snelheden in de huidige situatie die in dit verslag genoemd zijn, zijn intern binnen DVK opgesteld en komen overeen met de snelheden uit notitie S 80.20 van de DVK .

De snelheden tijdens de werkzaamheden zijn met de Loods Technische Commissie en DGSM doorgesproken. De snelheid bij het passeren van de werkzaamheden is zodanig vastgesteld dat de schepen goed manoeuvreerbaar blijven en zo dat de werkzaamheden zo min mogelijk overlast hebben van de waterbeweging die de passerende schepen veroorzaken.

Tevens is de vaarsnelheid die 5 km voor de werkzaamheden gevaren zal worden vastgelegd.

In tabel 2 zijn de besproken vaarsnelheden t.o.v. het water weergegeven. Zij dienen als invoer voor het model.

Type	V huidige situatie	V bij werk- zaamheden	V 5km voor werkzaamheden
I	3 - 5	3 - 5	3 - 5
II	4 - 6	3 - 5	4 - 6
III	4 - 8	3 - 5	4 - 7
IV	5 - 9	3 - 5	4 - 7
V	4 - 6	2 - 4	3 - 5

TABEL 2: Vaarsnelheid schip in m/s t.o.v. het water

2) Stroomsnelheid van het water

T.p.v. de tunnel heeft het getij invloed op de stroomsnelheden. Directie Zeeland heeft met behulp van een WAQUA-model de stroomsnelheden t.p.v. de toekomstige tunnel berekend. Uit deze berekeningen blijkt dat de stroomsnelheden na de aanleg nagenoeg gelijk zijn aan die in de huidige situatie. Het verloop van de stroomsnelheden in de tijd is grof te beschrijven m.b.v. een sinusfunctie met een amplitude van 0,5 à 1,25 m/s, afhankelijk van spring of doodtij. Voor de simulatie is uitgegaan van een sinusvormig verloop van de snelheden in de tijd. De periode is hierbij 12,5 uur en de amplitude is 1 m/s.

Voor het tweede deel van het onderzoek naar de file is een stroomsnelheid van 0,5 m/s aangehouden. Het afzinken van het tunnelelement zal tijdens doodtij plaatsvinden.

4.3 Aanbodspatroon schepen

Voor de simulatie is het essentieel om te weten welk type schip op welk tijdstip het werkgebied van de tunnel passeert. Om een goed aanbodspatroon te kunnen genereren zijn gegevens van de huidige situatie benodigd. Deze zijn niet voorhanden. Op het moment zijn alleen gegevens beschikbaar van de zeeschepen die de rede Vlissingen in december 1990 zijn gepasseerd. Voor het bepalen van een betrouwbaar aankomstpatroon is één maand gegevens onvoldoende. Bij gebrek aan meer gegevens is toch van bovenstaande gegevens gebruik gemaakt. De resultaten van het onderzoek moeten dan ook om deze reden gezien worden als een orde van grootte bepaling.

Bij de analyse van de passagetijden van de zeevaart van de rede Vlissingen is gekeken naar de variatie in het aantal schepen per dag en per week. De resultaten van de analyse staan vermeld in tabel 3a tm 3d.

Bij de analyse is rekening gehouden met een vaartijd van 1 uur van Terneuzen naar Vlissingen en visa versa.

Over de binnenvaart zijn nagenoeg geen gegevens bekend over het aanbodspatroon. Uit sluistellingen kan worden afgeleid dat er ongeveer 7000 schepen per jaar de Pas van Terneuzen t.p.v. het toekomstige tunnelelement passeren. De variatie over de dag en de week zijn niet aanwezig. Voor dit onderzoek is gekozen voor een aanbodspatroon waarin relatief hoge concentraties van binnenvaartschepen op een bepaald tijdstip voorkomen. Dit heeft tot gevolg dat er veel binnenvaart gelijktijdig in het proces aanwezig is. De hinder wordt dan eerder over- dan onderschat. Het aangenomen aanbodspatroon van de binnenvaart en de zeevaart is in tabel 3a t/m 3d weergegeven.

tijd (uur)	type 1	type 2	type 3	type 4	type 5
0 - 6	0,20	1,56	0,98	0,14	0,19
6 - 16	0,55	1,16	0,65	0,09	0,21
16 - 20	0,60	1,95	1,01	0,13	0,13
20 - 24	0,25	2,56	1,39	0,17	0,36

TABEL 3a: AFVAART VAN MAANDAG T/M VRIJDAG (Gemiddeld aantal schepen per uur)

tijd (uur)	type 1	type 2	type 3	type 4	type 5
0 - 6	0,20	1,34	1,11	0,07	0,23
6 - 16	0,55	1,35	1,15	0,09	0,11
16 - 20	0,60	1,16	0,68	0,19	0,13
20 - 24	0,25	1,29	1,03	0,13	0,18

TABEL 3b: OPVAART VAN MAANDAG T/M VRIJDAG (Gemiddeld aantal schepen per uur)

tijd (uur)	type 1	type 2	type 3	type 4	type 5
0 - 6	0,20	1,72	1,06	0,20	0,10
6 - 16	0,55	1,15	0,84	0,09	0,13
16 - 20	0,60	1,35	1,05	0,23	0,10
20 - 24	0,25	1,23	0,84	0,13	0,38

TABEL 3c: AFVAART IN HET WEEKEND (Gemiddeld aantal schepen per uur)

tijd (uur)	type 1	type 2	type 3	type 4	type 5
0 - 6	0,20	1,53	0,93	0,13	0,13
6 - 16	0,55	1,64	0,97	0,07	0,16
16 - 20	0,65	1,83	1,10	0,23	0,25
20 - 24	0,25	1,53	0,95	0,15	0,05

TABEL 3d: OPVAART IN HET WEEKEND (Gemiddeld aantal schepen per uur)

4.4 Toelichting onderzochte doorvaartbreedtes

Voor het opzetten van een goede uitvoeringsmethode is inzicht nodig in de minimaal benodigde doorvaartbreedte tijdens de bouw. Om hier meer inzicht in te krijgen is als eerste gekeken in hoeverre de hinder voor de scheepvaart toeneemt bij steeds afnemende doorvaartbreedte.

In de huidige situatie is t.p.v. de te bouwen tunnel en doorvaartbreedte van 600 m beschikbaar. De minimaal benodigde doorvaartbreedte wordt bepaald door de breedte die het grootste schip nodig heeft om de werkzaamheden enkelstrooks te passeren.

Het grootste schip dat de Pas van Terneuzen passeert, heeft afmetingen van $300 * 50 \text{ m}^2$. Een stelregel voor het bepalen van de breedte van een rechte enkelstrooksvaarweg is $5 * B_{\text{schip}}$. Echter ter plaats van de werkzaamheden zal het attentieniveau groter zijn dan op een doorgaande vaarweg en zal de padbreedte van het schip waarschijnlijk lager liggen. Een doorvaartbreedte van 200 m is dan mogelijk. Hierbij dient te worden opgemerkt dat maar ongeveer 3% van de passerende schepen een breedte heeft van ca. 50 m. Dit kleine percentage schepen kan eventueel in geval van twijfel gebruik maken van sleepboothulp.

Om bovenstaande reden zijn een doorvaartbreedte van 600, 350, 300, 250 en 200 meter onderzocht. Hierbij wordt er vanuitgegaan dat alle scheepvaart die oorspronkelijk door de Pas van Terneuzen vaart, dit ook tijdens de werkzaamheden zal doen. De grotere schepen hebben in het model voorrang op de kleinere schepen. De reistijden van de grotere schepen worden niet beïnvloed door de kleinere schepen. Als blijkt dat de wachttijd van de kleinere schepen op zal lopen, is het zinvol om de kleinere schepen door de Everingen te laten varen.

Tijdens het afzinken van de tunnelelementen die midden in de vaarweg liggen is het nodig, de vaargeul volledig te stremmen. De stremming zal ongeveer 36 uur duren. Na de volledige stremming is waarschijnlijk een beperkte doorvaartbreedte aanwezig, met een snelheidsbeperking gedurende ca. 2 dagen.

Het tweede deel van het onderzoek richt zich op de vraag of de file, die is ontstaan tijdens de volledige stremming, bij een beperkte doorvaartbreedte van 200m. en 250m. na de stremming nog oplost.

Eveneens wordt er een onderscheid gemaakt door een deel van de scheepvaart om te leiden door de Everingen.

4.5 Verkeersregels op de vaarweg

Voor het model is de vaarweg opgedeeld in 3 vakken. Eén smal vak, met een lengte van 1500 m, waar de werkzaamheden plaats vinden en twee bredere vakken aan beide kanten van de werkzaamheden, elk met een lengte

van 2750 m. De schematisatie is weergegeven in figuur 1. Per vak kunnen verschillende verkeersregels opgegeven worden. De verkeersregels zijn afhankelijk van de beschikbare doorvaartbreedte en zijn besproken met de Loods Technische Commissie en DGSM. De verkeersregels zijn in verhouding met de regels die zijn toegepast bij de stormvloedkering in de Nieuwe Waterweg aan de "streng" kant. De toegepaste verkeersregels zijn weergegeven in onderstaande matrices.

Doorvaartbreedte 600 m op
NAP-15 m en 700 m op NAP-10 m

Type	I	II	III	IV	V
I	7	7	7	7	7
II	7	7	7	7	7
III	7	7	7	7	6
IV	7	7	7	5	5
V	7	7	6	5	5

Doorvaartbreedte 250 m op
NAP-15 m en 300 m op NAP-10 m

Type	I	II	III	IV	V
I	5	5	4	1	0
II	5	5	4	1	0
III	4	4	1	0	0
IV	1	1	0	0	0
V	0	0	0	0	0

Doorvaartbreedte 350 m op
NAP-15 m en 400 m op NAP-10 m

Type	I	II	III	IV	V
I	7	7	6	5	4
II	7	7	6	5	4
III	6	6	1	1	1
IV	5	5	1	1	1
V	4	4	1	1	0

Doorvaartbreedte 200 m op
NAP-15 m en 250 m op NAP-10 m

Type	I	II	III	IV	V
I	5	5	2	1	0
II	5	5	1	0	0
III	2	1	0	0	0
IV	1	0	0	0	0
V	0	0	0	0	0

Doorvaartbreedte 300 m op
NAP-15 m en 350 m op NAP-10 m

type	I	II	III	IV	V
I	5	5	5	3	1
II	5	5	5	3	1
III	5	5	4	1	0
IV	3	3	1	0	0
V	1	1	0	0	0

De cijfers in de matrices betekenen het volgende:

- 0 → Deze twee schepen mogen elkaar niet ontmoeten; Voor deze typen schepen is de vaarweg alleen enkelstrooks te gebruiken.
- 1 → Deze twee schepen mogen elkaar ontmoeten.
- 2 → Deze twee schepen mogen elkaar oplopen zonder de aanwezigheid van een derde schip. (Het model start de oplooptmanoeuvre alleen als deze in zijn geheel kan worden afgewikkeld zonder een ander schip tegen te komen).
- 3 → Deze twee schepen mogen elkaar oplopen en tegelijkertijd een type 1 schip ontmoeten.
- 4 → Deze twee schepen mogen elkaar oplopen en tegelijkertijd een type 2 schip ontmoeten.
- 5 → Deze twee schepen mogen elkaar oplopen en tegelijkertijd een type 3 schip ontmoeten.
- 6 → Deze twee schepen mogen elkaar oplopen en tegelijkertijd een type 4 schip ontmoeten.
- 7 → Deze twee schepen mogen elkaar oplopen en tegelijkertijd een type 5 schip ontmoeten.

5. DE RESULTATEN

De resultaten zijn uitgedrukt in wachttijd en reistijd. Onder wachttijd wordt verstaan de tijd dat een schip stilligt t.g.v. een ontmoetingsverbod. Gebleken is dat de tijd die verloren gaat als gevolg van een oploopverbod marginaal is t.o.v. het tijd verlies als gevolg van een ontmoetingsverbod. De gemiddelde wachttijd is alleen opgebouwd uit schepen, die ook werkelijk moeten stilliggen t.g.v. een ontmoetingsverbod.

Onder reistijd wordt verstaan de tijd dat het schip in het model aanwezig is. De reistijd is opgebouwd uit de tijd die schepen nodig hebben om te varen en de wachttijd. De gemiddelde reistijd is opgebouwd uit alle schepen die in het model gegenereerd worden.

Als eerste zullen de resultaten van een beperkte doorvaartbreedte worden behandeld. Vervolgens zullen de resultaten van het tweede deel van het onderzoek naar het oplossen van de file worden besproken.

1) Afnemende doorvaartbreedte

De doorvaartbreedtes die zijn onderzocht zijn 600 m, 350 m, 300 m, 250 m en 200 m. Er is een periode van 2 maanden gesimuleerd. In het totaal zijn in deze periode 8606 schepen gegenereerd. De schepen zijn als volgt opverdeeld: 1120 van type 1, 4117 van type 2, 2615 van type 3, 372 van type 4 en 382 van type 5.

In onderstaande tabel staan de resultaten van de simulatie.

Doorvaart- breedte in m	Gem. reistijd in minuten	Max. reistijd in minuten	Aantal schepen met wachttijd	% Schepen met wachttijd	Gem. wachttijd in minuten
600	33	67	0	0	0
350	34	80	87	1	3
300	35	88	472	5	11
250	37	94	943	11	12
200	38	116	1633	19	13

TABEL 4: Resultaten bij verschillende doorvaartbreedtes over een afstand van 9 km

In tabel 4 is te zien dat de gemiddelde reistijden van de schepen nagenoeg gelijk blijven. Bij een doorvaartbreedte van 200 m is het percentage wachtende schepen maximaal. Bij deze doorvaartbreedte ondervindt 19% van de schepen een gemiddelde wachttijd van 13 minuten.

In tabel 5a t/m 5e zijn de resultaten uit tabel 4 verder onderverdeeld naar het type schip.

In deze tabellen is te zien dat bij afnemende doorvaartbreedte in eerste instantie alleen de grotere schepen wachttijd ondervinden. Bij een breedte van 300 meter mogen type 4 en 5 schepen elkaar niet ontmoeten. Deze schepen ondervinden wachttijd.

Bij een doorvaartbreedte van 200 m neemt ook de wachttijd van de kleinere schepen toe. Bij deze doorvaartbreedte mogen klasse 3 schepen elkaar niet meer ontmoeten. De grotere schepen blokkeren de vaarweg voor de kleinere schepen. Aangezien de grotere schepen voorrang hebben, neemt de wachttijd van de type 4 en 5 schepen niet veel meer toe.

Doorvaart- breedte	Tot.	I	II	Type III	IV	V
600	33	36	32	32	32	42
350	34	37	33	33	33	49
300	35	39	34	34	35	50
250	37	40	35	36	37	51
200	38	40	36	37	38	71

5a: Gemiddelde reistijd in minuten

Doorvaart- breedte	Tot.	I	II	Type III	IV	V
600	25	11	13	14	12	25
350	31	15	17	20	16	31
300	38	32	28	30	30	38
250	43	38	37	38	38	43
200	45	38	33	39	40	45

5b: Maximale wachttijd in minuten

Doorvaart- breedte	Tot.	I	II	Type III	IV	V
600	0	0	0	0	0	0
350	87	5	21	14	3	44
300	472	51	144	167	32	78
250	943	134	362	283	72	92
200	1633	177	683	597	83	93

5c: Aantal schepen met wachttijd

Doorvaart- breedte	Tot.	I	II	Type III	IV	V
600	0	0	0	0	0	0
350	1	0	1	1	1	11
300	5	5	3	6	9	20
250	11	12	9	11	20	24
200	19	16	17	13	23	24

5d: Percentage schepen met wachttijd

Doorvaart- breedte	Tot.	I	II	Type III	IV	V
600	0	0	0	0	0	0
350	3	1	2	6	4	3
300	11	6	11	14	7	11
250	12	12	11	12	7	18
200	13	13	11	15	9	19

5e: Gemiddelde wachttijd in minuten

TABEL 5a t/m 5e: Resultaten per type schip

Een doorvaartbreedte van 200 m is acceptabel. Een kritiek punt bij een doorvaartbreedte van 200 m is de maximale reistijd van het type 5 schip. Deze bedraagt ongeveer 2 uur. Indien deze reistijd groter wordt, loopt het schip het risico dat het niet meer in de getijpoort kan varen en een getij zal moeten overliggen. De reistijd van het schip wordt dan verlengd met ongeveer 12 uur.

Bij een doorvaartbreedte van 250 m ondervindt maar 11% van de schepen een wachttijd van gemiddeld 12 minuten. Dit is een aanzienlijke verbetering voor de afwikkeling van de scheepvaart t.o.v. een doorvaartbreedte van 200 m en verdient dan ook de voorkeur.

Bij een doorvaartbreedte van 250 m en 200 m is het wenselijk, maar niet noodzakelijk, om de type 1 en 2 schepen door de Everingen te laten varen. De kleinere schepen zullen dan geen wachttijd ondervinden. De wachttijd van de grotere schepen zal hierdoor nagenoeg niet afnemen omdat zij voorrang hebben op de kleinere schepen. Hun reistijd wordt nagenoeg niet beïnvloed door de kleinere schepen.

2) Het file probleem

Voor dit onderzoek zijn de doorvaartbreedtes, die na de file aanwezig zijn, beperkt tot 250 m en 200 m.

Voor beide doorvaartbreedtes is de invloed van de kleinere schepen op de file bekeken. Type 1 en 2 schepen kunnen worden omgeleid door de Everingen.

Bij de start van de simulatie wordt de versperring ingezet. Deze wordt na 36 uur opgegeven. Direct na de versperring van 36 uur is het t.p.v. Terneuzen hoogwater en is scheepvaart met type 5 schepen mogelijk. Tijdens hoogwater hebben type 5 schepen voorrang op de overige vaart. Zij verlaten het eerst de file. Een verlenging van de 36 uur heeft tot gevolg dat deze schepen niet meer mee kunnen met het getij en een nog eens een extra vertraging van 12 uur ondervinden. Daarna wordt voorrang gegeven aan type 4 schepen, omdat in deze categorie veel containerschepen zijn ondergebracht.

Voor een doorvaartbreedte van 250 m exclusief type 1 en 2 schepen is in figuur 2 het aantal schepen in het systeem in relatie tot de tijd uitgezet. Hierin is te zien dat gedurende de eerste 36 uur het totaal aan-

tal schepen in het systeem geleidelijk oploopt. Na 36 uur wordt de versperring opgeheven en lost de file op. Vijfenvoertig uur na aanvang van de versperring is de file opgelost.

De resultaten van de overige onderzochte situaties staan in onderstaande tabel.

Doorvaart-breedte	Inklusief type 1&2	Gem. reis-tijd (min)	Max. lengte file	Totaal aantal schepen in file	Duur van file (uur)
200	nee	1110	98	112	48
250	nee	1190	98	105	45
200	ja	1103	233	369	58
250	ja	1084	233	336	56

TABEL 6: Resultaten "fileprobleem"

In tabel 6 is duidelijk te zien dat de type 1 en 2 schepen een grote invloed uitoefenen op de duur van de file. De doorvaartbreedte heeft minder invloed op de duur van de file.

De gemiddelde reistijden variëren niet veel. Als de file snel op lost zijn de gemiddelde reistijden iets hoger.

De maximale reistijden zijn afhankelijk van de doorvaartbreedtes. Bij een doorvaartbreedte van 250 m is de maximale reistijd 42 uur en bij 200 m is dit 44 uur.

Opgemerkt dient te worden dat als de versperring langer duurt dan 36 uur de grotere schepen niet meer met het getij mee kunnen en nog eens een extra getij moeten wachten. Hierdoor wordt de reistijd nog eens extra verlengd. Tevens ontstaat dan het gevaar dat er meer dan 68 type 5 schepen in één getij naar binnen moeten. Er kunnen maximaal 6 schepen tegelijk door de sluizen van Antwerpen en Terneuzen.

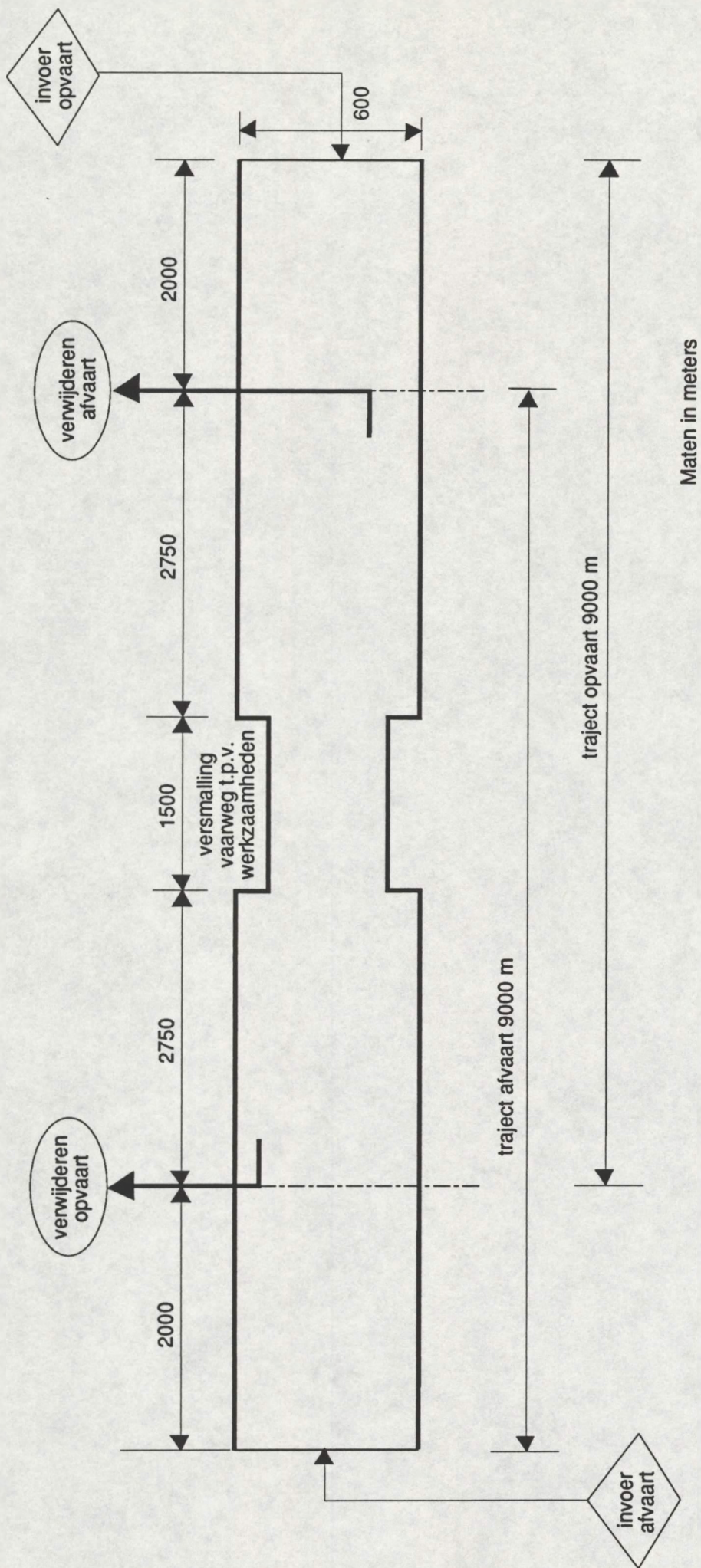
Tot slot dient te worden opgemerkt dat voor het oplossen van de file de operationele aspecten nog nader moeten worden bekeken. Deze kunnen de duur van de file die in werkelijkheid op zal treden beïnvloeden.

6. KONKLUSIE

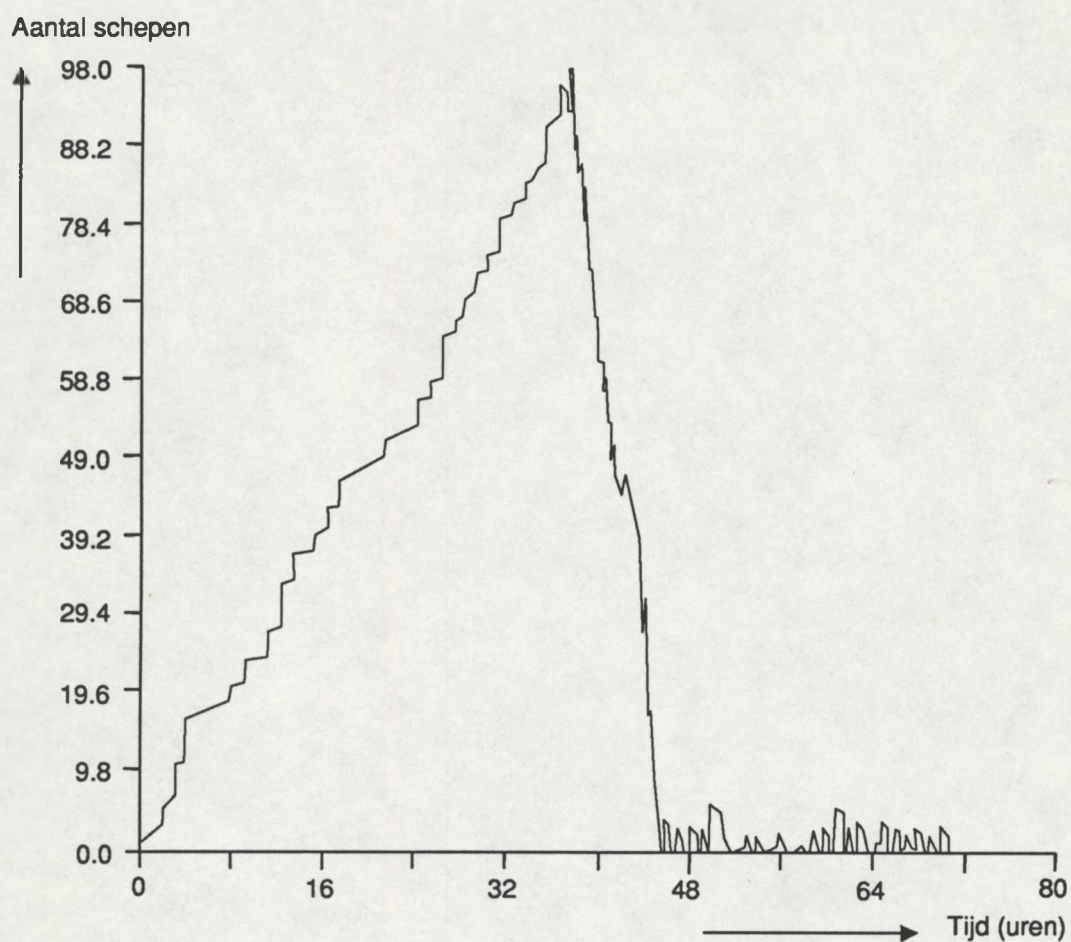
Een doorvaartbreedte van 200 m (NAP-15m) gedurende een langere periode is acceptabel, maar een doorvaartbreedte van 250 m of meer is wenselijker. Aanbevolen wordt om bij een doorvaartbreedte van 200 m of 250 m scheepvaart met een beperkte diepgang door de Everingen te laten varen. Uit het eerste deel van het onderzoek blijkt dat een doorvaartbreedte van 200 m voor meerdere dagen niet gewenst is.

Uit het tweede deel van het onderzoek blijkt dat zowel bij een doorvaartbreedte van 200 m als bij 250 m de file oplost. Geadviseerd wordt om tijdens de versperring de scheepvaart met beperkte diepgang door de Everingen te sturen.

Indien de vaarweg volledig versperd wordt, mag de versperring niet langer duren dan 36 uur.



Figuur 1 Schematisat'ie model



Figuur 2 Aantal schepen in systeem
Doorvaartbreedte 250 m
Alleen type 3, 4 en 5 schepen