



Landaanwinning

Nautische Bereikbaarheid en Veiligheid, hoofdrapport

(Eindversie definitief)

Verkenning ontwerpruimte – Set 1 alternatieven

Toetsblad					
Documentcode	AAN-02-325	Titel	Nautische Bereikbaarheid en Veiligheid, hoofdrapport		
Opstellen document		Datum	Paraaf	Versie	Opmerking/ Document
Opgesteld door	G. Kant	8-11-02		1.1	
Collegiale toets				1.2	
Uitgevoerd door	D. Heineke	20-11-02			
Interne afstemming				1.2	
PION	P. Eversdijk	20-12-02			
Basisinfra	J. Plugge	20-12-02			
Operationele infra	n.v.t.				
RO/MER	n.v.t.				
Natuur	n.v.t.				
FEV	n.v.t.				
BJZ	n.v.t.				
Externe toets				1.3	
Uitgevoerd door	Prof. H. Ligteringen	20-12-02			
	Prof. J.F. Agema	20-12-02			
Kwaliteitstoets				1.5	
Uitgevoerd door	H. Janssen	27-01-03			
MT behandeling (toetsing projectdoelstelling)				1.6	
Vrijgave aan MT	F. Meijer	29-01-03			
Goedgekeurd door	Projectsecretaris N. van Limborgh	29-01-03		1.6	Definitief
Vertrouwelijkheid	Status	A		C (Vertrouwelijk)	
Administratieve afhandeling					
Opgenomen archief	Archivaris Th. van der Zanden			Nr: Digitaal/ losbladig	

Voorwoord

Voor u ligt het rapport 'Nautische Bereikbaarheid en Veiligheid, hoofdrapport' als onderdeel van het informatiepakket dat het Expertisecentrum PMR heeft samengesteld ten behoeve van het overleg tussen het Rijk en de gemeente Rotterdam over de uitbreiding van de Maasvlakte. In 2002 heeft het EC-PMR op basis van de PKB-plus Deel 3 de (ontwerp)ruimte verkend voor de zeewaartse uitbreidingsmogelijkheden van de havenfaciliteiten van Rotterdam - de Landaanwinning. De diverse studies en onderzoeken in het kader daarvan zijn gerapporteerd in thema- of aspectrapporten (zoals het voorliggende) en qua resultaten en conclusies tevens in de integrale nota 'Verkenning ontwerpruimte - eindresultaten'.

Kwaliteitsborging

Gezien het karakter van de verkenning van de ontwerpruimte - verbreding én verdieping van kennis - en het gekozen tijdpad, heeft de afronding van de rapportages op de verschillende niveaus grotendeels synchroon gelopen met de interne afstemming en in- en externe toetsingen. Het commentaar voortgekomen uit deze toetsingen is verwerkt. Eventuele kritische kanttekeningen uit die toetsingen zijn hierna aangegeven.

Daarnaast heeft er een commentaarronde plaatsgevonden met de opdrachtgevers. De resultaten hiervan zijn grotendeels verwerkt; hoe het EC met dit commentaar is omgegaan, is vastgelegd in een reactie aan de opdrachtgever. Eventuele punten van discussie die niet konden worden verwerkt, alsmede kritische kanttekeningen van belang voor de volgende fase in het proces, zijn hierna aangegeven.

Belangrijkste discussiepunten

Bespreking van de resultaten van deze rapportage met de opdrachtgevers heeft de volgende discussiepunten naar voren gebracht:

1. De doorsteek Hartelkanaal ten behoeve van de binnenvaart is niet in de rapportage beschouwd.
2. Eisen, waaronder de downtime eisen voor de binnenvaart, staan nog ter discussie.
3. Wachtijdproblematiek vereist kwantificerend onderzoek. In het onderzoek is wachtijd bovendien gehanteerd als een van de indicatoren voor nautische veiligheid. Dit zal in het vervolg nader moeten worden uitgesplitst in achterliggende factoren.
4. Een integrale veiligheidsbeschouwing ten aanzien van de scheepvaart ontbreekt. Bijvoorbeeld:
 - wat zijn de veiligheidsconsequenties van de verkeerstoename bij de Maasvlakte Olie Terminal
 - andere verkeersknelpunten dan Beerkanaal/Yangtsehaven,
 - verkeersveiligheid rede van Hoek van Holland.
5. Een beschouwing over de vaarwegcapaciteit van het Hartelkanaal ontbreekt.
6. Consequenties van de Landaanwinning op de tijpoorten zijn niet gekwantificeerd.
7. De nautische veiligheid en bereikbaarheid tijdens de bouw is onderbelicht.

Het eerste discussiepunt is onderwerp van nader onderzoek bij EC-PMR. De andere onderwerpen vereisen nadere aandacht in een vervolgfase van het project.

Samenvatting

Achtergrond en kader

Het project Landaanwinning vormt een deelproject van het project Mainportontwikkeling Rotterdam (PMR). De doelstellingen voor PMR als geheel zijn: versterking van de positie van de mainport Rotterdam en het verbeteren van de kwaliteit van de leefomgeving in Rijnmond. Het doel van het deelproject Landaanwinning is om in aansluiting op het bestaande havengebied maximaal 1.000 ha netto uitgeefbaar haven- en industriegebied te realiseren. Om de aanleg van de landaanwinning mogelijk te maken is in 1997 een PKB-plus procedure opgestart.

In de periode tussen vaststelling van het kabinetsstandpunt (PKB-plus Deel 3) en afronding van de procedure (PKB-plus Deel 4) is door het Expertisecentrum PMR (EC-PMR) gezocht naar de ontwerpruimte binnen de randvoorwaarden van de PKB: de 'verkenning van de ontwerpruimte'. Het resultaat is een set van zeven onderscheidende alternatieven die samen de ontwerpruimte afbakenen: de Set 1 alternatieven met als peildatum 15 juni 2002. Deze Set 1 is geen verzameling oplossingen waaruit gekozen hoeft te worden, maar veeleer een verzameling van combinaties van de uitersten der ontwerpvariabelen, zoals zeevaarttoegang, inrichting et cetera. Voor elk alternatief is naast de eindfase ook een eerste aanlegfase gedefinieerd.

Binnen het EC-PMR zijn de Set 1 alternatieven gebruikt voor het uitvoeren van onderzoeken ten aanzien van diverse thema's en aspecten. Elk van deze onderzoeken leidt tot een beschouwing van het desbetreffende thema of aspect, een beoordeling van de alternatieven op dat thema of aspect en eventueel tot aanbevelingen voor aanpassingen van het ontwerp van de alternatieven.

Doel van onderliggend rapport

De doelstelling van deze rapportage is het geven van een overzicht van de nautische bereikbaarheid en veiligheid van de zeven beschouwde alternatieven van Set 1.

De alternatieven zijn voor het aspect nautische bereikbaarheid en veiligheid beoordeeld en getoetst aan het Programma van Eisen. Achtereenvolgens zijn gepresenteerd:

- de beoordeling van het alternatief;
- de toetsing van het alternatief aan het programma van eisen;
- de mogelijkheden tot verbetering.

Waar relevant is de beoordeling en toetsing omkleed met argumentatie, uitleg en achtergronden. In andere gevallen wordt volstaan met een verwijzing naar een onderliggend rapport.

Toetsing van de Set 1 alternatieven aan het Programma van Eisen

Op basis van de uitgevoerde onderzoeken en analyses wordt geconcludeerd dat geen van de beschouwde alternatieven in de eindfase volledig voldoet aan het programma van eisen. Dit wil zeggen dat voor geen van de alternatieven een vergelijkbare nautische bereikbaarheid en veiligheid ten opzichte van de huidige situatie wordt bereikt.

Beoordeling van de Set 1 alternatieven

De hoofdlijnen van de beoordelingsresultaten worden gepresenteerd in het onderstaande.

Stromingen

De resultaten van de stromingsanalyses laten zich als volgt samenvatten. Bij het meest zeewaarts gelegen punt van de Landaanwinning treden in het algemeen de hoogste stroomsnelheden op ten gevolge van stroomcontractie. Op deze plaatsen worden daardoor tevens grote ontgrondingen verwacht (variërend van 10 tot 40 m in 20 jaar tijd). Ontgrondingskuilen kunnen door stroomaantrekking een vergrotend effect hebben op de dwarsstroomsnelheden langs de vaarbaan. Indien dit leidt tot een ongewenste verslechtering van de nautische bereikbaarheid en veiligheid dient de ontwikkeling van de ontgroning voorkomen te worden middels het aanbrengen van een bodembescherming.

Gezien het feit dat de bereikbaarheid van de haven negatief wordt beïnvloed door een toename van dwarsstroomsnelheden en stromingsgradiënten langs de vaarbaan wordt aanbevolen om (i) de zeevaartse uitbouw zo veel als mogelijk te beperken (reductie stroomcontractie) en (ii) om het meest zeevaarts gelegen punt van de Landaanwinning zo ver mogelijk van de vaarbaan te verwijderen. Op deze wijze worden de negatieve effecten van de stroming op de scheepvaart zo veel mogelijk beperkt.

Het stroombeeld langs de vaarbaan naar de Maasmond is bij Alternatieven Ia1, A1 en B1 in grote lijnen vergelijkbaar met de huidige situatie. Deze alternatieven worden gekenmerkt door een relatief beperkte zeevaartse uitbouw, waarbij de afstand van het contractiepunt tot de vaarweg relatief groot is. Dit leidt tot een uitwaaiing en bijdraaiing van de stroming hetgeen een gunstig effect heeft op de reductie van de dwarsstroomsnelheden langs de vaarbaan.

Dit in tegenstelling tot de Alternatieven D1, E1 Ia1 en II-1. Bij deze alternatieven is de zeevaartse uitbouw groter en is het contractiepunt vrijwel naast de vaarbaan gepositioneerd. Bij deze alternatieven is de dwarsstroming groter in vergelijking tot de huidige situatie. Referentieontwerp II-1 is verreweg het slechtste ontwerp, tijdens de vloed ontwikkelt zich een sterke neerstrooming voor de havenmond.

Zeevaart – controleerbaarheid van de manoeuvres

De controleerbaarheid van de manoeuvres, en daarmee de nautische bereikbaarheid en veiligheid, naar de Landaanwinning en het huidige havengebied voor de zeevaart is direct afhankelijk van het stroombeeld voor de haven. Hoe groter de dwarsstroming voor de havenmond hoe slechter de controleerbaarheid van de manoeuvre. Een soortgelijke vergelijking gaat op voor de gradiënten van de dwarsstroming.

Alternatieven Ia1, A1 en B1 scoren wat betreft het binnenvaren van de Maasmond vergelijkbaar met de huidige situatie. De Alternatieven D1, E1 en Ia1 scoren minder goed voor beschouwde scheepsklassen: grote containerschepen, geulgebonden vaart en voor de kleinere zeevaart tot 100m lengte. Referentieontwerp II-1 scoort wat betreft het binnenvaren slecht, de sterke neerstrooming in de havenmond sluit een gecontroleerde manoeuvre uit. De Alternatieven D1, E1, Ia1 en II-1 verminderen hiermee dus de bereikbaarheid en veiligheid van de gehele Rotterdamse haven.

Alternatieven Ia1 en A1 scoren laag wat betreft de controleerbaarheid van de manoeuvres (zonder sleepbootassistentie) in de haven. Onder alle omstandigheden dienen maatgevende containerschepen (12.500 TEU) daarom met sleepbootassistentie vanaf de Papegaaiebek naar de Landaanwinning te varen. Voor de Alternatieven B1, D1, E1 en Ia1 geldt dat deze schepen tot 5 Bft. het centraal kanaal zonder sleepbootassistentie gecontroleerd kunnen bereiken.

Zeevaart – vaartijd

De vaartijden zijn voor de Alternatieven B1, D1, E1, Ia1 en II-1 gunstig. Binnen 40 minuten vaart een containerschip vanaf de havenmond tot aan het eerste havenbassin van de Landaanwinning.

De vaartijden voor de Alternatieven Ia1 en A1 zijn ongunstig. De vaartijd tot het eerste havenbassin is ca. 90 minuten, waarvan ca. 60 minuten geassisteerd door sleepboten.

Zeevaart - wachttijd

Voor de wachttijd, vertraging ten gevolge van verkeersdrukte, zijn er twee kenmerkende situaties gevonden.

De eerste betreft de situatie bij de Alternatieven Ia1 en A1. Bij deze alternatieven ontwikkelt de kruising Beerkanaal / Yangtzehaven zich tot een bottleneck voor zowel Maasvlakte 1 als de Landaanwinning. Deze kruising biedt onvoldoende ruimte om het verkeersaanbod van een volledig ontwikkelde Landaanwinning op veilige en vlotte wijze te verwerken. Lange wachttijden zullen daarvan het gevolg zijn.

De andere situatie betreft de Alternatieven B1, D1, E1, Ia1 en II-1. Bij deze alternatieven doen zich naar verwachting geen grote problemen voor.

Binnenvaart

Voor de binnenvaart zijn drie kenmerkende situaties te onderscheiden in beschouwde alternatieven.

De eerste betreft de situatie bij de Alternatieven Ia1 en A1. Bij deze alternatieven wordt de vaarweg gekarakteriseerd door gunstige condities wat betreft golven en stroming. Daarentegen worden voor de eindsituatie lange wachttijden voorspeld in verband met de beperkte capaciteit van het knooppunt Beerkanaal / Yangtzehaven.

De tweede situatie betreft de Alternatieven B1, D1, E1, IIa1 en II-1. Bij deze alternatieven is de vaarbaan naar de Landaanwinning voorzien via een doorsteek van de Yangtzehaven.

Verkeerstechnisch zijn bij deze oplossing geen grote problemen te verwachten. Echter, ongunstige hoge lokale stroomsnelheden in de doorsteek leiden tot een slechte bereikbaarheid van de Landaanwinning voor de binnenvaart. Bij al de genoemde alternatieven is de stroomsnelheid gedurende tenminste 35% van de tijd groter dan 0,5 m/s. Deze stroomsnelheid is voornamelijk gekozen als bovengrens voor een veilige gecontroleerde vaart in de doorsteek, gegeven de combinatie van de bocht in de vaarweg, de brug, de verkeersintensiteit en de stroomversnellingen en -vertragingen. Het genoemde percentage kan als downtime ten gevolge van stroming gezien worden.

Bij Alternatief B1 is de bescherming tegen golven bovendien onvoldoende. Gedurende meer dan 10% van de tijd is de haven onbereikbaar voor de binnenvaart (downtime ten gevolge van golven). Bij Alternatieven D1 en E1 is deze downtime voor duweenheden 3 à 4 % hetgeen net boven de gestelde eis van 3% is. Dit is echter te verhelpen door de beschermingsdam van de doorsteek met ca. 500 m te verlengen.

Intrinsieke veiligheid – zeevaart en binnenvaart

Drie alternatieven zijn voor de zeevaart als onvoldoende intrinsiek veilig beoordeeld.

Bij Referentieontwerp Ia1 en A1 wordt dit veroorzaakt door (i) de geringe afstand tussen de bocht rond de Papegaaiebek en de kruising Beerkanaal / Yangtzehaven, (ii) de onoverzichtelijke ligging van de kruising en (iii) door de geringe afstand tussen de drukbevaaren vaarweg en de jetty van de Maasvlakte Olie Terminal (veiligheidsrisico).

Bij Alternatief B1 is de toegang tot de Landaanwinning als onvoldoende intrinsiek veilig beoordeeld gezien de ligging van de bocht direct na de havenmond.

Voor de binnenvaart zijn de Alternatieven B1, D1, E1, IIa1 en II-1 als onvoldoende intrinsiek veilig beoordeeld gezien de ongelukkige combinatie van factoren bij de doorsteek van de Yangtzehaven. Bij de doorsteek is een brug over de vaarbaan voorzien op de plek waar tevens de bocht naar de Landaanwinning start. Dit, in combinatie met grote lokale stroomsnelheden, heeft tot dit oordeel geleid.

Nautische bereikbaarheid en veiligheid tijdens de bouw

Het programma van eisen stelt dat de nautische bereikbaarheid en veiligheid van de haven ook tijdens de bouw van de Landaanwinning gewaarborgd dient te zijn. Hier is tot dusverre weinig aandacht aan besteed. Wel kan worden gesteld dat de mogelijke hinder tijdens de bouw wordt bepaald door (i) het extra aantal scheepsbewegingen, (ii) de afstand van de bouwwerkzaamheden tot het doorgaande verkeer en (iii) de mogelijk ongunstige stroombeelden die een onvoltooide buitencontour veroorzaakt.

Ten aanzien van het laatste wordt opgemerkt dat oriënterende stromingssimulaties hebben aangetoond dat tijdens de bouw van de havendammen (van bijvoorbeeld Referentieontwerp IIa1) ongunstige stromingspatronen kunnen optreden die de bereikbaarheid van de haven nadelig zullen beïnvloeden.

Hoewel slechts verkennend onderzocht, kan gesteld worden dat de nautische bereikbaarheid en veiligheid tijdens bouw van de alternatieven met havendammen direct langs de vaarbaan (D1, E1, IIa1 en II-1) veel lastiger zal zijn te garanderen in vergelijking tot alternatieven waarbij de bouwactiviteiten op enige afstand van de vaarbaan plaats vinden (Ia1, A1 en B1).

Daarmee is ook de nautische bereikbaarheid en veiligheid tijdens de bouw een onderscheidend aspect voor de beschouwde alternatieven.

Conclusies ten aanzien van de beoordeling van de Set 1 alternatieven

Op basis van het onderliggende onderzoek worden de volgende conclusies getrokken:

1. Geen van de beschouwde alternatieven voldoet, zowel voor de eerste fase als voor de eindfase, volledig aan het programma van eisen, zoals dat nu geformuleerd is.
2. Een zeewaartse uitbouw direct naast de vaarweg (Alternatieven D1, E1, IIa1 en II-1) leidt tot een verminderde nautische bereikbaarheid en veiligheid van de gehele haven. Dit geldt zowel voor de eerste fase als voor de eindfase.
3. Een zeevaarttoegang tot de Landaanwinning via een doorsteek van de Yangtzehaven (Alternatieven Ia1 en A1) kan tot hoge wachttijden leiden in de eindfase.

Aanbevelingen

Op basis van de resultaten van de uitgevoerde onderzoeken en analyses worden de volgende aanbevelingen gedaan:

Programma van Eisen

In het huidige programma van eisen wordt in feite onbeperkte bereikbaarheid geëist voor alle schepen met uitzondering van de getijgebonden schepen. Dit betekent dat de haven gedimensioneerd moet worden voor een toekomstig groot containerschip of gastanker die onder alle omstandigheden veilig de haven moet kunnen bereiken. Deze (toekomstige) schepen zullen de haven zeer waarschijnlijk niet dagelijks bezoeken. De vraag die gesteld moet worden is: is het reëel dat deze schepen onder alle omstandigheden op de piek van de vloed moeten kunnen binnenlopen of is het acceptabel dat deze schepen incidenteel de aankomst 1 à 2 uur vertragen zodat de omstandigheden voor binnenkomst veel gunstiger zijn?

Het wordt daarom aanbevolen om per maatgevende scheepsklasse een bereikbaarheidseis te stellen in termen van maatgevende omstandigheden en in termen van acceptabele wachttijd ten gevolge van omgevingscondities. Deze aanpak is analoog aan de huidige bereikbaarheidseisen die gelden voor de getijgebonden schepen.

Meer in het algemeen geldt dat de nautische eisen vaak niet ondubbelzinnig zijn opgesteld. Daarnaast is niet altijd duidelijk of de eis geldt voor de eindfase, voor de eerste fase of voor beide. Het wordt daarom aanbevolen de eisen te herformuleren zodat deze helder, volledig en gekwantificeerd zijn.

Nautische bereikbaarheid en veiligheid tijdens de bouw

Het wordt aanbevolen dit onderwerp mee te laten wegen in de afweging van de alternatieven. Tevens wordt aanbevolen dit onderwerp in meer detail te beschouwen indien een voorkeursalternatief bekend wordt.

Vaarwegcapaciteit

Het verdient aanbeveling om, voor de alternatieven waarbij de zeevaart van en naar de Landaanwinning door de Yangtzehaven wordt geleid, aanvullend onderzoek uit te voeren ten aanzien van de vaarwegcapaciteit, de verkeersintensiteit en de daaruit voortvloeiende wachttijden voor diverse ontwikkelingsfasen van de Landaanwinning. Dit is van invloed op de keuze ten aanzien van de fasering van de Landaanwinning.

Voorkeursconcept van de Landaanwinning

Op basis van een aangescherpt programma van eisen kan een voorkeursconcept voor de Landaanwinning worden ontwikkeld. Bij deze lay-outkeuze dient rekening gehouden te worden de volgende richtlijnen:

1. De bereikbaarheid van de haven wordt positief beïnvloed indien: (i) de buitencontour van de Landaanwinning gestroomlijnd is zodat geen loslating van de stroming optreedt, (ii) het meest zeewaarts gelegen punt van de Landaanwinning zo ver mogelijk van de vaarbaan wordt gehouden en (iii) de zeewaartse uitbouw van de landaanwinning zo veel als mogelijk wordt beperkt.

2. De zeevaarttoegang tot de Landaanwinning via de Yangtzehaven (Alternatieven Ia1 en A1) dient te worden geoptimaliseerd teneinde de wachttijden te beperken en de veiligheid te waarborgen. Tevens wordt aanbevolen een zeevaarttoegang tot de Landaanwinning via een verlengd Hartelkanaal nader te beschouwen.
3. De binnenvaarttoegang tot de Landaanwinning via de Yangtzehaven (Alternatieven B1, D1, E1, IIa1 en II-1) dient te worden geoptimaliseerd teneinde een veilige vaart mogelijk te maken. Tevens wordt aanbevolen de binnenvaarttoegang tot de Landaanwinning via een verlengd Hartelkanaal nader te beschouwen.

Het wordt aanbevolen om voor het voorkeursconcept gelijkaardige, maar meer gedetailleerde, analyses uit te voeren naar de nautische bereikbaarheid en veiligheid.

Inhoudsopgave

Blz.

VOORWOORD 5

SAMENVATTING	7
1 INTRODUCTIE.....	19
1.1 ACHTERGROND.....	19
1.2 FASE IN HET ONTWERPPROCES.....	19
1.3 DOEL ONDERZOEKEN SET 1 ALTERNATIEVEN.....	19
1.4 NAUTISCHE BEREIKBAARHEID EN VEILIGHEID	20
1.5 DOELSTELLING	20
1.6 LEESWIJZER	21
2 UITGANGSPUNTEN, BEOORDELINGSAAHPAK EN DEFINITIES.....	23
2.1 INTRODUCTIE.....	23
2.2 UITGANGSPUNTEN	23
2.3 BEOORDELINGSAAHPAK	23
2.4 DEFINITIE NAUTISCHE BEREIKBAARHEID EN VEILIGHEID	25
3 PROGRAMMA VAN EISEN	27
3.1 INLEIDING	27
3.2 ONTWERPKNOP 1: BEREIKBAARHEID OVER WATER	27
3.3 ONTWERPKNOP 2: MAATGEVENDE OMSTANDIGHEDEN	28
3.4 ONTWERPKNOP 3: MAATGEVENDE SCHEPEN.....	29
3.5 OPMERKINGEN	29
4 BEOORDELING EN TOETSING VAN REFERENTIEONTWERP IA1	31
4.1 BESCHRIJVING VAN HET ALTERNATIEF	31
4.2 BEOORDELING EINDFASE.....	31
4.2.1 Waterbeweging	31
4.2.2 Zeevaart	32
4.2.3 Binnenvaart	33
4.2.4 Vaarwegcapaciteit en intrinsieke veiligheid	33
4.2.5 Integraal oordeel nautische bereikbaarheid en veiligheid van de Landaanwinning	34
4.2.6 Integraal oordeel nautische bereikbaarheid en veiligheid bestaand havengebied	34
4.3 BEOORDELING EERSTE FASE	35
4.4 MOGELIJKHEDEN TOT VERBETERING	35
4.5 GEVOELIGHEID VAN DE RESULTATEN VOOR ANDERE ONTWERPSCHEPEN	36
5 BEOORDELING EN TOETSING VAN ALTERNATIEF A1	37
5.1 BESCHRIJVING VAN HET ALTERNATIEF	37
5.2 BEOORDELING EINDFASE.....	37
5.2.1 Waterbeweging	37
5.2.2 Zeevaart	38
5.2.3 Binnenvaart	38
5.2.4 Vaarwegcapaciteit en intrinsieke veiligheid	38
5.2.5 Integraal oordeel nautische bereikbaarheid en veiligheid van de Landaanwinning	38
5.2.6 Integraal oordeel nautische bereikbaarheid en veiligheid bestaand havengebied	39
5.3 BEOORDELING EERSTE FASE	39
5.4 MOGELIJKHEDEN TOT VERBETERING	40
5.5 GEVOELIGHEID VAN DE RESULTATEN VOOR ANDERE ONTWERPSCHEPEN	40
6 BEOORDELING EN TOETSING VAN ALTERNATIEF B1	41
6.1 BESCHRIJVING VAN HET ALTERNATIEF	41
6.2 BEOORDELING EINDFASE.....	41
6.2.1 Waterbeweging	41

6.2.2	Zeevaart	42
6.2.3	Binnenvaart	43
6.2.4	Vaarwegcapaciteit en intrinsieke veiligheid	44
6.2.5	Integraal oordeel nautische bereikbaarheid en veiligheid van de Landaanwinning	45
6.2.6	Integraal oordeel nautische bereikbaarheid en veiligheid bestaand havengebied	45
6.3	BEOORDELING EERSTE FASE	46
6.4	MOGELIJKHEDEN TOT VERBETERING	46
6.5	GEVOELIGHEID VAN DE RESULTATEN VOOR ANDERE ONTWERPSCHEPEN	47
7	BEOORDELING EN TOETSING VAN ALTERNATIEF D1	49
7.1	BESCHRIJVING VAN HET ALTERNATIEF	49
7.2	BEOORDELING EINDFASE	49
7.2.1	Waterbeweging	49
7.2.2	Zeevaart	49
7.2.3	Binnenvaart	50
7.2.4	Vaarwegcapaciteit en intrinsieke veiligheid	51
7.2.5	Integraal oordeel nautische bereikbaarheid en veiligheid van de Landaanwinning	52
7.2.6	Integraal oordeel nautische bereikbaarheid en veiligheid bestaand havengebied	52
7.3	BEOORDELING EERSTE FASE	53
7.4	MOGELIJKHEDEN TOT VERBETERING	53
7.5	GEVOELIGHEID VAN DE RESULTATEN VOOR ANDERE ONTWERPSCHEPEN	54
8	BEOORDELING EN TOETSING VAN ALTERNATIEF E1	55
8.1	BESCHRIJVING VAN HET ALTERNATIEF	55
8.2	BEOORDELING EINDFASE	55
8.2.1	Waterbeweging	55
8.2.2	Zeevaart	55
8.2.3	Binnenvaart	56
8.2.4	Vaarwegcapaciteit en intrinsieke veiligheid	56
8.2.5	Integraal oordeel nautische bereikbaarheid en veiligheid van de Landaanwinning	57
8.2.6	Integraal oordeel nautische bereikbaarheid en veiligheid bestaand havengebied	57
8.3	BEOORDELING EERSTE FASE	58
8.4	MOGELIJKHEDEN TOT VERBETERING	58
8.5	GEVOELIGHEID VAN DE RESULTATEN VOOR ANDERE ONTWERPSCHEPEN	59
9	BEOORDELING EN TOETSING VAN REFERENTIEONTWERP IIA1	61
9.1	BESCHRIJVING VAN HET ALTERNATIEF	61
9.2	BEOORDELING EINDFASE	61
9.2.1	Waterbeweging	61
9.2.2	Zeevaart	61
9.2.3	Binnenvaart	62
9.2.4	Vaarwegcapaciteit en intrinsieke veiligheid	62
9.2.5	Integraal oordeel nautische bereikbaarheid en veiligheid van de Landaanwinning	63
9.2.6	Integraal oordeel nautische bereikbaarheid en veiligheid bestaand havengebied	63
9.3	BEOORDELING EERSTE FASE	64
9.4	MOGELIJKHEDEN TOT VERBETERING	65
9.5	GEVOELIGHEID VAN DE RESULTATEN VOOR ANDERE ONTWERPSCHEPEN	65
10	BEOORDELING EN TOETSING VAN REFERENTIEONTWERP II-1	67
10.1	BESCHRIJVING VAN HET ALTERNATIEF	67
10.2	BEOORDELING EINDFASE	67
10.2.1	Waterbeweging	67
10.2.2	Zeevaart	67
10.2.3	Binnenvaart	68
10.2.4	Vaarwegcapaciteit en intrinsieke veiligheid	68
10.2.5	Integraal oordeel nautische bereikbaarheid en veiligheid van de Landaanwinning	68
10.2.6	Integraal oordeel nautische bereikbaarheid en veiligheid bestaand havengebied	69
10.3	BEOORDELING EERSTE FASE	70
10.4	MOGELIJKHEDEN TOT VERBETERING	70
10.5	GEVOELIGHEID VAN DE RESULTATEN VOOR ANDERE ONTWERPSCHEPEN	70

11 SAMENVATTING, CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	71
11.1 INLEIDING	71
11.2 TOETSING VAN DE SET 1 ALTERNATIEVEN AAN HET PROGRAMMA VAN EISEN.....	71
11.3 BEOORDELING VAN DE SET 1 ALTERNATIEVEN.....	71
11.4 CONCLUSIES TEN AANZIEN VAN DE BEOORDELING VAN DE SET 1 ALTERNATIEVEN.....	73
11.5 AANBEVELINGEN.....	73
REFERENTIELIJST	77

Lijst van Figuren

- 1.1 Bestaande situatie Rotterdamse Haven
- 1.2 Referentieontwerp Ia1 tm II-1 – eindfases
- 1.3 Referentieontwerp Ia1 tm II-1 – eerste fases

- 4.1 Referentieontwerp Ia1 – eindfase
- 4.2 Referentieontwerp Ia1 – eerste fase

- 5.1 Alternatief A1 – eindfase
- 5.2 Alternatief A1 – eerste fase

- 6.1 Alternatief B1 – eindfase
- 6.2 Alternatief B1 – eerste fase

- 7.1 Alternatief D1 – eindfase
- 7.2 Alternatief D1 – eerste fase

- 8.1 Alternatief E1 – eindfase
- 8.2 Alternatief E1 – eerste fase

- 9.1 Referentieontwerp IIa1 – eindfase
- 9.2 Referentieontwerp IIa1 – eerste fase

- 10.1 Referentieontwerp II-1 – eindfase
- 10.2 Referentieontwerp II-1 – eerste fase

Bijlage A

Samenhang rapporten 'Informatiepakket'

Bijlage B

- B1 Huidige situatie – stroombeeld tijdens maximale ebstroom (omstreeks rond laagwater)
- B2 Huidige situatie – stroombeeld tijdens maximale vloedstroom (omstreeks rond hoogwater)

- B3 Referentieontwerp Ia1 – stroombeeld tijdens maximale ebstroom (omstreeks rond laagwater)
- B4 Referentieontwerp Ia1 – stroombeeld tijdens maximale vloedstroom (omstreeks rond hoogwater)

- B5 Alternatief B1 – stroombeeld tijdens maximale ebstroom (omstreeks rond laagwater)
- B6 Alternatief B1 – stroombeeld tijdens maximale vloedstroom (omstreeks rond hoogwater)

- B7 Alternatief D1 – stroombeeld tijdens maximale ebstroom (omstreeks rond laagwater)
- B8 Alternatief D1 – stroombeeld tijdens maximale vloedstroom (omstreeks rond hoogwater)

- B9 Alternatief E1 – stroombeeld tijdens maximale ebstroom (omstreeks rond laagwater)
- B10 Alternatief E1 – stroombeeld tijdens maximale vloedstroom (omstreeks rond hoogwater)

- B11 Referentieontwerp IIa1 – stroombeeld tijdens maximale ebstroom (omstreeks rond laagwater)
- B12 Referentieontwerp IIa1 – stroombeeld tijdens maximale vloedstroom (omstreeks rond hoogwater)

- B13 Vergelijking van dwarsstroomsnelheden voor de huidige situatie en alternatieven

Bijlage C

Overzicht toetsing van de alternatieven aan het programma van eisen

1 Introductie

1.1 Achtergrond

Het project Landaanwinning vormt een deelproject van het project Mainportontwikkeling Rotterdam (PMR). De doelstellingen voor PMR als geheel zijn: versterking van de positie van de mainport Rotterdam en het verbeteren van de kwaliteit van de leefomgeving in Rijnmond. De drie deelprojecten van PMR zijn: Landaanwinning, Bestaand Rotterdams Gebied en 750 hectare Natuur & Recreatiegebied. Het doel van het deelproject Landaanwinning is om in aansluiting op het bestaande havengebied maximaal 1.000 ha netto uitgeefbaar haven- en industriegebied te realiseren. Om de aanleg van de Landaanwinning mogelijk te maken is in 1997 een PKB-plus-procedure opgestart. De formele afsluiting van deze ruimtelijke ordeningsprocedure vindt plaats zodra de reactie op de Adviesaanvraag bij de Europese Commissie is ontvangen.

1.2 Fase in het ontwerpproces

In de periode tussen vaststelling van het kabinetsstandpunt (PKB-plus deel 3) en afronding van de procedure (PKB-plus deel 4) is door het Expertisecentrum PMR (EC-PMR) gezocht naar de ontwerpruimte binnen de randvoorwaarden van de PKB: de 'verkenning van de ontwerpruimte' [ref. 1]. Hierbij heeft binnen het convergerende ontwerpproces zowel een verdieping als een verbreding van het onderzoek plaatsgevonden door de uiterste mogelijkheden binnen de randvoorwaarden van de PKB af te tasten. Het resultaat is een set van 7 onderscheidende alternatieven: de Set 1 alternatieven (peildatum 15 juni 2002). Voor elk alternatief is naast het eindbeeld ook een eerste aanlegfase gedefinieerd.

Binnen het EC-PMR zijn de alternatieven van de Set 1 gebruikt voor het uitvoeren van diverse onderzoeken op het gebied van stroming, golfhinder, nautische bereikbaarheid en veiligheid, kustmorfologie, kosten, uitvoering, fasering, flexibiliteit en inrichtingsmogelijkheden, mitigatie van de effecten op de natuur, onderhoudsbaggerwerk, et cetera. Elk van deze onderzoeken leidt tot een evaluatie, ofwel beoordeling, van de alternatieven (eerste aanlegfase en eindfase), alsmede tot aanbevelingen ten aanzien van aanpassingen van het ontwerp van de alternatieven. Deze aanbevelingen worden vastgelegd, maar worden vooralsnog in deze fase niet doorgevoerd in het ontwerp van de alternatieven.

1.3 Doel onderzoeken Set 1 alternatieven

De resultaten van de diverse onderzoeken worden gebruikt voor:

- (1) toetsing van de alternatieven aan het Programma van Eisen [ref. 2] wat mogelijk leidt tot aanpassing of nadere inperking van de alternatieven;
- (2) onderlinge vergelijking en beoordeling van de alternatieven op een aantal beoordelingscriteria, zowel voor de eindfase als voor de eerste aanlegfase, waarmee uitspraken kunnen worden gedaan over de voor- en nadelen van de verschillende oplossingsrichtingen.

Het resultaat van een groot deel van de diverse onderzoeken, waaronder de toetsing en beoordeling, zal worden samengevat in de integrale nota 'Verkenning ontwerpruimte - Eindresultaten' [ref. 17]. Deze nota maakt onderdeel uit van het zogenaamde 'Informatiepakket'. Dit informatiepakket dient ter ondersteuning van het overleg tussen Rijk en Gemeente in de periode vanaf november 2002.

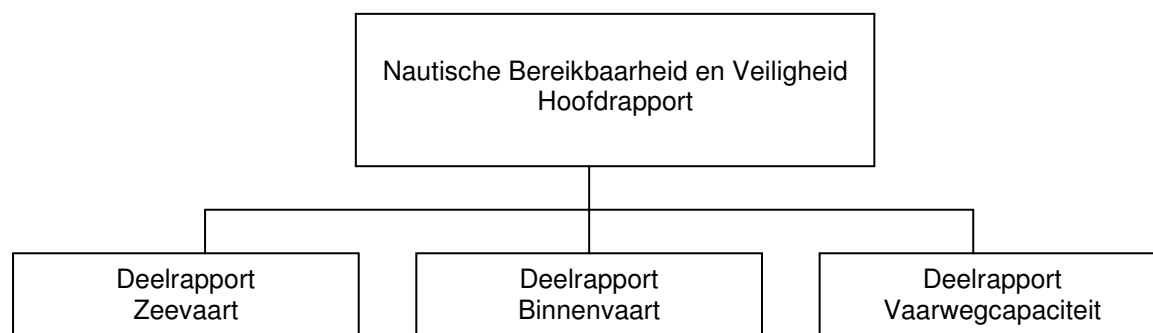
Verwacht wordt dat op grond van de afspraken tussen Rijk en Gemeente en de door het EC-PMR uitgevoerde beoordeling een voorkeursalternatief kan worden benoemd (binnen de ontwerpruimte van de PKB). Dit voorkeursalternatief hoeft niet per definitie één van de 7 alternatieven uit Set 1 te zijn, maar kan ook een nog niet gepresenteerde combinatie zijn van onderdelen van diverse alternatieven.

De 'Set 1 Alternatieven' zijn op een groot aantal aspecten beoordeeld. Een overzicht van de rapporten die ten behoeve van het 'Informatiepakket' door het EC-PMR zijn uitgebracht is bijgevoegd in Bijlage

A. Eén van deze aspectrapporten betreft de nautische bereikbaarheid en veiligheid van de toekomstige haven. De beoordeling voor dit aspect wordt beschreven in het onderhavige rapport.

1.4 Nautische bereikbaarheid en veiligheid

In deze rapportage wordt een overzicht gegeven van de resultaten van de nautische evaluaties voor de 'Set 1 alternatieven'. Deze 'Set 1' bestaat uit zeven conceptoplossingen voor de zeevaartse uitbreiding van de Rotterdamse Haven (Figuren 1.1 en 1.2). De inhoud van dit rapport is gebaseerd op een serie van drie onderliggende rapporten waarin de resultaten van onderzoeken inzake zeevaart, binnenvaart en vaarwegcapaciteit zijn gepresenteerd (Schema 1.1).



Schema 1.1 Relatie tussen hoofdrapport en deelrapporten nautische bereikbaarheid en veiligheid

De nautische evaluaties, voor zowel de zeevaart als de binnenvaart, zijn uitgevoerd teneinde de alternatieven te kunnen beoordelen op het aspect nautische bereikbaarheid en veiligheid van de bestaande en toekomstige Rotterdamse havengebieden.

Het aspect 'nautische bereikbaarheid en veiligheid' is een essentieel onderdeel van de te realiseren Landaanwinning. Dit aspect komt daarom nadrukkelijk naar voren in het Programma van Eisen [ref. 2]. Per variant wordt in deze rapportage aangegeven of aan het programma van eisen wordt voldaan.

De nautische bereikbaarheid en veiligheid wordt bepaald door de combinatie van vaarbanen, scheepstypen, verkeersintensiteit, golven, wind, stromingen etc.. Daarmee is de nautische bereikbaarheid en veiligheid een directe afgeleide van de conceptkeuze van de Landaanwinning. De relaties tussen deze onderdelen worden in deze rapportage zichtbaar gemaakt. Dit inzicht kan in een later stadium worden gebruikt om middels een uitgekiend ontwerp een zo groot mogelijke nautische bereikbaarheid en veiligheid te realiseren.

1.5 Doelstelling

De doelstelling van deze rapportage is het geven van een overzicht van de nautische bereikbaarheid en veiligheid van de zeven beschouwde alternatieven van Set 1 [ref. 1].

De alternatieven zijn voor het aspect nautische bereikbaarheid en veiligheid beoordeeld en getoetst aan het Programma van Eisen. Achtereenvolgens wordt gepresenteerd:

- § de beoordeling van het alternatief;
- § de toetsing van het alternatief aan het programma van eisen;
- § de mogelijkheden tot verbetering.

Waar relevant wordt de beoordeling omkleed met argumentatie, uitleg en achtergronden. In andere gevallen wordt volstaan met een verwijzing naar een onderliggend rapport.

1.6 Leeswijzer

Volgend op de introductie in Hoofdstuk 1 worden in Hoofdstuk 2 de uitgangspunten en beoordelingsaanpak gegeven. Tevens is in dit hoofdstuk de definitie van Nautische Bereikbaarheid en Veiligheid opgenomen. In Hoofdstuk 3 worden de eisen gepresenteerd die van toepassing zijn voor de nautische bereikbaarheid en veiligheid. In de Hoofdstukken 4 tot en met 10 worden achtereenvolgens de zeven alternatieven de hoofdlijnen van de resultaten van de nautische evaluaties gepresenteerd. Een overzicht van de resultaten en de daaraan gekoppelde samenvattende conclusies en aanbevelingen zijn opgenomen in Hoofdstuk 11.

2 Uitgangspunten, beoordelingsaanpak en definities

2.1 Introductie

In dit hoofdstuk worden achtereenvolgens de uitgangspunten, de beoordelingsaanpak van het onderzoek en de definitie van nautische bereikbaarheid en veiligheid gepresenteerd.

2.2 Uitgangspunten

De uitgangspunten van deze rapportage zijn:

- § het Programma van Eisen [ref. 2], zie ook Hoofdstuk 3 van onderliggende rapportage;
- § de Set 1 alternatieven [ref. 1];
- § de notitie Fasering [ref. 3];
- § de studies zoals aangegeven in Paragraaf 2.3.

Als algemeen uitgangspunt geldt dat de beoordeling heeft plaatsgevonden op hoofdlijnen. Voor de afweging van conceptoplossingen van de Landaanwinning is dit uitgangspunt legitiem. Dit betekent echter wel dat in een latere fase, na de conceptkeuze, een nadere, meer gedetailleerde beschouwing gewenst is.

2.3 Beoordelingsaanpak

Om tot een oordeel te kunnen komen voor de nautische bereikbaarheid en veiligheid van elk van de alternatieven is een onderzoeksprogramma opgesteld en uitgevoerd. In deze paragraaf wordt dit programma kort gepresenteerd, waarbij tevens referenties worden gegeven naar de rapportages van de diverse onderdelen. De resultaten van het onderzoeksprogramma worden op hoofdlijnen gepresenteerd vanaf Hoofdstuk 4 van dit rapport.

De nautische bereikbaarheid en veiligheid van een haven wordt bepaald door de volgende onderdelen:

1. het ontwerp van de Landaanwinning;
2. de typen schepen waarvoor de haven bereikbaar moet zijn;
3. de verwachting ten aanzien van de toekomstige verkeersintensiteit;
4. omgevingscondities in en rond de haven: wind, golven en stroming;
5. beschikbare hulpmiddelen.

Indien deze gegevens bekend zijn kan de nautische bereikbaarheid en veiligheid worden bepaald. Dit is uitgevoerd middels een drietal onderzoeken:

6. bereikbaarheid zeevaart, individuele maatgevende schepen;
7. bereikbaarheid binnenvaart, individuele maatgevende schepen;
8. vaarwegcapaciteit.

Voor elk van bovengenoemde onderdelen en onderzoek wordt kort ingegaan op de inhoud en achtergronden. Tevens worden relevante referenties van onderliggende rapporten aangegeven. De belangrijkste resultaten van de onderzoeken worden in deze rapportage gepresenteerd (Hoofdstuk 3 e.v.).

Ad. 1 – Lay-out van de Landaanwinning

Op basis van de ruimtevraag zoals deze in het Programma van Eisen [ref. 2] is gesteld is een zevental ontwerpen voor de Landaanwinning tot stand gekomen. Deze zijn vastgelegd in de 'Set 1 Alternatieven' [ref. 1]. De eindfases van deze alternatieven zijn gepresenteerd in Figuur 1.2. De eerste fase van elk van deze alternatieven is gepresenteerd in Figuur 1.3.

Ad. 2 – De typen schepen waarvoor de haven bereikbaar moet zijn

In het Programma van Eisen zijn maatgevende schepen gedefinieerd. Deze worden in Hoofdstuk 3 gepresenteerd.

Ad. 3 – De verwachting ten aanzien van de toekomstige verkeersintensiteit

De verwachting van de toekomstige verkeersintensiteit is onderwerp van onderzoek geweest binnen EC-PMR. Op basis van het huidige haventerrein, het te ontwikkelen haventerrein, vervoersstromen, modal split en (toekomstige) scheepstypen is tot een verwachting gekomen ten aanzien van het aantal scheepsbewegingen [ref. 4].

Ad. 4 – Omgevingscondities in en rond de haven: wind, golven en stroming

Voor de windcondities is gebruik gemaakt van de windklimaten van het EURO-0 platform en van Hoek van Holland.

Het golfklimaat buiten de haven is afgeleid uit de meerjarige golfmetingen die op het EURO-0 platform zijn uitgevoerd. Het EURO-0 golfklimaat is vertaald naar de kust waarbij verschillen zoals waterdiepte en strijklengte zijn verdisconteerd. De golfcondities buiten de haven zijn van belang voor manoeuvres van zeeschepen in de Maasgeul.

Het golfklimaat in de haven is van belang voor de binnenvaart en voor het gebruik van sleepboten ter assistentie van zeeschepen. Het golfklimaat in de haven wordt bepaald door (i) golfdoordringing door de havenmond, (ii) golftransmissie door en over de noorderdam en (iii) door golfopwekking in de haven. Deze drie processen zijn gesimuleerd met een numeriek golfvoortplantingsmodel. Op basis van deze simulaties is het golfklimaat voor de verschillende alternatieven op verschillende plaatsen in de haven voorspeld [ref. 5].

Het stroomklimaat in en voor de haven is van belang voor zowel de zee- en binnenvaart. Het stroomregime in het projectgebied is zeer complex en wordt sterk beïnvloed door dichtheidsverschillen. Teneinde de waterbeweging voor de verschillende uitbreidingsalternatieven goed te kunnen voorspellen is een gedetailleerd numeriek stromingsmodel ontwikkeld. Dit stromingsmodel is eerst voor de huidige situatie ontwikkeld en gevalideerd middels uitgebreide veldmetingen. Deze veldmetingen zijn speciaal voor dit doel in en rond de Maasmond uitgevoerd. Het gevalideerde stromingsmodel is vervolgens gebruikt om stromings situaties te voorspellen voor de verschillende alternatieven (eind- en eerste fase) en om de invloed van een erosiekuil en de effectiviteit van een stroomverlammingskuil vast te stellen [ref. 6, 7 en 14].

Ad. 5 – Beschikbare hulpmiddelen

In het onderzoek is ervan uitgegaan dat de huidige hulpmiddelen (zoals nautische serviceverleners, het verkeersbegeleidingssysteem, 'aids to navigation', etc.) beschikbaar zullen zijn in de toekomstige situatie.

Ad. 6 – Bereikbaarheid zeevaart, individuele maatgevende schepen

Voor de zeevaart zijn de beoordelingscriteria controleerbaarheid, onbelemmerde vaartijd en manoeuvreerruimte onderzocht voor de zeven alternatieven [ref. 8 en 9]. Daartoe zijn manoeuvreersimulaties uitgevoerd voor maatgevende schepen onder invloed van maatgevende stromings-, wind- en golfcondities. Hiervoor is het resultaat van de waterbewegingssimulaties [ref. 7] als invoer gebruikt.

Tevens is de wijze van assistentie van sleepboten bij het binnenlopen van zeevaart onderwerp van onderzoek geweest. Aandachtspunten daarbij waren de (on-)mogelijkheden van sleepbootassistentie in een bocht en limiterende golfcondities voor vastmaken en assistentie. Daartoe zijn discussies opgestart met drie belangrijke aanbieders van sleepbootdiensten in de Rotterdamse haven. De resultaten zijn gepresenteerd in [ref. 16]. In combinatie met de verwachting van de golfcondities in de haven is vervolgens vastgesteld op welke wijze sleepbootassistentie wordt voorzien voor de diverse uitbreidingsalternatieven.

Ad. 7 – Bereikbaarheid binnenvaart, individuele maatgevende schepen

Voor de binnenvaart zijn de beoordelingscriteria controleerbaarheid, onbelemmerde vaartijd en manoeuvreerruimte onderzocht voor de zeven alternatieven [ref. 11]. Belangrijk onderdeel daarbij is de mogelijke onvoldoende controleerbaarheid van de vaart (downtime) ten gevolge van stromingen en golfbeweging in de haven.

Voor de definitie van het golf- en stroomklimaat in de haven zijn de resultaten van waterbewegingssimulaties [ref. 7] en golfsimulaties [ref. 5] gebruikt. Vervolgens is voor verschillende klassen binnenvaartschepen vastgesteld, op basis van modelsimulaties en aanvullende analyses, tot welke golfcondities een gecontroleerde veilige vaart mogelijk is. In combinatie met de definitie van het golfklimaat in de haven is het percentage downtime ten gevolge van golven vastgesteld.

Ad. 8 – Vaarwegcapaciteit

Dit onderzoek heeft zich gericht op het benoemen van veranderingen in verkeersknooppunten per alternatief. In aansluiting daarop is het meest kritische knooppunt, de kruising Beerkanaal / Yangtzehaven (Figuur 1.1), nader uitgewerkt. Voor deze kruising is getracht vast te stellen of de beschikbare capaciteit van de kruising voldoende is om de verkeersstromen op een veilige wijze te kunnen laten passeren, zonder dat er lange wachttijden optreden. Deze werkzaamheden zijn uitgevoerd als bureaustudie waarbij gebruik gemaakt is van de meest recente verkeersprognoses en de in het verleden uitgevoerde onderzoeken. De resultaten van dit onderzoek zijn gepresenteerd in [ref. 12]. In deze rapportage is getracht om voor het meest kritische knooppunt, de kruising Beerkanaal / Yangtzehaven, de hoofdlijn wat betreft vaarwegcapaciteit aan te geven. Het rapport geeft geen volledig inzicht van al de verkeerstechnische aspecten van de alternatieven. In een vervolgfase verdient dit onderwerp daarom speciale aandacht.

De hoofdlijnen van de resultaten van bovengenoemde onderzoeken zijn gepresenteerd in dit rapport. Voor onderliggende analyses en details wordt verwezen naar de desbetreffende rapportages.

2.4 Definitie nautische bereikbaarheid en veiligheid

Aan het aspect nautische bereikbaarheid en veiligheid is in de evaluaties als volgt invulling gegeven. Deze definitie is gebruikt voor de beoordeling en toetsing van de alternatieven voor het aspect nautische bereikbaarheid en veiligheid.

De *nautische bereikbaarheid* van een haven voor zee- en binnenvaart wordt bepaald door de volgende drie criteria:

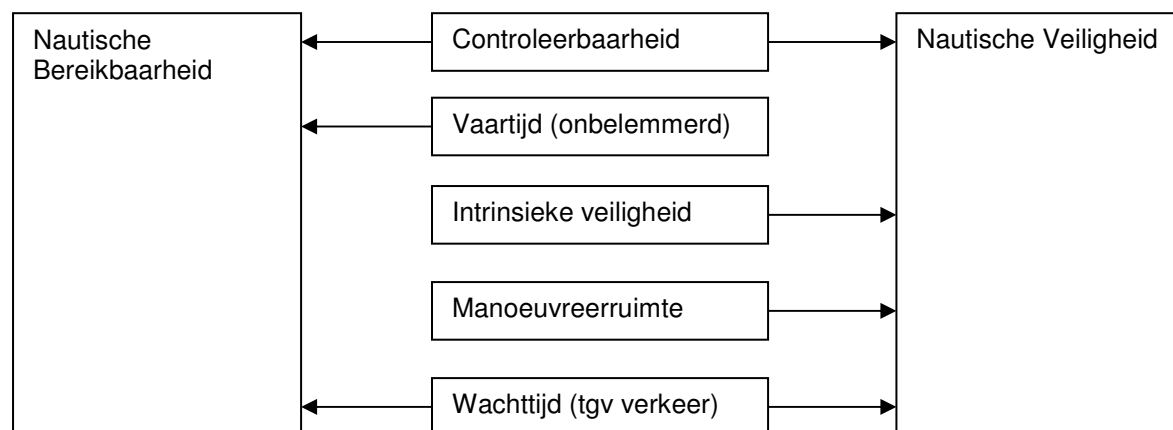
- 1. Controleerbaarheid.** Elk individueel schip, dus los van de invloed van ander scheepvaartverkeer, dient op gecontroleerde wijze te kunnen binnenlopen en vertrekken. Het niet voldoen aan dit criterium is in het algemeen het gevolg van een bepaalde combinatie van stroming, golven en wind. Indien niet aan dit criterium wordt voldaan wordt gesproken van 'downtime'.
- 2. Vaartijd (onbelemmerd).** Een schip dient binnen een acceptabele tijd een ligplaats te kunnen bereiken. Deze tijd wordt enerzijds bepaald door de onbelemmerde vaartijd (afstand en vaarsnelheid), anderzijds door mogelijke wachttijd ten gevolge van druk scheepvaartverkeer. De onbelemmerde vaartijd is voor de zeevaart gedefinieerd als de tijd die nodig is om met een 12.500 TEU containerschip vanaf de boeien 'Maas Oost' tot stilstand te komen in het centraal kanaal van de Landaanwinning en om, eventueel, tot het meest nabijgelegen havenbassin te varen. Voor de binnenvaart is de onbelemmerde vaartijd gedefinieerd als de tijd benodigd om met een vaarsnelheid van 12 km/u van het Beergat tot het eerste havenbassin te varen.
- 3. Wachttijd.** In een verkeerssituatie dient een schip een veilige ruimte te hebben die beschikbaar is om te varen en te manoeuvreren. Indien de veilige ruimte van het ene schip de veilige ruimte van een ander schip overlapt zal één van de schepen moeten uitwijken of wachten. Uitgaande van een veilige vaart voor alle schepen ontstaan er dus wachttijden bij de combinatie van een te hoog verkeersaanbod en een te beperkte ruimte.
Wachttijd is zowel een parameter die de bereikbaarheid als de veiligheid van een haven beïnvloedt. Een lange wachttijd betekent immers een slechte bereikbaarheid van de haven. Tevens kan de wachttijd worden beschouwd als het gevolg van onveilige situaties. Daarmee is de wachttijd een maat voor het aantal onveilige situaties (ontmoetingen) en is daarmee een indicator voor de veiligheid.

De totale gemiddelde vaartijd is de som van de onbelemmerde vaartijd en de gemiddelde wachttijd.

De *nautische veiligheid* van een haven wordt bepaald door de volgende vier criteria:

1. **Controleerbaarheid.** Zoals genoemd bij 'bereikbaarheid';
2. **Manoeuvrerruimte.** Een individueel schip dient voldoende ruimte beschikbaar te hebben, in horizontale en verticale zin, om de noodzakelijke manoeuvres veilig te kunnen uitvoeren. Dit criterium wordt uitgedrukt in voldoende of onvoldoende.
3. **Intrinsieke veiligheid¹.** Dit criterium heeft te maken met de overzichtelijkheid van de verkeerssituaties. Bij overzichtelijke verkeerssituaties zullen zich minder vaak ongelukken voordoen in vergelijking tot onoverzichtelijke verkeerssituaties. Een intrinsiek veilig ontwerp van de haven stelt de gebruiker in staat afdoende te anticiperen op verkeerssituaties. Ook de mogelijkheid om op veilige wijze uit wijken is onderdeel van de 'Intrinsieke Veiligheid'. Dit criterium is lastig kwantitatief te beoordelen. Daarom wordt dit in deze rapportage kwalitatief uitgedrukt in 'voldoende intrinsiek veilig' of 'onvoldoende intrinsiek veilig'.
4. **Wachttijd.** Zoals genoemd bij 'bereikbaarheid'.

In onderstaand schema zijn de relaties tussen de vijf criteria en het aspect 'nautische bereikbaarheid en veiligheid' weergegeven.



Schema 2.1 Relatie tussen de vijf beoordelingscriteria en het aspect nautische bereikbaarheid en veiligheid

Bovenstaande definitie is gebruikt voor de beoordeling van de zeven alternatieven voor het aspect nautische bereikbaarheid en veiligheid.

¹ In het programma van eisen komt dit criterium tot uitdrukking in Eis 467 (zie Hoofdstuk 3) waarin een heldere ruimtelijke structuur van vaarwegen wordt geëist.

3 Programma van Eisen

3.1 Inleiding

Het programma van eisen zoals dat binnen EC-PMR wordt gehanteerd bevat eisen uit diverse bronnen. Zo zijn er eisen opgenomen die voortvloeien uit de PKB procedure, eisen vanuit het Rijk (Publiek Programma van Eisen) en van het Gemeentelijk Havenbedrijf Rotterdam (concept Functioneel Programma van Eisen). Het gehele programma van eisen is gepresenteerd in [ref. 2].

Voor de nautische bereikbaarheid en veiligheid is een selectie van eisen gemaakt. Voor de huidige fase van het ontwerpproces is getracht die eisen te selecteren die verstrekkende gevolgen hebben voor het ontwerp. Deze bovenliggende eisen, ook wel 'Ontwerpknoppen' of 'Design Drivers' genoemd, worden in dit hoofdstuk gepresenteerd.

Voor de nautische bereikbaarheid en veiligheid worden drie ontwerpknoppen onderscheiden:

1. Eisen die stellen dat de gehele haven in alle fasen van de ontwikkeling nautisch veilig en bereikbaar moet zijn onder maatgevende omstandigheden voor de maatgevende schepen;
2. Eisen ten aanzien van de maatgevende omstandigheden;
3. Eisen ten aanzien van de maatgevende schepen.

Deze drie groepen van eisen worden in de volgende paragrafen gepresenteerd. Deze eisen worden als uitgangspunt gehanteerd in de beoordelingen van de uitbreidingsalternatieven. Een overzicht van de toetsing van elk van de alternatieven aan het programma van eisen is opgenomen in Bijlage C.

3.2 Ontwerpknop 1: Bereikbaarheid over water

EisID:	544	BronActor:	PKB+ deel 3
Titel:	Bereikbaarheid vanuit zee		
Omschrijving:	Voor de toegang voor de zeevaart dient zodanige ruimte te worden gereserveerd en dienen zodanige maatregelen te worden genomen dat de huidige veilige afwikkeling van de scheepvaart in combinatie met een vlotte bereikbaarheid voor de bestaande en nieuwe havengebieden wordt bereikt.		

EisID:	545	BronActor:	PKB+ deel 3
Titel:	Bereikbaarheid binnenvaart		
Omschrijving:	Voor de verbinding voor de binnenvaart naar het achterland dient zodanige ruimte te worden gereserveerd en dienen zodanige maatregelen te worden genomen dat de huidige veilige afwikkeling van de scheepvaart in combinatie met een vlotte bereikbaarheid voor de bestaande en nieuwe havengebieden wordt bereikt. De ontsluiting van de landaanwinning voor de binnenvaart wordt nader onderzocht. Onderzoek naar een directe toegang voor de binnenvaart tot de landaanwinning maakt hier deel van uit. De resultaten van dit onderzoek worden betrokken bij het ontwerp voor de landaanwinning.		

EisID:	21	BronActor:	FPvE GHR jan 2002
Titel:	Natte bereikbaarheid bestaande havengebieden.		
Omschrijving:	Voor de modaliteiten zeevaart en binnenvaart (incl. bunkeraars) geldt dat de bereikbaarheid van en vanuit het bestaande haven- en industriegebied niet mag verslechteren ten opzichte van de huidige situatie. Dit geldt voor alle fasen van de realisatie en exploitatie van de landaanwinning.		

EisID: 174 BronActor: PPvE 280102
Titel: Natte bereikbaarheid tijdens de uitvoering
Omschrijving: De uitvoering van de werken ten behoeve van de realisatie van de landaanwinning dient de veiligheid, snelheid en betrouwbaarheid van het scheepvaartverkeer zo min mogelijk negatief te beïnvloeden.

EisID: 520¹ BronActor: Interpretatie van PKB+ deel 3
Titel: Downtime door golven voor zeevaart en binnenvaart
Omschrijving: De landaanwinning moet zodanig worden vormgegeven dat er geen significante extra downtime door golven ontstaat bij zeeschepen. De landaanwinning moet zodanig worden vormgegeven dat de extra downtime door golven bij binnenvaartschepen beperkt blijft tot maximaal 3%. Bij de binnenvaartschepen moeten daarbij de gangbare moderne typen binnenvaartschepen worden beschouwd. Van de optredende downtimepercentages moet de gemiddelde downtime over de beschouwde scheepstypen worden genomen. De stroomsnelheden door seiches mogen niet meer toenemen ten opzichte van de huidige situatie dan 0,2 m/s.

EisID: 467 BronActor: Interpretatie van PKB+ deel 3
Titel: Heldere ruimtelijke structuur vaarwegen
Omschrijving: Er dient een heldere ruimtelijke structuur van de vaarwegen met een daarop toegesneden verkeersbegeleiding te worden gerealiseerd

3.3 Ontwerpknop 2: Maatgevende omstandigheden

EisID: 352 BronActor: PPvE 280102
Titel: Golfklimaat en stroomsnelheid op de landaanwinning
Omschrijving: Het golfklimaat en de stroomsnelheid dienen acceptabel te zijn om op de landaanwinning een veilige en betrouwbare nautische dienstverlening en een commercieel verantwoorde open overslag aan de kade mogelijk te maken.

EisID: 25 BronActor: FPvE GHR jan 2002
Titel: Bereikbaarheid zeescheepvaart voor wat betreft wind.
Omschrijving: De haven moet 'normaal' toegankelijk zijn bij een windkracht van maximaal 9 Bft.

EisID: 300 BronActor: EC
Titel: Maatgevende wind en getij
Omschrijving: Als maatgevende omstandigheden voor het binnenvaren van zeeschepen moet bij het ontwerp worden aangehouden: 8 Bft. vanuit NW of ZW en gemiddeld springtij.

EisID: 34 BronActor: FPvE GHR jan 2002
Titel: Sleepboot hulp containerzeeschepen bij wind
Omschrijving: Voor de containerschepen geldt dat tot en met windkracht 5 maatgevende zeeschepen, onder normale omstandigheden, zonder sleepboot hulp moeten kunnen binnenkomen en uitvaren. Dit geldt niet voor af- en ontmeren voor de doorgaande vaarweg (bij 12.500 TEU)

¹ De precieze formulering van deze eis is nog onderwerp van discussie tussen de overheid en vertegenwoordigers van de binnenvaartsector.

3.4 Ontwerpknop 3: Maatgevende schepen

Zeevaart

EisID:	107	BronActor:	FPvE GHR jan 2002
Titel:	Maatgevend schip chemiesector		
Omschrijving:	De chemiesector in de haven moet bereikbaar zijn voor het maatgevende chemieschip Millenium Explorer (100.000 DWT)		
EisID:	290	BronActor:	FPvE GHR jan 2002
Titel:	Maatgevende containerschip		
Omschrijving:	Als het maatgevend schip dat de landaanwinning moet kunnen aandoen moet worden aangehouden Suez-Max (L=370, B=56, D=16,80m), 12.500 TEU. De downtime voor dit type schip moet gelijk zijn aan de downtime van het maatgevend schip in de bestaande situatie.		
EisID:	293	BronActor:	FPvE GHR jan. 2002
Titel:	Maatgevende schip (toekomst)		
Omschrijving:	In het ontwerp dient rekening te worden gehouden met een toekomstig maatgevend schip: Malacca-max (L=400m, B=60m, D=21m), 18.000 TEU. Hierbij geldt dat meer sleepboothulp etc. is toegestaan in vergelijking met de bestaande situatie.		
EisID:	292	BronActor:	EC
Titel:	Maatgevende gastanker		
Omschrijving:	Voor gastankers moeten de volgende maatgevende afmetingen worden aangehouden: L = 300 m, B = 48 m, D = 12 m.		

Binnenvaart

EisID:	430	BronActor:	PPvE 280102
Titel:	Bereikbaarheid voor binnenvaart		
Omschrijving:	Binnenvaartwegen moeten geschikt zijn voor een veilige en efficiënte afwikkeling van 6-baksduwvaart. De doorvaarthoogte dient ook bij hoogwater conform Rijnvaarthoogte te zijn.		

3.5 Opmerkingen

Ten aanzien van het gebruik van de ontwerpknoppen in deze rapportage worden de volgende opmerkingen geplaatst.

Opmerking 1

In Eis 300 wordt gesteld dat de maatgevende condities voor het binnenvaren van zeeschepen de combinatie is van stormachtige wind (8 Bft.) uit zuidwest of noordwest, in combinatie met een gemiddeld springtij.

De duur van overschrijden van zuidwest 8 Bft (op basis van uurgemiddelde windsnelheden op 10 m boven het maaiveld) is ca. 12 uur per jaar (ca. 0.13%). De duur van overschrijden van noordwest 8 Bft. is ca. 8 uur per jaar (ca. 0.09%).

De kans van overschrijden van een gemiddeld springtij kan op 17% worden gesteld (ca. 115 getijden per jaar).

De gecombineerde kans van overschrijden van zuidwest 8 Bft. in combinatie met een gemiddeld springtij is derhalve 0,02%. Dit komt overeen met gemiddeld ca. 2 uur per jaar.

De maximale vloedstroming van een getijcyclus duurt ca. 1,5 uur. De kans van overschrijden van de combinatie van een zuidwest 8 Bft. windconditie en de maximale vloedstroming van een gemiddeld springtij is 0.0025%. Deze combinatie komt derhalve gemiddeld eens in de 7 jaar voor.

Overigens wordt opgemerkt dat iets minder extreme omstandigheden gelijk heel veel vaker voorkomen. De kans van overschrijden van zuidwest 7 Bft. is bijvoorbeeld bijna 10 keer zo groot.

Opmerking 2

Voor de maatgevende containerschepen is in eerste instantie gekozen voor het 12.500 TEU schip (Suez-max). De nautische bereikbaarheid en veiligheid is beoordeeld voor dit containerschip.

Inzicht in de nautische bereikbaarheid en veiligheid van het 18.000 TEU (Malacca-max) schip, en tevens van een 8.700 TEU schip (grootste bestaande generatie), wordt gegeven in de paragrafen getiteld 'Gevoeligheid van de resultaten voor andere ontwerp schepen'.

Opmerking 3

Naast bovengenoemde maatgevende schepen is in de analyse van de nautische bereikbaarheid en veiligheid nadrukkelijk ook aandacht gegeven aan kleinere schepen. In onderstaande Tabel 3.1 is ter informatie aangegeven hoeveel schepen per lengteklasse in 2001 de haven zijn binnengelopen.

Tabel 3.1 Aantallen binnengelopen schepen naar lengteklasse in 2001 [ref. 13]

Lengte klasse [m]	Aantal [schepen]	Cumulatief [%]
0 – 100	13.215	45
101 – 150	5.714	64
151 – 200	6.754	87
201 – 250	1.614	92
251 – 300	1.856	99
301 – 380	404	100
Totaal	29.557	

Uit deze tabel blijkt dat in 2001 bijna de helft van de binnengelopen schepen in de lengte klasse 0 – 100 m valt. Door deze schepen wordt echter slechts een klein deel van de totale ladingstroom vervoerd (< 10%). In de analyse van nautische bereikbaarheid en veiligheid is daarom ook een schip van 100 m lengte als maatgevend schip beschouwd, met name voor de controleerbaarheid van de binnenkomstmanoeuvre.

4 Beoordeling en toetsing van Referentieontwerp la1

4.1 Beschrijving van het alternatief

Bij dit alternatief (Figuur 4.1) blijft al de zeevaart gebruik maken van de huidige havenmond. De toegang tot de Landaanwinning voor de zee- en binnenvaart is voorzien via de Yangtzehaven, welke daartoe wordt verbreed tot 700 m. In de Yangtzehaven is daarmee voor de zeevaart tweerichtingsverkeer mogelijk.

Schepen varend naar de Landaanwinning dienen na binnenkomst in de haven een bocht naar stuurboord te maken. Deze bocht rond de Papegaaiebek (Figuur 1.1) heeft een bochtstraal van 1250 m langs de vaarbaan. Het tweede deel van de bocht (vanuit het Beerkanaal naar de Yangtzehaven) heeft een bochtstraal van slechts 650 m (langs de vaarbaan). De bodemligging in de Maasmond en Beerkanaal is ca. NAP -24 m, hetgeen gelijk is aan de huidige situatie. In de (verbrede) Yangtzehaven is de bodemligging ca. NAP -20 m.

4.2 Beoordeling eindfase

4.2.1 Waterbeweging

De stromingen in en rond de haven bij Referentieontwerp la1 zijn vergelijkbaar met de stromingspatronen voor Referentieontwerp I. Deze zijn uitgebreid onderzocht in het kader van de doorlopen PKB procedure [ref. 15]. De karakteristieke stromingspatronen voor een eb- en vloed situatie, tijdens een gemiddeld springtij met een getijamplitude van 1,84 m, zijn gepresenteerd in Bijlage B.

Op basis van deze simulaties wordt geconcludeerd dat, in vergelijking tot de huidige situatie, de maximale dwarsstroming langs de vaarbaan naar de havenmond (Maasgeul) toeneemt met ca. 20% tijdens vloed en met ca. 15% tijdens eb. Bij een springtij met een amplitude van 2,15 m leidt dit tot dwarsstroomsnelheden langs de vaarbaan van ca. 1,45 m/s tijdens vloed en ca. 0,8 m/s tijdens eb. Deze toenames treden niet direct voor de havenmond op maar op een afstand van ca. 5 km, in het verlengde van de westelijke begrenzing van de Landaanwinning. Tijdens vloed is de dwarsstroomgradiënt voor de havenmond veel kleiner, in vergelijking tot de huidige situatie, hetgeen voor de zeevaart een verbetering is.

Bij dit alternatief ontstaan stroomcontractiegebieden bij de zuidwestelijke hoek en bij de kop van de golfbreker aan de noordwestelijke zijde van de Landaanwinning. Op deze plaatsen zullen ontgrondingskuilen tot ontwikkeling komen die naar verwachting in 20 jaar tijd een erosiediepte van ca. 10 m zullen bereiken.

De ontwikkeling van ontgrondingskuilen bij de Landaanwinning heeft tot gevolg dat het debiet door de contractiegebieden zal vergroten. Tijdens vloed zal daardoor ten noorden van de ontgrondingskuilen de stroomsnelheid toenemen. Tevens zal tijdens vloed het gunstige bijdraaien van de stroming rond de Landaanwinning verminderen, ten opzichte van de beginsituatie (geen ontgrondingskuil). Indien de ontgrondingskuil zich nabij de vaargeul bevindt kan de combinatie van beide effecten leiden tot een toename van de dwarsstroomsnelheid langs de vaarweg. Dit effect is ongunstig voor de scheepvaart en leidt tot een verminderde bereikbaarheid van de haven.

In het geval van Referentieontwerp la1 zal dit, gezien de geringe diepte van de kuilen en de grote afstand tussen de ontgrondingskuilen en de vaargeul, waarschijnlijk niet leiden tot een substantiële verslechtering van het stroombeeld voor de scheepvaart. Voor Referentieontwerp la1 hoeven derhalve, ten behoeve van de scheepvaart, geen maatregelen genomen te worden ter voorkoming van de erosiekuilen.

De resultaten van de stromingssimulaties en -analyses (zonder de effecten van ontgrondingskuilen) zijn gebruikt als basis voor de evaluatie van de nautische bereikbaarheid en veiligheid voor de zee- en binnenvaart.

4.2.2 Zeevaart

Tijgebonden schepen (van en naar bestaand Rotterdams gebied)

In de huidige situatie bestaan er voor tijgebonden schepen beperkingen ten aanzien van zowel de waterstand als de dwarsstroming. De grootte van deze tij- en stroompoorten wordt per vaart bepaald en is afhankelijk van het schip, van de getijamplitude en van de meteorologische omstandigheden.

De veranderingen in het stroombeeld langs de vaarbaan zullen naar verwachting geen belangrijke wijzigingen in de tijpoorten en stroompoorten voor deze schepen tot gevolg hebben.

Kleine zeevaart (van en naar bestaand Rotterdams gebied)

Kleine zeeschepen, met een lengte kleiner dan 100m, ondervinden tijdens ruwere omstandigheden (bij een golfhoogte $H_s > 2,5$ m) door scheepsbewegingen een gereduceerde effectiviteit van schroef en roer. Het gevolg is dat deze schepen tijdens deze omstandigheden minder goed vaart en koers kunnen houden. Dit maakt dat deze schepen in dergelijke gevallen gevoeliger zijn voor dwarsstroming. In de huidige situatie komt het voor dat deze schepen onder deze omstandigheden met zeer grote opstuurhoeken ($>20^\circ$) de haven binnenkomen. Deze golfcondities treden gedurende ca. 5% van de tijd op; de combinatie van deze golven met de maximale vloedstroom treedt ca. 0.5% van de tijd op.

Voor Referentieontwerp Ia1 worden, gezien de beperkte verandering van dwarsstroomsnelheden direct voor de havenmond, voor het binnenlopen en vertrekken van kleine zeeschepen (lengte kleiner dan 100 m) geen veranderingen voorzien in vergelijking tot de huidige situatie.

Maatgevende containerschepen en gastankers (van en naar de Landaanwinning)

Voor het onder controle houden van een 12.500 TEU schip tijdens harde wind (7 Bft) is de inzet vereist van vier sleepboten met een sleepkracht van 110 ton. Dit type havensleepboot bestaat nog niet. De ontwikkeling van deze boten zal de nodige technologische ontwikkelingen vereisen. De volgende analyse gaat uit van de beschikbaarheid van voldoende sleepkracht ter assistentie van de schepen.

De havenmond is voor het maatgevende containerschip (12.500 TEU) en de maatgevende gastanker onder alle, volgens de in het programma van eisen omschreven omstandigheden gecontroleerd bevaarbaar.

De schepen dienen onder alle omstandigheden voor de bocht rond de Papegaaiebek (bochtstraal langs de vaarbaan ca. 1250 m) sleepboten vast te maken. De bocht naar de Yangtzehaven (bochtstraal langs de vaarbaan ca. 650 m) is niet gecontroleerd vrijvarend uit te voeren door (i) de geringe bochtstraal en (ii) de beperkte manoeuvreerruimte. Deze manoeuvre is daarom in strijd met Eis 34 (zie Hoofdstuk 3).

Met de hulp van sleepboten is de manoeuvre naar de Landaanwinning wel gecontroleerd uit te voeren, ook tijdens maatgevende wind condities. Dit is in overeenstemming met Eis 300. De lastigste situatie doet zich voor tijdens stormachtige wind uit het noordwesten (8 Bft). In dat geval wordt het vastmaken van de sleepboten voor de bocht verhinderd door te hoge golven in de Maasmond. De inzet van de bocht zal onder deze omstandigheden vrijvarend gemaakt moeten worden. De sleepboten kunnen dan vastmaken in de bocht vanaf het moment dat het schip voldoende bescherming biedt tegen de golven. Gezien de ruime waterdiepte (40% kielspeling) en de huidige praktijk wordt ingeschat dat deze manoeuvre ook met 12.500 TEU schepen gecontroleerd kan worden uitgevoerd.

De schatting van de downtime van de haven ten gevolge van onvoldoende controleerbaarheid van de binnenkomstmanoeuvre van maatgevende containerschepen (12.500 TEU) wordt geschat op 0 - 0,15% [ref. 19].

Doordat de sleepboten voor de bocht vastmaken ligt de snelheid van de schepen laag. In combinatie met de grote afstand leidt dit tot een onbelemmerde vaartijd van ca. 95 minuten, waarvan ca. 65 minuten met sleepbootassistentie (vanaf het vastmaken tot en met het afstoppen van het schip, maar exclusief het afmeren van het schip).

4.2.3 Binnenvaart

Bij dit alternatief is voor de binnenvaart voldoende ruimte beschikbaar en zijn de golf- en stroomcondities zodanig dat zowel Maasvlakte1 als de Landaanwinning op controleerbare wijze bereikt kunnen worden. De downtime ten gevolge van het overschrijden van het criterium voor golven is voor alle gangbare moderne typen binnenvaartschepen minder dan 2%. Dit alternatief voldoet derhalve voor dit criterium aan het programma van eisen (Eis 520).

De onbelemmerde vaartijd vanaf het Beergat naar het eerste havenbassin van de Landaanwinning is voor een binnenvaartschip met een vaarsnelheid van 12 km/u ca. 45 min.

4.2.4 Vaarwegcapaciteit en intrinsieke veiligheid

De verkeerssituatie na aanleg van Referentieontwerp Ia1 heeft als belangrijkste verschil met de huidige situatie de functie van het knooppunt Beerkanaal/Yangtzehaven (Figuur 1.1). In de toekomstige situatie zal dit knooppunt zich hebben ontwikkeld tot de spil van de verkeersafwikkeling van zowel Maasvlakte1 als de Landaanwinning. Al het zeevaartverkeer voor Maasvlakte1 en de Landaanwinning en al het binnenvaartverkeer voor de Landaanwinning plus een deel voor Maasvlakte1 zal immers gebruik maken van dit knooppunt.

In het licht van deze belangrijke functie van dit knooppunt is onderzocht of de verwachte verkeersbewegingen op een veilige wijze het knooppunt kunnen passeren zonder dat daarbij lange wachttijden optreden [ref. 12]. Belangrijke factoren bij dit onderzoek zijn:

1. De beperkte ruimte in de bocht naar de Yangtzehaven ten gevolge van de ligging van de Deltaterminal en de jetty van de Maasvlakte Olie Terminal (MOT). De beschikbare vaarbreedte in de bocht is ca. 375 m (feitelijk maar ca. 190 m indien rekening wordt gehouden met het Petroleumregime van de MOT). De bocht naar de Yangtzehaven is daardoor voor schepen groter dan 4000 TEU alleen geschikt voor éénrichtingsverkeer.
2. Het zwaaien van VLCC's bij de 8^e Petroleumhaven en containerschepen in de Yangtzehaven (Euromax terminal) levert een volledige blokkade voor de zeevaart op van 45 min à 1 uur.

Uit het onderzoek blijkt dat de capaciteit van het knooppunt zeker niet voldoende zal zijn om de Landaanwinning tot de eindfase te laten ontwikkelen. Ruim voor de Landaanwinning volledig is ontwikkeld lopen naar verwachting de wachttijden voor het knooppunt Beerkanaal/Yangtzehaven op tot hoge waarden. Geschat wordt dat de gemiddelde totale wachttijd (som van de wachttijd tijdens binnenkomst en tijdens vertrek) voor schepen groter dan 4000 TEU oploopt tot meer dan 30 minuten. Voor de kleinere zeevaart en de binnenvaart worden iets gunstigere, maar nog steeds lange wachttijden verwacht [ref. 12].

Het knooppunt Beerkanaal/Yangtzehaven is gelegen direct na de bocht rond de Papegaaiebek. Gezien de geringe afstand tussen de bocht en het knooppunt, de onoverzichtelijkheid van de verkeerssituatie en de geringe afstand van de vaarweg tot de jetty van de MOT (veiligheidsrisico) wordt deze situatie voor de zeevaart als onvoldoende intrinsiek veilig bestempeld. Het passeren van een zeer groot aantal schepen op geringe afstand van de jetty wordt, gezien de grote potentiële gevolgen van een aanvaring (vervuiling, economische schade etc.), als zeer onwenselijk gezien. Gezien de veel geringere afmetingen van binnenvaartschepen, die daarmee dus relatief veel meer manoeuvreerruimte ter beschikking hebben, wordt de situatie voor de binnenvaart wel als voldoende intrinsiek veilig beoordeeld.

4.2.5 Integraal oordeel nautische bereikbaarheid en veiligheid van de Landaanwinning

De hoofdlijnen van de vijf nautische beoordelingscriteria, zoals deze in voorgaande paragrafen zijn gepresenteerd, zijn samengevat in onderstaande tabel (een rood vlak in de tabel geeft aan dat er niet aan het programma van eisen wordt voldaan, een groen vlak geeft aan dat er wel wordt voldaan aan de gestelde eisen):

Tabel 4.1 Integraal oordeel van Referentieontwerp Ia1 (eindfase)

Beoordelingscriterium	Meeteenheid	Oordeel Zeevaart	Oordeel Binnenvaart
Controleerbaarheid	Downtime	0 - 0,15 %	< 2 % (golven) ~ 0 % (stroming)
Vaartijd (onbelemmerd)	Tijd	95 min (65 min)*	45 min
Manoeuvrere ruimte	Kwalitatief	Onvoldoende	Voldoende
Intrinsieke veiligheid	Kwalitatief	Onvoldoende	Voldoende
Wachttijd	Kwalitatief	Lang	Lang

* Tussen haakjes is de duur van de sleepbootassistentie (vanaf het begin van assistentie tot en met het afstoppen in het centraal kanaal) vermeld.

Het geheel overziende kan gesteld worden dat voor dit alternatief de nautische bereikbaarheid laag is ten gevolge van de hoge totale gemiddelde vaartijd (onbelemmerde vaartijd plus gemiddelde wachttijd).

De nautische veiligheid van dit alternatief wordt als onvoldoende beoordeeld ten gevolge van de onvoldoende intrinsieke veiligheid voor de zeevaart en de hoge verkeersintensiteit bij de kruising Beerkanaal / Yangtzehaven.

Referentieontwerp Ia1 voldoet daarmee voor de Landaanwinning niet aan de gestelde eisen van nautische bereikbaarheid en veiligheid. Een overzicht van de toetsing aan het programma van eisen is opgenomen in Bijlage C.

Dit oordeel is met name het gevolg van de kruising Beerkanaal/Yangtzehaven. Deze kruising zal zich bij dit alternatief ontwikkelen tot een bottleneck voor zowel Maasvlakte1 als de Landaanwinning.

4.2.6 Integraal oordeel nautische bereikbaarheid en veiligheid bestaand havengebied

De nautische bereikbaarheid en veiligheid van het bestaande Rotterdamse havengebied, bij een volledig ontwikkeld Referentieontwerp Ia1, is gerelateerd aan de huidige situatie. De resultaten zijn gepresenteerd in onderstaande tabel (een rood vlak in de tabel geeft aan dat er niet aan het programma van eisen wordt voldaan, een groen vlak geeft aan dat er wel wordt voldaan aan de gestelde eisen):

Tabel 4.2 Integraal oordeel van bestaand havengebied bij Referentieontwerp Ia1 (eindfase)

Beoordelingscriterium	Oordeel Zeevaart	Oordeel Binnenvaart
Controleerbaarheid	Onveranderd	Onveranderd
Vaartijd (onbelemmerd)	Onveranderd	Onveranderd
Manoeuvrere ruimte	Onveranderd	Onveranderd
Intrinsieke veiligheid	Lager	Onveranderd
Wachttijd	Langer	Langer

Bovenstaande veranderingen beperken zich voor dit alternatief tot met name Maasvlakte1. Andere bestaande havengebieden ondervinden geen grote veranderingen. Ten gevolge van het drukke verkeersknooppunt bij de kruising Beerkanaal/Yangtzehaven zal de totale vaartijd naar Maasvlakte1 toenemen waardoor de nautische bereikbaarheid van Maasvlakte1 zal verminderen. Ten gevolge van de lagere intrinsieke veiligheid en de langere wachttijden zal ook de nautische veiligheid van Maasvlakte1 verminderen.

Referentieontwerp Ia1 voldoet daarmee, ook voor de bestaande havengebieden, niet aan de gestelde eisen van nautische bereikbaarheid en veiligheid (zie ook Bijlage C).

Dit oordeel is wederom met name het gevolg van de kruising Beerkanaal/Yangtzehaven. Deze kruising zal zich bij dit alternatief ontwikkelen tot een bottleneck voor zowel Maasvlakte1 als de Landaanwinning.

4.3 Beoordeling eerste fase

Voor de eerste fase van dit alternatief (Figuur 4.2) wordt alleen de aanleg van het noordelijke deel voorzien. Op een later tijdstip kan de Landaanwinning in zuidwestelijke richting worden uitgebouwd. De toegang tot de eerste fase voor de zee- en binnenvaart is voorzien via de Yangtzehaven.

Voor de zeevaart is het essentieel dat de stromingspatronen voor de haven gunstig zijn. Een stromingssimulatie heeft aangetoond dat een slechte vormgeving van de dam aan de noordzijde van de Landaanwinning kan leiden tot sterke neervorming voor de havenmond. Ook voor de eerste fase van de Landaanwinning dient nadrukkelijk aandacht besteed te worden aan de vorm van de landcontour ter voorkoming van ongunstige stroombeelden.

De ontgronding die zich bij de eerste fase zal ontwikkelen zal waarschijnlijk, gezien de geringe diepte, geen verslechtering tot gevolg hebben van de dwarsstroomsnelheden in de vaarbaan. Een bodembescherming ter voorkoming van deze ontgronding is daarom, in eerste instantie, naar verwachting niet noodzakelijk.

Uitgaande van een gunstig stromingspatroon (geen neervorming) kan gesteld worden dat de beoordeling van de nautische bereikbaarheid en veiligheid voor de eindfase ook van toepassing is voor de eerste fase. Een uitzondering hierop vormt de wachttijd ten gevolge van verkeersdrukke. Deze zal lager zijn in vergelijking tot de eindfase ten gevolge van de lagere verkeersintensiteit.

De beoordeling voor de binnenvaart is, met uitzondering van de beoordeling gerelateerd aan de wachttijden voor het knooppunt Beerkanaal/Yangtzehaven, voor de eerste fase en de eindfase gelijk. Een uitzondering hierop vormt de beoordeling gerelateerd aan de wachttijden voor het knooppunt Beerkanaal/Yangtzehaven. Gezien de lagere verkeersintensiteit zullen de wachttijden voor de eerste fase (veel) lager zijn in vergelijking tot de eindfase. De wachttijden zullen wel belangrijk hoger zijn in vergelijking tot de huidige situatie.

Een overzicht van de toetsing van de eerste fase aan het programma van eisen is opgenomen in Bijlage C.

4.4 Mogelijkheden tot verbetering

Gezien de resultaten moeten verbeteringen van Referentieontwerp Ia1 gezocht worden in het oplossen van de bottleneck bij de kruising Beerkanaal / Yangtzehaven. Twee oplossingsrichtingen worden hier aangegeven:

1. De bocht rond de Papegaaiebek op een ruimere wijze doorzetten, liefst met een bochtstraal van 1800 m, naar de Yangtzehaven. Hiertoe zouden de noordoosthoek van de Deltaterminal en de zuidwestelijke jetty van de MOT moeten worden verwijderd.
2. De toegang tot de Landaanwinning, voor zowel de zee- als de binnenvaart, elders te realiseren, bijvoorbeeld door het verlengde Hartelkanaal.

Beide oplossingsrichtingen zullen leiden tot belangrijke verbeteringen van de lay-out wat betreft de controleerbaarheid en wachttijd. Echter, de eerste oplossingsrichting zal waarschijnlijk op praktische bezwaren stuiten. Er wordt aanbevolen de tweede oplossingsrichting nader te beschouwen.

Het aanbrengen van een stroomverlammingskuil voor de havenmond zal geen verbetering van de nautische bereikbaarheid van de haven tot gevolg hebben [ref. 14].

4.5 Gevoeligheid van de resultaten voor andere ontwerpschepen

Malacca-max schepen (18.000 TEU)

Indien deze schepen zonder sleepbootassistentie een bocht moeten varen geldt ook voor deze schepen dat ca. 40% kielspeling (waterdiepte van ca. 29,5 m) beschikbaar moet zijn bij een bochtstraal van ca. 1800 m. Bij dit alternatief wordt de bocht rond de Papegaaiebek niet zelfvarend uitgevoerd, hetgeen betekent dat niet aan deze eisen hoeft te worden voldaan. Alleen bij extreme noordwestelijke golfcondities zal het begin van de bocht vrijvarend ingezet dienen te worden (zie ook Paragraaf 4.2.2). Dit kan alleen gecontroleerd uitgevoerd worden indien er voldoende kielspeling beschikbaar is.

Het belangrijkste verschil met de 12.500 TEU schepen is het verschil in windoppervlak van het schip. Tijdens extreme omstandigheden zijn sleepboten nodig die veel sterker zijn dan de huidige beschikbare sleepboten.

Indien ervan uitgegaan wordt dat 18.000 TEU schepen op vergelijkbare wijze assistentie van sleepboten kunnen krijgen als 12.500 TEU schepen (tijd om vast te maken, aantal sleepboten), en indien de vaarwegdiepte wordt aangepast dan geldt voor deze schepen een vergelijkbare bereikbaarheid voor Referentieontwerp Ia1 als voor 12.500 TEU schepen.

Huidige generatie post-Panamax schepen (8.700 TEU)

De huidige generatie containerschepen is bij windcondities onder 5 Bft. goed in staat de bocht rond de Papegaaiebek gecontroleerd te maken (éénrichtingsverkeer). Boven 5 Bft. zullen ook deze schepen met sleepbootassistentie de Yangtzehaven invaren.

Het belangrijkste verschil met de 12.500 TEU schepen is het verschil in windoppervlak van het schip. Tijdens de ontwerp windcondities zal er daarom minder sleepbootassistentie benodigd zijn (2 in plaats van 4 sleepboten). De benodigde vaarbaanlengte is daarom voor deze schepen kleiner. Ook is de benodigde vaarwegbreedte kleiner.

De nautische bereikbaarheid van de Landaanwinning bij Referentieontwerp Ia1 is voor 8.700 TEU schepen beter in vergelijking tot de 12.500 TEU schepen (voldoet wel aan de Eisen 34 en 300).

5 Beoordeling en toetsing van Alternatief A1

5.1 Beschrijving van het alternatief

Bij dit alternatief (Figuur 5.1) blijft al de zeevaart gebruik maken van de huidige havenmond. De toegang tot de Landaanwinning voor de zee- en binnenvaart is voorzien via de Yangtzehaven, welke daartoe wordt verbreed tot 700 m. In de Yangtzehaven is daarmee voor de zeevaart tweerichtingsverkeer mogelijk.

Schepen varend naar de Landaanwinning dienen na binnenkomst in de haven een bocht naar stuurboord te maken. Deze bocht rond de Papegaaiebek (Figuur 1.1) heeft een bochtstraal van 1250 m langs de vaarbaan. Het tweede deel van de bocht (vanuit het Beerkanaal naar de Yangtzehaven) heeft een bochtstraal van slechts 650 m (langs de vaarbaan). De bodemligging in de Maasmond en Beerkanaal is ca. NAP -24 m, hetgeen gelijk is aan de huidige situatie. In de (verbrede) Yangtzehaven is de bodemligging ca. NAP -20 m.

5.2 Beoordeling eindfase

5.2.1 Waterbeweging

Voor de stromingen in en rond de haven bij Alternatief A1 zijn de resultaten gebruikt van de stromingsberekeningen voor Alternatief B1 [ref. 7]. De buitencontour van beide ontwerpen is immers nagenoeg gelijk, op de toegang naar de Landaanwinning in Alternatief B1 na. De karakteristieke stromingspatronen van Alternatief B1 voor een eb- en vloed situatie, tijdens een hoog springtij met een getijamplitude van 2,15 m, zijn gepresenteerd in Bijlage B. Het stroombeeld wordt bepaald door het meest zeewaarts gelegen punt van de Landaanwinning, in dit geval de westelijke hoek.

Op basis van deze simulaties wordt geconcludeerd dat, in vergelijking tot de huidige situatie, de maximale dwarsstroming langs de vaarbaan naar de havenmond (Maasgeul) tijdens vloed afneemt met ca. 10% en tijdens eb toeneemt met ca. 15%. Bij een springtij met een amplitude van 2,15 m leidt dit tot dwarsstroomsnelheden langs de vaarbaan van ca. 1,1 m/s tijdens vloed en ca. 0,8 m/s tijdens eb. Bovendien is tijdens vloed de dwarsstroomgradiënt voor de havenmond sterk gereduceerd, in vergelijking tot de huidige situatie (zie Figuur B13).

Bij dit alternatief ontstaat een stroomcontractiepunt bij de westelijke hoek van de Landaanwinning. Op deze plaats zal een ontgrondingskuil tot ontwikkeling komen die naar verwachting in 20 jaar tijd een erosiediepte van ca. 30 m zal bereiken.

De ontwikkeling van een ontgrondingskuil heeft tot gevolg dat het debiet door het stroomcontractiegebied zal vergroten. Tijdens vloed zal daardoor ten noorden van de ontgrondingskuil de stroomsnelheid toenemen. Tevens zal tijdens vloed het gunstige bijdraaien van de stroming rond de Landaanwinning verminderen, ten opzichte van de beginsituatie (geen ontgrondingskuil). Indien een ontgrondingskuil zich nabij de vaargeul bevindt kan de combinatie van beide effecten leiden tot een toename van de dwarsstroomsnelheid langs de vaarweg. Dit effect is ongunstig voor de scheepvaart en leidt tot een verminderde bereikbaarheid van de haven.

In het geval van Alternatief A1 zal de debietstoename en de vermindering van het bijdraaien van de stroming zich zeker ontwikkelen. Echter, gezien de grote afstand van de kuil tot de vaargeul zal dit effect naar verwachting niet *direct* tot een verslechtering van de bereikbaarheid leiden. Wel wordt ingeschat dat een *volledig* ontwikkelde ontgrondingskuil een negatief effect zal hebben op de nautische bereikbaarheid en veiligheid. Er dient daarom voorkomen te worden dat de ontgrondingskuil zich volledig kan ontwikkelen.

De resultaten van de stromingssimulaties en -analyses (zonder de effecten van ontgrondingskuilen) zijn gebruikt als basis voor de evaluatie van de nautische bereikbaarheid en veiligheid voor de zee- en binnenvaart.

5.2.2 Zeevaart

De beoordeling van de zeevaart komt overeen met de beoordeling voor Referentieontwerp Ia1 (Paragraaf 4.2.2).

5.2.3 Binnenvaart

Bij dit alternatief is voor de binnenvaart voldoende ruimte beschikbaar en zijn de golf- en stroomcondities zodanig dat zowel Maasvlakte1 als de Landaanwinning op controleerbare wijze bereikt kunnen worden. De downtime ten gevolge van het overschrijden van het criterium voor golven is voor alle gangbare moderne typen binnenvaartschepen minder dan 2%. Dit alternatief voldoet derhalve voor dit criterium aan het programma van eisen (Eis 520).

De onbelemmerde vaartijd vanaf het Beergat naar het eerste havenbassin van de Landaanwinning is voor een binnenvaartschip met een vaarsnelheid van 12 km/u ca. 45 min.

5.2.4 Vaarwegcapaciteit en intrinsieke veiligheid

De beoordeling van de vaarwegcapaciteit en intrinsieke veiligheid voor dit alternatief wordt als gelijk beoordeeld ten opzichte van Referentieontwerp Ia1 (Paragraaf 4.2.4).

Dit wil zeggen dat de capaciteit van het knooppunt Beerkanaal/Yangtzehaven zeker niet voldoende zal zijn om de Landaanwinning tot de eindfase te laten ontwikkelen. Ruim voor de Landaanwinning volledig is ontwikkeld lopen naar verwachting de wachttijden voor zowel de zee- als de binnenvaart hoog op.

De intrinsieke veiligheid van het alternatief wordt voor de zeevaart als onvoldoende beoordeeld. Voor de binnenvaart is deze wel voldoende.

5.2.5 Integraal oordeel nautische bereikbaarheid en veiligheid van de Landaanwinning

De hoofdlijnen van de vijf nautische beoordelingscriteria, zoals deze in voorgaande paragrafen zijn gepresenteerd, zijn samengevat in onderstaande tabel (een rood vlak in de tabel geeft aan dat er niet aan het programma van eisen wordt voldaan, een groen vlak geeft aan dat er wel wordt voldaan aan de gestelde eisen):

Tabel 5.1 Integraal oordeel van Alternatief A1 (eindfase)

Beoordelingscriterium	Meeteenheid	Oordeel Zeevaart	Oordeel Binnenvaart
Controleerbaarheid	Downtime	0 - 0,15 %	< 2 % (golven) ~ 0 % (stroming)
Vaartijd (onbelemmerd)	Tijd	95 min (65 min) *	45 min
Manoeuvrerruimte	Kwalitatief	Onvoldoende	Voldoende
Intrinsieke veiligheid	Kwalitatief	Onvoldoende	Voldoende
Wachttijd	Kwalitatief	Lang	Lang

* Tussen haakjes is de duur van de sleepbootassistentie (vanaf het begin van assistentie tot en met het afstoppen in het centraal kanaal) vermeld.

Het geheel overziende kan gesteld worden dat voor dit alternatief de nautische bereikbaarheid laag is ten gevolge van de hoge totale gemiddelde vaartijd (onbelemmerde vaartijd plus gemiddelde wachttijd).

De nautische veiligheid van dit alternatief wordt als onvoldoende beoordeeld ten gevolge van de onvoldoende intrinsieke veiligheid voor de zeevaart en de te hoge verkeersintensiteit bij de kruising Beerkanaal / Yangtzehaven.

Alternatief A1 voldoet daarmee voor de Landaanwinning niet aan de gestelde eisen van nautische bereikbaarheid en veiligheid. Een overzicht van de toetsing aan het programma van eisen is opgenomen in Bijlage C.

Dit oordeel is met name het gevolg van de kruising Beerkanaal/Yangtzehaven. Deze kruising zal zich bij dit alternatief ontwikkelen tot een bottleneck voor zowel Maasvlakte1 als de Landaanwinning.

5.2.6 Integraal oordeel nautische bereikbaarheid en veiligheid bestaand havengebied

De nautische bereikbaarheid en veiligheid van het bestaande Rotterdamse havengebied, bij een volledig ontwikkeld Alternatief A1, wordt gerelateerd aan de huidige situatie. De resultaten, die gelijk zijn aan die van Referentieontwerp Ia1, zijn gepresenteerd in onderstaande tabel (een rood vlak in de tabel geeft aan dat er niet aan het programma van eisen wordt voldaan, een groen vlak geeft aan dat er wel wordt voldaan aan de gestelde eisen):

Tabel 5.2 Integraal oordeel van bestaand havengebied bij Alternatief A1 (eindfase)

Beoordelingscriterium	Oordeel Zeevaart	Oordeel Binnenvaart
Controleerbaarheid	Onveranderd	Onveranderd
Vaartijd (onbelemmerd)	Onveranderd	Onveranderd
Manoeuvrere ruimte	Onveranderd	Onveranderd
Intrinsieke veiligheid	Lager	Onveranderd
Wachttijd	Langer	Langer

Bovenstaande veranderingen beperken zich voor dit alternatief tot met name Maasvlakte1. Andere bestaande havengebieden ondervinden geen grote veranderingen. Ten gevolge van het drukke verkeersknooppunt bij de kruising Beerkanaal/Yangtzehaven zal de totale vaartijd naar Maasvlakte1 toenemen waardoor de nautische bereikbaarheid van Maasvlakte1 zal verminderen. Ten gevolge van de lagere intrinsieke veiligheid en de langere wachttijden zal ook de nautische veiligheid van Maasvlakte1 verminderen.

Alternatief A1 voldoet daarmee, ook voor de bestaande havengebieden, niet aan de gestelde eisen van nautische toegankelijkheid en veiligheid (zie ook Bijlage C).

Dit oordeel is wederom met name het gevolg van de kruising Beerkanaal/Yangtzehaven. Deze kruising zal zich bij dit alternatief ontwikkelen tot een bottleneck voor zowel Maasvlakte1 als de Landaanwinning.

5.3 Beoordeling eerste fase

Voor de eerste fase van dit alternatief (Figuur 5.2) wordt alleen de aanleg van het noordelijke deel voorzien. Op een later tijdstip kan de Landaanwinning in zuidwestelijke richting worden uitgebouwd. De toegang tot de eerste fase voor de zee- en binnenvaart is voorzien via de Yangtzehaven.

Voor de zeevaart is het essentieel dat de stromingspatronen voor de haven gunstig zijn. Een stromingssimulatie heeft aangetoond dat een slechte vormgeving van de dam aan de noordzijde van de Landaanwinning kan leiden tot sterke neervorming voor de havenmond. Ook voor de eerste fase van de Landaanwinning dient nadrukkelijk aandacht besteed te worden aan de vorm van de landcontour, en eventuele dammen, ter voorkoming van ongunstige stroombeelden.

Het contractiepunt van de stroming ligt bij de eerste fase, in vergelijking tot de eindfase, veel dichterbij de vaargeul.

Bij het stroomcontractiepunt zal een erosiekuil tot ontwikkeling komen. Gezien de locatie van het stroomcontractiepunt zal de ontgronding naar verwachting direct een negatief effect hebben op de dwarsstroomsnelheden en dwarsstroomgradiënten langs de vaarweg. De ontwikkeling van de ontgrondingskuil dient daarom voorkomen te worden middels een bodembescherming.

Uitgaande van een gunstig stromingspatroon (geen neervorming) kan gesteld worden dat de beoordeling van de nautische bereikbaarheid en veiligheid voor de eindfase ook van toepassing is voor de eerste fase van Alternatief A1. Een uitzondering hierop vormt de beoordeling gerelateerd aan de wachttijden voor het knooppunt Beerkanaal/Yangtzehaven. Gezien de lagere verkeersintensiteit zullen de wachttijden voor de eerste fase (veel) lager zijn in vergelijking tot de eindfase. De wachttijden zullen wel belangrijk hoger zijn in vergelijking tot de huidige situatie.

Een overzicht van de toetsing van de eerste fase aan het programma van eisen is opgenomen in Bijlage C.

5.4 Mogelijkheden tot verbetering

De mogelijkheden tot verbetering van Alternatief A1 zijn gelijk aan die van Referentieontwerp la1 (Paragraaf 4.4). Deze spitsen zich toe op het wegnemen van de bottleneck bij de kruising Beerkanaal/Yangtzehaven:

1. De bocht rond de Papegaaiebek op een ruimere wijze doorzetten naar de Yangtzehaven. Hiertoe zouden de noordoosthoek van de Deltaterminal en de zuidwestelijke jetty van de MOT moeten worden verwijderd.
2. De toegang tot de Landaanwinning, voor zowel de zee- als de binnenvaart, elders te realiseren, bijvoorbeeld door het verlengde Hartelkanaal.

Beide oplossingsrichtingen zullen leiden tot belangrijke verbeteringen van de lay-out wat betreft de controleerbaarheid en wachttijd. Echter, de eerste oplossingsrichting zal waarschijnlijk op praktische bezwaren stuiten. Er wordt aanbevolen de tweede oplossingsrichting nader te beschouwen.

Het aanbrengen van een stroomverlammingskuil voor de havenmond zal geen verbetering van de nautische bereikbaarheid van de haven tot gevolg hebben [ref. 14].

5.5 Gevoeligheid van de resultaten voor andere ontwerpschepen

De beoordeling voor de 18.000 en de 8.700 TEU schepen is gelijk aan die voor Referentieontwerp la1 (Paragraaf 4.5). De hoofdlijnen van de resultaten zijn:

Malacca-max schepen (18.000 TEU)

Indien ervan uitgegaan wordt dat 18.000 TEU schepen op vergelijkbare wijze assistentie van sleepboten kunnen krijgen als 12.500 TEU schepen (tijd om vast te maken, aantal sleepboten), en indien de vaarwegdiepte wordt aangepast dan geldt voor deze schepen een vergelijkbare bereikbaarheid voor Alternatief A1 als voor 12.500 TEU schepen.

Huidige generatie post-Panamax schepen (8.700 TEU)

De nautische bereikbaarheid van de Landaanwinning bij Alternatief A1 is voor 8.700 TEU schepen beter in vergelijking tot de 12.500 TEU schepen (voldoet wel aan de Eisen 34 en 300).

6 Beoordeling en toetsing van Alternatief B1

6.1 Beschrijving van het alternatief

Bij dit alternatief (Figuur 6.1) blijven de huidige havengebieden bereikbaar via de huidige havenmond (grondkoers 112°N). De toegang tot de Landaanwinning is voor de zeevaart via een eigen havenmond voorzien (grondkoers 125°N). Voor de binnenvaart is de toegang tot de Landaanwinning voorzien via een doorsteek van de Yangtzehaven. De breedte van de doorsteek is 200 m, de bodemligging NAP -7 m.

Voor zeeschepen die vanuit het bestaande Rotterdamse havengebied naar de Landaanwinning willen varen (het zogenaamde 'verhalen') geldt dat deze over zee moeten varen. Bij de andere alternatieven is dit niet het geval.

De zeevaart varende naar de Landaanwinning dient onder alle weersomstandigheden de bocht naar de Landaanwinning zelfvarend te maken. In de havenmond en de bocht zijn de vaarsnelheid en de golfcondities te hoog om sleepboten te kunnen vastmaken. Voor de toegang en de bocht is een bochtstraal van 1800 m gekozen en een diepte van 24 m (40% kielspeling) teneinde de bocht onder alle omstandigheden zonder sleepbootassistentie gecontroleerd te kunnen varen. Het vastmaken van sleepboten kan pas in de bocht starten, indien de vaarsnelheid en de golfcondities dit toelaten. Na de bocht kan de zeevaart met sleepbootassistentie de afstopmanoeuvre uitvoeren.

6.2 Beoordeling eindfase

6.2.1 Waterbeweging

De stromingen in en rond de haven bij Alternatief B1 zijn gesimuleerd middels een gedetailleerd stromingsmodel [ref. 6 en 7], op vergelijkbare wijze als voor Alternatieven D1, E1 en IIa1. De karakteristieke stromingspatronen van Alternatief B1 voor een eb- en vloed situatie, tijdens een hoog springtij met een getijamplitude van 2,15 m, zijn gepresenteerd in Bijlage B. Het stroombeeld wordt bepaald door het meest zeewaarts gelegen punt van de Landaanwinning, in dit geval de westelijke hoek.

Op basis van deze simulaties wordt geconcludeerd dat, in vergelijking tot de huidige situatie, de maximale dwarsstroming langs de vaarbaan naar de havenmond (Maasgeul) tijdens vloed afneemt met ca. 10% en tijdens eb toeneemt met ca. 15%. Bij een springtij met een amplitude van 2,15 m leidt dit tot dwarsstroomsnelheden van ca. 1,1 m/s tijdens vloed en ca. 0,8 m/s tijdens eb. Bovendien is de dwarsstroomgradiënt voor de havenmond sterk gereduceerd (Figuur B13).

Langs de vaarbaan naar de Landaanwinning neemt de maximale dwarsstroming toe, in vergelijking tot de huidige situatie, met ca. 15% tijdens vloed en met ca. 30% tijdens eb. Bij een springtij met een amplitude van 2,15 m leidt dit tot maximale dwarsstroomsnelheden langs de vaarbaan van ca. 1,4 m/s tijdens vloed en ca. 0,9 m/s tijdens eb. Tijdens vloed is de dwarsstroomgradiënt voor de havenmond vergelijkbaar met de huidige situatie. Wel is sprake van een enigszins sterkere neervorming in de havenmond. Tijdens eb is de dwarsstroomgradiënt voor de havenmond ongunstiger. De toename van de ebstroming direct voor de havenmond is zelfs ca. 125%, in vergelijking tot de huidige situatie. Het stroombeeld langs de vaarbaan naar de Landaanwinning is daarmee, in vergelijking tot de huidige situatie, ongunstiger (Figuur B13).

Bij Alternatief B1 ontstaat een stroomcontractiepunt bij de westelijke hoek van de Landaanwinning. Op deze plaats zal een ontgrondingskuil tot ontwikkeling komen die naar verwachting in 20 jaar tijd een erosiediepte van ca. 30 m zal bereiken.

De ontwikkeling van een ontgrondingskuil heeft tot gevolg dat het debiet door het stroomcontractiegebied zal vergroten. Tijdens vloed zal daardoor ten noorden van de ontgrondingskuil de stroomsnelheid toenemen. Tevens zal tijdens vloed het gunstige bijdraaien van de stroming rond de Landaanwinning verminderen, ten opzichte van de beginsituatie (geen ontgrondingskuil). Indien de ontgrondingskuil zich nabij de vaargeul bevindt kan de combinatie van beide effecten leiden tot een

toename van de dwarsstroomsnelheid langs de vaarweg. Dit effect is ongunstig voor de scheepvaart en leidt tot een verminderde bereikbaarheid van de haven.

In het geval van Alternatief B1 zal de ontgrondingskuil, gezien de grootte en de geringe afstand tot de vaarbaan naar de Landaanwinning, de dwarsstroomsnelheid in de vaarbaan waarschijnlijk negatief beïnvloeden. De ontgrondingskuil dient daarom voorkomen te worden middels het aanbrengen van een bodemverdediging.

De resultaten van de stromingssimulaties en -analyses (zonder de effecten van ontgrondingskuilen) zijn gebruikt als basis voor de evaluatie van de nautische bereikbaarheid en veiligheid voor de zee- en binnenvaart.

6.2.2 Zeevaart

Tijgebonden schepen (van en naar bestaand Rotterdams gebied)

In de huidige situatie bestaan er voor tijgebonden schepen beperkingen ten aanzien van zowel de waterstand als de dwarsstroming. De grootte van deze tij- en stroompoorten wordt per vaart bepaald en is afhankelijk van het schip, van de getijamplitude en van de meteorologische omstandigheden.

De veranderingen in het stroombeeld langs de vaarbaan naar de Maasmond zullen naar verwachting geen belangrijke wijzigingen in de tijpoorten en stroompoorten voor deze schepen tot gevolg hebben.

Kleine zeevaart (van en naar bestaand Rotterdams gebied)

Kleine zeeschepen, met een lengte kleiner dan 100m, ondervinden tijdens ruwere omstandigheden (bij een golfhoogte $H_s > 2,5$ m) door scheepsbewegingen een gereduceerde effectiviteit van schroef en roer. Het gevolg is dat deze schepen tijdens deze omstandigheden minder goed vaart en koers kunnen houden. Dit maakt dat deze schepen in dergelijke gevallen gevoeliger zijn voor dwarsstroming. In de huidige situatie komt het voor dat deze schepen onder deze omstandigheden met zeer grote opstuurhoeken ($>20^\circ$) de haven binnenkomen. Deze golfcondities treden gedurende ca. 5% van de tijd op; de combinatie van deze golven met de maximale vloedstroom treedt ca. 0.5% van de tijd op.

Voor Alternatief B1 wordt, gezien de geringe verandering van dwarsstroomsnelheden direct voor de Maasmond, voor het binnenlopen en vertrekken van kleine zeeschepen (lengte kleiner dan 100 m) geen verandering voorzien in vergelijking tot de huidige situatie.

Maatgevende containerschepen en gastankers (van en naar de Landaanwinning)

Voor het onder controle houden van een 12.500 TEU schip tijdens harde wind (7 Bft) is de inzet vereist van vier sleepboten met een sleepkracht van 110 ton. Dit type havensleepboot bestaat nog niet. De ontwikkeling van deze boten zal de nodige technologische ontwikkelingen vereisen. De volgende analyse gaat uit van de beschikbaarheid van voldoende sleepkracht ter assistentie van de schepen.

Maatgevende containerschepen (12.500 TEU) kunnen de Landaanwinning tot 5 Bft. zonder sleepboot assistentie binnenlopen. Daarmee wordt voldaan aan Eis 34 (Hoofdstuk 3). Tijdens de vloedfase van een springtij in combinatie met extreme zuidwestelijke windcondities (8 Bft.) worden tijdens de aankomstmanoeuvre de grenzen van controleerbaarheid significant overschreden. Dit is in strijd met Eis 300 (Hoofdstuk3).

Tijdens extreme noordwestelijke golfcondities geldt dat de golfdoordringing in de haven zodanig is dat het vastmaken van sleepboten pas na de bocht kan aanvangen. In dergelijke situaties is de lengte van het centraal kanaal onvoldoende om het schip op een veilige wijze tot stilstand te brengen.

De schatting van de downtime van de haven ten gevolge van onvoldoende controleerbaarheid van de binnenkomstmanoeuvre van maatgevende containerschepen (12.500 TEU) wordt geschat op 1 – 3 %. Omstreeks de helft van deze downtime wordt veroorzaakt door te hoge golfcondities in de haven tijdens noordwestelijke golfcondities. De andere helft van de downtime wordt veroorzaakt door de beperkingen bij het gecombineerd optreden van vloedstroming en sterke zuidwestelijke wind [ref. 19].

De toename van de ebstroming voor de havenmond leidt voor deze schepen naar verwachting niet tot downtime van de haven, maar wel tot een verminderde veiligheid van de manoeuvres tijdens eb. Bovengenoemde resultaten gelden ook voor de maatgevende gastankers. Echter, vanuit veiligheidsoogpunt wordt gesteld dat deze manoeuvre voor dit type schip onder extreme windcondities niet zonder sleepbootassistentie mag worden uitgevoerd. Voor gastankers is de Landaanwinning onder extreme maatgevende omstandigheden derhalve niet bereikbaar. Dit is in strijd met Eis 300.

De onbelemmerde vaartijd van de boei 'Maas Oost' tot het eerste havenbassin van de Landaanwinning is ca. 35 minuten waarvan ca. 15 minuten met sleepbootassistentie.

Kleine zeevaart (van en naar de Landaanwinning)

De controleerbaarheid van de manoeuvre naar de Landaanwinning voor kleinere zeeschepen is kleiner dan de controleerbaarheid van de manoeuvre door de huidige Maasmond. Dit is het gevolg van de hogere dwarsstroming langs de vaarbaan naar de Landaanwinning, zowel tijdens eb als vloed.

6.2.3 Binnenvaart

Voor de controleerbaarheid van de manoeuvres van de binnenvaart worden bij dit alternatief twee situaties onderscheiden. Ten eerste de manoeuvre vanuit de Yangtzehaven naar de Landaanwinning vice versa. Ten tweede het varen binnen de Landaanwinning onder invloed van de daar heersende golfcondities.

Manoeuvre vanuit Yangtzehaven naar de Landaanwinning vice versa

De doorsteek vanuit de Yangtzehaven naar de Landaanwinning wordt gekenmerkt door de aanwezigheid van een brug die direct wordt gevolgd door een bocht naar bakboord. Uit het stromingsonderzoek [ref. 12] is gebleken dat in de doorsteek grote lokale stroomsnelheden tot ontwikkeling komen ten gevolge van faseverschillen van het getij.

De stroomsnelheid in de doorsteek is ruwweg 70% van tijd groter dan 0,5 m/s. Een stroomsnelheid van 1,0 m/s wordt ca. 40% van de tijd overschreden. De maximale stroomsnelheid tijdens een hoog springtij is ca. 1,8 m/s en treedt een uur voor hoogwater op. De stroomsnelheden direct ten oosten en ten westen van de doorsteek zijn in de orde van 0,1 à 0,2 m/s. Schepen varende door de doorsteek naar de Landaanwinning zullen dus sterke stroomversnellingen en –vertragingen ervaren. Dit is ongunstig voor de controleerbaarheid van de manoeuvre.

Het optreden van stroomsnelheden van 0,5 m/s of hoger hoeft niet per definitie onoverkomelijk te zijn voor binnenvaartschepen. Bij het Beergat en bij de Suurhoffbrug (in het Hartelkanaal) treden bijvoorbeeld stroomsnelheden op tussen de 0,5 en 1,2 m/s, afhankelijk van het getij en de rivierafvoer. Echter, het feit dat in Alternatief B1 (i) deze stroomsnelheden zeer lokaal optreden, (ii) deze stroomsnelheden in een bocht optreden en dat (iii) in deze bocht ook een brug is voorzien heeft tot geleid tot de voorlopige aanname dat lokale stroomsnelheden boven de 0,5 m/s leiden tot een niet voldoende gecontroleerde manoeuvre. Deze aanname wordt onderschreven door de richtlijnen van de Commissie Vaarweg Beheerders [ref. 18]. Mogelijkerwijs kan middels detailonderzoek worden aangetoond dat ook bij hogere stroomsnelheden een veilige vaart op dit traject mogelijk is.

De grens van 0,5 m/s leidt tot een downtime percentage ten gevolge van stroming van ca. 70%. Gedurende deze tijd kan de manoeuvre van en naar de Landaanwinning niet gecontroleerd worden uitgevoerd.

Manoeuvres binnen de Landaanwinning

De stroomsnelheden die optreden in de havenbekkens van de Landaanwinning zullen niet leiden tot moeilijkheden voor de binnenvaart. De downtime ten gevolge van het overschrijden van het criterium voor golven is echter zeer groot. De vorm van de havenmond leidt tot een zeer grote golfdoordringing, met name voor golven uit noordwestelijke richtingen. Het downtime percentage voor de binnenvaart ten gevolge van golven is in de orde van enige tientallen procenten. Dit alternatief voldoet derhalve voor dit criterium niet aan het programma van eisen (Eis 520).

Onbelemmerde vaartijd

De onbelemmerde vaartijd vanaf het Beergat naar het eerste havenbassin van de Landaanwinning is voor een binnenvaartschip met een vaarsnelheid van 12 km/u ca. 45 min.

6.2.4 Vaarwegcapaciteit en intrinsieke veiligheid

Bij Alternatief B1 vinden er de volgende veranderingen plaats in het verkeersbeeld ten opzichte van de huidige situatie:

1. De Maasgeul wordt in feite opgedeeld in een tweetal aanvaarroutes. De ongewijzigde route naar de Maasmond (grondkoers 112°N) en een route naar de Landaanwinning (grondkoers 125°N). De splitsing zal zich na het Maascentre bevinden. Een zeevaartse verplaatsing van het Maascentre en de Eurogeul is waarschijnlijk niet noodzakelijk. Het splitsingspunt heeft wevend verkeer tot gevolg nabij het Maascentre.
2. Direct binnen de havenmond van de Landaanwinning weven de verkeersstromen van de zeevaart en binnenvaart.
3. Op de kruising Beerkanaal/Yangtzehaven vindt een belangrijke toename plaats van het aantal scheepsbewegingen van de binnenvaart. Alle binnenvaart van en naar de Landaanwinning zal immers via de Yangtzehaven varen.

De eerste twee veranderingen worden, op basis van expert judgement, voornamelijk niet als problematisch beschouwd. De derde verandering is nader onderzocht middels een bureaustudie [ref. 12]. Daarin is geconcludeerd dat de capaciteit van de kruising voldoende is om het toekomstige verkeersaanbod van zeeschepen met de bestemming Yangtzehaven (Euromax), 8^e Petroleumhaven of Europahaven en de binnenvaart naar de Landaanwinning op veilige wijze, zonder lange wachttijden te verwerken. Geschat wordt dat de gemiddelde totale wachttijd (som van de wachttijd tijdens binnenkomst en tijdens vertrek) voor schepen groter dan 4000 TEU lager blijft dan 15 minuten. In de huidige situatie is dit ca. 6 minuten. Voor de kleinere zeevaart en de binnenvaart worden iets gunstigere wachttijden verwacht [ref. 12].

Mogelijkerwijs zijn voor de eindsituatie (grootste verkeersintensiteit) enige aanvullende maatregelen voor een veilige afwikkeling van het verkeer op deze kruising gewenst. Het passeren van grote zeeschepen kan immers leiden tot een tijdelijke blokkade van de kruising voor de binnenvaart. Het rond het kruispunt creëren van enige wachtplaatsen voor de binnenvaart, eventueel gecombineerd met verkeersregels of het verplicht gebruik maken van VTS zal naar verwachting voldoende zijn.

Voor de zeevaart wordt de verkeerssituatie van Alternatief B1 als onvoldoende intrinsiek veilig bestempeld. Het snel opeenvolgen, of zelfs overlappen, van de binnenkomst- en bochtmanoeuvres wordt in het algemeen liever vermeden. Een stuk rechte vaarweg tussen beide manoeuvres verdient de voorkeur. Bovendien bestaat er geen mogelijkheid tot het afbreken van de manoeuvres; indien de binnenkomstmanoeuvre is ingezet moet ook de bochtmanoeuvre worden uitgevoerd. Het 'point of no return' ligt buiten de haven. Bij andere alternatieven bestaat de mogelijkheid om na binnenkomst van de bochtmanoeuvre af te zien en toch op een veilige wijze tot stilstand te komen.

Voor de binnenvaart wordt de verkeerssituatie van Alternatief B1 ook als onvoldoende intrinsiek veilig bestempeld. De reden is de onoverzichtelijke situatie bij de doorsteek van de Yangtzehaven naar de Landaanwinning. Deze plaats is niet overzichtelijk gezien het feit dat er een brug in de bocht is geprojecteerd. De zichtlijnen zijn onvoldoende waardoor schippers moeilijk kunnen anticiperen op het verkeersbeeld. Overigens is deze situatie wel intrinsiek veilig te maken door de combinatie van een bredere vaarweg en een grotere brugoverspanning. Op deze wijze ontstaan zichtlijnen die de schipper in staat stellen het volledige verkeersbeeld te beoordelen en daar naar te handelen.

6.2.5 Integraal oordeel nautische bereikbaarheid en veiligheid van de Landaanwinning

De hoofdlijnen van de vijf nautische beoordelingscriteria, zoals deze in voorgaande paragrafen zijn gepresenteerd, zijn samengevat in onderstaande tabel (een rood vlak in de tabel geeft aan dat er niet aan het programma van eisen wordt voldaan, een groen vlak geeft aan dat er wel wordt voldaan aan de gestelde eisen):

Tabel 6.1 Integraal oordeel van Alternatief B1 (eindfase)

Beoordelingscriterium	Meeteenheid	Oordeel Zeevaart	Oordeel Binnenvaart
Controleerbaarheid	Downtime	1 - 3 %	> 10 % (golven) ~ 70 % (stroming)
Vaartijd (onbelemmerd)	Tijd	35 min (15 min)*	45 min
Manoeuvrere ruimte	Kwalitatief	Onvoldoende	Voldoende
Intrinsieke veiligheid	Kwalitatief	Onvoldoende	Onvoldoende
Wachttijd	Kwalitatief	Kort	Kort

* Tussen haakjes is de duur van de sleepbootassistentie (vanaf het begin van assistentie tot en met het afstoppen in het centraal kanaal) vermeld.

Het geheel overziende kan gesteld worden dat voor Alternatief B1 de nautische bereikbaarheid onvoldoende is. Dit is het gevolg van de slechte bereikbaarheid voor de binnenvaart ten gevolge van golven en stroming. Tevens voldoet de bereikbaarheid van de zeevaart niet aan de gestelde eisen voor zowel de ontwerpschepen als de kleinere zeevaart (lengte < 100 m).

De nautische veiligheid van dit alternatief wordt ook als onvoldoende beoordeeld ten gevolge van de slechte controleerbaarheid van de manoeuvres van de binnenvaart, de onvoldoende lengte van het centraal kanaal voor de zeevaart en de onvoldoende intrinsieke veiligheid voor zowel de zee- als binnenvaart.

Alternatief B1 voldoet daarmee voor de Landaanwinning niet aan de gestelde eisen van nautische bereikbaarheid en veiligheid. Een overzicht van de toetsing aan het programma van eisen is opgenomen in Bijlage C.

6.2.6 Integraal oordeel nautische bereikbaarheid en veiligheid bestaand havengebied

De nautische bereikbaarheid en veiligheid van het bestaande Rotterdamse havengebied, bij een volledig ontwikkeld Alternatief B1, is gerelateerd aan de huidige situatie. De resultaten zijn gepresenteerd in onderstaande tabel (een rood vlak in de tabel geeft aan dat er niet aan het programma van eisen wordt voldaan, een groen vlak geeft aan dat er wel wordt voldaan aan de gestelde eisen):

Tabel 6.2 Integraal oordeel van bestaand havengebied bij Alternatief B1 (eindfase)

Beoordelingscriterium	Oordeel Zeevaart	Oordeel Binnenvaart
Controleerbaarheid	Onveranderd	Onveranderd
Vaartijd (onbelemmerd)	Onveranderd	Onveranderd
Manoeuvrere ruimte	Onveranderd	Onveranderd
Intrinsieke veiligheid	Onveranderd	Onveranderd
Wachttijd*	Onveranderd	Onveranderd

* Exclusief autonome groei van het bestaande havengebied.

Alternatief B1 leidt niet tot een veranderde nautische bereikbaarheid en veiligheid van het bestaande havengebied. Daarmee voldoet dit alternatief aan de gestelde eisen (zie ook Bijlage C).

6.3 Beoordeling eerste fase

Voor de eerste fase van dit alternatief (Figuur 6.2) wordt alleen de aanleg van het noordelijke deel voorzien. Op een later tijdstip kan de Landaanwinning in zuidwestelijke richting worden uitgebouwd. De toegang tot de eerste fase voor de binnenvaart is voorzien via de Yangtzehaven.

Voor de zeevaart is het essentieel dat de stromingspatronen voor de haven gunstig zijn. Een stromingssimulatie heeft aangetoond dat een slechte vormgeving van de dam aan de noordzijde van de van de Landaanwinning kan leiden tot sterke neervorming voor de havenmond. Ook voor de eerste fase van de Landaanwinning dient nadrukkelijk aandacht besteed te worden aan de vorm van de landcontour, en eventuele dammen, ter voorkoming van ongunstige stroombeelden.

Het contractiepunt van de stroming ligt in de eerste fase, in vergelijking tot de eindfase, veel dichterbij de vaargeul. De zeevaartse uitbouw is vrijwel gelijk in vergelijking tot de eindsituatie. De combinatie van deze factoren leidt tot de conclusie dat bij de eerste fase het stroombeeld voor de havenmond slechter is in vergelijking tot de eindfase.

Bij het stroomcontractiepunt zal een erosiekuil tot ontwikkeling komen. Gezien de locatie van het contractiepunt ten opzichte van de vaarbanen zal de ontgroning direct een negatief effect hebben op de dwarsstroomsnelheden en dwarsstroomgradiënten langs de vaarweg. De ontwikkeling van de ontgrondingskuil dient daarom voorkomen te worden middels een bodembescherming.

Gezien het minder gunstige stroombeeld bij de eerste fase wordt geconcludeerd dat de nautische bereikbaarheid en veiligheid voor de eerste fase minder goed is dan die van de eindfase.

Een overzicht van de toetsing van de eerste fase aan het programma van eisen is opgenomen in Bijlage C.

6.4 Mogelijkheden tot verbetering

Gezien de resultaten van de beoordeling moeten verbeteringen van Alternatief B1 gezocht worden in het verlengen van het centraal kanaal, het verbeteren van de binnenvaartdoorsteek door de Yangtzehaven en het reduceren van de golfdoordringing. De intrinsieke veiligheid voor de zeevaart kan niet worden verbeterd zonder de conceptkeuze te veranderen.

Teneinde voldoende afstoplengte te creëren tijdens maatgevende omstandigheden kan de lengte van het centraal kanaal kan worden verlengd.

Het verbeteren van de binnenvaartdoorsteek kan plaats vinden door (i) een rechte doorsteek te realiseren in plaats van de bocht, (ii) een doorsteek te maken met vergelijkbare dimensies als het dwarsprofiel van de Yangtzehaven, (iii) de brug met een grote overspanning te realiseren en (iv) de brug oostelijker te projecteren. De ingrepen zullen leiden tot lagere stroomsnelheden, verbeterde zichtlijnen en daarmee tot een overzichtelijkere verkeerssituatie. Nadeel van deze ingrepen is dat de binnenvaart dichterbij de havenmonding de Landaanwinning binnenvaart. Dit is nadelig aangezien de golven daar hoger zijn hetgeen weer resulteert in een hogere downtime voor de binnenvaart. Door deze ingrepen zal naar verwachting ook de stroomsnelheid langs de kades in de Yangtzehaven enigszins toenemen.

Het verminderen van de golfdoordringing is niet te realiseren zonder de stromingspatronen voor de havenmond nadelig te beïnvloeden.

Het aanbrengen van een stroomverlammingskuil voor de havenmond zal geen verbetering van de nautische bereikbaarheid van de haven tot gevolg hebben [ref. 14].

Samenvattend kan gesteld worden dat de mogelijkheden om dit alternatief significant te verbeteren zeer beperkt zijn.

6.5 Gevoeligheid van de resultaten voor andere ontwerpschepen

Malacca-max schepen (18.000 TEU)

Indien deze schepen zonder sleepbootassistentie de bocht in de Landaanwinning moeten varen geldt ook voor deze schepen dat ca. 40% kielspeling aanwezig moet zijn bij een bochtstraal van 1800 m. In de bocht dient de waterdiepte daarom te worden aangepast tot ca. 29,5 m.

Het belangrijkste verschil met de 12.500 TEU schepen is het verschil in windoppervlak van het schip. Tijdens extreme omstandigheden zijn sleepboten nodig die veel sterker zijn dan de huidige beschikbare sleepboten.

Indien ervan uitgegaan wordt dat 18.000 TEU op vergelijkbare wijze assistentie van sleepboten kunnen krijgen als 12.500 TEU schepen (tijd om vast te maken, aantal sleepboten), en indien de vaarwegdiepte wordt aangepast dan geldt voor deze schepen een vergelijkbare bereikbaarheid voor Alternatief B1 als voor 12.500 TEU schepen.

Huidige post-Panamax schepen (8.700 TEU)

Voor deze schepen kan, voor het zonder sleepbootassistentie varen van een bocht van 1800 m, met een waterdiepte van ca. 20 m worden volstaan (in plaats van 24 m).

Het belangrijkste verschil met de 12.500 TEU schepen is het verschil in windoppervlak van het schip. Onder extreme condities zal er daarom minder sleepbootassistentie benodigd zijn (2 in plaats van 4 sleepboten). Het vastmaken van 2 sleepboten is sneller gerealiseerd dan het vastmaken van 4 sleepboten. De benodigde vaarbaanlengte is daarom voor deze schepen kleiner, maar nog steeds groter dan de beschikbare ruimte in het centraal kanaal. Ook is de benodigde vaarwegbreedte kleiner.

De nautische bereikbaarheid van de Landaanwinning bij Alternatief B1 is voor 8.700 TEU schepen beter in vergelijking tot de 12.500 TEU schepen. Er wordt echter niet aan Eis 300 voldaan.

7 Beoordeling en toetsing van Alternatief D1

7.1 Beschrijving van het alternatief

Bij dit alternatief (Figuur 7.1) wordt de havenmond ca. 5 km in zeewaartse richting verplaatst. De breedte van de havenmond is 1000 m op de waterlijn, de bodemligging NAP -24 m. Direct binnen de havenmond heeft de zeevaart toegang tot de Landaanwinning. De toegang tot de Landaanwinning voor de binnenvaart is voorzien via een doorsteek van de Yangtzehaven. De breedte van de doorsteek is 200 m, de bodemligging is NAP -7 m.

De zeevaart varend naar de Landaanwinning dient onder alle weersomstandigheden de bocht naar de Landaanwinning zelfvarend te maken. Tussen de havenmond en de bocht zijn de vaarsnelheid en de golfcondities te hoog om sleepboten te kunnen laten vastmaken. In de bocht is voor 40% kielspeling gekozen (24 m waterdiepte) teneinde het manoeuvreren te vergemakkelijken. Het vastmaken van sleepboten kan pas in de bocht starten, indien de vaarsnelheid en de golfcondities dit toelaten. Na de bocht kan de zeevaart met sleepbootassistentie de afstopmanoeuvre uitvoeren.

7.2 Beoordeling eindfase

7.2.1 Waterbeweging

De stromingen in en rond de haven bij Alternatief D1 zijn gesimuleerd middels een gedetailleerd stromingsmodel [ref. 6 en 7], op vergelijkbare wijze als voor Alternatieven B1, E1 en Ila1. De karakteristieke stromingspatronen voor een eb- en vloedsituatie, bij een hoog springtij met een amplitude van 2,15 m, zijn gepresenteerd in Bijlage B. Het stroombeeld wordt bepaald door de meest zeewaarts gelegen punten van de Landaanwinning, in dit geval zowel de zuidwestelijke als de noordwestelijke hoek.

Op basis van deze simulaties wordt geconcludeerd dat, in vergelijking tot de huidige situatie, de maximale dwarsstroming langs de vaarbaan naar de havenmond tijdens vloed toeneemt met ca. 25% en tijdens eb met ca. 45%. Bij een springtij met een amplitude van 2,15 m leidt dit tot maximale dwarsstroomsnelheden langs de vaarbaan van ca. 1,5 m/s tijdens vloed en ca. 1,0 m/s tijdens eb. Tijdens vloed is de dwarsstroomgradiënt voor de havenmond vergelijkbaar met de huidige situatie (Figuur B13). Tijdens eb is de dwarsstroomgradiënt voor de havenmond ongunstiger. De toename van de ebstroming direct voor de havenmond is zelfs ca. 150%, in vergelijking tot de huidige situatie. Het stroombeeld langs de vaarbaan naar de Landaanwinning is daarmee, in vergelijking tot de huidige situatie, ongunstiger.

Bij Alternatief D1 ontstaan bij de zuidwestelijke en noordwestelijke hoek stroomcontractiegebieden. Op deze plaatsen zullen ontgrondingskuilen tot ontwikkeling komen die naar verwachting in 20 jaar tijd een erosiediepte zullen bereiken van respectievelijk ca. 30 m en ca. 15 m. Het ontstaan van de noordwestelijke ontgrondingskuil zal, gezien de grootte en locatie, de dwarsstroming langs de vaarbaan negatief beïnvloeden. Het ontstaan van deze kuil dient daarom verhinderd te worden middels het aanbrengen van een bodembescherming.

De resultaten van de stromingssimulaties en -analyses (zonder de effecten van ontgrondingskuilen) zijn gebruikt als basis voor de evaluatie van de nautische bereikbaarheid en veiligheid voor de zee- en binnenvaart.

7.2.2 Zeevaart

Tijgebonden schepen (van en naar bestaand Rotterdams gebied)

In de huidige situatie bestaan er voor tijgebonden schepen beperkingen ten aanzien van zowel de waterstand als de dwarsstroming. De grootte van deze tij- en stroompoorten wordt per vaart bepaald en is afhankelijk van het schip, van de getijamplitude en van de meteorologische omstandigheden.

Gezien de toename van dwarsstroming voor de havenmond zal Alternatief D1 naar verwachting een verkleining betekenen van de stroompoorten voor deze schepen. Dit betekent een verslechtering van de bereikbaarheid van de haven voor deze schepen.

Kleine zeevaart (van en naar bestaand Rotterdams gebied en de Landaanwinning)

Kleine zeeschepen, met een lengte kleiner dan 100m, ondervinden tijdens ruwere omstandigheden (bij een golfhoogte $H_s > 2,5$ m) door scheepsbewegingen een gereduceerde effectiviteit van schroef en roer. Het gevolg is dat deze schepen tijdens deze omstandigheden minder goed vaart en koers kunnen houden. Dit maakt dat deze schepen in dergelijke gevallen gevoeliger zijn voor dwarsstroming. In de huidige situatie komt het voor dat deze schepen onder deze omstandigheden met zeer grote opstuurhoeken ($>20^\circ$) de haven binnenkomen. Deze golfcondities treden gedurende ca. 5% van de tijd op; de combinatie van deze golven met de maximale vloedstroom treedt ca. 0.5% van de tijd op.

Voor Alternatief D1 is controleerbaarheid van de aankomstmanoeuvre door de nieuwe havenmond kleiner in vergelijking tot de huidige situatie. Dit is het gevolg van de toename van de dwarsstroming voor de havenmond, zowel tijdens eb als vloed.

Maatgevende containerschepen en gastankers (van en naar bestaand Rotterdams gebied en de Landaanwinning)

Voor het onder controle houden van een 12.500 TEU schip tijdens harde wind (7 Bft) is de inzet vereist van vier sleepboten met een sleepkracht van 110 ton. Dit type havensleepboot bestaat nog niet. De ontwikkeling van deze boten zal de nodige technologische ontwikkelingen vereisen. De volgende analyse gaat uit van de beschikbaarheid van voldoende sleepkracht ter assistentie van de schepen.

Maatgevende containerschepen (12.500 TEU) kunnen de Landaanwinning tot 5 Bft. zonder sleepboot assistentie binnenlopen. Daarmee wordt voldaan aan Eis 34 (Hoofdstuk 3). Tijdens de vloedfase van een springtij in combinatie met extreme zuidwestelijke windcondities (8 Bft.) worden tijdens de aankomstmanoeuvre de grenzen van controleerbaarheid significant overschreden. Dit is in strijd met Eis 300 (Hoofdstuk3).

Het centraal kanaal heeft bij extreme omstandigheden voldoende lengte om de maatgevende schepen veilig tot stilstand te brengen.

De schatting van de downtime van de haven ten gevolge van onvoldoende controleerbaarheid van de binnenkomstmanoeuvre van maatgevende containerschepen (12.500 TEU) wordt geschat op 1 - 2 %. Deze downtime wordt veroorzaakt door de beperkingen bij het gecombineerd optreden van vloedstroming en sterke zuidwestelijke wind [ref. 19]. De toename van de ebstroming voor de havenmond leidt voor deze schepen naar verwachting niet tot downtime van de haven, maar wel tot een verminderde veiligheid van de manoeuvres tijdens eb.

Bovengenoemde resultaten gelden ook voor de maatgevende gastankers. Echter, vanuit veiligheidsoogpunt wordt gesteld dat deze manoeuvre voor dit type schip onder extreme windcondities niet zonder sleepbootassistentie mag worden uitgevoerd. Gastankers varend naar de Landaanwinning zouden onder extreme omstandigheden eerst richting bestaand Rotterdams havengebied moeten varen om onder sleepbootbegeleiding vaart te minderen. Het schip dient vervolgens onder sleepbootbegeleiding terug te varen naar de Landaanwinning.

De onbelemmerde vaartijd van de boei 'Maas Oost' tot het eerste havenbassin van de Landaanwinning is ca. 40 minuten waarvan ca. 20 minuten met sleepbootassistentie.

7.2.3 Binnenvaart

Voor de controleerbaarheid van de manoeuvres van de binnenvaart worden bij dit alternatief twee situaties onderscheiden. Ten eerste de manoeuvre vanuit de Yangtzehaven naar de Landaanwinning vice versa. Ten tweede het varen binnen de Landaanwinning onder invloed van de daar heersende golfcondities.

Manoeuvre vanuit Yangtzehaven naar de Landaanwinning vice versa

De beoordeling van de doorsteek vanuit de Yangtzehaven naar de Landaanwinning is in grote lijn gelijk aan die voor Alternatief B1 (Paragraaf 6.2.3). De stroomsnelheden in de doorsteek zijn echter iets gunstiger. De doorsteek is over een grote lengte beschermd tegen golfhinder middels een dam. Dit leidt er tevens toe dat (i) het faseverschil van het getij over de doorsteek kleiner is en (ii) dat de weerstand voor de stroming door de doorsteek groter is. Dit leidt er toe dat de stroomsnelheden in de doorsteek, in vergelijking tot Alternatief B, lager zijn.

Op basis van het stroombeeld in de doorsteek wordt geconcludeerd dat de gestelde grens van 0,5 m/s leidt tot een downtime percentage ten gevolge van stroming van ca. 35%. Gedurende deze tijd kan de manoeuvre van en naar de Landaanwinning niet gecontroleerd worden uitgevoerd.

Manoeuvres binnen de Landaanwinning

De stroomsnelheden die optreden in de havenbekkens van de Landaanwinning zullen niet leiden tot moeilijkheden voor de binnenvaart. Wel zal er downtime optreden ten gevolge van golven. Het ontwerp van Alternatief D1 heeft een relatief groot open wateroppervlak in de haven hetgeen bij sterke wind tot hinderlijke golven leidt. Dit in combinatie met de golven die door de havenmond komen leidt tot een downtime percentage van 3 à 4 % voor duwstellen en koppelverbanden. Voor andere moderne gangbare typen binnenvaartschepen is een downtime percentage van minder dan 1,5% berekend. Dit alternatief voldoet derhalve voor koppelverbanden en duwstellen niet aan het programma van eisen (Eis 520). Naar verwachting wordt wel aan de eis voldaan indien beschermingsdam van de doorsteek met ca. 500 m wordt verlengd.

Onbelemmerde vaartijd

De onbelemmerde vaartijd vanaf het Beergat naar het eerste havenbassin van de Landaanwinning is voor een binnenvaartschip met een vaarsnelheid van 12 km/u ca. 45 min.

7.2.4 Vaarwegcapaciteit en intrinsieke veiligheid

Bij Alternatief D1 vinden er de volgende veranderingen plaats in het verkeersbeeld ten opzichte van de huidige situatie:

1. De Euro- en Maasgeul worden zeewaarts verlegd en verlengd teneinde een rechte vaarroute naar de haven te creëren. Vooralsnog wordt uitgegaan van een rechte vaarroute voor de havenmond van ca. 11km, hetgeen gelijk is aan de huidige lengte van de Maasgeul.
2. Direct binnen de havenmond bevindt zich een knooppunt waar binnenlopende schepen de bocht naar de Landaanwinning inzetten. Vertrekkende schepen vanuit de Landaanwinning voegen hier in en kruisen daarmee het doorgaande binnenkomende verkeer op de hoofdvaarweg. Ook schepen die binnen de haven van of naar de Landaanwinning varen (het 'verhalen') voegen hier in of uit en kruisen daarmee het doorgaande verkeer. Naast het in- en uitvoegen speelt ook het snelheidsverschil tussen de diverse schepen een belangrijke rol.
3. Aan de noordzijde van het centraal kanaal van de Landaanwinning weven de verkeersstromen van de zeevaart en binnenvaart.
4. Op het knooppunt Beerkanal/Yangtzehaven vindt een belangrijke toename plaats van het aantal scheepsbewegingen van de binnenvaart. Al de binnenvaart van en naar de Landaanwinning zal immers via de Yangtzehaven varen.

De eerste drie veranderingen worden, op basis van expert judgement, vooralsnog niet als problematisch beschouwd. De vierde verandering is nader onderzocht middels een bureaustudie [ref. 12]. Daarin is geconcludeerd dat de capaciteit van de kruising voldoende is om het toekomstige verkeersaanbod van zeeschepen met de bestemming Yangtzehaven (Euromax), 8^e Petroleumhaven of Europahaven en de binnenvaart naar de Landaanwinning op veilige wijze, zonder lange wachttijden te verwerken. Geschat wordt dat de gemiddelde totale wachttijd (som van de wachttijd tijdens binnenkomst en tijdens vertrek) voor schepen groter dan 4000 TEU lager blijft dan 15 minuten. In de huidige situatie is dit ca. 6 minuten. Voor de kleinere zeevaart en de binnenvaart worden iets gunstigere wachttijden verwacht [ref. 12].

Mogelijkerwijs zijn voor de eindsituatie (grootste verkeersintensiteit) enige aanvullende maatregelen voor een veilige afwikkeling van het verkeer op deze kruising gewenst. Het passeren van grote zeeschepen kan immers leiden tot een tijdelijke blokkade van de kruising voor de binnenvaart. Het rond het kruispunt creëren van enige wachtplaatsen voor de binnenvaart, eventueel gecombineerd met verkeersregels of het verplicht gebruik maken van VTS zal naar verwachting voldoende zijn.

Voor de zeevaart wordt de verkeerssituatie van Alternatief D1 als voldoende intrinsiek veilig bestempeld. Belangrijk aspect hierbij is dat de bocht naar de Landaanwinning pas wordt ingezet nadat de haven veilig is binnengelopen. Indien de loods om welke reden dan ook de bocht niet wenst in te zetten bestaat de mogelijkheid rechtdoor te varen om aldaar op een veilige wijze af te stoppen.

Voor de binnenvaart wordt de verkeerssituatie van Alternatief D1 als onvoldoende intrinsiek veilig bestempeld. De reden daarvoor is de onoverzichtelijke situatie bij de doorsteek van de Yangtzehaven naar de Landaanwinning. Deze plaats is niet overzichtelijk gezien het feit dat er een brug in de bocht is geprojecteerd.

7.2.5 Integraal oordeel nautische bereikbaarheid en veiligheid van de Landaanwinning

De hoofdlijnen van de vijf nautische beoordelingscriteria, zoals deze in voorgaande paragrafen zijn gepresenteerd, zijn samengevat in onderstaande tabel (een rood vlak in de tabel geeft aan dat er niet aan het programma van eisen wordt voldaan, een groen vlak geeft aan dat er wel wordt voldaan aan de gestelde eisen):

Tabel 7.1 Integraal oordeel van Alternatief D1 (eindfase)

Beoordelingscriterium	Meeteenheid	Oordeel Zeevaart	Oordeel Binnenvaart
Controleerbaarheid	Downtime	1 – 2 %	3 à 4 % (golven) ~ 35 % (stroming)
Vaartijd (onbelemmerd)	Tijd	40 min (20 min)*	45 min
Manoeuvrerruimte	Kwalitatief	Voldoende	Voldoende
Intrinsieke veiligheid	Kwalitatief	Voldoende	Onvoldoende
Wachttijd	Kwalitatief	Kort	Kort

* Tussen haakjes is de duur van de sleepbootassistentie (vanaf het begin van assistentie tot en met het afstoppen in het centraal kanaal) vermeld.

Het geheel overziende kan gesteld worden dat voor Alternatief D1 de nautische bereikbaarheid onvoldoende is. Dit is met name het gevolg van de slechte bereikbaarheid voor de binnenvaart ten gevolge van stroming. Tevens voldoet de bereikbaarheid van de zeevaart niet aan de gestelde eisen voor zowel de ontwerpschepen als de kleinere zeevaart (lengte < 100 m).

De nautische veiligheid van dit alternatief wordt ook als onvoldoende beoordeeld ten gevolge van de slechte controleerbaarheid van de manoeuvres van de binnenvaart, de onvoldoende intrinsieke veiligheid voor de binnenvaart.

Alternatief D1 voldoet daarmee voor de Landaanwinning niet aan de gestelde eisen van nautische bereikbaarheid en veiligheid. Een overzicht van de toetsing aan het programma van eisen is opgenomen in Bijlage C.

7.2.6 Integraal oordeel nautische bereikbaarheid en veiligheid bestaand havengebied

De nautische bereikbaarheid en veiligheid van het bestaande Rotterdamse havengebied, bij een volledig ontwikkeld Alternatief D1, wordt gerelateerd aan de huidige situatie. De resultaten zijn gepresenteerd in onderstaande tabel (een rood vlak in de tabel geeft aan dat er niet aan het

programma van eisen wordt voldaan, een groen vlak geeft aan dat er wel wordt voldaan aan de gestelde eisen):

Tabel 7.2 Integraal oordeel van bestaand havengebied bij Alternatief D1 (eindfase)

Beoordelingscriterium	Oordeel Zeevaart	Oordeel Binnenvaart
Controleerbaarheid	Lager	Onveranderd
Vaartijd (onbelemmerd)	Onveranderd	Onveranderd
Manoeuvrerruimte	Onveranderd	Onveranderd
Intrinsieke veiligheid	Onveranderd	Onveranderd
Wachttijd*	Onveranderd	Onveranderd

* Exclusief autonome groei van het bestaande havengebied.

De aanleg van Alternatief D1 leidt tot een verminderde nautische bereikbaarheid en veiligheid van het bestaande havengebied. Dit is het directe gevolg van het toenemen van de dwarsstroming voor de havenmond waardoor eerder de grenzen van een gecontroleerde vaart worden bereikt. Kleinere zeeschepen (<100m), maar ook de grotere schepen, ondervinden hiervan hinder, met name in combinatie met wat extremere golf- en windcondities.

Alternatief D1 voldoet daarmee voor het bestaande Rotterdamse havengebied niet aan de gestelde eisen van nautische bereikbaarheid en veiligheid (zie ook Bijlage C).

7.3 Beoordeling eerste fase

Voor de eerste fase van dit alternatief (Figuur 7.2) wordt de aanleg van vrijwel de gehele buitencontour voorzien. De beoordeling van de eindfase is daarom ook van toepassing voor de eerste fase.

Een overzicht van de toetsing van de eerste fase aan het programma van eisen is opgenomen in Bijlage C.

7.4 Mogelijkheden tot verbetering

Gezien de resultaten van de beoordeling moeten verbeteringen van Alternatief D1 gezocht worden in het verbeteren van de binnenvaartdoorsteek door de Yangtzehaven en het verbeteren van de stromingscondities voor de havenmond.

Het verbeteren van de binnenvaartdoorsteek kan plaats vinden door (i) een rechte doorsteek te realiseren in plaats van de bocht, (ii) een doorsteek te maken met vergelijkbare dimensies als het dwarsprofiel van de Yangtzehaven, (iii) de brug met een grote overspanning te realiseren en (iv) de brug oostelijker te projecteren. De ingrepen zullen leiden tot lagere stroomsnelheden, verbeterde zichtlijnen en daarmee tot een overzichtelijkere verkeerssituatie. Nadeel van deze ingrepen is dat de binnenvaart dicht bij de havenmond van de Landaanwinning binnenvaart. Dit is nadelig aangezien de golven daar hoger zijn hetgeen weer resulteert in een hogere downtime voor de binnenvaart. Door deze ingrepen zal naar verwachting ook de stroomsnelheid langs de kades in de Yangtzehaven enigszins toenemen.

Het aanbrengen van een stroomverlammingskuil voor de havenmond zal geen verbetering van de nautische bereikbaarheid van de haven tot gevolg hebben [ref. 14].

Het verbeteren van de stromingscondities voor de havenmond kan bereikt worden door het contractiepunt van de stroming verder van de vaarbaan te positioneren. In dat geval krijgt de stroming de kans zich te spreiden voordat het de vaarbaan bereikt. Voor dit alternatief zou dit een verdere zeevaartse uitbouw van de zuidwestelijke hoek betekenen, in combinatie met een havenmond die zo min mogelijk zeewaarts is uitgebouwd.

7.5 Gevoeligheid van de resultaten voor andere ontwerpschepen

De beoordeling voor de Malacca-max en de huidige post-Panamax schepen is gelijk aan die voor Alternatief B1 (Paragraaf 6.5).

8 Beoordeling en toetsing van Alternatief E1

8.1 Beschrijving van het alternatief

Bij dit alternatief (Figuur 8.1) wordt de havenmond ca. 5 km in zeewaartse richting verplaatst. De breedte van de havenmond is 1000 m op de waterlijn, de bodemligging NAP -24 m. Direct binnen de havenmond heeft de zeevaart toegang tot de Landaanwinning. De toegang tot de Landaanwinning voor de binnenvaart is voorzien via een doorsteek van de Yangtzehaven. De breedte van de doorsteek is 200 m, de bodemligging is NAP -7 m.

De zeevaart varend naar de Landaanwinning dient onder alle weersomstandigheden de bocht naar de Landaanwinning zelfvarend te maken. Tussen de havenmond en de bocht zijn de vaarsnelheid en de golfcondities te hoog om sleepboten te kunnen laten vastmaken. In de bocht is voor 40% kielspeling gekozen (24 m waterdiepte) teneinde het manoeuvreren te vergemakkelijken. Het vastmaken van sleepboten kan pas in de bocht starten, indien de vaarsnelheid en de golfcondities dit toelaten. Na de bocht kan de zeevaart met sleepbootassistentie de afstopmanoeuvre uitvoeren.

8.2 Beoordeling eindfase

8.2.1 Waterbeweging

De stromingen in en rond de haven bij Alternatief E1 zijn gesimuleerd middels een gedetailleerd stromingsmodel [ref. 6 en 7], op vergelijkbare wijze als voor Alternatieven B1, D1 en Ila1. De karakteristieke stromingspatronen voor de eb- en vloedsituatie, tijdens een hoog springtij met een getijamplitude van 2,15 m, zijn gepresenteerd in Bijlage B. Het stroombeeld wordt bepaald door het meest zeewaarts gelegen punt van de Landaanwinning, in dit geval de westzijde van de Landaanwinning.

Op basis van deze simulaties wordt geconcludeerd dat, in vergelijking tot de huidige situatie, de maximale dwarsstroming langs de vaarbaan naar de havenmond tijdens vloed toeneemt met ca. 15% en tijdens eb met ca. 45%. Bij een springtij met een amplitude van 2,15 m leidt dit tot maximale dwarsstroomsnelheden langs de vaarbaan van ca. 1,4 m/s tijdens vloed en ca. 1,0 m/s tijdens eb. Tijdens vloed is de dwarsstroomgradiënt voor de havenmond enigszins gunstiger in vergelijking met de huidige situatie. Tijdens eb is de dwarsstroomgradiënt voor de havenmond ongunstiger. De toename van de ebstroming direct voor de havenmond is zelfs ca. 150%, in vergelijking tot de huidige situatie. Het stroombeeld langs de vaarbaan naar de Landaanwinning is daarmee, in vergelijking tot de huidige situatie, ongunstiger.

Bij Alternatief E1 ontstaat langs de westzijde van de Landaanwinning een stroomcontractiegebied. Op deze plaats zal een ontgrondingskuil tot ontwikkeling komen die naar verwachting in 20 jaar tijd een erosiediepte zal bereiken van 10 à 20 m. Enige ontgroning zal, gezien de afstand van de ontgrondingskuil tot de vaargeul, de zeevaart waarschijnlijk niet negatief beïnvloeden. Een ontgroning van meer dan 10 m zal waarschijnlijk wel een verslechtering tot gevolg hebben door een toename van de dwarsstroming langs de vaarbaan. In dat geval dient de verdere ontwikkeling van de kuil middels een bodembescherming te worden voorkomen.

De resultaten van de stromings simulaties en -analyses (zonder de effecten van de ontgrondingskuilen) zijn gebruikt als basis voor de evaluatie van de nautische bereikbaarheid en veiligheid voor de zee- en binnenvaart.

8.2.2 Zeevaart

De beoordeling voor de zeevaart is voor Alternatief E1 gelijk aan die voor Alternatief D1 (Paragraaf 7.2.2).

Op hoofdlijnen wordt in Paragraaf 7.2.2. geconcludeerd dat de controleerbaarheid van de binnenkomst manoeuvre lager is ten gevolge van de hogere dwarsstroming voor de havenmond, in vergelijking tot de huidige situatie. Tijdens stormachtige condities uit het zuidwesten, in combinatie met de vloed van een gemiddeld springtij geldt dat de manoeuvre niet gecontroleerd kan worden uitgevoerd. Dit is in strijd met Eis 300.

Het enige verschil is dat de lengte van het centraal kanaal niet onder alle omstandigheden voldoende lengte heeft om de maatgevende schepen (12.500 TEU) veilig tot stilstand te brengen.

Aansluitend dient te worden opgemerkt dat Alternatief E1 ten gevolge van het iets gunstigere stroombeeld iets beter scoort in vergelijking tot Alternatief D1. Dit leidt echter niet tot het voldoen aan de gestelde eisen.

De schatting van de downtime van de haven ten gevolge van onvoldoende controleerbaarheid van de binnenkomstmanoeuvre van maatgevende containerschepen (12.500 TEU) wordt geschat op 0,5 - 1 %. Deze downtime wordt veroorzaakt door de beperkingen bij het gecombineerd optreden van vloedstroming en sterke zuidwestelijke wind [ref. 19]. De toename van de ebstroming voor de havenmond leidt voor deze schepen naar verwachting niet tot downtime van de haven, maar wel tot een verminderde veiligheid van de manoeuvres tijdens eb.

8.2.3 Binnenvaart

Voor de controleerbaarheid van de manoeuvres van de binnenvaart worden bij dit alternatief twee situaties onderscheiden. Ten eerste de manoeuvre vanuit de Yangtzehaven naar de Landaanwinning vice versa. Ten tweede het varen binnen de Landaanwinning onder invloed van de daar heersende golfcondities.

Manoeuvre vanuit Yangtzehaven naar de Landaanwinning vice versa

De beoordeling van de doorsteek vanuit de Yangtzehaven naar de Landaanwinning is in grote lijn gelijk aan die voor Alternatief B1 (Paragraaf 6.2.3). De stroomsnelheden in de doorsteek zijn echter enigszins gunstiger.

Op basis van het stroombeeld in de doorsteek wordt geconcludeerd dat de gestelde grens van 0,5 m/s leidt tot een downtime percentage ten gevolge van stroming van ca. 60%. Gedurende deze tijd kan de manoeuvre van en naar de Landaanwinning niet gecontroleerd worden uitgevoerd.

Manoeuvres binnen de Landaanwinning

De stroomsnelheden die optreden in de havenbekkens van de Landaanwinning zullen niet leiden tot moeilijkheden voor de binnenvaart. Wel zal er downtime optreden ten gevolge van golven. De schatting voor de downtime ten gevolge van golven bedraagt 3 à 4% voor koppverbanden en duwstellen. Voor andere moderne gangbare typen binnenvaartschepen is een downtime percentage van minder dan 1,5% berekend. Dit alternatief voldoet derhalve voor koppverbanden en duwstellen niet aan het programma van eisen (Eis 520). Naar verwachting wordt wel aan de eis voldaan indien beschermingsdam van de doorsteek met ca. 500 m wordt verlengd.

Onbelemmerde vaartijd

De onbelemmerde vaartijd vanaf het Beergat naar het eerste havenbassin van de Landaanwinning is voor een binnenvaartschip met een vaarsnelheid van 12 km/u ca. 45 min.

8.2.4 Vaarwegcapaciteit en intrinsieke veiligheid

De vaarwegcapaciteit en intrinsieke veiligheid van Alternatief E1 is vergelijkbaar met Alternatief D1 (Paragraaf 7.2.4).

Ten aanzien van de vaarwegcapaciteit luidt de conclusie dat de capaciteit van de kruising Yangtzehaven/Beerkanaal voldoende is om het toekomstige verkeersaanbod van zeeschepen (van en

naar Maasvlakte1) en binnenvaartschepen (van en naar Maasvlakte1 en de Landaanwinning) zonder hoge wachttijden te laten passeren. De wachttijd wordt wel hoger dan in de huidige situatie.

Voor de zeevaart wordt de verkeerssituatie van Alternatief E1 als voldoende intrinsiek veilig bestempeld.

Voor de binnenvaart wordt de verkeerssituatie van Alternatief E1 als onvoldoende intrinsiek veilig beoordeeld gezien de onoverzichtelijke situatie bij de doorsteek van de Yangtzehaven naar de Landaanwinning.

8.2.5 Integraal oordeel nautische bereikbaarheid en veiligheid van de Landaanwinning

De hoofdlijnen van de vijf nautische beoordelingscriteria, zoals deze in voorgaande paragrafen zijn gepresenteerd, zijn samengevat in onderstaande tabel (een rood vlak in de tabel geeft aan dat er niet aan het programma van eisen wordt voldaan, een groen vlak geeft aan dat er wel wordt voldaan aan de gestelde eisen):

Tabel 8.1 Integraal oordeel van Alternatief E1 (eindfase)

Beoordelingscriterium	Meeteenheid	Oordeel Zeevaart	Oordeel Binnenvaart
Controleerbaarheid	Downtime	0,5 - 1 %	3 à 4 % (golven) ~ 60 % (stroming)
Vaartijd (onbelemmerd)	Tijd	40 min (20 min)*	45 min
Manoeuvrerruimte	Kwalitatief	Onvoldoende	Voldoende
Intrinsieke veiligheid	Kwalitatief	Voldoende	Onvoldoende
Wachttijd	Kwalitatief	Kort	Kort

* Tussen haakjes is de duur van de sleepbootassistentie (vanaf het begin van assistentie tot en met het afstoppen in het centraal kanaal) vermeld.

Het geheel overziende kan gesteld worden dat voor Alternatief E1 de nautische bereikbaarheid onvoldoende is. Dit is met name het gevolg van de slechte bereikbaarheid voor de binnenvaart ten gevolge van stroming. Tevens voldoet de bereikbaarheid van de zeevaart niet aan de gestelde eisen voor zowel de ontwerpschepen als de kleinere zeevaart (lengte < 100 m).

De nautische veiligheid van dit alternatief wordt ook als onvoldoende beoordeeld ten gevolge van de slechte controleerbaarheid van de manoeuvres van de binnenvaart en de onvoldoende intrinsieke veiligheid voor de binnenvaart.

Alternatief E1 voldoet daarmee voor de Landaanwinning niet aan de gestelde eisen van nautische bereikbaarheid en veiligheid. Een overzicht van de toetsing aan het programma van eisen is opgenomen in Bijlage C.

8.2.6 Integraal oordeel nautische bereikbaarheid en veiligheid bestand havengebied

De nautische bereikbaarheid en veiligheid van het bestaande Rotterdamse havengebied, bij een volledig ontwikkeld Alternatief E1, wordt gerelateerd aan de huidige situatie. De resultaten zijn gepresenteerd in onderstaande tabel (een rood vlak in de tabel geeft aan dat er niet aan het programma van eisen wordt voldaan, een groen vlak geeft aan dat er wel wordt voldaan aan de gestelde eisen):

Tabel 8.2 Integraal oordeel van bestaand havengebied bij Alternatief E1 (eindfase)

Beoordelingscriterium	Oordeel Zeevaart	Oordeel Binnenvaart
Controleerbaarheid	Lager	Onveranderd
Vaartijd (onbelemmerd)	Onveranderd	Onveranderd
Manoeuvrere ruimte	Onveranderd	Onveranderd
Intrinsieke veiligheid	Onveranderd	Onveranderd
Wachttijd*	Onveranderd	Onveranderd

* Exclusief autonome groei van het bestaande havengebied.

De aanleg van Alternatief E1 leidt tot een verminderde nautische bereikbaarheid en veiligheid van het bestaande havengebied. Dit is het directe gevolg van het toenemen van de dwarsstroming voor de havenmond waardoor eerder de grenzen van een gecontroleerde vaart worden bereikt. Kleinere zeeschepen (<100m), maar ook de grotere schepen, ondervinden hiervan hinder, met name in combinatie met wat extremere golf- en windcondities.

Alternatief E1 voldoet daarmee voor het bestaande Rotterdamse havengebied niet aan de gestelde eisen van nautische bereikbaarheid en veiligheid (zie ook Bijlage C).

8.3 Beoordeling eerste fase

De eerste fase van Alternatief E1 is gepresenteerd in Figuur 8.2. Op een later tijdstip kan de Landaanwinning in zuidwestelijke richting worden uitgebouwd. De toegang tot de eerste fase voor de binnenvaart is voorzien via de Yangtzehaven.

Voor de zeevaart is het essentieel dat de stromingspatronen voor de haven gunstig zijn. Een stromingssimulatie heeft aangetoond dat een slechte vormgeving van de dam aan de noordzijde van de Landaanwinning kan leiden tot sterke neervorming voor de havenmond. Ook voor de eerste fase van de Landaanwinning dient nadrukkelijk aandacht besteed te worden aan de vorm van de landcontour, en eventuele dammen, ter voorkoming van ongunstige stroombeelden.

Het contractiepunt van de stroming ligt in de eerste fase, in vergelijking tot de eindfase, veel dichter bij de vaargeul. De zeewaartse uitbouw is vrijwel gelijk in vergelijking tot de eindsituatie. De combinatie van deze factoren leidt tot de conclusie dat bij de eerste fase het stroombeeld voor de havenmond slechter is in vergelijking tot de eindfase.

Bij het stroomcontractiepunt zal een erosiekuil tot ontwikkeling komen. Gezien de locatie van het contractiepunt ten opzichte van de vaarbanen zal de ontgroning direct een negatief effect hebben op de dwarsstroomsnelheden en dwarsstroomgradiënten langs de vaarweg. De ontwikkeling van de ontgrondingskuil dient daarom voorkomen te worden middels een bodembescherming.

Gezien het minder gunstige stroombeeld bij de eerste fase wordt geconcludeerd dat de nautische bereikbaarheid en veiligheid voor de eerste fase minder goed is dan die van de eindfase.

Een overzicht van de toetsing van de eerste fase aan het programma van eisen is opgenomen in Bijlage C.

8.4 Mogelijkheden tot verbetering

Gezien de resultaten van de beoordeling moeten verbeteringen voor Alternatief E1 gezocht worden in het verlengen van het centraal kanaal (het creëren van voldoende afstoplengte), het verbeteren van de binnenvaartdoorsteek door de Yangtzehaven en het verbeteren van de stromingscondities voor de havenmond.

Voor de uitleg van de laatste twee punten wordt verwezen naar Alternatief D1 (Paragraaf 7.4).

Aanvullend wordt opgemerkt dat het stroombeeld nog verbeterd kan worden door de noorderdam in te korten. In dat geval zal wel aandacht besteed moeten worden aan het beheersen van de golfdoordringing. Het golfdoordringing in de haven beïnvloedt immers (i) de bereikbaarheid van de Landaanwinning voor de binnenvaart, (ii) de sleepbootassistentie voor de zeevaart en (iii) de laad- en losoperaties door bewegingen van afgemeerde schepen.

8.5 Gevoeligheid van de resultaten voor andere ontwerpschepen

De beoordeling voor de Malacca-max en de huidige post-Panamax schepen is gelijk aan die voor Alternatief B1 (Paragraaf 6.5).

9 Beoordeling en toetsing van Referentieontwerp Ila1

9.1 Beschrijving van het alternatief

Bij dit alternatief (Figuur 9.1) wordt de havenmond ca. 5 km in zeewaartse richting verplaatst. De breedte van de havenmond is 1000 m op de waterlijn, de bodemligging NAP -24 m. Direct binnen de havenmond heeft de zeevaart toegang tot de Landaanwinning. De toegang tot de Landaanwinning voor de binnenvaart is voorzien via een doorsteek van de Yangtzehaven. De breedte van de doorsteek is 200 m, de bodemligging is NAP -7 m.

De zeevaart varend naar de Landaanwinning dient onder alle weersomstandigheden de bocht naar de Landaanwinning zelfvarend te maken. Tussen de havenmond en de bocht zijn de vaarsnelheid en de golfcondities te hoog om sleepboten te kunnen laten vastmaken. In de bocht is voor 40% kielspeling gekozen (24 m waterdiepte) teneinde het manoeuvreren te vergemakkelijken. Het vastmaken van sleepboten kan pas in de bocht starten, indien de vaarsnelheid en de golfcondities dit toelaten. Na de bocht kan de zeevaart met sleepbootassistentie de afstopmanoeuvre uitvoeren.

9.2 Beoordeling eindfase

9.2.1 Waterbeweging

De stromingen in en rond de haven bij Referentieontwerp Ila1 zijn gesimuleerd middels een gedetailleerd stromingsmodel [ref. 6 en 7], op vergelijkbare wijze als voor Alternatieven B1, D1 en E1. De karakteristieke stromingspatronen voor de eb- en vloedsituatie, bij een hoog springtij met een amplitude van 2,15 m, zijn gepresenteerd in Bijlage B. Het stroombeeld wordt bepaald door de meest zeewaarts gelegen punten van de Landaanwinning, in dit geval de zuidwestelijke hoek maar vooral door de noordwestelijke hoek gevormd door de havendammen.

Op basis van deze simulaties wordt geconcludeerd dat, in vergelijking tot de huidige situatie, de maximale dwarsstroming langs de vaarbaan naar de havenmond tijdens vloed toeneemt met ca. 25% en tijdens eb met ca. 45%. Bij een springtij met een amplitude van 2,15 m leidt dit tot maximale dwarsstroomsnelheden langs de vaarbaan van ca. 1,5 m/s tijdens vloed en ca. 1,0 m/s tijdens eb. Tijdens vloed is de dwarsstroomgradiënt voor de havenmond vergelijkbaar met de huidige situatie. Wel is er vaker sprake van neerstroming in de havenmond. Tijdens eb is de dwarsstroomgradiënt voor de havenmond ongunstiger. De toename van de ebstroming direct voor de havenmond is zelfs ca. 150%, in vergelijking tot de huidige situatie. Het stroombeeld langs de vaarbaan naar de Landaanwinning is daarmee, in vergelijking tot de huidige situatie, ongunstiger.

Bij Referentieontwerp Ila1 ontstaan bij de zuidwestelijke hoek van de Landaanwinning, maar met name voor de havendammen stroomcontractiegebieden. Op deze plaatsen zullen ontgrondingskuilen tot ontwikkeling komen. Bij de havendammen zal deze zich naar verwachting in 20 jaar tijd ontwikkelen tot een ontgrondingskuil met een erosiediepte van ca. 35 m. De ontwikkeling van deze ontgrondingskuil zal de dwarsstroming langs de vaarbaan negatief beïnvloeden. Het ontstaan van deze kuil dient daarom te worden verhinderd middels het aanbrengen van een bodembescherming.

De resultaten van de stromings simulaties en -analyses (zonder de effecten van de ontgrondingskuilen) zijn gebruikt als basis voor de evaluatie van de nautische bereikbaarheid en veiligheid voor de zee- en binnenvaart.

9.2.2 Zeevaart

De beoordeling voor de zeevaart is voor Referentieontwerp Ila1 gelijk aan die voor Alternatief D1 (Paragraaf 7.2.2).

Op hoofdlijnen wordt in Paragraaf 7.2.2. geconcludeerd dat de controleerbaarheid van de binnenkomst manoeuvre lager is ten gevolge van de hogere dwarsstroming voor de havenmond, in

vergelijking tot de huidige situatie. Tijdens stormachtige condities uit het zuidwesten, in combinatie met de vloed van een gemiddeld springtij geldt dat de manoeuvre niet gecontroleerd kan worden uitgevoerd. Dit is in strijd met Eis 300.

Een verschil met de beoordeling voor Alternatief D1 is dat de lengte van het centraal kanaal onder alle omstandigheden ruim voldoende is om de maatgevende schepen (12.500 TEU) veilig tot stilstand te brengen.

De schatting van de downtime van de haven ten gevolge van onvoldoende controleerbaarheid van de binnenkomstmanoeuvre van maatgevende containerschepen (12.500 TEU) wordt geschat op 1 - 2 %. Deze downtime wordt veroorzaakt door de beperkingen bij het gecombineerd optreden van vloedstroming en sterke zuidwestelijke wind [ref. 19]. De toename van de ebstroming voor de havenmond leidt voor deze schepen naar verwachting niet tot downtime van de haven, maar wel tot een verminderde veiligheid van de manoeuvres tijdens eb.

9.2.3 Binnenvaart

Voor de controleerbaarheid van de manoeuvres van de binnenvaart worden bij dit alternatief twee situaties onderscheiden. Ten eerste de manoeuvre vanuit de Yangtzehaven naar de Landaanwinning vice versa. Ten tweede het varen binnen de Landaanwinning onder invloed van de daar heersende golfcondities.

Manoeuvre vanuit Yangtzehaven naar de Landaanwinning vice versa

De beoordeling van de doorsteek vanuit de Yangtzehaven naar de Landaanwinning is in grote lijn gelijk aan die voor Alternatief B1 (Paragraaf 6.2.3). De stroomsnelheden in de doorsteek zijn echter enigszins guntiger.

Op basis van het stroombeeld in de doorsteek wordt geconcludeerd dat de gestelde grens van 0,50 m/s leidt tot een downtime percentage ten gevolge van stroming van ca. 60%. Gedurende deze tijd kan de manoeuvre van en naar de Landaanwinning niet gecontroleerd worden uitgevoerd.

Manoeuvres binnen de Landaanwinning

De stroomsnelheden die optreden in de havenbekkens van de Landaanwinning zullen niet leiden tot moeilijkheden voor de binnenvaart. De downtime ten gevolge van het overschrijden van het criterium voor golven is voor alle gangbare moderne typen binnenvaartschepen minder dan 2%. Dit alternatief voldoet derhalve voor dit criterium aan het programma van eisen (Eis 520).

Onbelemmerde vaartijd

De onbelemmerde vaartijd vanaf het Beergat naar het eerste havenbassin van de Landaanwinning is voor een binnenvaartschip met een vaarsnelheid van 12 km/u ca. 45 min.

9.2.4 Vaarwegcapaciteit en intrinsieke veiligheid

De vaarwegcapaciteit en intrinsieke veiligheid van Referentieontwerp Ila1 is vergelijkbaar met Alternatief D1 (Paragraaf 7.2.4).

Ten aanzien van de vaarwegcapaciteit luidt de conclusie dat de capaciteit van de kruising Yangtzehaven/Beerkanaal voldoende is om het toekomstige verkeersaanbod van zeeschepen (van en naar Maasvlakte1) en binnenvaartschepen (van en naar Maasvlakte1 en de Landaanwinning) zonder hoge wachttijden te laten passeren. De wachttijd wordt wel hoger dan in de huidige situatie.

Voor de zeevaart wordt de verkeerssituatie van Referentieontwerp Ila1 als voldoende intrinsiek veilig bestempeld.

Voor de binnenvaart wordt de verkeerssituatie van Referentieontwerp Ila1 als onvoldoende intrinsiek veilig beoordeeld gezien de onoverzichtelijke situatie bij de doorsteek van de Yangtzehaven naar de Landaanwinning.

9.2.5 Integraal oordeel nautische bereikbaarheid en veiligheid van de Landaanwinning

De hoofdlijnen van de vijf nautische beoordelingscriteria, zoals deze in voorgaande paragrafen zijn gepresenteerd, zijn samengevat in onderstaande tabel (een rood vlak in de tabel geeft aan dat er niet aan het programma van eisen wordt voldaan, een groen vlak geeft aan dat er wel wordt voldaan aan de gestelde eisen):

Tabel 9.1 Integraal oordeel van Referentieontwerp Ila1 (eindfase)

Beoordelingscriterium	Meeteenheid	Oordeel Zeevaart	Oordeel Binnenvaart
Controleerbaarheid	Downtime	1 - 2 %	< 2 % (golven) ~ 60% (stroming)
Vaartijd (onbelemmerd)	Tijd	40 min (20 min)*	45 min
Manoeuvrerruimte	Kwalitatief	Voldoende	Voldoende
Intrinsieke veiligheid	Kwalitatief	Voldoende	Onvoldoende
Wachttijd	Kwalitatief	Kort	Kort

* Tussen haakjes is de duur van de sleepbootassistentie (vanaf het begin van assistentie tot en met het afstoppen in het centraal kanaal) vermeld.

Het geheel overziende kan gesteld worden dat voor Referentieontwerp Ila1 de nautische bereikbaarheid onvoldoende is. Dit is met name het gevolg van de slechte bereikbaarheid voor de binnenvaart ten gevolge van stroming. Tevens voldoet de bereikbaarheid van de zeevaart niet aan de gestelde eisen voor zowel de ontwerpschepen als de kleinere zeevaart (lengte < 100 m).

De nautische veiligheid van dit alternatief wordt ook als onvoldoende beoordeeld ten gevolge van de slechte controleerbaarheid van de manoeuvres van de binnenvaart en de onvoldoende intrinsieke veiligheid voor de binnenvaart.

Referentieontwerp Ila1 voldoet daarmee voor de Landaanwinning niet aan de gestelde eisen van nautische bereikbaarheid en veiligheid. Een overzicht van de toetsing aan het programma van eisen is opgenomen in Bijlage C.

9.2.6 Integraal oordeel nautische bereikbaarheid en veiligheid bestaand havengebied

De nautische bereikbaarheid en veiligheid van het bestaande Rotterdamse havengebied, bij een volledig ontwikkeld Referentieontwerp Ila1 wordt gerelateerd aan de huidige situatie. De resultaten zijn gepresenteerd in onderstaande tabel (een rood vlak in de tabel geeft aan dat er niet aan het programma van eisen wordt voldaan, een groen vlak geeft aan dat er wel wordt voldaan aan de gestelde eisen):

Tabel 9.2 Integraal oordeel van bestaand havengebied bij Referentieontwerp Ila1 (eindfase)

Beoordelingscriterium	Oordeel Zeevaart	Oordeel Binnenvaart
Controleerbaarheid	Lager	Onveranderd
Vaartijd (onbelemmerd)	Onveranderd	Onveranderd
Manoeuvrere ruimte	Onveranderd	Onveranderd
Intrinsieke veiligheid	Onveranderd	Onveranderd
Wachttijd*	Onveranderd	Onveranderd

* Exclusief autonome groei van het bestaande havengebied

De aanleg van Referentieontwerp Ila1 leidt tot een verminderde nautische bereikbaarheid en veiligheid van het bestaande havengebied. Dit is het directe gevolg van het toenemen van de dwarsstroming voor de havenmond waardoor eerder de grenzen van een gecontroleerde vaart worden bereikt. Kleinere zeeschepen (<100m), maar ook de grotere schepen, ondervinden hiervan hinder, met name in combinatie met wat extremere golf- en windcondities.

Referentieontwerp Ila1 voldoet daarmee voor het bestaande Rotterdamse havengebied niet aan de gestelde eisen van nautische bereikbaarheid en veiligheid (zie ook Bijlage C).

9.3 Beoordeling eerste fase

Voor de eerste fase van Referentieontwerp Ila1 (Figuur 9.2) wordt de volledige aanleg van de havendammen voorzien en een gedeeltelijke aanleg van de Landaanwinning. De aanleg van het zuidwestelijke deel van de Landaanwinning kan op een later tijdstip worden uitgevoerd. De toegang tot de eerste fase voor de binnenvaart is voorzien via de Yangtzehaven.

Voor de zeevaart is het essentieel dat de stromingspatronen voor de haven gunstig zijn. Een stromingssimulatie heeft aangetoond dat de volledig gebouwde noorder- en zuiderdam in combinatie met een slechts voor de helft gerealiseerde Landaanwinning leidt tot een sterke neervorming voor de havenmond. Ook voor de eerste fase van de Landaanwinning dient nadrukkelijk aandacht besteed te worden aan de vorm van de landcontour en de havendammen ter voorkoming van ongunstige stroombeelden (neerstromingen).

De lengte van het centraal kanaal is ten opzichte van de eindfase met ca. 1400 m gereduceerd. De resterende lengte van het centraal kanaal is echter nog ruim voldoende om de maatgevende schepen onder maatgevende omstandigheden op gecontroleerde en veilige wijze tot stilstand te brengen.

Voor de eerste fase van Referentieontwerp Ila1 geldt dat de zeewaartse uitbouw gelijk is als de eindfase. Ook de positie van het contractiepunt ten opzichte van de vaarweg is nagenoeg onveranderd. Bij het stroomcontractiepunt zal een erosiekuil tot ontwikkeling komen. Gezien de locatie van deze kuil ten opzichte van de vaarweg zal de ontgroning een negatief effect hebben op de dwarsstroomsnelheden en –gradiënten langs de vaarweg. De ontwikkeling van de ontgrondingskuil dient daarom voorkomen te worden middels het aanbrengen van een bodembescherming.

Uitgaande van een gunstig stromingspatroon (geen sterke neervorming in de havenmond) kan gesteld worden dat de beoordeling van nautische bereikbaarheid en veiligheid voor de eindfase ook van toepassing is voor de eerste fase.

Een overzicht van de toetsing van de eerste fase aan het programma van eisen is opgenomen in Bijlage C.

9.4 Mogelijkheden tot verbetering

Gezien de resultaten van de beoordeling moeten verbeteringen voor Referentieontwerp Ila1 gezocht worden in het verbeteren van de binnenvaartdoorsteek door de Yangtzehaven en het verbeteren van de stromingscondities voor de havenmond.

Voor de nadere uitleg van beide punten wordt verwezen naar Alternatief D1 (Paragraaf 7.4).

9.5 Gevoeligheid van de resultaten voor andere ontwerpschepen

De beoordeling voor de Malacca-max en de huidige post-Panamax schepen is gelijk aan die voor Alternatief B1 (Paragraaf 6.5).

10 Beoordeling en toetsing van Referentieontwerp II-1

10.1 Beschrijving van het alternatief

Bij dit alternatief (Figuur 10.1) wordt de havenmond ca. 6 km in zeevaartse richting verplaatst. De breedte van de havenmond is 1000 m op de waterlijn, de bodemligging NAP -20 m. Op enige afstand van de havenmond heeft de zeevaart toegang tot de Landaanwinning (bodemligging eveneens NAP – 20m). De toegang tot de Landaanwinning voor de binnenvaart is voorzien via een doorsteek van de Yangtzehaven. De breedte van de doorsteek is 200 m, de bodemligging is NAP -7 m.

De zeevaart varende naar de Landaanwinning kan bij dit alternatief de bocht naar de Landaanwinning varen met sleepbootassistentie. De lengte tussen de havenmond en de bocht wordt in dat geval gebruikt voor het vastmaken van de sleepboten.

10.2 Beoordeling eindfase

10.2.1 Waterbeweging

De buitencontour van dit alternatief is nagenoeg gelijk aan die van referentieontwerp II. De laatstgenoemde is gebruikt voor de PKB procedure.

Op basis van het huidige begrip van de stromingen wordt verwacht dat er tijdens vloedfase van het getij een sterke neerstroming tot ontwikkeling zal komen voor de havenmond. Dit is het resultaat van twee factoren. De eerste is de grote zeevaartse uitbouw van de havendammen, ook in relatie tot de zeevaartse uitbouw van de Landaanwinning. De tweede factor is de te kort uitgevoerde krul aan de zuiderhavendam. De combinatie van beide factoren leidt tijdens de vloedfase van het getij tot loslating van de stroming van de krul waardoor er een sterke neer tot ontwikkeling komt voor de havenmond.

Naar verwachting kan de neervorming voorkomen worden door een veel grotere krul te bouwen aan de zuiderdam. Door de grotere zeevaartse uitbouw moet de krul groter worden uitgevoerd dan de krul van Referentieontwerp IIa1. In dat geval is het stroombeeld vergelijkbaar met dat van Referentieontwerp IIa1, waarbij de dwarsstroming echter wel groter zal zijn ten gevolge van de grotere zeevaartse uitbouw van de dammen.

Evenals bij Referentieontwerp IIa1 zal zich naar verwachting in 20 jaar tijd voor de havendammen een ontgrondingskuil ontwikkelen met een erosiediepte van ca. 40 m. De ontwikkeling van deze ontgrondingskuil zal de dwarsstroming langs de vaarbaan negatief beïnvloeden en zal daarom moeten worden verhinderd middels een bodembescherming.

10.2.2 Zeevaart

De manoeuvres van de zeevaart zijn tijdens de vloedfase van het getij niet controleerbaar uit te voeren gezien sterke neervorming voor de havenmond. Deze conclusie geldt zowel voor grote als kleine schepen, binnenkomend of vertrekkend en is onafhankelijk van de wind of golfcondities.

Daarmee voldoet dit alternatief niet aan de Eisen 34 en 300.

De schatting van de downtime van de haven ten gevolge van onvoldoende controleerbaarheid van de binnenkomstmanoeuvre van maatgevende containerschepen (12.500 TEU) wordt geschat op 6 - 12 %. Deze downtime wordt veroorzaakt door de beperkingen door neervorming in de havenmond tijdens de vloedfase van het getij [ref. 19].

De onbelemmerde vaartijd van de boei 'Maas Oost' tot het eerste havenbassin van de Landaanwinning is ca. 40 minuten waarvan ca. 30 minuten met sleepbootassistentie.

10.2.3 Binnenvaart

Voor de controleerbaarheid van de manoeuvres van de binnenvaart worden bij dit alternatief twee situaties onderscheiden. Ten eerste de manoeuvre vanuit de Yangtzehaven naar de Landaanwinning vice versa. Ten tweede het varen binnen de Landaanwinning onder invloed van de daar heersende golfcondities.

Manoeuvre vanuit Yangtzehaven naar de Landaanwinning vice versa

De beoordeling van de doorsteek vanuit de Yangtzehaven naar de Landaanwinning is in grote lijn gelijk aan die voor Alternatief B1 (Paragraaf 6.2.3). De stroomsnelheden in de doorsteek zijn echter enigszins gunstiger.

Naar verwachting is het stroombeeld in de doorsteek vergelijkbaar met het stroombeeld van Referentieontwerp IIa1. Op basis van dit stroombeeld wordt geconcludeerd dat de gestelde grens van 0,50 m/s leidt tot een downtime percentage ten gevolge van stroming van ca. 60%. Gedurende deze tijd kan de manoeuvre van en naar de Landaanwinning niet gecontroleerd worden uitgevoerd.

Manoeuvres binnen de Landaanwinning

De stroomsnelheden die optreden in de havenbekkens van de Landaanwinning zullen niet leiden tot moeilijkheden voor de binnenvaart. De downtime ten gevolge van het overschrijden van het criterium voor golven is voor alle gangbare moderne typen binnenvaartschepen minder dan 2%. Dit alternatief voldoet derhalve voor dit criterium aan het programma van eisen (Eis 520).

Onbelemmerde vaartijd

De onbelemmerde vaartijd vanaf het Beergat naar het eerste havenbassin van de Landaanwinning is voor een binnenvaartschip met een vaarsnelheid van 12 km/u ca. 45 min.

10.2.4 Vaarwegcapaciteit en intrinsieke veiligheid

De vaarwegcapaciteit en intrinsieke veiligheid van Referentieontwerp II-1 is vergelijkbaar met Alternatief D1 (Paragraaf 7.2.4).

Ten aanzien van de vaarwegcapaciteit luidt de conclusie dat de capaciteit van de kruising Yangtzehaven/Beerkanaal voldoende is om het toekomstige verkeersaanbod van zeeschepen (van en naar Maasvlakte1) en binnenvaartschepen (van en naar Maasvlakte1 en de Landaanwinning) zonder hoge wachttijden te laten passeren. De wachttijd wordt wel hoger dan in de huidige situatie.

Voor de zeevaart wordt de verkeerssituatie van Referentieontwerp IIa1 als voldoende intrinsiek veilig bestempeld. Aanvullend wordt echter wel opgemerkt dat er in de Maasmond grote snelheidsverschillen tussen de schepen zullen optreden. Binnenkomende schepen met bestemming bestaand havengebied zullen, ook tussen de havendammen, een relatief hoge vaarsnelheid behouden (ca. 8-10 knopen). Schepen varende naar de Landaanwinning zullen echter zo spoedig mogelijk snelheid verminderen (tot ca. 6 knopen) om de sleepboten te laten vastmaken. Vlak voor het inzetten van de bocht zal de vaarsnelheid ca. 4 knopen bedragen. Voor vertrekkende schepen zullen soortgelijke snelheidsverschillen optreden. Deze verschillen in vaarsnelheid in de Maasmond is een complicerende factor op dit traject, hetgeen de nautische veiligheid niet ten goede komt.

Voor de binnenvaart wordt de verkeerssituatie van Referentieontwerp IIa1 als onvoldoende intrinsiek veilig beoordeeld gezien de onoverzichtelijke situatie bij de doorsteek van de Yangtzehaven naar de Landaanwinning.

10.2.5 Integraal oordeel nautische bereikbaarheid en veiligheid van de Landaanwinning

De hoofdlijnen van de vijf nautische beoordelingscriteria, zoals deze in voorgaande paragrafen zijn gepresenteerd, zijn samengevat in onderstaande tabel (een rood vlak in de tabel geeft aan dat er niet

aan het programma van eisen wordt voldaan, een groen vlak geeft aan dat er wel wordt voldaan aan de gestelde eisen):

Tabel 10.1 Integraal oordeel van Referentieontwerp II-1 (eindfase)

Beoordelingscriterium	Meeteenheid	Oordeel Zeevaart	Oordeel Binnenvaart
Controleerbaarheid	Downtime	6 – 12 %	< 2 % (golven) ~ 60% (stroming)
Vaartijd (onbelemmerd)	Tijd	40 min (30 min)*	45 min
Manoeuvrerruimte	Kwalitatief	Voldoende	Voldoende
Intrinsieke veiligheid	Kwalitatief	Voldoende	Onvoldoende
Wachttijd	Kwalitatief	Kort	Kort

* Tussen haakjes is de duur van de sleepbootassistentie (vanaf het begin van assistentie tot en met het afstoppen in het centraal kanaal) vermeld.

Het geheel overziende kan gesteld worden dat voor Referentieontwerp II-1 de nautische bereikbaarheid onvoldoende is. Dit is het gevolg van de slechte bereikbaarheid voor de zowel de zee- en binnenvaart

De nautische veiligheid van dit alternatief wordt ook als onvoldoende beoordeeld ten gevolge van de slechte controleerbaarheid van de manoeuvres en de onvoldoende intrinsieke veiligheid voor de binnenvaart.

Referentieontwerp II-1 voldoet daarmee voor de Landaanwinning niet aan de gestelde eisen van nautische bereikbaarheid en veiligheid. Een overzicht van de toetsing aan het programma van eisen is opgenomen in Bijlage C.

10.2.6 Integraal oordeel nautische bereikbaarheid en veiligheid bestaand havengebied

De nautische bereikbaarheid en veiligheid van het bestaande Rotterdamse havengebied, bij een volledig ontwikkeld Referentieontwerp II-1, wordt gerelateerd aan de huidige situatie. De resultaten worden gepresenteerd in onderstaande tabel (een rood vlak in de tabel geeft aan dat er niet aan het programma van eisen wordt voldaan, een groen vlak geeft aan dat er wel wordt voldaan aan de gestelde eisen):

Tabel 10.2 Integraal oordeel van bestaand havengebied bij Referentieontwerp II-1 (eindfase)

Beoordelingscriterium	Oordeel Zeevaart	Oordeel Binnenvaart
Controleerbaarheid	Veel lager	Onveranderd
Vaartijd (onbelemmerd)	Onveranderd	Onveranderd
Manoeuvrerruimte	Onveranderd	Onveranderd
Intrinsieke veiligheid	Onveranderd	Onveranderd
Wachttijd*	Onveranderd	Onveranderd

* Exclusief autonome groei van het bestaande havengebied.

De aanleg van Referentieontwerp II-1 leidt tot een sterk verminderde nautische bereikbaarheid en veiligheid van het bestaande havengebied. Dit is het directe gevolg van het toenemen van de dwarsstroming voor de havenmond en de sterke neervorming tijdens de vloed. Hierdoor worden eerder de grenzen bereikt van een gecontroleerde vaart voor alle typen schepen.

Referentieontwerp II-1 voldoet daarmee voor het bestaande Rotterdamse havengebied niet aan de gestelde eisen van nautische bereikbaarheid en veiligheid (zie ook Bijlage C).

10.3 Beoordeling eerste fase

Voor de eerste fase van dit alternatief (Figuur 10.2) wordt de volledige aanleg van de havendammen voorzien en de noordelijke helft van de Landaanwinning. De toegang tot de eerste fase voor de binnenvaart is voorzien via de Yangtzehaven.

De ontgroning die zich bij de eerste fase zal ontwikkelen bij het stroomcontractiepunt dient voorkomen te worden middels een bodembescherming aangezien deze de dwarsstroomsnelheden in de vaarweg negatief zal beïnvloeden.

Naar verwachting zal de stromingssituatie voor de havenmond zo mogelijk nog slechter zijn dan die van de eindfase. Naar verwachting zal er tijdens vloed voor de havenmond een sterke neerstroming tot ontwikkeling komen. Dit is zeer ongunstig voor de scheepvaart.

De beoordeling van de nautische bereikbaarheid en veiligheid van dit alternatief is daarom in het beste geval gelijk aan dit van de eindfase.

Een overzicht van de toetsing van de eerste fase aan het programma van eisen is opgenomen in Bijlage C.

10.4 Mogelijkheden tot verbetering

Gezien de resultaten van de beoordeling moeten verbeteringen voor Referentieontwerp II-1 gezocht worden in het verbeteren van de stromingscondities voor de havenmond en van de binnenvaartdoorsteek door de Yangtzehaven.

De stromingscondities voor de havenmond kunnen verbeterd worden door de krul aan de zuiderdam fors te verlengen. In dat geval kan een stroombeeld worden bereikt zonder neervorming voor de havenmond. Echter, gezien het feit dat de zeewaartse uitbouw van dit alternatief ca. 1 km verder is in vergelijking tot Referentieontwerp IIa1 zal de dwarsstroming voor de havenmond, in vergelijking tot Referentieontwerp IIa1 altijd groter zijn.

Gezien de grotere dwarsstroming voor de havenmond zal de nautische bereikbaarheid van Referentieontwerp II-1 altijd iets minder goed zijn dan die van Referentieontwerp IIa1.

Voor de uitleg van de binnenvaartdoorsteek wordt verwezen naar Paragraaf 7.4 (Alternatief D1).

10.5 Gevoeligheid van de resultaten voor andere ontwerpschepen

De beoordeling voor de Malacca-max en de huidige post-Panamax schepen is gelijk aan die voor Alternatief B1 (Paragraaf 6.5).

11 Samenvatting, conclusies en aanbevelingen

11.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt een overzicht gepresenteerd van de resultaten zoals gepresenteerd in dit rapport. Achtereenvolgens wordt de toetsing van de Set 1 alternatieven aan het Programma van Eisen gepresenteerd, gevolgd door de beoordeling van de Set 1 alternatieven, de conclusies en tot slot de aanbevelingen.

11.2 Toetsing van de Set 1 alternatieven aan het Programma van Eisen

Een overzicht van de toetsingen en beoordelingen zoals gepresenteerd in de voorgaande hoofdstukken is gepresenteerd in Tabel 11.1 tot 11.4. Geconcludeerd kan worden dat geen van de zeven beschouwde alternatieven in de eindfase volledig voldoet aan de gestelde eisen voor nautische bereikbaarheid en veiligheid. Dit wil zeggen dat voor geen van de alternatieven een vergelijkbare nautische bereikbaarheid en veiligheid ten opzichte van de huidige situatie wordt bereikt.

11.3 Beoordeling van de Set 1 alternatieven

De hoofdlijnen van de resultaten zijn als volgt geformuleerd.

Stromingen

De resultaten van de stromingsanalyses laten zich als volgt samenvatten. Bij het meest zeewaarts gelegen punt van de Landaanwinning treden in het algemeen de hoogste stroomsnelheden op ten gevolge van stroomcontractie. Op deze plaatsen worden daardoor tevens grote ontgrondingen verwacht (variërend van 10 tot 40 m in 20 jaar tijd). Ontgrondingskuilen kunnen door stroomaan trekking een vergrotend effect hebben op de dwarsstroomsnelheden langs de vaarbaan. Indien dit leidt tot een ongewenste verslechtering van de nautische bereikbaarheid en veiligheid dient de ontwikkeling van de ontgroning voorkomen te worden middels het aanbrengen van een bodembescherming.

Gezien het feit dat de bereikbaarheid van de haven negatief wordt beïnvloed door een toename van dwarsstroomsnelheden en stromingsgradiënten langs de vaarbaan wordt aanbevolen om (i) de zeewaartse uitbouw zo veel als mogelijk te beperken (reductie stroomcontractie) en (ii) om het meest zeewaarts gelegen punt van de Landaanwinning zo ver mogelijk van de vaarbaan te verwijderen. Op deze wijze worden de negatieve effecten van de stroming op de scheepvaart zo veel mogelijk beperkt.

Het stroombeeld langs de vaarbaan naar de Maasmond is bij Alternatieven Ia1, A1 en B1 in grote lijnen vergelijkbaar met de huidige situatie. Deze alternatieven worden gekenmerkt door een relatief beperkte zeewaartse uitbouw, waarbij de afstand van het contractiepunt tot de vaarweg relatief groot is. Dit leidt tot een uitwaaiing en bijdraaiing van de stroming hetgeen een gunstig effect heeft op de reductie van de dwarsstroomsnelheden langs de vaarbaan.

Dit in tegenstelling tot de Alternatieven D1, E1 Ila1 en II-1. Bij deze alternatieven is de zeewaartse uitbouw groter en is het contractiepunt vrijwel naast de vaarbaan gepositioneerd. Bij deze alternatieven is de dwarsstroming groter in vergelijking tot de huidige situatie. Referentieontwerp II-1 is verreweg het slechtste ontwerp, tijdens de vloed ontwikkelt zich een sterke neerstrooming voor de havenmond.

Zeevaart – controleerbaarheid van de manoeuvres

De controleerbaarheid van de manoeuvres, en daarmee de nautische bereikbaarheid en veiligheid, naar de Landaanwinning en het huidige havengebied voor de zeevaart is direct afhankelijk van het stroombeeld voor de haven. Hoe groter de dwarsstroming voor de havenmond hoe slechter de controleerbaarheid van de manoeuvre. Een soortgelijke vergelijking gaat op voor de gradiënten van de dwarsstroming.

Alternatieven Ia1, A1 en B1 scoren wat betreft het binnenvaren van de Maasmond vergelijkbaar met de huidige situatie. De Alternatieven D1, E1 en IIa1 scoren minder goed voor beschouwde scheepsklassen: grote containerschepen, geulgebonden vaart en voor de kleinere zeevaart tot 100m lengte. Referentieontwerp II-1 scoort wat betreft het binnenvaren slecht, de sterke neerstroming in de havenmond sluit een gecontroleerde manoeuvre uit. De Alternatieven D1, E1, IIa1 en II-1 verminderen hiermee dus de bereikbaarheid en veiligheid van de gehele Rotterdamse haven.

Alternatieven Ia1 en A1 scoren laag wat betreft de controleerbaarheid van de manoeuvres (zonder sleepbootassistentie) in de haven. Onder alle omstandigheden dienen maatgevende containerschepen (12.500 TEU) daarom met sleepbootassistentie vanaf de Papegaaiebek naar de Landaanwinning te varen. Voor de Alternatieven B1, D1, E1 en IIa1 geldt dat deze schepen tot 5 Bft. het centraal kanaal zonder sleepbootassistentie gecontroleerd kunnen bereiken.

Zeevaart – vaartijd

De vaartijden zijn voor de Alternatieven B1, D1, E1, IIa1 en II-1 gunstig. Binnen 40 minuten vaart een containerschip vanaf de havenmond tot aan het eerste havenbassin van de Landaanwinning.

De vaartijden voor de Alternatieven Ia1 en A1 zijn ongunstig. De vaartijd tot het eerste havenbassin is ca. 90 minuten, waarvan ca. 60 minuten geassisteerd door sleepboten.

Zeevaart - wachttijd

Voor de wachttijd, vertraging ten gevolge van verkeersdrukte, zijn er twee kenmerkende situaties gevonden.

De eerste betreft de situatie bij de Alternatieven Ia1 en A1. Bij deze alternatieven ontwikkelt de kruising Beerkanaal / Yangtzehaven zich tot een bottleneck voor zowel Maasvlakte1 als de Landaanwinning. Deze kruising biedt onvoldoende ruimte om het verkeersaanbod van een volledig ontwikkelde Landaanwinning op veilige en vlotte wijze te verwerken. Lange wachttijden zullen daarvan het gevolg zijn.

De andere situatie betreft de Alternatieven B1, D1, E1, IIa1 en II-1. Bij deze alternatieven doen zich naar verwachting geen grote problemen voor.

Binnenvaart

Voor de binnenvaart zijn drie kenmerkende situaties te onderscheiden in beschouwde alternatieven.

De eerste betreft de situatie bij de Alternatieven Ia1 en A1. Bij deze alternatieven wordt de vaarweg gekarakteriseerd door gunstige condities wat betreft golven en stroming. Daarentegen worden voor de eindsituatie lange wachttijden voorspeld in verband met de beperkte capaciteit van het knooppunt Beerkanaal / Yangtzehaven.

De tweede situatie betreft de Alternatieven B1, D1, E1, IIa1 en II-1. Bij deze alternatieven is de vaarbaan naar de Landaanwinning voorzien via een doorsteek van de Yangtzehaven. Verkeerstechnisch zijn bij deze oplossing geen grote problemen te verwachten. Echter, ongunstige hoge lokale stroomsnelheden in de doorsteek leiden tot een slechte bereikbaarheid van de Landaanwinning voor de binnenvaart. Bij al de genoemde alternatieven is de stroomsnelheid gedurende tenminste 35% van de tijd groter dan 0,5 m/s. Deze stroomsnelheid is vooralsnog gekozen als bovengrens voor een veilige gecontroleerde vaart in de doorsteek, gegeven de combinatie van de bocht in de vaarweg, de brug, de verkeersintensiteit en de stroomversnellingen en -vertragingen. Het genoemde percentage kan als downtime ten gevolge van stroming gezien worden.

Bij Alternatief B1 is de bescherming tegen golven bovendien onvoldoende. Gedurende meer dan 10% van de tijd is de haven onbereikbaar voor de binnenvaart (downtime ten gevolge van golven). Bij Alternatieven D1 en E1 is deze downtime voor duweenheden 3 à 4 % hetgeen net boven de gestelde eis van 3% is. Dit is echter te verhelpen door de beschermingsdam van de doorsteek met ca. 500 m te verlengen.

Intrinsieke veiligheid – zeevaart en binnenvaart

Drie alternatieven zijn voor de zeevaart als onvoldoende intrinsiek veilig beoordeeld.

Bij Referentieontwerp Ia1 en Alternatief A1 wordt dit veroorzaakt door (i) de geringe afstand tussen de bocht rond de Papegaaiebek en de kruising Beerkanaal / Yangtzehaven, (ii) de onoverzichtelijke ligging van de kruising en (iii) door de geringe afstand tussen de drukbevaaren vaarweg en de jetty van de Maasvlakte Olie Terminal (veiligheidsrisico).

Bij Alternatief B1 is de toegang tot de Landaanwinning als onvoldoende intrinsiek veilig beoordeeld gezien de ligging van de bocht direct na de havenmond.

Voor de binnenvaart zijn de Alternatieven B1, D1, E1, IIa1 en II-1 als onvoldoende intrinsiek veilig beoordeeld gezien de ongelukkige combinatie van factoren bij de doorsteek van de Yangtzehaven. Bij de doorsteek is een brug over de vaarbaan voorzien op de plek waar tevens de bocht naar de Landaanwinning start. Dit, in combinatie met grote lokale stroomsnelheden, heeft tot dit oordeel geleid.

Nautische bereikbaarheid en veiligheid tijdens de bouw

Het programma van eisen stelt dat de nautische bereikbaarheid en veiligheid van de haven ook tijdens de bouw van de Landaanwinning gewaarborgd dient te zijn. Hier is tot dusverre weinig aandacht aan besteed. Wel kan worden gesteld dat de mogelijke hinder tijdens de bouw wordt bepaald door (i) het extra aantal scheepsbewegingen, (ii) de afstand van de bouwwerkzaamheden tot het doorgaande verkeer en (iii) de mogelijk ongunstige stroombeelden die een onvoltooide buitencontour veroorzaakt.

Ten aanzien van het laatste wordt opgemerkt dat oriënterende stromingssimulaties hebben aangetoond dat tijdens de bouw van de havendammen (van bijvoorbeeld Referentieontwerp IIa1) ongunstige stromingspatronen kunnen optreden die de bereikbaarheid van de haven nadelig zullen beïnvloeden.

Hoewel slechts verkennend onderzocht, kan gesteld worden dat de nautische bereikbaarheid en veiligheid tijdens bouw van de alternatieven met havendammen direct langs de vaarbaan (D1, E1, IIa1 en II-1) veel lastiger zal zijn te garanderen in vergelijking tot alternatieven waarbij de bouwactiviteiten op enige afstand van de vaarbaan plaats vinden (Ia1, A1 en B1).

Daarmee is ook de nautische bereikbaarheid en veiligheid tijdens de bouw een onderscheidend aspect voor de beschouwde alternatieven.

11.4 Conclusies ten aanzien van de beoordeling van de Set 1 alternatieven

Op basis van het onderliggende onderzoek worden de volgende conclusies getrokken:

1. Geen van de beschouwde alternatieven voldoet, zowel voor de eerste fase als voor de eindfase, volledig aan het programma van eisen, zoals dat nu geformuleerd is.
2. Een zeevaartse uitbouw direct naast de vaarweg (Alternatieven D1, E1, IIa1 en II-1) leidt tot een verminderde nautische bereikbaarheid en veiligheid van de gehele haven. Dit geldt zowel voor de eerste fase als voor de eindfase.
3. Een zeevaarttoegang tot de Landaanwinning via een doorsteek van de Yangtzehaven (Alternatieven Ia1 en A1) kan tot hoge wachttijden leiden in de eindfase.

11.5 Aanbevelingen

Op basis van de resultaten van de uitgevoerde onderzoeken en analyses worden de volgende aanbevelingen gedaan:

Programma van Eisen

In het huidige programma van eisen wordt in feite onbeperkte bereikbaarheid geëist voor alle schepen met uitzondering van de getijgebonden schepen. Dit betekent dat de haven gedimensioneerd moet worden voor een toekomstig groot containerschip of gastanker die onder alle omstandigheden veilig de haven moet kunnen bereiken. Deze (toekomstige) schepen zullen de haven zeer waarschijnlijk niet dagelijks bezoeken. De vraag die gesteld moet worden is: is het reëel dat deze schepen onder alle

omstandigheden op de piek van de vloed moeten kunnen binnenlopen of is het acceptabel dat deze schepen incidenteel de aankomst 1 à 2 uur vertragen zodat de omstandigheden voor binnenkomst veel gunstiger zijn?

Het wordt daarom aanbevolen om per maatgevende scheepsklasse een bereikbaarheidseis te stellen in termen van maatgevende omstandigheden en in termen van acceptabele wachttijd ten gevolge van omgevingscondities. Deze aanpak is analoog aan de huidige bereikbaarheidseisen die gelden voor de getijgebonden schepen.

Meer in het algemeen geldt dat de nautische eisen vaak niet ondubbelzinnig zijn opgesteld. Daarnaast is niet altijd duidelijk of de eis geldt voor de eindfase, voor de eerste fase of voor beide. Het wordt daarom aanbevolen de eisen te herformuleren zodat deze helder, volledig en gekwantificeerd zijn.

Nautische bereikbaarheid en veiligheid tijdens de bouw

Het wordt aanbevolen dit onderwerp mee te laten wegen in de afweging van de alternatieven. Tevens wordt aanbevolen dit onderwerp in meer detail te beschouwen indien een voorkeursalternatief bekend wordt.

Vaarwegcapaciteit

Het verdient aanbeveling om, voor de alternatieven waarbij de zeevaart van en naar de Landaanwinning door de Yangtzehaven wordt geleid, aanvullend onderzoek uit te voeren ten aanzien van de vaarwegcapaciteit, de verkeersintensiteit en de daaruit voortvloeiende wachttijden voor diverse ontwikkelingsfasen van de Landaanwinning. Dit is van invloed op de keuze ten aanzien van de fasering van de Landaanwinning.

Voorkeursconcept van de Landaanwinning

Op basis van een aangescherpt programma van eisen kan een voorkeursconcept voor de Landaanwinning worden ontwikkeld. Bij deze lay-outkeuze dient rekening gehouden te worden de volgende richtlijnen:

1. De bereikbaarheid van de haven wordt positief beïnvloed indien: (i) de buitencontour van de Landaanwinning gestroomlijnd is zodat geen loslating van de stroming optreedt, (ii) het meest zeewaarts gelegen punt van de Landaanwinning zo ver mogelijk van de vaarbaan wordt gehouden en (iii) de zeewaartse uitbouw van de landaanwinning zo veel als mogelijk wordt beperkt.
2. De zeevaarttoegang tot de Landaanwinning via de Yangtzehaven (Alternatieven Ia1 en A1) dient te worden geoptimaliseerd teneinde de wachttijden te beperken en de veiligheid te waarborgen. Tevens wordt aanbevolen een zeevaarttoegang tot de Landaanwinning via een verlengd Hartelkanaal nader te beschouwen.
3. De binnenvaarttoegang tot de Landaanwinning via de Yangtzehaven (Alternatieven B1, D1, E1, IIa1 en II-1) dient te worden geoptimaliseerd teneinde een veilige vaart mogelijk te maken. Tevens wordt aanbevolen de binnenvaarttoegang tot de Landaanwinning via een verlengd Hartelkanaal nader te beschouwen.

Het wordt aanbevolen om voor het voorkeursconcept gelijkaardige, maar meer gedetailleerde, analyses uit te voeren naar de nautische bereikbaarheid en veiligheid.

Tabel 11.1 Nautische bereikbaarheid en veiligheid, zeevaart van en naar de Landaanwinning (eindfase)

Beoordelingscriterium	Meeteenheid	Ref. ontwerp Ia1	Alternatief A1	Alternatief B1	Alternatief D1	Alternatief E1	Ref. ontwerp IIa1	Ref. ontwerp II-1
Controleerbaarheid	Downtime	0 - 0,15 %	0 - 0,15 %	1 - 3 %	1 - 2 %	0,5 - 1 %	1 - 2 %	6 – 12 %
Vaartijd (onbelemmerd)	Tijd	95 min	95 min	35 min	40 min	40 min	40 min	40 min
Manoeuvrerruimte	Kwalitatief	Onvoldoende	Onvoldoende	Onvoldoende	Voldoende	Onvoldoende	Voldoende	Voldoende
Intrinsieke veiligheid	Kwalitatief	Onvoldoende	Onvoldoende	Onvoldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende
Wachttijd	Kwalitatief	Lang	Lang	Kort	Kort	Kort	Kort	Kort

Tabel 11.2 Nautische bereikbaarheid en veiligheid, binnenvaart van en naar de Landaanwinning (eindfase)

Beoordelingscriterium	Meeteenheid	Ref. ontwerp Ia1	Alternatief A1	Alternatief B1	Alternatief D1	Alternatief E1	Ref. ontwerp IIa1	Ref. ontwerp II-1
Controleerbaarheid	Downtime	< 2 % (golven) ~ 0 % (stroming)	< 2 % (golven) ~ 0 % (stroming)	> 10 % (golven) ~ 70 % (stroming)	3 à 4 % (golven) ~ 35 % (stroming)	3 à 4 % (golven) ~ 60 % (stroming)	< 2 % (golven) ~ 60 % (stroming)	< 2 % (golven) ~ 60 % (stroming)
Vaartijd (onbelemmerd)	Tijd	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min
Manoeuvrerruimte	Kwalitatief	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende	Voldoende
Intrinsieke veiligheid	Kwalitatief	Voldoende	Voldoende	Onvoldoende	Onvoldoende	Onvoldoende	Onvoldoende	Onvoldoende
Wachttijd	Kwalitatief	Lang	Lang	Kort	Kort	Kort	Kort	Kort

Tabel 11.3 Nautische bereikbaarheid en veiligheid, zeevaart van en naar bestaand havengebied (eindfase)

Beoordelingscriterium	Ref. ontwerp Ia1	Alternatief A1	Alternatief B1	Alternatief D1	Alternatief E1	Ref. ontwerp IIa1	Ref. ontwerp II-1
Controleerbaarheid	Onveranderd	Onveranderd	Onveranderd	Lager	Lager	Lager	Veel lager
Vaartijd (onbelemmerd)	Onveranderd	Onveranderd	Onveranderd	Onveranderd	Onveranderd	Onveranderd	Onveranderd
Manoeuvrerruimte	Onveranderd	Onveranderd	Onveranderd	Onveranderd	Onveranderd	Onveranderd	Onveranderd
Intrinsieke veiligheid	Lager	Lager	Onveranderd	Onveranderd	Onveranderd	Onveranderd	Onveranderd
Wachttijd	Langer	Langer	Onveranderd	Onveranderd	Onveranderd	Onveranderd	Onveranderd

Tabel 11.4 Nautische bereikbaarheid en veiligheid, binnenvaart van en naar bestaand havengebied (eindfase)

Beoordelingscriterium	Ref. ontwerp Ia1	Alternatief A1	Alternatief B1	Alternatief D1	Alternatief E1	Ref. ontwerp IIa1	Ref. ontwerp II-1
Controleerbaarheid	Onveranderd	Onveranderd	Onveranderd	Onveranderd	Onveranderd	Onveranderd	Onveranderd
Vaartijd (onbelemmerd)	Onveranderd	Onveranderd	Onveranderd	Onveranderd	Onveranderd	Onveranderd	Onveranderd
Manoeuvrerruimte	Onveranderd	Onveranderd	Onveranderd	Onveranderd	Onveranderd	Onveranderd	Onveranderd
Intrinsieke veiligheid	Onveranderd	Onveranderd	Onveranderd	Onveranderd	Onveranderd	Onveranderd	Onveranderd
Wachttijd	Langer	Langer	Onveranderd	Onveranderd	Onveranderd	Onveranderd	Onveranderd

 : voldoet aan het programma van eisen
 : voldoet niet aan het programma van eisen

Referentielijst

1. Heineke, D., 'Verkenning Ontwerpruimte. Vervolg: De Set 1 Alternatieven', Doc. Nr. AAN-02-268, Expertisecentrum Project Mainportontwikkeling Rotterdam. *Rotterdam, 29 augustus 2002*
2. Hoekstra, A., 'PVE bij verkenning ontwerpruimte PMR', Doc. Nr. AAN-02-320, Expertisecentrum Project Mainportontwikkeling Rotterdam. *Rotterdam, oktober 2002, concept*
3. Heineke, D., & M. De Snoo, 'Fasering', AAN-02-226, Expertisecentrum Project Mainportontwikkeling Rotterdam. *Rotterdam, 31 oktober 2002*
4. Klaver, C., 'Verkeersstromen', Doc. Nr. AAN-02-141, Expertisecentrum Project Mainportontwikkeling Rotterdam. *Rotterdam, 14 november 2002*
5. Groenewoud, M., 'Golfhinder voor de binnenvaart', Doc. Nr. AAN-02-351, Expertisecentrum Project Mainportontwikkeling Rotterdam. *Rotterdam, 19 december 2002*
6. 'Ontwikkeling detailmodel voor de stroming rond de tweede Maasvlakte', H4044, WL | Delft Hydraulics in opdracht van EC-PMR. *Delft, oktober 2002*
7. Hulst, J. Van der, 'Stromingsberekeningen Detailmodel, Bepaling stroombeeld varianten, invloed stroomverlammingskuil en erosiekuil en oriënterende berekeningen bouwfasen', Doc. Nr. AAN-02-332, Expertisecentrum Project Mainportontwikkeling Rotterdam. *Rotterdam, januari 2003 concept*
8. 'Fast-time vaarbaanonderzoek naar vier havenmondalternatieven voor Maasvlakte2', Project no. R&D/5222014, MSR/Marin, in opdracht van EC-PMR. *Rotterdam, december 2002*
9. Mutsaers, J., 'Nautische Bereikbaarheid en Veiligheid; Deelrapport zeevaart', Doc. Nr. AAN-02-289, Expertisecentrum Project Mainportontwikkeling Rotterdam. *Rotterdam, januari 2003 concept*
10. Hellebrand, S., M. De Snoo & D. Heineke, 'Landaanwinning; Naslagwerk Verkenning Ontwerpruimte', Doc. Nr. AAN-02-012, Expertisecentrum Project Mainportontwikkeling Rotterdam. *Rotterdam, 1 mei 2002*
11. Hubers, D., 'Nautische Bereikbaarheid en Veiligheid, Deelrapport binnenvaart', Doc. Nr. AAN-02-347, Expertisecentrum Project Mainportontwikkeling Rotterdam. *Rotterdam, januari 2003 concept*
12. Kruijthoff, J., 'Nautische Bereikbaarheid en Veiligheid, Deelrapport vaarwegcapaciteit Beerkanaal – Yangtzehaven', Doc. Nr. AAN-02-318, Expertisecentrum Project Mainportontwikkeling Rotterdam. *Rotterdam, januari 2003 concept*
13. 'Haven in Cijfers', Gemeentelijk Havenbedrijf Rotterdam. *Rotterdam, 2001*
14. Kant, G., 'Notitie 'Effectiviteit stroomverlammingskuil'', Doc. Nr. AAN-02-304, Expertisecentrum Project Mainportontwikkeling Rotterdam. *Rotterdam, 22 oktober 2002*
15. 'Stromingsberekeningen buiten- en binnengebied Maasvlakte2', 01083/1181, Svasek in opdracht van EC-PMR. *Rotterdam, oktober 2001*
16. Mutsaers, J., 'Notitie Sleepbootoperaties', Doc. Nr. AAN-02-349, Expertisecentrum Project Mainportontwikkeling Rotterdam. *Rotterdam, januari 2003 concept*
17. Snoo, M. & S. Hellebrand, 'Verkenning ontwerpruimte - Eindresultaten', Doc. Nr. AAN-02-273, Expertisecentrum Project Mainportontwikkeling Rotterdam. *Rotterdam, 12 december 2002 concept*

18. Commissie Vaarweg Beheerders (CVB) 'Richtlijnen Vaarwegen', Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat. *Den Haag, september 1999*
19. Kant, G., 'Downtime berekeningen' AAN-03-002, Expertisecentrum Project Mainportontwikkeling Rotterdam. *Rotterdam, 10 februari 2003*