RAPPORT

Effecten op de scheepvaart

een deelrapport van

Afsluitbaar Open Rijnmond

een eerste integrale verkenning

Technische Universiteit Delft

ROTTERDAM.CLIMATE.INITIATIVE
Climate Proof

Kennis voor Klimaat



Faculteit Civiele Techniek en Geowetenschappen
Sectie Waterbouwkunde, Havens en Waterwegen

Bezoek
Stevinweg 1
2628 CN Delft
Correspondentie
Postbus 5048
2600 GA Delft

KvK-nummer: KvK029/2010-06
Opdrachtgevers: Rotterdam Climate Proof en Kennis voor Klimaat

Dit onderzoek wordt medegefinancierd door het Ministerie van VROM

www.aor.tudelft.nl | www.kennisvoorklimaat.nl

Inhoudsopgave

1 Inleiding 1

1.1 Aanleiding 1

1.2 Positie in het overall project 2

1.3 Onderzoeksaspecten 2

2 Randvoorwaarden overige deelonderzoeken 3

2.1 Sluitfrequenties en sluitingsregime keringen 3

3 Ontwikkeling scheepvaart 2050 en 2100 4

3.1 Actuele cijfers binnenvaart 4

3.2 Actuele cijfers zeevaart 7

3.3 Prognoses aantallen schepen 2033 8

3.4 Doorkijk 2050 en 2100? 12

4 Effectbepaling op scheepvaart 14

4.1 Binnenvaart 15

4.2 Zeevaart 17

4.3 Totale directe schade 18

4.4 Variaties en hun invloed 19

4.4.1 Duur van de stremming 19

4.4.2 Voorspelbaarheid van de stremming 19

4.4.3 Mogelijkheid om gedifferentieerd keringen te sluiten of een kering open te houden 19

4.5 Effect van sluizen bij keringen 20

4.6 Indirecte effecten 24

5 Conclusies en aanbevelingen 25

5.1 Referenties 26

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Het project Afsluitbaar Open Rijnmond (AOR) is geïnitieerd naar aanleiding van de bevindingen en aanbevelingen van de Nieuwe Delta Commissie (Veerman) [1]. Aanbeveling 10 gaat expliciet in op de mogelijkheid om het Rijnmond gebied op een flexibele manier beter te beschermen tegen de effecten die verwacht worden vanuit klimaatverandering, zoals zeespiegelstijging en hogere rivierafvoeren.

Aanbeveling 10 **Rijnmond**	Tot 2050	Een 'afsluitbaar open' Rijnmond biedt goede vooruitzichten voor de combinatie van de functies veiligheid, zoetwatervoorziening, stedelijke ontwikkeling en natuur. De extreme afvoeren van de Rijn en Maas moeten dan via de Zuidwestelijke delta worden afgevoerd. Het water voor West-Nederland moet via het IJsselmeer worden aangevoerd. De infrastructuur hiervoor moet worden aangepast. Er moet ruimte komen voor lokale berging in diepe droogmakerijen. Nader onderzoek naar de 'afsluitbaar open' Rijnmond moet op korte termijn starten.

De essentie van het idee is een alternatief te ontwikkelen voor het ophogen van de dijken langs de rivierarmen in het sterk verstedelijkte Rijnmondgebied. Dit alternatief omvat een stelsel van nieuwe rivierkeringen die samen met de Europoortkering een beschermende ring rondom het Rijnmond gebied legt. Het zeewater wordt buiten de deur gehouden en het rivierwater wordt omgeleid naar de Zuid Hollandse en Zeeuwse wateren, waar bergingscapaciteit voor het rivierwater aanwezig is. Doel is het zo lang mogelijk open houden van de regio Rijnmond. Afgeleid doel is het onderzoeken of Rijnmond met een lagere waterstand toe kan om buitendijkse bebouwing toe te laten, iets wat nu niet mogelijk is in verband met de hoogwaterveiligheid.

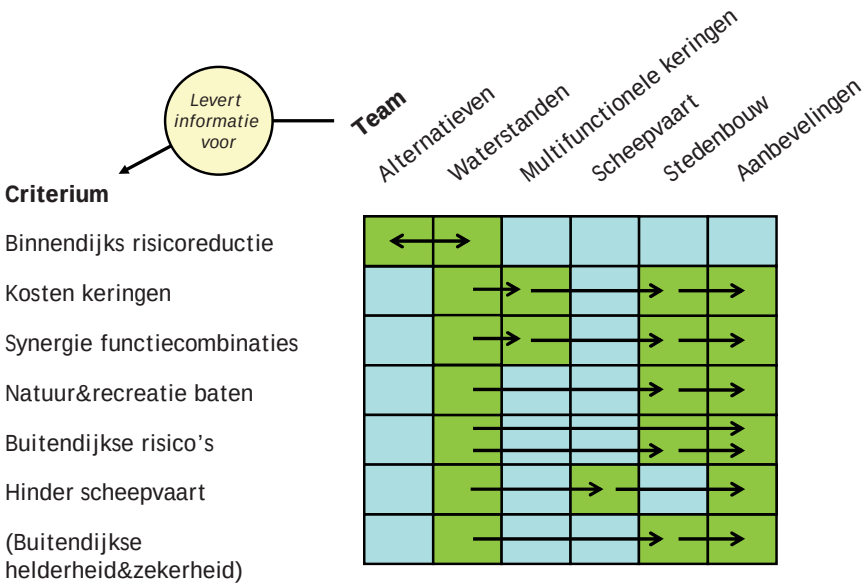
Het principe van AOR is weergegeven in volgende figuur:



1.2 Positie in het overall project

Dit deelonderzoek gaat in op de effecten die het alternatief Afsluitbaar Open Rijnmond heeft op de scheepvaart. Deze effecten kunnen worden bepaald als duidelijk is welke keringen waar noodzakelijk zijn, hoe het sluitingsregime er uit zal zien en welke sluitingsfrequentie daar bij hoort. De uitkomsten van het deelonderzoek Scheepvaart zullen integraal onderdeel van het afwegingskader gaan uitmaken en tevens dienen als input voor het concept voor de rivierkeringen, met name in relatie tot het mogelijk aanleggen van sluiscomplexen naast de keringen.

Een globaal overzicht van de relaties tussen de deelonderzoeken is weergegeven in de volgende figuur.



1.3 Onderzoeksaspecten

Het deelonderzoek Scheepvaart baseert zich op de uitkomsten van onderzoek en berekeningen van waterstanden voor twee alternatieven. Deze alternatieven zijn als volgt gedefinieerd:

1. Bestaande situatie met alleen dijkverhoging en verhoogde sluitfrequentie van de Europoortkering
2. Nieuwe situatie met beperkte dijkverhoging, 4 rivierkeringen en verhoogde sluitfrequentie van de Europoortkering

De varianten zullen worden uitgewerkt langs een aantal scenario's voor klimaatverandering:

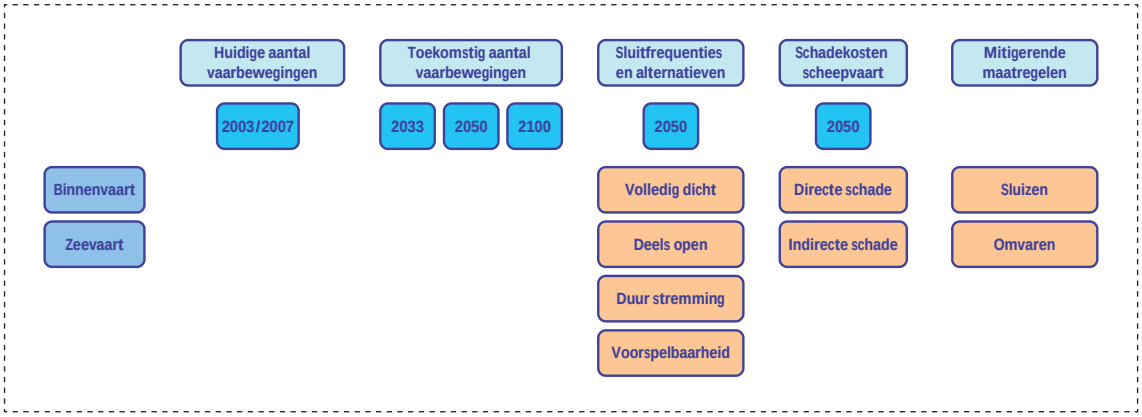
1. Een normeringsscenario, gelijk aan de huidige situatie
2. Twee klimaatscenario's voor 2100: KNMI G+ en Veerman

Op basis van de twee varianten en de twee klimaatscenario's zullen vier uitwerkingsrichtingen worden geformuleerd, voor elke variant een uitwerking van de twee klimaatscenario's.

De onderzoeksaspecten die ter hand zijn genomen voor het deelonderzoek scheepvaart zijn:

1. Analyse huidige situatie scheepvaart; vaarbewegingen totaal en op de verschillende riviertakken.
2. Prognose scheepvaart 2050 en 2100; ontwikkeling goederenvervoer, vloot en vaarbewegingen op de verschillende riviertakken
3. Op basis van de verschillende scenarios voor het sluiten van de Rijnmondring bepalen van de sluitingsfrequenties en cvonsequenties voor de scheepvaart.
4. Bepalen van directe schade door stremming of omvaren aan de scheepvaart
5. De optredende schade wordt gebaseerd op de toekomstige vlootomvang en type schepen (door extrapolatie en beschikbare prognoses).
6. Een afweging m.b.t. de nut en noodzaak van de bouw van sluiscomplexen bij de keringen.
7. Beschouwing van de mogelijkheden van het gebruik van omvaarroutes.
8. Indicatie optreden van indirecte effecten door afnemende betrouwbaarheid van de logistieke keten

De opzet van het onderzoek en de relaties tussen de onderdelen binnen dit deelonderzoek zijn weergegeven in het volgende diagram:



2 Randvoorwaarden overige deelonderzoeken

2.1 Sluitfrequenties en sluitingsregime keringen

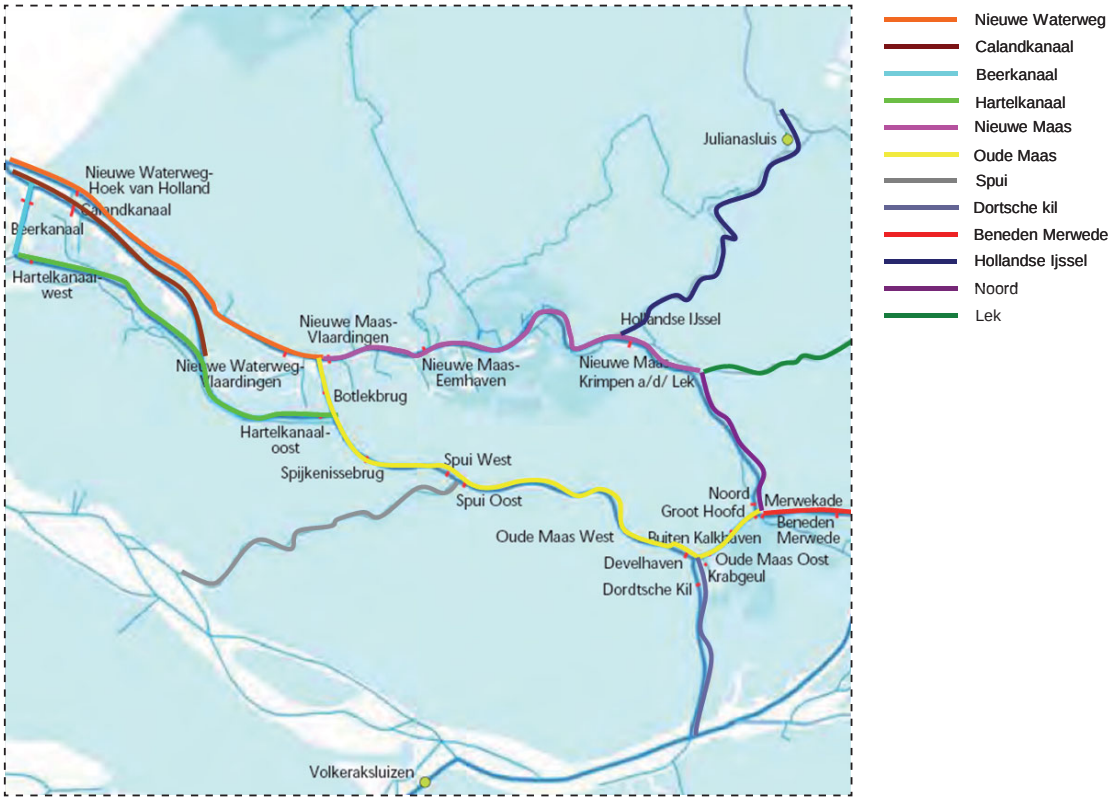
De gegevens over de sluitingsfrequenties en het sluitingsregime zijn onderzocht en uitgewerkt in de deelonderzoeken Waterstanden en Multifunctionele keringen.

3 Ontwikkeling scheepvaart 2050 en 2100

3.1 Actuele cijfers binnenvaart

De binnenvaart neemt een belangrijke positie in bij het vervoer van lading van en naar de Rotterdamse haven. Juist door de goede bereikbaarheid via het water heeft Rotterdam zo sterk kunnen groeien. Jaarlijks zijn er zo'n 130.000 bezoeken van binnenvaartschepen aan de haven. De schepen kunnen via een aantal routes hun bestemming bereiken.

In het Rijnmondgebied zijn de Oude Maas en de Nieuwe Maas de belangrijkste doorgaande routes met het achterland (Nederland, Duitsland, België en verder). Onderstaand overzicht geeft een indruk van de vaarwegen in de regio Rijnmond die door de binnenvaart worden gebruikt:



Figuur 1 Overzicht vaarwegen binnenvaart Rijnmond gebied [2]

Rijkswaterstaat heeft in 2008 een nieuwe editie uitgebracht van de publicatie Scheepvaartinformatie Hoofdvaarwegen [2]. In deze publicatie is voor een groot aantal radartelpunten het aantal passerende schepen opgenomen. De gegevens omvatten de teljaren 2004-2007. Deze gegevens zullen worden gebruikt als representatieve waarden voor de huidige situatie. De tellingen zijn voor twee richtingen bepaald en omvatten alle langsvarende schepen, dus ook zeevaart en overige vaartuigen.

De resultaten zijn opgenomen in onderstaande tabel:

Lokatienaam	Vaarweg-nummer	Vaarwegnaam	Richting	Jaar				Ontwikkeling in %
				2004	2005	2006	2007	2004-2007
Beerkanaal	116a	Beerkanaal	N	30.104	41.830	39.087	37.011	22,9
			Z	29.773	39.888	37.602	36.606	23,0
BenedenMerwede	101	Beneden Merwede	O	65.071	61.446	64.140	61.580	-5,4
			W	68.372	63.742	67.211	63.154	-7,6
Botlekbrug	111	Oude Maas	N	40.291	42.922	45.081	44.461	10,3
			Z	39.509	40.168	41.288	42.069	6,5
BuitenKalkhaven	111	Oude Maas	NO	-	71.819	73.388	70.623	-
			ZW	-	75.507	78.853	76.986	-
Calandkanaal	116	Calandkanaal	O	31.562	31.716	30.108	30.547	-3,2
			W	36.017	36.715	35.749	40.707	13,0
Develhaven	111	Oude Maas	O	56.013	54.021	56.543	55.239	-1,4
			W	55.571	53.096	55.784	55.144	-0,8
DordtscheKil	112	Dordtsche Kil	N	60.483	61.552	62.581	65.394	8,1
			Z	60.359	59.058	60.930	63.064	4,5
GrootHoofd	111	Oude Maas	NO	-	72.808	73.880	71.796	-
			ZW	-	71.080	75.232	73.670	-
Hartelkanaal-oost	115	Hartelkanaal	O	39.112	40.827	43.767	41.377	5,8
			W	42.973	44.151	47.941	47.377	10,2
Hartelkanaal-west	115	Hartelkanaal	O	21.048	20.903	22.120	21.740	3,3
			W	24.136	23.417	25.648	29.219	21,1
Hollandse IJssel	211	Hollandse Ijssel	O	14.811	16.288	17.493	21.457	44,9
			W	13.276	14.568	17.376	23.803	79,3
Krabbegeul	111	Oude Maas	N	10.787	9.388	10.164	10.484	-2,8
			Z	9.695	8.602	9.351	9.545	-1,5
Merwekade	101	Beneden Merwede	O	-	71.048	73.808	71.527	-
			W	-	81.148	90.267	86.701	-
N.Waterweg - Hoek v. Holland	102	Nieuwe Waterweg	O	40.413	39.669	41.439	42.802	5,9
			W	43.780	42.501	44.105	48.850	11,6
N.Waterweg - Vlaardingen	102	Nieuwe Waterweg	O	45.117	42.233	43.187	48.086	6,6
			W	50.429	47.228	47.667	53.743	6,6
Nieuwe Maas - Eemhaven	102	Nieuwe Maas	O	79.382	76.022	77.559	80.468	1,4
			W	94.576	92.413	95.288	99.411	5,1
Nieuwe Maas - Krimpen a/d IJssel	102	Nieuwe Maas	O	61.914	58.797	62.619	68.718	11,0
			W	68.028	64.028	67.891	76.706	12,8
Nieuwe Maas - Vlaardingen	102	Nieuwe Maas	O	78.179	76.248	77.440	85.141	8,9
			W	92.079	89.514	92.994	103.798	12,7
Noord	101	De Noord	N	69.110	67.867	70.744	70.173	1,5
			Z	64.480	59.365	60.873	62.449	-3,1
Oude Maas Oost	111	Oude Maas	O	70.860	68.371	69.527	67.922	-4,1
			W	72.197	67.673	70.496	68.151	-5,6
Oude Maas West	111	Oude Maas	O	53.285	52.393	54.329	52.795	-0,9
			W	51.718	50.743	52.939	52.184	0,9
Spijkenissebrug	111	Oude Maas	N	45.430	47.541	48.493	49.979	10,0
			Z	52.096	50.644	50.429	51.604	-0,9
Spui Oost	111	Oude Maas	O	52.920	52.085	53.428	52.398	-1,0
			W	52.474	52.096	53.273	50.319	-4,1
Spui West	111	Oude Maas	O	53.420	54.435	56.145	57.778	8,2
			W	57.495	57.006	58.061	56.693	-1,4

Tabel 1 Overzicht scheepspassages 2005-2007 Rijnmond [2]

Ook de MER Bestemming voor de Maasvlakte 2 [3] heeft intensiteiten van de scheepvaart bepaald, op een viertal punten. De intensiteit is weergegeven als aantal bezoeken per dag, dit betekent dat een schip 1x geteld is (dus 1 “richting”). De resultaten van deze studie zijn hieronder weergegeven:

Vaarweg		2003
Nr.	Omschrijving	I
		bezoeken/dag
1	Hartelkanaal (Calandkan.-Oude Maas)	158
2	Nieuwe Waterweg (Botlek-Oude Maas)*	316
3	Knooppunt Nieuwe Maas – Oude Maas*	330
4	Knooppunt Oude Maas - Hartelkanaal	300

Tabel 2 Overzicht intensiteiten belangrijke vaarwegen Haven Rotterdam 2003 [3]

In deze cijfers zijn voor de Nieuwe Waterweg en het knooppunt Oude Maas / Nieuwe Maas de cijfers voor de zeevaart en binnenvaart gecombineerd.

In ditzelfde document worden voor havengebieden en achterlandverbindingen voor het basisjaar 2003 nog verdere intensiteiten gegeven, tevens uitgesplitst voor binnenvaart en zeevaart:

Havengebied	2003
Maasvlakte 2	n.v.t.
Huidige Maasvlakte	82
Europoort	125
Botlek	191
Pernis	7
Waal-Eemhaven	60
Rechteroever	23
Stadshavens	5
Totaal	**492**

Tabel 3 Scheepvaartbezoeken binnenvaart per havengebied [3]

Vaarweg				Intensiteit (bezoeken/dag)
Nr.	Naam	Van	Tot	2003
I	Hartelkanaal	Maasvlakte	Calandkanaal	69
II	Hartelkanaal	Calandkanaal	Oude Maas	158
III	Nw. Waterweg	Maasvlakte 2	Botlek	50
IV	Nieuwe Maas	Oude Maas	landinwaarts	192
V	Oude Maas	Hartelkanaal	landinwaarts	300
Va	Oude Maas	Nieuwe Maas	Hartelkanaal	142
VI	Calandkanaal	Maasvlakte	Hartelkanaal	125

Tabel 4 Scheepvaartbezoeken binnenvaart per vaarweg Rijnmond [3]

Alle getoonde tabellen laten zien dat het aantal binnenvaartschepen dat het Rijnmond gebied aandoet reeds in de huidige situatie significant hoog is. Elke aanpassing aan de capaciteit van de vaarweg zal dus terdege moeten worden onderzocht op impact voor de binnenscheepvaart.

3.2 Actuele cijfers zeevaart

De haven van Rotterdam wordt ieder jaar door ca. 35.000 zeeschepen aangedaan. De grootste schepen vinden een ligplaats in de dichtst bij zee gelegen havendelen Maasvlakte en Europoort, maar vele zeeschepen varen verder landinwaarts via de vaarwegen die ook door de binnenvaart gebruikt worden, zoals de Nieuwe Waterweg, Nieuwe Maas en Oude Maas.

Voor de actuele cijfers van de intensiteiten van zeevaart in de Rijnmondregio wordt opnieuw verwezen naar de MER Bestemming voor Maasvlakte 2. De intensiteiten voor de zeevaart zijn hierin opgenomen en in onderstaande tabellen herhaald:

Havengebied	**2003**
Maasvlakte 2	n.v.t.
Huidige Maasvlakte	14
Europoort	14
Botlek	33
Pernis	2
Waal-Eemhaven	31
Rechteroever	9
Stadshavens	1
Totaal	**103**

Tabel 5 Scheepvaartbezoeken zeevaart per havengebied [3]

Vaarweg				**Intensiteit (bezoeken/dag)**
Nr.	Naam	Van	Tot	2003
I	Hartelkanaal	Maasvlakte	Calandkanaal	n.v.t.
II	Hartelkanaal	Calandkanaal	Oude Maas	n.v.t.
III	Nw. Waterweg	Maasvlakte 2	Botlek	76
IV	Nieuwe Maas	Oude Maas	landinwaarts	43
V	Oude Maas	Hartelkanaal	landinwaarts	n.v.t.
Va	Oude Maas	Nieuwe Maas	Hartelkanaal	n.v.t.
VI	Calandkanaal	Maasvlakte	Hartelkanaal	14

Tabel 6 Scheepvaartbezoeken zeevaart per vaarweg Rijnmond [3]

Ook voor de zeevaart kan worden geconcludeerd dat de intensiteit relatief hoog is. Echter verder landinwaarts neemt het aantal zeeschepen wel snel af. De zeeschepen zijn met name geconcentreerd op de Nieuwe Waterweg.

3.3 Prognoses aantallen schepen 2033

In verschillende publicaties zijn prognoses voor zowel de binnenvaart als de zeevaart opgenomen. Wat alle prognoses gemeen hebben, is dat ze zich tot de middellange termijn beperken. Er zijn geen voorspellingen gemaakt, en mogelijk ook niet met voldoende nauwkeurigheid te maken, voor de periode 2050 of 2100.

Binnenvaart

De meest recente prognoses voor de binnenvaart zijn opgesteld in het kader van de MER Bestemming van Maasvlakte 2 [3]. De prognoses voor de binnenvaart zijn in deze MER bepaald met behulp van het EC-PMR model (Expertise Centrum Project Mainportontwikkeling Rotterdam).

In dit model is uitgangspunt dat de zeevaart 365 dagen per jaar, 24 uur per dag doorgang vindt. Voor de binnenvaart is dit minder, 338 dagen per jaar, 24 uur per dag. Er is dus al rekening gehouden met een bepaald percentage niet-vaardagen voor de binnenvaart.

Voor het toerekenen van aantallen binnenvaartschepen aan vaarwegen is in de prognoses voor Maasvlakte 2 het volgende aangehouden:

- 70% van de binnenvaart van/naar Maasvlakte en Maasvlakte 2 gaat via het hartelkanaal. Overige 30% via Nieuwe Waterweg
- 80% van de binnenvaart van en naar Europoort gaat via het Calandkanaal naar het Hartelkanaal, de overige 20% via de Nieuwe Waterweg
- 50% van de binnenvaart naar alle overige Rotterdamse havengebieden gaat via de Oude Maas, de overige 50% via de Nieuwe Maas.

Een verdere precisiering van de verdeling van de zee- en binnenvaart naar vaarwegen in het Rijnmondgebied is opgenomen in volgende figuur:

Vaarweg		
Nr.	**Omschrijving**	
1	Hartelkanaal (Calandkanaal-Oude Maas)	70% van de binnenvaart van huidige Maasvlakte en Maasvlakte 2 80% van de binnenvaart van Europoort
2	Nieuwe Waterweg (Botlek-Oude Maas)	30% van de binnenvaart van huidige Maasvlakte en Maasvlakte 2 20% van de binnenvaart van Europoort 100% van de binnenvaart van Botlek 100% van de zeevaart naar Botlek, Pernis en overige havens stroomopwaarts
3	Knooppunt Nieuwe Maas – Oude Maas	30% van binnenvaart van huidige Maasvlakte en Maasvlakte 2 20% van binnenvaart van Europoort 100% van de binnenvaart van Botlek 50% van de binnenvaart van Waal Eemhaven, Pernis, rechter oever en stadshavens. 100% van de zeevaart van havens rechteroever, Pernis, Waal Eem en Stadshavens
4	Knooppunt Oude Maas – Hartelkanaal	70% van binnenvaart van huidige Maasvlakte en Maasvlakte 2 80% van binnenvaart van Europoort 50% van binnenvaart van alle andere havens

Tabel 7 Overzicht toedeling aandelen binnenvaart en zeevaart [3]

Het resultaat van de analyse die in het MER Bestemming Maasvlakte 2 is gemaakt, levert de volgende prognosecijfers op voor 2033:

Vaarweg		**Intensiteit (bezoeken/dag)**							
		AO	**Ruimtelijke Verkenning**			**PA**	**MMA**	**100% scenario's**	
Nr.	Naam		Chemie scenario	Basis scenario	Container scenario	Container scenario	Container scenario	Chemie 100%	Container 100%
I	Hartelkanaal	75	155	177	170	177	177	161	184
II	Hartelkanaal	153	222	245	235	249	249	257	281
III	Nw. Waterweg	49	78	88	84	90	90	93	103
IV	Nieuwe Maas	169	198	208	204	210	210	213	223
V	Oude Maas	273	343	365	355	369	369	378	401
Va	Oude Maas	120	120	120	120	120	120	120	120
VI	Calandkanaal	119	119	119	119	119	119	119	119

Tabel 8 Overzicht prognose binnenvaart 2033 [3]

De relatieve toename ten opzichte van 2003 is weergegeven in de volgende tabel, gebaseerd op de aantallen die behoren bij het MMA uit de MER:

Vaarweg		2003	2033	Toename
I	Hartelkanaal	69	177	157%
II	Hartelkanaal	158	249	58%
II	Hartelkanaal	158	249	58%
III	Nw. Waterweg	50	90	80%
IV	Nieuwe Maas	192	210	9%
V	Oude Maas	300	369	23%
Va	Oude Maas	142	120	-15%
VI	Calandkanaal	125	119	-5%

Tabel 9 Toename intensiteiten binnenvaart 2033 t.o.v. 2003 (bezoeken/dag)

Uit deze prognoses komt naar voren dat met name op het Hartelkanaal en de Nieuwe Waterweg een sterke toename van het aantal binnenscheepvaartbewegingen zal plaatsvinden. Door de aanleg van Maasvlakte 2 is deze toename ook goed te verklaren.

Opvallend is wel dat voor de overige vaarwegen het aantal bezoeken vrijwel gelijk blijft of zelfs iets af zal nemen. De aannamen in de MER zijn gebaseerd op het toenemen van de schaalgrootte van de binnenvaartschepen, vooral die schepen van en naar de grote containerterminals en grootschalige chemie op Maasvlakte 1 en 2.

Zeevaart

Voor de zeevaart is eenzelfde exercitie uit te voeren als voor de binnenvaart, gebaseerd op de prognoses uit de MER Bestemming Maasvlakte 2:

Het resultaat van de analyse die in het MER Bestemming Maasvlakte 2 is gemaakt, levert de volgende prognosecijfers op voor 2033:

Vaarweg		Intensiteit (bezoeken/dag)							
		AO	Ruimtelijke Verkenning			PA	MMA	100% scenario's	
Nr.	Naam		Chemie scenario	Basis scenario	Container scenario	Container scenario	Container scenario	Chemie 100%	Container 100%
I	Hartelkanaal	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
II	Hartelkanaal	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
III	Nw. Waterweg	78	78	78	78	78	78	78	78
IV	Nieuwe Maas	50	50	50	50	50	50	50	50
V	Oude Maas	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Va	Oude Maas	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
VI	Calandkanaal	14	14	14	14	14	14	14	14

Tabel 10 Overzicht prognose zeevaart 2033 [3]

De relatieve toename ten opzichte van 2003 is weergegeven in de volgende tabel, gebaseerd op de aantallen die behoren bij het MMA uit de MER:

Vaarweg		2003	2033	Toename
I	Hartelkanaal			
II	Hartelkanaal			
III	Nw. Waterweg	76	78	3%
IV	Nieuwe Maas	43	50	16%
V	Oude Maas			
Va	Oude Maas			
VI	Calandkanaal	14	14	0%

Tabel 11 Toename intensiteiten zeevaart 2033 t.o.v. 2003

Uit deze prognoses komt naar voren dat de prognoses voor de zeevaart op de vaarwegen in het Rijnmond gebied maar beperkte groei wordt verwacht. Door de aanleg van Maasvlakte 2 wordt verwacht dat de toename van zeevaart zich zal toespitsen op Maasvlakte 2 en minder in de bestaande Rotterdamse havengebieden.

In de gehanteerde prognoses zijn de volgende uitgangspunten en aannames gehanteerd voor de beschrijving van de autonome ontwikkeling [3]:

1. Het vervoer van chemische producten zal naar verwachting aanzienlijk toenemen, evenals het vervoer van containers per binnenvaartschepen. Het vervoer van containers per binnenvaartschepen over lange afstanden groeit mee met de forse toename van de maritieme containerstromen Verwacht wordt een toename van het intercontinentale vervoer van containers met gemiddeld 7 tot 10% per jaar.
2. In de binnenvaartsector is in de achterliggende jaren een flinke schaalvergroting opgetreden. Ontwikkelingen in de snelheid en de grootte van de schepen blijven gebaseerd op kostenreductie (economy of scale). Er zullen meer duwbakken voor containervervoer worden gebruikt. In de toekomst zullen naast kleine schepen met een lengte van circa 38 meter ook grote binnenvaartschepen operationeel zijn. Bij het tank- en containervervoer groeien deze grote schepen en duwvaartcombinaties naar circa 135 x 22 meter met een capaciteit van 600 TEU.
3. De algemene ontwikkeling is dat de gemiddelde snelheid van binnenvaartschepen de komende jaren zal stijgen. Het is te verwachten dat de komende twintig jaar net zoals in het verleden de binnenvaart gebruik zal maken van de gangbare motorschepen en duweenheden.
4. De snelheid van de containerschepen in de binnenvaart zal niet alleen op kosten gebaseerd zijn maar ook op het halen van een dienstregeling en andere marketing oogpunten (zoals bijvoorbeeld net sneller zijn als de concurrentie om zodoende de goederen nog dezelfde dag te kunnen leveren in Duisburg).
5. Voor het containervervoer naar bestemmingen aan kleinere vaarwegen komen gespecialiseerde kleine binnenvaartcontainerschepen in de vaart.

6. In de containerbinnenvaart treedt naast een forse schaalvergroting ook een flinke groei op in het aantal scheepsbewegingen. Omdat het aandeel van de containervaart in de totale binnenvaart op dit moment beperkt is, komt de groei in deze sector minder prominent naar voren in de cijfers van totale binnenvaartsector.
7. Ten opzichte van de andere modaliteiten zal het aandeel van de binnenvaart in het totale containervervoer groeien van 30% in 1995, via 38% in 2003, naar 41% in 2020 en 45% in 2033.
8. In de toekomst zal de vlotheid van het scheepvaartverkeer verbeteren door invoering van een nieuw verkeersmanagementsysteem, waardoor schepen zowel in tijd als ruimtelijk gezien beter gespreid kunnen worden.

3.4 Doorkijk 2050 en 2100?

Zoals reeds eerder gesteld, zijn er geen prognoses voorhanden die ingaan op de intensiteit van de scheepvaart na 2033. Omdat de klimaatscenario's voor de lange termijn zijn opgesteld, is het toch wenselijk iets te kunnen zeggen over de verdere ontwikkeling van de scheepvaart in het Rijnmondgebied.

Voor 2050 wordt dit mogelijk geacht door de prognoses voor 2033 te interpoleren naar 2050. Voor 2100 is de conclusie dat het niet goed mogelijk is een betrouwbare prognose voor scheepvaart op te stellen.

Op deze lange termijn zal de vervoersmarkt naar verwachting significant anders worden georganiseerd, vanwege onder andere de volgende mogelijke ontwikkelingen:

- Wereldeconomische verhoudingen
- Ontwikkeling mondiale goederenstromen
- Mogelijke ontwikkeling van Maasvlakte 3
- Vergaande innovaties zee- en binnenvaartschepen
- Aanpassing diepgang binnenvaartschepen vanwege laagwaters op de grote rivieren
- Ontwikkeling fossiele brandstofreserves
- …

Dit leidt er toe dat het niet zinnig is prognoses voor scheepvaartbewegingen te trachten af te leiden uit de historische ontwikkeling en huidige stand van zaken / trend.

Voor 2050 wordt voor de binnenvaart gebruik gemaakt van de prognose voor 2033 vanuit de MER Bestemming Maasvlakte 2 [3]:

Vaarweg		2003	2033 AO	Toename AO - 2003	2033 MMA	Toename MMA - 2003	Toename MMA - AO
I	Hartelkanaal	69	80	14%	177	157%	121%
II	Hartelkanaal	158	164	4%	249	58%	52%
III	Nw. Waterweg	50	53	6%	90	80%	70%
IV	Nieuwe Maas	192	180	-7%	210	9%	17%
V	Oude Maas	300	291	-3%	369	23%	27%
Va	Oude Maas	142	127	-12%	120	-15%	-6%
VI	Calandkanaal	125	119	-5%	119	-5%	0%

Tabel 12 Verhoudingen actuele intensiteit (2003), prognose Autonome Ontwikkeling en prognose MMA [3]

De effecten van de aanleg van de tweede Maasvlakte mogen een beperkte tijd na 2033 worden meegenomen, omdat snel daarna de capaciteit van MV2 benut is. Voor een inschatting van het aantal schepen in 2050 wordt derhalve tussen 2033 en 2038 (5 jaar) gerekend met de (jaarlijkse) groeipercentages van het MMA ten opzichte van de huidige situatie (2003), en tussen 2040 en 2050 met de (jaarlijkse) groeipercentages van de Autonome Ontwikkeling ten opzichte van de daadwerkelijke intensiteit in 2003:

Jaar	Hartelkanaal		Hartelkanaal		Nw. Waterweg		Nieuwe Maas		Oude Maas		Oude Maas		Calandkanaal		Totaal
2003		69		158		50		192		300		142		125	1036
2033		177		249		90		210		369		120		119	1334
2034	5,2%	186	1,9%	254	2,7%	92	0,3%	211	0,8%	372	-0,5%	119	-0,2%	119	1353
2035	5,2%	196	1,9%	259	2,7%	95	0,3%	211	0,8%	375	-0,5%	119	-0,2%	119	1373
2036	5,2%	206	1,9%	264	2,7%	97	0,3%	212	0,8%	378	-0,5%	118	-0,2%	118	1393
2037	5,2%	217	1,9%	269	2,7%	100	0,3%	213	0,8%	380	-0,5%	118	-0,2%	118	1414
2038	5,2%	228	1,9%	274	2,7%	103	0,3%	213	0,8%	383	-0,5%	117	-0,2%	118	1436
2039	0,5%	229	0,1%	274	0,2%	103	-0,2%	213	-0,1%	383	-0,4%	116	-0,2%	118	1436
2040	0,5%	230	0,1%	275	0,2%	103	-0,2%	212	-0,1%	383	-0,4%	116	-0,2%	118	1437
2041	0,5%	231	0,1%	275	0,2%	103	-0,2%	212	-0,1%	382	-0,4%	116	-0,2%	117	1437
2042	0,5%	232	0,1%	275	0,2%	103	-0,2%	211	-0,1%	382	-0,4%	115	-0,2%	117	1437
2043	0,5%	234	0,1%	276	0,2%	104	-0,2%	211	-0,1%	381	-0,4%	115	-0,2%	117	1437
2044	0,5%	235	0,1%	276	0,2%	104	-0,2%	210	-0,1%	381	-0,4%	114	-0,2%	117	1437
2045	0,5%	236	0,1%	276	0,2%	104	-0,2%	210	-0,1%	381	-0,4%	114	-0,2%	117	1437
2046	0,5%	237	0,1%	277	0,2%	104	-0,2%	210	-0,1%	380	-0,4%	113	-0,2%	117	1437
2047	0,5%	238	0,1%	277	0,2%	104	-0,2%	209	-0,1%	380	-0,4%	113	-0,2%	116	1437
2048	0,5%	239	0,1%	277	0,2%	105	-0,2%	209	-0,1%	379	-0,4%	112	-0,2%	116	1437
2049	0,5%	240	0,1%	278	0,2%	105	-0,2%	208	-0,1%	379	-0,4%	112	-0,2%	116	1438
2050	0,5%	241	0,1%	278	0,2%	105	-0,2%	208	-0,1%	379	-0,4%	112	-0,2%	116	1438

Tabel 13 Prognose binnenvaart 2050 (schepen/dag) op basis van [3]

De aantallen schepen zoals in bovenstaande tabel zijn opgenomen, dienen nog vertaald te worden naar het type schip. Hiertoe is het van belang de toekomstvisie voor de binnenvaart te betrekken. In [3] zijn hiervoor al aannames gedaan, maar deze zullen voor het uitrekenen van directe kosten moeten worden gepreciseerd naar type (container, natte of droge bulk) en afmeting. Zie hiervoor ook hoofdstuk 4.

Voor de zeevaart geven de prognoses vanuit de MER Bestemming Maasvlakte 2 [3] aan dat er voor de bestaande havens en vaarwegen weinig ontwikkeling in intensiteit is voorzien. De meest in het oog springende toename vindt (vanzelfsprekend) plaats op de 2e Maasvlakte. De prognose voor 2050 is dan ook voor de zeevaart op de vaarwegen in Rijnmond niet anders dan die voor 2003 en 2033.

4 Effectbepaling op scheepvaart

Zoals in het vorige hoofdstuk is beschreven is het niet goed mogelijk en daarom ook niet wenselijk, om met voldoende betrouwbaarheid een voorspelling te doen over de intensiteit van de zee- en binnenvaart in het Rijnmondgebied voor 2100.

Wel is het mogelijk de implicaties voor 2050 te schetsen, waarbij prognoses voor aantallen scheepvaart richting geven aan de omvang van de effecten.

Dit wordt gedaan door een inschatting te maken van de schade die wordt geleden als de scheepvaart wordt gestremd door het sluiten van keringen.

Er zijn diverse scenario's denkbaar die effecten sorteren op de scheepvaart. De belangrijkste zijn hieronder benoemd, de opsomming is niet bedoeld om uitputtend te zijn.

1. Volledige stremming vanwege het afsluiten van de rivier door een gesloten kering
2. Vertraging vanwege een gesloten kering waarlangs de scheepvaart middels sluizen kan passeren
3. Langere reistijd en hogere brandstofkosten door omvaren over een niet gesloten rivierarm
4. Langere reistijd, hogere brandstofkosten en vertraging vanwege omvaren naar een sluiscomplex.

4.1 Binnenvaart

De effecten kunnen worden uitgedrukt in directe schadekosten, door gebruik te maken van kentallen voor wachtkosten of (omvaar) kilometerkosten voor binnenscheepvaart.

De meest recente informatie over deze wacht en vaarkosten is opgesteld door Rijkswaterstaat, Dienst Verkeer en Scheepvaart en NEA. De kosten zijn gedifferentieerd naar scheepsklasse (afmetingen en laadvermogen) en type vervoerde lading. Hierna zijn de tabellen met kosten-kentallen opgenomen:

	Klassering		Karakteristieken maatgevend schip					Vaarkosten per km		Wachtkosten per uur
	Klasse DVS	Klasse CEMT	gem lvm (ton)	max diepgang geladen	breedte	lengte	omschrijving	beladen	leeg	
	M1	I	350	2,5	5,05	38,5	Spits	€ 9,7	€ 6,7	€ 38
	M2	II	550	2,6	6,6	50-55	Kempenaar	€ 10,5	€ 7,6	€ 45
B	M3	II	750	2,6	6,6	55-70	Hagenaar	€ 12,2	€ 8,9	€ 54
U	M4	III	950	2,7	8,2	67	Dortmund-Eems	€ 14,1	€ 10,2	€ 64
L	M5	III	1150	2,7	8,2	80-85	Verlengde Dortmund-Eems	€ 16,7	€ 12,1	€ 76
K	M6	IV	1550	2,9	9,5	80-85	Rijn-Herne schip	€ 21,4	€ 16,0	€ 99
	M7	IV	1950	3	9,5	105	Verlengde Rijn-Herne schip	€ 26,0	€ 19,4	€ 121
	M8	Va	2500	3,5	11,4	95-110	Groot Rijnschip	€ 32,0	€ 24,0	€ 154
	M1	I	350	2,5	5,05	38,5	Spits	€ 6,8	€ 4,7	€ 38
	M2	II	550	2,6	6,6	50-55	Kempenaar	€ 7,6	€ 5,5	€ 48
C	M3	II	750	2,6	6,6	55-70	Hagenaar	€ 9,1	€ 6,7	€ 59
O	M4	III	950	2,7	8,2	67	Dortmund-Eems	€ 10,9	€ 7,9	€ 73
N	M5	III	1150	2,7	8,2	80-85	Verlengde Dortmund-Eems	€ 13,2	€ 9,6	€ 90
T	M6	IV	1550	2,9	9,5	80-85	Rijn-Herne schip	€ 17,4	€ 13,1	€ 121
	M7	IV	1950	3	9,5	105	Verlengde Rijn-Herne schip	€ 21,6	€ 16,4	€ 152
	M8	Va	2500	3,5	11,4	95-110	Groot Rijnschip	€ 27,3	€ 20,8	€ 198
	M1	I	350	2,5	5,05	38,5	Spits	€ 7,8	€ 5,5	€ 58
	M2	II	550	2,6	6,6	50-55	Kempenaar	€ 8,3	€ 6,1	€ 69
T	M3	II	750	2,6	6,6	55-70	Hagenaar	€ 10,2	€ 7,6	€ 82
A	M4	III	950	2,7	8,2	67	Dortmund-Eems	€ 12,3	€ 9,1	€ 95
N	M5	III	1150	2,7	8,2	80-85	Verlengde Dortmund-Eems	€ 14,6	€ 10,7	€ 109
K	M6	IV	1550	2,9	9,5	80-85	Rijn-Herne schip	€ 19,1	€ 14,5	€ 138
	M7	IV	1950	3	9,5	105	Verlengde Rijn-Herne schip	€ 26,9	€ 20,7	€ 192
	M8	Va	2500	3,5	11,4	95-110	Groot Rijnschip	€ 38,5	€ 29,8	€ 274

Tabel 14 Overzicht van kostenkentallen binnenvaart

Met behulp van deze kostenkentallen kan een inschatting worden gemaakt van de directe schade die de scheepvaart lijdt als gevolg van wachten of omvaren.

De vertaling van de kentallen naar daadwerkelijk optredende schade vraagt om een aantal aannamen en vereenvoudigingen. De prognoses voor de scheepvaart in 2050, gebaseerd op de waarnemingen uit 2003, zijn namelijk niet onderverdeeld in type schepen en tevens niet in klassen schepen. Het gaat om een totaal aantal passages per dag.

De verdeling naar type schip en klasse schip is slechts bekend bij IVS90 telpunten zoals de sluiscomplexen. Deze gegevens zijn daarom pas bekend bij bijvoorbeeld de Volkeraksluizen, dus buiten het projectgebied.

Vanuit de literatuur kunnen wel een aantal veronderstellingen worden overgenomen die tezamen met de kennis over de verdeelsleutel van lading over de binnenvaart van en naar Rotterdam leidt tot een geaggregeerd kental voor wachtkosten en vaarkosten voor de binnenvaart.

Vanwege schaalvergroting zal het aandeel grote schepen in de vloot toenemen. Daardoor zullen ook de wacht- en vaarkosten per schip toenemen.

De verwachting is dat de schepen op de riviertakken in het Rijnmond gebied in 2035 45% van het totale container volume vervoeren en dat de gemiddelde beladingsgraad van containerschepen is toegenomen van 81 TEU in 2003 tot 160 TEU. Voor 2050 zal nog een beperkte groei worden toegepast tot gemiddeld 175 TEU per schip. Als schepen gemiddeld op 90% van hun capaciteit varen is een gemiddelde scheepsgrootte in 2050 195 TEU. Met gemiddeld 11 ton/TEU betekent dit een scheepsgrootte van 2100 ton, Het gemiddelde containerschip is daarmee een klasse IV of Va schip. De wachtkosten per uur voor deze categorie bedragen dan ook gemiddeld 175 Euro/uur, prijspeil 2008.

Voor de overige vaart geldt dat de tankschepen ook gemiddeld relatief groot zijn (aanname gemiddeld klasse IV), en dat de bulkschepen ofwel zeer groot zijn (duwcombinaties) maar ook dat relatief kleine schepen worden ingezet voor bijvoorbeeld bouwmaterialenvervoer. Ook voor deze laatste groep wordt als gemiddeld schip het klasse IV schip aangehouden.

Voor elke categorie resulteert dan het volgende kostenkental per wachtuur:

- containerschip: 175 Euro/uur
- tankschip: 138 Euro/uur
- bulkschip: 99 Euro/uur

Deze afleiding komt overigens redelijk goed overeen met de gemiddelde scheepsgrootte zoals aangetroffen in de Volkeraksluizen, waar de gemiddelde scheepsgrootte ca. 2000 ton bedroeg in 2007, op een totaal van 110.000 scheepsbewegingen [2].

Voor de verdeling van de schepen moet wederom een aanname worden gedaan, op basis van het gekozen scenario voor de ontwikkeling van de 2e Maasvlakte is het uitgangspunt voor iedere categorie 33% van het totaal, uitgaande van verdere containerisatie maar ook verdere toename van de tankvaart, ten koste van de bulkvaart.

Hiermee resulteert een gemiddeld wachtuurkostenkental van 137 Euro/uur.

Uit de MER Maasvlakte [3] en overige data over scheepvaart van het Havenbedrijf Rotterdam blijkt dat er per jaar circa 130.000 binnenvaartschepen de Rotterdamse haven bezoeken. De schepen komen aan en vertrekken via de waterwegen ten oosten van Rotterdam, dus het to-

taal aantal vaarbewegingen over de vaarwegen in Rijnmond is circa 260.000 per jaar (exclusief het aandoen van meerdere terminals in het gebied).

Als de keringen dicht gaan kunnen de schepen dus zowel de Rotterdamse haven niet bereiken als de haven niet verlaten. Het aandeel schepen die Rotterdam aandoen en binnen een dag weer verlaten (dus 2x een kering zouden passeren) wordt ingeschat op 50%, wat neerkomt op 195,000 vaarbewegingen op jaarbasis.

De directe schade als alle schepen 1 dag moeten wachten en dus de haven niet kunnen bereiken en ook geen (eventuele) retourvracht kunnen meenemen is daarmee 195.000 vaarbewegingen/jaar / 365 dagen/jaar x 24 uur/dag x 137 Euro/uur = 1,75 miljoen Euro per dag in 2007.

Voor 2050 geeft de prognose aan dat er circa 40% meer schepen verwacht worden in de Rotterdamse haven. Als de verdeelsleutel voor kosten (en dus gemiddelde grootte van de schepen en verhoudingen binnen de vloot m.b.t. type vracht) gelijk blijft en tevens geen prijsindexatie wordt toegepast op de wachtuurkosten zal in 2050 de stremming van 1 dag voor de binnenvaart een directe schadepost van ca. 2.5 miljoen Euro/dag opleveren. Met de verwachting dat de grootte van de schepen (gemiddeld) zal toenemen en dat het aandeel container en tankschepen nog iets meer zal toenemen ten koste van bulkvaart is dit dus een optimistische schatting en zullen de schadebedragen in werkelijkheid nog hoger uitvallen.

	2007	2050
Aantal schepen gehinderd (vaarbewegingen per dag)	535	750
Schadekosten (Euro per dag)	1,75 miljoen	2,45 miljoen

Tabel 15 Overzicht schadekosten binnenvaart bij 24 uur stremming (niet geïndexeerd)

4.2 Zeevaart

Voor de zeevaart is er minder gedetailleerde informatie bekend over wachtkosten. Er is in het kader van deze studie gebruik gemaakt van de kostenkentallen die zijn gehanteerd door TNO in [4]. Deze kentallen, die dateren van 2006 en zijn afgeleid uit een studie van DVS, hebben verrassend lage waarden voor uurkosten zeevaart: 80,63 Euro/uur. De achtergrond van dit kental is niet bekend, maar gezien de lage intensiteit van de zeevaart ten opzichte van die van de binnenvaart heeft de zeevaart een vrij kleine invloed, zelfs als het kental in werkelijkheid een stuk hoger zou zijn.

Feitelijk zijn alleen de schepen op de Nieuwe Maas (zie Tabel 11) relevant voor de bepaling van de directe schade waar het de nieuwe rivierkeringen betreft. De schepen op de Nieuwe Waterweg en Calandkanaal zullen de rivierkeringen niet bereiken.

Het gaat dan om 50 schepen per dag. Ook hier gaat het weer om bezoeken per dag. De inschatting is dat het percentage schepen dat binnen een dag ook weer retour vaart kleiner is dan bij de binnenvaart, en ca. 25% bedraagt. Dit leidt tot 63 vaarbewegingen per dag. Als de

wachtkosten voor zeevaart worden overgenomen uit de TNO rapportage [4] komt dit neer op ca. 63 vaarbewegingen/dag x 24 uur/dag x 80,63 Euro/uur = 125.000 Euro/dag.

Wanneer de uurkosten significant hoger worden aangenomen, bijvoorbeeld 500 Euro/uur, dan zullende wachtkosten voor de zeevaart oplopen tot ca. 750.000 Euro.

De genoemde directe schade geldt voor zeevaart zowel voor 2007 als voor 2050, daar er geen groei in het aantal zeeschepen op de route is voorzien in [3]. Het betreft hier dan wel schadekosten die niet zijn geïndexeerd.

4.3 Totale directe schade

In de eerder geschetste situatie dat de rivierkeringen 24 uur gesloten zijn en er geen alternatieve routes of doorvaart mogelijk is voor de scheepvaart, is een indicatie voor de totale directe schade voor de scheepvaart in het Rijnmondgebied opgenomen in de volgende tabel:

	2007	2050
Schadekosten (Euro per dag)	2,5 miljoen	3,2 miljoen

Tabel 16 Totale directe schade voor de scheepvaart bij 24 uur stremming door gesloten keringen (niet geïndexeerd).

De volgende kanttekeningen moeten bij deze kostenpost worden gemaakt:

1. Bij een stremming zullen verladers op een bepaald moment gaan zoeken naar alternatieve vervoersmethoden. Afhankelijk van type lading, herkomst/bestemming en afgesproken tijdstip van afleveren van de lading zal voor de vrachtauto of trein gekozen worden, of zal de lading op de terminal blijven. Bij een langer durende stremming zullen de directe schadekosten voor de scheepvaart relatief afnemen, de wachtkosten nemen af omdat lading via andere modaliteiten vervoerd gaat worden.
2. De getoonde kosten zijn niet geïndexeerd. In 2050 zullen door te verwachten inflatie de kosten hoger zijn.
3. Uitgangspunt is een volledige stremming van alle scheepvaartbewegingen van en naar het Rijnmondgebied.

4.4 Variaties en hun invloed

4.4.1 Duur van de stremming

Zoals gesteld zal de directe schade worden veroorzaakt door de stremming vanwege de sluiting van de Europoort- en rivierkeringen. In de bepaling van de schade is er van uitgegaan dat alle keringen 24 uur dicht gaan.

Voor de invloed op de scheepvaart in een vol jaar, zal het aantal sluitingen en de duur van de sluiting ook een rol spelen in de totale kosten.

Bij een groot aantal korte sluitingen zullen geen alternatieve vervoerswijzen worden ingezet, gezien de korte tijd van de sperring. Daarmee zullen dus de volle schadekosten optreden, iedere keer dat een korte stremming optreedt. Wanneer de stremming langer duurt, kunnen verladers andere vervoerswijzen inzetten, wat leidt tot lagere directe schadekosten voor de scheepvaart (de lading wordt nu anders vervoerd). De kosten voor het alternatieve vervoer, die mogelijk hoger zijn dan die van de binnenvaart, komen voor rekening van de verladers.

4.4.2 Voorspelbaarheid van de stremming

Wanneer de stremming beter voorspelbaar wordt, kan de scheepvaartsector beter inspelen op de stremming. In dat geval kan bijvoorbeeld lading eerder worden vervoerd, voordat de stremming ingaat.

Ook bestaat de mogelijkheid lading te bufferen in bijvoorbeeld een transferium buiten de Rijnmond ring, zodat tijdens de stremming lading vanuit dit transferium verder kan worden getransporteerd.

De genoemde maatregelen dragen bij aan het terugdringen van de schade voor de scheepvaartsector.

4.4.3 Mogelijkheid om gedifferentieerd keringen te sluiten of een kering open te houden

In de berekening van de schade is er van uitgegaan dat alle keringen tegelijk sluiten en weer open gaan. Daarmee wordt dus alle scheepvaart op alle mogelijke routes geblokkeerd. De mogelijkheid om keringen onafhankelijk van elkaar te sluiten en daarmee het “window” voor de scheepvaart zo groot mogelijk te houden kan bijdragen aan het verlagen van de schadekosten.

Hoewel op deze manier een aantal schepen zal moeten omvaren vanwege het feit dat hun ideale route gestremd is, zorgt deze aanpak ervoor dat de schepen wel een uitweg hebben uit

de Rijnmond en dus hun lading tegen geringe meerkosten (vanwege de extra kilometers) wel op hun bestemming kunnen krijgen.

Conform de berekeningsmethode voor de gemiddelde wachtkosten per uur kunnen de gemiddelde vaarkosten per km worden bepaald. Dit komt neer op ca. 25 Euro/km.

Wanneer de schepen gemiddeld 20 km om moeten varen komt dit neer op gemiddeld 500 Euro/schip. Hierbij moet worden opgemerkt dat sommige schepen niet omvaren (de open route was reeds hun voorkeursroute), sommige schepen een beperkt langere route hebben (bijvoorbeeld schepen die via de Lek willen maar eerst via de Oude Maas worden gestuurd) en sommige schepen significant langer moeten omvaren (de disrupties van de noord/zuid verbindingen).

Met 195.000 schepen per jaar levert dit voor een situatie waarbij schepen gedurende 24 uur een omvaarroute moeten kiezen via een nog geopende rivierkering gemiddeld een schadepost op van ruim 250.000 Euro.

4.5 Effect van sluizen bij keringen

Wanneer de keringen worden gesloten is scheepvaart niet meer mogelijk. Om te voorkomen dat alle scheepvaart komt stil te vallen kan worden overwogen sluiscomplexen te bouwen in combinatie met de keringen. Dit heeft als grote voordeel dat de schepen ook bij gesloten keringen door kunnen varen.

Sluizen naast keringen worden met regelmaat toegepast, bijvoorbeeld in de Maas en Lek maar ook bij de kering in de IJssel bij Krimpen.

Hoewel sluizen zorgen voor een mogelijkheid schepen langs de gesloten kering te leiden, zal er wel vertraging optreden. Het schutten van schepen kost tijd, gemiddeld is de passeertijd (dit is de schuttijd inclusief wachttijd) maximaal ca. 45 minuten per schip.

Afhankelijk van de afmetingen van de sluiskolk en het aanbod van schepen kunnen een of meerdere schepen tegelijk worden geschut. Daarnaast komt het ook voor dat meerdere sluiskolken worden gebouwd, waardoor de capaciteit van het complex verder wordt vergroot.

In de Rijnmond varen nu en in de toekomst zeer veel schepen, zoals blijkt uit de eerdere hoofdstukken. Wanneer deze allen door de sluizen moeten zal de sluiscapaciteit zeer omvangrijk moeten zijn.

Dit leidt weer tot grote investeringen, terwijl de sluizen grote delen van het jaar niet gebruikt zullen worden.

Uitgaande van de 195.000 vaarbewegingen op jaarbasis in het Rijnmondgebied in 2007 en 40% toename in 2050, zullen er dus per dag gemiddeld 750 schepen geschut moeten worden.



Figuur 2 Stormvloedkering Hollandse IJssel met naastgelegen schutsluis

Onder aanname van de gemiddelde schuttijd van 45 minuten zijn er dus 563 schuturen per dag nodig om de schepen te laten passeren.

Stel dat in een kolk gemiddeld 3 schepen passen, dan zijn er (563/3)/24 = 8 kolken nodig in het systeem. Een mogelijke indeling zou daarmee zijn dat de drie rivierkeringen in de Merwede en Dordtsche Kil voorzien worden van drie kolken en die in de Lek met twee kolken van voldoende afmetingen om gemiddeld drie schepen te schutten. Juist deze drie routes worden het meest bevaren en zullen dus het meest baat hebben bij de mogelijkheid de gesloten kering te kunnen passeren.

Als referentie wordt het Volkeraksluizencomplex beschreven. De Volkeraksluizen is het drukste sluizencomplex van Europa. De beroepsvaart schut hier in drie kolken, elk met afmetingen van 320 m lang en 24 m breed. De capaciteit van dit complex is circa 400 schepen per dag. Hierbij wordt opgemerkt dat het gemiddeld aantal schepen dat tegelijk de kolk in kan hoger ligt dan de hierboven genoemde 3, maar gemiddeld ligt op 4 en waarbij de gemiddelde passeertijd relatief beperkt is vanwege de beperkte waterstandsverschillen.



Figuur 3 Overzicht Volkeraksluizencomplex

Het aanleggen van de sluiscomplexen vergt een significante investering. Naast een groot ruimtegebruik met de bijbehorende grondverwervingskosten is een sluis een complex waterbouwkundig kunstwerk wat grote investeringen behoeft voor aanleg maar tevens ook operationele en onderhoudskosten vraagt. Deze laatste kunnen gecombineerd worden met de operationele en onderhoudsaspecten van de kering.

De investeringskosten van een klasse Va sluis (afmetingen ca. 120 x 12,5 m) bedragen orde van grootte Euro 20 miljoen. Echter, een sluiskolk waar gemiddeld drie schepen in kunnen zal afmetingen hebben die ongeveer vier maal groter zijn dan de klasse Va sluis. Dit vanwege de diversiteit in vlootafmetingen en maximale scheepsgrootte van de schepen op de routes. De investeringskosten zullen daarom tevens hoger zijn, circa 60 miljoen Euro per kolk (inclusief centraal bedieningsgebouw) ofwel 120 tot 180 miljoen Euro per sluiscomplex. Met drie complexen bedraagt dit een totale investering (zonder grondverwerving of verdere aanpassing van de vaarweg) van circa 480 miljoen Euro.

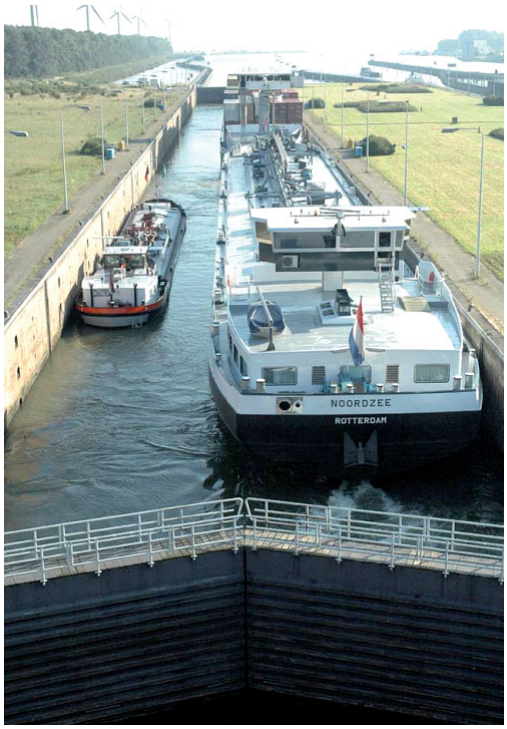
Over beheerkosten is moeilijk iets te zeggen, anders dan dat dit kan worden uitgevoerd door het personeel wat ook de kering beheert. Onderhoudskosten liggen bij normaal gebruik in de orde van 2% per jaar, wat neerkomt op ca. 9,5 miljoen per jaar voor de drie complexen samen.

Dit leidt tot volgende concluderende tabel die een overzicht geeft van de sluiscomplexen die nodig zijn om de scheepvaart ook bij gesloten keringen doorgang te kunnen laten vinden, zodanig dat de capaciteit is afgestemd op een gemiddelde vraag waarbij de schepen gemiddeld 45 minuten doen over de passage.

Aantal sluiscomplexen	3
Aantal kolken	8
Gemiddeld aantal schepen dat per kolk per keer wordt geschut	3
Totale bouwkosten (miljoen Euro)	480
Onderhoudskosten per jaar (miljoen Euro)	9,5
Extra wachttijd schepen vanwege sluispassage	45 minuten
Totale extra wachtkosten bij 24 uur gesloten keringen in 2007	55.000 Euro
Totale extra wachtkosten bij 24 uur gesloten keringen in 2050	75.000 Euro

Tabel 17 Overzicht behoefte aan en kosten van sluizen bij keringen

Een afweging moet worden gemaakt of de aanleg van de sluiscomplexen opweegt tegen de schadekosten voor de scheepvaart als deze wordt stilgelegd door sluiting van de keringen. Bij gemiddeld 7 a 8 etmalen sluiting per jaar van de keringen zal het breakeven punt van de investering in en onderhoud van de sluiscomplexen (zonder indexering) in 2050 worden bereikt (40 jaar). Hierbij is gerekend met de directe schade van gemiddeld 3 miljoen Euro/24 uur voor de scheepvaart.



Figuur 4 Invloed van de scheepsafmetingen op de sluiscapaciteit

4.6 Indirecte effecten

In de voorgaande paragrafen is steeds ingegaan op de directe schade voor de scheepvaart als gevolg van het geheel of gedeeltelijk stremmen van de scheepvaart door het sluiten van de keringen.

Naast de directe schade moet ook rekening gehouden worden met indirecte effecten voor de scheepvaart wanneer de keringen in de vaarwegen gesloten worden.

De belangrijkste indirecte effecten vanwege het sluiten van de keringen en het stremmen van het scheepvaartverkeer zijn:

1. Imagoschade vanwege afname van de betrouwbaarheid van de vervoersketen
2. Verlies van complete ladingpakketten in de haven
3. Schadeclaims vanwege te late levering goederen, bederf van goederen, etc.

Deze schadeposten zijn lastig te kwantificeren, met name ook omdat ze afhangen van een subjectieve beslissing van bedrijven die gebruik maken van de haven en de logistieke keten.

Wanneer de betrouwbaarheid van de vervoersketen afneemt, heeft dit zijn weerslag op de wijze waarop de logistieke keten wordt ingericht. Bij een afnemende betrouwbaarheid van de vervoerswijze over water kan de lading bijvoorbeeld worden omgezet (tijdelijk of permanent) naar een andere vervoersmodaliteit (weg of rail).

Ook is het mogelijk een grotere voorraad aan te leggen op de terminal of bij de eindgebruiker, om zo minder afhankelijk te zijn van de transporttijd.

Echter deze aanpassingen leiden tot hogere kosten, wat deze keten minder aantrekkelijk maakt.

Met name de onzekerheid wanneer een stremming optreedt en de frequentie van de stremming is een voor ondernemingen in de logistieke dienstverlening vervelend aspect.

Een van de meest drastische consequenties is dat reders hun ladingpakketten weghalen uit Rotterdam en afhandelen via alternatieve havens, die in Noordwest Europa overigens in voldoende mate aanwezig zijn (Hamburg, Bremen, Wilhelmshafen, Amsterdam, Antwerpen, Le Havre…).

De relatief kleine directe schade voor de scheepvaart kent dan grote indirecte effecten vanwege het (permanent) wegvallen van lading uit de Rotterdamse haven. Dit kan bijvoorbeeld gaan om een pakket containers van 200.000 TEU op jaarbasis (wat neerkomt op ca. 1.500 volle binnenvaartschepen).

5 Conclusies en aanbevelingen

Conclusies:

1. De scheepvaart in het Rijnmondgebied speelt een belangrijke rol in het achterlandvervoer van de Rotterdamse haven.
2. Het aantal schepen wat de Rijnmond bezoekt is in de huidige situatie al zeer groot. Vanwege de aanleg van de Tweede Maasvlakte en de doelstellingen voor het achterlandvervoer bij de ontwikkeling van dit nieuwe havengebied zal de binnenscheepvaart in importantie toenemen.
3. Het gaat om meer en vooral ook grotere schepen
4. Tot 2050 zijn relatief betrouwbare prognoses op te stellen van de groei van de binnenvaart, mede gebaseerd op de onderzoeken voor de MER Tweede Maasvlakte, die voor de binnenvaart tot 2035 prognoses heeft bepaald.
5. Tussen 2050 en 2100 is de verwachting dat de karakteristiek van vervoer en zeker ook het vervoer over water significant zal veranderen. Het is daarom niet goed te voorspellen hoe de binnenvaart in het Rijnmondgebied er in 2100 uit zal zien.
6. In 2050 zullen er naar verwachting circa 750binnenvaartschepen per dag varen van en naar het Rijnmondgebied.
7. Het afsluiten van de Rijnmond middels nieuwe keringen in de rivieren zal zowel directe effecten op de scheepvaart hebben als indirecte effecten, die met name betrekking hebben op de haven.
8. De directe effecten worden veroorzaakt door de noodzaak te wachten tot de kering weer open is. Dit komt tot uitdrukking in een kostenpost per schip per uur.
9. De berekening kan voor zowel de binnenvaart als de zeevaart worden uitgevoerd. Het resultaat laat zien dat in 2050 een 24 uurs sluiting van alle keringen in de Rijnmond leidt tot een directe kostenpost van ca. 3,25 miljoen Euro (prijspeil 2009).
10. Het aantal stremmingen per jaar en de duur van de stremming heeft invloed op de directe effecten (kosten), maar meer nog op de indirecte effecten.
11. Indirecte effecten treden op vanwege een afnemende betrouwbaarheid van de logistieke keten. Daardoor moet vaker een back-up systeem in werking worden gesteld of moeten grotere voorraden of buffers worden aangelegd.
12. Grootste risico voor de haven van Rotterdam is het weghalen van ladingpakketten door reders vanwege deze afnemende betrouwbaarheid. De indirecte effecten voor de haven, de logistieke keten, de regionale en nationale economie kunnen significant zijn.
13. Er is geen uitspraak te doen over het kantelpunt waarbij de directe en indirecte effecten zodanige proporties krijgen dat ze onacceptabel groot worden. Interviews met betrokkenen (Havenbedrijf Rotterdam en Centraal Bureau voor de Rijn- en Binnenvaart) hebben hierover ook geen uitsluitsel gegeven.

14. Grosso modo spreekt men over “te overzien” wanneer het om sluitingsfrequenties van 1 tot 3 dagen per jaar gaat, maar “waarschijnlijk niet werkbaar” bij sluitingsfrequenties in de orde van grootte van 10 dagen per jaar.
15. Om te voorkomen dat de scheepvaart volkomen stil komt te liggen zijn een aantal mogelijkheden onderzocht. Het is wellicht mogelijk de keringen niet allen tegelijk te sluiten, maar gefaseerd. Dit zorgt voor een kortere volledige stremming en leidt tot lagere directe schadekosten. Schepen hebben dan gedurende langere tijd de mogelijkheid middels een omweg toch het gebied te bereiken of verlaten.
16. Een meer ingrijpende mogelijkheid is de aanleg van sluiscomplexen naast de keringen. Op die manier is altijd scheepvaartverkeer mogelijk, ook als de keringen gesloten zijn. De investeringen in sluiscomplexen zijn wel zeer hoog, mede vanwege de hoge intensiteit van het scheepvaartverkeer. Ook moet worden onderkend dat de sluizen maar tijdens een beperkt deel van het jaar operationeel zullen zijn.

Aanbevelingen:

1. Aanbevolen wordt om specifiek onderzoek te doen naar het gedifferentieerd sluiten van de keringen om zo lang mogelijk een open route voor de scheepvaart te behouden, al moet een deel van de vloot daarvoor omvaren.
2. Aanbevolen wordt tevens vervolgonderzoek te doen naar het kantelpunt voor de scheepvaart in relatie tot de sluitingsfrequentie. Er zijn geen richtinggevende en stevige uitspraken gedaan over deze relatie. Het blijft daarom niet goed mogelijk een definitief oordeel te vellen over de impact van het (vaker) sluiten van de keringen.
3. De ontwikkelingen in de scheepvaart na 2050 zijn niet goed bekend. Aanbevolen wordt om in vervolgonderzoek de trend van de ontwikkelingen in de logistieke keten beter te onderzoeken maar bijvoorbeeld ook als het gaat om innovaties in en ontwerp van schepen dit mee te nemen.

5.1 Referenties

[1] Deltacommissie (2008) Samen werken met water, Bevindingen van de Deltacommissie 2008, 2008

[2] Rijkswaterstaat, Dienst Verkeer en Scheepvaart (2008) Scheepvaartinformatie Hoofdvaarwegen Editie 2008

[3] Havenbedrijf Rotterdam NV (2007) MER Bestemming Maasvlakte 2, Bijlage Verkeer en Vervoer

[4] TNO Bouw en Ondergrond (2009) Batenverkenning Klimaatbestendig Nederland Waterland