

A wide banner image showing a turbulent sea with white-capped waves under a blue sky. The image is split horizontally, with the top half showing the sea and the bottom half showing a darker, more dramatic view of the waves.

Challenging wind and waves

Linking hydrodynamic research to the maritime industry

NAUTISCHE VEILIGHEID EEMS ZONDER EN MET VERRUIMING VAARWEG EEMSHAVEN-NOORDZEE

Rapport Nr. : 27372-1-MSCN-rev.2
Datum : 18 november 2013

Paraaf Management:

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "H. J. J. J. J.", enclosed within a circular stamp or seal.

NAUTISCHE VEILIGHEID EEMS ZONDER EN MET VERRUIMING VAARWEG EEMSHAVEN-NOORDZEE

Opdrachtgever : Rijkswaterstaat dienst Noord-Nederland
Postbus 2301
8901 JH LEEUWARDEN

Revisienr.	Status	Datum	Auteur	Voor gezien
0	Concept	21 oktober	C. van der Tak	
1	Concept	5 november	C. van der Tak	Y. Koldenhof
2	Eindrapport	18 november	C. van der Tak	Y. Koldenhof

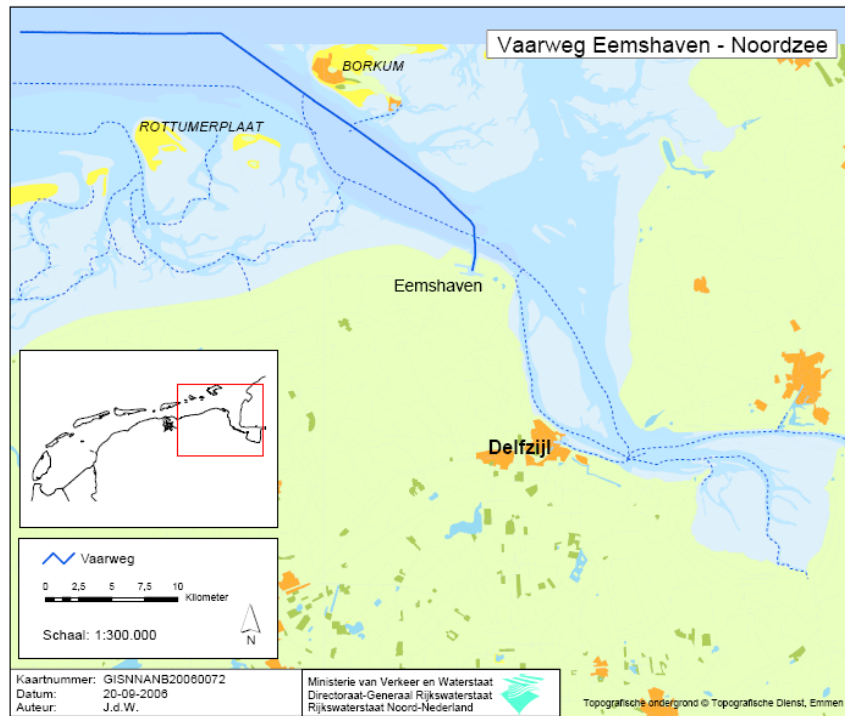
INHOUDSOPGAVE

Pagina

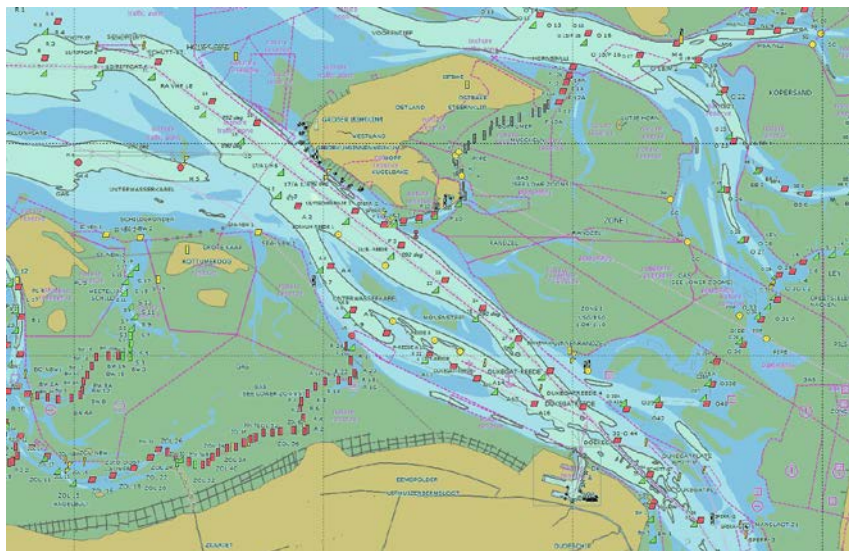
1	INLEIDING.....	3
1.1	Doelstelling	4
1.2	Leeswijzer	4
2	WERKWIJZE ANALYSE NAUTISCHE VEILIGHEID.....	5
3	INVOER VOOR DE BEREKENINGEN	6
3.1	Verkeersdatabases	6
3.1.1	Verkeersdatabase voor 2012	6
3.1.2	Verkeersdatabases voor 2015 en 2030	9
3.1.2.1	Autonome groei.....	9
3.1.2.2	Nieuwe initiatieven	10
3.1.2.3	Samenstellen van de verkeersdatabase voor 2015 en 2030.....	12
3.2	Lay-out	12
3.2.1	Tweezijdige stranding.....	13
3.3	Verkeersmaatregelen.....	16
3.4	Externe omstandigheden	17
4	RESULTATEN VAN DE BEREKENINGEN	19
4.1	Verwachte aantal aanvaringen en strandingen voor de vier verkeersdatabases.....	19
4.2	Vershil in nautische veiligheid in 2030 zonder en met verruiming van de vaarweg.....	22
4.3	Effect van additionele maatregelen	26
4.4	Kans per call van een Panamax schip.....	27
5	INCIDENTELE LIGPLAATS	29
6	CONCLUSIES	32
	REFERENTIES	34

1 INLEIDING

Voor de ontwikkelingen in Eemshaven is het belangrijk dat de vaarwegweg tussen de Noordzee en de Eemshaven verruimd wordt, zodat grotere en dieper stekende schepen de haven kunnen bereiken. Figuur 1-1 en Figuur 1-2 laten het gebied in kwestie zien.



Figuur 1-1 **Overzicht vaarweg Eemshaven-Noordzee**



Figuur 1-2 **ECDIS-kaart huidige wegvaarweg naar Eemshaven**

Voor de m.e.r. van de voorgenomen Verruiming Vaarweg Eems-Noordzee (VVEN) moeten de effecten op nautische veiligheid geanalyseerd worden. Het gaat dan om de verschillen tussen de situatie met verruimde vaargeul ten opzichte van de autonome situatie, waarbij geen vaargeulverruiming heeft plaatsgevonden maar de verkeersbelasting wel verandert door economische ontwikkelingen.

1.1 Doelstelling

Het doel van deze studie is het uitvoeren van risicoberekeningen voor de Eems zonder en met verruiming van de vaarweg. Deze berekeningen worden uitgevoerd met het SAMSON model waarbij de scheepvaartafwikkeling wordt gemodelleerd voor de situatie in 2012 en voor de geprognoseerde scheepvaartafwikkeling voor 2015 en 2030. Voor 2030 wordt de berekening uitgevoerd zonder en met verruiming van de vaarweg. De verkeersintensiteit in 2015 en 2030 wordt gebaseerd op de prognoses voor het hoge groeiscenario beschreven in het rapport "Analyse scheepvaartontwikkelingen en actualisatie scheepvaartprognoses" van 23 november 2012 (ref [1]).

Het gebied waarvoor de berekeningen worden uitgevoerd strekt zich uit van de Verkenningston van de Westereems tot aan Eemshaven.

1.2 Leeswijzer

De gevolgde werkwijze en een korte beschrijving van het gebruikte SAMSON-model is gegeven in hoofdstuk 2. Een overzicht van de gebruikte gegevens en invoer voor het model wordt gegeven in hoofdstuk 3. In hoofdstuk 4. worden de resultaten gepresenteerd. De effecten op de nautische veiligheid van de incidentele ligplaats worden besproken in hoofdstuk 5. Ten slotte worden de conclusies besproken in hoofdstuk 6.

2 WERKWIJZE ANALYSE NAUTISCHE VEILIGHEID

De nautische veiligheid in een gebied wordt sterk beïnvloed door de intensiteit en de samenstelling van het scheepvaartverkeer, de vaarweg lay-out, de externe omstandigheden en de verkeersmaatregelen die zijn genomen om de veiligheid te bevorderen. Wanneer deze grootheden zijn gemodelleerd kan het veiligheidsniveau worden gekwantificeerd. Voor het kwantificeren van dit veiligheidsniveau is het SAMSON model ontwikkeld. Met dit model kunnen de kansen op verschillende incidenten worden bepaald, zoals:

- De kans op een aanvaring tussen een of meerdere varen de schepen;
- De kans op een stranding;
- Kans op een contact met een (vast) object (steigers, pieren, platforms, windturbines);

Uitgaande van de schepen betrokken bij een incident kan de vervolgekans op een uitstroom van olie worden bepaald.

Met de modules in SAMSON wordt op basis van de verkeersstromen, de mate van blootstelling (exposures) aan bepaalde risico's berekend. Deze exposures zijn bijvoorbeeld:

- Aantal scheepsontmoetingen (kop-kop (head-on), kruisend (crossings), oploopsituaties (overtakings))
- Delen van het traject waarop bij bepaalde stroming en wind een driftsituatie zal leiden tot stranding (zogenaamde danger miles) of contact met ankerende schepen of objecten.

MARIN heeft voor een aantal studies voor het Eems gebied al diverse berekeningen uitgevoerd, bijvoorbeeld naar de effecten van extra olietankers, bulkcarriers en LNG tankers. Bij deze studies is uitgegaan van toekomstige scenario's die op sommige punten reeds achterhaald zijn. Daarom is er voor gekozen om nieuwe berekeningen uit te voeren op basis van de huidige kennis.

Voor de berekeningen zijn vier elementen van essentieel belang die in hoofdstuk 4 worden beschreven.

3 INVOER VOOR DE BEREKENINGEN

De invoer voor de berekeningen bestaat uit een verkeerdatabase, de vaarweg lay-out en de verkeersmaatregelen die aangepast kunnen worden. In 3.1 wordt beschreven hoe de verkeersdatabases zijn bepaald. De lay-out wordt kort toegelicht in 0. In 0 worden de maatregelen besproken die in dit gebied van kracht zijn (of zullen zijn). Tenslotte worden in 3.4 de externe omstandigheden in het gebied gegeven

3.1 Verkeersdatabases

3.1.1 Verkeersdatabase voor 2012

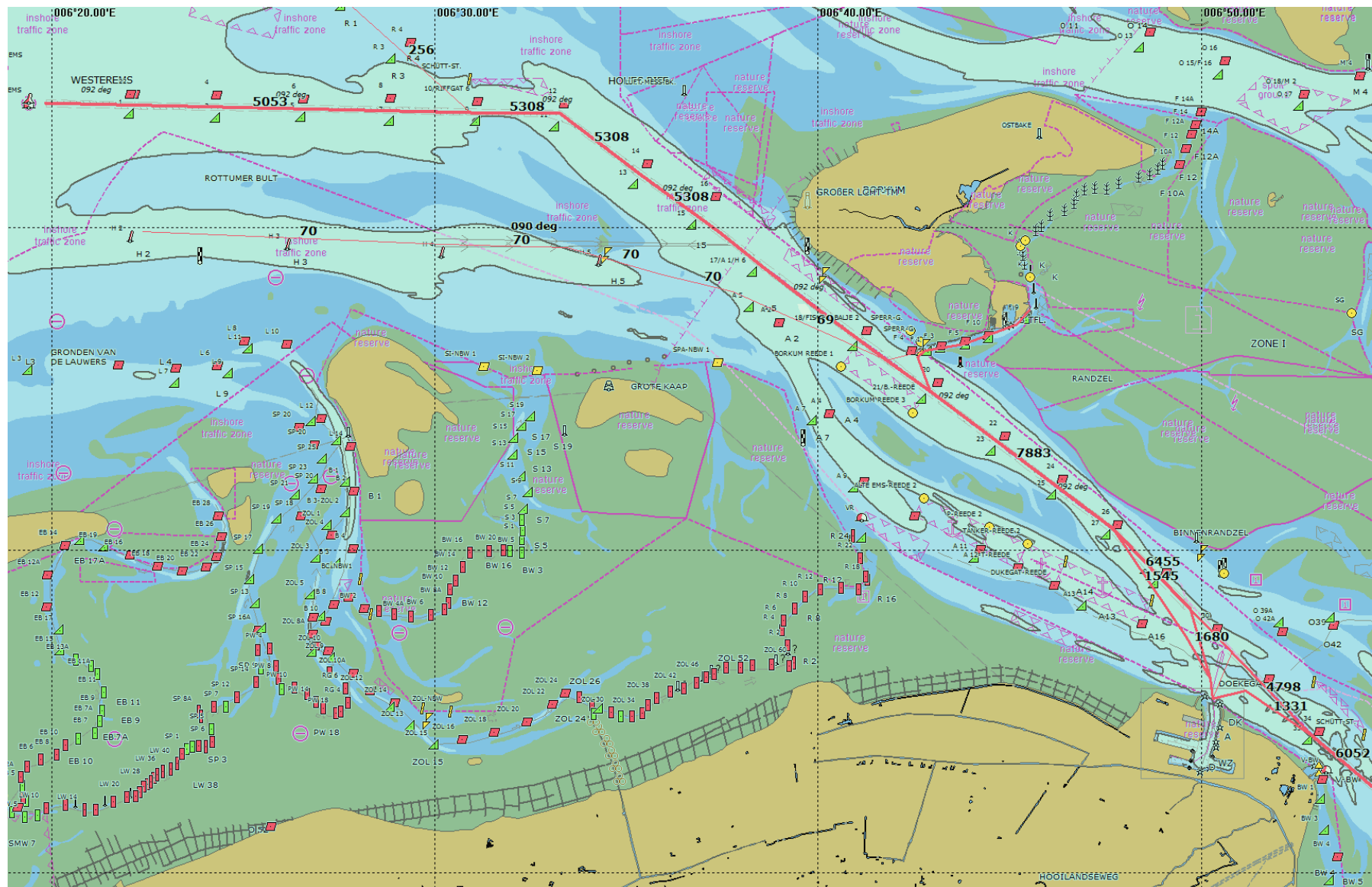
Een verkeersdatabase voor SAMSON beschrijft de verkeersafwikkeling in een gebied. De routes in een gebied worden opgebouwd uit rechte vaarstukken (links) tussen twee punten (waypoints). Op iedere link dient het aantal scheepsbewegingen per jaar vastgesteld te worden onderverdeeld naar scheepstypen en groottes, omdat het scheepstype en de grootte bepalend zijn voor de kans op een incident en de mogelijke gevolgen. In het rapport [1] met de prognoses wordt de scheepsintensiteit voor 2010 alleen beschreven met een totaal aantal scheepsbewegingen voor 2010. Dit rapport bevat onvoldoende detail om hiermee een verkeersdatabase voor SAMSON op te bouwen.

WSA Emden is verantwoordelijk voor de veilige afwikkeling van de scheepvaart over de Eems en begeleidt deze vanuit de verkeerscentrale Knock (VCK). Hier worden alle scheepvaartbewegingen van de beroepsvaart over de Eems bijgehouden met de herkomst en bestemming. Dit bestand, verder aangeduid met VCK-bestand, bevat zowel binnenvaart als zeevaart en is zeer compleet, zoals is geconcludeerd in [2] waarin de informatie van verschillende bronnen, als Groningen Seaports, AIS-data en informatie van de sluis in Delfzijl, met elkaar is vergeleken. Het VCK-bestand van 2012 is gebruikt om de verkeersdatabase over de Eems voor 2012 te bepalen.

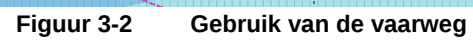
Het VCK-bestand bevat geen bewegingen van vaartuigen welke vaak service verlenen aan andere vaartuigen. Om de intensiteit hiervan te bepalen is gebruik gemaakt van de AIS-data van 2012. De AIS-data krijgt MARIN van de Kustwacht ter beschikking voor gebruik in veiligheidsstudies. Om dubbeltellingen te voorkomen zijn de schepen met AIS die in het VCK bestand voorkomen uit het AIS-bestand gehaald. Van de overgebleven AIS-schepen is het traject over de Eems bepaald.

Het AIS bestand van de Kustwacht bevat naast de reguliere AIS berichten van schepen boven 300GT ook fictieve AIS berichten geconstrueerd uit echo's van de walradarsystemen die niet gekoppeld konden worden aan een AIS-schip. Deze echo's worden op zee geleverd door kleine schepen (vooral kleine vissersschepen en de recreatievaart) maar kunnen op de Eems ook door de grotere binnenvaartschepen worden geleverd omdat deze schepen niet AIS plichtig zijn. Aangezien op het traject van Eemshaven naar zee geen binnenschepen varen worden de fictieve AIS berichten op dit traject alleen geleverd door zeer kleine schepen die niet worden meegenomen in de studie.

De verkeersdatabase voor de verkeersafwikkeling in 2012 is samengesteld uit het VCK-bestand van 2012 aangevuld met de bewegingen van schepen uitgerust met AIS, die niet in het VCK-bestand zitten. Het deel vanaf Eemshaven naar zee is weergegeven in Figuur 3-1. Vanuit de AIS-data is het gebruik van de vaarweg vlak voor, in en na de bocht in de Westereems bepaald, door het aantal passages te tellen over stukken van 50 m loodrecht op de hoofdvaarrichting. In Figuur 3-2 is dit weergegeven met balkjes in de vaarrichting waarvan de lengte evenredig is met het aantal passages.



Figuur 3-1 Verkeersdatabase voor 2012 met aantal scheepsbewegingen in een richting



3.1.2 Verkeersdatabases voor 2015 en 2030

De verkeersdatabases voor 2015 en 2030 worden bepaald uit die van 2012 door het toepassen van de autonome groei die behoort bij het hoge groeiscenario uit [1]. Verder worden in [1] een aantal nieuwe initiatieven genoemd. Voor de realisatie van deze initiatieven in de volle omvang is het van belang dat vaargeul Eemshaven-Noordzee wordt verruimd, zodat Panamax bulkschepen kunnen ingezet.

De toegepaste autonome groei wordt kort beschreven in 3.1.2.1 en de scheepsbewegingen die behoren bij de nieuwe ontwikkelingen worden gegeven in 3.1.2.2. In 3.1.2.3 wordt samengevat op welke wijze de autonome ontwikkeling en de nieuwe initiatieven zijn ondergebracht in de verkeersdatabases van 2015 en 2030.

3.1.2.1 Autonome groei

Onder autonome groei van de scheepvaart wordt verstaan de groei naar bestaande havens aan de Eems zonder verruiming van de vaarweg Eemshaven-Noordzee.

Uit ontwikkeling van tonnage en aantal havencalls van scheepvaart van 1996 tot 2006 blijkt dat aantal vervoerde tonnen gestegen is, terwijl het aantal havencalls is afgenomen. Dit betekent dat schepen groter worden, en dus grotere diepgang krijgen. In de actualisatie in [1] ten opzichte van de eerdere verkeersprognoses in [3] zijn voor de jaren 2006 tot en met 2010 (met uitzondering van 2008) de aantallen havenbezoeken aan havens rond de Eems toegevoegd aan de tellingen voor 1998 tot 2005. Op basis hiervan zijn aangepaste groeipercentages afgeleid van -2% (laag) tot +2% (hoog), waar dit in [3] nog -3% (laag) en +0.2% (hoog) was op basis van de periode 1998-2005.

Verwachte groei Eemshaven en Delfzijl:

Op basis van meerjarenplannen van Groningen Seaports wordt voor autonome groei van de aantallen calls in Eemshaven en Delfzijl uitgegaan van een groeipercentage van 5,0% voor de periode tot 2020 in het hoge groei scenario, en van 1,0% in het lage groei scenario. Vanaf 2020 tot 2030 wordt een percentage van 2,0% gehanteerd voor de hoge groei, en 0,0% voor de lage groei.

Verwachte groei Emden en overige havens:

Voor Emden wordt bij ontbreken van een verdere onderbouwde economische prognose in [1] uitgegaan van de ontwikkeling in de aantallen havencalls van 1998 tot 2010. Voor de hoge groei wordt de maximale bandbreedte aangehouden uit de aantallen 1998-2010, te weten 1,5%. Voor de lage groei wordt uitgegaan van 0,0% (terwijl de minimale bandbreedte over 1998 tot 2010 -0,5% was).

Voor de overige havens aan de Eems worden dezelfde groeipercentages als voor Emden gehanteerd, dus 1,5% en 0,0%.

Effect van de verruiming van de vaarweg op de autonome ontwikkeling

Door het verdiepen en verbreden van de vaargeul Noordzee-Eemshaven (gerealiseerd in 2016) valt te verwachten dat vanaf 2016 met meer grotere schepen wordt gevaren dan momenteel het geval is. Voor het directe effect is in [1] de verkeersprognose voor de jaren 2017 en 2019 verlaagd met 0,5% en voor 2018 met 1%. Deze correctie is alleen toegepast op het verkeer naar Eemshaven omdat deze haven de grootste schepen ontvangt.

Wanneer bovengenoemde groeicijfers worden toegepast op de verkeersdatabase van 2012 dan leidt dit tot de groei zoals weergegeven in Tabel 3-1.

Tabel 3-1 Autonome groei van het scheepvaartverkeer ten opzichte van 2012 voor het scenario hoge groei

Vaarweg	Haven	Groeipercentage per jaar					Groeitov 2012	
		2013-2016 en 2020	2017	2018	2019	2020-2030	2015	2030
Zonder verbruiking	Eemshaven	5,0%	5,0%	5,0%	5,0%	2,0%	15,8%	80,1%
	Delfzijl	5,0%	5,0%	5,0%	5,0%	2,0%	15,8%	80,1%
	Emden + overige havens	1,5%	1,5%	1,5%	1,5%	1,5%	4,6%	30,7%
Met verbruiking	Eemshaven	5,0%	4,5%	4,0%	4,5%	2,0%	15,8%	76,7%
	Delfzijl	5,0%	5,0%	5,0%	5,0%	2,0%	15,8%	80,1%
	Emden + overige havens	1,5%	1,5%	1,5%	1,5%	1,5%	4,6%	30,7%

3.1.2.2 Nieuwe initiatieven

De ontwikkeling van energie gerelateerde bedrijven, die in de Eemshaven gevestigd zijn of concrete interesse hebben om zich te vestigen, vormen de aanleiding voor de vaarwegverruiming. De haven dient voor deze bedrijven bereikbaar te zijn voor Panamax-schepen, zowel droge bulkschepen als tankers voor olieproducten. Uitgangspunt is dat de verbruiking vanaf 2016 gereed is, dus voor de verkeersdatabase van 2030 bij verbruiking. Ook wordt de verkeersdatabase voor 2030 bepaald voor de situatie zonder verbruiking dus waarbij het vervoer plaats vindt met kleinere schepen.

De nieuwe initiatieven met het daaraan gekoppelde aantal scheepsbewegingen voor 2015 en 2030, geprognoseerd in [1], wordt nu per haven gegeven.

Eemshaven

NUON kolenvergassing en biomassacentrale

Hoewel er tot 2020 geen kolenvergassingscentrale zal komen, is er al wel een kade gerealiseerd voor Panamax bulkschepen. Er wordt uitgegaan van 15 extra havencalls per jaar tot 2016, waarbij wordt uitgegaan van bulkschepen met capaciteit 33000 ton. Vanaf 2016 wordt uitgegaan van Panamax schepen met capaciteit 76000 ton, en een stijging van 26 havencalls per jaar (in plaats van 15).

RWE poederkool- en biomassacentrale

In Eemshaven zorgt een RWE vergassingseenheid voor kolen vanaf 2012 voor een toename van bulkoverslag van kolen en biomassa, waarvoor 4,2 miljoen ton per jaar aangevoerd moet worden. Tot de verbruiking betekent dit 127 calls door bulkschepen en een capaciteit van 33000 ton. Na de verbruiking van de vaarweg kan dit transport worden verzorgd door 55 calls van Panamax schepen.

Vopak olieterminal

In de Eemshaven is een strategische olieopslag gepland die deels al gerealiseerd is. Momenteel zorgt dit voor 18 havencalls per jaar. Gebaseerd op de verwachte realisatie van de opslagcapaciteit in de komende jaren wordt in 2015 uitgegaan van 36 calls door 38000DWT tankers voor olieproducten. Bij een volledige ontwikkeling van dit initiatief worden per jaar 36 Panamax tankers voor olieproducten verwacht. Zonder verruiming van de vaarweg betekent dit 72 calls van 38000 DWT tankers in 2030.

Offshore windparken

Er wordt in de verkeersprognose van [1] uitgegaan van 18 calls door tijgebonden jack-ups in verband met de aanleg van de windparken in de jaren 2012 en 2013. Vanaf 2014 wordt uitgegaan van 36 calls. Daarnaast worden er vanaf 2012 365 calls per jaar verwacht van kleinere service schepen ten behoeve van de offshore windparken.

Delfzijl

Biomassacentrale Delfzijl

In Delfzijl wordt een biomassa centrale gebouwd. Deze zorgt volgens de aannamen in de verkeersprognose tot 2016 voor een toename van 8 calls voor bulkcarriers, en vanaf 2016 voor 4 calls van Panamax schepen. Het traject Eemshaven - Delfzijl verandert niet bij verruiming, maar na de verruiming kunnen dieper stekende schepen de Eems opvaren.

Emden

In [1] zijn voor Emden de activiteiten voor de auto-industrie, de biodiesel-industrie en de offshore, beschreven. De scheepvaart ten behoeve van deze industrie zal qua grootte niet direct worden beïnvloed door de verruiming van de vaarweg Eemshaven-Noordzee. De groei van deze activiteiten vallen daarom onder de autonome ontwikkeling. Daarom is de verlaging van de groeipercentages in het aantal scheepsbewegingen voor 2017, 2018 en 2019 bij verruiming door gebruik van grotere schepen niet toegepast op de scheepvaart van en naar Emden.

Tabel 3-2 Aantal calls in de regio als gevolg van de voorgenomen ontwikkelingen zonder en met verruiming van de vaarweg Eemshaven-Noordzee

Ontwikkeling	Type schepen	2012		2015		2030			
						Zonder verruiming		Met verruiming	
		DWT	Calls	DWT	calls	DWT	Calls	DWT	Calls
Eemshaven									
Nuon-kolen-vergasser	Bulkcarriers			33000	15	33000	60	76000	26
RWE-poederkolen/biomassa	Bulkcarriers			33000	127	33000	127	76000	55
Vopak	Tankers	38000	18	38000	36	38000	72	76000	36
Offshore wind	Jack ups		18		18		36		36
Delfzijl									
Biomassa	Bulkcarriers				8	33000	8	76000	4

3.1.2.3 Samenstellen van de verkeersdatabase voor 2015 en 2030

Bij het samenstellen van de verkeersdatabases voor 2015 en 2030 moet er voor worden gewaakt dat er geen dubbeltellingen plaatsvinden door de autonome groeicijfers van Tabel 3-1 toe te passen op de afzonderlijk genoemde ontwikkelingen in Tabel 3-2, waarvan een deel al gerealiseerd is in 2012 of nog gaande is. Daarom worden de prognoses voor 2012 uit [1] vergeleken met wat echt heeft plaatsgevonden in 2012.

Het jaarverslag van Groningen Seaports 2012 vermeldt de toename van de overslag door onder andere de in gebruik name van de Vopak Terminal in augustus 2012. In 2012 hebben 35 tankers Eemshaven bezocht waarvan 29 na 15 augustus 2012 om versneld de afgebouwde tanks te vullen.

Voor 2015 en 2030 betekent dit dat de groeicijfers van Tabel 3-1 voor Eemshaven worden toegepast op de calls exclusief de tankers. Het aantal calls van tankers in de Eemshaven in 2015 en 2030 wordt overgenomen van Tabel 3-2.

In het jaarverslag van Groningen Seaports 2012 [5] is te lezen dat de offshore activiteit in 2012 al op gang is gekomen. Er wordt een toename van 365 calls ten opzichte van 2011 gemeld van service schepen. Verder is uit het VCK-bestand van 2012 gehaald dat 24 calls door jack-ups hebben plaatsgevonden in de Eemshaven.

Voor 2015 en 2030 wordt het aantal calls door service schepen verder meegenomen in de autonome ontwikkeling. Het aantal jack-up calls wordt uit de autonome ontwikkeling gehaald en vervolgens worden de calls uit Tabel 3-2 toegevoegd.

De calls voor de Nuon kolenvergasser, RWE poederkool- en biomassacentrale en de overslag van biomassa in Delfzijl zoals genoemd in Tabel 3-2 worden voor 2015 en 2030 toegevoegd.

3.2 Lay-out

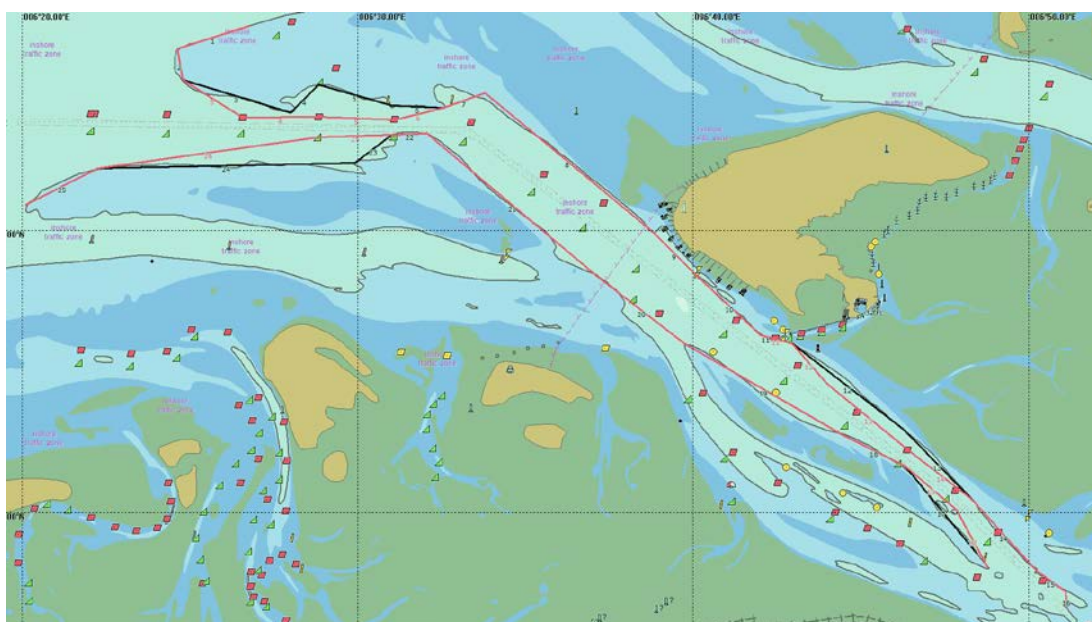
De lay-out van de vaarweg is mede bepalend voor de nautische veiligheid. Hoe ruimer de vaarweg des te kleiner de kans op een aanvaring en de kans op een stranding. De breedte van de vaarweg volgt uit de afstand tussen de boeien. Deze is bepalend voor de laterale verdeling van de schepen over de vaarweg. Onder een stranding wordt verstaan het vast komen te zitten op de bodem.

Verruiming van de vaarweg

Voor 2030 wordt het risico bepaald voor het scheepvaartverkeer voor de situatie zonder aanpassing van de vaarweg en die met verruiming van de vaarweg. Bij verruiming wordt op 16,1 m NAP een breedte van 200 m gegarandeerd. Vanaf hier kan de diepte afnemen tot -14 m NAP of minder met een helling 1:10 of maximaal 1:4.

Na verruiming van de Eems wordt het toelatingsbeleid verruimd tot schepen met een maximale diepgang van 14 m.

De plaats waar een schip strandt na het optreden van een technische storing of navigatiefout hangt af van de diepgang van het schip. Voor het bepalen van de kans op een stranding wordt de 10 meter waterlijn aangehouden die uit de ECDIS kaart is opgemeten (dus 10 m LAT). De schepen met grotere diepgang zullen eerder stranden. Hiervoor is een aparte strandingslijn bepaald van -14 m NAP uit de peilingbladen voor de kans op stranden voor het maatgevende schip van 245 m. Op plaatsen waar geen peilingen van zijn is teruggegaan naar de 10 m LAT lijn.



Figuur 3-3 Zwarte lijn is de 10 m (LAT) waterlijn en rode lijn is -14 m NAP

Wanneer een schip strandt in beperkt vaarwater komt het meestal aan de voorzijde vast te zitten. Door de zachte zeebodem in de Eems zal de kans op structurele schade aan de scheepsconstructie waarbij olie kan uitstromen verwaarloosbaar klein zijn.

3.2.1 Tweezijdige stranding

Er is echter een situatie waarbij dat wel zou kunnen voorkomen. Door de stroom gaat het schip vermoedelijk draaien om het punt waar het vast zit. Wanneer het schip nu langer is dan de breedte van de geul zou het schip ook met zijn achterzijde vast komen te zitten. Bij het dalen van het waterniveau gaat het schip dan doorbuigen waardoor het eventueel zou kunnen breken. De kans hierop hangt weer af van hoe het schip precies ligt en wat de waterstand was op het moment van vastlopen. Als worst case wordt dan aangenomen dat er dan twee compartimenten leeg zullen stromen.

Het geschetste geval van tweezijdige stranding zal niet voorkomen bij kleine schepen maar zou wel kunnen voorkomen wanneer gekeken wordt naar het maatgevende schip met een lengte van 245 m, breedte van 32,2 m met een diepgang van 14 m. Dit schip mag alleen binnenkomen na verruiming van de vaarweg in een tijvenster rond hoog water.

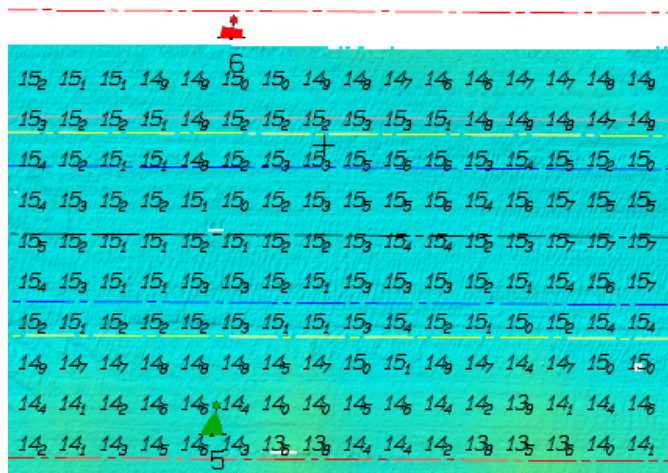
Analyse van peilingbladen:

Om de locaties te bepalen waar dit (tweezijdige stranding) zou kunnen voorkomen zijn de 5 peilingbladen van de Westereems van 2010 geanalyseerd die het diepteprofiel aangeven vanaf de Verkenningston van de Westereems tot aan de Eemshaven. Deze peilingbladen geven aan hoe de 200 m brede geul komt te liggen in het natuurlijke diepteveld. In deze peilingbladen is gezocht naar de locaties waar de afstand tussen de punten met waterdiepte -14 m NAP aan weerszijden van de vaargeul kleiner is dan 245 m. Immers dan zou het schip alleen tweezijdig vast kunnen komen te zitten. Wanneer de afstand groter is, kan het schip vrij draaien om het punt dat vast zit.

De kritische locaties zijn:

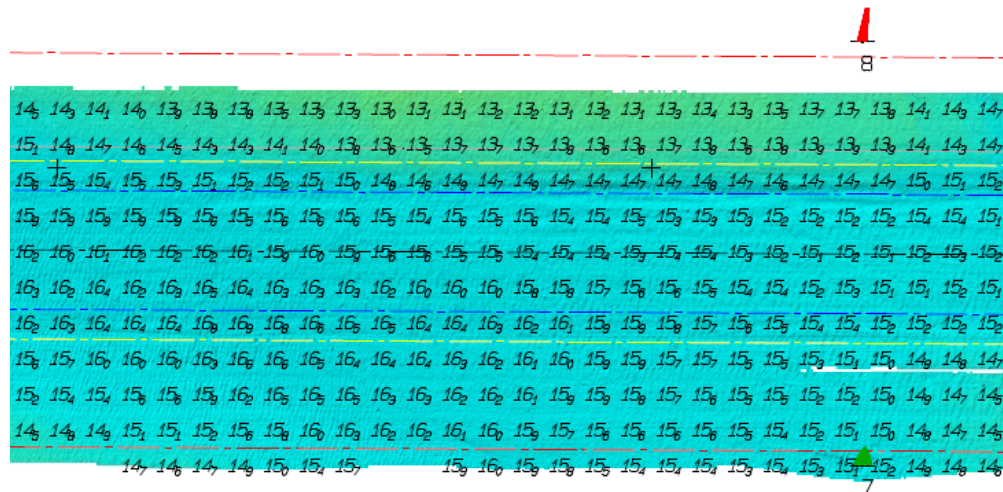
- Iets voorbij boei 5 aan de zuidzijde van de geul is de waterdiepte iets minder dan 14 m maar daar valt de 14 m grens aan de noordzijde buiten de gepeilde

strook en ligt dus op een afstand van meer dan 500 m, zie Figuur 3-4. De afstand tussen de blauwe lijnen is 200 m en valt samen met de toekomstige geul. De afstand tussen de twee gele lijnen bedraagt 300 m en tussen de rode lijnen 650 m. Ieder getal vertegenwoordigt een breedte van ongeveer 55 m.



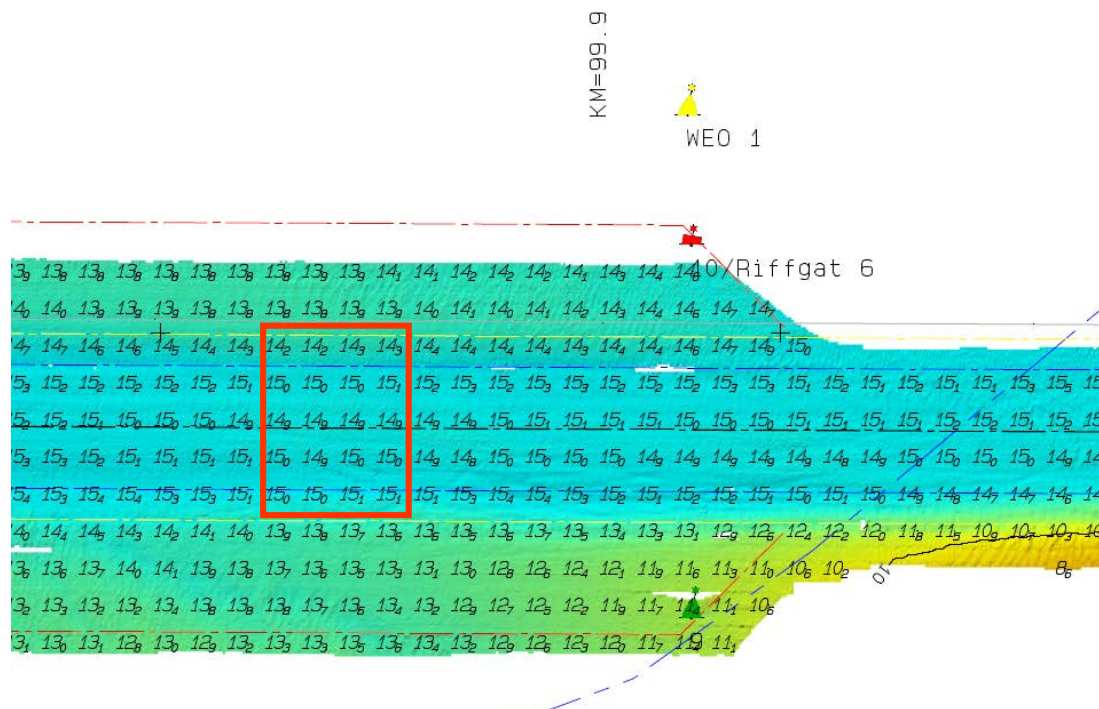
Figuur 3-4 Gepeilde diepte in meters ten opzichte van NAP (net voorbij boei 5 en 6) in 2011

- Bij boei 8 is de diepte aan de noordzijde minder dan 14 m maar hier ligt de 14 m grens aan de zuidzijde weer buiten de gepeilde strook, zie Figuur 3-5. Er is meer dan 400 m beschikbaar zodat het schip vrij kan draaien.



Figuur 3-5 Gepeilde diepte in meters ten opzichte van NAP (net voor boei 7 en 8) in 2011

- Net voor boei 9 en 10 zit het meest kritische gedeelte. Het stuk uit het peilingblad is weergegeven in Figuur 3-6. Over een viertal doorsnedes bedraagt het aantal getallen boven de 14 m van zuid naar noord gaande 5, zie rode kader in Figuur 3-6. Ieder getal vertegenwoordigt een breedte van ongeveer 55 m. Bij 5 getallen met een diepte boven de 14 m is dus de beschikbare breedte meer dan 275 m (300 m tussen gele lijnen).



Figuur 3-6 Gepeilde diepte in meters ten opzichte van NAP (net voor boei 9 en 10) in 2011

In het overige deel van de Eems is een breedte van meer dan 300 m beschikbaar op -14 m NAP, dus kan het schip nooit tweezijdig vast komen te zitten. Alleen in het gebied tussen boei 30 en de haveningang is een traject waar de beschikbare breedte op een diepte van -14 m NAP onder de huidige omstandigheden niet groter is dan 245 m, maar daar zitten de sleepboten vast die kunnen voorkomen dat het schip tweezijdig komt vast te zitten. Vlak voor de ingang van de Eemshaven is er weer voldoende ruimte.

Er zijn nog andere factoren die de conclusie versterken, namelijk:

- Een schip met 14 meter diepgang komt alleen bij hoog water binnen, dus met nog extra 80 cm waterdiepte wat bij een helling van 1:10 aan beide zijden 16 meter extra betekent;
- Een schip komt nooit op het uiterste puntje vast te zitten wat extra speling geeft;
- De lengte van de bodem van het schip is kleiner dan de lengte over alles, dus kleiner dan 245 m;
- De meeste Panamax schepen zijn kleiner zijn dan het maatgevende Panamax schip van 245 m. Dit volgt uit de Lloyd's schepen database. Wanneer de schepen worden geselecteerd met scheepsbreedte tussen 31 m en 32,2 m (Panamax breedte) met een ontwerpdiepgang ≥ 14 m, dan heeft 90% van de bulkcarriers een lengte ≤ 243 m en slechts 1,1% een lengte van 245 m. De meeste Panamax bulkcarriers van deze selectie hebben een lengte van rond de 225 m.

Uit het voorgaande wordt duidelijk dat het maatgevende schip met lengte over alles van 245 m eigenlijk niet vast kan komen te zitten aan beide kanten van de geul. Er mag dan ook geconcludeerd worden dat een tweezijdige stranding niet zal optreden in de Eems.

3.3 Verkeersmaatregelen

De maatregelen die vastgelegd zijn in het vaarwegbeleid van de Eems om de kans op aanvaringen te reduceren, bestaan uit algemene maatregelen die in veel vaargebieden worden genomen en een aantal additionele die in het toelatingsbeleid voor de Eems zijn opgenomen.

Standaard maatregelen

- De aanlooproute wordt geheel gedekt door de gezamenlijke VTS van Nederland en Duitsland in Knock. Vanuit de VTS wordt extra assistentie verleend aan de scheepvaart zoals het geven van waarschuwingen in geval van gevaar. Door de aanwezigheid van deze VTS zal de kans op een aanvaring tussen twee of meer schepen afnemen met 30%, gebaseerd op studies waarbij het aantal aanvaringen voor en na invoering van VTS is vergeleken.
- Voor het gehele traject geldt de loodsplicht voor schepen vanaf 90 m lang. Een loods reduceert de kans op een ongeval als gevolg van een navigatiefout met 62% (gebaseerd op een analyse van de ongevalsgegevens in de Rotterdamse haven).
- Vanaf boei 27 (binnenkomend) hebben sleepboten vastgemaakt aan tijgebonden schepen

Additionele maatregelen

In aanvulling op de verwerking van het reeds vastgelegde verkeersbeleid zijn een aantal extra maatregelen voor de veiligheid van de scheepvaart in het toelatingsbeleid vastgelegd.

- In de bocht bij Borkum mag een geulgebonden schip geen ander geulgebonden (diepgang > 9 m) schip ontmoeten;
- Buitengewoon grote schepen en tankers mogen boven windkracht 7 en bij een zicht van minder dan 1000 m niet de Eems opvaren.
- In het gebied vanaf boei 23 mag alleen langs de noordzijde worden gepasseerd, als er geen aanhaakmanoeuvres ten behoeve van de sleepdienst plaatsvinden.

Bij het berekenen van de nautische veiligheid voor de verruimde vaarweg in 2030 worden deze additionele maatregelen standaard meegenomen bij de Panamax schepen. Bij de berekening zonder verruiming worden deze additionele maatregelen niet standaard meegenomen. Voor de 38000 DWT tankers en de 33000 DWT bulkcarriers wordt het effect van de additionele maatregelen op de nautische veiligheid afzonderlijk berekend.

Modellering van maatregelen

Standaardmaatregelen

De eerste twee maatregelen, loods en VTS zijn factoren die effect hebben op de kans op een aanvaring en een stranding door een navigatiefout. De stranding na een technische storing wordt niet beïnvloed door deze maatregel.

Nadat de sleepboten vastzitten is de kans op een stranding verwaarloosbaar, het effect van deze maatregel op de kans op standen is dus groot. De kans op een aanvaring zal

ook kleiner worden omdat er ook een waarschuwingseffect van de sleepboten uitgaat. Maar aan de andere kant kost het vastmaken tijd en gaat het schip langzamer varen, een proces waardoor de kans op een aanvaring weer groter wordt. Het effect van deze maatregel op de aanvaringskans is verder niet gekwantificeerd.

Additionele maatregelen

De eerste maatregel (ontmoetings- en inhaalverbod bij de bocht bij Borkum) betekent dat nabij de bocht minder aanvaringen zullen plaatsvinden doordat de meest kritische vaarsituaties worden voorkomen. Dit betekent dat de meest gevaarlijke crossings in de bocht van Borkum niet zullen optreden, waardoor de kans op een kop-flank aanvaring kleiner wordt. De kop-flank aanvaring kan optreden bij een wat grotere koerswijziging in een vaarroute omdat niet ieder schip op dezelfde plaats de koerswijziging inzet. Deze situatie doet zich voor in de bocht van Borkum. Bij een kop-flank aanvaring is de kans op een uitstroom van bunker- of ladingolie het grootst. Het effect wordt geschat door de kop-flank aanvaringen te verminderen met 50%. De kans op de twee andere type aanvaringen (head-on en overtakings) worden door deze maatregel in de bocht niet aangepast omdat deze ontmoetingen verschuiven naar ander locaties waar de ongevalskans dan zou toenemen.

De tweede maatregel (grote schepen niet binnen bij windkracht 7 of meer en zicht onder de 1000m) zorgt voor een kleinere aanvaringskans en strandingskans omdat alleen bij goede omstandigheden wordt gevaren. Ongevalsanalyses [6] hebben aangetoond dat de kans op een aanvaring bij slecht zicht 17 keer zo groot is als bij goed zicht en dat de kans 1,9 maal zo groot is bij windkracht boven Beaufort 7. Omdat zowel slecht zicht als boven windkracht 7 ongeveer 2,5% van de tijd voorkomen betekent dit dat de kans op een aanvaring met 30% afneemt wanneer alleen bij goede omstandigheden wordt gevaren.

Dezelfde vermindering van 30% geldt voor de stranding na een navigatiefout. Het effect op de stranding na een technische storing wordt niet beïnvloed door slecht zicht maar wel door harde wind. Onder die omstandigheden doen zich 3,8 keer zoveel storingen voor. Bovendien wordt de driftsnelheid mede bepaald door de windkracht. De windroos behoort tot de invoer voor het model. Strandings bij windkracht boven 7 worden bij deze maatregel niet meegenomen.

De derde maatregel (vanaf boei 23 geen noordzijde passages) is weer een verkeersmaatregel die kritische situaties tussen schepen voorkomt, waardoor de kans op een aanvaring en stranding verkleind wordt. Het effect van deze maatregel is gekwantificeerd door de aanvaringen bij overtakings te halveren. Geheel verwijderen is te veel omdat een deel van de overtakings nu op een andere plaats gaat plaatsvinden. Aangezien door deze maatregel ook de complexiteit van de andere ontmoetingen kleiner wordt, zijn deze kansen met 20% gereduceerd.

3.4 Externe omstandigheden

Externe omstandigheden hebben invloed op de kans op een ongeval. De mate waarin de ongevalskans wordt beïnvloed hangt af van het type ongeval. De kans op een aanvaring en een stranding door een navigatiefout nemen behoorlijk toe bij slecht zicht. Wind en stroom een belangrijke rol bij de kans op een stranding na het uitvallen van de machinerie. Deze factoren voor de externe omstandigheden zijn ondergebracht in de ongevalskansmodellen van SAMSON.

In het ongevalskansmodel voor stranden wordt ook rekening gehouden met de mogelijkheid om het anker te presenteren in geval dat de machine uitvalt. Dit lukt niet altijd. De faalkans is gerelateerd aan de windkracht.

4 RESULTATEN VAN DE BEREKENINGEN

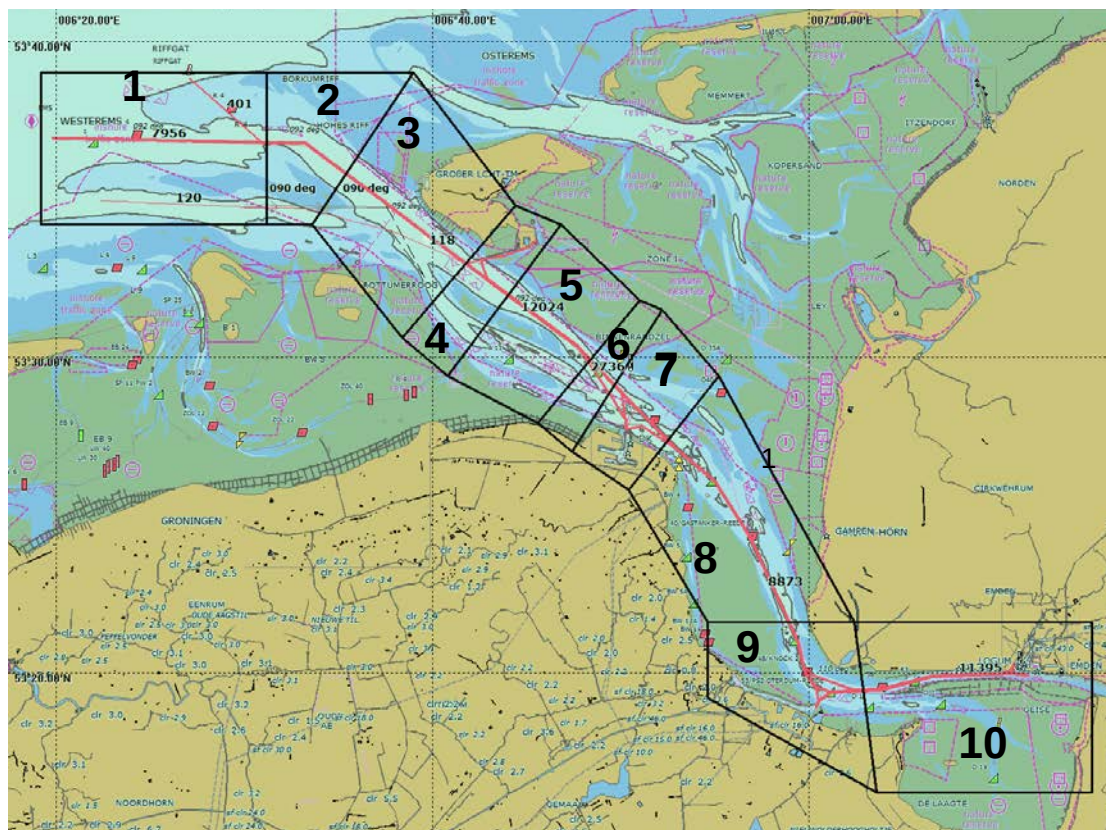
De modelberekeningen zijn uitgevoerd met de invoer zoals beschreven in hoofdstuk 3 voor alle vier de databases. Het is te veel en voor het overzicht niet zinvol om alle resultaten in dit rapport op te nemen. De resultaten van 2012 en 2015 dienen alleen om de ontwikkeling van het aantal ongevallen richting 2030 zichtbaar te maken. Daarom worden de resultaten voor deze databases alleen meegenomen bij de presentatie van de belangrijkste resultaten in 4.1. Vervolgens wordt in 4.2 het verschil voor 2030 tussen de situatie zonder en met verruiming van de vaarweg beschreven.

Bij het bepalen van de verwachtingswaarden voor 2030 is er van uitgegaan dat de additionele maatregelen beschreven in 3.3 alléén van kracht zijn bij de verruimde vaarweg in 2030.

In 4.3 wordt ingegaan op het effect van deze additionele maatregelen op de nautische veiligheid.

4.1 Verwachte aantal aanvaringen en strandingen voor de vier verkeersdatabases

Het vaargebied is opgedeeld in de 10 gebieden weergegeven in Figuur 4-1.



Figuur 4-1 Verdeling van het gebied in 10 delen met de verkeersdatabase van 2030 na verruiming

De vaargebieden 1 tot en met 7 bevatten het gebied waar de verruiming plaats vindt, dus het studiegebied van de Verkenningston van de Westereems tot aan de Eemshaven. De gebieden zijn zo ingedeeld dat additionele maatregelen aan een gebied kunnen worden toegewezen. De gebieden 8, 9 en 10 vallen buiten de scope van deze

studie maar zijn bij het bepalen van de verkeersdatabases wel meegenomen. Deze drie gebieden zijn meegenomen bij het bepalen van de kans op aanvaringen, maar de kans op een stranding is niet bepaald voor deze gebieden. De belangrijkste resultaten voor het gehele gebied staan weergegeven in Tabel 4-1 en voor het studiegebied in Tabel 4-2.

Beide tabellen bevatten in de eerste vier kolommen de resultaten voor het scheepvaartverkeer in 2012, 2015 en 2030 zonder en met verruiming van de vaarweg. In de laatste drie kolommen is de factor gegeven door het resultaat van twee databases op elkaar te delen. In 2012 was de verwachtingswaarde voor het aantal bij aanvaringen betrokken schepen 0,102. Voor 2015 is dat 1,222 keer zo groot en in 2030 zonder verruiming weer 1,913 keer zo groot als in 2105. Bij de verruiming is de factor in 2030 ten opzichte van niet verruimen 0,971, dus de verruiming leidt tot 2,9% minder aanvaringen.

De kans op een uitstroom van ladingolie neemt in 2030 bij verruiming met 4% af, maar doordat met grotere tankers met grotere ladingtanks wordt gevaren neemt de gemiddelde grootte van de uitstroom toe van 3697 m³ tot 5142 m³. Dit komt door de grotere ladingtanks van de Panamax tankers die dan varen. In 4.2 wordt het verschil in uitstroom van ladingolie inclusief het effect van de additionele maatregelen met een verbeterd uitstroommodel in meer detail geanalyseerd.

Wanneer alleen naar de aanvaringen wordt gekeken in het gebied van de Eemshaven tot aan de Noordzee geeft de verruiming ongeveer 2% minder verkeer en 4,9% (factor 0,951 uit Tabel 4-2) minder aanvaringen.

Tabel 4-1 Verwachtingswaarde van kentallen per jaar voor het vaargebied in de Eems

gekwantificeerde grootheden		verwachting per jaar				Verandering		
		2012	2015	2030		2015/ 2012	2030	
				huidige vaarweg	met verruim- ing		huidige vaarweg /2015	met / zonder verruim- ing
aantal scheepsmijlen		496.941	548.648	757.189	747.125	1,104	1,380	0,987
gemiddeld aanwezige varende schepen		5,44	6,04	8,47	8,36	1,111	1,403	0,987
schepen betrokken bij aanvaringen	head-on	0,065	0,080	0,153	0,148	1,226	1,914	0,969
	overtaking	0,007	0,009	0,017	0,017	1,224	1,922	0,969
	crossing	0,029	0,035	0,067	0,065	1,214	1,908	0,976
	totaal	0,101	0,124	0,237	0,230	1,222	1,913	0,971
bunkerolie	kans	0,0015	0,0018	0,0034	0,0033	1,217	1,910	0,974
	m3 per jaar	0,098	0,122	0,227	0,219	1,237	1,864	0,966
	gemiddelde uitstroom in m ³	67	68	66	65	1,016	0,976	0,991
ladingolie	Kans	0,0002	0,0003	0,0006	0,0005	1,325	2,076	0,972
	m3 per jaar	0,516	0,755	1,7301	2,2030	1,464	2,292	1,273
	gemiddelde uitstroom in m ³	2.556	2.824	3.118	4.084	1,105	1,104	1,310

Tabel 4-2 Verwachtingswaarde van kentallen per jaar voor het vaargebied vanaf de Eemshaven naar de Noordzee, dus gebied 1 t/m 7

gekwantificeerde grootheden		verwachting per jaar				Verandering		
		2012	2015	2030		2015/ 2012	2030	
				huidige vaarweg	met verruim- ing		huidige vaarweg /2015	met / zonder verruim- ing
aantal scheepsmijlen		282.170	316.744	444.579	434.985	1,123	1,404	0,978
gemiddeld aanwezige varende schepen		3,26	3,68	5,25	5,15	1,127	1,428	0,980
schepen betrokken bij aanvaringen	head-on	0,036	0,046	0,092	0,087	1,274	1,984	0,950
	overtaking	0,004	0,005	0,011	0,010	1,266	1,995	0,955
	crossing	0,013	0,016	0,031	0,029	1,250	1,930	0,951
	totaal	0,053	0,067	0,133	0,127	1,267	1,972	0,951
bunkerolie	kans	0,0008	0,0010	0,0020	0,0019	1,255	1,971	0,958
	m3 per jaar	0,056	0,074	0,142	0,134	1,305	1,927	0,946
	gemiddelde uitstroom in m ³	70	73	71	70	1,039	0,977	0,987
ladingolie	Kans	0,0001	0,0002	0,0004	0,0004	1,396	2,159	0,960
	m3 per jaar	0,360	0,580	1,410	1,883	1,610	2,431	1,336
	gemiddelde uitstroom in m ³	2.848	3.283	3.697	5.142	1,153	1,126	1,391
strandingsen	navigatie fout	0,376	0,431	0,594	0,575	1,147	1,379	0,967
	technische storing	0,324	0,365	0,525	0,516	1,127	1,440	0,982

4.2 Verschil in nautische veiligheid in 2030 zonder en met verruiming van de vaarweg

Het grote verschil in scheepvaart zonder en met verruiming zit in de bulkvaart en tankervaart naar de Eemshaven. Na verruiming zal er met Panamax schepen kunnen worden gevaren met een capaciteit van 76000 DWT terwijl zonder verruiming het transport zal moeten plaatsvinden met 38000 DWT tankers en 33000 DWT bulkcarriers. Na verruiming zullen 36 Panamax tankers en 85 Panamax bulkcarriers het vervoer overnemen van 72 tankers van 38000 DWT en 195 bulkcarriers van 33000 DWT. Vrijwel alle vaarten gaan naar de Eemshaven. Alleen een paar bulkcarriers gaan door naar Delfzijl, zie Tabel 3-2.

Het grootste verschil in nautische veiligheid wordt geleverd door deze schepen. Natuurlijk gaat er ook een veranderend risico voor de andere scheepvaart doordat het aantal scheepsbewegingen zonder verruiming groter is. Door de verruiming zal de kans op aanvaringen voor de andere schepen met 2% afnemen.

Het effect van de verruiming op de nautische veiligheid door de inzet van Panamax schepen wordt hier voor de bulkcarriers en tankers beschreven.

Bulkcarriers

Tabel 4-3 bevat de nautische risico's voor de 195 bulkcarriers voor het geval de vaarweg niet verruimd wordt. De kans op een bulkcarrier uit deze groep betrokken bij een aanvaring is 0,003316 of wel gemiddeld eens in de 302 jaar.

Tabel 4-4 bevat de risico's wanneer dit transport wordt overgenomen door 85 Panamax bulkcarriers bij een verruimde vaarweg. De kans op een Panamax bulkcarrier betrokken bij een aanvaring bedraagt dan 0,001336 of wel gemiddeld eens in de 749 jaar. Dit is wel bij effectuering van de additionele maatregelen. De cellen waarop de additionele maatregelen effect hebben zijn gekleurd weergegeven. In 4.3 wordt beschreven hoe de effecten van de maatregelen zijn gemodelleerd.

Tabel 4-3 Risico voor 195 calls van 33000DWT bulkcarriers in 2030 zonder verbruim

195 calls van 33000 DWT bulkcarriers in 2030 zonder verruiming van de vaarweg									
gekwantificeerde grootheden		vaargebied							totaal
		1	2	3	4	5	6	7	
aantal scheepsmijlen		2.550	1.445	1.586	522	1.351	291	840	8.587
gemiddeld aanwezige varende schepen		0,022750	0,012799	0,014045	0,004627	0,011963	0,002576	0,007441	0,076201
schepen betrokken bij aanvaringen	head-on	0,000633	0,000374	0,000418	0,000160	0,000513	0,000111	0,000210	0,002419
	overtaking	0,000045	0,000026	0,000029	0,000017	0,000036	0,000008	0,000026	0,000187
	crossing	0,000000	0,000271	0,000007	0,000133	0,000000	0,000000	0,000298	0,000710
	totaal	0,000678	0,000672	0,000455	0,000310	0,000549	0,000119	0,000535	0,003316
Bunkerolie	Kans	0,000007	0,000007	0,000005	0,000003	0,000006	0,000001	0,000005	0,000034
	m³ per jaar	0,001908	0,001890	0,001280	0,000874	0,001545	0,000334	0,001506	0,009339
	gemiddelde uitstroom m³	276	282	279	270	275	279	279	277
Strandingen	navigatie fout	0,004374	0,004681	0,004422	0,001800	0,007218	0,000237	0,000057	0,022789
	technische storing	0,001112	0,000744	0,001155	0,000402	0,001130	0,000005	0,000002	0,004550

Tabel 4-4 Risico voor 85 calls van Panamax bulkcarriers in 2030 bij verbruimde vaarweg

85 calls van 76000 DWT bulkcarriers in 2030 bij verruiming van de vaarweg									
gekwantificeerde grootheden		vaargebied							totaal
		1	2	3	4	5	6	7	
aantal scheepsmijlen		1.121	635	697	229	593	128	346	3.747
gemiddeld aanwezige varende schepen		0,010163	0,005633	0,006182	0,002036	0,005265	0,001134	0,003067	0,033481
schepen betrokken bij aanvaringen	head-on	0,000288	0,000170	0,000190	0,000073	0,000188	0,000040	0,000070	0,001019
	overtaking	0,000020	0,000012	0,000013	0,000008	0,000008	0,000002	0,000006	0,000070
	crossing	0,000000	0,000062	0,000003	0,000062	0,000000	0,000000	0,000120	0,000247
	totaal	0,000308	0,000244	0,000207	0,000143	0,000196	0,000042	0,000195	0,001336
Bunkerolie	kans	0,000003	0,000003	0,000002	0,000001	0,000002	0,000000	0,000002	0,000014
	m³ per jaar	0,001367	0,001081	0,000918	0,000633	0,000869	0,000188	0,000866	0,005922
	gemiddelde uitstroom m³	432	428	426	425	427	426	423	427
Strandingen	navigatie fout	0,003364	0,001999	0,001868	0,001178	0,003051	0,000087	0,000019	0,011567
	technische storing	0,000325	0,000166	0,000253	0,000141	0,000243	0,000001	0,000000	0,001130

Tankers

Tabel 4-5 bevat de nautische risico's voor 72 tankers in 2030 voor het geval de vaarweg niet verruimd wordt. De kans op een tanker uit deze groep betrokken bij een aanvaring is 0,001664 of wel gemiddeld eens in de 601 jaar.

Tabel 4-6 bevat de risico's wanneer dit transport wordt overgenomen door 36 Panamax tankers bij een verruimde vaarweg. De kans op een Panamax tanker betrokken bij een aanvaring bedraagt dan 0,000749 of wel gemiddeld eens in de 1316 jaar. Dit is bij effectuering van de additionele maatregelen.

Een aanvaring van de olietanker kan resulteren in een calamiteit wanneer er een gat in de ladingtank ontstaat en olie uitstroomt. Dit kan alleen optreden wanneer de olietanker wordt aangevaren daar waar de ladingtanks zich bevinden. De kans dat de schade zo groot is dat een ladingtank wordt gepenetreerd hangt af van parameters zoals de constructie van de tanker, de massa en snelheid van het aanvarende schip, de hoek waaronder de tanker wordt aangevaren en de positie van het contactpunt op de olietanker. Dit resulteert in een groot aantal aanvaringsscenario's waarvoor de kans op een lekkage in de ladingtank bepaald dient te worden. Hiertoe heeft MARIN het programma MARCOL ontwikkeld. Dit programma is toegepast in een aantal LNG veiligheidsstudies en de veiligheidsstudie voor olie(producten)transport naar de Vopak Olieterminal in de Eemshaven [7].

Een uitgebreide beschrijving van de principes, de ontwikkeling en de validatie van MARCOL is terug te vinden in [8]. Samengevat kan men stellen dat MARCOL een aanvaringssituatie opsplijt in de externe en in de interne aanvaringsmechanismen. De externe mechanismen beschrijven de dynamica van het aanvarende en het aangevaren schip tijdens de impact. De analytische formulering is gebaseerd op behoud van impuls. De bepaling van de externe mechanismen levert de hoeveelheid energie op welke opgenomen dient te worden door vervorming van zowel het aanvarende als het aangevaren schip.

Voor de berekening van de kans op een gat voor de Vopak studie is de variëteit van de schepen die in het Eems gebied varen gebruikt met de bijbehorende snelheden. De kans op een gat in een geladen tank is toen bepaald voor 3 scheepsgroottes (35000, 70000 en 100000 DWT tanker), drie type aanvaringen (head-on, overtaking en crossing) in 5 gebieden. Verschillende gebieden werden gebruikt omdat de variëteit van schepen en de snelheden verschillen over de gebieden.

In de huidige studie zijn de resultaten gebruikt van de kans op een gat gegeven een aanvaring in het gebied van de bocht van Borkum, omdat de kansen in dit gebied het grootst waren doordat hier gemiddeld de grootste schepen varen met de hoogste snelheid. De kansen voor 35000 DWT en 70000 DWT zijn gebruikt voor respectievelijk de 38000 DWT en 76000 DWT tanker in deze studie.

Er wordt verder uitgegaan van het worst case scenario dat er één zijtank geheel leegstroomt. Dit is ongeveer 5000 m³ voor de 38000 DWT tanker en 8000 m³ voor de 76000 DWT tanker.

Deze grootheden zijn gebruikt om de uitstroom van ladingolie na een aanvaring te bepalen.

Tabel 4-5 Risico voor 72 calls van 33000 DWT tankers bij niet verruimde vaarweg in 2030

72 calls van 38000 DWT tankers in 2030 zonder verruiming van de vaarweg									
gekwantificeerde grootheden		vaargebied							Totaal
		1	2	3	4	5	6	7	
aantal scheepsmijlen		944	535	587	193	500	108	286	3.153
gemiddeld aanwezige varende schepen		0,008000	0,004680	0,005136	0,001692	0,004375	0,000942	0,002501	0,027326
schepen betrokken bij aanvaringen	head-on	0,000316	0,000187	0,000209	0,000080	0,000256	0,000055	0,000094	0,001197
	overtaking	0,000022	0,000013	0,000015	0,000009	0,000018	0,000004	0,000013	0,000093
	crossing	0,000000	0,000135	0,000004	0,000067	0,000000	0,000000	0,000167	0,000373
	totaal	0,000339	0,000335	0,000227	0,000155	0,000274	0,000059	0,000274	0,001664
Bunkerolie	kans	0,000003	0,000003	0,000002	0,000002	0,000003	0,000001	0,000003	0,000017
	m ³ per jaar	0,000995	0,000985	0,000667	0,000456	0,000805	0,000174	0,000804	0,004886
	gemiddelde uitstroom m ³	288	285	287	286	275	287	275	283
Ladingolie	Kans	0,000003	0,000017	0,000003	0,000008	0,000003	0,000001	0,000020	0,000055
	m ³ per jaar	0,017	0,086	0,013	0,042	0,014	0,003	0,100	0,275
	gemiddelde uitstroom m ³	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
Strandingen	navigatie fout	0,001614	0,001734	0,001632	0,000665	0,002667	0,000090	0,000019	0,008420
	technische storing	0,000785	0,000526	0,000817	0,000284	0,000801	0,000004	0,000001	0,003218

Tabel 4-6 Risico voor 36 calls van Panamax tankers bij verruimde vaarweg in 2030

36 calls van 76000 DWT tankers in 2030 bij verruiming van de vaarweg									
gekwantificeerde grootheden		vaargebied							Totaal
		1	2	3	4	5	6	7	
aantal scheepsmijlen		472	267	294	97	250	54	143	1.577
gemiddeld aanwezige varende schepen		0,004000	0,002343	0,002571	0,000847	0,002190	0,000471	0,001252	0,013674
schepen betrokken bij aanvaringen	head-on	0,000163	0,000097	0,000108	0,000042	0,000107	0,000023	0,000039	0,000578
	overtaking	0,000012	0,000007	0,000008	0,000004	0,000005	0,000001	0,000003	0,000040
	crossing	0,000000	0,000035	0,000002	0,000035	0,000000	0,000000	0,000070	0,000142
	totaal	0,000175	0,000139	0,000118	0,000081	0,000111	0,000024	0,000112	0,000760
Bunkerolie	kans	0,000002	0,000001	0,000001	0,000001	0,000001	0,000000	0,000001	0,000007
	m ³ per jaar	0,000960	0,000760	0,000645	0,000445	0,000611	0,000132	0,000612	0,004166
	gemiddelde uitstroom m ³	573	568	555	598	526	555	523	556
Ladingolie	kans	0,000001	0,000003	0,000001	0,000003	0,000001	0,000000	0,000006	0,000014
	m ³ per jaar	0,007	0,026	0,006	0,024	0,004	0,001	0,046	0,114
	gemiddelde uitstroom m ³	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000
Strandingen	navigatie fout	0,001442	0,000853	0,000811	0,000509	0,001302	0,000037	0,000008	0,004962
	technische storing	0,000264	0,000135	0,000205	0,000115	0,000197	0,000001	0,000000	0,000918

4.3 Effect van additionele maatregelen

Het effect van de drie additionele maatregelen, die van kracht worden bij verruiming van de vaarweg, is als volgt gekwantificeerd.

1. In de bocht bij Borkum mag een Panamax schip geen ander geulgebonden (diepgang > 9 m) schip ontmoeten;

Deze maatregel betekent dat in de bocht van Borkum, dus in gebied 2, geen crossing ontmoeting zal hebben met een ander geulgebonden schip. Dit is wel een klein deel van de andere scheepvaart, maar wel het meest kritische deel. Deze maatregel is gemodelleerd door het aantal crossing aanvaringen voor het Panamax schip te halveren. De head-on en overtaking aanvaringen zijn niet verkleind omdat de ontmoeting met een geulgebonden schip nu niet in de bocht maar op een andere locatie zal plaatsvinden. De oorspronkelijke waarde bij de kans op een crossing aanvaring in gebied 2 van Tabel 4-4 en Tabel 4-6 is gehalveerd en oranje gekleurd.

2. Buitengewoon grote schepen en tankers mogen boven winkracht 7 en bij een zicht van minder dan 1000 m niet de Eems opvaren.

In 0 is beschreven dat het uitsluiten van de vaart bij slechte omstandigheden een reductie geeft van 30% op de totale ongevalskans. Dit betekent dat alle cellen met kansen per jaar vermenigvuldigd mogen worden met 0,7 wanneer deze maatregel wordt ingevoerd. Voor strandingen na een technische storing is dit apart berekend. De rubrieken waarbij de cellen met 0,7 zijn vermenigvuldigd zijn lichtblauw gekleurd in Tabel 4-4 en Tabel 4-6.

3. In het gebied vanaf boei 23 mag alleen langs de noordzijde worden gepasseerd, als er geen aanhaakmanoeuvres plaatsvinden.

Dit betekent dat er beperkt mag worden opgelopen in gebied 5, 6 en 7. Het aantal overtaking manoeuvres neemt af en hiermee ook de complexiteit van head-on ontmoetingen en crossings. Dit is gemodelleerd door 20% reductie te geven op de ongevalskans gegeven een ontmoeting in gebied 5, 6 en 7. Een reductie van 50% is toegepast bij de overtakings omdat een deel daarvan elders zal plaatsvinden. De cellen waarop deze maatregel effect heeft gehad zijn groen gekleurd Tabel 4-4 en Tabel 4-6.

Om de effectiviteit van de drie additionele maatregelen te onderzoeken is voor alle drie de maatregelen afzonderlijk bepaald wat de ongevalsreductie is voor die maatregel. Tabel 4-7 bevat de kans op een bij aanvaring betrokken Panamax schip in 2030 bij verruiming van de vaarweg zonder extra maatregelen, voor iedere maatregel afzonderlijk en voor alle drie gezamenlijk. Met alle drie de additionele maatregelen wordt een ongevalskans reductie bereikt van 38%. De maatregel van het vaarverbod bij windkracht boven 7 of zicht kleiner dan 1000 m is verreweg het meest effectief en levert een reductie van 30% op.

Tabel 4-7 Effect van additionele maatregelen voor de Panamax schepen bij verruiming van de vaarweg

Additionele maatregel	Panamax bulkcarriers			Panamax tankers		
	Betrokken bij aanvaringen per jaar	Percentage reductie kans	Gemiddeld eens in de .. jaar	Betrokken bij aanvaringen per jaar	Percentage reductie kans	Gemiddeld eens in de .. jaar
Geen	0,002169		461	0,001234		810
1. bocht Borkum	0,002081	4%	481	0,001184	4%	845
2. zicht en wind	0,001519	30%	658	0,000864	30%	1157
3. oploopverbod	0,001997	8%	501	0,001136	8%	880
Alle drie	0,001336	38%	749	0,000760	38%	1316

De drie maatregelen zijn al verwerkt in Tabel 4-4 en Tabel 4-6. De ongevalskans 0,001336 staat ook in Tabel 4-4 en 0,000760 in Tabel 4-6.

Ook indien de vaarweg niet wordt verruimd kan de nautische veiligheid worden vergroot door het effectueren van de additionele maatregelen. Dit effect wordt getoond in Tabel 4-8 door de kans per jaar te geven dat een van de 195 bulkcarriers van 33000 DWT of een van de 72 tankers van 38000 DWT betrokken is bij een aanvaring.

Opvallend aan Tabel 4-7 en Tabel 4-8 is dat de berekende percentages voor de verbetering van de nautische veiligheid voor een maatregel voor alle vier de scheepsgroepen gelijk is. Voor het vaarverbod boven windkracht 7 en bij zicht minder dan 1000 m is dat logisch omdat deze reductie in de ongevalskans is ondergebracht. Voor de andere twee maatregelen is dat minder logisch, maar worden gelijke verbeteringen gevonden omdat deze met 4% en 8% relatief klein zijn en de decimalen niet worden gegeven.

Tabel 4-8 Effect van additionele maatregelen voor de niet verruimde vaarweg

Additionele maatregel	195 bulkcarriers van 33000 DWT			72 tankers van 76000 DWT		
	Betrokken bij aanvaringen per jaar	Percentage reductie kans	Gemiddeld eens in de .. jaar	Betrokken bij aanvaringen per jaar	Percentage reductie kans	Gemiddeld eens in de .. jaar
Geen	0,003316		302	0,001664		601
1. bocht Borkum	0,003180	4%	314	0,001596	4%	627
2. zicht en wind	0,002321	30%	431	0,001165	30%	859
3. oploopverbod	0,003055	8%	327	0,001532	8%	653
Alle drie	0,002043	38%	489	0,001025	38%	976

4.4 Kans per call van een Panamax schip

De gesommeerde kansen kunnen ook teruggerekend worden naar het risico van één call.

De kans per call van een Panamax bulkcarrier bij verruiming, gegeven in Tabel 4-9, volgt uit die van Tabel 4-4 door de kansen te delen door 85 calls.

Op dezelfde manier volgt de kans per call voor een Panamax tanker bij verruiming in Tabel 4-10 door de kansen van Tabel 4-6 te delen door de 36 calls.

Tabel 4-9 Risico per call van een Panamax bulkcarrier 2030 bij verruiming van de vaarweg

1 call van een Panamax bulkcarriers in 2030 bij verruiming van de vaarweg									
gekwantificeerde grootheden		Vaargebied						totaal	
		1	2	3	4	5	6		7
aantal scheepsmijlen		13	7	8	3	7	2	4	44
gemiddeld aanwezige varende schepen		1,2E-04	6,6E-05	7,3E-05	2,4E-05	6,2E-05	1,3E-05	3,6E-05	3,9E-04
schepen betrokken bij aanvaringen	head-on	3,4E-06	2,0E-06	2,2E-06	8,6E-07	2,2E-06	4,8E-07	8,2E-07	1,2E-05
	overtaking	2,4E-07	1,4E-07	1,6E-07	9,3E-08	9,8E-08	2,2E-08	7,0E-08	8,2E-07
	crossing	0,0E+00	7,3E-07	4,0E-08	7,3E-07	0,0E+00	0,0E+00	1,4E-06	2,9E-06
	totaal	3,6E-06	2,9E-06	2,4E-06	1,7E-06	2,3E-06	5,0E-07	2,3E-06	1,6E-05
Bunkerolie	Kans	3,7E-08	3,0E-08	2,5E-08	1,8E-08	2,4E-08	5,2E-09	2,4E-08	1,6E-07
	m³ per jaar	1,6E-05	1,3E-05	1,1E-05	7,4E-06	1,0E-05	2,2E-06	1,0E-05	7,0E-05
	gemiddelde uitstroom m³	432	428	426	425	427	426	423	427
Strandingen	navigatie fout	4,0E-05	2,4E-05	2,2E-05	1,4E-05	3,6E-05	1,0E-06	2,3E-07	1,4E-04
	technische storing	3,8E-06	2,0E-06	3,0E-06	1,7E-06	2,9E-06	1,4E-08	4,3E-09	1,3E-05

Tabel 4-10 Risico per call van een Panamax tanker in 2030 bij verruiming van de vaarweg

1 call van Panamax tanker in 2030 bij verruiming van de vaarweg									
gekwantificeerde grootheden		vaargebied							totaal
		1	2	3	4	5	6	7	
aantal scheepsmijlen		13	7	8	3	7	2	4	44
gemiddeld aanwezige varende schepen		1,1E-04	6,5E-05	7,1E-05	2,4E-05	6,1E-05	1,3E-05	3,5E-05	3,8E-04
schepen betrokken bij aanvaringen	head-on	4,5E-06	2,7E-06	3,0E-06	1,2E-06	3,0E-06	6,4E-07	1,1E-06	1,6E-05
	overtaking	3,3E-07	1,9E-07	2,1E-07	1,2E-07	1,3E-07	2,8E-08	9,3E-08	1,1E-06
	crossing	0,0E+00	9,7E-07	5,7E-08	9,8E-07	0,0E+00	0,0E+00	1,9E-06	3,9E-06
	totaal	4,9E-06	3,9E-06	3,3E-06	2,3E-06	3,1E-06	6,7E-07	3,1E-06	2,1E-05
Bunkerolie	Kans	4,7E-08	3,7E-08	3,2E-08	2,1E-08	3,2E-08	6,6E-09	3,3E-08	2,1E-07
	m³ per jaar	2,7E-05	2,1E-05	1,8E-05	1,2E-05	1,7E-05	3,7E-06	1,7E-05	1,2E-04
	gemiddelde uitstroom m³	276	282	279	270	275	279	279	277
Ladingolie	Kans	2,40E-08	9,10E-08	2,03E-08	8,41E-08	1,42E-08	3,08E-09	1,59E-07	3,96E-07
	m³ per jaar	1,9E-04	7,3E-04	1,6E-04	6,7E-04	1,1E-04	2,5E-05	1,3E-03	3,2E-03
	gemiddelde uitstroom m³	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000
Strandingen	navigatie fout	4,0E-05	2,4E-05	2,3E-05	1,4E-05	3,6E-05	1,0E-06	2,2E-07	1,4E-04
	technische storing	7,3E-06	3,8E-06	5,7E-06	3,2E-06	5,5E-06	2,7E-08	8,1E-09	2,5E-05

5 INCIDENTELE LIGPLAATS

Voor het geval dat de toegang van de Eemshaven geblokkeerd wordt als gevolg van een incident, zal een incidenten ligplaats gecreëerd worden voor de tijgebonden schepen die reeds het gebied binnengevaren zijn.

In eerste instantie is gekeken naar een incidenten ligplaats nabij boei 29, vlak voor de haveningang. Deze ligplaats ligt aan de vaarweg en indien een schip gebruik maakt van deze ligplaats zal dit schip zich deels in de vaarweg bevinden. Deze ligplaats kan niet naar buiten de vaarbaan verschoven worden omdat het daar niet diep genoeg is. Het schip mag niet draaien en moet mede met behulp van de sleepboten op de plaats worden gehouden. Het schip blokkeert een deel van de vaarweg wat duidelijk wordt wanneer de laterale verdeling wordt geplot van de passerende schepen. Deze laterale verdeling is bepaald uit de AIS data van 2012. De VTS zal de passerende schepen waarschuwen, maar de locatie blijft niet fraai. De locatie bij boei 29 is weergegeven in Figuur 5-1.

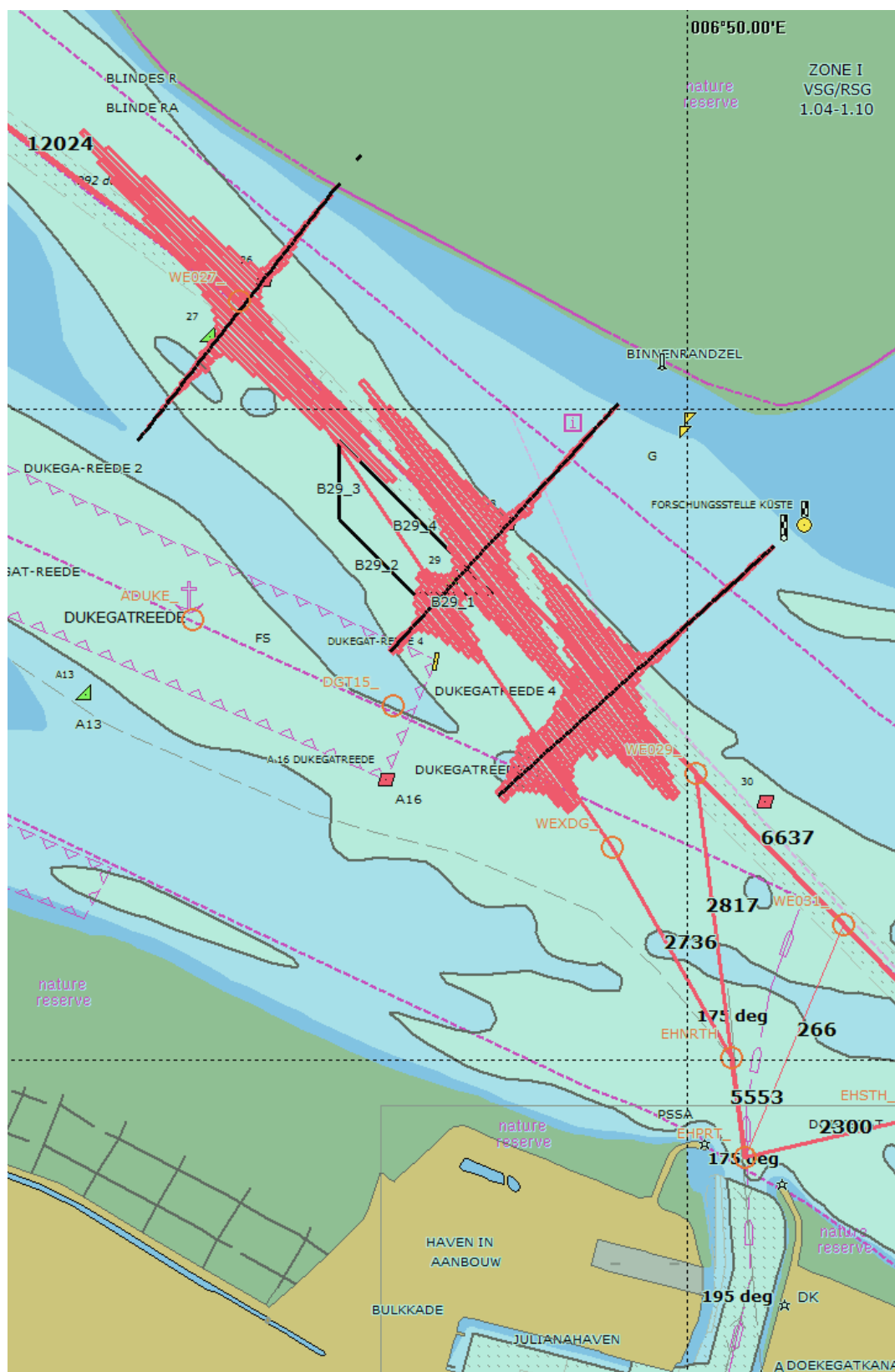
Er is dan ook naar een alternatief scenario gezocht. Dit is een ligplaats nabij boei 17 geworden. In Figuur 5-2 is deze locatie weergegeven. Duidelijk is dat deze locatie zich in veel rustiger vaarwater bevindt en daarom aantrekkelijker is. Het nadeel van deze locatie is dat wanneer het schip op weg naar de Eemshaven deze locatie al gepasseerd is, deze locatie alleen bereikt kan worden door te keren op de keerplaats voor de haveningang van de Eemshaven en dan terug te varen naar boei 17. Vervolgens wordt het traject van boei 17 naar de Eemshaven nog een keer afgelegd wanneer de Eemshaven weer vrij is.

Door het risico te bepalen voor beide locaties kan de beste optie worden getoond. De resultaten van de berekeningen zijn gegeven in Tabel 5-1. Er wordt van uitgegaan dat het verblijf op de incidentele ligplaats 12 uur is. De tabel toont dat ongeacht waar het Panamax schip zich bevindt de locatie bij boei 17 qua risico de voorkeur heeft. Mocht de blokkade nog langer duren dan wordt de locatie bij boei 17 nog wenselijker.

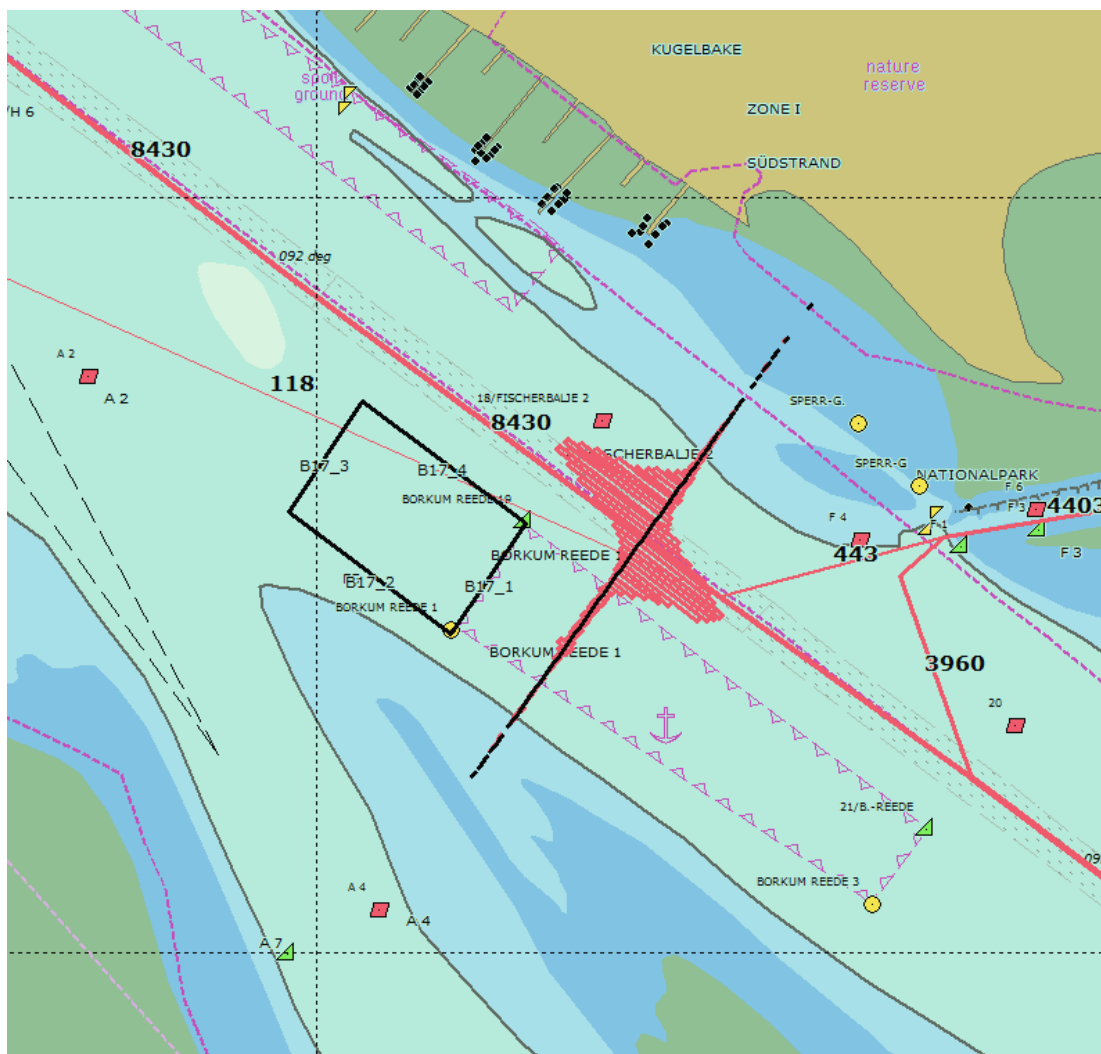
Afgezien van het risico door ander schepen opgelegd zal het ook veel lastiger zijn om het schip op zijn plaats te houden aangezien de marges bij boei 29 veel kleiner zijn dan bij boei 17.

Tabel 5-1 Risico's voor de verschillende opties bij een blokkade van de Eemshaven korter dan 12 uur

Moment dat stremming van de Eemshaven bekend is	Verblijf bij	Aanvaring door passerend schip	Contact door storing op passerend schip	Keren + varen	totaal
Voor passage van boei 29	Boei 29	3,98E-05	2,82E-06		4,26E-05
Voor passage van boei 17	Boei 17	1,24E-05	1,90E-06		1,43E-05
Na passage van boei 17	Boei 17	1,24E-05	1,90E-06	6,83E-06	2,11E-05



Figuur 5-1 Locatie bij boei 29 met de uit AIS afgeleide laterale verdeling van de passerende schepen en de links van de database voor 2030 bij verruiming



Figuur 5-2 Locatie bij boei 17 met de uit AIS afgeleide laterale verdeling van de passerende schepen en de links van de database voor 2030 bij verruiming

6 CONCLUSIES

De conclusies die hier gepresenteerd worden zijn bepaald door de risico's van een verkeersafwikkeling bij een onveranderde vaarweg met die bij een verruimde vaarweg voor 2030 met elkaar te vergelijken. Bij de verruimde vaarweg zijn de additionele maatregelen aan het veiligheidsbeleid toegevoegd.

Deze uitgangspunten leiden tot de volgende conclusies:

- Op het traject van Verkenningston van de Westereems tot aan de Eemshaven neemt de kans om betrokken te raken bij een aanvaring met 4,9% af ten opzichte van de kans zonder verruiming;
- De kans dat een van de 85 Panamax bulkcarriers in 2030 betrokken raakt bij een aanvaring is gemiddeld eens in de 749 jaar.
Bij een niet verruimde vaarweg zou dit transport worden verzorgd door 195 bulkcarriers van 33000 DWT, met een gezamenlijk kans van gemiddeld eens in de 302 jaar. Bij effectuering van de additionele maatregelen op een niet verruimde vaarweg wordt de kans gemiddeld eens in de 489 jaar.
- De kans dat een van de 36 Panamax tankers in 2030 betrokken raakt bij een aanvaring is gemiddeld eens in de 1316 jaar.
Bij een niet verruimde zou dit transport worden verzorgd door 72 tankers van 38000 DWT, met een gezamenlijk kans van gemiddeld eens in de 601 jaar. Bij effectuering van de additionele maatregelen op een niet verruimde vaarweg wordt de kans gemiddeld eens in de 976 jaar.
- Tweezijdige strandingen zullen gegeven de nieuwe geul in zijn natuurlijke omgeving niet optreden;
- In het geval dat de toegang van de Eemshaven geblokkeerd wordt als gevolg van een incident terwijl een tijgebonden schip reeds het gebied is binnengevaren is de ligplaats bij boei 17 aan te bevelen boven een ligplaats bij boei 29 ook al gaat dit gepaard met keren voor de haveningang van de Eemshaven. Bovendien is het eenvoudiger om het schip bij boei 17 in het gereserveerde gebied te houden dan bij boei 29.

Kanttekeningen

Scheepvaartprognose

In de studies voor de verruiming van de vaarweg Eemshaven – Noordzee is steeds uitgegaan van het scenario hoge groei, dat toegepast is op het aantal calls in de regio. De verwachting is echter dat in de praktijk een relatief groter deel van de groei in transportvolume zal worden geleverd door de inzet van grotere schepen.

Sinds de jaren tachtig van de vorige eeuw koopt MARIN met enige regelmaat reisbestanden van Lloyd's met alle scheepsreizen over zee van een heel jaar naar havens in Europa. Diverse malen is daaruit de groei in een bepaalde periode en in een zeker gebied geanalyseerd. Steeds was de groei in de grootte van het schip, uitgedrukt in GT (Gross Tonnage), groter dan de groei in het aantal scheepsbewegingen. De groei van het aantal schepen ligt rond de 0,5% per jaar en die van GT rond de 3% per jaar wat bij elkaar een groei geeft van 3,5% in transportvolume.

Hoewel een groter schip een grotere kans heeft op een aanvaring loopt het aanvaringsrisico minder snel op bij een toename van GT dan bij dezelfde procentuele toename van het aantal schepen. Het onderbrengen van de groei van een transportvolume in het aantal scheepsbewegingen is dan ook een worst case benadering.

Ongevalskans

De ongevalskans gegeven een gevaarlijke situatie is voor 2030 niet veranderd. In de praktijk is er echter een licht dalende tendens in de kans op een ongeval gegeven een gevaarlijke situatie doordat steeds betere nautische hulpmiddelen beschikbaar komen, zoals bijvoorbeeld AIS. Deze tendens en het verloop daarvan door de jaren heen laat zich moeilijk te voorspellen.

REFERENTIES

- [1] Analyse scheepvaartontwikkelingen en actualisatie scheepvaartprognoses voorde vaarweg Eemshaven – Noordzee
Royal HaskoningDHV, nr. 9X1757.A0, 23 november 2012
Opdrachtgever: Rijkswaterstaat en Groningen Seaports
- [2] C. van der Tak
Risicoanalyse Waddenzee: Ontwikkeling verkeersdatabase en eerste analyse verkeersstromen
MARIN rapport nr. 22206.620/4, 19 maart 2008
Opdrachtgever: Rijkswaterstaat Waterdienst
- [3] Variantenstudie scheepvaartbewegingen Eems
Royal Haskoning, 27 april 2007
- [4] Verruiming Vaargeul Eemshaven - Noordzee – Milieueffectrapport, deel A / B
Rijkswaterstaat, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, mei 2009
- [5] Jaarverslag Groningen Seaports 2012
<http://www.groningen-seaports.com>
- [6] C. van der Tak
Ongevalskansmodellering
MSCN rapport nr. OV073.10/01, 16 november 1995
- [7] Y. Koldenhof, C. van der Tak
Studie naar de kans op nautische ongevallen voor de route van olie(product)transport van en naar de Vopak Olieterminal Eemshaven
MARIN rapport nr. 22709.620/5, 15 mei 2009
Opdrachtgever: Vopak Oil EMEA B.V.
- [8] H. Bogaert, B. Boon
New collision damage calculation tool used for quantitative risk analysis for LNG import terminal
4th International Conference on Collision and Grounding of Ships and related accidents, ICCGS 2007, 9-12 September 2007 in Hamburg.