

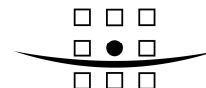
MER Aanleg Maasvlakte 2

Bijlage Nautische Veiligheid en Bereikbaarheid

Havenbedrijf Rotterdam N.V
Projectorganisatie Maasvlakte 2



23 februari 2007
Eindrapport
9P7008.A5/Nautische veiligheid en
bereikbaarheid


ROYAL HASKONING
HASKONING NEDERLAND BV
RUIMTELIJKE ONTWIKKELING

Barbarossastraat 35
 Postbus 151
 6500 AD Nijmegen
 +31 (0)24 328 42 84 Telefoon
 Fax
 info@nijmegen.royalhaskoning.com E-mail
 www.royalhaskoning.com Internet
 Arnhem 09122561 KvK

Documenttitel MER Aanleg Maasvlakte 2
 Bijlage Nautische Veiligheid en
 Bereikbaarheid
 Verkorte documenttitel MER Aanleg - Bijlage Nautische veiligheid en
 bereikbaarheid
 Status Eindrapport
 Datum 23 februari 2007
 Projectnaam Maasvlakte 2
 Projectnummer 9P7008.A5/Nautische veiligheid en
 bereikbaarheid
 Referentie 9P7008.A5/Nautisch/R005/MVZ/Rott1
 Opdrachtgever Havenbedrijf Rotterdam N.V
 Projectorganisatie Maasvlakte 2
 Dhr. R. Paul
 Directeur Projectorganisatie Maasvlakte 2
 Handtekening



Auteur(s) ir. B. Wijdeven, ir. G.J. Meulepas, ir. M. van Zanten,
 C. van der Tak MSc. (MARIN) F. Verkerk Msc.
 (MARIN),

Collegiale toets ir. C. Klaver (Havenbedrijf Rotterdam N.V.)

Datum/paraaf 16 februari 2007

Vrijgegeven door ir. M. van Zanten

Datum/paraaf 16 februari 2007

SAMENVATTING

De Bijlage Nautische veiligheid en bereikbaarheid beschrijft de verwachte effecten op de nautische veiligheid en bereikbaarheid van de aanleg en aanwezigheid van Maasvlakte 2. Zowel de *richtlijnen milieueffectrapport aanleg Maasvlakte 2* als de *PKB* stellen voorwaarden aan de toetsing op nautische veiligheid en bereikbaarheid. Voor de haven van Rotterdam zijn de nautische veiligheid en bereikbaarheid aspecten waarop zij zich als haven weet te onderscheiden van andere havens.

De nautische veiligheid heeft een directe relatie met de bereikbaarheid van een haven. Met de toepassing van een bepaald toelatingsbeleid, gebaseerd op verkeersintensiteit en hydrometeo omstandigheden is de veiligheid van de haven te sturen. In het uiterste geval worden bepaalde schepen onder bepaalde omstandigheden niet toegelaten, waardoor de veiligheid gewaarborgd is. Door het Havenbedrijf is als uitgangspunt gekozen dat de nautische veiligheid op het huidige niveau wordt gehandhaafd, conform het gestelde in de Planologische Kernbeslissing. De handhaving van de nautische veiligheid wordt gerealiseerd doordat, bij een toename van het scheepvaartverkeer ten gevolge van de autonome ontwikkeling en de aanleg van Maasvlakte 2, een pakket aan maatregelen zorgt voor de toename van de, relatieve, nautische veiligheid. Deze toename betekent een afname van de kans op ongelukken, waarbij de veiligheid, uitgedrukt in het aantal ongelukken dat voorkomt per jaar, in iedere geval gelijk zal blijven. Het genoemde pakket aan maatregelen is reeds door het Havenbedrijf in voorbereiding genomen, hierbij aangezet door de autonome ontwikkeling van het havengebied. Door de aanleg van Maasvlakte 2 is het mogelijk dat sommige maatregelen eerder worden ingevoerd:

- aanpassing/verruiming van de infrastructuur;
- verbetering van de nautische procedures en scheepvaartbegeleiding.

Hiernaast zorgt ook de verbetering van de nauwkeurigheid van de plaatsbepaling van schepen in de toekomst voor een toename van de nautische veiligheid.

Beoordelingskader Nautische veiligheid en bereikbaarheid

In het MER Aanleg wordt een onderscheid gemaakt naar de aanlegfase en de aanwezigheidsfase van Maasvlakte 2.

Aanwezigheidsfase

In de Planologische Kernbeslissing is de volgende beslissing van wezenlijk belang opgenomen over de nautische veiligheid en bereikbaarheid: *Beslissing van wezenlijk belang 8: voor de toegang voor de zeevaart en de verbinding voor de binnenvaart naar het achterland wordt zodanig ruimte gereserveerd en zodanige maatregelen genomen dat de huidige veilige afwikkeling van de scheepvaart in combinatie met een vlotte bereikbaarheid voor de bestaande en nieuwe havengebieden wordt bereikt.*

Aanlegfase

Er zijn voor de aanlegfase geen specifieke eisen opgesteld (door de PKB). De richtlijnen voor het MER Aanleg Maasvlakte 2 vermelden het volgende: *Ga in het MER Aanleg in op de effecten van extra baggerwerkzaamheden en scheepvaartverkeer in vaarroutes en/of ankerplaatsen op de capaciteit en de nautische veiligheid. Na de aanbesteding van de werkzaamheden ten behoeve van de aanleg en zandwinning zal waarschijnlijk*

pas duidelijk zijn hoe de definitieve praktische uitwerking eruit komt te zien. Hanteer daarom scenario's die de bandbreedte van de uitkomst van de aanbesteding kunnen afdekken.

De toegepaste strategie bij het nautisch onderzoek en de effectbeschrijving is als volgt:

- door een aantal maatregelen die door Havenbedrijf Rotterdam genomen gaan worden in de toekomst, zal de nautische veiligheid op het huidige niveau gehandhaafd blijven, zowel in de aanleg- als aanwezigheidsfase van Maasvlakte 2;
- tijdens de aanlegfase wordt een mogelijke geringe vermindering van de bereikbaarheid (hinder) ten gevolge van stroming of bouwverkeer geaccepteerd;
- in het aanbestedingstraject wordt via het programma van eisen, eisen gesteld aan de hinder die veroorzaakt wordt door de aannemers tijdens de aanleg van Maasvlakte 2;

Het studiegebied voor de zeevaart bestaat uit het aanloopgebied voor de Rotterdamse haven en de havenbekkens. De nautische veiligheid en bereikbaarheid voor de binnenvaart is bestudeerd in de havens en de vaarwegen naar het achterland tot aan Dordrecht.

Werkwijze onderzoek

Tijdens de effectbepaling is onderscheid gemaakt tussen de aanwezigheidsfase en verschillende momenten tijdens de aanlegfase. Voor deze situaties zijn kwantitatief de effecten die van belang zijn voor de nautische veiligheid en bereikbaarheid bepaald. Voor iedere situatie is een stromingsonderzoek uitgevoerd om de effecten van de buitencontour op de stroming te bepalen, er heeft nautisch onderzoek plaatsgevonden om de effecten van de stroming op de scheepvaart en veiligheid vast te stellen en eventuele gebruiksregels te benoemen, tot slot heeft voor de eindfase een vaartijdenonderzoek de bereikbaarheid gekwantificeerd. In analogie met het MER PMR wordt een kwalitatief oordeel gegeven over de nautische veiligheid en over de nautische bereikbaarheid.

Effectbepaling

Aanlegfase

Tijdens de aanleg van Maasvlakte 2 verandert de buitencontour constant van vorm. De omvang van de reguliere scheepvaart is tijdens de aanleg nog vergelijkbaar met de huidige situatie. De aanlegactiviteiten in het algemeen, en de zandwinning in het bijzonder, leiden tot een toename van het aantal vaarbewegingen in het studiegebied (Maasvlakte 2, Zandwingebieden en de havenmonding). Een deel van het bouwverkeer zal de scheepvaart van en naar de Rotterdamse haven kruisen. Dit deel is nog niet exact bekend aangezien de zandwingebieden nog niet definitief zijn vastgesteld.

Uit de beoordeling van de aanlegfase is gebleken dat de volgende aspecten maatgevend zijn

- stromingssituatie in de Maasgeul;
- hinder door bouwverkeer op doorgaande vaart (nabij zandwingebieden maar ook in de haven).

Er is door middel van onderzoek vastgesteld dat de bouwfasering een sterke invloed kan hebben op de stromingen in de vaarweg en daarmee op de bereikbaarheid van de haven tijdens de aanleg. Door een juiste fasering kan een aanvaardbaar stromingsbeeld worden verkregen en de veiligheid hierbij worden gewaarborgd. Mogelijk leidt dit wel tot operationele afspraken waarbij zekere beperkingen gelden voor de scheepvaart met als gevolg een effect op de bereikbaarheid. Dit effect op de bereikbaarheid wordt bepaald door de mate waarin de harde en zachte zeewering zijn uitgebouwd.

Voor kritische fasen van mogelijke bouwfaseringen zijn berekeningen uitgevoerd met betrekking tot de stroomssituatie in de Maasgeul, teneinde het speelveld te verkennen. Deze berekeningen zijn gebruikt om de effecten op de bereikbaarheid te kwantificeren. Het blijkt dat tijgebonden, diepstekende schepen het eerst hinder (vertraging) ondervinden van een verslechtering van het stroombeeld. Deze scheepsklasse blijkt maatgevend. Bij een ongunstige bouwfasering kan de hinder bestaan uit het verkleinen van de tijpoort waardoor tij- en/of geulgebonden schepen tijdelijk de haven niet binnen kunnen varen.

De bereikbaarheidseffecten variëren tussen:

- mogelijk grote effecten voor geulgebonden/tijgebonden schepen en matige tot geringe effecten voor overige vaart (alleen harde zeewering uitbouwen, daarna zachte zeewering);
- alleen effect op tijgebonden schepen (zachte zeewering loopt voor op harde zeewering) tot;
- geen effect ten opzichte van de huidige situatie (eerst volledige zachte zeewering, daarna harde zeewering).

Tevens blijkt dat er optimalisaties zijn te vinden via het, in verticale zin faseren van de bouw van de harde zeewering (overstroomde dam).

Uit het effectenonderzoek is geconcludeerd dat de karakteristieken van de huidige stromingssituatie in de Maasgeul gehandhaafd kunnen blijven tijdens de aanlegfase. In het onderzoek is een bouwvolgorde geïdentificeerd die hieraan voldoet. Op grond hiervan worden de effecten van dit aspect - ondanks een toename van de maximale stromingssterkte in langsrichting in de Maasmond onder bepaalde condities - dan ook ongeveer neutraal gewaardeerd (0)."

Aanwezigheidsfase

Voor de beoordeling van de effecten tijdens de aanwezigheidsfase is gebleken dat de volgende punten maatgevend zijn:

- Stromingssituatie in de Maasgeul.
- De verkeersafwikkeling nabij de Papegaaienbek en de Yangtzehaven.
- Effecten op binnenvaart (knooppunten).
- Bereikbaarheid zeevaart en binnenvaart.

Stromingssituatie en knooppunten

Voor de aanwezigheidsfase zijn de stromingen rond de havenmonding en in de havenbekkens uitgebreid in kaart gebracht en vergeleken met de huidige situatie. Voor de situatie in 2035 is een knooppuntenanalyse uitgevoerd waarmee vastgesteld is waar de nautische knooppunten zich in 2035 voor zullen doen bij de verwachte groei van het

aantal scheepsbewegingen. Vaaronderzoek in simulators leidt tot het oordeel dat de nautische veiligheid niet in het geding is. Experts van het Havenbedrijf en het Loodswezen hebben tijdens de simulaties op de mogelijke knooppunten passages met maatgevende schepen, onder maatgevende omstandigheden, beoordeeld. In het onderzoek is aangetoond op welke wijze de nautische veiligheid kan worden gehandhaafd tot 2035 (eindfase Maasvlakte 2). De resultaten van dit onderzoek zijn afgestemd met en akkoord bevonden door het Rijk (DGTL). Aanvullend onderzoek in 2005 heeft aangetoond dat de bereikbaarheid van de haven voor tijgebonden schepen zal verbeteren ten opzichte van de huidige situatie.

Verkeersafwikkeling zeevaart

Om de veiligheid en bereikbaarheid van Maasvlakte 2 te waarborgen zijn de volgende, in de tijd gefaseerde, maatregelen ter hoogte van de toegang tot de huidige Maasvlakte nodig:

- verplaatsen MOT 2 steiger (voorafgaand aan het doorsteken van de Yangtzehaven);
- mogelijk herpositioneren van de ligplaats van de DFDS TOR line (voorafgaand aan het doorsteken van de Yangtzehaven);
- het afsnuiten van de Papegaaienkolk of de Kop van de Beer (2020 – 2025), exacte tijdstip afhankelijk van de dan optredende verkeersdruk.

Uit het nautisch manoeuvreonderzoek is gebleken dat met bovenstaande maatregelen Maasvlakte 2 onder omstandigheden tot en met windkracht 8 Beaufort veilig bereikbaar is. Tevens zijn de aanvullende gebruiksregels zoals die uit het onderzoek zijn afgeleid, zodanig te implementeren dat altijd een veilige en vlotte beheersbare verkeersafwikkeling gehandhaafd kan blijven.

Verkeersafwikkeling binnenvaart

De aanleg van Maasvlakte 2 zal een geleidelijke toename van binnenvaart tot gevolg hebben. Deze toename zal merkbaar zijn in de huidige Maasvlakte en de achterlandverbindingen Hartelkanaal, Oude en Nieuwe Maas en de Nieuwe Waterweg. De verkeerstoename zal geleidelijk plaatsvinden over een periode van circa 30 jaar zodat verkeersdeelnemers en dienstverleners geleidelijk met de veranderde situatie vertrouwd zullen raken. Ook het verkeersmanagement kan organisatorisch en technisch meegroeien met de eisen uit de praktijk.

De analyse van de verkeerssituaties in 2004 en 2035 geeft de volgende conclusies.

Voor de binnenvaart geldt dat bij de kruising Oude Maas/Hartelkanaal en het Beergat tijdens peeksituaties (1,8 maal het gemiddelde aanbod van schepen) de capaciteit van de vaarweg mogelijk wordt bereikt:

1. In het meest ongunstige scenario zou omstreeks 2025 tijdens de drukste momenten van de dag enige vertraging op deze knooppunten kunnen ontstaan. Deze situatie ontstaat bij de Oude Maas. Tijdens de piekuren kan de binnenvaart er voor kiezen de knooppunten te mijden door gebruik te maken van de Nieuwe Waterweg.
2. Bij het Beergat zou deze situatie omstreeks 2035 het geval kunnen zijn. Een recente studie naar de locatie Beergat toont echter aan dat de piekfactor in praktijk hier lager uitvalt. Verder blijkt dat de schepen geen vaart hoeven te minderen in de bocht van het Beergat. Hiermee zal in de werkelijkheid de capaciteit van dat gedeelte van de vaarweg nog niet bereikt zijn in 2035.

Op grond van voorgaande wordt geconcludeerd dat de resultaten van de studies een pessimistische weergave van de toekomstige situatie opleveren. Tevens geldt dat het Havenbedrijf Rotterdam maatregelen zal treffen om voor de vermelde periode (2025/2035) de vlotte bereikbaarheid voor de binnenvaart te garanderen (bij deze maatregelen moet onder andere gedacht worden aan het VTM Future programma, zie bijlage Nautische veiligheid en bereikbaarheid). Op grond hiervan worden de effecten beoordeeld met 'afwikkeling even vlot' (waardering: 0).

In het MER Bestemming (thema verkeer en vervoer) is de benutting van het Hartelkanaal voor de toekomstige situatie met Maasvlakte 2 bepaald. De benutting is de verhouding tussen de intensiteit (bewegingen per tijdseenheid) en de capaciteit van een vaarweg, dus de I/C verhouding. Hierbij is geconcludeerd dat de I/C verhouding van het Hartelkanaal, beneden het gestelde toetsingscriterium (0,8) blijft. Deze conclusies zijn vergeleken met de benutting zoals omschreven in [9.1]. Deze vergelijking bevestigt de hier gehanteerde methode en is gerapporteerd in de bijlage Nautische veiligheid en bereikbaarheid.

De aanwezigheid van Maasvlakte 2 heeft geen invloed op de downtime van de binnenvaart in het huidige havengebied (waardering: 0)

Bereikbaarheid zeevaart

Om de effecten van extra scheepvaartverkeer op de vaartijden te onderzoeken is een vaartijdenonderzoek uitgevoerd. In het onderzoek is, met behulp van een simulatiemodel, onderzocht welke gevolgen de ingebruikname van Maasvlakte 2 heeft op de Turn Around Times (TAT) van de schepen.

Het onderzoek levert de volgende resultaten op:

- schepen met bestemming Calandkanaal, Stad en Botlek ervaren geen toename van de gemiddelde Turn Around Time door de in gebruik name van Maasvlakte 2, gemiddeld over een jaar;
- schepen met bestemming Maasvlakte 1 ervaren een toename in gemiddelde Turn Around Times door extra wachttijden van 2 tot 4%.

Bovenstaande effecten worden gewaardeerd als vergelijkbaar met de referentiesituatie (waardering: 0).

Bereikbaarheid binnenvaart

De aanwezigheid van Maasvlakte 2 heeft geen invloed op de downtime van de binnenvaart in het huidige havengebied (waardering: 0)

Toetsing aan de Planologische Kernbeslissing

De effecten van de alternatieven zijn getoetst aan de effecten zoals beschreven in het MER PMR. Het MER PMR geeft geen inzicht in de effecten tijdens de aanleg. De vergelijking spitst zich toe op het stromingspatroon in de Maasgeul/Maasmond en golfeffecten op Maasvlakte 2.

Stromingspatroon in de Maasgeul/Maasmond

De contour van het doorsteekalternatief is met name aan de zuidwestzijde compacter dan de contouren van de referentiealternatieven. Deze compactere contour geeft lagere stroomsnelheden voor de havenmond. Door de meer afgeronde vorm van het doorsteekalternatief is ook de verandering van de stroomsnelheid voor de havenmond kleiner. Dit maakt dat het doorsteekalternatief beter scoort op het stromingsbeeld.

Golfeffecten

Vergeleken met het referentiealternatief met een eigen havenmond is de golfindringing van zee naar de Maasvlakte veel kleiner. Ook dit resulteert in lagere golven. Hiermee is de bereikbaarheid voor de binnenvaart van het Doorsteekalternatief beter dan de Referentiealternatieven.

INHOUDSOPGAVE

	Blz.
1 INLEIDING	1
2 TOETSEN EN VERGELIJKEN	5
2.1 Toetsingskader	5
2.1.1 Beleid, wet- en regelgeving	5
2.1.2 MER Project Mainportontwikkeling Rotterdam (PMR)	5
2.2 Beoordelingskader	6
2.2.1 Landaanwinning aanlegfase	6
2.2.2 Landaanwinning aanwezigheidsfase	6
2.2.3 Zandwinning aanlegfase	7
2.2.4 Zandwinning aanwezigheidsfase	7
2.3 Waarderingssystematiek	8
3 ALTERNATIEVEN LANDAANWINNING	9
3.1 Referentiealternatieven MER PMR	9
3.2 Ontwikkeling alternatieven landaanwinning	10
3.3 Basisalternatief (BA) en Meest Milieuvriendelijk Alternatief (MMA)	10
4 ALTERNATIEVEN ZANDWINNING	13
4.1 Ontwikkeling alternatieven zandwinning	13
4.2 Inrichting	13
4.3 Locatie	13
4.4 Uitvoering	14
4.5 Vijf zandwinscenario's voor de eerste fase (2008-2013)	15
4.6 Scenario voor de resterende zandwinning ná 2013	15
5 AANPAK EFFECTBESCHRIJVING	17
5.1 Studiegebied	17
5.1.1 Studiegebied Zeevaart	17
5.1.2 Studiegebied binnenvaart	18
5.2 Effectvoorspellingsmethode	18
5.2.1 Inleiding	18
5.2.2 Gehanteerde effectvoorspellingsmethode(n)	19
5.2.3 Stappen Nautische toegankelijkheid en veiligheid	20
5.3 Ingreep-effectketens	22
6 HUIDIGE SITUATIE EN AUTONOME ONTWIKKELINGEN	23
6.1 Algemeen	23
6.2 Nautische veiligheid	23
6.2.1 Huidige situatie	23
6.2.2 Autonome ontwikkeling	23
6.3 Nautische bereikbaarheid	25
6.3.1 Huidige situatie	25
6.3.2 Autonome ontwikkeling	26
7 AFBAKENING NAUTISCHE VEILIGHEID EN BEREIKBAARHEID	29
7.1 Inleiding	29

7.2	Toename van het verkeer	29
7.3	Aanpassing/verruiming van de infrastructuur	30
7.3.1	Inleiding	30
7.3.2	Eerste exploitatiefase	30
7.4	Verbeteringen aan boord	32
7.5	Verbeteringen nautische procedures en begeleiding	33
7.6	Monitoring en inleren	33
7.7	Maritiem buitengebied	33
7.8	Conclusie	34
8	EFFECTEN AANWEZIGHEIDSFASE - LANDAANWINNING EN ZANDWINNING	35
8.1	Inleiding	35
8.2	Stromingsonderzoek	35
8.2.1	Stroombeelden	35
8.2.2	Effecten ontgrondingskuil	40
8.2.3	Effecten zandwinputten op de stroming	41
8.3	Golfcondities	41
8.3.1	Inleiding	41
8.3.2	Invloed van golfreflecties van de harde zeewering op de bevaarbaarheid	41
8.4	Nautisch manoeuvreeronderzoek	42
8.4.1	Inleiding	42
8.4.2	Infrastructurele maatregelen buiten Maasvlakte 2	43
8.4.3	Aanpak Nautisch manoeuvreeronderzoek	47
8.4.4	Conclusies Nautisch manoeuvreeronderzoek	50
8.5	Knooppuntenanalyse	53
8.5.1	Inleiding	53
8.5.2	Aanpak	53
8.5.3	Beoordeling verkeersknooppunten toekomstige situatie	56
8.5.4	Hartelkanaal	59
8.5.5	Breeddiep	61
8.5.6	Riviersplitsingen Dordrecht	61
8.5.7	Conclusies knooppuntenanalyse	61
8.6	Vaartijdenonderzoek	62
8.6.1	Vaartijdenonderzoek zeevaart	62
8.6.2	Vaartijdenanalyse binnenvaart	63
8.7	Hinder op doorgaande vaart door veranderde stroming door zandwinputten	65
8.8	Beoordeling en waardering effecten aanwezigheidsfase	65
8.8.1	Inleiding	65
8.8.2	Landaanwinning	65
8.8.3	Zandwinning	68
9	EFFECTEN AANLEGFASE - LANDAANWINNING EN ZANDWINNING	69
9.1	Inleiding	69
9.2	Onderzochte bouwfasen landaanwinning	69
9.2.1	Inleiding	69
9.2.2	Bouwfase 5	70
9.2.3	Bouwfase 6	72

9.2.4	Overzicht stroomsnelheden bouwfasen	74
9.3	Nautische bereikbaarheid	74
9.3.1	Inleiding	74
9.3.2	Hinder door bij de aanleg optredende stroompatronen	74
9.3.3	Hinder van bouwverkeer voor geulgebonden vaart	75
9.3.4	Hinder van bouwverkeer op scheepvaart binnen Maasvlakte 2	79
9.3.5	Hinder van onderhoudsverkeer ten gevolge van een toegenomen aanzanding in de Maasgeul	79
9.3.6	Nautische gebruiksregels	79
9.3.7	Conclusies nautische bereikbaarheid	80
9.4	Beoordeling en waardering effecten aanlegfase	80
9.4.1	Inleiding	80
9.4.2	Samenvatting effecten	81
9.4.3	Beoordeling en waardering effecten zandwinning	82
9.4.4	Beoordeling en waardering effecten landaanwinning	82
10	TOETSING	85
10.1	Toetsing aan MER PMR	85
10.1.1	Aanwezigheidsfase	85
10.2	Aanlegfase	85
11	GECOMBINEERDE EFFECTEN	87

ANNEXEN:

- 1 Referentielijst
- 2 Nautische gebruiksregels voor bouw (scheepvaart) verkeer
- 3 Capaciteitsbeoordeling Hartelkanaal MARIN, 12 september 2006

Nieuw haven- en industrieterrein voor deepsea gebonden bedrijven

Maasvlakte 2 is een nieuw haven- en industrieterrein, op een landaanwinning die aansluitend op de bestaande Maasvlakte gerealiseerd zal gaan worden. Deze landaanwinning bestaat uit een zeewering en een daarbinnen gelegen gebied met havens en terreinen. Het zand dat nodig is voor de aanleg van de zeewering en de terreinen wordt voor het overgrote deel gewonnen op de Noordzee.

Maasvlakte 2 gaat plaats bieden aan bedrijven die relatief grote terreinen nodig hebben in de onmiddellijke nabijheid van een diepe zeehaven. Het gaat daarbij vooral om bedrijven die zich toeleggen op grootschalige opslag en overslag van containers, en om bepaalde sectoren van de chemische industrie. Dergelijke deepsea gebonden bedrijvigheid – een van de pijlers van de Rotterdamse haven – heeft in de afgelopen decennia een gestage groei gekend en zal in de komende periode blijven groeien. Voor uitbreidingen en nieuwe vestigingen van de deepsea gebonden bedrijven bestaat in het bestaande Rotterdamse havengebied echter een tekort aan ruimte. Wil de Rotterdamse haven ook in de toekomst slagvaardig kunnen blijven opereren, dan is voldoende nieuwe ruimte voor deepsea gebonden bedrijven noodzakelijk. De aanleg van Maasvlakte 2 voorziet hierin.

Maasvlakte 2 wordt gefaseerd aangelegd. De planning is erop gericht in 2008 met de werkzaamheden te starten. In de eerste fase, die tot uiterlijk in 2013 duurt, wordt de zeewering gebouwd en worden de eerste terreinen en bijbehorende havenfaciliteiten van het binnengebied gereed gemaakt. Naar verwachting kunnen de eerste bedrijven vanaf 2013 operationeel zijn op Maasvlakte 2. De verdere invulling volgt in de periode na 2013; het tempo daarvan is afhankelijk van marktontwikkelingen. In de eindsituatie is er circa 1.000 hectare nieuw ('netto uitgeefbaar') haven- en industrieterrein gerealiseerd op Maasvlakte 2. Daarnaast wordt dan circa 960 hectare in beslag genomen door het havenbassin, de zeewering, de droge infrastructuur en overige voorzieningen. Alles bijeengenomen krijgt Maasvlakte 2 een 'bruto' omvang van circa 1.960 hectare. Figuur 1.1 geeft een impressie van hoe Maasvlakte 2 eruit zou kunnen zien wanneer de aanlegwerkzaamheden zijn afgerond en alle beschikbare terreinen zijn uitgegeven.

Figuur 1.1: Impressie Maasvlakte 2



Op weg naar besluiten over aanleg en bestemming

Maasvlakte 2 is een groot project. Met de aanleg zijn aanzienlijke investeringen gemoeid. De aanlegwerkzaamheden zelf, de aanwezigheid van de landaanwinning en de activiteiten van de bedrijven die zich er gaan vestigen, hebben bovendien uiteenlopende gevolgen, die in een aantal gevallen ook een groot gebied zullen gaan bestrijken. Aan de realisatie van dit project gaat daarom een zorgvuldige voorbereiding vooraf: met uitgebreid onderzoek, consultatie van tal van betrokken partijen en verschillende besluitvormingsprocedures.

Een groot deel van deze voorbereiding is inmiddels achter de rug. Het kader hiervoor is de Planologische Kernbeslissing (PKB) voor het Project Mainportontwikkeling Rotterdam, waarvan Maasvlakte 2 onderdeel uitmaakt. Deze Planologische Kernbeslissing wordt toegelicht in hoofdstuk 1 van het hoofdrapport. Daarmee wordt tegelijkertijd beschreven wat het vertrekpunt is voor de twee vervolgstappen die nu aan de orde zijn:

- de concrete uitwerking van de aanleg (ontwerp en uitvoering) van Maasvlakte 2 en de daartoe noodzakelijke zandwinning;
- het opstellen van een bestemmingsplan dat als ruimtelijke leidraad gaat dienen voor de activiteiten die op Maasvlakte 2 mogen gaan plaatsvinden.

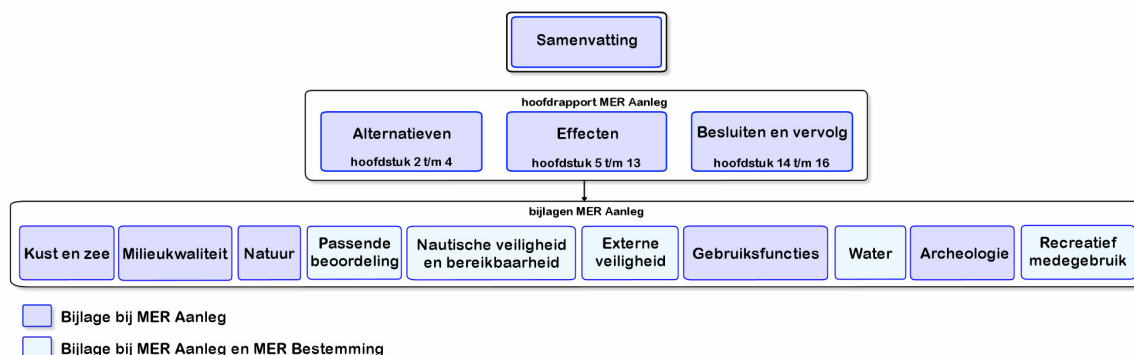
Bij beide stappen is een belangrijke rol weggelegd voor milieueffectrapportages. Deze milieueffectrapportages maken inzichtelijk wat de relevante alternatieven en effecten zijn van respectievelijk 'aanleg' en 'bestemming' van Maasvlakte 2. Het onderzoek is recent afgerond en de resultaten ervan zijn gebundeld in twee aparte milieueffectrapporten (MER-en):

- MER Aanleg Maasvlakte 2;
- MER Bestemming Maasvlakte 2.

Ten behoeve van zowel het MER Aanleg als het MER Bestemming is een aantal bijlagen opgesteld. Het doel van deze bijlagen is om een zo volledig mogelijk overzicht

te bieden van informatie over een bepaald thema. Daardoor fungeren ze als basis en brondocument voor de hoofdtekst van het MER Aanleg en MER Bestemming. Een overzicht van de documenten waaruit het MER Aanleg is opgebouwd, is weergegeven in figuur 1.2.

Figuur 1.2: Plaats van deze bijlage binnen het MER Aanleg Maasvlakte 2



Er zijn bijlagen opgesteld voor de volgende thema's:

- Kust en Zee.
- Milieukwaliteit.
- Natuur.
- Gebruiksfuncties.
- Archeologie.
- Nautische veiligheid en bereikbaarheid (Bijlage bij MER Aanleg en MER Bestemming).
- Externe veiligheid (Bijlage bij MER Aanleg en MER Bestemming).
- Water (Bijlage bij MER Aanleg en MER Bestemming).
- Recreatief medegebruik (Bijlage bij MER Aanleg en MER Bestemming).

Voorliggende bijlage heeft betrekking op het thema Nautische veiligheid en bereikbaarheid.

2 TOETSEN EN VERGELIJKEN

2.1 Toetsingskader

2.1.1 Beleid, wet- en regelgeving

Toetsing van de nautische veiligheid wordt gedaan op basis van een referentiekader, welke gevormd wordt door uitvoeringsbesluiten van de Scheepvaartverkeerswet (1988). De Scheepvaartverkeerswet is een kaderwet die de basis vormt voor het reguleren van het scheepvaartverkeer op de Nederlandse binnenwateren en in de territoriale zee. De wet geeft een referentie kader, maar geen meetbare toetsingscriteria. De Wet is van toepassing op het verkeer van alle types schepen en andere vaartuigen (inclusief de recreatievaart).

Als uitgangspunt is gekozen de nautische veiligheid op het huidige niveau te handhaven, conform het gestelde in de Planologische Kernbeslissing. Alle effecten worden daarmee dus uitgedrukt in effecten op de bereikbaarheid. De eis aan de nautische veiligheid kan betekenen dat er vertraging optreedt of dat er beperkingen worden opgelegd aan de scheepvaart.

2.1.2 MER Project Mainportontwikkeling Rotterdam (PMR)

In het MER PMR zijn de effecten op de nautische veiligheid en bereikbaarheid voor de aanwezigheidsfase beoordeeld. Nautische veiligheid kan worden gekwantificeerd in het aantal ongevallen. De nautische veiligheid kan beoordeeld worden ten opzichte van het referentieniveau (autonome ontwikkeling). Voor de autonome ontwikkeling wordt de toename van het aantal ongevallen op 0 gesteld (conform het rijksbeleid zoals vastgelegd in de Nota Mobiliteit).

Voor de beoordeling van de nautische bereikbaarheid is gekeken naar het downtime percentage van zeeschepen en van binnenvaart ten gevolge van golven en stroming. Voor zeeschepen wordt een vrijwel ongewijzigd downtimepercentage verwacht en voor de binnenvaart zal bij de Referentieontwerpen sprake zijn van een lichte toename van de downtime als gevolg van het grote oppervlak aan water binnen het ontwerp van de contour.

2.2 Beoordelingskader

Het beoordelingskader van het thema nautische veiligheid en bereikbaarheid is in onderstaande tabel weergegeven en wordt in de volgende paragrafen toegelicht.

Tabel 2.1 Beoordelingskader thema nautische veiligheid en bereikbaarheid

Aspect	Beoordelingscriterium	Meeteenheid
Landaanwinning aanleg	Stromingssituatie in de Maasgeul	Dwarsstroom (m/s) en dwarsstroom-gradiënt(m/s/km)
Landaanwinning aanwezigheid	Stromingssituatie in de Maasgeul	Dwarsstroom (m/s) en dwarsstroom-gradiënt(m/s/km)
	Verkeersafwikkeling en bereikbaarheid zeevaart	Vlotte verkeersafwikkeling (kwalitatief)
		Turn around time (verandering in %)
	Verkeersafwikkeling en bereikbaarheid binnenvaart	Vlotte verkeersafwikkeling (kwalitatief)
		Downtime (%)
Zandwinning aanleg	Hinder door bouwverkeer op doorgaande vaart	Mate van hinder, rekening houdend met gebruiksregels
Zandwinning aanwezigheid	Hinder door veranderde stroming door zandwinputten op doorgaande vaart	Verandering Dwarsstroom (%) en dwarsstroom-gradiënt

2.2.1 Landaanwinning aanlegfase

Stromingssituatie in de Maasgeul

De kenmerken van de stromingssituatie voor de scheepvaart in de huidige situatie wordt als referentiekader gebruikt voor de situatie die mag ontstaan tijdens de aanleg. Omdat de aannemer uiteindelijk de uitvoeringsfasering maakt, wordt hem gevraagd in zijn voorstel middels berekeningen aan te tonen dat stromingssituaties die tijdens de aanleg kunnen ontstaan voor de scheepvaart geen verslechtering inhouden. Ten behoeve van dit MER is een aantal uitvoeringsscenario's doorgerekend om de verschillende stromingssituaties tijdens de aanleg van Maasvlakte 2 te bepalen. De belangrijkste parameters waarin de stromingssituatie voor de scheepvaart worden uitgedrukt zijn de maximumsnelheid van de dwarsstroming in de Maasgeul en de verandering van de dwarsstroomsnelheid over een bepaalde afstand, de zogenaamde dwarsstroomgradiënt. Daarnaast is de langsstroom in de havenmond bepalend voor de stopweglengte van de maatgevende schepen. Een overschrijding van deze karakteristieken kan leiden tot een tijdelijke beperking voor de scheepvaart.

2.2.2 Landaanwinning aanwezigheidsfase

Stromingssituatie in de Maasgeul

De kenmerken van de stromingssituatie voor de scheepvaart in de huidige situatie wordt als referentiekader gebruikt voor de waardering van de stromingssituatie na aanleg van Maasvlakte 2. De autonome ontwikkeling geeft voor het stroombeeld voor de haven een zelfde beeld te zien als in de huidige situatie: de hydraulische condities en de configuratie van havendammen veranderen ter plaatse van de Maasvlakte niet.

De belangrijkste parameters waarin de stromingssituatie voor de scheepvaart worden uitgedrukt zijn (evenals bij de situatie tijdens de aanleg) de maximumsnelheid van de dwarsstroming in de Maasgeul en de verandering van de dwarsstroomsnelheid over een

bepaalde afstand, de zogenaamde dwarsstroomgradiënt. Daarnaast is de langsstroom in de havenmond bepalend voor de stopweglengte van de maatgevende schepen.

Verkeersafwikkeling en bereikbaarheid zeevaart

De zeescheepvaart van en naar Maasvlakte 2 moet rond de Papegaaiebek een bocht van 180 graden maken in dit drukke gedeelte van het havengebied. Een knooppuntanalyse heeft geleerd dat een goede afwikkeling van het verkeer op dit knooppunt van groot belang is voor het goed functioneren van Maasvlakte 2. Om deze reden is nagegaan hoe vlot de verkeersafwikkeling op dit knooppunt kan plaatsvinden.

Verkeersafwikkeling en bereikbaarheid binnenvaart

Maasvlakte 2 genereert extra binnenvaartbewegingen. Deze binnenvaart maakt gebruik van de aanwezige achterlandverbindingen (vaarwegen) van en naar de huidige Maasvlakte. Door de bijdrage van Maasvlakte 2 kan de Intensiteit/Capaciteit (I/C) verhouding van de vaarwegen in het achterland veranderen. De effecten van Maasvlakte 2 op deze I/C-verhoudingen worden besproken in het MER Bestemming (thema verkeer en vervoer). In het kader van het MER Aanleg wordt een analyse gemaakt van de capaciteit van een aantal verkeersknooppunten.

Bij een inrichting van Maasvlakte 2 met veel open water, ontstaan windgolven in het havenbekken. Dit speelt vooral in de eerste fase van de exploitatie waarbij relatief veel open water aanwezig is. Deze golven kunnen hinderlijk zijn voor de binnenvaart en kunnen voor afgemeerde binnenvaartschepen op bepaalde locaties leiden tot beperkte downtime. Dit is de tijd waarin een binnenvaartschip niet aan de kade kan worden behandeld als gevolg van de golfcondities.

2.2.3 Zandwinning aanlegfase

Mogelijke hinder door bouwverkeer op doorgaande vaart

De aanleg van Maasvlakte 2 en in het bijzonder de zandwinning veroorzaakt extra scheepvaartbewegingen van en naar de toekomstige landaanwinning en op de zandwinlocaties. In hoofdzaak betreffen deze extra scheepvaartbewegingen de zandwinvaartuigen (sleephopperzuigers). Deze extra bewegingen kunnen mogelijk hinder veroorzaken voor de reguliere scheepvaart (inclusief recreatievaart). Deze mogelijke hinder is beschouwd. Daarnaast is de kans op een aanvaring tussen een regulier schip en een sleephopperzuiger bepaald voor winlocaties ten noorden en ten zuiden van de scheepvaartgeul.

2.2.4 Zandwinning aanwezigheidsfase

Hinder aanwezigheid zandwinputten op doorgaande vaart

In de aanwezigheidsfase zijn als gevolg van de zandwinning zandwinputten in het watersysteem aanwezig. Deze putten beïnvloeden door hun diepte lokaal de stroming. Een veranderende stroming kan eventueel van invloed zijn op de nautische bereikbaarheid van de haven.

2.3 Waarderingssystematiek

In de onderstaande tabel is de waarderingssystematiek voor het thema nautische veiligheid en bereikbaarheid samengevat. De achtergronden van deze systematiek wordt per aspect in de komende paragrafen toegelicht.

Tabel 2.2: Waarderingssystematiek thema Nautische veiligheid en bereikbaarheid

Aspect	Beoordelingscriterium	Waardering (ten opzichte van autonome ontwikkeling)
Landaanwinning aanleg	Stromingssituatie in de Maasgeul	- Verslechtering 0 Vergelijkbaar met referentiesituatie + Verbetering
Landaanwinning aanwezigheid	Stromingssituatie in de Maasgeul	- Verslechtering 0 Vergelijkbaar met referentiesituatie + Verbetering
		- Afwikkeling minder vlot 0 Afwikkeling even vlot + Afwikkeling vlotter
		- Verslechtering 0 Vergelijkbaar met referentiesituatie + Verbetering
	Verkeersafwikkeling en bereikbaarheid zeevaart	- Afwikkeling minder vlot 0 Afwikkeling even vlot + Afwikkeling vlotter
		- Verslechtering 0 Vergelijkbaar met referentiesituatie + Verbetering
		- Afwikkeling minder vlot 0 Afwikkeling even vlot + Afwikkeling vlotter
Zandwinning aanleg	Hinder door bouwverkeer op doorgaande vaart	- - Sterke hinder voor reguliere scheepvaart - Matige hinder voor reguliere scheepvaart 0 Geen hinder voor reguliere scheepvaart
Zandwinning aanwezigheid	Hinder door veranderde stroming door zandwinputten op doorgaande vaart	- - Sterke hinder voor reguliere scheepvaart - Matige hinder voor reguliere scheepvaart 0 Geen hinder voor reguliere scheepvaart

3 ALTERNATIEVEN LANDAANWINNING

3.1 Referentiealternatieven MER PMR

De PKB PMR doet uitspraken over de bovengrens van de negatieve milieueffecten die Maasvlakte 2 op basis van het MER PMR, waarin twee Referentieontwerpen zijn gepresenteerd. In deze alternatieven zijn een centraal kanaal voorzien, met aan weerszijden insteekhavens. De vorm van de buitencontour is een afgeleide van de inrichting. De zuid- en westkust bestaan uit zachte zeeweringen.

De twee Referentieontwerpen verschillen alleen in de zeevaarttoegang. In Referentieontwerp I maken de zeeschepen gebruik van de huidige havenmond en een nog te realiseren doorsteek via Maasvlakte 1. Om de stroming voor de havenmond goed te geleiden, is de noordzijde van variant I voorzien van een gekromde harde zeewering en een stroomgeleidende dam. De doorgetrokken Yangtzehaven heeft een breedte van 500 m. In Referentieontwerp II wordt de havenmond verlengd en is een directe toegang tot Maasvlakte 2 aanwezig. De Noorderdam wordt verlengd en een nieuwe, stroomgeleidende Zuiderdam aan de landaanwinning wordt aangelegd. In onderstaande figuren zijn beide Referentieontwerpen weergegeven.

De Referentieontwerpen waren niet zozeer bedoeld als operationeel ontwerp, maar waren bedoeld als realistische ontwerpen voor een mogelijk ontwerp van de landaanwinning. Zij laten dan ook zien dat er voor het ontwerp en de uitvoering nog tal van vrijheidsgraden zijn. Voor de zeevaarttoegang, maar ook voor andere ontwerpvariabelen zoals de vorm en oriëntatie van de buitencontour, de wijze waarop Maasvlakte 2 toegankelijk wordt voor de binnenvaart, en de hoofdrichting van Maasvlakte 2. De Referentieontwerpen zijn ook opgesteld om milieueffecten in beeld te kunnen brengen in het MER PMR.

Figuur 3.1 Referentieontwerp I uit de PKB PMR

Figuur 3.2 Referentieontwerp II uit de PKB PM



3.2 Ontwikkeling alternatieven landaanwinning

Voor de landaanwinningsalternatieven is de nog resterende speelruimte relatief beperkt. De bwb's uit de PKB PMR (2006) zijn hiervoor in sterke mate kaderstellend. Uit een korte terugblik op de bwb's die specifiek de landaanwinning betreffen (bwb's 2 – 9), volgt bovendien dat deze kaderstelling juist in het Doorsteekalternatief en de verkozen faseringsstrategie reeds voor een belangrijk deel haar beslag heeft gekregen.

Het bovenstaande betekent uiteraard niet dat er voor de landaanwinning geen alternatieven meer aan de orde zijn; het betekent wel dat er geen aanleiding is om alternatieven uit te werken die uitgaan van een geheel ander ontwerp dan het Doorsteekalternatief met een buitencontour die meteen op haar eindpositie wordt aangelegd.

Bij de meer gedetailleerde uitwerking van het basisontwerp van het Doorsteekalternatief zijn er vijf bouwstenen waarvoor varianten in aanmerking komen:

- het ontwerp van de harde zeewering: opbouw en ligging;
- het ontwerp van de zeezijde van de zachte zeewering;
- de diepte van het havenbassin en de zwaaikommen;
- de terreinhoogte;
- het al dan niet gebruiken van secundaire bouw- en grondstoffen uit de regio Rijnmond.

Behalve naar varianten voor het ontwerp, is ook gekeken naar mogelijkheden om te variëren bij drie bouwstenen van de uitvoering van de aanlegwerkzaamheden:

- de bouwvolgorde van de buitencontour;
- de methode van aanleg van de buitencontour;
- de methode van aanleg van het binnengebied.

3.3 Basisalternatief (BA) en Meest Milieuvriendelijk Alternatief (MMA)

In de onderstaande overzichtstabellen zijn de in het hoofdrapport beschreven basisvarianten en milieuvarianten per bouwsteen geordend. Het Basisalternatief (BA-landaanwinning) is een bundeling van de boxen met basisvarianten per bouwsteen. In de effectvoorspelling is daarbij een bovengrensbepaling gevolgd door per bouwsteen de specifieke basisvariant met de grootste milieubelasting als uitgangspunt te nemen. Het Meest Milieuvriendelijk Alternatief bundelt de milieuvarianten.

Tabel 3.1: Overzicht Basisalternatief en MMA – ontwerp landaanwinning

Bouwsteen	Basisalternatief: boxen met basisvarianten per bouwsteen	MMA: milieuvarianten per bouwsteen
Ontwerp harde zeewering	Gebruik van breuksteen, zand, grind en geotextiel in lagen opbouw met als toplaag: - breuksteen of, - betonblokken of - interlocking toplaag elementen (ITE)	Hergebruik secundaire materialen, met name van de te ontmantelen bestaande zeewering
	Noordelijke ligging harde zeewering, of Zuidelijke ligging harde zeewering (Meeuw-variant).	Zuidelijke ligging harde zeewering (Meeuwvariant).
Ontwerp zachte zeewering	A-selectief toepassen van beschikbaar zand (285-350 µm)	Selectief toepassen van grovere korrel in een steil profiel (orde 350 µm)
	afsnuiten vanaf 10 m-NAP	afsnuiten vanaf 10 m-NAP
Diepte havenbassin	Minimale diepte van zwaaikommen: 20,0 m-NAP	Maximale interne diepe winning van zand in de zwaaikommen, binnen stabiliteitseisen
	Minimale diepte havenbekkens: 20,0m-NAP	Interne winning in havenbekkens tot 22 m-NAP
Terreinhoogte	Terreinhoogte op 6 m+NAP	Terreinhoogte op 5 m+NAP
Gebruikte secundaire bouw- en grondstoffen	Geen gebruik secundaire bouw- en grondstoffen	Maximaal gebruik van in aanmerking komende secundaire bouw- en grondstoffen

Tabel 3.2 Overzicht Basisalternatief en MMA – uitvoering landaanwinning

Bouwsteen	Basis alternatief: boxen met basisvarianten per bouwsteen	MMA: milieuvarianten per bouwsteen
Bouwvolgorde buitencontour	- In dezelfde periode uitbouwen harde en zachte zeewering, met gedeeltelijk verticale fasering - Eerst de uitbouw van de zachte zeewering vanuit het zuiden - Realisatie middels uitbouwen naar het land.	
Methode van aanleg buitencontour	Volledig vrije keuze in de wijze van aanleggen van de buitencontour (zowel zachte zeewering als harde zeewering)	Zoveel mogelijk klappen van zand .
Methode van aanleg werken aan en binnen de binnencontour	Gangbaar materieel, geen specifieke beperkingen binnen bestaande wet- en regelgeving	

4 ALTERNATIEVEN ZANDWINNING

4.1 Ontwikkeling alternatieven zandwinning

Uit de Richtlijnen voor het MER Aanleg en uit de Planologische Kernbeslissing PMR (2006) volgt dat er bij de zandwinning gekeken moet worden naar variatiemogelijkheden bij drie aspecten:

- inrichting van de putten: hierbij gaat het om de horizontale vorm en oriëntatie van de putten, de diepte ervan, en de steilheid van de puthellingen;
- locatie van de putten: bepaald moet worden op welke plaatsen in het zoekgebied de putten gesitueerd kunnen worden;
- uitvoering: het tempo van de winning is hierbij een belangrijk aandachtspunt; ook het in te zetten materieel speelt een rol.

Bij elk aspect afzonderlijk zijn op voorhand steeds verschillende varianten denkbaar: dieper of minder diep, dichtbij of verder weg, sneller of langzamer, enzovoort. Al dit soort varianten zijn in een vijftal zandwinscenario's gecombineerd. De totstandkoming van deze vijf scenario's wordt beschreven in hoofdstuk 4 van het hoofdrapport MER Aanleg Maasvlakte 2. Het gaat hierbij om een drietal kernvragen:

- Inrichting: dieper of minder diep?
- Locatie: dichtbij of verder weg van de Voordelta?
- Uitvoering: sneller of langzamer?

4.2 Inrichting

Voor de vorm en oriëntatie van de zandwinputten alsook voor de puthelling is van belang dat daarbij behorende grenswaarden in acht worden genomen. Gebleken is dat er geen uitvoeringstechnische of andere redenen zijn om van deze grenswaarden af te wijken. Op grond daarvan is het gerechtvaardigd in de zandwinscenario's de betreffende waarden als uitgangspunt te nemen, en er dus niet op te variëren.

De winddiepte daarentegen is een inrichtingsvariabele waarbij er wel relevante variatiemogelijkheden zijn. De bandbreedte ligt hierbij tussen een winddiepte van 10 meter en een winddiepte van 20 meter. Daarbij bestaat uiteraard ook de mogelijkheid in het uiteindelijke Voorkeursalternatief en/of het Meest Milieuvriendelijk Alternatief voor windiepten tussen de genoemde uitersten te opteren. De kern van het inrichtingsvraagstuk is: **dieper of minder diep?**

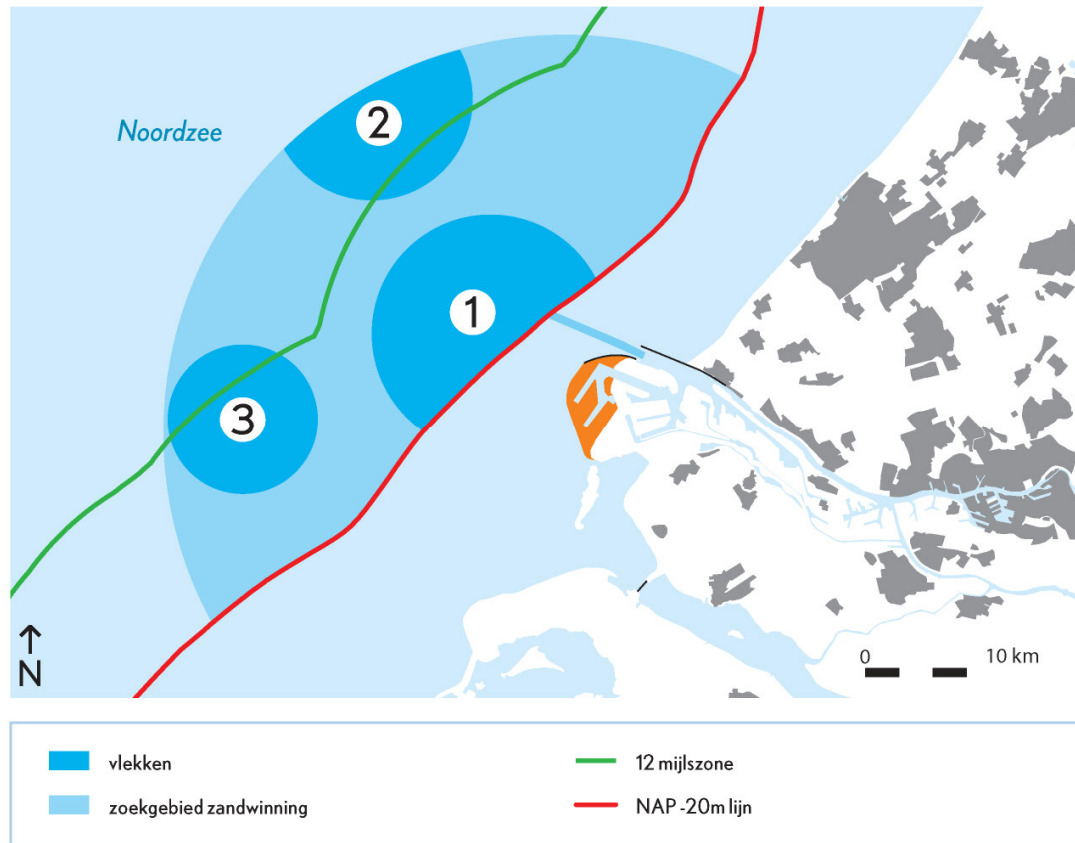
4.3 Locatie

Omdat de locatiekeuze van wezenlijk belang kan zijn voor de aard en omvang van de effecten, moet in de zandwinscenario's op deze locatiekeuze gevarieerd worden. Gegeven de noodzaak, zoals ook in de Richtlijnen is aangegeven, om het aantal scenario's te beperken, is ervoor gekozen om drie 'vlekken' in het zoekgebied te projecteren. Figuur 3.3 geeft daarvan de positie weer:

- vlek 1 ligt zo dicht mogelijk bij Maasvlakte 2, hetgeen voordelen voor onder meer milieukwaliteit en kosten heeft;
- vlek 2 is primair ingegeven vanuit het streven de slibtoevoer naar (en dus vertroebeling in) de Voordelta zo gering mogelijk te houden;

- vlek 3 is toegevoegd omdat lokaal in het betreffende gebied op grotere diepten zandlagen aanwezig zijn die, na verwijdering van de afdekkende toplaag, in de toekomst eventueel gewonnen kunnen worden om vervolgens als grondstof te dienen voor de bereiding van beton- en metselzand.

Figuur 3.3: Te onderzoeken 'vlekken' zandwinning



De drie geselecteerde vlekken hebben op het eerste gezicht elk hun eigen voordelen en beperkingen. Er is op voorhand geen enkele vlek aan te wijzen die eenduidig beter is dan de andere. Op grond daarvan is het de moeite waard de vlekken op verschillende manieren een plek te geven in de zandwinsten scenario's. Via de effectbeschrijvingen kan dan vervolgens de informatie op tafel komen om de tweede kernvraag met betrekking tot de zandwinning te kunnen beantwoorden: **dichtbij of verder weg van de Voordelta?**

4.4 Uitvoering

In een van de zandwinsten scenario's worden de voorwaarde voor het bouwjaar (na 1992) en de seizoensgerelateerde ruimtelijke spreiding meegenomen. Zoals in de effectbeschrijvingen zal blijken, is de winsnelheid echter het meest invloedrijke uitvoeringsaspect. Door hierop in de scenario's te variëren en daarvan vervolgens de effecten te laten zien, kan de derde kernvraag met betrekking tot de zandwinning beantwoord worden: **sneller of minder snel?**

4.5 Vijf zandwinscenario's voor de eerste fase (2008-2013)

Op basis van de hierboven gestelde drie kernvragen zijn vijf scenario's op een specifieke manier ingevuld, waarbij het totaal aan scenario's het totaal aan keuzemogelijkheden afdekt. In de effectvoorspellingen komen zodoende ook de bandbreedte aan mogelijke effecten in beeld.

Hieronder zijn de vijf te onderzoeken zandwinscenario's gekarakteriseerd:

Profiel	Inrichting: hoe diep?	Locatie: waar?	Uitvoering: hoe snel?
S1a "dichtbij - snel"	10m	4 putten in vlek 1	150 Mm ³ /j
S1b "dichtbij - traag"	10m	4 putten in vlek 1	60 Mm ³ /j
S2 "ver weg - snel"	10m	4 putten in vlek 2	150 Mm ³ /j
S3 "b&m"	10m	3 putten in vlek 1, 1 put in vlek 3	150 Mm ³ /j
S4 "combinatie"	20m	1 put in vlek 1, 1 put in vlek 2	60 Mm ³ /j + vlek 2 van feb-aug + hoppers >1992

* b&m = beton en metselzand

In een later stadium in het onderzoek is – bij wijze van gevoeligheidsanalyse – nog een extra scenario bekeken met een winning in vlek 1 maar dan met een winsnelheid van 100 miljoen m³ per jaar: scenario S1c. Dit scenario is vooral bedoeld om nog meer inzicht te krijgen in de invloed van de winsnelheid op de effecten voor de natuur. Om deze natuureffecten te kunnen bepalen is scenario S1c tevens doorgerekend op de effecten ervan voor de milieuthema's Kust en Zee en Milieukwaliteit. Bij de overige milieuthema's is scenario S1c niet meegenomen.

In eerste instantie hebben de zandwinscenario's een methodologische functie: ze dienen als input voor de effectvoorspelling. Op basis van de informatie die daarmee beschikbaar komt, kunnen vervolgens gemotiveerde keuzes voor een Voorkeursalternatief en een MMA voor de zandwinning bepaald worden. Dit gebeurt in hoofdstuk 14 van het hoofdrapport MER Aanleg.

4.6 Scenario voor de resterende zandwinning ná 2013

In de periode ná 2013 is de resterende 20% van de zandwinning aan de orde. Dit betreft een te winnen volume – uitgaande van het Basisalternatief voor de landaanwinning – van circa 80 miljoen m³. Een realistisch scenario voor deze winning is dat deze rond 2015 van start zal gaan en er vervolgens in een aaneengesloten periode van maximaal 4 jaar wordt gewerkt, met de inzet van een beperkt aantal hopperzuigers (2 tot 3).

5 AANPAK EFFECTBESCHRIJVING

5.1 Studiegebied

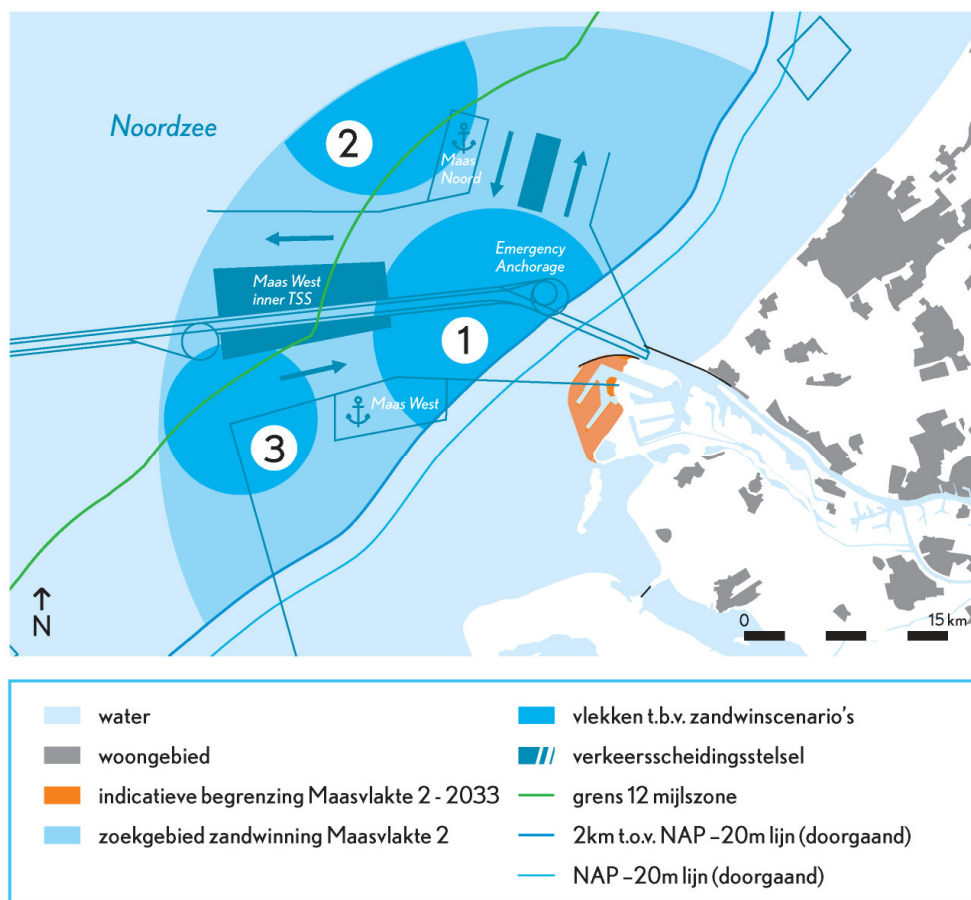
Het studiegebied omvat het gebied waar milieueffecten kunnen optreden. Voor de verschillende milieuthema's kan het studiegebied dan ook anders van omvang zijn, afhankelijk van de reikwijdte van de effecten. Binnen het thema nautische veiligheid en bereikbaarheid wordt onderscheid gemaakt naar een tweetal deelgebieden, onderverdeeld naar de zee- en binnenvaart:

- Zeevaart: Noordzee, Maasvlakte en Maasvlakte 2.
- Binnenvaart: Maasvlakte, Maasvlakte 2 en overig Rotterdams havengebied.

5.1.1 Studiegebied Zeevaart

Het onderstaande studiegebied is gehanteerd voor de effectbeschrijving nautische veiligheid en bereikbaarheid op de Noordzee. Onder het studiegebied valt het gebied waar mogelijk zandgewonnen wordt ten behoeve van Maasvlakte 2 en waar sprake is van reguliere scheepvaart (zie figuur 5.1). De aanwezigheid (contour) van Maasvlakte 2 zal invloed hebben op de stromingen op de Noordzee. Gewijzigde stromingen op de Noordzee zullen invloed hebben op de aanwezige scheepvaart, voor de bestudering van deze stromingen op de Noordzee en voor de havenmond in het bijzonder vinden plaats op het schaalniveau van dit studiegebied.

Figuur 5.1: Studiegebied Noordzee



5.1.2 Studiegebied binnenvaart

Het onderstaande studiegebied is gehanteerd voor de effectbeschrijving nautische veiligheid en bereikbaarheid binnen de haven. Door de aanleg van Maasvlakte 2 zullen de stromingen en aantallen scheepvaartbewegingen veranderen.

Figuur 5.2: Studiegebied Binnenvaart



Vaarwegen

Nr.	Vaarweg	Van	Tot	Nr.	Naam	Van	Tot
1	Hartelkanaal	MV1/MV2	Calandkanaal	5	Oude Maas	Hartelkanaal	landinwaarts
2	Hartelkanaal	Calandkanaal	Oude Maas	5a	Oude Maas	Nieuwe Maas	Hartelkanaal
3	Nw. Waterweg	MV2	Oude Maas	6	Calandkanaal	MV1/MV2	Hartelkanaal
4	Nieuwe Maas	Oude Maas	landinwaarts				

5.2 Effectvoorspellingsmethode

5.2.1 Inleiding

Tijdens de effectbepaling is onderscheid gemaakt tussen de aanwezigheidsfase en verschillende momenten tijdens de aanlegfase. Voor deze situaties zijn kwantitatief de effecten die van belang zijn voor de nautische veiligheid en bereikbaarheid bepaald. Voor iedere situatie is een stromingsonderzoek uitgevoerd om de effecten van de buitencontour op de stroming te bepalen, er heeft nautisch onderzoek plaatsgevonden om de effecten van de stroming op de scheepvaart en veiligheid vast te stellen en eventuele gebruiksregels te benoemen, tot slot is met het vaartijdenonderzoek de bereikbaarheid gekwantificeerd. Tabel 5.1 geeft aan voor welke situaties of fases de genoemde onderzoeken zijn uitgevoerd (indicatie "V").

Tabel 5.1: Overzicht effectvoorspellingsmethode

Onderzoek	Resultaat	aanwezigheidsfase	aanlegfase
Stromingsonderzoek	Stromingsbeeld	V	V
Nautisch onderzoek	Veiligheid gebruiksregels	V	V
Vaartijdenonderzoek	Bereikbaarheid Vaartijden	V	



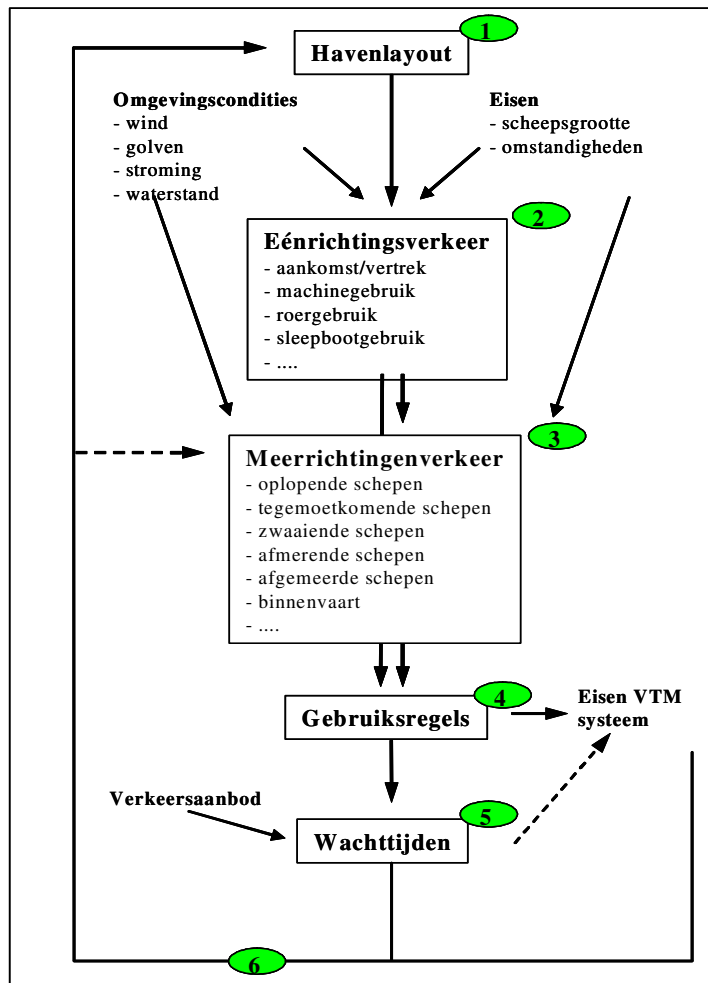
5.2.2 Gehanteerde effectvoorspellingsmethode(n)

Voor de beoordeling van de toekomstige nautische verkeerssituatie is de methodiek gebruikt zoals gepresenteerd in figuur 5.3. Hierbij geldt als uitgangspunt dat voor een veilige afwikkeling van de scheepvaart de manoeuvres van de schepen op een gecontroleerde wijze kunnen worden uitgevoerd.

De basis van de methodiek is dat elke verkeersdeelnemer zijn manoeuvre, onder invloed van wind, stroming en golven, op gecontroleerde wijze moet kunnen uitvoeren. Gecontroleerd betekent in dit verband dat het schip tijdens de manoeuvre nog voldoende reserve manoeuvreercapaciteit over heeft om in een onverwachte situatie correcties uit te voeren teneinde de manoeuvre te kunnen voltooien. Zolang er voldoende ruimte is om de manoeuvre gecontroleerd te voltooien, is er sprake van een nautisch veilige manoeuvre. In het geval er meerdere verkeersdeelnemers zijn, geldt dat het verkeersbeeld veilig is indien (i) de deelnemers op de hoogte zijn van elkaars intenties, (ii) er voor de deelnemers voldoende manoeuvreerruimte beschikbaar is en (iii) de manoeuvres gecontroleerd worden voltooid.

Deze methodiek leidt niet tot een expliciete voorspelling van het aantal incidenten, maar leidt wel tot inzicht en onderbouwing ten aanzien van de maatregelen die noodzakelijk zijn om het huidige veilige niveau van verkeersafwikkeling te bereiken. Tevens wordt het verband gelegd tussen de nautische veiligheid en de nautische bereikbaarheid van de haven. De maatregelen die de nautische veiligheid waarborgen kunnen immers een direct gevolg hebben voor de bereikbaarheid van de haven. De effectvoorspellingsmethode (zie figuur 5.3) bestaat uit een zestal stappen die in de volgende paragraaf nader worden toegelicht:

Figuur 5.3: Aanpak Effectvoorspelling nautische toegankelijkheid en veiligheid



5.2.3 Stappen Nautische toegankelijkheid en veiligheid

Stap 1: Vaststellen stroombeeld op basis van Lay-out

Als eerste dient de te beoordelen lay-out van de eindfase, de tussenfase en de maatgevende situaties tijdens de aanleg vastgesteld te worden.

Dit betreft de karakteristieke horizontale en verticale dimensies, zoals vaarwegbreedte, bochtstralen en bodemdiepte. De aanwezigheid van dammen en zeeweringen bepaalt de stroming voor de havenmond in de vaargeul. De stromingen zijn bepaald op basis van het *stromingsonderzoek*.

Stap 2: Manoeuvres eenrichtingsverkeer ('single user')

Het *nautisch onderzoek* heeft tot doel om de controleerbaarheid en veiligheid van de aankomst- en vertrek manoeuvres van maatgevende schepen onder maatgevende omstandigheden vast te stellen. Middels manoeuvreeronderzoek van reële worstcase situaties waarbij een onafhankelijke expert opinion en resultaten van numerieke modelsimulaties ('fast time' en 'real time') worden gecombineerd. Het resultaat is een definitie per scheepsklasse welke manoeuvres tot welke windcondities gecontroleerd en veilig zijn uit te voeren. Ook kan het onderzoek leiden tot gebruiksregels ten aanzien van de wijze van uitvoeren van de manoeuvres: bijvoorbeeld de vaarsnelheden en de wijze van inzetten van sleepboten (aantal, type en duur).

Stap 3: Manoeuvres Meerrichtingsverkeer ('multiple user')

De volgende stap in het nautische onderzoek is het vaststellen of voorkomende verkeerssituaties gecontroleerd en veilig door de verkeersdeelnemers kunnen worden uitgevoerd. Middels manoeuvreeronderzoek van reële worstcase situaties waarbij onafhankelijke expert opinion en de resultaten van numerieke modelsimulaties ('fast time' en 'real time') worden gecombineerd. De invloed van passerende schepen op afgemeerde schepen wordt middels een apart onderzoek uitgevoerd.

Resultaat van deze stap is een definitie van verkeerssituaties, die voor maatgevende schepen onder maatgevende omstandigheden mogelijk zijn, waarbij de deelnemers nog juist gecontroleerd en veilig de manoeuvres kunnen voltooien. Deze stap identificeert tevens de verkeerssituaties die, tijdens bepaalde windcondities, voorkomen moeten worden. Ook dit onderzoek kan resulteren in het aanbevelen van een aantal gebruiksregels.

Stap 4: Veiligheid garanderen door gebruiksregels

De nautische veiligheid moet, in de aanwezigheidsfase, minimaal op hetzelfde niveau blijven als in de huidige situatie. In sommige situaties moeten operationele afspraken worden gemaakt (gebruiksregels) om dit huidige (hoge) veiligheidsniveau zeker te stellen. De implementatie van deze 'regels' vindt plaats in overleg tussen de Rijkshavenmeester en Loodswezen. De gebruiksregels kunnen daarom worden gezien als een onderdeel van het VTM systeem. Het oordeel over de nautische veiligheid en de eventueel aanvullende gebruiksregels vormen de conclusies van het *nautische onderzoek*.

Stap 5: Vaartijden onderzoek

Op basis van de gebruiksregels zijn eventuele vertragingen bepaald met een *vaartijdenonderzoek*. Gebruik makend van de voorspelde vervoersstromen (aantallen schepen) zijn middels numerieke model simulaties de vaartijden en eventueel. vertragingen voor de opeenvolgende ontwikkelingsfasen van Maasvlakte 2 worden bepaald. Het vaartijdenonderzoek geeft een vergelijkingskader voor wat betreft de Turn Around Time (TAT), en niet zozeer een beoordeling van veiligheid op basis van bereikbaarheid.

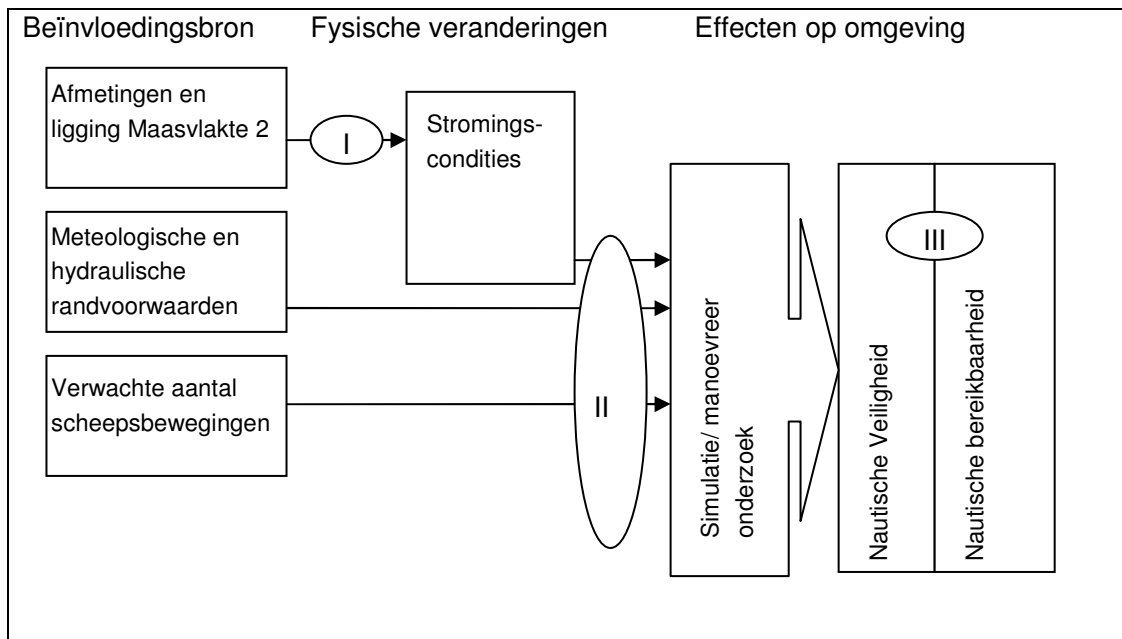
Stap 6: Extra ontwerpslag

Indien de resultaten van de beoordeling, de eisen aan het VTM systeem en de wachttijden, onvoldoende worden geacht kan de lay-out van de haven worden aangepast. Hierna kan de beoordeling opnieuw worden uitgevoerd. Ook zou een andere manoeuvreerstrategie tot een verbetering kunnen leiden. Hierbij kan worden gedacht aan het in plaats van 'kop voor', 'overstuur' (achteruit) binnenvaren van havenbekkens. Ook zou een andere manoeuvreerstrategie tot een verbetering kunnen leiden. Hierbij kan worden gedacht aan het in plaats van 'kop voor', 'overstuur' (achteruit) binnenvaren van havenbekkens.

5.3 Ingreep-effectketens

In figuur 5.4 is de ingreep-effectketen voor de nautische veiligheid en bereikbaarheid weergegeven.

Figuur 5.4: Ingreep-effectketen nautische veiligheid en bereikbaarheid



De volgende beïnvloedingsbronnen spelen een rol bij de bepaling van de nautische veiligheid en bereikbaarheid van Maasvlakte 2.

1. De afmetingen en ligging van Maasvlakte 2 (tijdens aanleg of aanwezigheid).
2. Meteorologische en hydraulische randvoorwaarden.
3. Het verwachte aantal scheepsbewegingen (reguliere vaart en werkschepen).
4. Gebruiksregels .
5. Nieuwe typen schepen.

De afmetingen (1) en meteorologische/hydraulisch randvoorwaarden (2) bepalen via het stromingsonderzoek (I.) de stroomcondities rond Maasvlakte 2 en de havenmond. Deze stroomcondities samen met de overige scheepsbewegingen (3) en de maatgevende schepen vormen input voor het nautische onderzoek (II.). Dit nautische onderzoek geeft de veiligheid van de situatie weer, met eventuele gebruiksregels om deze nautische veiligheid te waarborgen. Tot slot is het vaartijden onderzoek (III.) uitgevoerd om de bereikbaarheid van de huidige haven en Maasvlakte 2 te kwantificeren.

Figuur 5.5: Keten van onderzoeken

Onderzoek	Resultaat
I. Stromingsonderzoek	Stroombeeld
II. Nautisch onderzoek	Veiligheid gebruiksregels
III. Vaartijdenonderzoek	Bereikbaarheid Vaartijden

6 HUIDIGE SITUATIE EN AUTONOME ONTWIKKELINGEN

6.1 Algemeen

In dit hoofdstuk worden achtereenvolgens de huidige situatie en de autonome ontwikkeling beschreven van de onderwerpen: nautische veiligheid en nautische bereikbaarheid.

6.2 Nautische veiligheid

6.2.1 Huidige situatie

In de periode 1987 tot en met 1997 is het aantal geregistreerde scheepsongevallen significant gedaald. Het aantal bezoekende schepen vertoonde in deze periode geen grote fluctuaties. Er is dus een duidelijke afname van de ongevalfrequentie per schip te constateren [12].

Vooraf in de periode 1989-1993 is een sterke daling in het aantal scheepsongevallen te zien, wat mogelijk verklaard kan worden doordat in deze periode door het Havenbedrijf Rotterdam een aantal verbeteringen in het verkeersbegeleidende systeem doorgevoerd is. Het blijkt voorts dat de zwaardere ongevallen vooral plaats vinden op plaatsen met kruisend scheepvaartverkeer zoals bij de mondingen van havenbekkens en de kruising Nieuwe Maas - Oude Maas. Het aantal ongevallen op doorgaande vaarwegen en buitengaats is zeer beperkt [2]. In 2005 lag het aantal ongelukken op de Noordzee (13 ongevallen) voor het zevende achtereenvolgende jaar onder de politiek geaccepteerde referentiewaarde 25. [47].

6.2.2 Autonome ontwikkeling

Nautische veiligheid en verkeersmanagement

Een veilige en vlotte verkeersafwikkeling is een belangrijke voorwaarde voor het functioneren van de haven en voor de concurrentiepositie van de haven van Rotterdam. Een goed functionerende nautische dienstverlening is daarbij essentieel. Op dit terrein zijn de volgende ontwikkelingen van belang:

- Nieuwe regelgeving ter verbetering van de identificatie en het monitoren van zeeschepen (in havens en langs de kust), ter verhoging van de veiligheid van de scheepvaart in Europese wateren. Voor de binnenvaart is die regelgeving in aantocht.
- De vraag vanuit de markt naar meer differentiatie in de nautische dienstverlening.
- De technische ontwikkelingen op het gebied van identificatie van schepen en presentatie van het verkeersbeeld, in combinatie met de vergaande elektronische gegevensuitwisseling tussen de betrokken partijen.
- Nauwere operationele samenwerking tussen de dienstverleners, ter verhoging van de efficiëntie en effectiviteit van de inzet van de nautische dienstverlening.
- Meer planmatige scheepvaartafhandeling door optimalisatie (pre)planning en monitoring.
- Het instellen van een nieuw verkeersscheidingsstelsel (inclusief het verplaatsen van het loodsstation).

De laatste tien jaar is hard gewerkt aan het verbeteren van de informatievoorziening voor de verkeersprocessen, het technisch op orde houden van verkeersbegeleiding- en monitoringsystemen en aan systemen voor de uitwisseling van scheepvaartgerelateerde informatie.

VTM Future is een meerjarenproject gericht op het zekerstellen van de vlotte en veilige verkeersafwikkeling met behulp van moderne technologie. VTM staat voor 'vessel traffic management'. VTM Future moet voor de komende tien jaar de veilige en vlotte verkeersafhandeling in het nautische beheersgebied zeker stellen. Het moet onnodige operationele verstoringen in de afhandeling van schepen voorkomen, en zorgen voor een efficiëntere verkeersbegeleiding en een betere planning van de inzet van de nautische dienstverlening.

Dit maakt coördinatie en uitwisseling van informatie tussen betrokken partijen noodzakelijk. De minister van Verkeer en Waterstaat heeft zijn verantwoordelijkheid voor de nautische veiligheid op de Rijkswateren geattribueerd aan de Rijkshavenmeester in de regio en ondergebracht bij Havenbedrijf Rotterdam. Vanuit die verantwoordelijkheid worden via VTM Future nieuwe technieken geïntroduceerd om de vlotte en veilige afwikkeling van schepen te waarborgen. Tenslotte staat de haven met VTM Future gesteld voor de nauwere Europese samenwerking in de uitwisseling van informatie, ter voorkoming van incidenten (een scherpere controle en handhaving), calamiteiten en milieuverontreiniging op zee.

Kader: Algemene introductie VTM Future (bron: Havenbedrijf Rotterdam N.V.)

Binnen het Havenbedrijf Rotterdam loopt momenteel een aantal op de toekomst gerichte programma's. Een daarvan is het belangrijke VTM Future (VTM staat voor Vessel Traffic Management). VTM Future moet ervoor zorgen dat de (Rijks)Havenmeester de juiste instrumenten en informatiesystemen heeft om met zijn divisie de orde en veiligheid te handhaven, zodat het huidige hoge (maritieme) veiligheidsniveau in de toekomst gewaarborgd kan blijven.

De uitgangspunten voor deze vernieuwingsslag zijn beschreven in een strategische studie met als horizon 2012. Om gaandeweg de ontwikkelingen te kunnen managen en zonodig bij te stellen, is tevens aangegeven hoe de situatie er naar verwachting in 2008 uit zal zien.

De benodigde aanpassingen zijn verdeeld over twee aandachtsgebieden (programma's), dit zijn:

- het programma "Instrumentarium voor de (Rijks)Havenmeester" (INS) en
- het programma "Informatie voorziening voor de (Rijks)Havenmeester" (IVH).

De nadruk bij het programma "INS" ligt op de technische systemen in het bijzonder op het gebied van verkeersmonitoring. Het programma "IVH" omvat vooral de ontwikkeling van de administratieve systemen. De organisatorische gevolgen van VTM Future zijn in een apart traject, Business change management (BCM), ondergebracht.

Kader: VTM Future Strategienota 2.0(bron: Havenbedrijf Rotterdam N.V.)

De VTM Future Strategienota geeft de strategische visie van Havenbedrijf Rotterdam N.V. op het toekomstige verkeersmanagement in de haven van Rotterdam.

Als uitgangspunt voor deze visie dienen:

- De huidige wijze waarop het scheepvaartverkeer wordt afgehandeld; en
- De veranderingen, prognoses en verwachtingen die van invloed zijn op de toekomstige wijze van verkeersafhandeling.

Vervolgens zijn de verwachte invloeden van die veranderingen, prognoses en verwachtingen op het huidige verkeersproces geanalyseerd. Uit deze analyse is een aantal dilemma's afgeleid. Deze dilemma's zijn stuk voor stuk omgezet naar strategische vragen. Langs deze weg zijn de volgende strategische vragen centraal gesteld:

- Hoe moet de nautische dienstverlening van de samenwerkende partijen in de verkeersafhandeling eruit zien;
- Welke taakstelling heeft of krijgt de Havenmeester in dit samenwerkingsverband;
- Hoe wil het Havenbedrijf de verkeersbegeleiding in de naaste toekomst verder ontwikkelen;
- Hoe wil het Havenbedrijf met de veranderende eisen aan de informatievoorziening omgaan;
- Hoe wil het Havenbedrijf met differentiatie in de nautische dienstverlening omgaan; en
- Welke rol zou AIS in de verkeersbegeleiding van de toekomst moeten krijgen.

Welk antwoord op welke vraag volgt, hangt af van de strategische visie en wordt voor een belangrijk deel bepaald door de strategische keus die het Havenbedrijf hierin maakt.

In deze Strategienota wordt een aantal strategische keuzes voorgesteld en deze keuzes geven daarmee de kern van de strategische visie weer:

- Verschuiving van focus van verkeersbegeleiding naar verkeersmanagement (VTM);
- Intensiveren en structureren van de samenwerking tussen alle VTM actoren;
- Realiseren van informatie management ten behoeve van een integrale planning van de verkeersafhandeling op havenniveau en decentrale planning op scheepsniveau;
- Benutten van nieuwe technologieën ter verbetering van de prestatie en efficiëntie van het VTM;
- Realiseren van maatwerk in dienstverlening, waar mogelijk.

6.3 Nautische bereikbaarheid

6.3.1 Huidige situatie

Verkeersafwikkeling en bereikbaarheid zeevaart: downtime

De haven van Rotterdam is één van de best bereikbare havens ter wereld. De havenmond is zodanig dat vrijwel alle schepen onder alle omstandigheden de haven kunnen binnenkomen. Alleen zeer diep stekende schepen (diepgang groter dan 20 meter) hebben een toelatingsbeperking met betrekking tot de waterdiepte in de Euro- en Maasgeul. Schepen met een diepgang vanaf 21,95 meter hebben tevens een toelatingsbeperking met betrekking tot de dwarsstroom voor de havenmond. Voor het binnengebied van de haven gelden voor bepaalde scheepsklassen afhankelijk van hun bestemming eveneens een toelatingsbeperking met betrekking tot de dwarsstroom voor het betreffende havenbekken en/of de waterdiepte. Golfhinder speelt in de haven nauwelijks een rol. In de havenmond zijn de condities vrijwel altijd zodanig dat het verlenen van sleepboothulp mogelijk is. De haven is in 99,5% van de tijd toegankelijk voor zeeschepen. Het theoretisch downtime percentage voor de zeevaart, het percentage van de tijd dat de haven niet toegankelijk is als gevolg van ongunstige omstandigheden is dus 0,5%.

Bereikbaarheid zeevaart: I/C - verhoudingen

Voor de Nieuwe Waterweg en het knooppunt Nieuwe Maas-Oude Maas zijn I/C-verhoudingen berekend (zie bijlage Verkeer en vervoer MER Bestemming Maasvlakte 2). De I/C - verhoudingen voor beide vaarwegen liggen ruim onder de 0,80, waaruit kan worden afgeleid dat de afwikkeling van de zeescheepvaart geen knelpunten kent.

Verkeersafwikkeling en bereikbaarheid binnenvaart: downtime

De huidige verkeersafwikkeling van de binnenvaart in de Rotterdamse haven is zeer vlot. Op de huidige Maasvlakte is er bijvoorbeeld nauwelijks sprake van downtime ten gevolge van golfhinder. De Maasvlakte kan door de binnenvaart op drie manieren worden bereikt: via het Hartelkanaal, het Calandkanaal (via de Rozenburgse sluis) en de Nieuwe Waterweg (via het breeddiep of om de Splitsingsdam heen).

De downtime door golfhinder voor de route via het Hartelkanaal bedraagt circa 1% ten gevolge van lokaal opgewekte golven. De route via het Calandkanaal heeft een downtime van circa 8%, hoofdzakelijk door golfdoordringing vanuit zee. In de praktijk betekent dit dat tijdens slechte omstandigheden de binnenvaart via het Hartelkanaal vaart. Voor de gemiddelde downtime ten gevolge van golven voor moderne binnenvaartschepen wordt op basis van deze huidige cijfers een norm van 0 tot 3% gehanteerd.

In onderstaande tabel wordt de huidige situatie voor nautische bereikbaarheid samengevat.

Tabel 6.1: Nautische bereikbaarheid van het havengebied in de huidige situatie en voor de autonome ontwikkeling [2]

	Huidige situatie
Stroming voor de havenmond.	Vrijwel alle schepen kunnen onder alle omstandigheden binnenvaren.
Stroming in de haven.	Vrijwel geen beperkingen door stroming in de haven.
Downtime percentage zeeschepen ten gevolge van golven.	down time is 0,5%.
Downtime percentage moderne binnenvaart ten gevolge van golven.	0-3 %

Bereikbaarheid binnenvaart: I/C - verhoudingen

De gegevens betreffende de huidige situatie voor de I/C - verhoudingen binnenvaart worden gepresenteerd in de bijlage Verkeer en vervoer (MER Bestemming Maasvlakte 2).

6.3.2 Autonome ontwikkeling

Verkeersafwikkeling en bereikbaarheid zeevaart: algemeen

Door groei van havenactiviteiten, schaalvergroting in de scheepvaart en andere claims (recreatie, verstedelijking, natuur), is er een toenemende druk op de natte ruimte in het Rotterdamse havengebied. Belangrijk aandachtspunt is de capaciteit van een aantal plekken op de vaarwegen. Voor de concurrentiepositie van Rotterdam is een vlotte, veilige en duurzame aan- en afvoer van goederen en personen van belang.

De oplossingen liggen niet in één maatregel, maar in een totaalpakket van maatregelen, die liggen op het gebied van kennis en innovatie, prijsbeleid, locatiebeleid en het beter benutten van infrastructuur. Het Havenbedrijf Rotterdam is momenteel bezig met een groot aantal projecten die zorgen voor de uitvoering van dit totaalpakket. Zoals eerder vermeld betreft het hier onder andere het VTM Future programma.

Bereikbaarheid zeevaart: I/C - verhoudingen

Net als in de huidige situatie doen zich op de achterlandverbindingen voor de zeevaart geen knelpunten voor (zie bijlage Verkeer en vervoer MER Bestemming Maasvlakte 2).

Verkeersafwikkeling en bereikbaarheid binnenvaart: downtime

Voor een autonome ontwikkeling waarin Maasvlakte 2 niet wordt aangelegd kan worden aangenomen dat de huidige vaartijden voor de binnenvaart blijven bestaan.

Bereikbaarheid binnenvaart: I/C - verhoudingen

De gegevens betreffende de autonome ontwikkeling voor de I/C - verhoudingen binnenvaart worden gepresenteerd in de bijlage Verkeer en vervoer (MER Bestemming Maasvlakte 2).

7 AFBAKENING NAUTISCHE VEILIGHEID EN BEREIKBAARHEID

7.1 Inleiding

De nautische veiligheid heeft een directe relatie met de bereikbaarheid van een haven. Met de toepassing van een bepaald toelatingsbeleid, gebaseerd op verkeersintensiteit, scheepstypen en hydrometeo omstandigheden is de veiligheid van de haven te sturen. In het uiterste geval wordt een haven gesloten in bepaalde omstandigheden waardoor de veiligheid gewaarborgd is.

Door te spreken over het handhaven van het huidige veiligheidsniveau bij een toenemen van de scheepvaart bij een autonome ontwikkeling of na aanleg van Maasvlakte 2, zal de veiligheid gewaarborgd moeten worden door aanpassingen in de infrastructuur en het juiste toelatingsbeleid geënt op die toename van de scheepvaart en de aangepaste (verruimde) infrastructuur. De kans op ongevallen zal namelijk per definitie toenemen bij toename van de verkeersintensiteit; om de veiligheid te handhaven op het bestaande niveau zal het risico per schip moeten worden gereduceerd. Bij deze beschouwing zijn de volgende punten van belang:

- Toename van vervoer en ladingoverslag ten gevolge van de nieuwe ontwikkeling.
- Vergroting van de vervoerseenheden, zowel in de zeevaart als in de binnenvaart.
- Aanpassing/verruiming van de infrastructuur.
- Verbetering van de plaatsbepaling van de (nieuwere) schepen.
- Verbetering van de nautische procedures en begeleiding.
- Verbetering/vergroting van de sleepboten en sleeptechnieken.
- Effecten van monitoring en inleren zowel aan boord als aan de wal.

Verbeteringen aan vaarweg, aan boord (onder andere: positienauwkeurigheid) en aan de wal (VTM Future) zijn er allemaal op gericht om de minimaal benodigde veilige ruimte rondom het schip beter vast te leggen. Als de positie van een schip in dwarsrichting beter is vastgelegd, heeft, bij gelijkblijvende verkeersintensiteit, elk schip meer veiligheidsmarge of kunnen er bij een groter verkeersaanbod meer schepen met de zelfde veiligheidsmarge worden toegelaten.

Een betere positiebepaling in langsrichting en monitoring daarvan, maakt het mogelijk om, met verbeterde procedures en communicatie, meer schepen achter elkaar te laten varen. Dit vergroot ook de capaciteit van de vaarweg zonder de veiligheid te verminderen.

In de paragrafen hierna worden de diverse punten uitgewerkt om aannemelijk te maken wat de effecten daarvan zijn.

7.2 Toename van het verkeer

De autonome ontwikkeling zal door de sterke toename van het vervoer wereldwijd reeds leiden tot een toename van het verkeer. Aanleg en gebruik van Maasvlakte 2 zal deze toename nog versterken. De toename van het verkeer is een combinatie van de toename van vervoer en ladingoverslag ten gevolge van de nieuwe ontwikkeling en de vergroting van de vervoerseenheden. Vergroting van de vervoerseenheden, zowel in de zeevaart als in de binnenvaart en grotere beladingsgraden zorgen ervoor dat het aantal schepen minder sterk toeneemt dan de vervoerde lading. Uit prognoses voor vervoer en

deze schaalvergroting volgt dan de werkelijke toename van het aantal schepen. Hiermee kan het nieuwe verkeersbeeld worden bepaald.

7.3 Aanpassing/verruiming van de infrastructuur

7.3.1 Inleiding

In het kader van de ontwikkeling van Maasvlakte 2 is veel nautisch onderzoek verricht, zowel in enkelschipsituaties als in een verkeerssituatie met twee of meer schepen. Als gevolg van deze onderzoeken is een aantal aanpassingen en verruimingën voorgesteld om te komen tot een vlotte en veilige doorstroming op verwachte knelpunten. Vanaf de toegang van zee zijn de volgende aanpassingen voorgesteld:

1. Beperking van de dwarsstroomhinder tijdens de aanlegfase door een juistere en gefaseerde aanleg van dammen (ook gedeeltelijk onder water);
2. Optimale vorm van de buitencontour van Maasvlakte 2 om de hinder door dwarsstroom en dwarsstroomgradiënt te minimaliseren. De dwarsstroomgradiënt in de eindsituatie is kleiner dan in de huidige situatie.
3. Vermindering van golfhinder in de Maasmond door de reflectie van de oever tot 30% te beperken, waardoor kleinere zeevaart en sleepboten veiliger kunnen manoeuvreren;
4. De Yangtzehaven is zo zuidelijk mogelijk gelegd om de bocht vanuit de Maasmond via Beerkanaal zo vloeiend mogelijk te laten verlopen (varen met een constante Rate of Turn);
5. Om de verkeersstromen in deze bocht zo veel mogelijk ruimte te geven wordt de ligging van de MOT 2 aangepast en de 'Papegaaienbek' afgesneden of wordt de 'Kop van Beer' gedeeltelijk weggebaggerd;
6. Bij de ingang van de Yangtzehaven worden de DFDS TOR line steigers aangepast;
7. De breedte van de Yangtzehaven is op 600 meter (op de waterlijn) gebracht om de doorstroming van verkeer te garanderen en om de zuiging voor de containeroverslag aan de Euromax terminal te minimaliseren.

Bovenstaande aanpassingen in de infrastructuur geven als totaalbeeld dat de veiligheid en/of bereikbaarheid wordt vergroot. Het netto resultaat is een duidelijke optimalisatie van de bestaande situatie die de vaarwegcapaciteit vergroot.

7.3.2 Eerste exploitatiefase

Manoeuvreeonderzoek is uitgevoerd door MSR Rotterdam voor de vaarwegen naar en binnen Maasvlakte 2 ter onderbouwing van de veiligheid en bereikbaarheid in de eindfase van Maasvlakte 2. De inrichting van Maasvlakte 2 wordt in fasen uitgevoerd. De eerste exploitatiefase heeft in vergelijking met de eindfase de volgende kenmerken:

- De eerste terminals zijn gebouwd en operationeel;
- Een gedeelte van geplande haventerreinen is aangelegd zonder kadeconstructies
- Op locaties van geplande kadeconstructies bevinden zich tijdelijke taluds;
- Een gedeelte van geplande haventerreinen is nog niet aangelegd;

- Op locaties van geplande haventerreinen bevindt zich water;
- De verkeersintensiteit van en naar Maasvlakte 2 is nog betrekkelijk laag;
- Binnen de inrichting van Maasvlakte 2 en de Yangtzehaven is minder vaarwegbreedte beschikbaar.

De verkeersintensiteit van en naar Maasvlakte 2 is nog betrekkelijk laag, zodat binnen de inrichting van Maasvlakte 2 en de Yangtzehaven met eenrichtingverkeer voor de grootste containerschepen kan worden volstaan zonder de bereikbaarheid negatief te beïnvloeden. Daarom kunnen in deze fase de Yangtzehaven en de vaarwegen binnen de inrichting van Maasvlakte 2 met een kleinere breedte worden aangelegd.

Door het relatief grote wateroppervlak binnen Maasvlakte 2 (komberging) en een smallere Yangtzehaven in deze fase, zullen de stroomsnelheden in de Yangtzehaven groter zijn dan in de eindfase. Ook in de aanlooproute naar Maasvlakte 2 (Maasmond, ingang Calandkanaal en Beerkanaal) zullen de stroomsnelheden hoger zijn dan in de huidige situatie en ook hoger dan in de eindfase.

Ter onderbouwing van de veiligheid en bereikbaarheid in de eerste exploitatiefase en voor het bepalen van de gebruiksregels is stromingsonderzoek uitgevoerd en zijn in de periode augustus 2006 tot en met januari 2007 de volgende aanvullende onderzoeken uitgevoerd door de instituten MSR en MARIN:

- manoeuvreeronderzoek naar de veiligheid en bereikbaarheid in de eerste exploitatiefase voor containerschepen en bepalen van nieuwe gebruiksregels;
- manoeuvreeronderzoeken naar de veiligheid en bereikbaarheid voor diepstekende, tijgebonden tankers met bestemming de aangepaste en bestaande steigers van MOT in de eerste exploitatiefase;

Voor de bovenstaande onderzoeken is uitgegaan van het basisontwerp van het havenbassin van Maasvlakte 2 volgens de eerste Exploitatiefase van Masterplan 3.2+.

Aanpak manoeuvreeronderzoek

In de periode van tweede helft van 2006 en in januari 2007 zijn bovengenoemde onderzoeken uitgevoerd. Het onderzoek voor containerschepen is uitgevoerd door MSR. De conclusies zijn als volgt.

De veiligheid en uitvoerbaarheid van manoeuvres van containerschepen van en naar Maasvlakte 2 zijn door middel van manoeuvreersimulaties aangetoond. Wel dienen daartoe enkele aanpassingen worden uitgevoerd ten aanzien van het havenbassin in de eerste exploitatiefase. Deze aanpassingen betreffen een verbreding van de Yangtzehaven en het Verbindingskanaal (Piet Hein kanaal), een verschuiving van de noordelijke zwaaicirkel en een vergroting van de zuidelijke zwaairom. Deze verbeteringen zijn/worden doorgevoerd in een aangepast ontwerp van masterplan 3.2+.

Het onderzoek voor tijgebonden olietankers is uitgevoerd door MSR en MARIN. Het onderzoek bij MSR in augustus 2006 betrof vooral het analyseren van gesimuleerde aankomst - en vertrekmanoeuvres bij de bestaande en de nieuw geplande steigers van de MOT onder de stromingscondities in de eerste exploitatiefase. Het onderzoek bij MARIN vond plaats in januari 2007 en had betrekking op de manoeuvres van de diepstekende, tijgebonden schepen door de Maasmond, Calandkanaal en Beerkanaal in

de stromingscondities van de eerste exploitatiefase. In dit onderzoek is in het bijzonder aandacht besteed aan de juiste modellering van de stroming. De stroming is in het beschouwde gebied complex (gelaagd). Per laag kan de stroming in richting en snelheid wisselen. De conclusies van deze laatste twee onderzoeken zijn als volgt.

De veiligheid en uitvoerbaarheid van manoeuvres van geul- en tijgebonden olietankers naar en van de MOT-steigers in de gewijzigde 8^e Petroleumhaven zijn door middel van simulaties aangetoond en zijn vergelijkbaar met de veiligheid en bereikbaarheid in de huidige situatie.

De veiligheid en uitvoerbaarheid van manoeuvres van geul- en tijgebonden bulkcarriers naar de Ertskade in het Calandkanaal zijn ook onder de stroomcondities van de eerste exploitatiefase gewaarborgd.

7.4 Verbeteringen aan boord

Aan boord van de schepen zijn nu al of worden in de nabije toekomst verbeteringen doorgevoerd op het gebied van plaatsbepaling en besturing. Door het gebruik van de zeer nauwkeurige plaatsbepalingssystemen en daarmee gevoede elektronische kaarten is de onzekerheid waar een schip zich bevindt sterk afgenomen. Hierdoor neemt de benodigde vrije ruimte in geval van een navigatiefout sterk af. Op het ogenblik worden deze mogelijkheden al geboden door de Navigator Marginale Schepen, die de loodsen aan boord meenemen. Daarnaast kan de besturing van het schip in de geul, in bepaalde gevallen, worden overgenomen door een baanvolgende stuurautomaat die het schip, mede door de nauwkeurige plaatsbepalingssystemen, veel beter op een van te voren bepaalde baan houdt.

Elektronische kaartsystemen hebben de mogelijkheid om een predictor aan te schakelen. Deze predictor geeft, aan de hand van de huidige toestand van het schip (snelheid, koers, Rate of Turn), een voorspelling van de positie over een bepaalde tijd (bijvoorbeeld 1, 2 of 3 minuten). Hiermee wordt de kans dat een schip zich ver van de optimale baan gaat bevinden sterk verkleind. Hierdoor vermindert ook benodigde veiligheidsmarge tot de wal en tot andere schepen.

Naast het verbeteren van de betrouwbaarheid van de eigen positie in de vaarweg is ook de positie van de andere vaart middels AIS nauwkeuriger bekend dan bij alleen gebruik van radar. Hierdoor wordt het mogelijk om de capaciteit te vergroten en beter beslissingen te nemen in geval van dreigende calamiteiten.

Het uitrustingsniveau en betrouwbaarheid van grote, moderne schepen (ook in de binnenvaart) neemt steeds toe. Dit heeft tot gevolg dat de kans op een technisch falen (motor, roer etc.) afneemt.

Naast technische hulpmiddelen en verbeteringen specialiseren de loodsen steeds meer en trainen ze met de nieuwste en grootste schepen waardoor er op dit gebied (nautische advisering aan boord) een permanente verbetering van het veiligheidsniveau optreedt.

7.5 Verbeteringen nautische procedures en begeleiding

Door aanpassing en verbetering/optimalisering van nautische procedures en begeleiding (VTM Future) zal de capaciteit van de vaarweg toenemen. Door een betere planning van de aankomende en vertrekkende schepen kunnen pieken in het verkeersaanbod worden afgevlakt en rustige tijden beter benut. Hiervoor kunnen de betere communicatie- en informatietechnieken (AIS) gebruikt worden. Het afvlakken van pieken en benutten van rustige tijden heeft een direct positief effect op de veiligheidsmarges om de schepen, waardoor de capaciteit van de vaarweg toeneemt bij gelijk blijvend veiligheidsniveau.

Ook op het gebied van sleepprocedures zullen verbeteringen optreden. Door de schaalvergroting in de zeevaart zullen moderne, grotere/sterkere sleepboten nodig zijn.

7.6 Monitoring en inleren

Naast de hierboven beschreven technische verbeteringen en verbeteringen aan procedures etc. zal er ook een leereffect optreden. De verkeersintensiteit zal met de ontwikkeling van Maasvlakte 2 geleidelijk toenemen. Tijdens de periode van deze ontwikkeling (20 tot 25 jaar?) zullen alle betrokkenen (loodsen, nautisch beheerders, sleepbootmaatschappijen, rederijen, verladers etc.) door monitoring van de diverse processen, verbeteringen kunnen ontwikkelen. Hiermee zal de vlotheid van de processen zeker toenemen. De vaarwegbeheerder zal tijdens deze ontwikkeling moeten toezien dat de vlotheid en toegankelijkheid niet ten koste gaan van de veiligheid.

7.7 Maritiem buitengebied

Vermeldenswaardig is dat Havenbedrijf Rotterdam/DHMR streeft naar een transparanter verkeersbeeld in het aanloopgebied van de Haven van Rotterdam. Om deze reden overweegt DHMR aanpassingen van het verkeerstelsel (vaarroutes en ankerplaatsen) in het maritieme buitengebied. Door de aanpassingen zullen minder (onnodige) kruisingen van zeevaartverkeer plaatsvinden. Een van de maatregelen is een aparte scheepvaartroute voor (NW) verkeer (ferries en ro-ro schepen van en naar Engeland).

Deze aanpassingen zijn ook nodig om te waarborgen dat in de toekomst de haven veilig en vlot bereikbaar blijft in het licht van de volgende ontwikkelingen:

- introductie nieuwe loodstender;
- aanleg en fysieke aanwezigheid van Maasvlakte 2;
- toename relatief diep (semi geulers met diepgang tot 17.40 meter) scheepvaartverkeer van en naar de haven van Rotterdam;
- introductie LNG scheepvaart van en naar Rotterdam.

Introductie nieuwe loodstender

Het Loodswezen introduceert binnenkort een nieuw varend stuk materieel (loodstender) dat wordt gebruikt om loodsen aan boord te brengen van loodsplichtige schepen die de haven van Rotterdam aanlopen. De nieuwe loodstender is sneller dan het huidige materieel, waardoor de schepen een grotere snelheid kunnen handhaven bij het aan boord brengen van een loods. Het sneller varen bevordert de manoeuvreerbaarheid van de schepen en daarmee een transparant verkeersbeeld en de veiligheid.

De locatie in de aanlooproute waar de loods aan boord gaat is het loodsstation. Omdat de schepen sneller kunnen blijven varen in de aanlooproute en de loods voldoende gelegenheid moet hebben om operationeel te zijn op voldoende afstand van de kust, dient het loodsstation te worden verplaatst in zeewaartse richting over circa 2 mijl (3,5 kilometer).

Aanleg en aanwezigheid van Maasvlakte 2

De Maasvlakte 2 ontwikkelingen leiden tot een verschuiving van de kustlijn als mogelijk obstakel voor scheepvaart in zeewaartse richting. In verband hiermee dient het loodsstation nog eens verder te worden verplaatst in zeewaartse richting over circa 2 mijl (3,5 kilometer).

Toename scheepvaartverkeer van en naar de haven van Rotterdam

Introductie LNG scheepvaart van en naar Rotterdam

De verwachting is dat het scheepvaartverkeer van en naar de haven van Rotterdam toeneemt onder andere met LNG schepen (deze laatste vanaf 2010). Een toekomstige verbreding van de Maasgeul voor semi geulers wordt overwogen om de goede bereikbaarheid te handhaven voor semi-geulers. De voorgenomen verplaatsing van het loodsstation is opgenomen in de aanpassingen.

Momenteel voert MARIN onderzoek uit naar de effecten van het nieuwe door Havenbedrijf Rotterdam/DHMR voorgestelde stelsel op de veiligheid voor de scheepvaart. Ten tijde van de afronding van dit MER waren de betreffende plannen nog niet in voldoende mate uitgekristalliseerd om ze als autonome ontwikkelingen te kunnen meenemen.

7.8

Conclusie

De bovengenoemde verbeteringen hebben allen tot gevolg dat de ruimte op de vaarweg toeneemt terwijl de benodigde veiligheidsmarges zullen afnemen door verbeterde technieken en procedures. Hierdoor ontstaat op de vaarweg ruimte voor meer schepen zonder dat de totale veiligheid op de vaarweg afneemt.

Het handhaven van de veiligheid op het huidige niveau zal alleen dan realistisch zijn als de vaarwegbeheerder steeds controleert, door middel van monitoring en onderzoek, dat de vlotheid en toegankelijkheid niet ten koste gaan van de veiligheid.

8 EFFECTEN AANWEZIGHEIDSFASE - LANDAANWINNING EN ZANDWINNING

8.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de effecten van de aanwezigheid van de landaanwinning op de bereikbaarheid van de haven van Rotterdam beschreven. Hierbij wordt de onderzoekslijn, zoals uiteengezet in paragraaf 5.2.3, gevolgd.

8.2 Stromingsonderzoek

8.2.1 Stroombeelden

Voor de zeevaart zijn de belangrijkste stromingskarakteristieken de stromingssterkte langs de vaarweg (dwars- en langsstroming), en de variabiliteit daarvan zowel in ruimte als in tijd. Voor de zeevaart is het van zeer groot belang dat deze stromingcondities acceptabel zijn. Te sterke, te sterk variërende of onvoorspelbare stromingen hebben directe gevolgen voor de nautische veiligheid en bereikbaarheid van de haven. Met name neerstromingen zijn onwenselijk, gezien de gevolgen hiervan op de variabiliteit van de stroming, zowel in ruimte als in tijd.

Het 'Detailmodel' (driedimensionaal model (Delft3D)) is gebruikt om de effecten van de Doorsteekvariant op het stroombeeld in de Maasgeul en Maasmond te analyseren en te kwantificeren. Dit door WL|Delft Hydraulics speciaal ontwikkelde model ([50 en 51]) is opgezet ten behoeve van stromingsberekeningen bij verschillende alternatieven van landaanwinning Maasvlakte 2. Het model is zodanig van opzet dat eventueel optredende loslating en neervorming in de stroming langs de havendammen zo betrouwbaar mogelijk wordt berekend. Daartoe is een rooster toegepast dat de contour van de zuidelijke havendam volgt en dat een fijne maaswijdte heeft rond de buitencontour van de landaanwinning. Ook is Horizontal Large Eddy Simulation toegepast. Het genoemde model is tevens gebruikt voor berekeningen van het stroombeeld bij de door EC-PMR ontwikkelde alternatieven en het model is gebruikt voor alle berekeningen voor het Doorsteekalternatief en de daaruit doorontwikkelde optimalisaties. De volgende onderzoeken hebben plaatsgevonden:

1. Doorsteekvariant Maasvlakte 2. Stromingsberekeningen buitencontouren, december 2003 [52].
2. Doorsteekvariant Maasvlakte 2. Stromingsberekeningen Optimalisatie ingang Beerkanaal, juli 2004 [23].
3. Doorsteekvariant Maasvlakte 2. Stromingsberekeningen doorgetrokken Hartelkanaal, december 2003 [53].
4. Doorsteekvariant Maasvlakte 2. Stromingsberekeningen voor Masterplan 1, september 2005 [54].

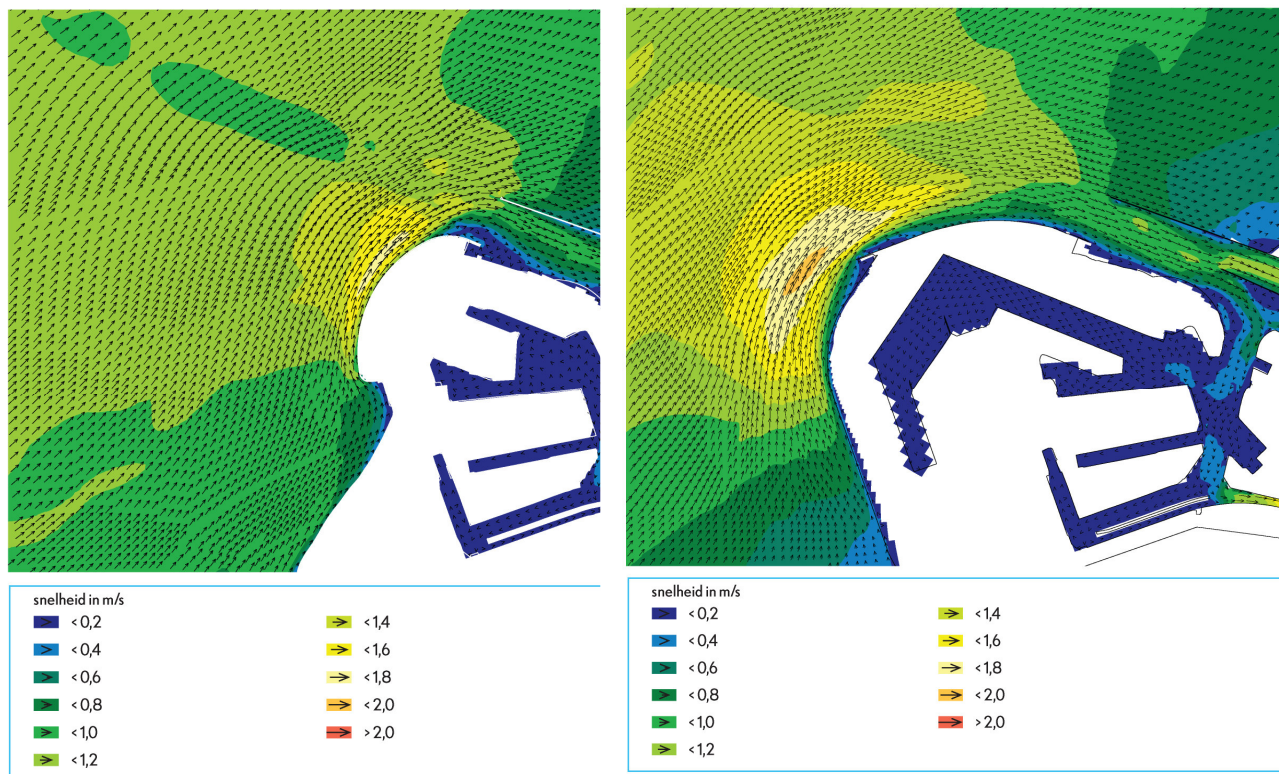
In onderzoek 1 zijn stromingsberekeningen gemaakt op basis van Masterplan 0, waarbij de harde zeewering op de noordelijke locatie ligt ('noordelijke ligging harde zeewering'). In het aanvullende onderzoek 4 zijn stromingsberekeningen gemaakt met Masterplan 1, waarbij de harde zeewering is geoptimaliseerd en deels meer zuidelijk ligt ('Meeuw-variant').

Kader: Delft3D model

Het Delft3D model beschrijft de driedimensionale waterbeweging op basis van de ondiepwater-vergelijkingen in combinatie met een $k-\epsilon$ model voor turbulentie. Het model maakt gebruik van een curvilineair rooster om veranderingen in de geometrie zo goed mogelijk te volgen. Tevens is het mogelijk om met behulp van domeindecompositie op bepaalde plaatsen in het rooster een hogere resolutie te hanteren. Een reeks van modelstudies voor verschillende gebieden wijst uit dat dit model in staat is om de complexe driedimensionale patronen van de stroming en de zoet-zoutverdeling ten gevolge van het getij, de rivierafvoer en de wind adequaat te beschrijven voor een heel scala van condities.

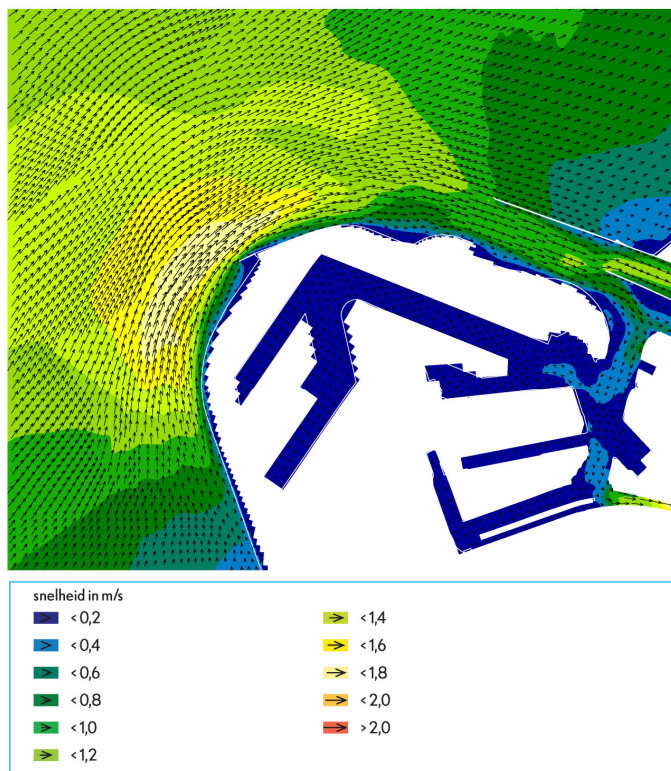
Het effect van de Doorsteekvariant op de stroming wordt inzichtelijk gemaakt middels de onderstaande figuren (figuur 8.1 en figuur 8.2). Hierin zijn stroombeelden weergegeven voor zowel de noordelijke ligging als de meeuw-variant.

Figuur 8.1: Stroombeeld tijdens vloed



Huidige situatie

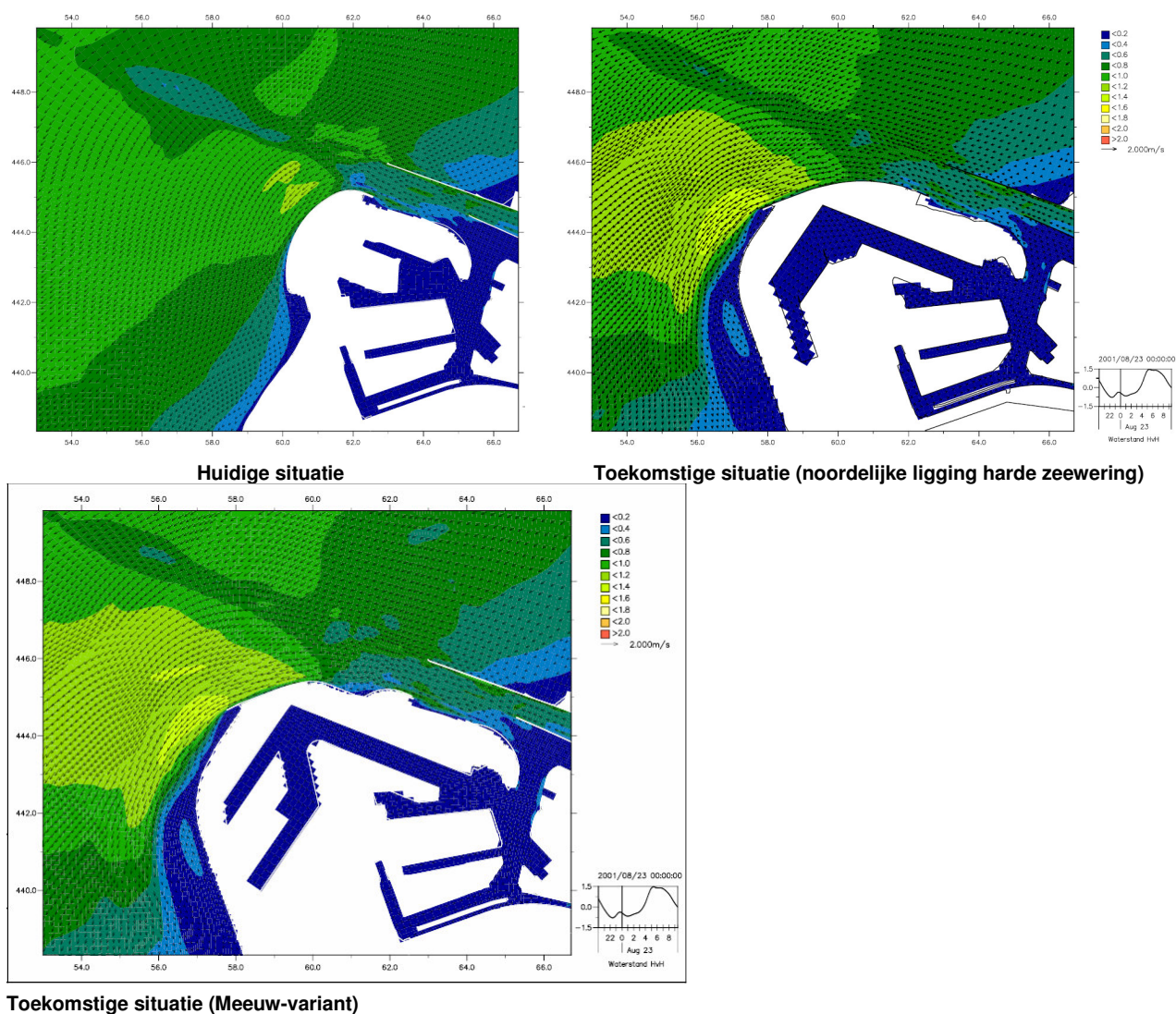
Toekomstige situatie (noordelijke ligging harde zeewering)



Toekomstige situatie (Meeuw-variant)

NB: De inrichting Maasvlakte 2 in de figuren is gebaseerd op de inrichtingsontwerpen van 2003 (rechtsboven) en 2005 (onder).

Figuur 8.2: Stroombeeld tijdens eb, huidige en toekomstige situatie



NB: De inrichting Maasvlakte 2 in de figuren is gebaseerd op de inrichtingsontwerpen van 2003 (rechtsboven) en 2005 (onder).

In figuur 8.1 en figuur 8.2 wordt weergegeven dat er een contractie van de stroming ontstaat nabij het meest westelijk gelegen punt van de landaanwinning. De stroomsnelheid tijdens vloed, gemiddeld over de bovenste 14,5 meter van de waterkolom, bedraagt hier in het beschouwde geval circa 1,8 meter per seconde terwijl deze in de huidige situatie circa 1,6 meter per seconde is. Het is belangrijk om hierbij op te merken dat deze toename van de stroming zich zuidelijk van de Maasgeul bevindt. Voor schepen is het van belang dat de dwarsstroom in de Maasgeul zodanig is dat de netto dwarsstroomsnelheid die een schip daar ervaart veel kleiner is dan de netto dwarsstroomsnelheid die het ten zuiden van de Maasgeul ervaart.

In [52] is het stroombeeld van de Meeuw-variant vergeleken met de noordelijke ligging van de harde zeewering. Uit deze vergelijking blijkt dat de stroombeelden sterk overeenkomen. Hieronder volgt een beschrijving van de belangrijkste kenmerken.

Vloed

Vanaf het begin van de vloedstroming ontstaat er een stroomluw gebied langs het oostelijke deel van de nieuwe Zuiderdam (c.q. in de 'oksel' tussen de oude en de nieuwe Zuiderdam). De vloedstroming vertoont dus direct loslating in het relatief sterk gekromde middengedeelte van de Zuiderdam. Na 05:00 ontwikkelt zich langs het oostelijke deel een retourstroming. Langs het westelijke deel van de nieuwe Zuiderdam ontwikkelt zich een stroomluwte na 5:00 terwijl er sprake is van een retourstroming vanaf 6:00. Vanaf 6:45 uur smelten retourstromingen bij het westelijk en het oostelijk deel van de Zuiderdam met elkaar samen. De grootste retourstroomsnelheid bedraagt 0,6 à 0,8 meter per seconde optredend na 7:30. De ontwikkeling van stroomluwte en retourstroming langs het westelijke deel van de nieuwe Zuiderdam begint circa 30 minuten later dan bij de noordelijke ligging.

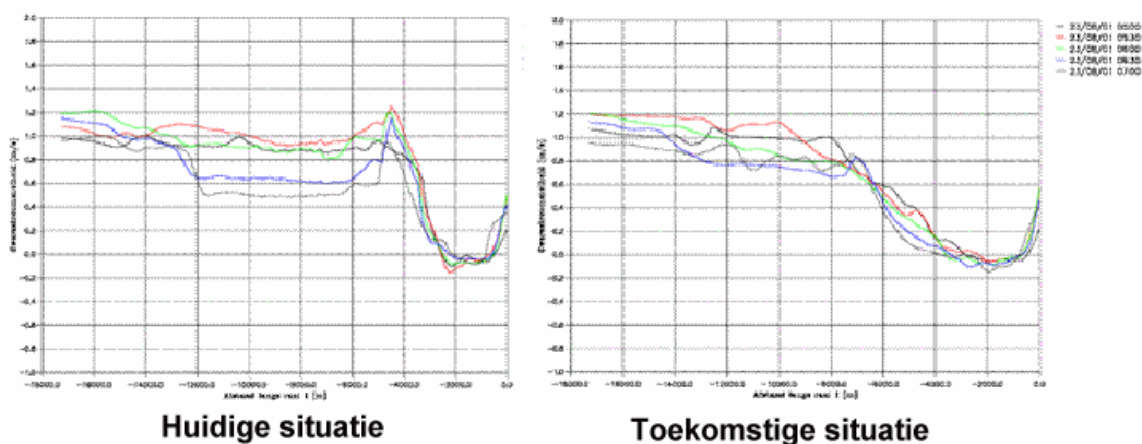
Door de optimalisatie van de Zuiderdam ontstaan er twee neervormige stromingspatronen, één bij het westelijke deel en één bij het oostelijk deel van de Zuiderdam in de 'oksel'. De neer in de 'oksel' ligt relatief dicht bij de vaargeul. Deze neer ligt vanaf 6:30 gedeeltelijk in de vaargeul. (Bij de noordelijke ligging bereikt de neer de vaargeul bijna niet). De neerstroming in de 'oksel' veroorzaakt in de vaargeul echter geen merkbare (verschillen in) retourstroming of dwarsstroming.

Eb

Ook de ebstroom lijkt sterk op het stroombeeld bij de noordelijke ligging.

In figuur 8.3 wordt de dwarsstroming tijdens vloed langs de as van de Maasgeul gepresenteerd. Voor schepen is het van belang de dwarsstroming niet te sterk is, dat de variabiliteit langs de vaarweg niet te sterk is, en dat de dwarsstroming voorspelbaar is (variabiliteit in tijd). Op hoofdlijnen wordt geconstateerd dat naar verwachting de grootte van de dwarsstroming gelijkwaardig is aan de huidige situatie, dat de gradiënt van de dwarsstroming beduidend gunstiger wordt en dat de variabiliteit in tijd min of meer vergelijkbaar is.

Figuur 8.3: Dwarsstroming langs de as van de Maasgeul tijdens vloed



Samenvattend: op basis van deze resultaten van het Detailmodel wordt geconcludeerd dat de dwarsstromingssituatie in de Maasgeul en Maasmond voor de zeevaart gunstiger wordt in vergelijking tot de huidige situatie. De belangrijkste resultaten zijn samengevat in tabel 8.1.

Tabel 8.1: 14.5 meter gemiddelde dwarsstroomsnelheid en gradiënt in dwarsstroomsnelheid langs as Maasgeul

Situatie	Dwarssnelheid na het tijdstip van maximale vloedstroom [m/s]	Zuidwestelijke dwarsstroom [m/s]	Gradiënt in dwarsstroomsnelheid [m/s/km]
Huidige Maasvlakte	1.29	-0.16	1.05
Eindfase	0.85	-0.15	0.5
Fase 1	1.15	-0.15	0.75

De belangrijkste verandering van stroming in het havengebied zelf is de toename van de stroming in de Yangtzehaven en het Beerkanaal. Dit is het gevolg van de toename van het natte oppervlak van de haven, met name de vaarwegen op Maasvlakte 2. Tevens is er, evenals in de huidige situatie, sprake van een sterke gelaagdheid van de stroming en een grote ruimtelijke variabiliteit. Bij de ingang van het Calandkanaal bedraagt de dieptegemiddelde stroming (over de bovenste 14,5 meter) maximaal 0,7 meter per seconde, bij de ingang van de Europahaven is deze stroming 0,3 meter per seconde.

8.2.2 Effecten ontgrondingskuil

Een diepe ontgrondingskuil rondom de harde en zachte zeewering heeft effecten op het stroombeeld voor de havenmond. De maximale dwarssnelheid blijft min of meer gelijk. De gradiënt in dwarsstroom neemt iets minder af ten opzichte van de huidige Maasvlakte vergeleken met de situatie zonder ontgrondingskuil.

Tabel 8.2: Maximale dwarsstroomsnelheid en gradiënt in dwarsstroomsnelheid langs as Maasgeul, invloed ontgrondingskuil

Situatie	Maximale dwarssnelheid na het tijdstip van maximale vloedstroom [m/s]	Zuidwestelijke dwarsstroom [m/s]	Gradiënt in dwarsstroomsnelheid [m/s/km]
Huidige Maasvlakte	1.29	-0.16	1.05
Eindfase	0.85	-0.15	0.5
Eindfase met ontgrondingskuil	1.32	-0.09	0.6

Een dwarsstroming van 1,2 à 1,3 meter per seconde is qua grootte vergelijkbaar met de grootste dwarsstroming die is berekend bij de huidige Maasvlakte met Getemd Getij. Daarbij bedroeg de dwarsstroming 1,1 à 1,3 meter per seconde. Echter bij de huidige Maasvlakte ligt de piek veel dichterbij de havenmond (2 kilometer van de kop van de Noorderdam in plaats van 4,5 à 5 kilometer) en is daardoor ook de gradiënt langs de as van de vaargeul groter. Anderzijds duurt bij de huidige situatie de maximale dwarsstroming korter (1 uur in plaats van 2 uur) en treedt de maximale dwarsstroming over een smaller gebied op.

8.2.3 Effecten zandwinputten op de stroming

In de aanwezigheidsfase zijn als gevolg van de zandwinning zandwinputten in het systeem aanwezig. Deze putten beïnvloeden door hun diepte lokaal de stroming. De wijze waarop de verschillende scenario's de waterbeweging beïnvloeden wordt toegelicht in paragraaf 6.5.5, waarbij is geconcludeerd dat het oppervlak waarbinnen de stroomsnelheid een verandering met meer of minder dan 10% ondergaat ongeveer even groot is als het totale putoppervlak.

De ligging van een zandwinput direct naast de Eurogeul kan de stroming in deze geul beïnvloeden. Door een toe- of afname van de stroomsnelheid in de directe omgeving van een zandwinput kan de dwarsstroomgradiënt langs de geul meeveranderen. Uit bovenstaande kan echter worden afgeleid dat er alleen in de directe omgeving van de zandwinputten sprake is van een gering effect op de stroomsnelheid en dwarsstroomgradiënt. Hieruit wordt geconcludeerd dat ook in het geval dat de zandwinputten dicht langs de Eurogeul gesitueerd zijn (binnen vlek 1 kan dit het geval zijn), er geen effect te verwachten is van de aanwezigheid van de zandwinputten op de doorgaande vaart.

8.3 Golfcondities

8.3.1 Inleiding

Op hoofdlijnen zullen de golfcondities in de Maasgeul, Maasmond en ingang van het Beerkanaal gelijk zijn aan de huidige situatie. De verschillen zijn:

- in de Maasgeul zijn de golven tijdens zuidwestelijke windcondities gunstiger door de afschermende werking van de landaanwinning;
- in de Maasgeul kunnen de golven tijdens westelijke en noordwestelijke windcondities ongunstiger zijn indien golven reflecteren van de harde zeewering van de landaanwinning. Reflecterende golven geven een zeer onrustig golfbeeld dat tijdens storm voor de kleinere zeevaart zeer hinderlijk kan zijn. Voor het Programma van Eisen voor de harde zeewering is hier een functionele eis voor gedefinieerd alsmede een criterium voor de maximaal toelaatbare golfreflectie.

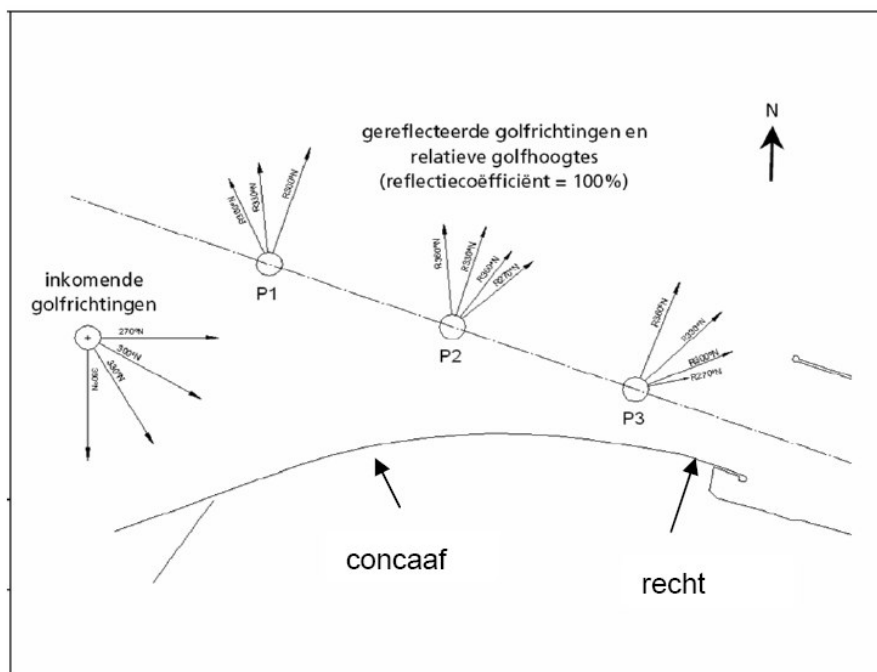
Ten behoeve van het nautisch onderzoek zijn golfsimulaties uitgevoerd ter definitie van het golfveld tijdens karakteristieke wind condities [18]. Deze golfcondities zijn gebruikt bij real time manoeuvreonderzoek.

8.3.2 Invloed van golfreflecties van de harde zeewering op de bevaarbaarheid

MARIN heeft onderzoek gedaan naar de toelaatbare golfreflectie van de harde zeewering [43].

Het laatste deel van de zeewering nabij de Maasgeul benadert een rechte lijn waardoor golfreflecties er minder worden gespreid dan op het eerdere concave deel van de zeewering. Hierdoor is er, met name bij golven uit een Noordelijke richting, kans op een hoge golfenergie op een punt net voor het bereiken van de pieren. Zie positie P3 in figuur 8.4.

Figuur 8.4: Gereflecteerde golfrichtingen en relatieve golfhoogtes



De maximum toelaatbare coëfficiënt is bepaald aan de hand van:

- een vergelijking van meetbare grootheden met gangbare criteria voor scheepsgedrag;
- een toetsing van het gedrag door ervaringsdeskundigen (kapiteins, loodsen).

Het onderzoek bestond uit proeven bij:

- twee beladingcondities;
- twee golfrichtingen (schuin achterinkomend en dwarsinkomend);
- drie reflectieniveaus (geen, 30% en 50% reflectie).

Op basis van de technische meetresultaten is er geen aanleiding om een 50% reflectie als onacceptabel te kwalificeren. Echter, onder andere op basis van de volgende overwegingen is ervoor gekozen een 30% reflectie op te nemen in het Programma van Eisen:

- het gedrag van de reflectie bij het binnenvaren ten opzichte van het gedrag op volle zee geeft effect op de nautische vaardigheden van de bemanning (afleiding, verrassingseffect);
- zeewaardigheid van sommige vaartuigen in individuele gevallen.

8.4 Nautisch manoeuvreeronderzoek

8.4.1 Inleiding

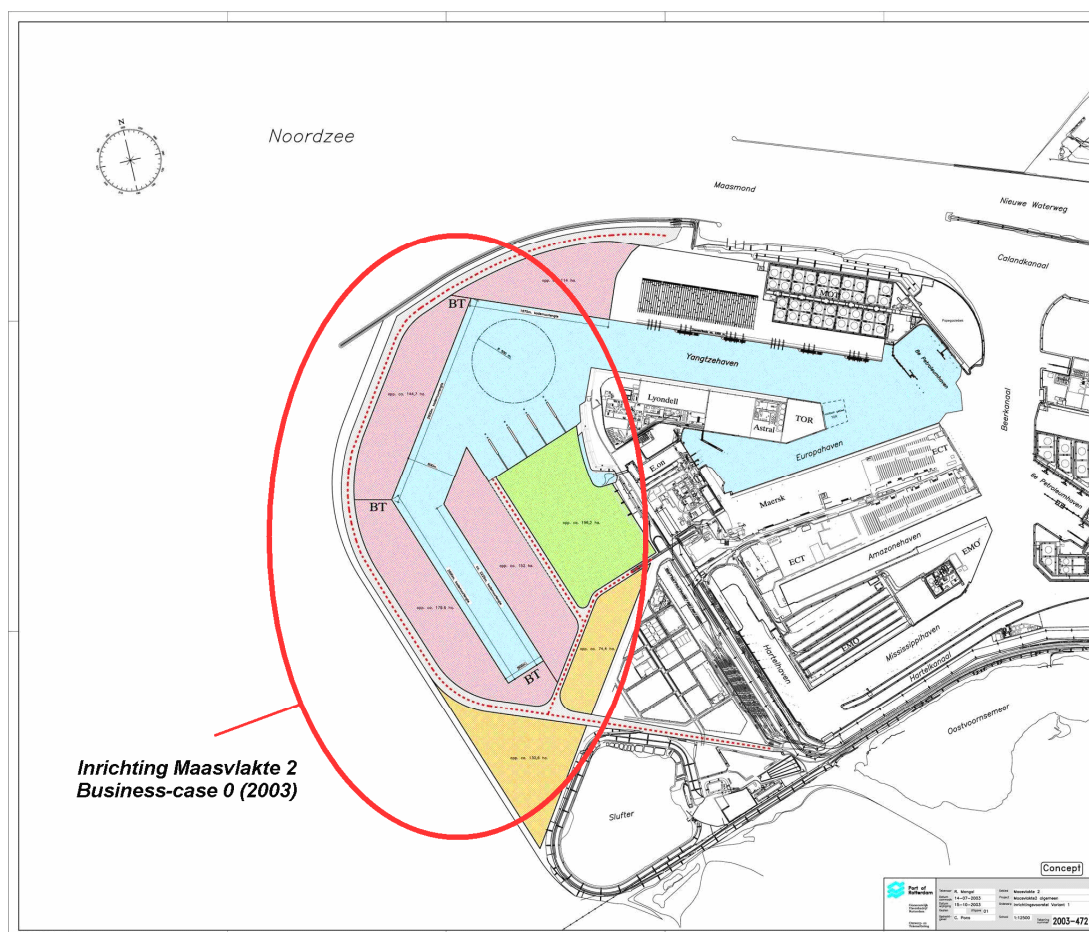
Uitgangspunt voor het nautisch onderzoek in 2004 en 2005 vormde de buitencontour van de Doorsteekvariant uit de Business Case -0 (figuur 7.4). Deze lay-out is het product van verschillende optimalisatieslagen.

Zo is de positie van de Yangtzehaven reeds zo zuidelijk als mogelijk gekozen en is de breedte van de Yangtzehaven reeds vergroot van 500 naar 600 meter. Beide ingrepen

hebben tot doel de manoeuvres te optimaliseren en de doorstroming van het verkeer door de Yangtzehaven te optimaliseren [9].

Zoals beschreven in hoofdstuk 8.2 zullen de stromingscondities voor de kust en in de geul, na aanleg van Maasvlakte 2, veranderen. Daarom is er, naast het nautisch onderzoek naar infrastructurele maatregelen voor verkeer naar de huidige Maasvlakte en Maasvlakte 2 na passage van de Maasmond, ook onderzoek uitgevoerd naar het effect van de veranderde dwarsstroomsnelheid en gradiënt van de dwarsstroomsnelheid op de geulvaart

Figuur 8.5: Doorsteekvariant volgens Business Case-0 Maasvlakte 2 (2003)



8.4.2 Infrastructurele maatregelen buiten Maasvlakte 2

Voor het binnengebied zijn voor het onderzoek echter enige aanvullende infrastructurele maatregelen gekozen, zie ook paragraaf 7.3. Deze keuzes zijn gemaakt op basis van de onderzoeksinventarisatie [28] en op basis van het 'real time' manoeuvreeronderzoek ten behoeve van de Euromax terminal [29]. In het laatste onderzoek zijn de volgende knooppunten in de lay-out van het bestaande havengebied aangetoond:

- De bocht rond de Papegaaienbek.
- Steiger MOT-2.
- Ligplaatsen DFDS-TOR Line.

Indien deze knooppunten in de eindfase van Maasvlakte 2 niet zouden zijn opgelost dan zal dit leiden tot strikte beheersmaatregelen om de nautische veiligheid te waarborgen. Deze maatregelen zullen een onvoordelige doorstroming van het verkeer tot gevolg hebben. Om de doelstelling van het onderzoek te realiseren is gekozen het onderzoek toe te spitsen op een tweetal varianten voor de eindfase van Maasvlakte 2 [ref.30]. In beide varianten zijn infrastructurele oplossingen gekozen voor bovengenoemde knooppunten. De karakteristieken van beide varianten worden gepresenteerd in onderstaande tabel.

Tabel 8.3: Karakteristieken eindfase Doorsteekvariant

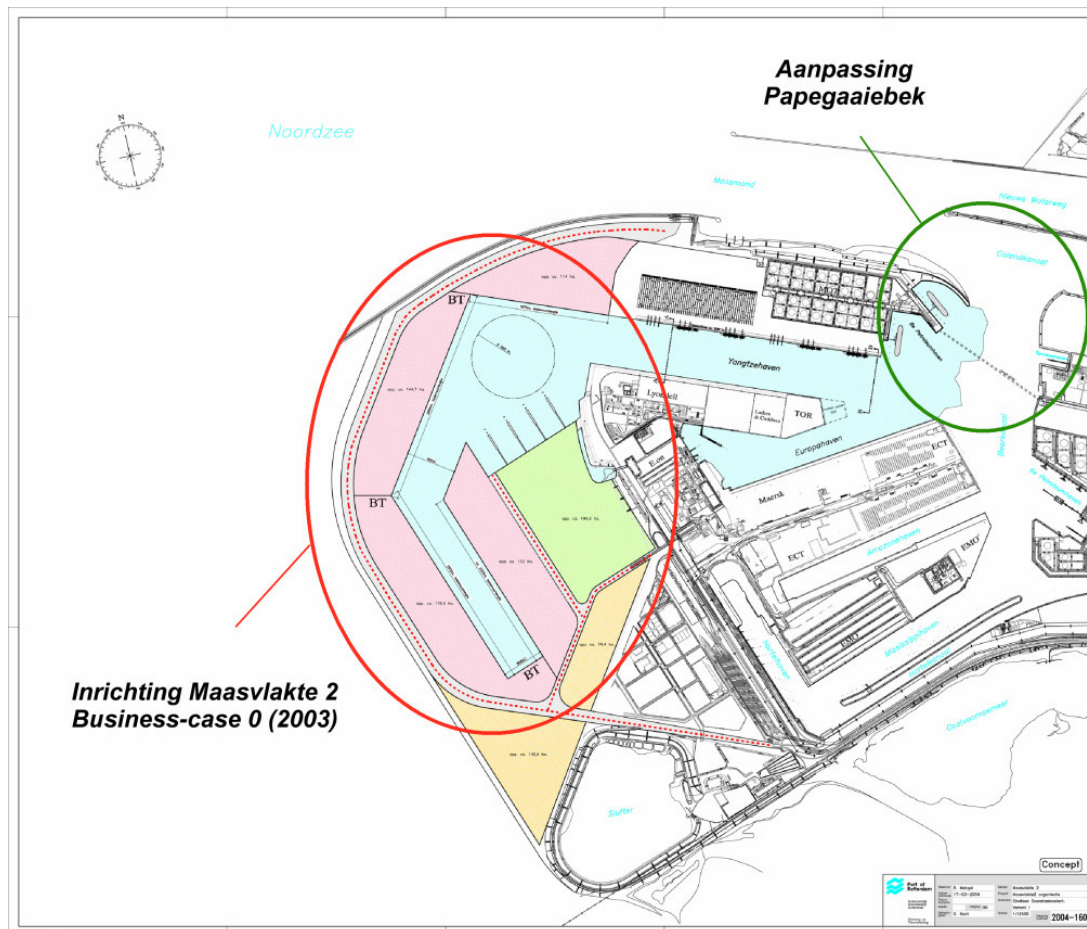
	Lay-out onderdeel	Maasvlakte 2 – variant I (figuur 8.6)	Maasvlakte 2 – variant II (figuur 8.8)
1	Buitencontour Maasvlakte 2	Contour '0'	Idem
2	Toegang Yangtzehaven	Afgesloten 'Papegaaienk'	Afgesloten 'Kop van de Beer'
3	Bodemligging in bocht rond Papegaaienk	23.65 m-NAP	Idem
4	Positie Yangtzehaven	Zuidelijk	Idem
5	Breedte Yangtzehaven	600 meter op de waterlijn	Idem
6	Dwarsdoorsnede Yangtzehaven	Figuur 6	Idem
7	Bodemligging Yangtzehaven	19.65 m-NAP	Idem
8	MOT-2 steiger	Verplaatsen uit vaarweg	Idem
9	DFDS TOR line steigers	Verplaatsen uit vaarweg	Idem

Voor beide varianten geldt dat de Yangtzehaven een breedte heeft van 600 meter op de waterlijn en dat zowel de MOT-2 steiger als de noordelijke steiger van DFDS-TOR Line zijn verplaatst zodat deze geen obstakel meer vormen voor het doorgaande verkeer naar en in de Yangtzehaven. De dwarsdoorsnede van de Yangtzehaven is gepresenteerd in figuur 8.6. Aan de zuidzijde van de Yangtzehaven bevindt zich een banket van 75 meter breed op bodemniveau. De breedte van de Yangtzehaven op 19.65 m-NAP bedraagt hiermee 525 meter.

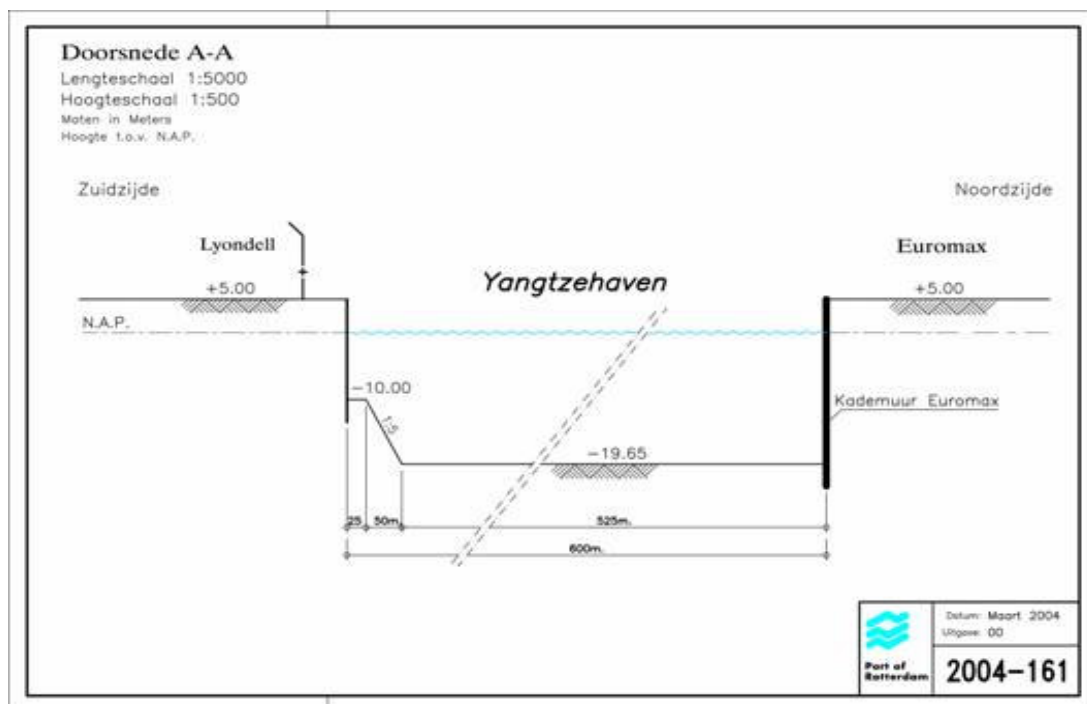
Het verschil tussen beide varianten is de wijze waarop de toegang tot het Beerkanaal is aangepast. Bij Variant I is de Papegaaienk 'afgesloten', waarbij tevens de MOT-1 steiger is verplaatst. Bij Variant II is de kop van de Beer voor een deel weggebaggerd. Voor beide varianten geldt dat de manoeuvre vanuit de Maasmond naar de Yangtzehaven met een min of meer constante draaisnelheid gevaren kan worden.

Zowel Variant I als II van het Doorsteekalternatief is gebruikt voor de nautische onderzoeken. Ten tijde van deze onderzoeken was de verdere inrichting van Maasvlakte 2 nog in ontwikkeling, onderstaande figuren geven voor wat betreft de inrichting (zowel de havenbassins als de terreinen) niet de juiste inrichting zoals gehanteerd bij het gereedkomen van het MER Aanleg weer.

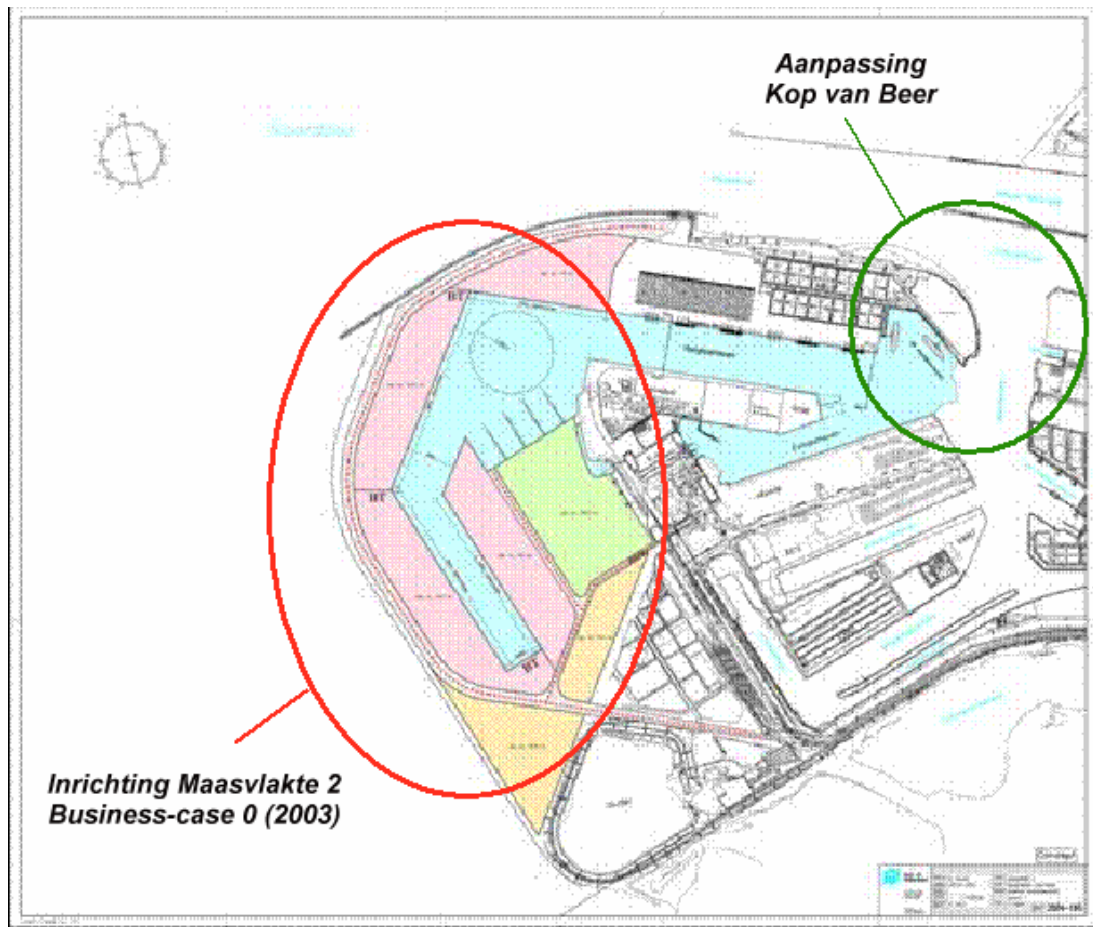
Figuur 8.6: Doorsteekalternatief, Variant I; afsnuiten Papegaaienbek



Figuur 8.7: Dwarsdoorsnede Yangtzehaven, basis



Figuur 8.8: Doorsteekalternatief, Variant II; wegbaggeren van de kop van de Beer

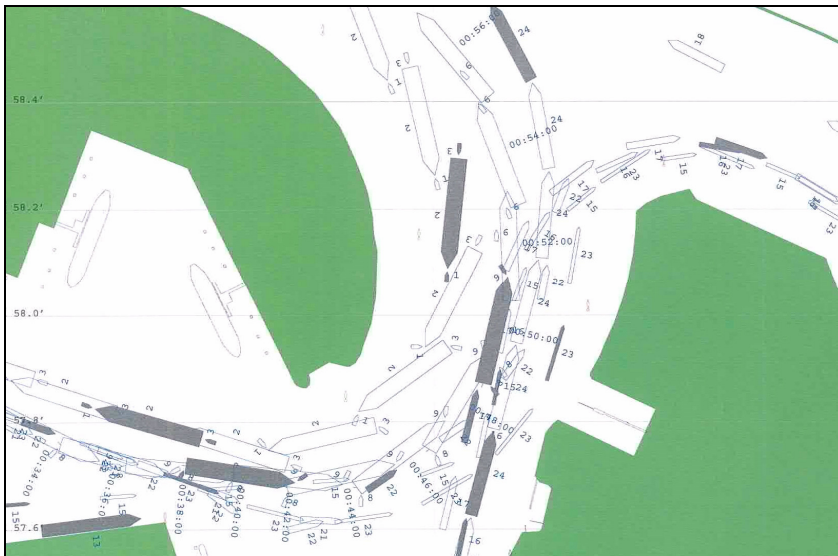


Maritime Simulation Rotterdam [22] heeft op basis van de ontwerpoptimalisaties onderzoek uitgevoerd voor de toegang van Maasvlakte 2. Dit onderzoek had de volgende doelstellingen:

- De definitie van de limiterende omstandigheden voor veilig manoeuvreren in de haven voor elk van de klassen ontwerpschepen, maar exclusief het effect van verkeer ('single user').
- De definitie van de limiterende omstandigheden voor veilig manoeuvreren voor een selectie van situaties met twee richtingsverkeer voor de secties 'Yangtzehaven', 'Papegaaienvak' en 'Maasmond'.
- Het beschrijven van de wijze waarop Maasvlakte 2 veilig bereikt of verlaten kan worden, in termen van manoeuvreerstrategie, vaarsnelheid en het gebruik van machine, roer en sleepboten (gebruiksregels).
- De identificatie van kritieke locaties, inclusief oplossingrichtingen.

De volgende figuur geeft een weergave van het uitgevoerde onderzoek.

Figuur 8.9: Voorbeeld van een interactieve manoeuvreersimulatie [22]



De ontwerpschepen die zijn beschouwd in het onderzoek zijn gegeven in onderstaande tabel.

Tabel 8.4: Ontwerpschepen manoeuvreeronderzoek [22]

Type	Lengte (m)	Breedte (m)	Diepgang (m)	Capaciteit
Binnenvaartschip	202	12,0	2,3	
Feeder	121	18,5	6,7	1.000 TEU
Panamax	294	32,3	12,2	4.500 TEU
PostPanamax	347	42,9	14,5	8.700 TEU
12.500 TEU	382	57,0	14,5/17	12.500 TEU
Product tanker	256	45,0	13,7	100.000 DWT

Wat betreft hydraulische omstandigheden zijn stromingsberekeningen gebruikt. Voor elk van de schepen was een tijdsafhankelijk stroombeeld beschikbaar behorende bij de specifieke diepgang van het schip [23]. De schematisering maakt dat de effecten van de veranderingen van de stroming op het manoeuvrerende schip zo goed als mogelijk worden weergegeven.

Wat betreft windcondities is gekozen voor windkracht 5, 7 en 8 Beaufort komend uit de richtingen noordoost, noordwest en zuidwest. Voor elk van deze windcondities is een bijbehorend golfveld berekend [24].

8.4.3 Aanpak Nautisch manoeuvreeronderzoek

Verkeer van Maasmond naar Maasvlakte 1 en 2

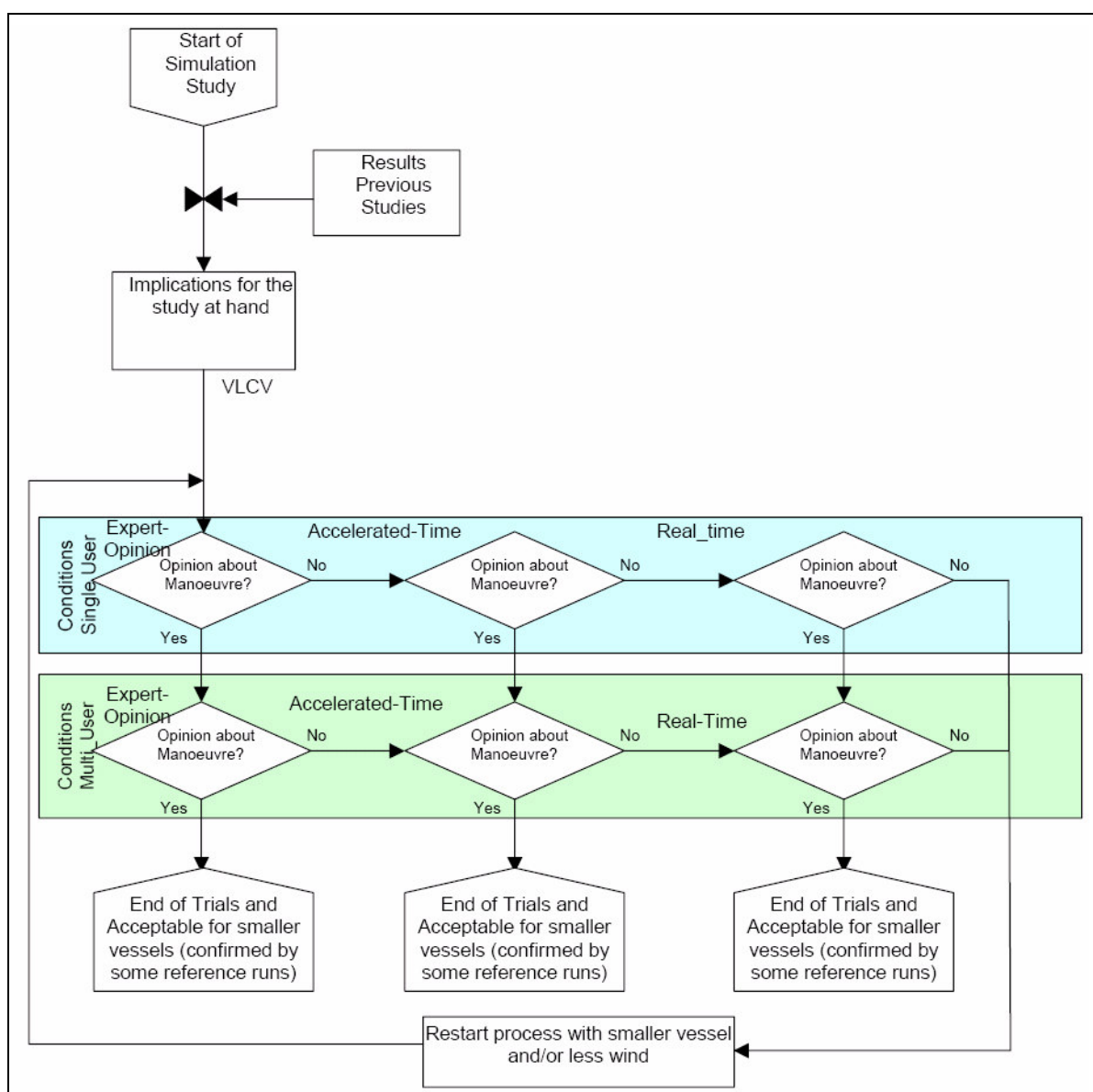
Voor het verkeer van de Maasmond naar de huidige Maasvlakte en Maasvlakte 2 heeft Maritime Simulation Rotterdam (MSR) manoeuvreeronderzoek uitgevoerd op basis van een stapsgewijze aanpak waarbij gebruik wordt gemaakt van een opeenvolging van de volgende evaluatiemethoden:

- resultaten voorgaande studies en 'expert opinion';
- manoeuvreersimulaties, 'accelerated';
- manoeuvreersimulaties, 'real time, single user';

- manoeuvreersimulaties, 'real time, multiple user' (1 simulator, verkeer door operator);
- manoeuvreersimulaties, 'real time interactive, multiple user' (2 simulators).

Voor elk van de ontwerpschepen is een matrix van mogelijke scenario's van lay-out, schepen, manoeuvres (aankomst en vertrek), verkeerssituaties en windcondities opgesteld. Per scheepstype bestond deze matrix uit 54 mogelijke scenario's. Door een team van experts van Maritime Simulation Rotterdam, Loodswezen Rotterdam/Rijnmond en Havenbedrijf Rotterdam zijn vervolgens analyses uitgevoerd volgens het stroomschema van figuur 8.10. Volgens deze methodiek wordt efficiënt naar de limiterende scenario's gewerkt waarbij in het geval van twijfel een steeds zwaardere onderzoeksmethode wordt ingezet.

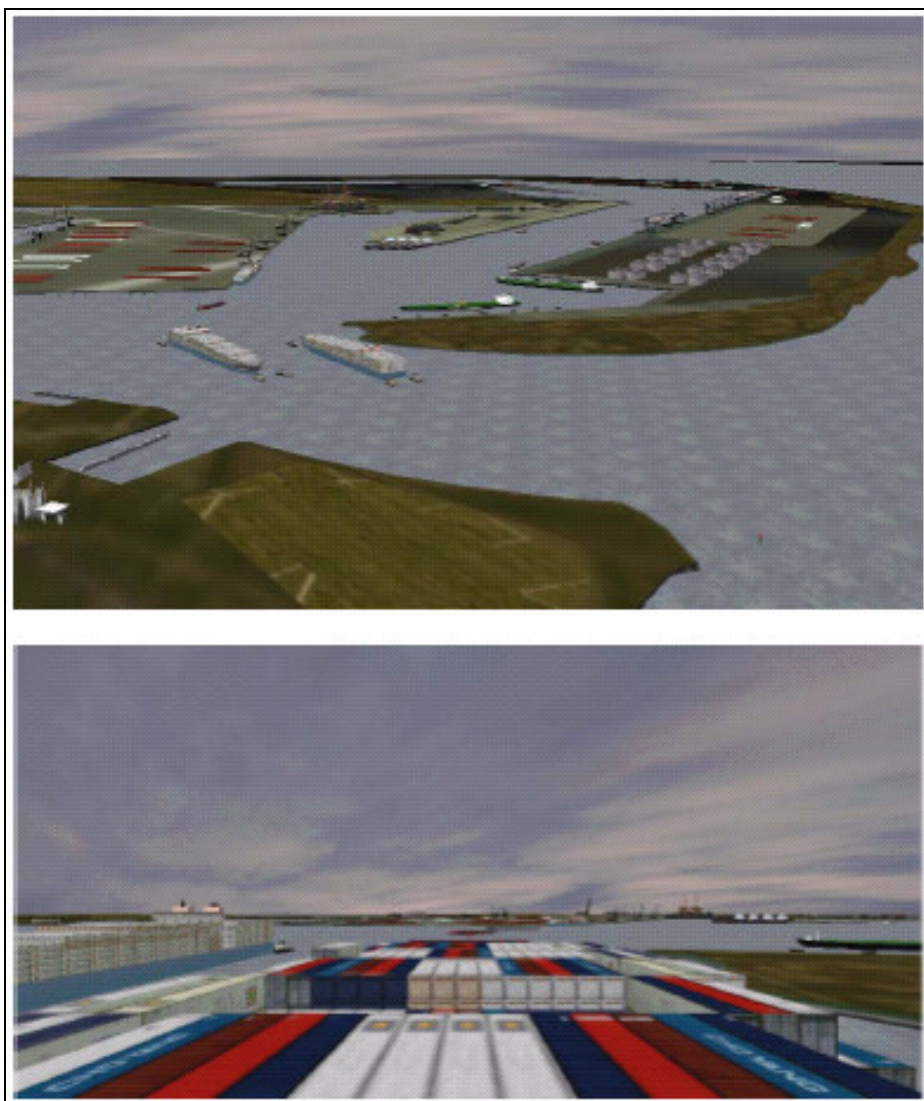
Figuur 8.10: Stapsgewijze aanpak nautisch onderzoek [22]



In totaal zijn in het onderzoek 40 'accelerated' simulaties uitgevoerd, waarvan 12 interactief met twee simulatoren (evaluatiemethode 2). Aansluitend zijn 27 'real time' simulaties en 50 interactieve 'real time' simulaties uitgevoerd.

Elke simulatie is geëvalueerd aan de hand van questionnaires van de betrokkenen, en aan de hand een kwantitatieve analyse van het al dan niet overschrijden van criteria voor passeerafstanden en –snelheden en van machine-, roer- en sleepbootgebruik.

Figuur 8.11: Voorbeeld manoeuvreersimulatie, Variant II. Ontmoeting twee 12.500 TEU schepen. 'Birds-eye view' en beeld vanaf de brug [22]



Een belangrijk uitgangspunt voor de manoeuvreersimulaties was de vaarstrategie in de Yangtzehaven in relatie tot zuigingeffecten op afgemeerde containerschepen. In het onderzoek is toegepast dat passerende inkomende schepen op tenminste 100 meter afstand van afgemeerde schepen moeten passeren met een maximale vaarsnelheid van 5 knopen. Voor het bepalen van de passeerafstand wordt hierbij de combinatie van een 12.500 TEU schip en een bunkerschip aangehouden.

De totale minimale passeerafstand tot de kade was daarmee $100 + 55 + 21.5 = 176.5$ meter. Deze gebruiksregels zijn gebaseerd op een interpretatie van de resultaten [25] van numerieke simulaties van zuigingeffecten [26].

Kader: schaalmodelonderzoek MARIN

In de tweede helft van 2004 is door MARIN een schaalmodelonderzoek naar zuigingeffecten in de Yangtzehaven uitgevoerd. In dit onderzoek is de Yangtzehaven op een schaal van 1:38 geschematiseerd. Als afgemeerd schip is een Panamax schip gebruikt aangezien het numerieke onderzoek had aangetoond dat deze klasse het meest gevoelig was voor zuiging. Als passerend schip is een 12.500 TEU schip gebruikt. Een groot aantal parameters is in dit onderzoek gevarieerd: type trossen, vaarsnelheid, vaarafstand, drifthoek, diepgang en waterdiepte. De resultaten van het onderzoek geven aan dat bovengenoemd uitgangspunt voor passeren aan de conservatieve kant blijkt te zijn. Een enigszins hogere snelheid of kleinere passeerafstand zou naar verwachting mogelijk zijn zonder de laad- en losoperaties bij de Euromax terminal negatief te beïnvloeden.

Effect van stroom op geulgebonden vaart

Voor het nautisch onderzoek van het effect van de dwarsstroomsnelheid en gradiënt van de dwarsstroomsnelheid op de geulgebonden vaart zijn door MARIN real-time en fast-time simulaties uitgevoerd met geulgebonden bulkcarriers/tankers en containerschepen [ref 48]. Door de aanleg van de buitencontour ontstaat een ander stroombeeld langs de kust en in de geul (zie hoofdstuk 7.2). In dit nieuwe stroombeeld treedt een lagere maximale dwarsstroomsnelheid op en een aanzienlijk lagere gradiënt van de dwarsstroomsnelheid. Real-time en fast-time simulaties hebben aangetoond dat in de eindfase van de aanwezigheid van Maasvlakte 2 de onderzochte, geulgebonden schepen daardoor minder last hebben van de dwarsstroom in de geul. Bij vloed is de ingaande stroom wel iets hoger maar dit levert geen problemen op, omdat de vaart door het water lager kan zijn door de lagere dwarsstroom in de geul.

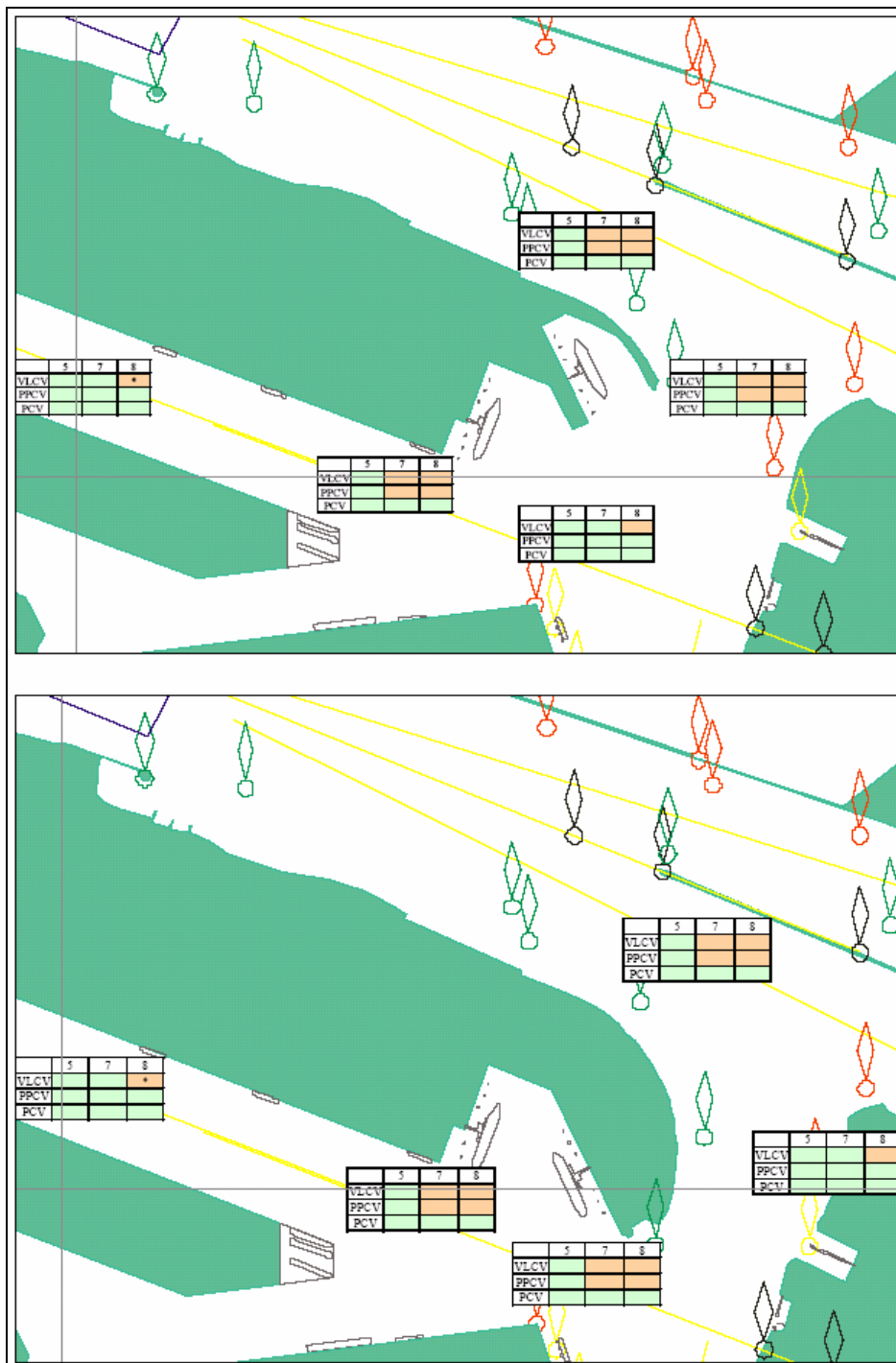
8.4.4 Conclusies Nautisch manoeuvreeronderzoek

Op basis van het uitgevoerde nautisch manoeuvreeronderzoek kan het volgende worden geconcludeerd:

- Maasvlakte 2 is voor variant I en II onder omstandigheden tot en met windkracht 8 Beaufort veilig en vlot bereikbaar voor al de beschouwde ontwerpschepen (tot en met 12.500 TEU) in combinatie met een gemiddeld verkeersbeeld van schepen kleiner dan 250 meter.
- Tot en met windkracht 5 Beaufort kunnen ontwerpschepen van 12.500 TEU elkaar langs de vaarweg naar Maasvlakte 2 veilig ontmoeten (traject Maasmond – Yangtzehaven)
- Boven 5 Beaufort gelden er, in verband met de veiligheid van de manoeuvres, beperkingen op delen van de vaarweg. Deze zijn, voor zowel Variant I als Variant II:
 - bij 7 en 8 Beaufort: ontmoetingen van 8.700 TEU schepen, of groter, zijn over het gehele traject Lage Licht (westelijke punt Splitsingsdam) – ingang Yangtzehaven (nabij TOR line) niet mogelijk;
 - bij 8 Beaufort: ontmoetingen van 12.500 TEU schepen in de Yangtzehaven schepen zijn niet mogelijk.
- Indien in de Yangtzehaven ook tijdens 8 Beaufort veilig ontmoetingen tussen de grootste schepen moeten kunnen plaatsvinden, moet het banket aan de zuidzijde worden verwijderd zodat ook op 19.65 m-NAP een breedte van 600 meter wordt bereikt;

- Overige ontmoetingen worden als nautisch veilig aangemerkt. Overigens betekent dit niet dat er onder alle omstandigheden volledig tweerichtingsverkeer zal plaatsvinden. Van geval tot geval zullen verkeersmanagement en loodsen de ontmoeting laten plannen op een locatie, die gegeven de omstandigheden, de veiligheid het beste waarborgt.
- Het verschil tussen Variant I en II bestaat eruit dat de locaties waar bovengenoemde beperkingen optreden anders zijn (zie figuur 8.12 en bijbehorende toelichting) . Bij Variant I ligt het zwaartepunt van de beperkingen op het traject Lage Licht – Tennesseehaven, bij Variant II op het traject zuidelijk van de Papegaaienbek.
- De aanvullende gebruiksregels zoals deze uit het manoeuvreeronderzoek voor de beschouwde varianten zijn afgeleid, zijn naar verwachting zodanig te implementeren dat te allen tijde de randvoorwaarden voor een veilige en beheersbare verkeersafwikkeling gehandhaafd blijven [27].

Figuur 8.12: Schematische weergave ontmoetingsbeperkingen Variant I en II. [17]



In bovenstaande figuur zijn resultaten van het 'real time' manoeuvreonderzoek schematisch weergegeven. De tabellen in de figuur stellen ontmoetingen voor tussen gelijksoortige schepen bij 5, 7 en 8 Beaufort. De afkortingen in de tabel staan respectievelijk voor Very Large Container Vessel (VLCV): ontwerpschip (12.500 TEU), PostPanamax Container Vessel (PPCV) (8.700 TEU) en Panamax Container Vessel (PCV) (4.500 TEU). Een groen vakje betekent dat de betreffende ontmoeting met een schip van dezelfde klasse op deze locatie veilig kan plaatsvinden. Een rood vlakje

betekent dat deze ontmoeting op deze locatie niet veilig kan worden uitgevoerd. Een * betekent dat een ontmoeting tussen een VLCV en een PPCV bij 8 Beaufort mogelijk is in de Yangtzehaven, maar niet in de Bocht Beerkanaal

Om de bereikbaarheid, ter plaats van de Maasvlakte, te waarborgen zijn de volgende, in de tijd gefaseerde, maatregelen nodig:

- Verplaatsen MOT 2 steiger (omstreeks 2012).
- Herpositioneren van de ligplaatsen van de DFDS TOR line (omstreeks 2012).
- Het afsnuiten van de Papegaaienbek of een deel van de Kop van Beer wegbaggeren (2020 – 2025).

Ten aanzien van geulvaart in het toekomstige stroomveld wordt de volgende conclusies getrokken:

- de maximale dwarsstroomsnelheid en de maximale gradiënt van de dwarsstroomsnelheid, die optreden na aanleg van de buitencontour van de eindfase van Maasvlakte 2, leveren voor de geulgebonden vaart geen problemen op. De maximale dwarsstroomsnelheid en de maximale gradiënt van de dwarsstroomsnelheid zijn lager dan in de bestaande situatie;
- de ingaande vloedstroom is wel iets hoger dan in de huidige situatie, maar dit levert geen problemen op omdat de vaarsnelheid lager kan zijn door de lagere dwarsstroom in de geul voor de havenmond met het oog op een acceptabele (niet te hoge) opstuurhoek.

8.5 Knooppuntenanalyse

8.5.1 Inleiding

De aanleg van Maasvlakte 2 zal een geleidelijke toename van zee- en binnenvaart tot gevolg hebben. Deze groei leidt tot een hogere bezetting van vaarwegen. Teneinde de toekomstige verkeerssituatie in 2035 te kunnen beoordelen is de groei van het zee- en binnenvaartverkeer door autonome groei op de huidige Maasvlakte en door de aanleg van Maasvlakte 2 bepaald [14]. Op basis van deze verkeersaantallen is voor het gehele havengebied een vergelijking gemaakt tussen de huidige en de toekomstige situatie in 2035 [13].

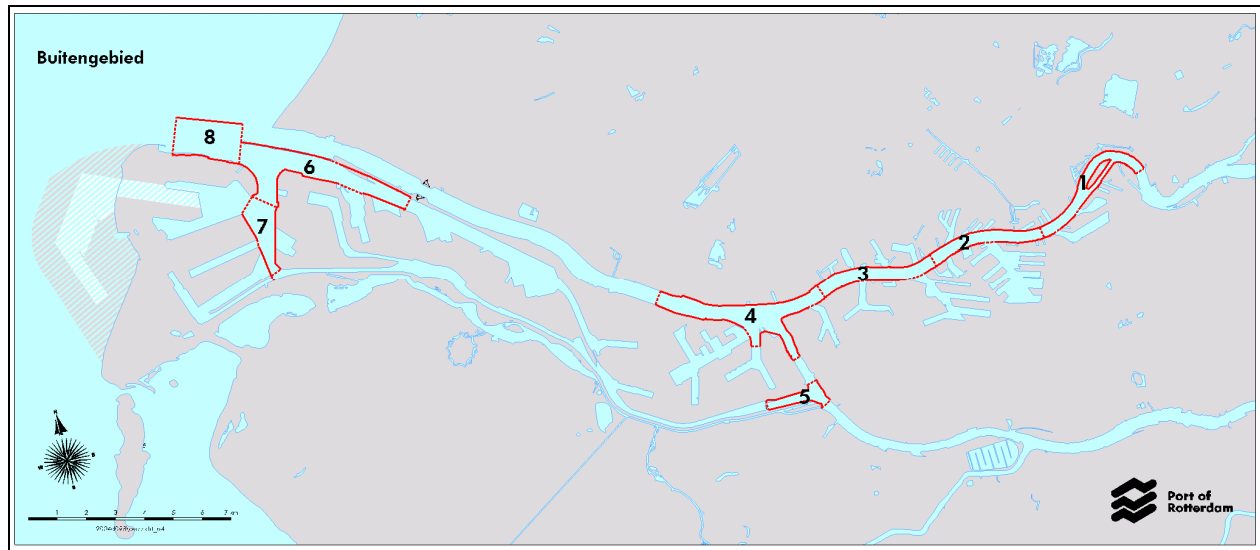
Deze integrale analyse van het havengebied geeft een overzicht van de wijzigingen in het verkeersbeeld van het haven- en aanloopgebied en een beoordeling van de effecten daarvan op de nautische veiligheid.

8.5.2 Aanpak

Voor de integrale analyse zijn 8 sectoren in het havengebied gedefinieerd plus het buitengebied. Voor elk van de gebieden is voor de huidige situatie een analyse gemaakt van:

- het aantal scheepsbewegingen;
- de samenstelling van de vaart (binnenvaart of zeevaart maar ook het type schip);
- de verkeerstechnische aandachtspunten.

Figuur 8.13: Sectorindeling ten behoeve van analyse verkeersknooppunten 2004/2035 [8]



Vervolgens zijn voor de situatie van 2035 de veranderingen per sector gedefinieerd en geanalyseerd. Voor een aantal sectoren is voor de binnenvaart verkennende vaarwegcapaciteitsberekeningen uitgevoerd.

Ten aanzien van een drietal sectoren is voor deze bijlage aanvullend onderzoek beschouwd en geanalyseerd:

- Hartelkanaal.
- Breeddiep.
- Riviersplitsingen Dordrecht.

Deze sectoren zijn niet opgenomen in [13] en [14]. en worden behandeld in de paragrafen 8.5.4, 8.5.5 en 8.5.6.

Noot: bereikbaarheid binnenvaart in bijlage Verkeer en vervoer

In de bijlage Verkeer en vervoer (MER Bestemming Maasvlakte 2) wordt ingegaan op bereikbaarheidseffecten binnenvaart (en zeevaart), waarbij gewerkt wordt met Intensiteit en Capaciteit van vaarwegen en de verhouding ertussen (I/C-verhouding). Hierbij worden de effecten op achterlandverbindingen in beeld gebracht, waarbij de volgende sectoren in beeld worden gebracht:

- Hartelkanaal.
- Nieuwe Waterweg.
- Nieuwe Maas - Oude Maas.
- Oude Maas - Hartelkanaal.

Ten aanzien van de sector Hartelkanaal worden in deze bijlage de resultaten uit de bijlage Verkeer en vervoer samengevat in paragraaf 8.4.4, waarbij tevens een vergelijking wordt gemaakt met een bestaand onderzoek naar de capaciteit van het Hartelkanaal [48].

Als basis voor de analyse van verkeersknooppunten dienen de voorspellingen van vervoersstromen en de bijbehorende vaarbewegingen. Globaal zal naar verwachting het aantal bezoekende schepen toenemen volgens tabel 8.5.

Tabel 8.5: Prognose aantal zeevaartschepen per jaar per richting [13, 14]

	Huidig	2035	Verschil (schepen)	Verschil (%)
Huidige Maasvlakte + Maasvlakte 2 + Calandkanaal + Beerkanaal	12.750	26.500	13.750	+108%
Nieuwe Waterweg	21.200	26.000	4.800	+23%
Totaal	34.000 ¹	52.500	18.500	+54%

De grootste groei van het aantal bezoeken is duidelijk in het Maasvlaktegebied. Over een periode van 30 jaar wordt hier ruim een verdubbeling van het aantal bezoeken verwacht. Een specificatie van het geprognosticeerde verkeersaanbod is gegeven in tabel 8.6 en tabel 8.7.

Tabel 8.6: Prognose verkeersaanbod zeevaart, bij volle Maasvlakten (2035) [13]

Lengteklasse		Maasvlakte 1 & 2 + Calandkanaal			Stad (via Nieuwe Waterweg)		
		Aantal (jaar)	Aantal (dag)	%	Aantal (jaar)	Aantal (dag)	%
1	0-120 m	2.585	7	10%	3.125	9	12%
2	120 – 200 m	13.386	37	50%	17.189	48	66%
3	200-300 m	4.946	14	19%	5.730	16	22%
4	L>300 m, D < 14,3 m	2.528	7	10%			
5 Semi Geulers	14,3 < d, 17,4 m	2.753	8	10%			
6 Geulgebonden	D > 17,4 m	329	1	1%			
Totaal		26.527	73	100%	26.044	72	100%

Tabel 8.7: Vergelijking geulgebonden schepen, nu en 2035 [13]

Lengteklasse		Aantal (2003)	% (2003)	Aantal (2035)	% (2035)	Toename
5 Semi-geulers	14,3 < d < 17,4 m	434	1,5	2.735	10,4	534%
6 Geulgebonden	D > 17,4 m	324	1,1	329	1,2	2%
Totaal	Semi-geulers + geulgebonden	758	2,6	3.082	12	307%

Bovenstaande tabellen laten zien dat het aantal kleine zeeschepen af zal nemen, verder treedt er een verschuiving op. Op dit moment valt het grootste percentage schepen in categorie 1, in 2035 zal het grootste percentage schepen in categorie 2 vallen. De tabellen laten verder zien dat het aantal semi-geulers sterk zal toenemen. De schaalvergroting binnen de containerschepen is hier met name verantwoordelijk voor [13].

¹ Dit totaal is de sommatie van het zeevaartverkeer in de Nieuwe Waterweg, de huidige Maasvlakte, Maasvlakte 2 en het gebied aan het Calandkanaal. Deze sommatie is hoger dan het aantal zeeschepen dat per richting de Maasmond passeert. Dit komt doordat een aantal schepen 'verhalen' in de haven, dwz om de Splitsingdam varen om bijvoorbeeld vanuit de Nieuwe Waterweg naar de huidige Maasvlakte te varen. Ter vergelijking: in 2003 bedroeg het aantal binnengekomen zeeschepen 29.450 [10].

Geulgebonden schepen zijn schepen die bij binnenkomst of vertrek een diepgang hebben van 17,40 meter of meer. Deze schepen moeten gebruik maken van de Eurogeul en de Maasgeul. Het geulstelsel begint 57 km uit de kust.

Semi geulgebonden schepen (semi-geulers), zijn schepen die de Maasgeul dienen aan te houden. Dit zijn schepen met een diepgang tussen 14,30 meter en 17,40 meter. Deze schepen worden belooft bij de boei Euro 15.

Tijgebonden schepen zijn schepen die een tijpoort advies krijgen vanwege stroming en/of waterstand in het binnen- en buitengebied. Dit advies bestaat uit een aanbevolen tijdsperiode waarbinnen de geulvaart met het betreffende geulschip veilig kan plaatsvinden.

Zeezwaaiers zijn schepen die van de Nieuwe waterweg naar het Caland/Beerkanaal varen of vice versa.

Met de groei van de ladingstroom op het Maasvlakte gebied zal ook het aantal vaarbewegingen van de binnenvaart toenemen (tabel 8.8).

Tabel 8.8: Prognose aantal binnenvaartschepen per jaar voor de huidige Maasvlakte en Maasvlakte 2

Huidige situatie [13]	Situatie in 2035 [14]	Verschil	
		absoluut (schepen)	Procentueel (%)
52.000	139.000	87.000	+166%

De ontwikkeling van de huidige Maasvlakte en Maasvlakte 2 heeft tot gevolg dat het aantal bewegingen op de ontsluitingsroutes voor de binnenvaart in 30 jaar tijd meer dan verdubbelt. Op de huidige Maasvlakte en Maasvlakte 2 zal het aantal vaarbewegingen nog groter zijn ten gevolge van het zogenaamde 'hoppen' van schepen: een binnenvaartschip doet op de huidige Maasvlakte en Maasvlakte 2 meerdere terminals aan om zijn lading te verkrijgen [14].

8.5.3 Beoordeling verkeersknooppunten toekomstige situatie

In 2035 vragen de sectoren zoals genoemd in 2004 nog steeds de extra alertheid van de verkeersdeelnemers. Door de toegenomen verkeersbelasting worden ook de sectoren die de ontsluiting van Maasvlakte 2 vormen aan het lijstje toegevoegd.

Een verkennende capaciteitsberekening is uitgevoerd voor de toekomstige situatie van de drukste (binnenvaart) sectoren in het havengebied. In deze berekening wordt aan elk schip een vrije ruimte om het schip toegekend, benodigd om veilig te kunnen manoeuvreren. In combinatie met de dimensies van de vaarweg en de gemiddelde vaarsnelheid leidt dit tot een bezettingsgraad van de vaarweg.

Een "slot" is het stuk vaarweg waar een schip in een bepaalde richting een "claim" op legt. De lengte van deze "claim" is de minimale afstand die de schipper nodig heeft om in zijn ogen veilig te varen, gemeten van de boeg van een schip naar de boeg van de voorligger. De lengte van het "slot" is onder andere afhankelijk van: de wettelijke stopweg, het type schip, de ladingstoestand, het tij en de weersomstandigheden.

De wettelijke stopweg (de afstand waarop een schip tot stilstand moet komen met andere woorden de "remweg") is in de binnenscheepvaart bepaald op 350 meter.

In de praktijk blijkt de afstand die schepen tot elkaar houden kleiner te zijn. Voor motorschepen is de afstand minimaal 200 meter en voor duweenheden 300 meter. Alleen als de weersomstandigheden al dan niet in combinatie met de getijden stroom ongunstig zijn, zullen de binnenvaartschepen meer afstand bewaren. Er is aangenomen dat de lengte van een koppelverband niet meer dan 190 meter bedraagt en de lengte van een duweenheid niet meer dan 260 meter. De slotlengte van beide scheepstypen komt dan uit op 560 meter voor duweenheden en 390 meter voor motorschepen. Aangezien ongeveer 10% van de totale scheepvaart uit duweenheden bestaat is de gemiddelde lengte van een slot ongeveer 400 meter. Tabel 8.9 geeft aan hoe de gemiddelde slotlengte van 400 is samengesteld.

Tabel 8.9: Bezettingsgraad per sector [mededeling Havenbedrijf Rotterdam / IMZ.SIMZ]

	Motorschip / koppelverband	Duweenheid
Maximale lengte schip	190 m	260 m
Vaarafstand in de praktijk	200 m	300 m
Slotlengte	390 m	560 m
Percentage van voorkomen	90 %	10 %
Totaal	$0,9 \cdot 390 \text{ m} + 0,1 \cdot 560 \text{ m} \approx 400 \text{ m}$	

Op basis van praktijkgegevens is voor de capaciteitsbepaling van het Hartelkanaal [13] een gemiddelde slotafstand van 200 tot 300 meter aangehouden. Uit gesprekken met binnenvaartschippers en (walradar) waarnemingen blijkt dat 200 meter tussenafstand in praktijk (1999) gangbaar is en dat schippers deze afstand als veilig beoordelen. Om deze reden is voor de berekening van de bezettingsgraad uitgegaan van een gemiddelde slotafstand van 200 tot 300 meter.

Tabel 8.10 geeft de berekende bezettingsgraad per sector.

Tabel 8.10: Bezettingsgraad per sector [13]

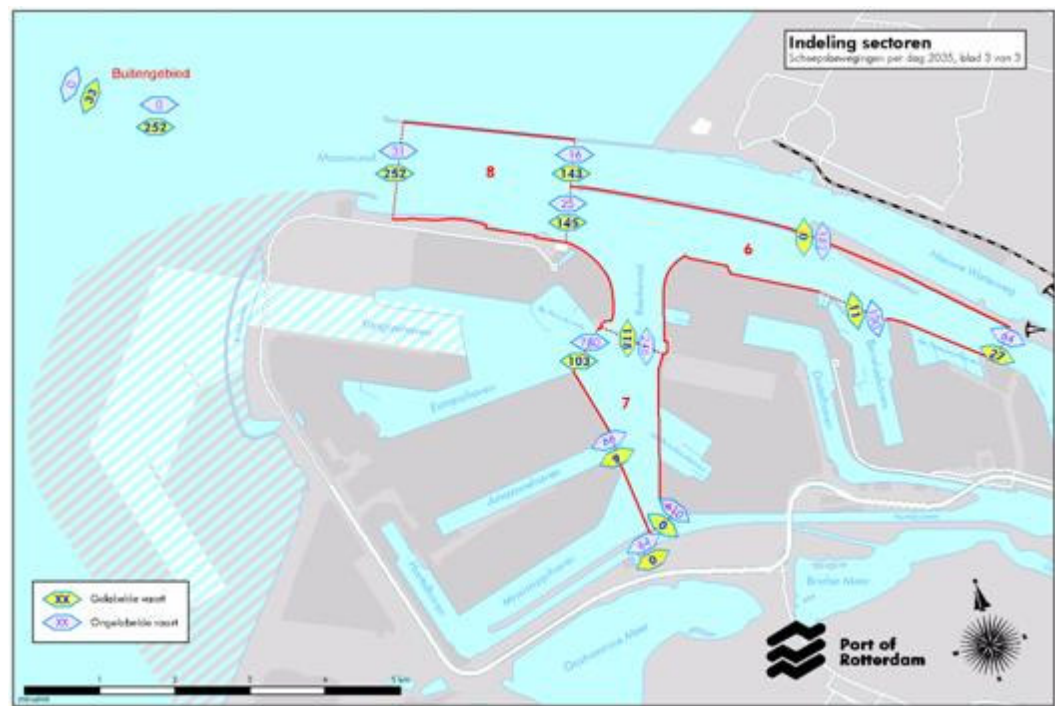
				Sectoren					
			Eenheid	1	2	3	4	5	7
Capaciteit			[schepen/dag]	4320	5400	5400	1080	1080	1080
Bewegingen	2035	(gem.)	[schepen/dag]	928	991	991	555	725	610
Bewegingen	2035	(max.)	[schepen/dag]	1670	1784	1784	999	1305	1098
Bezettingsgraad	(gem.)		[%]	21%	18%	18%	51%	67%	56%
Bezettingsgraad	(max.)		[%]	39%	33%	33%	93%	121%	102%

Als beoordelingscriterium voor een vlotte vaart wordt voor doorgaande vaarwegen een bezetting van 100% tijdens piekintensiteiten als grens gehanteerd. De piekintensiteit is ruwweg twee keer de gemiddelde intensiteit. Bij knooppunten wordt een bezettinggrens van 50% gehanteerd aangezien de schepen hier moeten kruisen, bochten etc. Uit deze (conservatieve) capaciteitsverkenningen kan worden geconcludeerd dat de capaciteit van de vaarwegen gemiddeld voldoende is, op de meeste locaties is de bezettingsgraad minder dan 100% tijdens piekbelastingen.

Per sector luidt de analyse als volgt:

1. In de Sectoren 1, 2 en 3 neemt de doorgaande (binnen-)vaart toe, maar er worden geen capaciteitsproblemen verwacht voor de scheepvaartafwikkeling.
2. Sector 4 is een complexe sector vanwege de combinatie gemixte vaart, stroming en drukte. De verwachting is dat alle schepen voldoende manoeuvreerruimte hebben zodat de verkeersafwikkeling wordt niet nadelig beïnvloed.
3. Sector 5 is een complexe sector met name vanwege de stroming en in mindere mate vanwege onoverzichtelijkheid. Tijdens pieken wordt de (theoretische) maximum capaciteit bereikt. De omstandigheden van deze sector zijn echter bekend en daar wordt rekening mee gehouden bij het manoeuvreren in deze sector. Er worden dan ook geen bijzondere problemen verwacht.
4. Sector 6 is een complexe sector. Deze sector vormt onderwerp van het manoeuvreer- en vaartijdenonderzoek.
5. Sector 7 is vergelijkbaar met Sector 6. Verder komt in deze sector het Beergat als aandachtspunt naar voren. Het verkeer in het Beergat wordt aanzienlijk drukker. Tijdens verkeerspieken zou de (theoretische) maximum capaciteit bereikt kunnen worden. Naar verwachting zal dit echter geen problemen opleveren voor de afwikkeling van het scheepvaartverkeer.
6. Sector 8 komt niet als bijzonder complex naar voren. Wanneer in de toekomst het aantal (semi)geulgebonden schepen toe neemt is het aan te bevelen te onderzoeken of tweerichtingsverkeer in de Maasmond mogelijk is
7. Voor het buitengebied geldt dezelfde aanbeveling als voor Sector 8. Verder wordt geadviseerd om voor het buitengebied het verkeersscheidingsstelsel, ankergebieden en de plaats van beloodsing nader te bestuderen. Mogelijkerwijs is een andere indeling gewenst in verband met de zeewaartse uitbreiding van de Maasvlakte.

Figuur 8.14: Analyse verkeersknooppunten, situatie 2035 [13]



In aansluiting op het bovengenoemde onderzoek is een aanvullende verkennende bureauanalyse uitgevoerd voor de vaarwegcapaciteit en –bezetting van de Yangtzehaven, specifiek gericht op de binnenvaart [20]. Uitgangspunt voor deze studie waren de verkeersprognoses voor zee- en binnenvaart. Op basis van de dimensies van de Yangtzehaven en het aantal varende en manoeuvrerende zeeschepen is berekend hoeveel ruimte er op de vaarweg voor de binnenvaart beschikbaar is. Deze ruimte is vertaald naar een vaarwegcapaciteit Yangtzehaven voor de binnenvaart. Vervolgens is de prognose voor het aantal binnenvaartbewegingen (inclusief hoppen) gebruikt om de vaarwegbezetting te berekenen. De resultaten zijn samengevat in onderstaande tabel 8.11. Het betreft hier de vaarwegbezetting van de beschikbare ruimte voor de binnenvaart in de Yangtzehaven, gegeven het aantal zeevaartbewegingen.

Tabel 8.11: Vaarwegbezetting binnenvaart Yangtzehaven 2035

Locatie	Vaarbewegingen zeevaart 2035 (aantal/richting/jaar)	Vaarbewegingen binnenvaart 2035 (aantal/richting/jaar)	Gemiddelde vaarwegbezetting 2035 binnenvaart (%)
Yangtzehaven nabij DFDS TOR line	13850	109.000	16-25%
Ingang Europa- Yangtzehaven	18800	132.000	20-32%

De verhouding tussen gemiddelde en piekbezettingen is ongeveer een factor 2. Op basis van deze bezettingsresultaten wordt geconcludeerd dat vaarwegcapaciteit voor de Yangtzehaven voor de binnenvaart voldoende is.

Voor knooppunten zoals de bij de ingang Europa- Yangtzehaven wordt als vuistregel gehanteerd dat de maximale vaarwegbezetting orde van grootte 50% mag bedragen om een vlotte verkeersafwikkeling te bewerkstelligen. Op basis van bovenstaande resultaten wordt geconcludeerd dat het knooppunt Beerkanaal/Yangtzehaven in 2035 de grens voor een vlotte verkeersafwikkeling kan benaderen.

8.5.4 Hartelkanaal

In de Bijlage Verkeer en Vervoer (MER Bestemming Maasvlakte 2) worden de effecten van de aanwezigheid van Maasvlakte 2 op de bereikbaarheid van de binnenvaart in 2020 en 2033 bepaald. De bereikbaarheid wordt uitgedrukt in de benutting van een vaarweg. De benutting is de verhouding tussen de intensiteit (bewegingen per tijdseenheid) en de capaciteit van een vaarweg, dus de I/C verhouding.

Bij de berekeningen van Havenbedrijf Rotterdam/Projectteam Maasvlakte 2 naar de capaciteit en intensiteit van de vaarwegen voor binnenvaart waaronder het Hartelkanaal is uitgegaan van de volgende belangrijke aannamen:

Intensiteit (I)

- Van de binnenvaartschepen van en naar de huidige Maasvlakte en Maasvlakte 2 vaart 70% via het Hartelkanaal. Voor de Europoort is dit 80%.
- De beladingsgraad van container binnenvaartschepen groeit door grotere schepen en een groter aanbod (schaalvergroting, minder leegvaart).

Capaciteit (C)

- De gemiddelde slotlengte van een binnenvaartschip is 400 meter, welke in de praktijk wordt aangehouden. Deze waarde komt overeen met de aannames van Alkyon in haar beschouwingen over de capaciteit voor binnenvaart in de Yangtzehaven (320 á 400 meter).
- De vaarweg heeft totaal twee stroken beschikbaar voor twee richtingen (een strook per richting).
- Voor de capaciteit van de vaarweg (C waarde in de I/C verhouding) wordt een maximale benutting van 100% aangehouden.

Beoordelingscriterium, I/C verhouding

De uiteindelijke toets voor de bereikbaarheid wordt uitgedrukt in de bezettingsgraad, of I/C verhouding. Het Projectteam Maasvlakte 2 gaat in de toetsing uit van een maximale bezettingsgraad van 1,0.

Een eerste toetscriterium voor het Hartelkanaal is een bezettingsgraad van 0,6 om het effect van bottlenecks in de vaarweg mee te nemen. In de knooppunten, bijvoorbeeld het knooppunt Oude Maas-Hartelkanaal is in de berekeningen al een (conservatieve) reductie van de capaciteit (50%) meegenomen. Hier wordt een toetscriterium van 0,8 toegepast. De berekende I/C verhouding blijft in alle gevallen onder het criterium (zie Bijlage Verkeer en vervoer).

Deze conclusies zijn vergeleken met de benutting zoals omschreven in het 'Onderzoek achterlandverbindingen Maasvlakte 2 binnenvaart' van Port & Maritime Consultants [48]. Deze vergelijking, opgesteld door MARIN en bijgevoegd als annex 3 van dit rapport, bevestigt de hier gehanteerde methode. De conclusies van het rapport van MARIN zijn als volgt:

1. De PMC studie bepaalt de maximale capaciteit grotendeels aan de hand van het aantal konvooien dat een enkelstrooks stuk vaarweg kan passeren. Dit is gebaseerd op de conclusie dat, in tegenstelling tot de Richtlijnen Vaarwegen, grotere eenheden (vanaf CEMT Klasse VIa) elkaar op het Hartelkanaal niet kunnen ontmoeten. In dat geval is het beter om de berekeningsmethode uit de Havenbedrijf Rotterdam studie te hanteren die uitgaat van een tweestrooksvaarweg. In dat geval moet er wel gecorrigeerd worden voor een lagere gemiddelde vaarsnelheid en voor uitgesloten ontmoetingen tussen vier- en zesbaksduwstellen en zesbaksduwstellen onderling op de smallere gedeelten van het Hartelkanaal.
2. De verwachte verkeersintensiteit op het Hartelkanaal ligt bij een gemiddelde vaarsnelheid van 15 kilometer per uur nog ruim onder de maximale capaciteit (36.5 schepen per uur per richting). Bij een vaarsnelheid van 12 kilometer per uur komt de verwachte intensiteit op drukke momenten in de buurt van de maximumcapaciteit 28.7 schepen per uur per richting (situatie 2035).
3. De capaciteit van het splitsingspunt Oude Maas – Hartelkanaal is voldoende voor het verwachte gemiddelde aanbod, maar ruim lager dan het verwachte aanbod (27 schepen per uur) op piekmomenten (situatie 2035). Dit kan verbeterd worden:
 - door de verkeersstroom in één richting zo klein mogelijk te maken, waardoor de andere verkeersstromen meer ruimte krijgen en de capaciteit op het

splitsingspunt veel beter in de buurt kan komen van de capaciteit van de doorgaande vaarweg (36.5 schepen per uur per richting);

- de verkeersafwikkeling op het splitsingspunt te optimaliseren, zoals door het verbeteren van de doorvaart bij de Botlekbrug, waardoor ook de afwikkeling van het verkeer op het splitsingspunt veel vlotter kan verlopen.

8.5.5 Breeddiep

Het Breeddiep is niet meegenomen in de in de vorige paragraaf beschreven I/C berekeningen. De bereikbaarheid en veiligheid van het Breeddiep is dan ook niet afzonderlijk beschouwd in het MER van Maasvlakte 2. Momenteel voert het Havenbedrijf Rotterdam een studie uit naar mogelijke aanpassingen van het Breeddiep, rekening houdend met de toekomstige verkeersstromen van Maasvlakte 2. Er wordt naar een zodanige oplossing gestreefd dat er een nautisch veilige en verantwoorde situatie ontstaat, waarbij de bereikbaarheid niet in het geding zal zijn.

8.5.6 Riviersplitsingen Dordrecht

De verkeersafwikkeling via de binnenvaart vindt plaats met het achterlandnetwerk via de twee belangrijke knooppunten Noord-Beneden Merwede en Oude Maas-Dordtsche Kil (Dordrecht). Deze beide knooppunten kunnen worden beschouwd als de drukste in Europa. De huidige verkeersafwikkeling bij het knooppunt Dordrecht wordt als vlot en veilig beschouwd. Volgens radarmetingen in 2003 is sprake van 150.000 bewegingen per jaar. Het aandeel van schepen met herkomst of bestemming Maasvlakte 2 in dit knooppunt zal circa 25% bedragen in de eindfase van Maasvlakte 2 (2033).

8.5.7 Conclusies knooppuntenanalyse

De aanleg van Maasvlakte 2 zal een geleidelijke toename van zee- en binnenvaart tot gevolg hebben. De toename van zeevaart zal met name merkbaar zijn in de Maasgeul, de Maasmond en de huidige Maasvlakte. De toename van de binnenvaart zal merkbaar zijn in de huidige Maasvlakte en de achterlandverbindingen Hartelkanaal, Oude- en Nieuwe Maas en de Nieuwe Waterweg. De verkeerstoename zal geleidelijk plaats vinden over een periode van circa 30 jaar zodat verkeerdeelnemers en dienstverleners geleidelijk met de veranderde situatie vertrouwd zullen raken. Ook het verkeersmanagement kan organisatorisch en technisch meegroeien met de eisen uit de praktijk, hiervoor is Havenbedrijf Rotterdam het VTM Future programma gestart (zie paragraaf 6.2).

De globale analyse van de verkeerssituaties in de periode tot 2035 geeft de volgende conclusies [13]:

1. Voor de zeevaart gelden als toekomstige knooppunten:
 - a. Beerkanaal (kruising met Yangtzehaven, Europahaven, 8e Petroleumhaven).
 - b. De capaciteit van de Maasmond en Maasgeul voor diepstekende schepen (waaronder het ontwerpschip van 12.500 TEU) in verband met de beschikbare geulbreedte.
2. Voor de binnenvaart geldt dat bij de kruising Oude Maas/Hartelkanaal, het Beergat en het knooppunt Beerkanaal/Yangtzehaven tijdens pieksituaties (1,8 maal het gemiddelde aanbod van schepen) de capaciteit van de vaarweg mogelijk wordt bereikt:

- a. In het meest ongunstige scenario zou omstreeks 2025 tijdens de drukste momenten van de dag enige vertraging op deze knooppunten kunnen ontstaan. Deze situatie ontstaat bij de Oude Maas. Tijdens de piekuren kan de binnenvaart er voor kiezen de knooppunten te mijden door gebruik te maken van de Nieuwe Waterweg.
 - b. Bij het Beergat en het knooppunt Beerkanaal/Yangtzehaven zou deze situatie omstreeks 2035 het geval kunnen zijn. Een recente studie naar de locatie Beergat [40] toont echter aan dat de piekfactor in praktijk hier lager uitvalt. Verder blijkt dat de schepen geen vaart hoeven te minderen in de bocht van het Beergat. Hiermee zal in de werkelijkheid de capaciteit van de vaarweg nog niet bereikt zijn in 2035.
3. Voor alle knooppunten geldt dat het belang van goede verkeersbegeleiding toeneemt met de toename van de verkeersintensiteit. Middels de geleidelijke invoering van VTM Future programma wordt hier invulling aan gegeven [21].

8.6 Vaartijdenonderzoek

8.6.1 Vaartijdenonderzoek zeevaart

Kader: Gebruiksregels

Onder "gebruiksregels" wordt hier verstaan de mogelijkheden per scheepsklasse en per vaarwegsectie om andere schepen veilig te ontmoeten c.q. op te lopen (in te halen). Minimum en maximum snelheden voor de verschillende scheepsklassen per vaarwegsectie zijn hierin eveneens inbegrepen. De gebruiksregels zijn gebaseerd op de resultaten uit eerder genoemde manoeuvreersimulaties en op ervaring uit de huidige praktijk in de Rotterdamse haven. De regels zijn in samenspraak met het Loodswezen en DHMR tot stand gekomen.

Naast nautische veiligheid eist de Planologische Kernbeslissing ook een vlotte bereikbaarheid van bestaande en toekomstige havengebieden. Daarom is een vaartijdenonderzoek uitgevoerd naar de aanwezigheidsfase. Met dit onderzoek worden de toename van de verkeersdruk en de eventueel gewijzigde gebruiksregels vertaald naar vaartijden. Een vergelijking van de gemiddelde vaartijden in 2004 en 2035 kwantificeert de veranderingen en maakt een beoordeling van de vlotte bereikbaarheid mogelijk.

Het vaartijdenonderzoek is uitgevoerd door TBA Nederland [42]. Hieronder worden een samenvatting gegeven van de resultaten van dit onderzoek.

Door uitbreiding van de haven van Rotterdam met Maasvlakte 2 neemt het scheepsaanbod in de toekomst toe. In het onderzoek is, met behulp van een simulatiemodel, onderzocht welke gevolgen de in gebruik name van Maasvlakte 2 heeft op de Turn Around Times (TAT) van de schepen. Op basis van de huidige inzichten rond de gebruiksregels zijn een tweetal scenario's gedefinieerd. Deze scenario's verschillen in het scheepsaanbod. Het eerste scenario is de situatie in 2004. Het tweede scenario betreft de verwachte situatie in 2035 waarbij Maasvlakte 2 operationeel is. Het onderzoek levert de volgende resultaten:

- Schepen met bestemming Calandkanaal, Stad en Botlek ervaren geen toename van de gemiddelde Turn Around Time door de in gebruik name van Maasvlakte 2, gemiddeld over een jaar.

- Schepen met bestemming de huidige Maasvlakte ervaren een toename in gemiddelde Turn Around Times door extra wachttijden van 2 tot 4%.
- Voor schepen met bestemming Maasvlakte 2 bestaat de gemiddelde Turn Around Time voor 1 tot 8% uit wachttijd, afhankelijk van het type schip.
- Het uitbreiden van de haven met Maasvlakte 2 leidt niet tot een onacceptabele verstoring van de verkeersafwikkeling.

8.6.2 Vaartijdenanalyse binnenvaart

Introductie

In de huidige praktijk is er op de huidige Maasvlakte nauwelijks sprake van downtime ten gevolge van golfhinder. De Maasvlakte kan door de binnenvaart op twee manieren worden bereikt: via het Hartelkanaal en via het Calandkanaal (Breeddiep of Rozenburgse Sluis). Tijdens normale omstandigheden vaart circa 70% van de binnenvaart via het Hartelkanaal en 30% via de route Calandkanaal.

De downtime door golfhinder voor de route via het Hartelkanaal bedraagt circa 1% (ten gevolge van lokaal opgewekte golven). De route via het Calandkanaal heeft een downtime van circa 8% (hoofdzakelijk ten gevolge van golfdoordringing vanuit zee). In de praktijk betekent dit dat tijdens slechte omstandigheden de binnenvaart via het Hartelkanaal vaart.

Ten aanzien van afgemeerde binnenvaartschepen zijn geen berichten bekend dat laad- of los operaties door golven worden gehinderd. Aangenomen kan worden dat dit in de huidige praktijk niet, of slechts zeer sporadisch voorkomt.

Voor de gemiddelde downtime ten gevolge van golven voor moderne binnenvaartschepen varende in de vaarwegen van Maasvlakte 2 wordt een norm gehanteerd van 3%.

Onder moderne typen binnenvaartschepen wordt verstaan: Neokemp, Dortmund, Europaschip, Groot Rijnschip, Duwbakken, Klasse Jowi, 2- en 4 baks duwstollen en koppelverbanden. De Spits en Kempenaar vallen niet in deze definitie.

Golfhinder voor varende binnenvaart [17]

Voor de varende binnenvaart geldt dat in de eindfase van Maasvlakte 2 de downtime ten gevolge van golfhinder 0-3% zal bedragen, afhankelijk van de bestemming, het type binnenvaartschip en beladingsgraad. Daarmee voldoet de Doorsteekvariant ruim aan bovengenoemde norm.

De golfhinder bij een 'binnenmeer' hangt sterk samen met de gekozen inrichtingsfasering. Voor het meest ongunstige geval (alleen de meest noordelijke kade, de verlengde Euromax kade, is ontwikkeld) wordt de downtime voor de binnenvaart ten gevolge van golven geschat op 5-7%. Dit cijfer is gebaseerd op een volledige belading van de schepen (bijvoorbeeld erts), oftewel op een minimaal vrijboord, hetgeen ze kwetsbaar maakt voor golven. Deze kade zal echter vooral bezocht worden door binnenvaartschepen geladen met containers. In de praktijk hebben deze schepen een hoger vrijboord. Het cijfer moet daarom worden beschouwd als een conservatieve bovengrens. Bovendien kan de situatie worden voorkomen door het verminderen van de strijklengte van de golven. Dit kan middels het lokaal boven water brengen van toekomstige haventerreinen. Dit vermindert de golfhinder tot de waarden voor de eindfase (downtime 0-3%).

Daarnaast zijn er ontwikkelingen ten aanzien van het verbeteren van de koppelconfiguratie. Dit kan de golfhinder voor de gekoppelde schepen (Duwbakken, Duwstel, Koppelverbanden) verminderen.

Golfhinder voor afgemeerde binnenvaart [17]

De kades van de containerterminals zullen niet alleen voor de zeevaart worden gebruikt maar ook voor de binnenvaart. Daarmee is de vraag relevant of er golfhinder verwacht kan worden voor afgemeerde binnenvaartschepen.

Een bureauanalyse [17] leert dat afgemeerde binnenvaartschepen met name voor dwars inkomende golven gevoelig zijn. Dit betekent dat met name de meest noordelijk gelegen containerterminal op Maasvlakte 2 mogelijk hiervan hinder kan ondervinden. De orde van grootte van de hinder wordt voor deze locatie geschat op 0-5% van de tijd voor de voltooid eindfase van de Doorsteekvariant en 5-10% bij een binnenmeer. Voor overige locaties zijn de dwars inkomende golven lager, zodat ook hinder lager zal zijn.

Oplossingen moeten worden gezocht in het verminderen van strijklengte middels het gedeeltelijk opspuiten van toekomstig haventerrein en het voorzien in de juiste afmeermiddelen.

Tot slot wordt opgemerkt dat ook varende schepen golven opwekken. Dit in combinatie met windgolven en verticale damwanden (golffreflectie) kan tot ongunstige afmeeromstandigheden leiden.

Conclusies bereikbaarheid binnenvaart

Ten aanzien van mogelijke golfhinder voor de zee- en binnenvaart worden de volgende conclusies getrokken en aanbevelingen gedaan:

Binnenvaart, varend

Voor de binnenvaart is de meest noordelijke kade op Maasvlakte 2 de minst gunstige bestemming. Naar verwachting bedraagt de downtime voor varende schepen hier 0-3% afhankelijk van het type binnenvaartschip en de beladingsgraad (voor de eindfase of 1e fase van de Doorsteekvariant). Voor andere bestemmingen op Maasvlakte 2 is de downtime lager.

Binnenvaart, afgemeerd

De meest noordelijke kade op Maasvlakte 2 is voor afgemeerde binnenvaartschepen de minst gunstige locatie op Maasvlakte 2. Met name dwars inkomende golven kunnen leiden tot bewegingen van het schip en daarmee tot een verstoring van de laad/los operaties, tot overbelasting van fenders, lijnen en het schip en tot overslag van water over de den. Een bureauanalyse leidt tot een downtime schatting van circa 0-5% van de tijd voor de aanwezigheidsfase. Voor andere locaties op Maasvlakte 2 speelt dit alleen in zeer extreme situaties.

Aanvullend onderzoek door het WL|Delft Hydraulics in 2006 concludeert dat de binnenvaart afgemeerd aan de eerste terminals geen hinder ondervindt van golven.

8.7 Hinder op doorgaande vaart door veranderde stroming door zandwinputten

In de aanwezigheidsfase zijn als gevolg van de zandwinning zandwinputten in het systeem aanwezig. Deze putten beïnvloeden door hun diepte lokaal de stroming. De wijze waarop de verschillende scenario's de waterbeweging beïnvloeden wordt toegelicht in de bijlage Kust en zee, waarbij is geconcludeerd dat het oppervlak waarbinnen de stroomsnelheid een verandering met meer of minder dan 10% ondergaat ongeveer even groot is als het totale putoppervlak.

De ligging van een zandwinput direct naast de Eurogeul kan de stroming in deze geul beïnvloeden. Door een toe- of afname van de stroomsnelheid in de directe omgeving van een zandwinput kan de dwarsstroomgradiënt langs de geul meeveranderen. Uit bovenstaande kan echter worden afgeleid dat er alleen in de directe omgeving van de zandwinputten sprake is van een gering effect op de stroomsnelheid en dwarsstroomgradiënt. Hieruit wordt geconcludeerd dat ook in het geval dat de zandwinputten dicht langs de Eurogeul gesitueerd zijn (binnen vlek 1 kan dit het geval zijn), er geen effect te verwachten is van de aanwezigheid van de zandwinputten op de doorgaande vaart.

8.8 Beoordeling en waardering effecten aanwezigheidsfase

8.8.1 Inleiding

De verschillende effecten zoals hierboven beschreven worden hieronder beoordeeld en gewaardeerd volgens de systematiek beschreven in paragraaf 2.2 en 2.3. Conform de indeling van het hoofdrapport MER Aanleg wordt hierbij onderscheid gemaakt naar de zandwinning en de landaanwinning.

8.8.2 Landaanwinning

In onderstaande tabellen wordt de beoordeling en waardering weergegeven van de effecten op nautische veiligheid en bereikbaarheid van de landaanwinning in de aanwezigheidsfase.

Tabel 8.12: Effecten nautische veiligheid en bereikbaarheid - landaanwinning (aanwzigheidsfase)

Beoordelings-criterium	Meeteenheid	Autonome Ontwikkeling	Basis alternatief	Meest Milieuvriendelijk Alternatief
Stromingssituatie in de Maasgeul	Dwarsstroom en dwarsstroomgradiënten	1,29 m/s -1,05 m/s/km	0.85 m/s 0,5 m/s/km	0.85 m/s 0,5 m/s/km
Verkeersafwikkeling en Bereikbaarheid zeevaart	Vlotte verkeersafwikkeling	goed	goed	goed
	Turn Around Time	Geen verandering	Toename huidige Maasvlakte 2-4%	Toename huidige Maasvlakte 2-4%
Verkeersafwikkeling en Bereikbaarheid binnenvaart	Vlotte verkeersafwikkeling	Vlot	Afwikkeling even vlot	Afwikkeling even vlot
	Down time	Geen verandering	Geen verandering	Geen verandering

Tabel 8.13: Waardering effecten Nautische veiligheid en bereikbaarheid - landaanwinning (aanwezigheidsfase)

Beoordelingscriterium	Basisalternatief	Meest Milieuvriendelijk Alternatief
Stromingssituatie in de Maasgeul	+	+
Verkeersafwikkeling en bereikbaarheid zeevaart	0	0
Verkeersafwikkeling en bereikbaarheid binnenvaart	0	0

Stromingssituatie in de Maasgeul

Op basis van de resultaten van het gebruikte stromingsmodel is geconcludeerd dat de dwarsstromingssituatie in de Maasgeul en Maasmond voor de zeevaart gunstiger wordt in vergelijking met de huidige situatie, dit wordt als positief beoordeeld (+). Voor het stroombeeld rond de toekomstige Maasvlakte is geen onderscheid te maken tussen het Basisalternatief en het Meest Milieuvriendelijke Alternatief.

Verkeersafwikkeling en bereikbaarheid zeevaart

De aanleg van Maasvlakte 2 genereert extra scheepvaartverkeer. Verschillende studies zijn verricht naar de verkeersafwikkeling nabij de Papegaaienbek en Yangtzehaven. Om de goede bereikbaarheid, ter plaats van de Maasvlakte, te waarborgen zijn de volgende, in de tijd gefaseerde, maatregelen nodig.

Omstreeks 2012 moet de MOT 2 steiger verplaatst zijn en zal de ligplaats van de DFDS TOR line mogelijk anders gepositioneerd moeten worden. Beide maatregelen leiden tot een goede bereikbaarheid van de huidige Maasvlakte en Maasvlakte 2 bij ingebruikname van Maasvlakte 2. Afhankelijk van het aantal zeeschepen dat Maasvlakte 2 gaat aandoen moet tussen 2020 en 2025 de toegang tot de Maasvlakte worden aangepast. Dit kan door het afsnuiten van de Papegaaienbek aan de westzijde van het Beerkanaal of de Kop van de Beer aan de oostzijde van het Beerkanaal. Deze maatregelen waarborgen een goede bereikbaarheid na aanleg en ingebruikname van Maasvlakte 2.

Om de effecten van extra scheepvaartverkeer op de vaartijden te onderzoeken is een vaartijdenonderzoek uitgevoerd. In het onderzoek is, met behulp van een simulatiemodel, onderzocht welke gevolgen de ingebruikname van Maasvlakte 2 heeft op de Turn Around Time (TAT) van de schepen.

Het onderzoek levert de volgende resultaten:

- schepen met bestemming Calandkanaal, Stad en Botlek ervaren geen toename van de gemiddelde Turn Around Time door de in gebruik name van Maasvlakte 2, gemiddeld over een jaar;
- schepen met bestemming de huidige Maasvlakte ervaren een toename in gemiddelde Turn Around Time door extra wachttijden van 2 tot 4%.

Bovenstaande effecten worden gewaardeerd als vergelijkbaar met de referentiesituatie (0).

Verkeersafwikkeling en bereikbaarheid binnenvaart

De aanleg van Maasvlakte 2 zal een geleidelijke toename van binnenvaart tot gevolg hebben. Deze toename zal merkbaar zijn in de huidige Maasvlakte en de achterlandverbindingen Hartelkanaal, Oude en Nieuwe Maas en de Nieuwe Waterweg. De verkeerstoename zal geleidelijk plaatsvinden over een periode van circa 30 jaar zodat verkeersdeelnemers en dienstverleners geleidelijk met de veranderde situatie vertrouwd zullen raken. Ook het verkeersmanagement kan organisatorisch en technisch meegroeien met de eisen uit de praktijk.

Voor de binnenvaart geldt dat bij de kruising Oude Maas/Hartelkanaal en het Beergat tijdens pieksituaties (1,8 maal het gemiddelde aanbod van schepen) de capaciteit van de vaarweg mogelijk wordt bereikt:

1. In het meest ongunstige scenario zou omstreeks 2025 tijdens de drukste momenten van de dag enige vertraging op deze knooppunten kunnen ontstaan. Deze situatie ontstaat bij de Oude Maas. Tijdens de piekuren kan de binnenvaart er voor kiezen de knooppunten te mijden door gebruik te maken van de Nieuwe Waterweg.
2. Bij het Beergat zou deze situatie omstreeks 2035 het geval kunnen zijn. Een recente studie naar de locatie Beergat toont echter aan dat de piekfactor in praktijk hier lager uitvalt. Verder blijkt dat de schepen geen vaart hoeven te minderen in de bocht van het Beergat. Hiermee zal in de werkelijkheid de capaciteit van de vaarweg nog niet bereikt zijn in 2035.

Aangezien, zoals boven reeds is aangegeven, de resultaten van de studies een conservatieve weergave van de toekomstige situatie opleveren en Havenbedrijf Rotterdam maatregelen zal treffen om voor de vermelde periode (2025/2035) de vlotte bereikbaarheid voor de binnenvaart te garanderen, worden bovenstaande effecten gewaardeerd met 'afwikkeling even vlot', score 0. Bij deze maatregelen moet onder andere gedacht worden aan het VTM Future programma.

In het MER Bestemming (thema Verkeer en vervoer) is de benutting van het Hartelkanaal voor de toekomstige situatie met Maasvlakte 2 bepaald. De benutting is de verhouding tussen de intensiteit (bewegingen per tijdseenheid) en de capaciteit van een vaarweg, dus de I/C verhouding. Hierbij is geconcludeerd dat de I/C verhouding van het Hartelkanaal, beneden het gestelde toetsingscriterium (0,8) blijft. Deze conclusies zijn vergeleken met de benutting zoals omschreven in [9.1]. Deze vergelijking bevestigt de hier gehanteerde methode en is gerapporteerd in de bijlage Nautische veiligheid en bereikbaarheid.

De aanwezigheid van Maasvlakte 2 heeft geen invloed op de downtime in het huidige havengebied.

Bovenstaande effecten worden gewaardeerd als vergelijkbaar met de referentiesituatie (0).

8.8.3 Zandwinning

In onderstaande tabellen wordt de beoordeling en waardering weergegeven van de effecten op nautische veiligheid en bereikbaarheid van de zandwinning in de aanwezigheidsfase.

Tabel 8.14 Overzicht effecten Nautische veiligheid en bereikbaarheid - zandwinning (aanwezigheidsfase)

Beoordelingscriterium	Meeteenheid	Autonome Ontwikkeling	S1a, S1b, S2, S3, S4
Hinder op doorgaande vaart door veranderde stroming door zandwinputten	Verandering Dwarsstroom (%) en dwarsstroomgradiënten	Referentie	Geen

Tabel 8.15: Overzicht waardering effecten Nautische veiligheid en bereikbaarheid - zandwinning (aanwezigheidsfase)

Beoordelingscriterium	S1a, S1b, S2, S3, S4
Hinder op doorgaande vaart door veranderde stroming door zandwinputten	0

Hinder op doorgaande vaart door veranderde stroming door zandwinputten

Zoals beschreven in paragraaf 8.7 wordt er geen effect verwacht van de aanwezigheid van zandwinputten op de doorgaande vaart. Dit effect wordt dan ook als 0 beoordeeld.

9 EFFECTEN AANLEGFASE - LANDAANWINNING EN ZANDWINNING

9.1 Inleiding

Dit hoofdstuk beschrijft het onderzoek dat is gedaan naar de nautische veiligheid en bereikbaarheid van de aanlegfase voor Maasvlakte 2, voor zowel de landaanwinning als de zandwinning. Er is door middel van onderzoek vastgesteld dat de bouwfasering van de landaanwinning sterke invloed heeft op de stromingen in de vaarweg en daarmee op de bereikbaarheid van de haven tijdens de aanleg. De veiligheid kan hierbij toch worden gewaarborgd, het betekent alleen dat sommige schepen in sommige 'karakteristieke' bouwfasen niet altijd kunnen binnenkomen.

9.2 Onderzochte bouwfasen landaanwinning

9.2.1 Inleiding

Gemeentewerken Rotterdam heeft voor de Doorsteekvariant Maasvlakte 2 de stromingen tijdens 8 'karakteristieke' bouwfasen doorgerekend. Het rapport "Doorsteekvariant Maasvlakte 2, Stroomberekeningen voor bouwfasen en ontgrondingen" [39] geeft de resultaten van deze berekeningen. Deze paragraaf geeft een samenvatting van de resultaten van deze studie.

De bouwfasen zoals gehanteerd in het onderzoek zijn geen chronologische bouwfasen, maar zijn bij aanvang van het onderzoek geïdentificeerd als karakteristiek voor mogelijke fasen in het bouwproces. Uit het stromingsonderzoek is gebleken dat een aantal van deze bouwfasen minder gunstige tot slechte stromingscondities veroorzaken rondom de havenmonding, maar ook dat er bouwfasen zijn die er voor zorgen dat het huidige stromingsbeeld in de Maasgeul gehandhaafd blijft.

Kader: Berekeningsgrondslag bouwfasen: buitencontour 850 hectare

De onderzoeken in [39] zijn uitgevoerd voor de aanleg van een buitencontour van 850 hectare, met uitzondering van bouwfase 8. Bij bouwfase 8 volgt de zanddam de contour van een eerste fase van 570 hectare. Aanvullende onderzoeken voor de aanleg van een buitencontour van 1.000 hectare zijn inmiddels uitgevoerd (augustus 2006) en hebben aangetoond dat de aanleg van de buitencontour van 1.000 hectare beter is omdat de stroom verder naar buiten wordt gedrukt en daarmee de afstand tot de vaargeul groter is. Hiermee vormen de hier gepresenteerde onderzoeken een 'worstcase' aannames.

De in [39] beschouwde bouwfasen zijn als volgt:

- bouwfase 1: alleen een over halve lengte gebouwde harde zeewering (c.q. Zuiderdam) aan de noordzijde;
- bouwfase 2: alleen een voor 45% van de eindlengte uitgebouwde zanddam langs het traject van de zuidelijke zachte zeewering;
- bouwfase 3: combinatie van een zanddam zoals bij bouwfase 2 met een over 1/3 van de eindlengte uitgebouwde harde zeewering aan de noordzijde;
- bouwfase 4: combinatie van een voor 80% van de eindlengte uitgebouwde zanddam met een over 900 meter uitgebouwde harde zeewering aan de noordzijde;

- bouwfase 5: combinatie van een zanddam zoals bij bouwfase 2 met een voor 60% van de eindlengte uitgebouwde overstroomde harde zeewering aan de noordzijde;
- bouwfase 6: alleen een overstroomde harde zeewering zoals bij bouwfase 5;
- bouwfase 7: T-vormige eiland bestaande uit 4 kilometer zachte zeewering en 1,3 kilometer Zuiderdam;
- bouwfase 8: combinatie van een voor 80 % van de eindlengte uitgebouwde zanddam (als bij bouwfase 3) en een 1,3 kilometer lang eiland van de Zuiderdam (als bij bouwfase 7).

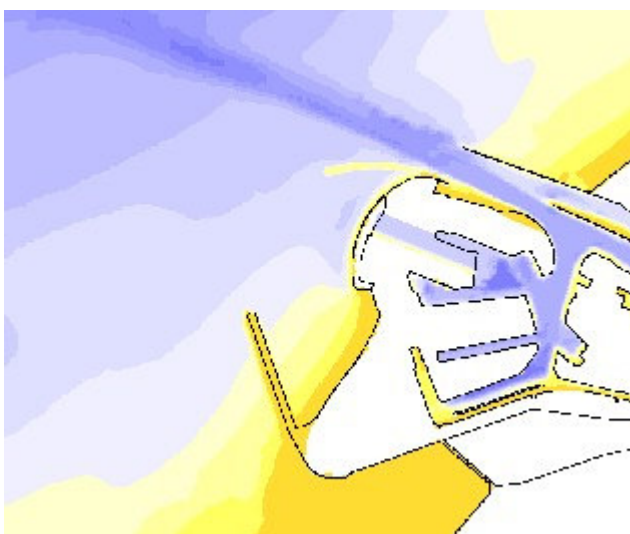
Uit bovenstaand onderzoek is gebleken dat alleen bouwfase 5 en 6 stromingscondities laten zien die er voor zorgen dat het huidige stromingsbeeld in de Maasgeul gehandhaafd blijft. Deze bouwfases worden in de volgende paragrafen besproken.

9.2.2 Bouwfase 5

Geometrie

De geometrie van bouwfase 5 voor een eerste fase van 850 hectare is weergegeven in figuur 9.1.

Figuur 9.1: Bouwfase 5 (850 hectare), geometrie



Bij bouwfase 5 is een zanddam aangebracht langs het rechte traject van de zuidelijke zachte zeewering van de 1e fase van de landaanwinning. Deze zanddam is identiek aan de zanddam bij bouwfase 2.

Naast de zuidelijke zanddam is de noordelijke harde zeewering (c.q. Zuiderdam) gedeeltelijk aangebracht: de nieuwe harde zeewering is over de volledige lengte aangebracht met een onder water gelegen kruin op 10,00 m-NAP. Het aangebrachte dwarsprofiel heeft theoretisch een kruinbreedte van 175 meter (op 10,00 m-NAP) en taluds van 1:4 aan beide zijden. Omdat de roostercellen in het model ter plaatse van de harde zeewering een breedte van 40 meter hebben, is het profiel in het model als volgt geschematiseerd: kruinbreedte 160 meter (op 10,00 m-NAP) en taluds van 1:5,5 (hoogteverschil van 7 à 7,5 meter over 40 meter celbreedte).

Berekend stroombeeld

Het onderwaterprofiel van de harde zeewering heeft eigenlijk alleen ter plaatse van de onderwaterdam een significante invloed op het stroombeeld. Boven de onderwaterdam is sprake van een toename van de stroomsnelheid, omdat het verticale doorstroomprofiel kleiner is. Ook draait boven de dam de stroomvector enigszins bij naar een richting meer loodrecht op de dam.

De extra stromingsweerstand van de onderwaterdam heeft tot gevolg dat de stroming enigszins in dwarsrichting wordt verspreidt. Hierdoor treedt een geringe reductie van de snelheden op direct stroomafwaarts van de dam.

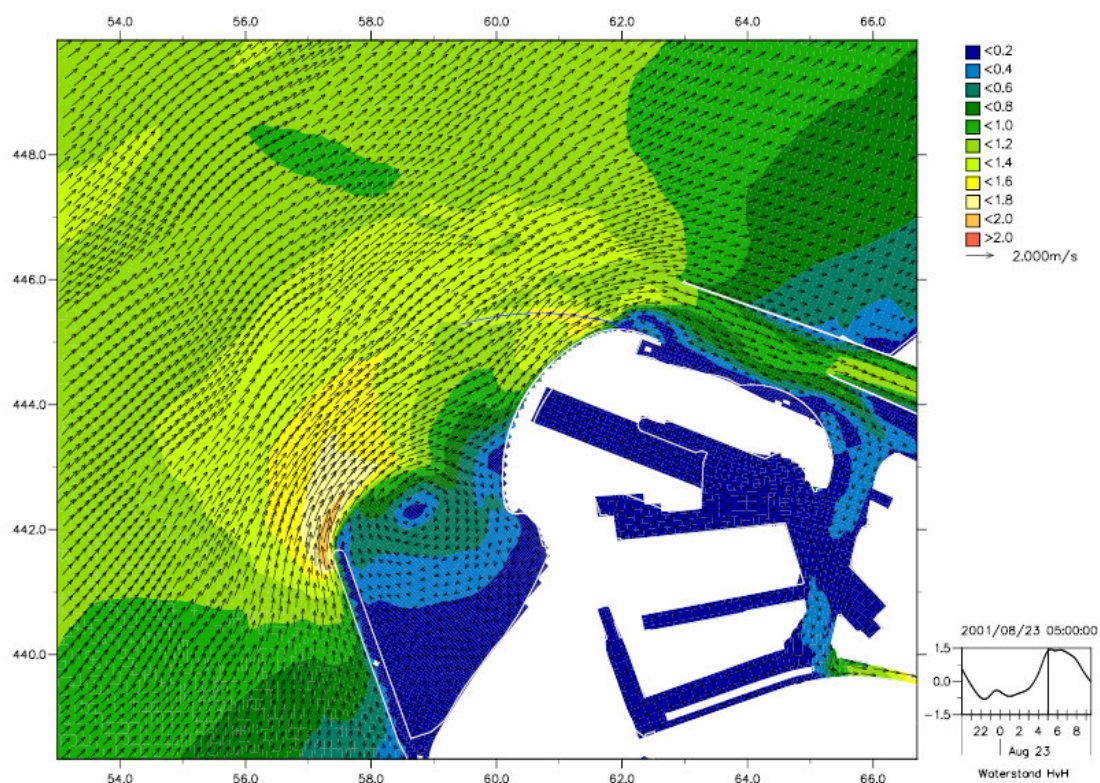
Op grotere afstand van de onderwaterdam heeft de onder waterdam weinig invloed op het stroombeeld. Het stroombeeld komt dus sterk overeen met het stroombeeld bij Bouwfase 2 zonder onderwaterdam.

Vloedstroming

In de situatie met onderwaterdam zijn de snelheden in de vaargeul ten noorden van de onderwaterdam iets lager dan in de situatie zonder onderwaterdam.

De grootste dwarsstroomsnelheid is in de situatie met onderwaterdam even groot als in de situatie zonder onderwaterdam (bouwfase 2), namelijk 1,1 meter per seconde optredend om 5:00 op 4,0 kilometer van de Noorderdam. Na 5:00 is de dwarsstroming bij bouwfase 5 circa 0,05 meter per seconde kleiner dan bij bouwfase 2. De maximale dwarsstroomgradiënt – welke optreedt om 5:00 – is bij bouwfase 5 groter dan bij bouwfase 2, namelijk 1,8 meter per seconde per kilometer in plaats van 1,1 meter per seconde per kilometer.

Figuur 9.2: Bouwfase 5, vloedstroom



De neerstroming in de zuidelijke helft van de ingang van de Maasmond wordt in geringe mate beïnvloed door de onderwaterdam: bij bouwphase 5 ligt de neer iets meer zeewaarts, terwijl om 5:00 de retourstroming langs de Zuiderdam ook wat krachtiger is dan bij bouwphase 2: de retourstroomsnelheid langs de Zuiderdam is 0,6 meter per seconde in plaats van 0,4 meter per seconde.

Ebstroming

Geen significante verschillen met bouwphase 2.

9.2.3

Bouwphase 6

Geometrie

Bij bouwphase 6 voor een eerste fase van 850 hectare is de overstroomde harde zeewering (c.q. Zuiderdam) aanwezig volgens exact dezelfde afmetingen als bij bouwphase 5. In tegenstelling tot bouwphase 5 is bij bouwphase 6 echter nog geen begin gemaakt met de aanleg van de zachte zeewering. De geometrie van bouwphase 6 is weergegeven in figuur 9.3.

Figuur 9.3: Bouwphase 6 (850 hectare), geometrie



Berekend stroombeeld

Het onderwaterprofiel van de harde zeewering heeft eigenlijk alleen ter plaatse van de onderwaterdam een significante invloed op het stroombeeld. Het stroombeeld komt hierdoor sterk overeen met dat bij de 'huidige situatie'.

Vloedstroming

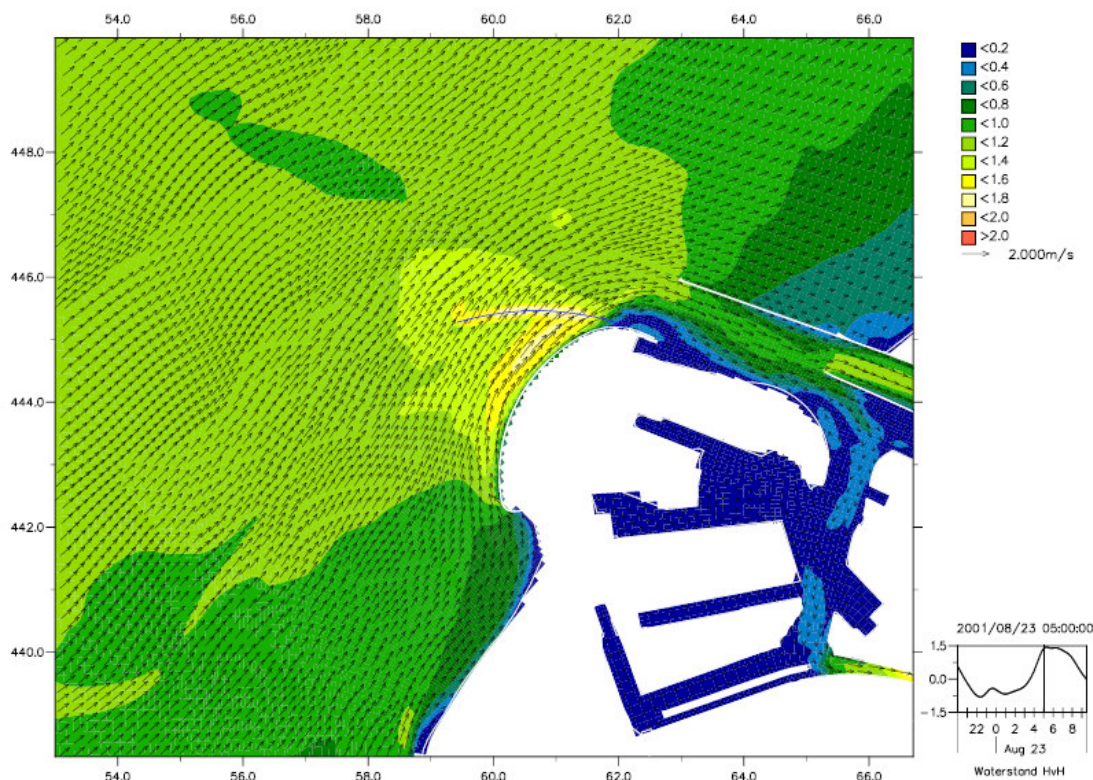
In de situatie met onderwaterdam zijn de snelheden in de vaargeul ten noorden van de onderwaterdam iets lager dan in de situatie zonder onderwaterdam.

Uit vergelijking met de 'huidige situatie' volgt dat de maximale dwarsstroming door de onderwaterdam maximaal circa 0,10 meter per seconde verandert: tussen coördinaat 3.400 en 5.000 (0,8 en 2,4 kilometer van de Noorderdam) is sprake van een afname met 0,05 à 0,12 meter per seconde, terwijl tussen 6.500 en 7.700 sprake is van een toename met 0,05 à 0,10 meter per seconde. Deze kleine verandering wordt veroorzaakt doordat de stroming iets meer rond de onderwaterdam heen trekt.

De grootste dwarsstroomsnelheid treedt op om 5:45 op 2,0 kilometer van de Noorderdam en bedraagt 1,23 meter per seconde (dit is 0,06 meter per seconde minder dan bij de 'huidige situatie').

De maximale dwarsstroomgradiënt – welke optreedt om 5:00 – is bij bouwphase 6 bijna even groot als bij de 'huidige situatie', namelijk 0,9 meter per seconde per kilometer in plaats van 1,1 meter per seconde per kilometer (zie figuur 9.4).

Figuur 9.4: Bouwphase 6, vloedstroom



Ebstroming

Tijdens de ebperiode zijn er geen significante verschillen tussen het stroombeeld in de vaargeul bij bouwphase 6 en bij de 'huidige situatie'.

9.2.4 Overzicht stroomsnelheden bouwfasen

Tabel 9.1 geeft een overzicht van de grootste 14,5 metergemiddelde dwarsstroomsnelheden en –gradiënten langs de vaargeul as tijdens vloed. Hiermee geeft deze tabel een overzicht van de resultaten van het onderzoek naar de bouwfasen.

Tabel 9.1: Stroomsnelheden bouwfasen

	dwarsnelheid op tijdstip max. vloedstroom		dwarsnelheid na max. vloedstroom		zuidwaartse dwarsstroom-snelheid		gradiënt in dwarsstroom-snelheid	
	U (m/s)	x (km)	U (m/s)	x (km)	U (m/s)	x (km)	dU/dx (m/s/km)	x (km)
Huidige Maasvlakte	0,96	2,1	1,29 1,19	2,0 1,9	-0,16	<0	1,05	0,7
eindfase	1,01	5,5	1,08 0,85	4,3 4,6	-0,15	<0	0,5	3,6
bouwfase 5: 45% zanddam met overstroomde Zuiderdam	1,12	4,0	0,52 0,89	0,7 2,7	-0,20	<0	1,8	
bouwfase 6: overstroomde Zuiderdam	1,02	2,6	1,23	2,0	-0,15	<0	0,9	0,3
bouwfase 4e: (zachte zeewering 85%, harde zeewering boven water) 1000 hectare	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	Pm

9.3 Nautische bereikbaarheid

9.3.1 Inleiding

Voor de beoordeling van de nautische bereikbaarheid tijdens de aanlegfasen zijn de volgende onderwerpen onderzocht:

- de hinder voor de geulgebonden vaart door de bij de aanleg optredende stroompatronen;
- de hinder door het verkeer dat direct aan de aanleg is gerelateerd;
- de maatregelen die nodig zijn om deze hinder te beperken;
- de gevolgen hiervan op de nautische bereikbaarheid in algemene termen.

De aanlegactiviteiten in het algemeen en de zandwinning in het bijzonder leiden tot een toename van het aantal vaarbewegingen rond de havenmonding. Een deel van het bouwverkeer zal de scheepvaart van en naar de haven Rotterdam kruisen. Dit deel is nog niet exact bekend aangezien de zandwingebieden nog niet definitief zijn vastgesteld.

9.3.2 Hinder door bij de aanleg optredende stroompatronen

Tijdens de aanleg van de buitencontour van Maasvlakte 2 zal het stroompatroon met het bouwen van dammen en de zuidelijke golfbreker steeds veranderen in de tijd. Om de

effecten van deze veranderende stroompatronen op de geulgebonden scheepvaart te bepalen, is door MARIN een nautisch onderzoek uitgevoerd [49].

Met geulgebonden bulkcarriers/tankers en containerschepen zijn real-time en fast-time simulaties uitgevoerd in een aantal maatgevende stroomsituaties (zie ook paragraaf 8.2.4). Uit deze simulaties blijkt dat er situaties tijdens de aanleg zouden kunnen ontstaan waarbij, voor bepaalde diepstekende geulgebonden schepen, de toegang geheel gestremd moet worden. Dit is het gevolg van de combinatie van het verticale getijdenster (stremming op diepgang ten gevolge van waterhoogte en golven) en de stremming op grond dwarsstroom en dwarsstroomgradiënt. Met de resultaten van het onderzoek kan bepaald worden welke ligging en uitvoering van dammen en de zuidelijke ongunstig zijn voor de bereikbaarheid.

9.3.3 Hinder van bouwverkeer voor geulgebonden vaart

Huidige situatie

De Eurogeul en de Maasgeul vormen tezamen de diepe toegangsgeulen naar de Rotterdamse haven. Het geulensysteem begint 57 kilometer uit de kust en loopt dwars door het zoekgebied voor zandwinning (zie figuur 9.5). Ook liggen er diverse ankerplaatsen en twee verkeersscheidingssystemen in het wingebied, waarbinnen beperkingen gelden voor de vaarrichting en de mogelijkheden om koerswijzigingen uit te voeren. Dit is het Maas Noord TSS verkeersscheidingssysteem en het verkeersscheidingssysteem Maas West Inner TSS. Ten westen van het verkeersscheidingssysteem Maas Noord ligt de ankerplaats Maas Noord en ten zuiden van de Eurogeul en Maasgeul ligt de ankerplaats Maas West. Ten westen van het verkeersscheidingssysteem Maas West Inner TSS en vlak voor de Maasvlakte liggen twee noodankerplaatsen. Direct ten westen van de havenmond ligt de "recommended crossing voor small craft", deze wordt gebruikt door de recreatievaart.

The map illustrates the Maasvlakte 2 area, including the North Sea (Noordzee) to the north. It shows three numbered zones (1, 2, 3) for sandwinning. Zone 1 is the central area, Zone 2 is to the north, and Zone 3 is to the west. A green line indicates the 12-mile zone boundary. A blue line represents the 2km t.o.v. NAP -20m line (doorgaand), and a light blue line represents the NAP -20m line (doorgaand). A dark blue area labeled 'Maas West inner TSS' is shown, along with a 'Maas Noord' area and a 'Maas West' area. An 'Emergency Anchorage' is marked. A scale bar indicates 0 to 15 km. A north arrow is present.

water	vlekken t.b.v. zandwinstscenario's
woongebied	verkeersscheidsstelsel
indicatieve begrenzing Maasvlakte 2 - 2033	grens 12 mijlszone
zoekgebied zandwinning Maasvlakte 2	2km t.o.v. NAP -20m lijn (doorgaand)
	NAP -20m lijn (doorgaand)

Ten behoeve van het aspect luchtkwaliteit (zie bijlage Milieukwaliteit) is een analyse gemaakt van de huidige vloot aan hopperzuigers. Deze baggervloot is ingedeeld in grofweg 3 klassen onderscheidende schepen (I, II & III). Voor ieder van deze klassen is vervolgens 1 schip gekozen dat representatief wordt geacht voor deze categorie. Van dit schip zijn gegevens over energieverbruik en emissies gebruikt. Tabel 9.2 geeft de kenmerken van deze representatieve schepen weer.

Klasse	Schatting aandeel huidige vloot (2004)	Nuttig laadvermogen respectievelijk beuninhoud*		Bouwjaar (gemiddeld)
I. Jumbo zuiger	20%	28,700 ton	19,500 m³	2000
II. Grote Hopperzuigers	40%	13,800 ton	9,100 m³	1988
III. Middelgrote Hopperzuigers	40%	7,400 ton	4,700 m³	1993

9P7008.A5/Nautisch/R005/MVZ/Rott1
23 februari 2007

Harde zeewering en opruiming blokkendam

Voor het stenenwerk zijn ook vaarbewegingen te verwachten. Dit betreft kleinere aantallen en ook kleiner materieel. Indicatief moet op het volgende gerekend worden, de uiteindelijk gekozen werkmethode (door de aannemer) bepaald uiteindelijk het aanwezige materieel:

Tabel 9.3: karakteristieken overig varend materieel

	Type	Vaarsnelheid	Aantal	Opmerking
Splijtbak	1.000 dwt	8 kn	2	
Steenstorter	1.200 dwt	8 kn	2	
Tshd	Type III	12 kn	1	(reeds bij zandwerk opgenomen)
Barge & tug	3.000 dwt & 800 kw	6 kn	3	

Aanvoer van stenen over water zal waarschijnlijk geschieden met grote pontons of kleine bulkcarriers (10.000 à 20.000 dwt). Dit blijft qua aantallen beperkt tot één of enkelen per week.

Werkboten

Ter ondersteuning van het zandbedrijf en het stenenwerk zal naar verwachting een aantal werkschepen op het werk zijn (circa 10 stuks). Dit betreft bijvoorbeeld multicats, slepers, crewboten, surveyschepen, etc. Dit valt in de categorie “ongelabelde vaart”. Een groot deel van de tijd verblijven deze in het werkgebied; als gemiddelde kan gerekend worden op éénmaal daags passage van de Maasmond.

Mogelijke hinder door zandwinningactiviteiten

In de verschillende zandwinscenario's (zie hoofdstuk 4) vindt de zandwinning plaats vanuit zandwinputten die gelegen zijn in één of meerdere vlekken zoals beschreven in hoofdstuk 4 en weergegeven op figuur 9.2. Vlek 1 (zie figuur 9.5) bevindt zich grotendeels ten zuiden van de Eurogeul, maar ook gedeeltelijk erboven. Vlek 3 ligt geheel beneden en vlek 2 ligt geheel boven de Eurogeul. Dit houdt in dat bij winning in vlek 1 mogelijk en bij winning in vlek 2 altijd de Eurogeul gekruist moet worden door de hopperzuigers. Deze hopperzuigers moeten zich tijdens het varen van en naar de zandwinputten alsmede tijdens het winproces zelf binnen de winputten houden aan de (internationaal) van toepassing zijnde “collision regulations” en aanvullende operationele afspraken (gebruiksregels, zie paragraaf 9.3.4 en annex 2).

Voor het kruisen van de Euro/Maasgeul is in onderstaand voorbeeld geïllustreerd wat de kans is op een aanvaring tussen een sleephopperzuiger en doorgaande geulgebonden vaart.

Voorbeeld van berekening "kans op aanvaring"

Uitgangspunten:

Stel dat er met twee hoppers met circa 27.000 kuub laadvermogen van- en naar de zandwinput wordt gevaren en dat de Euro/Maasgeul wordt kruist. Om circa 2 miljoen m³ per week te verplaatsen zijn 38 reizen oftewel 76 vaarbewegingen per week per hopper (1 reis = 2 vaarbewegingen) nodig. Bij twee hoppers zijn er dus 152 gelegenheden per week waarop een hopper de geul kruist.. Dit leidt tot circa 22 kruisingen van de Euro/Maasgeul per dag. Per jaar is sprake van 152 kruisingen*46 weken = 6.992 vaarbewegingen. Momenteel zijn er in totaal 758 geulgebonden en semi-geulgebonden schepen per jaar die de haven aandoen. Dit zijn maximaal 1.516 vaarbewegingen (4 per dag).

Principe berekening:

De kritische zone op botsing wordt gedefinieerd door de lengte van het schip en de breedte van de geul. Uitgaande van breedte van de geul van 600m en een vaarsnelheid van 7,4 km/uur (2 m/s) is, bevindt een hopper zich 300s in de kritische zone. De kans P1 op aanwezigheid van schip 1 in de kritische zone $6992 \cdot 300 / (365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60) = 0,067$.

Uitgaande van een slotlengte voor geulers van 600 meter (gemiddelde scheepslengte van 300m + 300 m tussenafstand) en een vaarsnelheid van 14,4 km/uur (4 m/s of circa 8 knopen) bevindt een schip zich 150 s in de kritische zone. De kans P2 op de aanwezigheid van geulgebonden en semi-geulgebonden schepen in de kritische zone is dan $1516 \cdot 150 / (365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60) = 7,2 \cdot 10^{-3}$.

Indien een aanvaring dreigt, zal op het laatste moment een uitwijkmanoeuvre worden uitgevoerd. De aanvaringskans P3, gegeven een ontmoeting, varieert in het SAMSON-model in de ordegrrootte van $2 \cdot 10^{-5}$ tot $1 \cdot 10^{-4}$ afhankelijk van de scheepsgrootte.

De ongevalfrequentie F, of de kans op aanvaring per jaar, wordt:

$F = P1 \cdot P2$ (dit is de kans op aanwezigheid van hopper én een schip in de kritische zone) * P3 * f;
hierin is f de situatie in één jaar bekeken.

De ongevalfrequentie $F = 0,067 \cdot 7,2 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-3} \cdot 1/\text{jaar} = 1,9 \cdot 10^{-7}/\text{jaar}$ (dus bijna 2 keer in de 10 miljoen jaar). Hierbij wordt verondersteld dat de kans op aanvaring van $1,9 \cdot 10^{-7}/\text{jaar}$ laag is te noemen.

Het blijkt dat de geul door de meeste geulers alleen bij binnenkomst wordt gebruikt, waardoor in werkelijkheid de kans op aanvaring in het gebied van de geul waar de kruising plaatsvindt, lager wordt.

Daarentegen zal de hopper ook nog aangevaren kunnen worden in het gehele traject tussen begin- en eindpunt. Er zullen ongeveer 30.000 scheepsbewegingen per jaar zijn die de route van de hopper kruisen en daarmee de ongevalfrequentie kunnen verhogen. De afgelegde weg van de hopper is ca. 15 km. Dit betekent dat er per jaar 38 (reizen) * 2 (richtingen) * 2 (hoppers) * 46 (weken) * 15 (km lengte van reis) = 104.880 vrtg.km/j wordt gevaren door de hoppers. De frequentie van aanvaringen met andere schepen of aanvaringen met objecten die zich in de vaarweg bevinden en die tot relatief ernstige ongevallen kunnen leiden, bedraagt ongeveer $8,53 \cdot 10^{-8}/\text{vrtg.km}$ (zeeschip-zeeschip, concept rapport Aviv "Risico analyse van het transport van gevaarlijke stoffen van en naar de Maasvlakte", februari 2006). De ongevalfrequentie zou dan $8,53 \cdot 10^{-8}/\text{vrtg.km} \cdot 104880 \text{ vrtg.km/j} = 8,95 \cdot 10^{-3}/\text{j}$. zijn, waarbij moet worden opgemerkt de aanvaringskans van kruisend verkeer nooit goed geschat kan worden uit een kans per vaartuig.km, tenzij deze kans per vaartuig.km is vastgesteld voor dezelfde vaarweg of een soortgelijke vaarweg met dezelfde hoeveelheid kruisend verkeer. Indien de laatste ongevalfrequentie een correcte weergave zou zijn van de werkelijke situatie, dan blijkt dat de aanvaringskans tussen de hopper met schepen die niet in de geul varen groter is ($8,95 \cdot 10^{-3}/\text{j}$), dan aanvaring met geulers ($1,9 \cdot 10^{-7}/\text{jaar}$).

Referentiekader kansen

In het SAMSON-model kunnen berekeningen worden uitgevoerd om de kans van aanvaring te berekenen. Dit model is door de overheid ontwikkeld.

Uit bovenstaand kader blijkt dat het oversteken van de Eurogeul geen significante vergroting van de kans op een aanvaring met de reguliere zeevaart oplevert ten opzicht van het niet oversteken van de Eurogeul. Daarmee is een ligging van een zandwinput ten noorden of ten zuiden van de Eurogeul niet onderscheidend te noemen op dit aspect, hetgeen betekent dat er geen onderscheid bestaat tussen de verschillende zandwinscenario's.

9.3.4 Hinder van bouwverkeer op scheepvaart binnen Maasvlakte 2

Het opspuiten van de eerste zandlichamen vindt plaats vóórdat de zeevaart operationeel wordt binnen Maasvlakte 2. Bij het uitbreiden van de zandlichamen in een operationele Maasvlakte 2 worden eisen gesteld aan handhaving van de dimensies van de vaargeul. Nautische gebruiksregels zullen de nautische veiligheid waarborgen.

9.3.5 Hinder van onderhoudsverkeer ten gevolge van een toegenomen aanzanding in de Maasgeul

In 2000 bedroeg de gemiddelde jaarlijkse baggerbehoefte in de Euro/Maasgeul 1,8 miljoen m³. Ten gevolge van contractie van de getijstrooming, waardoor snelheden en daarmee transporten toenemen, zal de baggerbehoefte veranderen. Doordat de transporten ten noorden van de Euro/Maasgeul lager zijn dan ten zuiden ervan, zal een toename in aanzanding plaatsvinden en hiermee een toename in baggerbehoefte. Deze behoefte is voor 2020 vastgesteld op 3,0 miljoen m³. De toename zal lineair in de tijd toenemen [38].

Uitgaande van een cyclustijd van 3 uur per reis en een meegenomen zandvolume per reis van 8.000 m³ levert dit een op basis van 46 werkweken per jaar een tweetal vaarbewegingen per werkdag op. Dit is in de orde 1,5 procent van het totale verkeersaanbod.

9.3.6 Nautische gebruiksregels

Naast hinder voor de scheepvaart ten gevolge van veranderingen in het stroombeeld, kan hinder worden ondervonden van het bouwverkeer (zie voorgaande paragrafen). Drijvend materieel kan worden ingezet voor baggeren, opspuiten van zand, dumpen van zand en grind, plaatsen van breuksteen en/of blokken, transport met schepen van depot naar constructiesite, etc.

Er is daarom mede op verzoek van de Rijkshavenmeester nautische deelstudie 6 [41] uitgevoerd met als doel:

Het stellen van criteria en regelgeving voor bouw(scheepvaart)verkeer gedurende de (gelimiteerde) periode van de bouw van Maasvlakte 2. De grenzen aan maximale hinder door bouwverkeer worden in beeld gebracht en dienen als basis voor een te definiëren begrip 'maximale hinder voor bouwverkeer voor de scheepvaart' en 'gedragen eisen' voor het Programma van Eisen (PvE) voor de aanbesteding.

Het resultaat van deze deelstudie zijn de aanvullende criteria en regelgeving ter beperking van de directe en indirecte hinder van het bouwverkeer ten behoeve van Maasvlakte 2. Deze eisen worden regelmatig gebruikt voor werken in het Rotterdamse havengebied.

Deze eisen zijn afkomstig uit (oude) bestekken voor de aannemer en afkomstig van (interne) ervaringsdeskundigen. De bevoegde autoriteit zoals deze genoemd wordt in enkele eisen is de (Rijks)havenmeester.

In zijn algemeenheid komen de eisen neer op het volgende: de aannemer zal de vlotheid en veiligheid van het scheepvaartverkeer (voor zover dit redelijker wijze mogelijk is) niet belemmeren.

Zie annex 2 voor een samenvatting van de nautische gebruiksregels

9.3.7 Conclusies nautische bereikbaarheid

Er heeft geen vaartijdenonderzoek plaatsgevonden waarbij de bereikbaarheid van de Rotterdamse haven voor zeescheepvaart is gekwantificeerd voor de verschillende aanlegsituaties. De uitgevoerde stromingsberekeningen zijn gebruikt om de effecten op de bereikbaarheid te kwantificeren en er zijn nautische simulaties in deze stroombeelden uitgevoerd om de bereikbaarheid te bevestigen.

Het blijkt dat tijgebonden, diepstekende, schepen het eerst hinder (vertraging) ondervinden van een verslechtering van het stroombeeld. Deze scheepsklasse blijkt maatgevend. De hinder bestaat hierbij uit het verkleinen van de tijpoort, of tot een algehele sluiting van de tijpoort, waardoor tijgebonden schepen tijdelijk de haven niet binnen zouden kunnen komen. Door echter een juiste fasering in de aanleg van dammen en de zuidelijke golfbreker te kiezen kan de hinder beperkt blijven.

De bereikbaarheidseffecten variëren per doorgerekende bouwfase en van groot effect naar geen effect:

- alleen harde zeewering uitbouwen, daarna zachte zeewering: grote effecten op alle scheepsklassen;
- zachte zeewering loopt voor op harde zeewering: alleen effect op tijgebonden schepen (basisalternatief);
- eerst volledige zachte zeewering, daarna harde zeewering: geen effect ten opzichte van de huidige situatie.

Tevens blijkt dat er optimalisaties zijn te vinden via het in verticale zin faseren van de bouw van de harde zeewering (overstromende dam), zoals aangetoond door de stromingsberekeningen van bouwfase 5 en 6 en de in die stroombeelden uitgevoerde nautische simulaties.

9.4 Beoordeling en waardering effecten aanlegfase

9.4.1 Inleiding

De verschillende effecten zoals hierboven beschreven worden hieronder eerst samengevat en vervolgens beoordeeld en gewaardeerd volgens de systematiek beschreven in paragraaf 2.2 en 2.3. Conform de indeling van het hoofdrapport MER Aanleg wordt hierbij onderscheid gemaakt naar de zandwinning en de landaanwinning.

9.4.2 Samenvatting effecten

Gedurende de aanleg van Maasvlakte 2 verandert de buitencontour continue van vorm, waardoor ook het stroombeeld steeds verandert. De omvang van de reguliere scheepvaart is tijdens de aanleg nog vergelijkbaar met de huidige situatie. De aanlegactiviteiten in het algemeen en de zandwinning in het bijzonder leiden tot een toename van het aantal vaarbewegingen in het studiegebied (Maasvlakte 2, Zandwingebieden en de havenmonding). Een deel van het bouwverkeer zal de scheepvaart van en naar de haven Rotterdam kruisen. Dit deel is nog niet exact bekend aangezien de zandwingebieden en winmethoden nog niet definitief zijn vastgesteld.

Uit de beoordeling van de aanlegfase is gebleken dat de volgende aspecten maatgevend zijn:

- stromingssituatie in de Maasgeul;
- mogelijke hinder door bouwverkeer op doorgaande vaart (nabij zandwingebieden maar ook in de haven).

Er is door middel van onderzoek vastgesteld dat de bouwfasering een sterke invloed kan hebben op de stromingen in de vaarweg en daarmee op de bereikbaarheid van de haven tijdens de aanleg. Door een juiste fasering kan een aanvaardbaar stromingsbeeld worden verkregen en de veiligheid hierbij worden gewaarborgd. Een en ander kan leiden tot regels waarbij zekere beperkingen gelden voor de scheepvaart met als gevolg een effect op de bereikbaarheid. Dit effect wordt bepaald door de mate waarin de harde en zachte zeewering zijn uitgebouwd.

Voor kritische fasen van mogelijke bouwfaseringen zijn berekeningen naar de stromingssituatie in de Maasgeul uitgevoerd teneinde het speelveld te verkennen. Deze berekeningen zijn gebruikt om de effecten op de bereikbaarheid te kwantificeren. Het blijkt dat tijgebonden, diepstekende, schepen het eerst hinder (vertraging) ondervinden van een verslechtering van het stroombeeld door het verkleinen van de tijpoort, waardoor deze schepen tijdelijk de haven niet binnen kunnen varen.

Afhankelijk van de gekozen bouwfasering variëren de effecten tussen grote effecten op alle scheepsklassen tot geen effect ten opzichte van de huidige situatie. Tevens blijkt dat er optimalisaties zijn te vinden via het in verticale zin faseren van de bouw van de harde zeewering (overstroomde dam).

Bouwactiviteiten

Er is gebleken dat de bouwactiviteiten (o.a. aan de harde zeewering) een geringe invloed hebben op de nautische veiligheid en bereikbaarheid.

Conclusies:

- De karakteristieken van het huidige stromingsbeeld in de Maasgeul kunnen gehandhaafd blijven tijdens de aanlegfase. In het onderzoek zijn bouwfasen geïdentificeerd die hieraan voldoen. Opgemerkt moet worden dat de aannemer uiteindelijk de bouwvolgorde zal bepalen. Eis hierbij is dat het stromingsbeeld op de essentiële karakteristieken niet verslechtert ten opzichte van de huidige situatie.
- De initiële onderzoeken zijn uitgevoerd voor de aanleg van een buitencontour van 850 hectare, met een aantal aanvullende onderzoeken voor de aanleg van een buitencontour van 1.000 hectare. Gebleken is dat de aanleg van de buitencontour van 1000 hectare beter is dan die van de 850 hectare omdat de stroom verder naar

buiten wordt gedrukt en daarmee de afstand van het einde van de harde zeewering (loslaatpunt) tot de vaargeul groter is.

9.4.3 Beoordeling en waardering effecten zandwinning

In onderstaande tabellen wordt de beoordeling en waardering weergegeven van de effecten op nautische veiligheid en bereikbaarheid van de zandwinning in de aanlegfase.

Tabel 9.4: Overzicht effecten Nautiek - zandwinning (aanlegfase)

Beoordelingscriterium	Meeteenheid	Autonome Ontwikkeling	S1a, S1b, S2, S3, S4
Hinder door bouwverkeer op doorgaand vaart	Mate van hinder, rekening houdend met gebruiksregels	Referentie	Geen door toepassing gebruiksregels

Tabel 9.5: Waardering effecten Nautische veiligheid en bereikbaarheid - zandwinning (aanlegfase)

Beoordelingscriterium	S1a, S1b, S2, S3, S4
Hinder door bouwverkeer op doorgaande vaart	0

Hinder door bouwverkeer op doorgaande vaart

Het bouwscheepvaartverkeer moet zich tijdens het varen van en naar de zandwinputten alsmede tijdens het winproces zelf binnen de winputten houden aan de gebruiksregels. Mede op verzoek van de (Rijks)havenmeester is er een nautische deelstudie uitgevoerd naar de criteria en regelgeving voor bouw(scheepvaart)verkeer gedurende de (gelimiteerde) periode van de bouw van Maasvlakte 2. Het resultaat van deze deelstudie zijn de aanvullende criteria en regelgeving ter beperking van de directe en indirecte hinder van het bouwverkeer ten behoeve van Maasvlakte 2. Voor een aantal van deze eisen of gebruiksregels is de (Rijks)havenmeester de bevoegde autoriteit. In zijn algemeenheid komen de eisen erop neer dat de aannemer de vlotheid en veiligheid van het reguliere scheepvaartverkeer (voor zover dit redelijker wijze mogelijk is) niet mag belemmeren. Hiermee zijn de effecten van alle scenario's als neutraal (0) gewaardeerd.

9.4.4 Beoordeling en waardering effecten landaanwinning

In onderstaande tabellen wordt de beoordeling en waardering weergegeven van de effecten op nautische veiligheid en bereikbaarheid van de landaanwinning in de aanlegfase.

Tabel 9.6: Effecten nautische veiligheid en bereikbaarheid - landaanwinning (aanlegfase)

Beoordelingscriterium	Meeteenheid	Autonome Ontwikkeling	Basis alternatief	MMA
Stromingssituatie in de Maasgeul	Dwarsstroom en dwarsstroomgradiënten	1,29 m/s 1,05 m/s/km	$\leq 1,29$ m/s $\leq 1,05$ m/s/km	$\leq 1,29$ m/s $\leq 1,05$ m/s/km

Tabel 9.7: Overzicht waardering effecten Nautische veiligheid en bereikbaarheid - landaanwinning

Beoordelingscriterium	Basisalternatief	MMA
Stromingssituatie in de Maasgeul tijdens de aanleg	0	0

Stromingssituatie in de Maasgeul

Er is door middel van onderzoek vastgesteld dat de bouwfaserings een sterke invloed kan hebben op de stromingen in de vaarweg en daarmee op de bereikbaarheid van de haven tijdens de aanleg. Door een juiste fasering kan een aanvaardbaar stromingsbeeld worden verkregen en de veiligheid hierbij worden gewaarborgd. Een en ander kan leiden tot gebruiksregels waarbij zekere beperkingen gelden voor de scheepvaart met als gevolg een effect op de bereikbaarheid. Dit effect wordt bepaald door de mate waarin de harde en zachte zeewering zijn uitgebouwd.

Voor kritische fasen van mogelijke bouwfaserings zijn berekeningen naar de stroomsituatie in de Maasgeul uitgevoerd teneinde het speelveld te verkennen. Deze berekeningen zijn gebruikt om de effecten op de bereikbaarheid te kwantificeren. Het blijkt dat tijgebonden, diepstekende, schepen het eerst hinder (vertraging) ondervinden van een verslechtering van het stroombeeld. Deze scheepsklasse blijkt maatgevend. Bij een ongunstige bouwfaserings kan de hinder bestaan uit het verkleinen van de tijpoort waardoor tij en/of geulgebonden schepen tijdelijk de haven niet binnen kunnen varen.

De bereikbaarheidseffecten variëren tussen:

- grote effecten op alle scheepsklassen (alleen harde zeewering uitbouwen, daarna zachte zeewering);
- alleen effect op tijgebonden schepen (zachte zeewering loopt voor op harde zeewering) tot;
- geen effect ten opzichte van de huidige situatie (eerst volledige zachte zeewering, daarna harde zeewering).

Tevens blijkt dat er optimalisaties zijn te vinden via het in verticale zin faseren van de bouw van de harde zeewering (overstroomde dam).

Uit het effectenonderzoek is geconcludeerd dat de karakteristieken van het huidige stroombeeld in de Maasgeul gehandhaafd kunnen blijven tijdens de aanlegfase. In het onderzoek zijn bouwfases geïdentificeerd die hieraan voldoen, hiermee worden de effecten van het Basisalternatief en het MMA als neutraal (0) beoordeeld.

10 TOETSING

10.1 Toetsing aan MER PMR

10.1.1 Aanwezigheidsfase

In het MER PMR zijn de effecten op de nautische veiligheid en bereikbaarheid voor de aanwezigheidsfase beoordeeld. Nautische veiligheid is gedefinieerd als het verwachte aantal ongevallen ten opzichte van het referentieniveau. Hierbij is het referentieniveau het aantal ongevallen in de autonome ontwikkeling.

Voor de beoordeling van de nautische bereikbaarheid is gekeken naar het downtime percentage van zeeschepen en van binnenvaart ten gevolge van golven en de stroomsnelheden veroorzaakt door seiches. Voor zeeschepen wordt een vrijwel ongewijzigd downtimepercentage verwacht en voor de binnenvaart zal bij de referentieontwerpen sprake zijn van een lichte toename van de downtime als gevolg van het grote oppervlak aan water binnen het ontwerp van de contour.

De beoordeling uit MER PMR is weergegeven in tabel 10.1 evenals de kwalitatieve beoordeling van het basisalternatief.

Tabel 10.1: Vergelijking effecten Nautische veiligheid en bereikbaarheid MER PMR

Aspect	Criterium	Referentie ontwerp I	Referentie ontwerp II	Basisalternatief
Nautische veiligheid	Verwachte aantal ongevallen ten opzichte van het referentieniveau	0	0	0
Nautische bereikbaarheid	Downtime zeeschepen ten gevolge van golven	0	-	0
	Downtime (moderne) binnenvaartschepen ten gevolge van golven	-	-	0
	Stromingen ten gevolge van seiches	0	0	0

10.2 Aanlegfase

In de PKB over het project mainportontwikkeling Rotterdam is vastgelegd dat maatregelen moeten worden genomen om de huidige veilige afwikkeling van de scheepvaart in combinatie met een vlotte bereikbaarheid van de bestaande en nieuwe havengebieden te bereiken. Het MER PMR geeft geen inzicht in de effecten tijdens de aanleg.

De vergelijking tussen de verschillende alternatieven spitst zich toe op de het stromingspatroon rond de Maasvlakte 2. De contour van het doorsteekalternatief is met

name aan de zuidwestzijde compacter dan de contouren van de referentiealternatieven. Deze compactere contour geeft lagere stroomsnelheden voor de havenmond. Door de meer afgeronde vorm van het doorsteekalsternatief is de ook de verandering van de stroomsnelheid voor de havenmond kleiner. Dit maakt dat het doorsteekalternatief beter scoort op nautische veiligheid en dat er minder strikte gebruiksregels hoeven te worden gehanteerd. De compacte contour van het doorsteekalternatief betekent dat er minder binnenwater is in de noordwest hoek van Maasvlakte 2. Vergeleken met het referentiealternatief met een eigenhavenmond is de golfindringing van zee naar de Maasvlakte veel kleiner. Ook dit resulteert in lagere golven en een betere bereikbaarheid voor binnenvaart.

De combinatie van effecten door de zandwinning en de landaanwinning op nautische veiligheid speelt alleen rol tijdens het aanleggen van het laatste deel van het binnenterrein (2013-2023). Hierbij is de buitencontour geheel aanwezig en is Maasvlakte 2 in bedrijf. Dit betekent dat de scheepvaartbewegingen van de sleephopperzuigers tegelijk plaatsvinden met de scheepvaartbewegingen van de reguliere scheepvaart (zee- en binnenvaart). Dit doet zich voor in de Euro-Maasgeul, de Maasmonding en de toegang tot de huidige Maasvlakte en Maasvlakte 2 (Beerkanaal, doorgestoken Yangtzehaven).

Deze situatie is niet specifiek onderzocht in de in deze bijlage beschreven nautische onderzoeken. Wel kan worden gesteld dat het nautisch onderzoek naar de aanwezigheidsfase gebruik is gemaakt van voorspellingen aangaande scheepvaartbewegingen voor het jaar 2035. Dit betekent dat, bij een voorspelde toename van het aantal scheepvaartbewegingen in de tijd, de hoeveelheid scheepvaartbewegingen in de periode van mogelijk gecombineerde effecten (2013-2023) altijd minder zullen zijn dan degene die zijn gebruikt voor de nautische onderzoeken van de situatie in 2035. De mogelijke effecten die bij deze situatie behoren zullen dus ook minder groot zijn dan die behorende bij de situatie in 2035.

Aangezien de waardering van de effecten op nautische veiligheid en bereikbaarheid bij alle aspecten als neutraal of positief worden beoordeeld geldt dit ook voor de gecombineerde situatie.

Annex 1

Referentielijst

1) Mede ten behoeve van dit MER uitgevoerde onderzoeken

- [9] Gemeentewerken Rotterdam, Van referentieontwerp naar Doorsteekalternatief, September 2004
- [12] Havenbedrijf Rotterdam, G. Kant, Nautische veiligheid en bereikbaarheid Doorsteekvariant Situatie 2035 (eindfase), Maart 2005
- [13] Havenbedrijf Rotterdam, Maasvlakte 2, Analyse verkeersafwikkeling, Huidige situatie (2004) en situatie volle Maasvlakte (2035), Oktober 2004
- [17] Havenbedrijf Rotterdam, Golfcondities tbv nautisch onderzoek Maasvlakte 2, Deelproject 3b Februari 2005
- [18] Alkyon, Golven in de 2e Maasvlakte. Representatieve golfpatronen ten behoeve van de nautiek. A1299, September 2004
- [20] Alkyon, Afwikkelingscapaciteit van de Yangtzehaven. Een beschouwing voor de binnenvaart. A1369, November 2004
- [21] Havenbedrijf Rotterdam, Vertaling gebruiksregels naar VTM, 24/2/2005
- [22] Maritime Simulation Rotterdam, Nautical Study Doorsteekvariant Maasvlakte 2, 29/10/2004
- [23] Ingenieursbureau Gemeentewerken Rotterdam, Doorsteekvariant Maasvlakte 2. Stromingsberekeningen Optimalisatie ingang Beerkanaal HH647-2004, Juli 2004
- [24] Alkyon, Golven in de 2e Maasvlakte. Representatieve golfpatronen ten behoeve van de nautiek A1299, September 2004
- [25] Havenbedrijf Rotterdam, G. Kant, Memo "Toekomstig gebruik Yangtzehaven i.r.t. zuiging op afgemeerde schepen, 06-05-2004
- [28] Havenbedrijf Rotterdam, Onderzoeksvoorstel Nautische Veiligheid en Bereikbaarheid Doorsteekvariant, 25-02-2005
- [29] Maritime Simulation Rotterdam, Nautical Accessibility Euromax Terminal, 08-03-2004
- [30] Havenbedrijf Rotterdam, Notitie keuzes dimensies eindfase Maasvlakte 2, t.b.v. nautisch onderzoek, 02-06-2004
- [31] Marin, Passeerstudie containerschepen Yangtzehaven, Report No. 19585-1-BT januari 2005
- [36] TU Delft, Simulatiestudie verkeersafhandeling Doorsteekvariant Maasvlakte 2, December 2004
- [37] TBA, Verkeersafhandelingsonderzoek Beerkanaal. Simulatieonderzoek naar de verkeersafwikkeling bij verschillende ontsluitingen van de landaanwinning, 2001
- [38] WL|Delft Hydraulics, Onderbouwend onderzoek MER Maasvlakte-2, onderdeel morfologie, rapport Z3959, augustus 2005
- [39] Ingenieursbureau Gemeentewerken Rotterdam, Doorsteekvariant Maasvlakte 2, Stromingsberekening voor bouwfasen en ontgrondingen (HH877), 26 mei 2005
- [40] Havenbedrijf Rotterdam - SIMZ, "Verkeersanalyse ten behoeve van nieuwe haven UFA (Beergat)", Concept rapport, 10 mei 2005.
- [41] Havenbedrijf Rotterdam "Maasvlakte 2 -NAUTISCHE ONDERZOEKEN 2005- Deelproject 6: Directe en indirecte hinder van bouwverkeer" definitief rapport 4 november 2005.
- [42] TBA Nederland, Analyse Turn Around Tijden MVI & MVII v0.3, 30 januari 2006.
- [43] Bevaarbaarheid van de Euro Maasgeul van maasvlakte II, Januari 2006, rapport No. 20288-1-SMB, MARIN
- [48] Port & Maritime Consultants, onderzoek achterlandverbindingen Maasvlakte 2 binnenvaart, 7 april 2004.
- [49] MARIN, Rapport 20381.600/5, Maasvlakte 2, Deelproject 3, 4 en 5, 9 mei 2006.

- [52] Ingenieursbureau Gemeentewerken Rotterdam J. v.d. Hulst, T. Blokland, "Doorsteekvariant Maasvlakte2. Stromingsberekeningen buitencontouren", , project HH647-2003, 17 december 2003.
- [53] Ingenieursbureau Gemeentewerken Rotterdam, J. v.d. Hulst, T. Blokland, "Doorsteekvariant Maasvlakte 2. Stromingsberekeningen doorgetrokken Hartelkanaal", project HH664, 17 december 2003.
- [54] Ingenieursbureau Gemeentewerken Rotterdam, J. v.d. Hulst, T. Blokland, 'Doorsteekvariant Maasvlakte 2. Stromingsberekeningen voor Masterplan 1', project HH1177, 19 september 2005.

2) Geraadpleegde literatuur gebruikt voor dit MER

- [1] Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Richtlijnen Milieueffectrapport Aanleg Maasvlakte 2, Notitie, December 2004
- [2] Ministeries van VenW, VROM, LNV en EZ, Milieueffectrapport Project Mainportontwikkeling Rotterdam, Deelnota Landaanwinning, Definitief rapport 2001
- [3] *niet gebruikt*
- [4] *niet gebruikt*
- [5] *niet gebruikt*
- [6] *niet gebruikt*
- [7] *niet gebruikt*
- [8] Gemeente Rotterdam, Havenplan 2020, Definitief 2004
- [10] Havenbedrijf Rotterdam, G. Kant, Landaanwinning Nautische Bereikbaarheid en Veiligheid, hoofdrapport, Maart 2003
- [11] Havenbedrijf Rotterdam, Nautische ongevallen in het Rotterdams beheersgebied, evaluatie 1987-1995 rapport December 1996
- [14] Havenbedrijf Rotterdam, Zeevaartstromen en binnenvaartstromen voor vaartijdenonderzoek, December 2004
- [15] Havenbedrijf Rotterdam, Haven in cijfers, 2003, 2004
- [16] EC-PMR, Landaanwinning. Golfhinder voor de binnenvaart – Verkenning ontwerpruimte – Set 1 alternatieven. AAN-02-351. December 2002
- [19] EC-PMR, Landaanwinning. Randvoorwaarden sleepbootassistentie, versie 1.2, AAN-02-439, Januari 2003
- [26] WL | Delft Hydraulics, Mooring Simulation Project, H3899, June 2001
- [27] Havenbedrijf Rotterdam, Vertaling gebruiksregels naar VTM, 24-02-2005
- [32] Rotterdam Port Authority, Aramis tellijnen, Januari 2004
- [33] Ministerie van V&W, RWS, Commissie Vaarwegbeheerders (CVB), Richtlijnen Vaarwegen, tweede druk, September 1999
- [34] BCDA i.o.v. Samenwerkingsverband Maasvlakte 2 varianten, RWS, Directie Zuid-Holland, Capaciteitsbepaling Hartelkanaal 1995-2020, Een kwantitatieve en een kwalitatieve analyse, Oktober 1999
- [35] Pharos en Ecorys, Nautiek en concurrentie Maasvlakte 2, Maart 2004
- [44] Landaanwinning, Nautische Bereikbaarheid en Veiligheid. Hoofdrapport. Verkenning ontwerpruimte - Set 1 alternatieven, Expertisecentrum PMR, Versie Definitief, 12-02-2003
- [45] Landaanwinning, Nautische Bereikbaarheid en Veiligheid, deelrapport Vaarwegcapaciteit Beerkanaal en Yangtzehaven, (Eindversie definitief); Verkenning ontwerpruimte - Set 1 Alternatieven, Expertisecentrum PMR, Versie Definitief, 20 maart 2003

- [46] Landaanwinning, Nautische Bereikbaarheid en Veiligheid. Deelrapport Zeevaart, Individuele Schepen. Verkenning ontwerpruimte - Set 1 alternatieven, Expertisecentrum PMR, Versie Definitief, 12-02-2003.
- [47] Nieuwsbrief Integraal Beheer Noordzee, IDON, Juni 2006, nummer 3
- [50] Alkyon, G. Hartsuiker, "Randvoorwaarden voor Maasvlakte 2 model", rapport A880R1r1, juli 2002
- [51] WL|Delft Hydraulics, A.C. Bijlsma, "Ontwikkeling Detailmodel voor de stroming rond de tweede Maasvlakte", rapport H4044, oktober 2002

Annex 2

Nautische gebruiksregels voor bouw (scheepvaart) verkeer

Nautische gebruiksregels voor bouw (scheepvaart) verkeer

Naast hinder voor de scheepvaart ten gevolge van veranderingen in het stroombeeld, kan hinder worden ondervonden van het bouwverkeer. Drijvend materieel kan worden ingezet voor baggeren, opspuiten van zand, dumpen van zand en grind, plaatsen van breuksteen en/of blokken, transport met schepen van depot naar constructiesite, etc. Er zijn daarom een aantal criteria benodigd voor veilige en vlotte bereikbaarheid van de haven voor het scheepvaartverkeer, die niet mogen worden onderschreden.

Eisen: In zijn algemeenheid geldt dat de aanleg van Maasvlakte 2 de vlotheid en veiligheid van het scheepvaartverkeer (voor zover redelijker wijze mogelijk is) niet zal belemmeren.

Hieronder worden de eisen nader gespecificeerd.

Scheepvaart algemeen

- Tijdens de werkzaamheden op de rivier, in de havens, de vaargeulen en het redegebied moet het bouwverkeer zich houden aan de voorschriften en regels gesteld in de Internationale Bepalingen ter voorkoming van aanvaringen op zee (BVA), Havenverordening Rotterdam 2004 en het Binnenvaartpolitiereglement (9e wijziging). Voor zover deze voorschriften en regels van toepassing zijn.
- Het bouwverkeer moet onder andere uitwijken voor schepen die vanwege hun diepgang of hun lengte beperkt zijn in hun manoeuvreerbaarheid. Een en ander conform het Binnenvaartpolitiereglement en de Bepalingen ter voorkoming van aanvaringen op zee.
- Buiten gebruik zijnde of wachtende werkvaartuigen en andere vaartuigen zodanig afmeren, verankeren of vasthouden, dat deze buiten het vaarwater liggen en geen hinder kunnen geven aan het overige scheepvaartverkeer.

Communicatie

- Alvorens met de uitvoering van specifieke werkzaamheden wordt aangevangen moet daarvan in verband met Bekendmaking aan de Scheepvaart (BaS) en Berichten aan Zeevarenden (BaZ) tijdig, 21 dagen voor aanvang van de werkzaamheden een door de aannemer goedgekeurd werkplan, waarin dag, uur van aanvang, duur en wijze van uitvoering bij de Divisie Havenmeester Rotterdam aanwezig zijn.
- Ten behoeve van de nautische aspecten tijdens het werk zal voorafgaande aan en tijdens de betreffende werkzaamheden een overlegstructuur moeten plaatsvinden. Te weten:
 - overleg tussen de bouwdirectie, aannemer en DHMR, waarin alle nautische aspecten over het werk worden doorgenomen en vastgelegd.
 - indien er tijdens de uitvoering van het werk planmatige aanpassingen nodig zijn, dient de aannemer en/of bouwdirectie in overleg te treden met de DHMR.
- Werkvaartuigen dienen te zijn voorzien van een marifooninstallatie met de VHF kanalen 11 (DHMR), 19 (VKL/HCC), 10 (ship-ship), 16 (kustwacht) en de betreffende sectorkanalen van Vessel Traffic Services Rotterdam. De aannemer dient er zorg voor te dragen, dat op relevante kanalen wordt uitgeluisterd. Deze kanalen gelden momenteel, mogelijk worden deze gewijzigd ten tijde van de aanleg van Maasvlakte 2.
- De aannemer dient er zorg voor te dragen, dat op alle werkvaartuigen permanent wordt uitgeluisterd op een (nader vast te stellen) werkkanaal.

- De sleephopperzuiger moet zijn uitgerust met goedgekeurde navigatie-, sein- en communicatiemiddelen. Onder andere goedgekeurde plaatsbepalingapparatuur, alsmede voor de vaart op zee en op de rivier goedgekeurde radars en voldoende en goed functionerend ankergerie.
- Ten behoeve van de werkzaamheden dienen in verband met de verkeerswaarschuwing op het water voorwaarschuwborden te worden geplaatst, conform de ter plaatse geldende voorschriften en regels. Genoemde borden moeten van verlichting zijn voorzien. De locaties, kleuren, type en maatvoering zullen later worden aangegeven. Tevens kan het noodzakelijk zijn ter attentie van het overige scheepvaartverkeer de werkvakken en/of gebied met een drijvende markering af te dekken. Deze markering kan door een betonningsvaartuig van Directie Noordzee van RWS worden uitgezet.
- Het plaatsen, onderhoud en in stand houden van de bebording, verlichting en markeringsbetonning berust gedurende het werk bij de aannemer. Na gereed komen van de werkzaamheden dient de aannemer in overleg met DHMR genoemde voorzieningen te verwijderen.
- Door de aannemer te verrichten duikwerkzaamheden dienen tijdig aan de Divisie Havenmeester Rotterdam kenbaar te worden gemaakt.
- Voor het aanbrengen van tijdelijke voorzieningen of voorwerpen in het water, of boven het water dient de aannemer toestemming bij de Divisie Havenmeester Rotterdam aan te vragen.
- Kapitein en/of stuurlieden spreken Nederlands.

Eisen in verband met beperken hinder Overige Scheepvaart

- De aannemer is verplicht van het zinken van vaartuigen, alsmede van het verloren gaan van ankers of andere voorwerpen onmiddellijk kennis te geven aan de Divisie Havenmeester Rotterdam. Deze vaartuigen, ankers en voorwerpen moeten alsdan door de aannemer en op zijn kosten binnen een door de Divisie Havenmeester Rotterdam te stellen termijn worden opgeruimd.
- Tijdens de bouwwerkzaamheden mag aan de scheepvaart geen onevenredige hinder of oponthoud worden veroorzaakt. Dit betekent dat de aannemer zoveel mogelijk een werkmethode moet kiezen, waarin alle scheepvaartcategorieën veilig moeten kunnen passeren.
- Voor het ankeren van vaar –en werktuigen mogen geen stokankers worden gebruikt.
- Werkvaartuigen moeten bij voorkeur zijn voorzien van spudpalen of draadpalen om de zijdraden onder water te kunnen weg zetten. Ter plaatse van de voor de scheepvaart beschikbare vaargeul mogen door uitstaande ankerdraden geen beperkingen in de doorvaartdiepte worden aangebracht.
- Tijdens de uitvoering van het werk moeten de werkvaartuigen voorzien zijn van borden en seinlichten conform de geldende regels en voorschriften. Deze seinen moeten zodanig worden opgesteld dat geen hinder veroorzaakt wordt voor de overige scheepvaart. Dit geldt ook voor constructies en dergelijke die in het water staan. Een en ander ter beoordeling van de Divisie Havenmeester Rotterdam.
- Tijdens het werk mag het overige scheepvaartverkeer niet worden gehinderd met misleidende of verblindende verlichting.

Aanvullende eisen van de (Rijks)havenmeester

- De aannemer dient de door de met toezicht op de scheepvaart belaste medewerkers van Divisie Havenmeester (DHMR) van het Havenbedrijf Rotterdam, gegeven instructies en verkeersaanwijzingen ten aanzien van het overige scheepvaartverkeer terstond op te volgen.
- De Divisie Havenmeester van het Havenbedrijf Rotterdam houdt zich het recht voor om aanvullende voorwaarden te stellen indien de werkzaamheden en/of omstandigheden hiertoe aanleiding geven.
- Ten behoeve van de nautische aanwijzingen en informatie dient de aannemer een plaatsbepalingraster (dambordsysteem) voor het werk op het water op te stellen en aan de Divisie Havenmeester Rotterdam te verstrekken. In dit raster dient de aannemer dagelijks de werklocaties, posities en het vaarwegbeslag van zijn werkvaartuigen aan te geven.
- Tijdens slecht zicht dan wel andere ongunstige klimatologische omstandigheden moeten alle doorvaartbeperkingen i.v.m. de nautische veiligheid van het overige scheepvaartverkeer op aanwijzing van de bevoegde autoriteit van de Divisie Havenmeester Rotterdam worden opgeheven. te kunnen optreden". De kosten hiervan zijn voor de aannemer, tenzij dit buiten zijn verantwoordelijkheid ligt.
- Indien de aannemer de ter zake van het verkeer te water gegeven opdrachten van de door met het toezicht op de scheepvaart belaste medewerkers van de Divisie Havenmeester Rotterdam niet nakomt of de in het bestek opgenomen voorschriften niet naleeft, zal per geval en per dag een korting worden toegepast. Deze korting wordt verbeurd zonder dat deswege een ingebrekestelling nodig is.

Overig

- In de ruimste zin moet rekening gehouden worden met de belangen van de gebruikers van terreinen en kaden, alsmede de wateroppervlakten, waar wordt gewerkt: alle door deze gebruikers voor te schrijven veiligheidsmaatregelen en voorschriften moeten door de aannemer en zijn personeel strikt worden opgevolgd.
- Het bouwverkeer dient de Eurogeul zo kort mogelijk en op een door de Divisie Havenmeester Rotterdam bepaalde locatie te kruisen.
- De aannemer kan geen schadeloosstelling eisen, ingeval zijn werkzaamheden op aanwijzing van de bevoegde autoriteit i.c. DHMR moeten worden gestaakt, bemoeilijkt dan wel deze worden vertraagd door slecht weer, slecht zicht. De aannemer kan tevens geen schadeloosstelling eisen voor het realiseren (volgens de gemaakte afspraken) van een ongehinderde passage voor en door de reguliere scheepvaart ter plaatse van de uit te voeren werkzaamheden.
- Kapitein en/of stuurlieden zijn lokaal bekend.
- In het SAMSON-model kunnen berekeningen worden uitgevoerd om de kans van aanvaring te berekenen. Dit model is door de overheid ontwikkeld. In geval van calamiteiten heeft de Divisie Havenmeester Rotterdam de bevoegdheid om "handelend te kunnen optreden". De kosten hiervan zijn voor de aannemer, tenzij dit buiten zijn verantwoordelijkheid ligt.
- Indien de aannemer de ter zake van het verkeer te water gegeven opdrachten van de door met het toezicht op de scheepvaart belaste medewerkers van de Divisie Havenmeester Rotterdam niet nakomt of de in het bestek opgenomen voorschriften niet naleeft, zal per geval en per dag een korting worden toegepast. Deze korting wordt verbeurd zonder dat deswege een ingebrekestelling nodig is.

Annex 3
Capaciteitsbeoordeling Hartelkanaal
MARIN, 12 september 2006

The top section of the page features a background image of a turbulent ocean with white-capped waves under a blue sky. A horizontal line of small white dashes is visible at the top edge of the image. On the left side, there are four short horizontal white dashes stacked vertically. The title "Challenging wind and waves" is written in a large, bold, white sans-serif font. Below it, the tagline "Linking hydrodynamic research to the maritime industry" is written in a smaller, orange sans-serif font. A thin orange horizontal line is positioned to the right of the tagline.

Challenging wind and waves

Linking hydrodynamic research to the maritime industry

CAPACITEITSBEOORDELING HARTELKANAAL

Rapport nr. : 21194.600/1
Datum : 12 september 2006

Paraaf management:

MARIN
P.O. Box 28

6700 AA
Wageningen
The Netherlands

T +31 317 49 39 11
F +31 317 49 32 45

E info@marin.nl
I www.marin.nl

CAPACITEITSBEOORDELING HARTELKANAAL

MARIN opdrachtnr. : 21194.600

Opdrachtgever : Havenbedrijf Rotterdam N.V.
World Port Center
Postbus 6622
3002 AP ROTTERDAM

Auteur : ir. D. ten Hove
Voor gezien : ir. F.S.H. Verkerk

INHOUDSOPGAVE

Pagina

1	INLEIDING.....	3
2	DOEL VAN HET PROJECT	4
3	VERGELIJKING VAN DE BEPALENDE PARAMETERS.....	5
3.1	Inleiding.....	5
3.2	Vaarsnelheid	5
3.3	Onderlinge afstand van de schepen in langsrichting.....	6
3.4	Benodigde ruimte in dwarsrichting in relatie tot de beschikbare breedte.....	7
4	CAPACITEITSBEOORDELING	10
4.1	Inleiding.....	10
4.2	Capaciteit van het Hartelkanaal.....	10
4.3	Splitsing Oude Maas - Hartelkanaal	11
5	CONCLUSIES	12
	REFERENTIES	13
	BIJLAGE A	14

1 INLEIDING

In het verleden is als voorbereiding op de aanleg van Maasvlakte 2 zowel door het Havenbedrijf Rotterdam (HbR) als door Port & Maritime Consultants (PMC) in opdracht van Rijkswaterstaat Directie Zuid-Holland een studie uitgevoerd naar de capaciteit en benutting van de achterlandverbindingen met betrekking tot de binnenvaart [2, 3]. In de betreffende studies wordt o.a. een schatting gemaakt van de capaciteit van het Hartelkanaal in relatie tot het verwachte verkeersaanbod in 2020. De wijze waarop de schatting in de betreffende studies tot stand komt verschilt in methodiek, aannames en randvoorwaarden. In beide gevallen wordt geconcludeerd dat op het Hartelkanaal in de toekomst mogelijk de maximale capaciteit bereikt wordt, maar is er een relevant verschil in de omvang van het capaciteitsprobleem.

Aangezien de conclusies van de betreffende studies met betrekking tot de beoordeling en het in de toekomst daadwerkelijk bereiken van de maximaal beschikbare capaciteit uiteenlopen, is er behoefte aan een overkoepelende evaluatie waarbij de methodieken, uitgangspunten, randvoorwaarden, etc. van de betreffende studies met elkaar worden vergeleken. Doel van de vergelijking is om als onderbouwing van de MER [6, 7] een beter beeld te krijgen van eventuele te verwachten capaciteitsproblemen op een gedeelte van de achterlandverbindingen en het effect van mitigerende maatregelen.

Via de opdrachtbon 45000002448-MV-1153, heeft Havenbedrijf Rotterdam N.V. aan MARIN/MSCN gevraagd bovengeschetste evaluatie van de capaciteit van het Hartelkanaal uit te voeren.

Deze memo beschrijft de resultaten van de evaluatie. De volgende hoofdstukken komen aan de orde:

- Doelstelling;
- Vergelijking van de bepalende parameters;
- Capaciteitsbeoordeling;
- Conclusies.

2 DOEL VAN HET PROJECT

Het doel van dit project is om als onderbouwing van de MER [6, 7] door een vergelijking van de eerder uitgevoerde studies [2, 3] een beter beeld te krijgen van eventuele te verwachten capaciteitsproblemen op het Hartelkanaal en de aansluiting op de Oude Maas en de mogelijke maatregelen om capaciteitsproblemen te voorkomen.

3 VERGELIJKING VAN DE BEPALENDE PARAMETERS

3.1 Inleiding

Aan de hand van de beschikbare documentatie wordt een vergelijking gemaakt van de wijze waarop in de betreffende studies [2, 3] de schatting van de maximaal beschikbare capaciteit tot stand gekomen is. Hiertoe worden de gebruikte methodieken, aannames, randvoorwaarden en conclusies naast elkaar gezet en getoetst op basis van beschikbare richtlijnen of onderzoek [o.a. 1, 4]. In de beoordeling wordt ook het mogelijke effect van maatregelen betrokken.

De parameters die van belang zijn voor het bepalen van de maximumcapaciteit zijn:

- De vaarsnelheid van de schepen;
- De onderlinge afstand in langsrichting van de schepen om veilig te kunnen varen;
- De benodigde ruimte in dwarsrichting in relatie tot de beschikbare breedte.

In de volgende paragrafen worden de drie bepalende parameters achtereenvolgens besproken. Hiervoor zijn citaten uit de eerdere rapportages [2, 3] in cursief over genomen.

3.2 Vaarsnelheid

***PMC** p21: de snelheid van de schepen is in de bepaling van de capaciteit van een traject voor alle schepen gelijk. Per traject is een snelheid gekozen die ongeveer overeenkomt met de gemiddelde snelheid zoals deze bij de radartellingen is waargenomen voor het betreffende traject [2].*

In tegenstelling tot wat de definitie hierboven zegt, zijn in de twee berekeningen in bijlage 4 van de betreffende studie [2] de snelheden niet voor alle schepen gelijk gehouden, maar zijn vaarsnelheden van 14.4 km/u voor motorschepen en 16.2 km/u voor duwstellen gehanteerd.

***HbR** Bijlage berekening vaarwegbezetting: De snelheid van het schip is niet eenduidig te bepalen. Motorschepen kunnen een snelheid van 20 km/uur bereiken, terwijl geladen duweenheden niet harder varen dan 15 km per uur, en lege duweenheden niet harder dan 20 km per uur. Uit scheepsontwikkelingen blijkt dat de snelheid van zowel motorschepen als duweenheden toeneemt. Op grond daarvan wordt aangenomen dat de gemiddelde snelheid van schepen 18 km per uur zal bedragen in 2035 [3].*

In een drukke situatie zijn de mogelijkheden tot oplopen op het Hartelkanaal beperkt. In dat geval bepaalt bij één vaarbaan per richting het langzaamste schip de vaarsnelheid. Het is hier niet correct om een voorschot te nemen op de toekomstige ontwikkelingen in de scheepvaart. Een gemiddelde vaarsnelheid van 15 km/u zoals die ook is afgeleid uit de radartellingen [2] is dan een betere keus. Hierdoor wordt in de HbR studie de maximale capaciteit overschat.

3.3 Onderlinge afstand van de schepen in langsrichting

De termen die voor de onderlinge afstand gebruikt worden zijn bloklengte [2] en slot [3]. De PMC studie benadert de capaciteitsbeoordeling vanuit konvooivaren, waarbij de bloklengte betrekking heeft op een konvooi van schepen. Een slot is de ruimte die nodig is voor een enkel schip om veilig te kunnen varen.

PMC p21: *De bloklengte is de lengte van een konvooi opgebouwd uit scheepslengte en veilige tussenruimte welke elke schip voor zich vrij wil hebben. De bloklengte wordt gegeven door de volgende formule: $Bloklengte = B = n \times Ls(1 + Ft)$ [m] [2].*

Ls is de scheepslengte, Ft de factor voor de veilige tussenruimte en n de konvooilengte. Om de benodigde lengte voor het enkele schip te bepalen kan een konvooilengte van n=1 gehanteerd worden. In de berekening voor het Hartelkanaal wordt een factor veilige tussenruimte gebruikt van 7. Dit resulteert in een bloklengte van respectievelijk 700 m voor motorschepen en 1400 m voor duwstellen.

HbR Bijlage berekening vaarwegbezetting: *Een "slot" is het stuk vaarweg waar een schip in een bepaalde richting een "claim" op legt. De lengte van deze "claim" is de minimale afstand die de schipper nodig heeft om in zijn ogen veilig te varen, gemeten van de boeg van een schip naar de boeg van de voorligger. De lengte van het "slot" is onder andere afhankelijk van: de wettelijke stopweg, het type schip, de ladingstoestand, het tij en de weersomstandigheden. De wettelijke stopweg (de afstand waarop een schip tot stilstand moet komen m.a.w. de "remweg") is in de scheepvaart bepaald op 350 m [3].*

De wettelijke stopweg voor binnenvaartschepen is voorgeschreven in de Reglementen Onderzoek Schepen op de Rijn [ROSR, 10]. Deze stopweg wordt vastgelegd bij een startsnelheid van 13 km/u. Omgerekend naar een startsnelheid van 15 km/u wordt de vereiste stopweglengte 469 m (Klasse Vb en hoger). Voor motorschepen tot en met Klasse Va geldt een kortere stopweglengte. Doorberekening van de hogere startsnelheid resulteert in een veilige vaarafstand die ook in de HbR rapportage (Bijlage berekening vaarwegbezetting - Tabel 1) gespecificeerd wordt, maar in de opvolgende alinea genuanceerd.

HbR Bijlage berekening vaarwegbezetting: *In de praktijk blijkt de afstand die schepen tot elkaar houden kleiner te zijn. Voor motorschepen is de tussenafstand minimaal 200 m en voor duweenheden 300 m. Alleen als de weersomstandigheden al dan niet in combinatie met de getijdenstroom ongunstig zijn, zullen de binnenvaartschepen meer afstand bewaren. Er wordt aangenomen dat de lengte van een koppelverband niet meer dan 190 m bedraagt en de lengte van een duweenheden niet meer dan 260 m. De slotlengte van beide scheepstypen komt dan uit op 560 m voor duweenheden en 390 m voor motorschepen. Aangezien ongeveer 10% van de totale scheepvaart uit duweenheden bestaat is de gemiddelde lengte van een slot ongeveer 400 m [3].*

Ter illustratie, in het verkeerssimulatiemodel SIMDAS [8] wordt een factor voor de veilige tussenafstand variërend van 1.2 tot 1.9 scheepslengten gehanteerd. De factor is afhankelijk van beladingsgraad en vaarrichting (voortstrooms of tegenstrooms). Deze factoren zijn gevalideerd op basis van analyses van radarwaarnemingen. In het slechtste geval wordt hier dus een tussenafstand van 1.9 keer de scheepslengte gehanteerd. Dit zou uitkomen op een slotlengte van 2.9L ofwel 320 m voor 110 m motorschepen, 550 m voor vierbaksduwstellen en 780 m voor zesbaksduwstellen (lange

formatie). De eerste twee waarden komen redelijk overeen met de slotlengte die in de HbR studie [3] is gehanteerd. De bloklengte in de PMC studie [2] is gemiddeld te hoog en leidt tot een aanzienlijke onderschatting van de maximumcapaciteit.

De HbR studie [3] gaat uit van een binnenvaartvloot bestaande uit 90% motorschepen en 10% duwvaart. Dit wordt verder in de rapportage niet onderbouwd (geen referenties), maar vlootsamenstellingen die in eerder onderzoek zijn gebruikt [9] laten eenzelfde beeld zien (aandeel duwvaart variërend van 8% tot 12%). De PMC studie geeft op basis van een analyse van radarwaarnemingen een groter aandeel van de duwvaart op het Hartelkanaal, orde grootte 30% tot 35% (PMC rapport Bijlage 2: Tellingen van het huidige verkeer 2003 [2]). In dat geval is de gemiddelde scheepslengte (gemiddeld over alle waargenomen schepen op het Hartelkanaal) 104 m. Bij een slotlengte van 2.9L komt dit uit op een gemiddelde slotlengte van 302 m. De keus voor een slotlengte van 400 m is daarmee volgens deze zienswijze zelfs aan de conservatieve kant.

3.4 Benodigde ruimte in dwarsrichting in relatie tot de beschikbare breedte

De belangrijkste parameter voor het bepalen van de capaciteit is het aantal vaarstroken wat op de vaarweg beschikbaar is. Dit bepaalt in belangrijke mate of en waar de knelpunten op de vaarweg gaan ontstaan. Van belang hierbij is de manoeuvreerruimte die een schip nodig heeft om veilig en vlot te kunnen varen. In beide studies wordt hier uitgebreid aandacht aan besteed.

PMC p19: *Bij het ontwerp van een vaarwater wordt vaak gebruik gemaakt van de zogenaamde vaarstroken theorie. Volgens deze theorie wordt een vaarwater, indien er voldoende ruimte is, ingedeeld zoals hieronder beschreven. Er wordt uitgegaan dat het verkeer gebruik maakt van vaarstroken waarvan de breedte bepaald wordt door het grootste schip (het maatgevende schip) dat van de vaarwegstrook gebruik maakt [2].*

De studie hanteert hierbij:

- bermstroken van 20 m breed;
- tussenstroken voor verkeer varende in dezelfde richting van 10 m breed;
- een middenstrook van 20 m breed;
- vaarstroken voor verschillende klassen, zoals 23 m voor CEMT Klasse Va, 46 m voor CEMT Klasse VIa (brede tweebaksduwstellen) en 68 m voor CEMT Klasse VIc (zesbaksduwstellen in zowel brede als lange formatie).

Voor het Hartelkanaal wordt op basis van de bovenstaande strookbreedtes geconcludeerd dat op gedeelten tweestrooksverkeer (verkeer in twee richtingen) slechts mogelijk is tot en met CEMT Klasse Va en dat grotere eenheden (vanaf CEMT Klasse VIa) elkaar in ieder geval niet kunnen ontmoeten. Maximaal is beschikbaar:

- 2 bermstroken (40 m);
- een vaarstrook voor CEMT Klasse Va (23 m);
- een tussenstrook (20 m);
- een vaarstrook voor CEMT Klasse VIa (46 m) (Totaal 129 m).

Op het gedeelte Dintelhaven - Beergat zijn zelfs ontmoetingen met kleinere motorschepen niet mogelijk. In principe geldt dit ook aan de zuidkant van de Beerdam, maar hier kunnen problematische ontmoetingen vermeden worden door gebruik te maken van de Mississippihaven. De theorie leidt tot een overschatting van de

benodigde breedte en daarmee een onderschatting van de beschikbare breedte (zie hieronder).

HbR *Bijlage berekening vaarwegbezetting: Volgens Richtlijnen Vaarwegen [1] bedraagt de benodigde vaarwegbreedte (bij tweerichtingsverkeer) 125 m. Hierbij is aangenomen dat het maatgevende schip een breedte heeft van 25 m. De zijwindtoeslag is niet weergegeven voor het maatgevende schip, deze wordt geschat op 25 m. De vaarwegberekening = $4 \times \text{maatgevende breedte} + \text{zijwindtoeslag}$ [3].*

Het maatgevende schip is in het laatste geval een vierbaksduwstel.

Voor het ontwerp van kleinere vaarwegen tot CEMT Klasse Vb (lange tweebaksduwstellen en samenstellen) wordt normaal gesproken gebruik gemaakt van de Richtlijnen Vaarwegen [1]. Gebruik van de richtlijnen is niet vanzelfsprekend voor grotere vaarwegen en adviseren boven CEMT Klasse Vb vaarwegen nader onderzoek. Toch kunnen voor een eerste indruk de rekenregels wel doorgetrokken worden. Dit betekent in dit geval dat voor tweestrooks vierbaksduwvaart (CEMT Klasse VIb) voor een normaal vaarwegprofiel een breedte in het kielvlak van het geladen schip (dus op 4 m waterdiepte) van $4 \times \text{maatgevende breedte}$ en in het kielvlak van het ongeladen schip van $4 \times \text{maatgevende breedte} + \text{zijwindtoeslag}$ benodigd is. In de zijwindtoeslag moet er wel rekening mee gehouden worden dat een extra toeslag nodig is omdat 10% van het verkeer uit grotere eenheden (duwstellen en samenstellen) bestaat. Dit komt neer op: $4 \times 23 + 18$ (normale windtoeslag) + 15 m (extra windtoeslag) = 125 m. De maten voor een krap vaarwegprofiel zijn: $3 \times 23 + 24$ (normale windtoeslag in een krap profiel) + 8 (extra windtoeslag in een krap profiel) = 101 m. Dit laatste is een absolute ondergrens voor de benodigde breedte die toegepast kan worden als het een stuk vaarweg met beperkte lengte en lage verkeersintensiteit betreft.

De Richtlijnen Vaarwegen zijn overigens ook gebaseerd op de strokentheorie, maar in de richtlijnen wordt geen onderscheid meer gemaakt naar aparte berm- en middenstroken. Verondersteld wordt dat deze al verwerkt zijn in de combinatie van de benodigde manoeuvreerbreedte en de windtoeslag. In vergelijking hiermee zijn de stroken die in de PCM studie [2] gehanteerd worden aan de ruime kant en is met name de middenstrook in deze opzet overbodig, omdat deze ruimte ook al meegerekend is in de manoeuvreerstroken van de schepen zelf. Doordat de middenstrook wel meegeteld wordt, concludeert de PMC studie (PMC par. 5.2) in tegenstelling tot de richtlijnen dat ontmoetingen tussen schepen vanaf CEMT Klasse VI (brede twee-, vier- en zesbaksduwstellen) en hoger op de smalle gedeelten van het Hartelkanaal niet mogelijk zijn.

De HbR studie [3] gaat er bij de schatting van de maximale capaciteit vanuit dat er vrijwel altijd tweestrooksverkeer mogelijk is. De studie houdt daarbij onvoldoende rekening met ontmoetingen tussen grotere duweenheden (vier- en zesbaks) die niet overal op het Hartelkanaal onder alle omstandigheden mogelijk zijn.

Het Hartelkanaal heeft op een viertal locaties een beperkte breedte (zie bijlage A). De bodembreedte is hier respectievelijk 75 m, 95 m en 110 m bij 6,20 m onder NAP. Het 75 m brede deel is het traject aan de zuidkant van de Beerdam, waar problematische ontmoetingen vermeden kunnen worden door gebruik te maken van de Mississippihaven. Dit gedeelte wordt hier verder buiten beschouwing gelaten. Met een talud van 1 op 4 en een laag water van maximaal 0.5 m onder NAP is de beschikbare breedte op de andere trajecten omgerekend naar het kielvlak van een geladen schip (4

m) minimaal respectievelijk 108.6 m en 123.6 m. In het kielvlak van een ongeladen schip is de beschikbare breedte ten minste 126 m en 141 m. Volgens de richtlijnen voldoet dit aan de eisen voor een tweestrooks Klasse VIb vaarweg met een normaal profiel. Dit komt ook tot uitdrukking in de geldende regelgeving die ontmoetingen op deze locaties tussen vier- en zesbaksduwstellen en zesbaksduwstellen onderling uitsluit op deze locaties (zie bijlage A), maar verder geen restricties oplegt. De huidige regelgeving met betrekking tot de ontmoetings- en oplooplestricties is gebaseerd op uitgebreid onderzoek rond de introductie van de zesbaksduwvaart.

4 CAPACITEITSBEOORDELING

4.1 Inleiding

De PMC studie [2] richt zich met name op de capaciteit van het Hartelkanaal en bepaalt de maximale capaciteit grotendeels aan de hand van het aantal konvooien dat een enkelstrooks stuk vaarweg kan passeren. Dit is gebaseerd op de onterechte conclusie dat grotere eenheden (vanaf CEMT Klasse VIa) elkaar niet kunnen ontmoeten. In dat geval is het beter om de berekeningsmethode uit de HbR studie [3] te hanteren:

$$Capaciteit_{vaarweg} = \frac{Snelheid_{schip} * Vaarbanen}{Slot} [= \frac{schepen}{uur}]$$

In dat geval moet er wel gecorrigeerd worden voor een lagere gemiddelde vaarsnelheid en uitgesloten ontmoetingen tussen vier- en zesbaksduwstellen en zesbaksduwstellen onderling op de smallere gedeelten van het Hartelkanaal. Dit kan gedaan worden door een schatting te maken van het aantal keren per dag dat een dergelijke ontmoeting plaats zou vinden. In het slechtste geval is dan gedurende de totale passagetijd van een duwstel door het smallere gedeelte keer het aantal ontmoetingen de vaarweg niet voor ander verkeer beschikbaar. Bij het schatten van het aantal ontmoetingen wordt verondersteld dat de vier- en zesbaksduwstellen uniform verdeeld over de dag bij het smallere gedeelte aan kunnen komen.

4.2 Capaciteit van het Hartelkanaal

Op basis van prognoses voor de verkeersintensiteit en verkeerssamenstelling in 2015 [2] veronderstellen we dat er dagelijks één zesbaksduwstel en 18 vierbaksduwstellen opvaren en eveneens één zesbaksduwstel en 18 vierbaksduwstellen afvaren¹. Aangenomen dat deze schepen 24 uur per dag doorvaren, uniform verdeeld over de dag aankomen en een vaarsnelheid van 15 km/u hebben, dan vinden er per dag op een stuk vaarweg van 5 km 0.027 ontmoetingen tussen zesbaksduwstellen plaats (of omgerekend eens in de 36 dagen) en 1 ontmoeting per dag tussen een vierbaksduwstel en een zesbaksduwstel. (De smallere gedeelten in het Hartelkanaal hebben een lengte van maximaal 4 km. Hier is voor het rekenvoorbeeld aan beide zijden een invoegstrook van 500 m toegevoegd.) Het verwachte aantal ontmoetingen tussen zesbaksduwstellen op een smal gedeelte is niet significant. Dit wordt ook in beide studies [2, 3] beaamd. Het aantal ontmoetingen tussen een vierbaksduwstel en een zesbaksduwstel (1 per dag) is zodanig dat dit door een goede verkeersbegeleiding opgelost kan worden (door snelheidsaanpassingen de ontmoeting plaats laten vinden op een breder gedeelte). De vaarweg biedt hiervoor voldoende ruimte. In het slechtste geval resulteert dit dus in een reistijdverlies voor het wachtende duwstel van 20 minuten (de tijd die het andere duwstel nodig heeft om het smalle gedeelte te passeren. Gedurende deze 20 minuten is er alleen maar enkelstrooks verkeer mogelijk. Aangezien er twee smalle gedeeltes zijn, is er maximaal 40 minuten per dag geen tweestrooksverkeer mogelijk. Deze schatting is hiermee aan de voorzichtige kant, omdat op één van de twee locaties pas bij windsnelheden van 6 Bft en meer geen ontmoetingen plaats kunnen vinden.

¹ Recente gegevens van ThyssenKrupp Veerhaven geven aan dat het aantal vaarten met zesbaksduwstellen sterk toeneemt. De verwachting is dat dit ten koste zal gaan van het aantal vaarten met vierbaksduwstellen.

De gevolgen van de lagere gemiddelde vaarsnelheid (15 km/u in plaats van 18 km/u) en de beperkingen aan de ontmoetingen tussen de grotere duweenheden is dat de capaciteit van 1080 schepen per dag per richting (HbR studie) reduceert naar 875 per dag per richting of 36.5 schepen per uur per richting. Omdat de gehanteerde slotlengte van 400 m aan de conservatieve kant is, mag aangenomen worden dat dit een ondergrens voor de capaciteit aangeeft.

Bij een vaarsnelheid van 12 km/u reduceert dit tot 688 per dag per richting of 28.7 schepen per uur per richting.

De verwachting is dat er in 2035 gemiddeld ca. 15 schepen per uur per richting passeren (HbR Bijlage Berekening Vaarwegbezetting Tabel 2) en 27 op een druk moment. In beide gevallen ligt dit nog ruim onder de maximale capaciteit (36.5 schepen per uur per richting) bij een vaarsnelheid van 15 km/u. Bij een vaarsnelheid van 12 km/u komt dit op drukke momenten in de buurt van de maximum capaciteit 28.7 schepen per uur per richting). De piekfactor van 1.8 keer het gemiddelde voor een druk moment komt overeen met de resultaten van eerdere tellingen in het Benedenrivieren gebied [2].

4.3 Splitsing Oude Maas - Hartelkanaal

In beide studies [2, 3] wordt geconcludeerd dat de capaciteit op knooppunten, zoals de splitsing Hartelkanaal – Oude Maas, veel lager is omdat rekening gehouden moet worden met aangepaste snelheden, in- en uitvoegend verkeer. In beide studies wordt uiteindelijk een reductie van 50% gehanteerd. Verkeersanalyses (o.a. [2]) voor vergelijkbare situaties komen op vergelijkbare waarden uit indien het verkeersaanbod van en naar alle aansluitende takken ongeveer even groot is. Dit percentage ligt hoger als het verkeer van en naar één van de aansluitende takken in verhouding veel kleiner is dan de hoofdverkeersstroom. Uitgaande van 50% betekent dit dat we op de splitsing Hartelkanaal – Oude Maas rekening moeten houden met een maximale capaciteit op de aansluitende vaarweg van ca. 19 schepen per uur. Dit is ruim lager dan het verwachte aanbod (27 schepen per uur) op piekmomenten. Dit kan verbeterd worden:

- door de verkeersstroom in één richting zo klein mogelijk te maken (b.v. de verkeersstroom Hartelkanaal – Oude Maas Noord v.v.), waardoor de andere verkeersstromen meer ruimte krijgen en de capaciteit op het splitsingspunt veel beter in de buurt kan komen van de capaciteit van een doorgaande vaarweg. In dat geval is het van belang dat de aansluitende vaarwegen zelf wel voldoende capaciteit hebben om als buffer te dienen;
- de verkeersafwikkeling op het splitsingspunt te optimaliseren, b.v. door het verbeteren van de doorvaart bij de Botlekbrug (wordt uiterlijk 2015 uitgevoerd), waardoor ook de afwikkeling van het verkeer op het splitsingspunt veel vlotter kan verlopen.

5 CONCLUSIES

1. De PMC studie [2] bepaalt de maximale capaciteit grotendeels aan de hand van het aantal konvoien dat een enkelstrooks stuk vaarweg kan passeren. Dit is gebaseerd op de conclusie dat, in tegenstelling tot de Richtlijnen Vaarwegen [1], grotere eenheden (vanaf CEMT Klasse VIa) elkaar op het Hartelkanaal niet kunnen ontmoeten. In dat geval is het beter om de berekeningsmethode uit de HbR studie [3] te hanteren die uitgaat van een tweestrooksvaarweg. In dat geval moet er wel gecorrigeerd worden voor een lagere gemiddelde vaarsnelheid en voor uitgesloten ontmoetingen tussen vier- en zesbaksduwstellen en zesbaksduwstellen onderling op de smallere gedeelten van het Hartelkanaal.
2. De verwachte verkeersintensiteit op het Hartelkanaal ligt bij een gemiddelde vaarsnelheid van 15 km/u nog ruim onder de maximale capaciteit (36.5 schepen per uur per richting). Bij een vaarsnelheid van 12 km/u komt de verwachte intensiteit op drukke momenten in de buurt van de maximumcapaciteit 28.7 schepen per uur per richting (situatie 2035).
3. De capaciteit van het splitsingspunt Oude Maas – Hartelkanaal is voldoende voor het verwachte gemiddelde aanbod, maar ruim lager dan het verwachte aanbod (27 schepen per uur) op piekmomenten (situatie 2035). Dit kan verbeterd worden:
 - door de verkeersstroom in één richting zo klein mogelijk te maken, waardoor de andere verkeersstromen meer ruimte krijgen en de capaciteit op het splitsingspunt veel beter in de buurt kan komen van de capaciteit van de doorgaande vaarweg (36.5 schepen per uur per richting);
 - de verkeersafwikkeling op het splitsingspunt te optimaliseren, zoals door het verbeteren van de doorvaart bij de Botlekbrug, waardoor ook de afwikkeling van het verkeer op het splitsingspunt veel vlotter kan verlopen.

REFERENTIES

- [1] Richtlijnen Vaarwegen, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, december 2005.
- [2] Onderzoek achterlandverbindingen Maasvlakte 2 binnenvaart, PMC, 7 april 2004.
- [3] Maasvlakte 2, Analyse verkeersafwikkeling, Havenbedrijf Rotterdam, 31 oktober 2004.
- [4] Enquête naar de routekeuze van de binnenvaart in de haven van Rotterdam, RWS-AVV, 25 januari 2005.
- [5] Notitie "Analyse bezettingsgraad Hartelkanaal", Havenbedrijf Rotterdam, 20 juli 2006.
- [6] MER Aanleg Maasvlakte 2, Milieueffectrapport, Conceptversie 1.1, Havenbedrijf Rotterdam, 14 juli 2006.
- [7] MER Aanleg Maasvlakte 2, Bijlage Nautische Veiligheid en Bereikbaarheid, Conceptversie 1.1, Havenbedrijf Rotterdam, 14 juli 2006.
- [8] Beschrijving Algemeen Scheepvaart Simulatiemodel, TNO-Iweco Rapport 5137004-88-2, maart 1988.
- [9] Evaluatie Verkeersafwikkeling Benedenrivieren m.b.v. SIMDAS, MSCN Rapport nr. OV120.10/4, mei 1997.
- [10] Reglementen voor de Rijn- en binnenvaart, Reglementen Onderzoek Schepen op de Rijn, Sdu Uitgevers, Den Haag.

BIJLAGE A

ONTMOETINGS- EN OPLOOPRESTRICTIES HARTELKANAAL (BRON: DIVISIE HAVENMEESTER HBR)

Ontmoeting		Ontmoeting toegestaan in vaarwegvak		
Lege dalvaart	Geladen bergvaart	Havennummer 5035 – 5074 (Geervliet – Heenvliet) Ca. 3,5 km Breedte 110 m (h = 6,20 m)	Havennummer 6504 – 6535 (Dintelhaven – Beergat) Ca. 4 km. Breedte 95 m (h = 6,20 m)	Havennummer 6546 – 6570 **) (Ten Zuido van de Beerdam) Ca. 2,5 km Breedte 75 m (h = 6,20 m)
4 bakken	6 bakken	Nee	Nee, vanaf 6 Bft.	Nee
6 bakken	4 bakken	Nee	Nee, vanaf 6 Bft.	Nee
6 bakken	6 bakken	Nee	Nee, vanaf 6 Bft.	Nee

**) Scheepvaart kan hier ook gebruik maken van de Mississippihaven (parallel aan het Hartelkanaal), waardoor op dit traject in de praktijk feitelijk geen restrictie bestaat.

Oplopen		Oplopen toegestaan in vaarwegvak
		Havennummer 6001 -6052 (Rozenburgse sluis - Hotel De Beer v.v.) Ca. 4 km Breedte 95 m (h = 6,20 m)
Samenstel	Samenstel	Nee

- De breedte van het Hartelkanaal buiten de bovengenoemde engtes bedraagt circa 200 m.
- De waterdiepte van het Hartelkanaal bedraagt minimaal 6,20 meter onder NAP. De helling van de taluds langs het kanaal is 1 op 4.