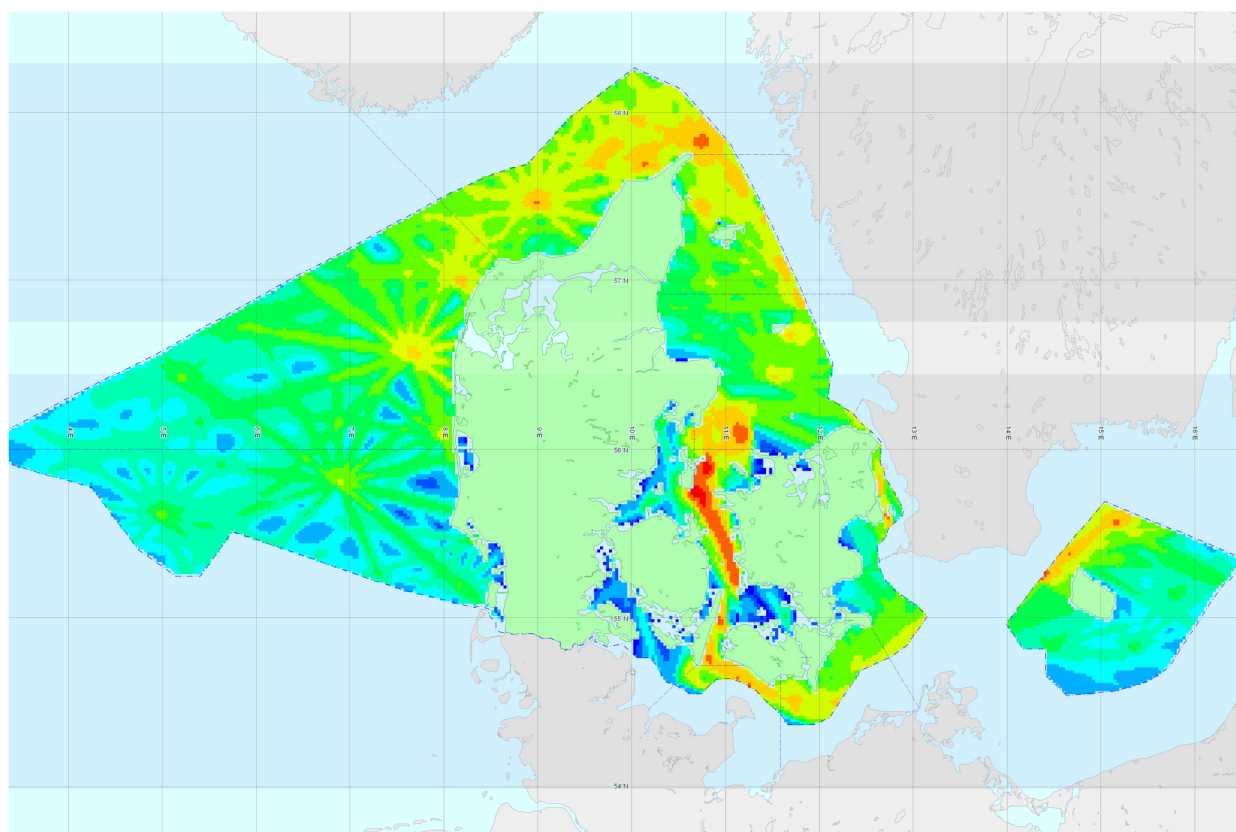


Forsvarsministeriet

Risikoanalyse Olie- og kemikalieforurening i danske farvande

Hovedrapport

Oktober 2007



COWI

COWI A/S

Parallelvej 2
2800 Kongens Lyngby

Telefon 45 97 22 11
Telefax 45 97 22 12
www.cowi.dk

Forsvarsministeriet

Risikoanalyse Olie- og kemikalieforurening i danske farvande

Hovedrapport

Oktober 2007

Dokument nr. 63743-1-01
Revision nr. 1
Udgivelsesdato 31. okt. 2007

Udarbejdet JK
Kontrolleret EYA
Godkendt JK

Indholdsfortegnelse

1	Sammenfatning	4
1.1	Situationen i dag	4
1.2	Fremtiden	8
2	English Summary	11
2.1	The situation today	11
2.2	The future	15
3	Indledning	18
3.1	Baggrund	18
3.2	Afgrænsning	19
3.3	Inddeling i farvandsområder	20
4	Risikoanalysens metode	22
4.1	Generelt	22
4.2	De fremtidige situationer	25
4.3	Risikoacceptkriterier	26
4.4	Følsomhedsberegninger for beredskabets virkning	26
5	Skibstrafik og andre skibsaktiviteter	27
5.1	Nuværende situation	27
5.2	Fremtidige aktiviteter	33
5.3	Grundlag	37
5.4	Diskussion	42
6	Transport af olie og kemikalier i de danske farvande	44
6.1	Klassificering af olie og kemikalier	44
6.2	Omfanget af transporten af olie og kemikalier i bulk i de danske farvande	49
6.3	Omfanget af transporten af olie og kemikalier som pakket gods i de danske farvande	54
6.4	Olie til skibets drift, bunkers	56
6.5	Diskussion	56

7	Identifikation og scenarier	60
7.1	Kilder til udslip fra skibe	60
8	Hyppighed af udslip af olie og kemikalier	64
8.1	Hyppighed af udslip i dag	64
8.2	Hyppighed af udslip i fremtiden	70
8.3	Grundlag, hændelser	72
8.4	Grundlag, risikoreduktion	86
8.5	Diskussion	91
9	Modellering af påvirkning	96
9.1	Indledning	96
9.2	Olie og flydende kemikalier	98
9.3	Opløselige kemikalier	103
9.4	Kemikalier, der synker	104
9.5	Diskussion	105
10	Risiko for påvirkning	106
10.1	Risiko for påvirkning i dag	106
10.2	Risiko i fremtiden	116
10.3	Grundlag	121
10.4	Diskussion	122
11	Risiko for skade på havmiljøet	124
11.1	Indledning	124
11.2	Risiko for skade på havmiljøet i dag	124
11.3	Risiko i fremtiden	130
11.4	Grundlag, sårbarhed	134
11.5	Diskussion	140
12	Følsomhedsberegninger for beredskabets virkning	141
12.1	Udførte beregninger	141
12.2	Resultater	142
12.3	Definition af det aktuelle beredskab	143
13	Forkortelser	145
14	Referencer	147
14.1	Delrapporter til risikoanalysen	147
14.2	Øvrige referencer	148

Bilagsfortegnelse

- Bilag 1 Områder i svensk og tysk farvand som medtages i modelleringen af hyppighed af udslip
- Bilag 2 Kort over skibstrafik
- Bilag 3 Kort over hyppigheder for søulykker og udslip
- Bilag 4 Kort over risiko for påvirkning
- Bilag 5 Kort over risiko for skade på havmiljøet

1 Sammenfatning

De af folketinget valgte statsrevisorer har ved beretning nr. 8/04 anbefalet, at der udarbejdes en ny risikoanalyse af olie- og kemikalieudslip i de danske farvande. Forsvarsministeriet har overdraget COWI at udføre denne risikoanalyse.

Risikoanalysen dækker Forsvarsministeriets ansvarsområde i henhold til havmiljølovens § 34. Den dækker således ikke udslip i havne og ikke udslip fra anlæg til efterforskning, indvinding og rørtransport af olie og gas fra havbunden.

Risikoanalysen er et planlægningsværktøj, der skal danne grundlag for den fortsatte udvikling af beredskabet til bekæmpelse af olie- og kemikalieforurening på havet.

Der er udført en modellering af risikoen for olie- og kemikalieforurening i de danske farvande, således at der som resultat fås en beskrivelse af risikoen geografiske fordeling, af bidrag til risikoen fra forskellige typer af olie og kemikalier og af fordelingen på forskellige årsager til udslip. Endelig modelleres udviklingen fra i dag til år 2020.

Modelleringen af risikoen er udført på en sådan måde, at det er muligt efterfølgende at modellere virkningen af forskellige placeringer og udformninger af beredskabet til bekæmpelse af havmiljøforurening. I denne rapport anvendes et generisk modelberedskab til at vise resultatet af modelleringen. Herved opnås et ensartet referencegrundlag, idet resultatet af denne modellering kan sammenlignes med modelleringer, hvor beredskabets virkning ikke er medtaget.

Resultaterne af risikoanalysearbejdet blev rapporteret 23. marts 2007 med revision 0 af denne rapport. I efteråret 2007 er der udført følsomhedsberegninger, der viser virkningen på risikoen af forskellige udformninger af beredskabet. Resultaterne af disse beregninger er rapporteret i denne revision 1. Samtidig er der rettet nogle talværdier og tilhørende tekst.

1.1 Situationen i dag

Skibstrafik og gods-
transport

Skibstrafikken i de danske farvande i dag er beskrevet ud fra signaler modtaget fra skibenes AIS (Automatic Information System) i perioden 1. juli 2005 til 30. juni 2006.

Endvidere er der opstillet en model for, hvilken last fragtskibe, der sejler med last i bulk, dvs. tankskibe og bulkcarriers, har ombord. Dette er gjort ud fra de meldinger, som skibe igennem det frivillige meldesystem SHIPPOS giver til Søværnets Operative Kommando. Modellen viser, at den totale mængde af olie og kemikalier transporteret i bulk ind og ud gennem Øresund og Storebælt på et år er ca. 220 mio. tons. Heraf udgør kemikalier ca. 15 % fordelt på kun ca. 5 % miljøfarlige kemikalier og 10 % ikke miljøfarlige kemikalier. De miljøfarlige kemikalier er inddelt i 4 klasser i henhold til MARPOL Annex II fra FN's internationale søfartsorganisation (IMO). (Klassifikationen i Annex II fra 1987 er brugt i stedet for den nye klassifikation, som skal bruges fra 2007. Det skyldes, at der findes omfattende lister over kemikalier klassificeret efter klassifikationen fra 1987, medens den nye klassifikation ikke var lige så operationel, da risikoanalysen blev udført). Den beregnede transport af kemikalier i de to mest farlige klasser er kun ca. 300.000 tons/år, svarende til 0,15 % af den samlede transport. Transport af meget miljøfarlige kemikalier sker således kun i meget ringe omfang i danske farvande. Denne konklusion stemmer godt med resultater fra udenlandske undersøgelser af kemikalietransporter til søs.

Forureningshændelser Risikoen er modelleret på basis af en række scenarier for udslip af olie og kemikalier i de danske farvande. Hovedscenarierne er:

- Udslip på grund af søulykker, dvs. ulykker med skade på et skib, f.eks. grundstødning eller kollision:
 - Udslip af olie eller kemikalielast fra et tankskib eller en bulkcarrier
 - Udslip af olie til skibets drift (bunkers) fra alle skibstyper
- Udslip under overførsel af olie til søs. Det kan være en ship to ship operation (STS), dvs. overførsel af olielast fra et mindre tankskib til et stort, eller det kan være bunkring til søs, dvs. overførsel af bunkers.
- Bevidste og uagtsomme udslip fra skibene. Det er f.eks. ulovlige udslip som følge af tankskylninger og tømning af spildolietanke og uagtsomme udslip som følge af fejl ved kølevandsystemer.

Risiko for udslip Modelleringen af risikoen for udslip viser:

- Der forventes ca. 1 udslip af olie og kemikalier pr. år på grund af søulykker. Det beregnede gennemsnitlige årlige udslip er af størrelsesordenen 2.000 tons. Dette tal er domineret af udslip af størrelsesordenen 30.000 tons, som er modelleret til at ske med en sandsynlighed på 0,04 pr. år svarende til 1 gang pr. 25 år. Modelleringen af disse store udslip er usikker. Der kan være tale om en overvurdering.
- Udslip af kemikalier udgør en lille del af alle udslip fra søulykker: Ca. 8 % af antallet fordelt på kun ca. 3 % miljøfarlige kemikalier og 5 % ikke miljøfarlige kemikalier. Ca. 15 % af udslipsmængden fordelt på kun ca. 5 % miljøfarlige kemikalier og 10 % ikke miljøfarlige kemikalier. Kun en lille

del af de miljøfarlige kemikalier er bekæmpbare, se beskrivelsen af beredskabet nedenfor.

- Der forventes ca. 1,4 udslip af olie pr. år på grund af fejl ved overførsel af olie til søs. Det omfatter både STS og bunkring til søs. Det beregnede gennemsnitlige årlige udslip er af størrelsesordenen 2 tons, dvs. disse udslip er små. Søulykker under STS og bunkring er indeholdt som et lille bidrag i tallene for søulykker ovenfor.
- Der er ca. 180 bevidste og uagtsomme udslip af olie pr. år i de danske farvande (ud fra statistik). Den samlede udslipsmængde pr. år er herudfra beregnet til 350 tons. 88 % af disse udslip er klassificeret som "gasolie og anden ikke bekæmpbar olie", medens 12 % er tungere olier. Der er i modelleringen ikke regnet med bekæmpelse af disse udslip, idet disse erfaringsmæssigt ikke er bekæmpbare.

Til brug for beregning af konsekvenserne er for havmiljøet er udslippene ind delt i tre typer afhængig af opførslen i havet:

- Olie og kemikalier, der flyder. Det gennemsnitlige årlige udslip fra søulykker er beregnet til ca. 1600 tons, hvoraf kun 3 tons, 0,2 %, er flydende kemikalier.
- Opløselige miljøfarlige kemikalier. Det gennemsnitlige årlige udslip fra søulykker er beregnet til ca. 90 tons, hvoraf kun ca. 2 tons er klassificeret som A eller B i henhold til MARPOL Annex II.
- Miljøfarlige kemikalier, der synker. Det gennemsnitlige årlige udslip fra søulykker er beregnet til kun ca. 1 tons

Det gennemsnitlige årlige udslip af ikke miljøfarlige kemikalier er beregnet til ca. 200 tons. Det omfatter kemikalier, der fordamper, og opløselige og synkende kemikalier, der er klassificeret som ikke miljøfarlige.

Risiko for påvirkning og skade på havmiljøet

Konsekvenserne for havmiljøet er beregnet ved først at beregne påvirkningen og derefter beregne skaden på havmiljøet. I beregningen er de danske farvande inddelt i små beregningsenheder. For olie på havet foregår beregningen på følgende måde.

Først beregnes, hvordan olien spredes på havet under hensyn til en række parametre herunder modelberedskabets bekæmpelse af udslippet. Det beregnes, hvor meget olie der er i hver af beregningscellerne, og hvor længe det er der. Dette første resultat kaldes påvirkningen.

Dernæst beregnes et udtryk for skaden på havmiljøet fra påvirkningen i den enkelte beregningscelle. Der er opstillet indeks for havmiljøets sårbarhed ud fra en lang række parametre. Ved at multiplicere den beregnede påvirkning med dette indeks fås et indeks for skaden på havmiljøet. Indekset gør det muligt at sammenligne værdier for forskellige områder, for forskellige antagelser om beredskab og for situationerne i dag og i 2010, 2015 og 2020.

Påvirkningen er beregnet ved forenklede modeller for at muliggøre en gennemregning af et meget stort antal udslip dækkende alle danske farvande, forskellige stoffer, udslipstørrelser, vindretninger, vindhastigheder og årstider. Der er separate modeller for de tre typer af udslip:

- Olie og flydende kemikalier. Det modelleres, hvorledes oliepølen spredtes, og påvirkningen beregnes som beskrevet ovenfor.
- Opløselige kemikalier. Havmiljøet regnes påvirket ud til den afstand, hvor det beregnes, at koncentrationen er faldet under den økotoksikologiske grænseværdi.
- Kemikalier, der synker. Kemikalierne forudsættes at synke ved udslipspunktet uden spredning.

Det er fundet, at risikoen for forurening fra olie og flydende kemikalier i dag er størst i farvandsområderne Storebælt og Skagerrak, se Figur 1.1 og Figur 1.2. Risikoen for påvirkninger her er henholdsvis 20 % og 25 % af den samlede risiko i de danske farvande, og risikoen for skade på havmiljøet er henholdsvis 30 % og 30 % af den samlede risiko i de danske farvande. Bidraget fra flydende kemikalier er forsvindende lille.

En tilsvarende fordeling af risikoen fås for opløselige kemikalier og kemikalier, der synker.

Beredskabet

Beredskabets bekæmpelse af olie og flydende kemikalier modelleres som en reduktion af massen i pølen afhængig af beredskabets kapacitet (pumpe-skimmer system, længde og slæbehastighed for flydespærring), indsættelsestider (tid fra udslippet sker til beredskabet starter bekæmpelsen) samt en række andre parametre. Beredskabet kan modelleres som kommende i tre bølger, og der kan vælges forskellige værdier for 12 farvandsområder.

Der regnes ikke med bekæmpelse af opløselige og synkende kemikalier. Bekæmpelsen af opløselige kemikalier er meget vanskelig og gennemføres ikke i dag. Bekæmpelsen er kun mulig i specielle tilfælde, primært i mindre afgrænsede vandarealer såsom havne, der ikke betragtes her. Synkende kemikalier vil kun i sjældne tilfælde blive fjernet, f.eks., med grab, og tidsforløbet vil ikke være kritisk. Det er således kun de kemikalier, der flyder, der er bekæmpbare. Det beregnede årlige udslip af disse er kun 3 tons svarende til 3 % af det beregnede årlige udslip af miljøfarlige kemikalier.

Modelberedskabets effekt er beregnet at være beskeden (ca. 11 % reduktion af risikoen for påvirkning), men større (ca. 22 %) når der ses bort fra de dominerende meget store udslip (størrelsesklasse 30.000 tons). I absolutte tal er modelberedskabets effekt størst i Storebælt og Skagerrak, hvor risikoen er størst. Målt i % er effekten størst i farvandsområderne Lillebælt og Øresund, hvor risikoen er lille.

Følsomhedsberegningerne viser, at ovennævnte ca. 11 % forøges til ca. 15 %, hvis modelberedskabet får dobbelt så stor kapacitet af pumpe-skimmer system

eller det forsynes med et system, der gør det muligt at finde og opsamle olie i mørke og tåge lige så godt som i dagslys ved god sigtbarhed. Det giver kun en ubetydelig reduktion af risikoen at halvere modelberedskabets indsættelsestider eller fordoble længden af flydespærringerne.

Følsomhedsberegningerne omfatter også beregninger for en tilnærmet modellering af det aktuelle beredskab. Disse beregninger viser, at det aktuelle beredskab for de danske farvande som helhed giver en lidt mindre reduktion af risikoen end modelberedskabet.

1.2 Fremtiden

Trafikprognose

Risikoen i fremtiden er modelleret ved at se på en fremskrivning af skibstrafikken ved en prognose for udviklingen i mængder af gods transporteret i de danske farvande, herunder eksporten af russisk olie, samt en forudsætning om en stigning i den gennemsnitlige skibsstørrelse. Eksporten af russisk olie er fremskrevet ud fra den antagelse, at det er en konstant brøkdelt af den russiske olieeksport, der sejles ud gennem Østersøen.

Det forudses, at skibstrafikken i de danske farvande vil stige med 9 % frem til 2010 og med 25 % frem til 2020 målt på sejlede sømil. For tankskibe er de tilsvarende tal 18 % og 26 %, idet der forventes en hurtig vækst i eksporten af olie fra Rusland i den nærmeste fremtid, hvorefter vækstraten aftager. Der forventes en stigning i skibsstørrelsen. Mængden af olie transporteret igennem Storebælt og Øresund er beregnet at stige med ca. 30 % frem til 2010 og med ca. 50 % frem til 2020. Stigningen er primært i Storebælt.

Risikoreduktion

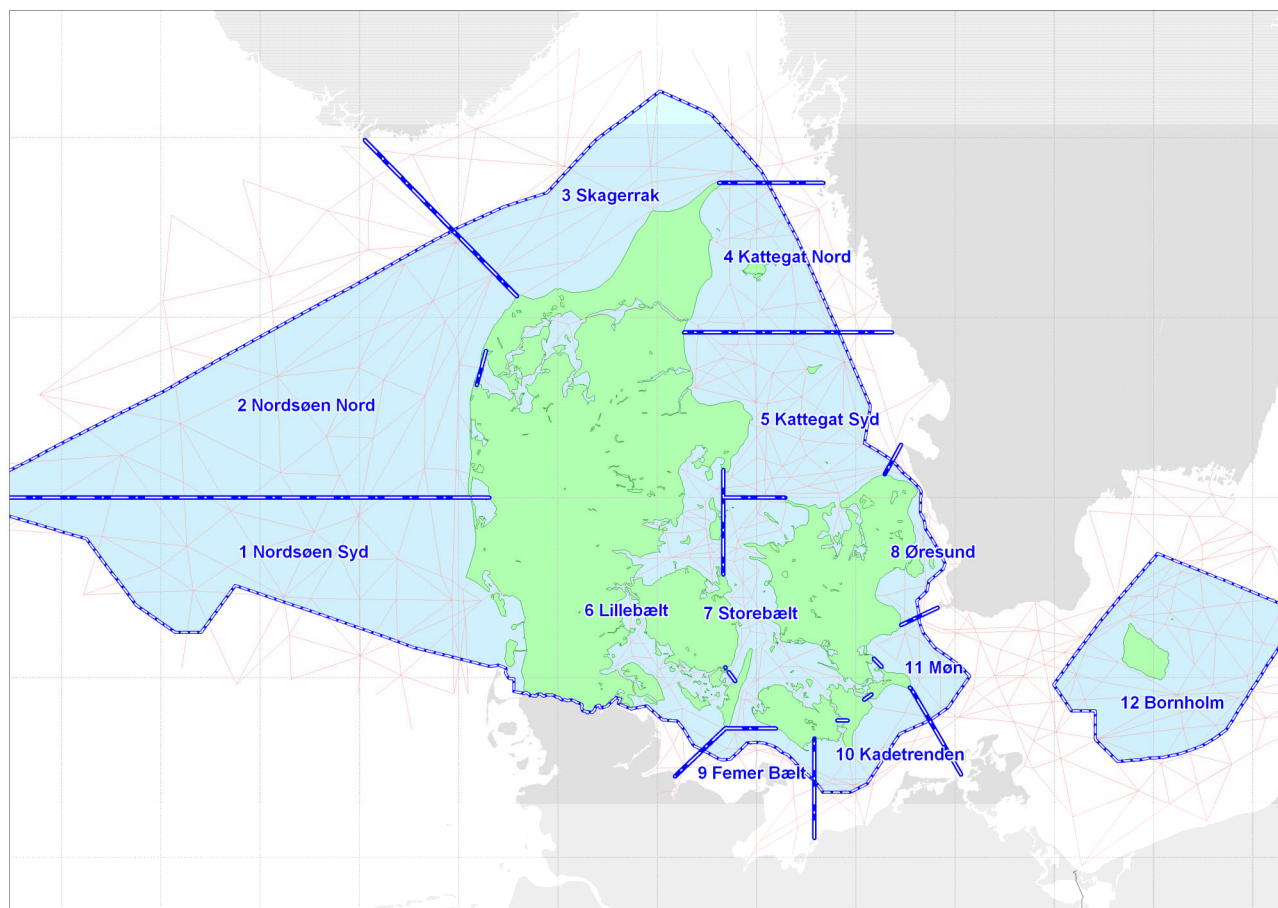
Der er endvidere indregnet virkningen af fremtidige risikoreducerende foranstaltninger. Det omfatter VTS (Vessel Traffic Service = vejledning af skibstrafikken fra land) i Storebælt og Øresund, øget lodsning i de danske farvande, dobbeltskrog på alle tankskibe fra 2010 mv.

Beregnet risiko

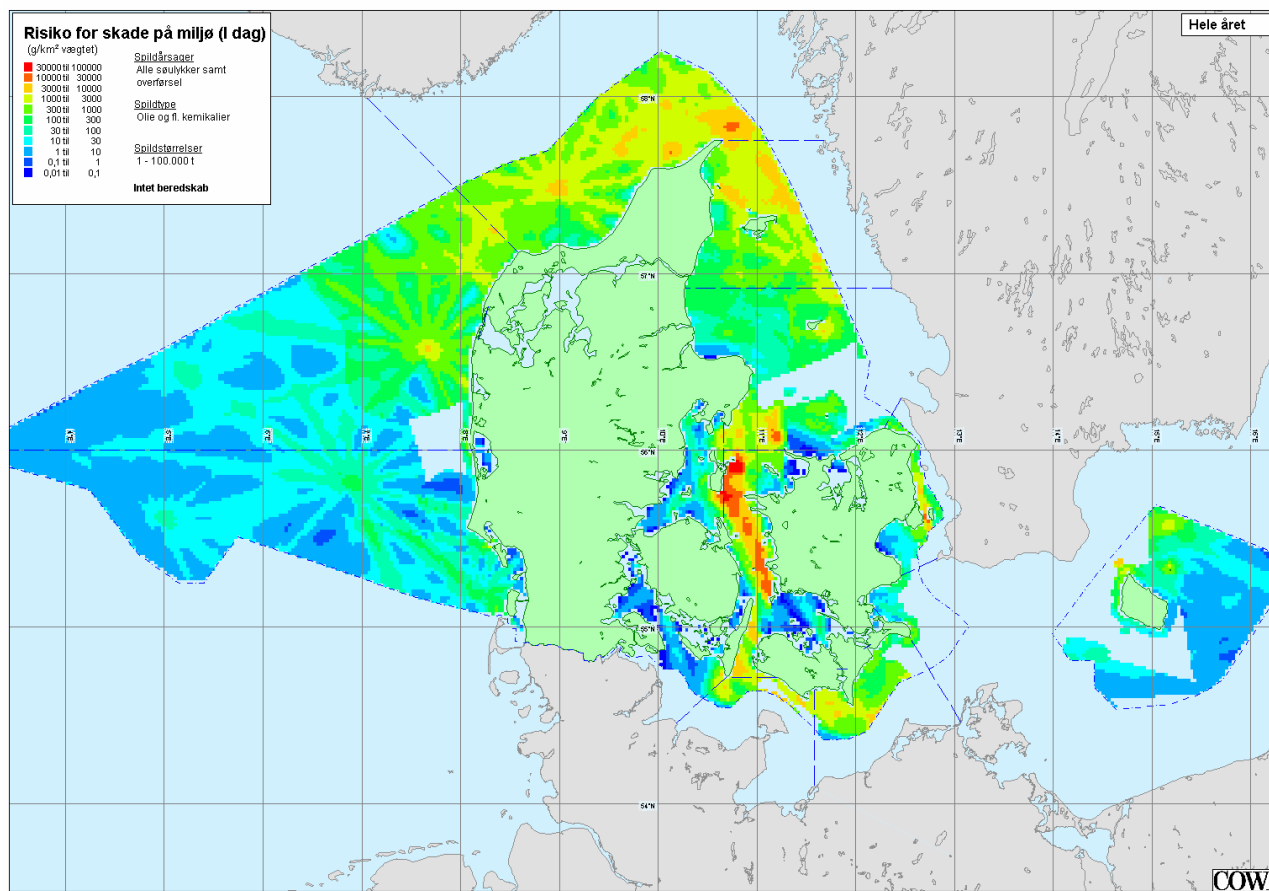
Det beregnes, at risikoen for påvirkning og risikoen for skade på miljøet fra udslip af olie og flydende kemikalier fra søulykker vil være stigende i perioden fra i dag over 2010 og 2015 til 2020 for de danske farvande som helhed. Risikoen for påvirkning uden beredskab stiger med ca. 25 % frem til 2010 og med ca. 70 % frem til 2020. Risikoen for skade på miljøet stiger med ca. 20 % frem til 2010 og med ca. 65 % frem til 2020.

For Storebælt og Øresund, hvor der indføres eller forventes indført VTS, bliver stigningen væsentligt mindre. For Storebælt er der et lille fald på 2 % i risikoen for skade på havmiljøet frem til 2010, hvorefter den stiger med ca. 35 % i forhold til det nuværende niveau frem til 2020. For Øresund reduceres risikoen med 34 % i 2010 og med 22 % i 2020.

Det er vurderet, at VTS alt andet lige giver en reduktion i hyppigheden af kollisioner og grundstødninger med en faktor 0,5.



Figur 1.1 De danske farvande med inddeling i 12 farvandsområder anvendt i analysen. Danske farvande (den eksklusive økonomiske zone) er vist med lyseblåt



Figur 1.2

Risikoen for skade på havmiljøet som følge af udslip af olie og flydende kemikalier fra søulykker, i dag, uden beredskab.

Rødt er højeste risiko og mørkeblåt er laveste risiko. Områder i danske farvande uden farve har risiko mindre end laveste trin på den anvendte skala. Disse områder er dels områder, hvor sårbarhedsindeks er nul, dels områder med så lav risiko for påvirkning, at produktet af risiko for påvirkning og sårbarhedsindeks er forsvindende lille.

Forklaring på den anvendte skala er givet i rapportens afsnit 10 og 11.

2 English Summary

In report no. 8/04 the auditors of public accounts appointed by the Danish Parliament (Folketinget) recommended that a new risk analysis of oil and chemical spills in Danish waters be prepared. The Ministry of Defence Denmark assigned COWI to carry out the risk analysis.

The risk analysis covers the Ministry of Defence's area of responsibility in accordance with the Law on the Marine Environment (Havmiljøloven) §34. It thus excludes spills in harbours and spills from exploration and production installations and transport of oil and gas by subsea pipelines.

The risk analysis is a planning tool intended to form the basis for the continued development of emergency services for combating oil and chemical pollution at sea.

A model of the risk of oil and chemical pollution in Danish waters has been prepared which provides a description of the geographical distribution of the risk and of the contributions from different types of oil and chemicals and different release mechanisms. The model covers the situation today and expected developments up until the year 2020.

The model has been constructed so that in future, it will be possible to model the effects of different locations and configurations of the emergency services for combating oil and chemical pollution at sea. This report makes use of an assumed generic model of the emergency response, thus generating a uniform reference basis for comparison with situations where the emergency response is not taken into account.

The results of the risk analysis work were reported 23 March 2007 in revision 0 of the report. In the autumn 2007 sensitivity calculations were carried out to show the effect on the risk of different configurations of the emergency services were carried out. The results of these calculations are reported in this revision 1. At the same time some of the figures and associated text have been corrected.

2.1 The situation today

Ship traffic and
transported goods

The current situation for shipping traffic in Danish Waters has been described on the basis of recording the signals received from the AIS (Automatic Information Systems) on ships during the period 1. July 2005 to 30. June 2006.

A model has been developed to record the type of cargo carried by bulk cargo vessels i.e. tankers and bulk carriers. The model is based upon the information received from ships via the voluntary reporting system SHIPPOS operated by the Admiral Danish Fleet (Søværnets Operative Kommando). The total quantity of bulk oil and chemicals transported in and out of Øresund and Storebælt is approximately 220 million tonnes per year. Approximately 15 % of this comprises chemicals of which 5% are classified harmful to the marine environment and 10 % are chemicals that are not classified as harmful to the environment. The chemicals harmful to the environment are divided into four classes according to MARPOL Annex II from IMO - UN's International Maritime Organisation. (The classification from 1987 in Annex II has been used instead of the new classification which came into force in 2007. This is because, there are extensive lists of chemicals classified according to the 1987 system, whereas the new classification was not quite as operational at the time that the risk analysis was carried out). The estimated quantity of chemicals harmful to the environment in the two most harmful classes is only approximately 300,000 tonnes/year, corresponding to 0.15% of the total amount transported. Transport of chemicals that are very harmful to the environment thus takes place only to a very limited extent in Danish waters. This conclusion is in agreement with results of foreign investigations of the transport of chemicals at sea.

Pollution events

The risk analysis models a number of scenarios for spills of oil and chemicals in Danish waters. The main scenarios are:

- Spills due to accidents at sea, i.e. accidents in which a ship is damaged due to grounding or collision for example:
 - spills of oil or chemicals from a tanker or a bulk carrier
 - spill of bunker oil from all types of ship, (i.e. oil used in the operation of the ship)
- Spill during transfer of oil at sea including ship-to-ship transfer (STS), i.e. transfer of oil cargo from a smaller tanker to a larger tanker and bunkering at sea.
- Deliberate or inadvertent spills from ships including illegal discharges due to tank cleaning and emptying of waste oil tanks or inadvertent spills due to faulty cooling water systems.

Risk of spills

The modelling of the risk of spills shows:

- Approximately one spill of oil and chemicals per year is expected due to accidents at sea. The estimated average annual spill is approximately 2,000 tonnes. This figure is dominated by large spills of around 30,000 tonnes, which are expected to occur with a frequency of 0.04 per year corresponding to once every 25 years. The modelling of these large spills is uncertain. It may be an overestimate.
- Only about 8% of spills resulting from accidents at sea involve chemicals. Approximately 3% of these involve chemicals harmful to the environment and 5% chemicals not harmful to the environment. Approximately 15% of

the quantities spilled are chemicals. 5% of the spills are harmful to the environment and 10% harmless. Only a small fraction of the chemicals harmful to the environment are combatable if spilled, see the description of the emergency response below.

- Approximately 1.4 spills of oil per year are expected due to errors during the transfer of oil at sea. This covers both STS and bunkering at sea. The estimated average spill is around 2 tonnes, i.e. the spills are small. Accidents at sea during STS and bunkering are included as a small contribution to the figures for accidents at sea mentioned above.
- There are approximately 180 deliberate and accidental spills of oil per year in Danish waters (statistically). The total amount spilled per year is estimated at 350 tonnes. 88% of this amount is classified as "gasoline and other non combatable oil", whilst 12% is heavy oil. The model assumes no combating of these spills, as experience shows that these spills are not combatable.

For the purposes of modelling the consequences to the marine environment, the spills are divided into three types, depending on their behaviour in the sea.

- Oils and floating chemicals. The average annual spill from accidents at sea is estimated to be approximately 1600 tonnes of which only 3 tonnes, 0.2%, are floating chemicals.
- Soluble chemicals harmful to the environment. The average annual spill from accidents at sea is estimated to be approximately 90 tonnes, of which only approximately 2 tonnes are classified as A or B according to MARPOL Annex II.
- Chemicals harmful to the environment that sink. The average annual spill from accidents at sea is estimated to be approximately 1 tonne.

The average annual spill of chemicals not harmful to the environment is estimated to be approximately 200 tonnes. This includes evaporating chemicals, soluble chemicals and chemicals that sink that are classified as not harmful to the environment.

Risk of spill effects
and damage to the
marine environment

The consequences for the marine environment are calculated by first calculating the effect of spills and afterwards calculating the damage to the marine environment. In the calculations, Danish waters are subdivided into small cells. The calculations for oil are as described below:

Firstly the dispersion of oil at sea is calculated from a number of parameters that include the effect of the assumed generic emergency response combating the spill. Calculations show how much oil is present in the individual cells and how long it will persist. This first result is termed the spill effect.

Secondly the damage to the marine environment from the spill effect is calculated in each cell. A vulnerability index has been established depending upon a

number of parameters. The damage to the marine environment is then calculated by multiplying the calculated spill effects with the vulnerability index. The damage index can be used to compare values for different areas, for various assumptions regarding the emergency response and for the situation today, and in the years 2010, 2015 and 2020.

The spill effect is calculated using simplified models in order to enable simulations of a very large number of spills to be carried out covering all Danish waters, different oil and chemical types, amounts spilled, wind directions and speeds and times of the year. Separate models have been established for the three types of spill:

- Oils and floating chemicals. The dispersal is modelled and the spill effect is calculated as described above.
- Soluble chemicals. The marine environment is affected to the distance where the estimated concentration has fallen below the ecotoxicological limit value.
- Chemicals that sink. The chemicals are assumed to sink without any dispersion.

It has been found that the risk of pollution from oil and chemicals today is highest in Storebælt and Skagerrak, see Figure 2.1 and Figure 2.2. The risk of spill effects here is 20 % and 25 % of the total risk of spill effects in Danish waters, respectively, and the risk of damage to the marine environment is 30 % and 30 % of the total risk in Danish waters, respectively. The contribution from floating chemicals is very small.

A similar distribution of risk is obtained for soluble chemicals and sinking chemicals.

Emergency response

The effect of the emergency services' combating floating oil and chemicals is modeled as a reduction in the quantity of the mass in the spill, depending on the capacity of the equipment (pump-skimmer system, length and velocity of the booms), insertion time (time from spill occurrence to the start of combating the spill) and a number of other parameters.

The emergency services are modeled as coming in three waves, and different parameters can be selected describing each of 12 sectors in the Danish waters. Soluble chemicals and those that sink are not considered combatable. Combating soluble chemicals is very difficult and is not carried out today except in special cases, primarily in smaller delimited areas like harbors, which are not considered here. Chemicals that sink will only be removed in rare cases, for example with a mechanical dredger and the time consumed will not be critical. Combating is thus only possible for floating chemicals. The estimated average annual spill of these chemical is only 3 tonnes corresponding to 3 % of the total average spill of chemicals harmful to the environment.

The effect of the assumed generic emergency response to spills is estimated to be very moderate (approximately 11 % reduction in the risk of spill effects), but more efficient (approx 22 %) when the effects of larger spills are not considered (spill of 30,000 tons). In absolute terms the effects of the assumed generic emergency response are greatest in Storebælt and Skagerrak, where the risk is also greatest. Relatively measured in percentages, the effects are greatest in Lillebælt and Øresund, where the risk is small.

The sensitivity calculations indicate that the 11 % reduction stated above will be changed to about 15 %, if the capacity of the pump-skimmer system of the assumed generic emergency response to spills is doubled. A similar effect is obtained if the emergency services are equipped with a system making it possible to find and collect oil at night and in fog equally well as in daylight and good visibility. An insignificant reduction in risk is obtained by halving the insertion times of the emergency services or doubling the length of the booms.

The sensitivity calculations also include calculations for an approximate modeling of the actual emergency services. These calculations show that the effects of the actual emergency services in the Danish waters are on the whole slightly less than the effects of the assumed generic emergency response.

2.2 The future

Prognosis

The risk in the future is modeled by extrapolating today's shipping traffic with a prognosis for the development in the quantities of goods transported in Danish waters including the export of Russian oil and an assumption regarding the increase in average ship sizes. The export of Russian oil is included using the basic assumption that a constant fraction of Russian oil production is shipped through the Baltic Sea.

It has been predicted that the ship traffic in Danish waters will increase by 9% until 2010 and by 25% until 2020, measured in terms of nautical miles sailed. The corresponding numbers for tankers are 18% and 26%, because a rapid increase in export of oil from Russia in the near future is expected, after which this rate will decrease. An increase in the average ship size is expected. The quantity of oil transported through Storebælt and Øresund is expected to increase by 30 % until 2010 and by 50 % until 2020. The increase will primarily take place in Storebælt.

Risk reduction

Effects of risk reducing measures are also modeled and taken into account. These include VTS (Vessel Traffic Service = guidance of the ship traffic from land) in Storebælt and Øresund, increased use of pilots in Danish waters, double hulls in all tankers from 2010, etc.

Calculated risk

It has been estimated that the risk of spill effects and the risk of damage to the marine environment due to spills of oil and floating chemicals from accidents at sea will increase from today's level and through 2010, 2015 and 2020 for Danish waters in general. The risk of spill effects without emergency response will increase by approximately 25 % until 2010 and by approximately 70 % until

2020. The risk of damage to the marine environment will increase by approximately 20 % until 2010 and by approximately 65 % until 2020.

In Storebælt and Øresund where VTS has been introduced or is expected to be introduced, the increase in risk is significantly less. In Storebælt the risk of damage to the marine environment is predicted to fall slightly by 2 % up to 2010 before rising by 35 % up to 2020. In Øresund the reduction in the risk is predicted to be 34 % up to 2010 and 22 % up to 2020.

It has been estimated that - all else being equal - the VTS will halve the frequency of collisions and groundings.

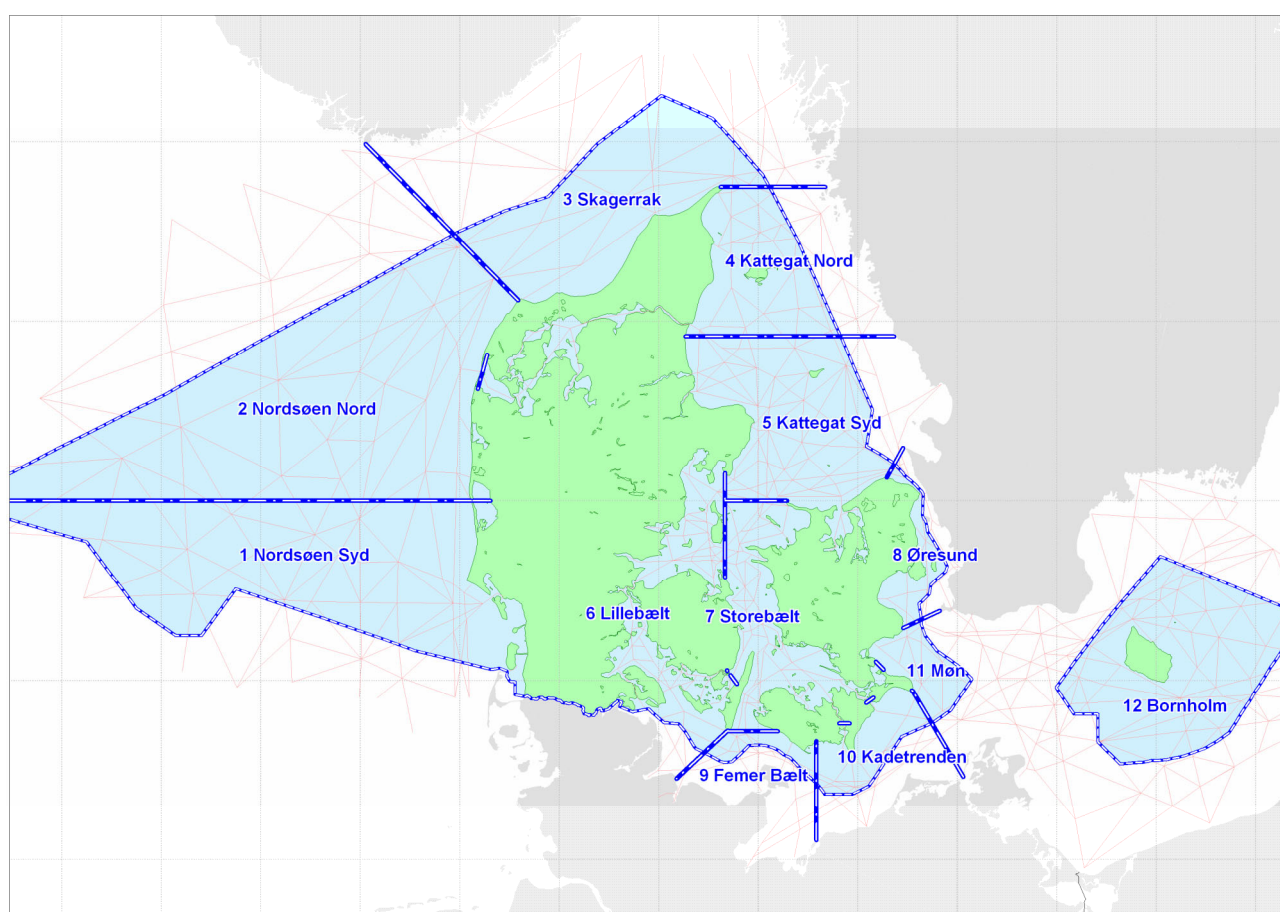


Figure 2.1 Danish waters divided into 12 sectors as applied in the risk analyses. Danish waters (the Exclusive Economic Zone) shown in light blue.

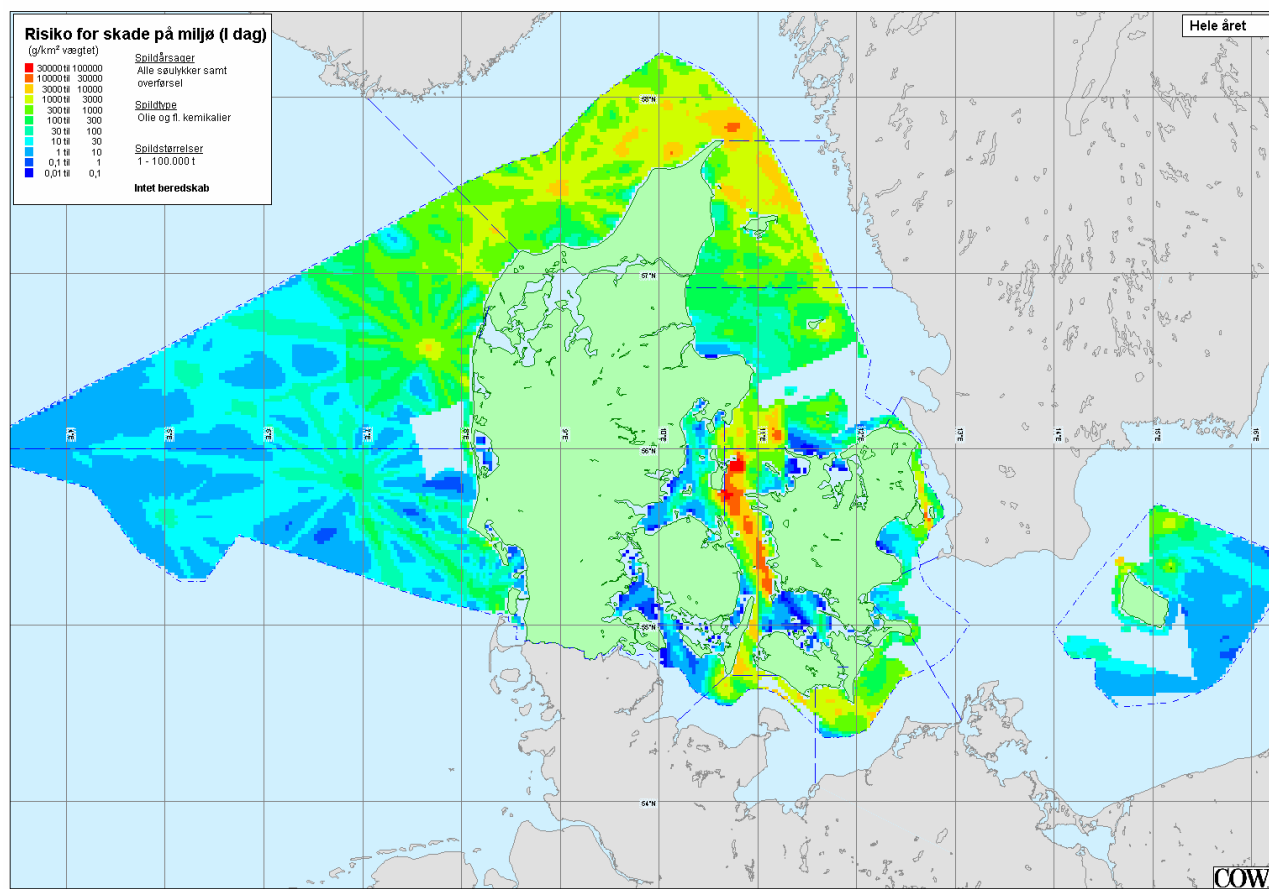


Figure 2.2 The risk of damage to the marine environment due to spill of oil and floating chemicals from sea accidents - to day - without emergency force combating.
Red corresponds to the highest risk and dark blue corresponds to lowest risk. Areas without any color have a risk below the lowest level of the legend. These areas are partly areas where the vulnerability index is nil, partly areas with a risk of spill effects so small that the product of the spill effect and the vulnerability index is vanishing.
Explanation of the legend is given (in Danish) in sections 10 and 11.

3 Indledning

3.1 Baggrund

De af folketinget valgte statsrevisorer har ved beretning nr. 8/04 anbefalet, at der udarbejdes en ny risikoanalyse af olie- og kemikalieudslip i de danske farvande.

Forsvarsministeriet har overdraget COWI at udføre denne risikoanalyse.

Forsvarsministeriet er ifølge havmiljølovens § 34 ansvarlig for bekæmpelse af olie- og kemikaliefurening af havet og de kystnære dele af søterritoriet.

Risikoanalysen belyser sandsynligheden for samt konsekvenserne af olie- og kemikaliefureninger i de danske farvande. Dette skal gøres med henblik på:

- at indgå i grundlaget for en overordnet vurdering af, hvorvidt målsætningen for det nationale beredskab til forureningsbekæmpelse af havmiljøet er tilstrækkelig. Analysen skal ikke omfatte en vurdering af beredskabet.
- at etablere grundlag for den fortsatte udvikling af beredskabet til bekæmpelse af olie- og kemikaliefurening på havet.

Risikoanalysen indeholder en modellering af risikoen for olie- og kemikaliefurening på en sådan måde, at det er muligt efterfølgende at modellere virkningen af forskellige udformninger af beredskabet. I revision 0 af denne rapport udsendt 23. marts 2007 blev vist resultatet af modelleringen af virkningen af et modelberedskab, som er et muligt og realistisk beredskab, men ikke det virkelige beredskab. I denne revision 1 af rapporten er suppleret med resultatet af følsomhedsberegninger, der belyser virkningen af andre udformninger af beredskabet. Samtidig er der rettet nogle talværdier og tilhørende tekst.

Risikoanalysen belyser udviklingen fra i dag frem til år 2020. Dette gøres ved at se på fire perioder:

- 1. juli 2005 til 30. juni 2006 repræsenterende situationen i dag
- Året 2010
- Året 2015
- Året 2020

3.2 Afgrænsning

Risikoanalysen betragter udslip af olie og kemikalier til havmiljøet, hvor Forsvarsministeriet i henhold til havmiljøloven er ansvarlig for bekæmpelsen.

Der betragtes udslip fra skibe i de danske farvande. De danske farvande er den eksklusive økonomiske zone (EEZ) som vist på Figur 3.1.

Der betragtes konsekvenser for havmiljøet i de danske farvande af disse udslip. Konsekvenser for havmiljøet uden for de danske farvande betragtes ikke. Udslip fra skibe uden for de danske farvande betragtes ikke, idet bekæmpelsen vil være andre landes ansvar. Dog er der i risikoanalysen medtaget udslip i mindre områder i svenske og tyske farvande, hvor væsentlig skibstrafik forløber på begge sider af grænsen for EEZ. Disse mindre områder er vist i bilag 1.

Udslip fra borerigge og platforme til efterforskning og indvinding af olie og gas fra havbunden samt rørledninger til transport af olie og gas betragtes ikke. Ejere og brugere af disse anlæg skal i henhold til bekendtgørelse om beredskab i tilfælde af forurening fra visse havanlæg (Beredskab 1984) opretholde et beredskab, som i tilfælde af forurening af havet fra anlægget kan bekæmpe forureningen. Denne forpligtelse omfatter også udslip i forbindelse med overførsel af olie og kemikalier mellem skibe og havanlæg. Derimod er bekæmpelse af udslip fra skibe som følge af kollision mod anlæggene Forsvarsministeriets ansvar og derfor medtaget i analysen.

Udslip i havne betragtes ikke. Bekæmpelse af disse udslip er kommunernes ansvar i henhold til havmiljølovens § 35. I de fleste havne vil havnens ydermoler forhindre eller væsentligt begrænse spredning til havmiljøet. Kommunernes ansvar gælder dog også havne udformet som pierer eller kajer uden beskyttende ydermoler.

Udslip fra land på grund af ulykker på virksomheder, herunder kemikaliedepoter, i landbruget eller under transport betragtes ikke. Den primære bekæmpelse på land, i kloakker og vandløb er ikke Forsvarsministeriets ansvar i henhold til havmiljøloven.

Udslip i forbindelse med luftfart er Forsvarsministeriet ansvar i henhold til havmiljøloven, men indgår ikke i risikoanalysen, idet bidraget til forureningsrisikoen er ubetydeligt.

Risikoen for udslip til havmiljøet på grund af ulykker i forbindelse med bygning og drift af havvindmøller og broer og tunneler over og under havområder vurderes at være ubetydelig og betragtes derfor ikke. Skibskollisioner mod vindmøller og broer er betragtet.

Risikoanalysen ser ikke på vedvarende udslip, selvom dette kan skade havmiljøet, idet beredskabet ikke skal gribe ind overfor dette. Eksempler herpå er den løbende udledning af kemikalier og andre skadelige stoffer til havet med spildevand fra land og udsivning fra kemikaliedepoter.

Sabotage, terror og krigshandlinger bliver ikke behandlet i risikoanalysen. Sabotage og terror er vanskeligt at behandle i risikoanalyser, da der sjældent er basis for en meningsfyldt analyse af sandsynligheder. Et beredskab for forureningsbekæmpelse, der er dimensioneret for ulykker, vil formodentlig i vid udstrækning også kunne håndtere udslip forårsaget af sabotage og terror. Krigshandlinger vil ikke blive lagt til grund for dimensionering af beredskabet.

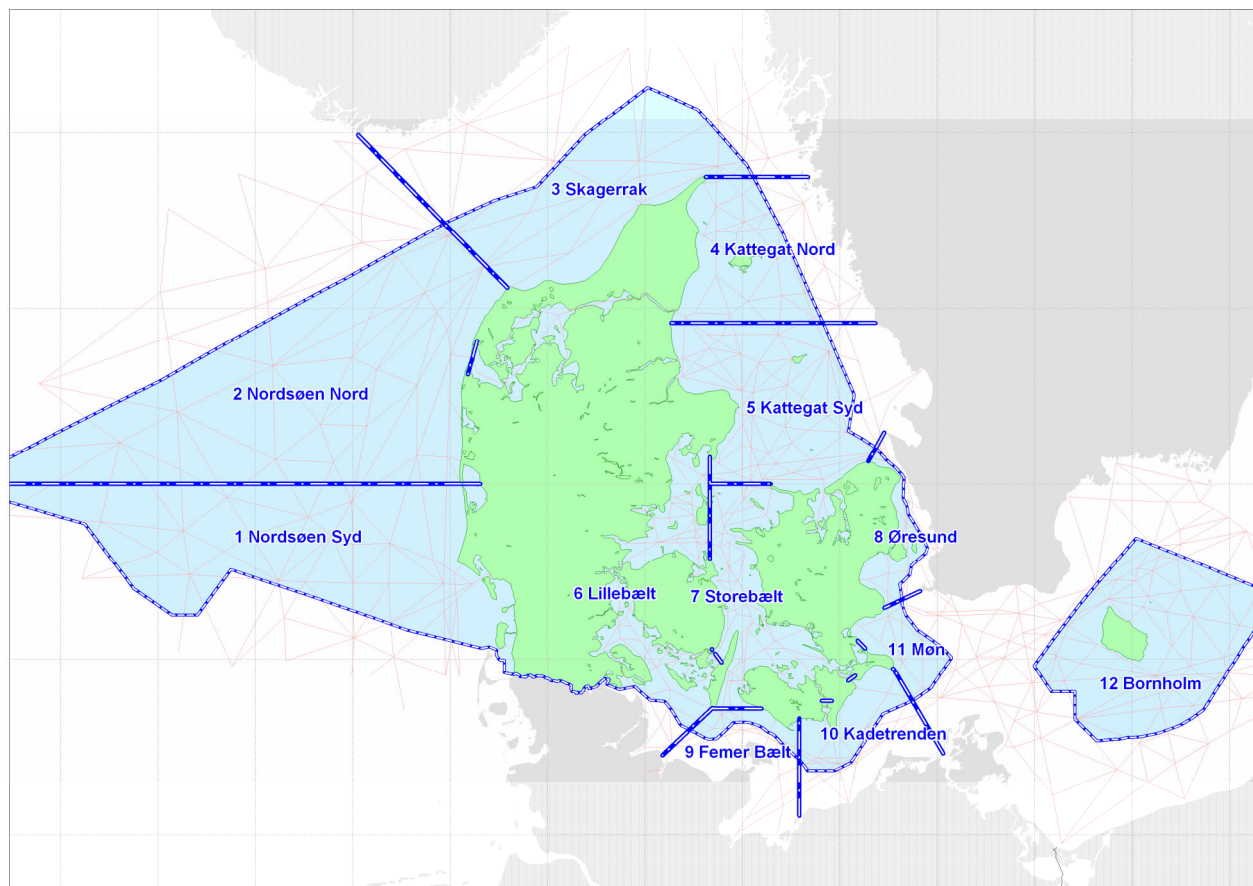
Udslip fra undersøiske dumpningsområder for miner mm. fra anden verdenskrig ved Bornholm betragtes ikke. Beredskabet mod risici fra disse dumpningsområder er hos Søværnets Minørtjeneste og af en anden karakter end beredskabet til bekæmpelse af olie- og kemikaliefurening i øvrigt.

I modelleringen er der ikke betragtet perioder med væsentligt isdække på havet. Ifølge DMI har der været 15 isvintre i de sidste 100 år. Isvintrene har haft en varighed fra 1½ måned til 5 måneder. Ud fra en skønnet gennemsnitsvarighed på 2½ måned fås, at der er isvinter i de danske farvande 3 % af tiden.

Begrundelserne for afgrænsningerne er uddybet i (COWI 02 2007).

3.3 Inddeling i farvandsområder

Som grundlag for analysen er de danske farvande inddelt i 12 farvandsområder som vist på Figur 3.1.



Figur 3.1 Inddeling af danske farvande i 12 farvandsområder. Danske farvande, EEZ, er markeret med lyseblå farve

Inddelingen i farvandsområder er gjort under hensyntagen til Søfartsstyrelsens og Farvandsvæsenets eksisterende inddelinger, som ikke er ens. Nordsøen og Kattegat er begge inddelt i to omtrent lige store farvandsområder med det formål at mindske forskellen mellem de største og mindste farvandsområder.

4 Risikoanalysens metode

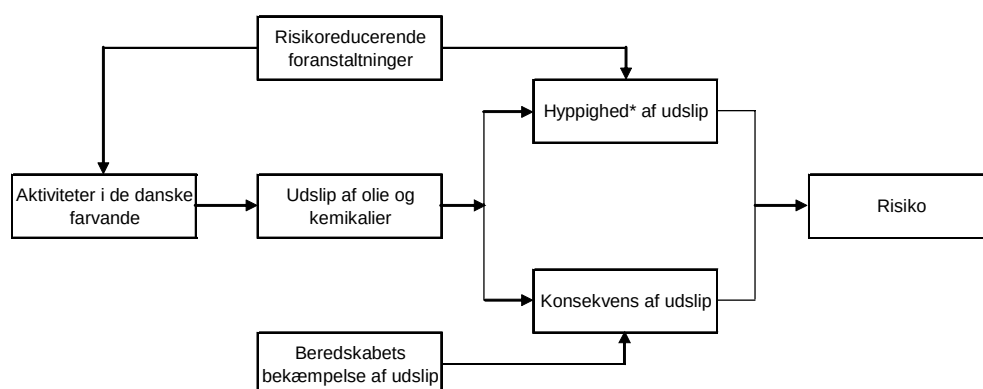
4.1 Generelt

Aktiviteterne i de danske farvande, primært skibstrafikken, medfører, at der er risiko for udslip af olie og kemikalier i de danske farvande. Risikoen kan beskrives ved to parametre:

- Hyppigheden af udslip (Antallet af udslip pr. år for typer af udslip, der forekommer ofte. Sandsynligheden pr. år for typer af udslip, der normalt ikke forekommer).
- Konsekvenserne for havmiljøet som følge af udslippet

Risikoen for olie- og kemikalieudslip til havmiljøet i danske farvande er illustreret i Figur 4.1.

Hyppigheden af udslip kan reduceres ved risikoreducerende foranstaltninger, der påvirker aktiviteterne i de danske farvande. Konsekvenserne af udslip for havmiljøet kan reduceres ved beredskabets bekæmpelse af udslippene.



Figur 4.1 Illustration af risikoen for olie- og kemikalieforurening i de danske farvande

*: Hyppighed er

- antallet af udslip pr. år for typer af udslip, der forekommer ofte
- sandsynligheden pr. år for typer af udslip, der normalt ikke forekommer.

Fremgangsmåden ved risikoanalysen er beskrevet i Figur 4.3.

Som grundlag for risikoanalysen foretages først en beskrivelse af aktiviteterne i de danske farvande omfattende:

- En beskrivelse af skibstrafikken og andre skibsaktiviteter, se afsnit 5
- En beskrivelse af transporten af olie og kemikalier i de danske farvande, se afsnit 6

Beskrivelsen af aktiviteterne danner grundlag for den efterfølgende risikoanalyse. Den indledes med en identifikation af kilder til udslip, dvs. ulykker som kan føre til udslip. Det kan f.eks. være en kollision, hvor et tankskib lastet med olie rammes, så tanken beskadiges, og olie strømmer ud i havet.

Ud fra denne identifikation opstilles en række scenarier for udslip af olie og kemikalier, som kan medføre skade på havmiljøet. Disse scenarier udvælges på en sådan måde, at deres hyppigheder og konsekvenserne for havmiljøet giver en dækkende beskrivelse af risikoen for havmiljøet som følge af udslip af olie og kemikalier. Identifikation og opstilling af scenarier er beskrevet i afsnit 7.

For hvert scenario foretages både en beregning af hyppighed og konsekvens.

Beregningen af hyppighederne af udslip består af (se afsnit 8):

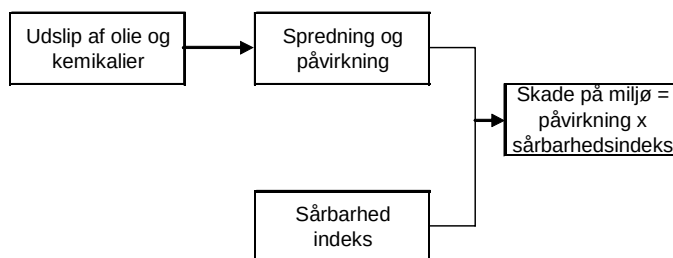
- Beregning af hyppigheden af hændelser, der kan medføre udslip, f.eks. beregning af hyppigheden af kollisioner
- Beregning af sandsynligheden for, at hændelsen medfører udslip, f.eks. at kollisionen medfører skade på lasttanken på et tankskib lastet med olie
- Beregning af sandsynligheder for forskellige størrelser af udslip i de tilfælde, hvor der sker udslip.

De risikoreducerende foranstaltninger påvirker aktiviteterne i de danske farvande og dermed hyppighederne for udslip. I risikoanalysen modelleres virkningen som reduktioner i hyppighederne.

Beregningen af konsekvenser foregår principielt i to trin som vist i Figur 4.2. Med udslip af olie som eksempel kan beregningskonceptet beskrives som følger:

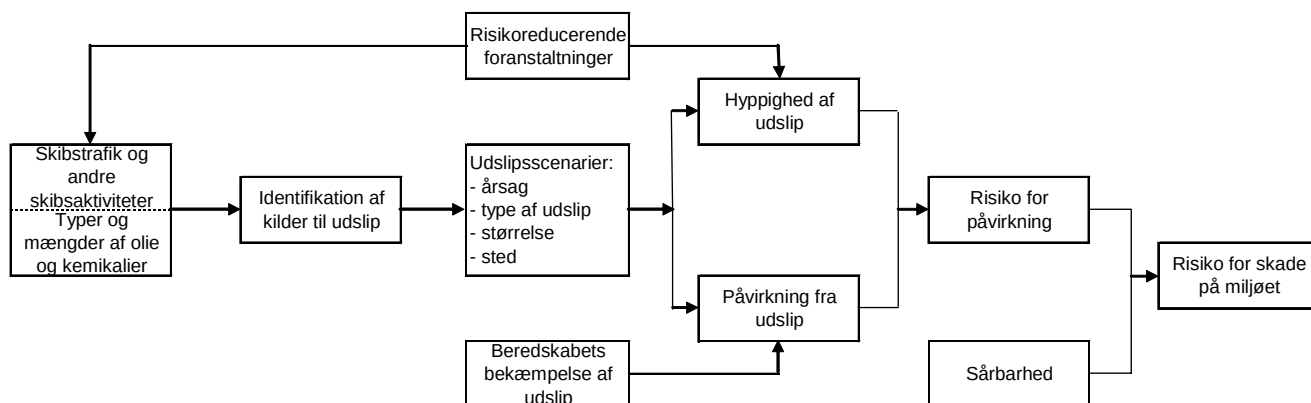
- Først beregnes det, hvorledes olien spredes på havet under hensyn til en række parametre og beredskabets bekæmpelse af udslippet. I beregningen er de danske farvande inddelt i små beregningsenheder. Det beregnes, hvor meget olie der er i hver af disse celler, og hvor længe det er der. Dette resultat kaldes påvirkningen.
- Dernæst beregnes et udtryk for skaden på havmiljøet fra påvirkningen i den enkelte beregningscelle, idet der tages hensyn til miljøets sårbarhed

overfor olie i beregningscellen. Der er opstillet indeks for sårbarheden ud fra en lang række parametre, som beskrevet i afsnit 11.4. Ved at multiplicere den beregnede påvirkning med dette indeks fås et indeks for skaden på havmiljøet. Indekset gør det muligt at sammenligne værdier for forskellige områder, for forskellige antagelser om beredskab og for situationerne i dag og i 2010, 2015 og 2020.



Figur 4.2 Sammenhæng mellem påvirkning og skade på havmiljøet

I risikomodellen beregnes skaden på havmiljøet ikke for det enkelte scenario. I stedet beregnes først risikoen for påvirkning ved for hvert scenario at multiplicere hyppigheden med påvirkningen. Derefter beregnes risikoen for skade på havmiljøet ved at multiplicere den beregnede risiko for påvirkning med indeks for sårbarhed, se Figur 4.3.



Figur 4.3 Fremgangsmåde for risikoanalysen

Modelleringen af spredning og påvirkning fra de betragtede udslip er beskrevet i afsnit 9. I dette afsnit er det også beskrevet, hvordan beredskabets bekæmpelse af forureningen er modelleret.

Den beregnede risiko for påvirkning er beskrevet i afsnit 10, og risikoen for skade på havmiljøet er beskrevet i afsnit 11.

Risikomodellen er et overordnet planlægningsværktøj. Formålet er at give et generelt billede af risikoen for olie- og kemikalieforurening i de danske farvande og de betragtede farvandsområder samt at kunne modellere virkningen af ændringer i beredskabet. For at kunne give et billede af risikoen overalt i de

danske farvande er der i modelleringen foretaget forenklinger. Det gælder i sær i modelleringen af spredning af olie og kemikalier i havmiljøet.

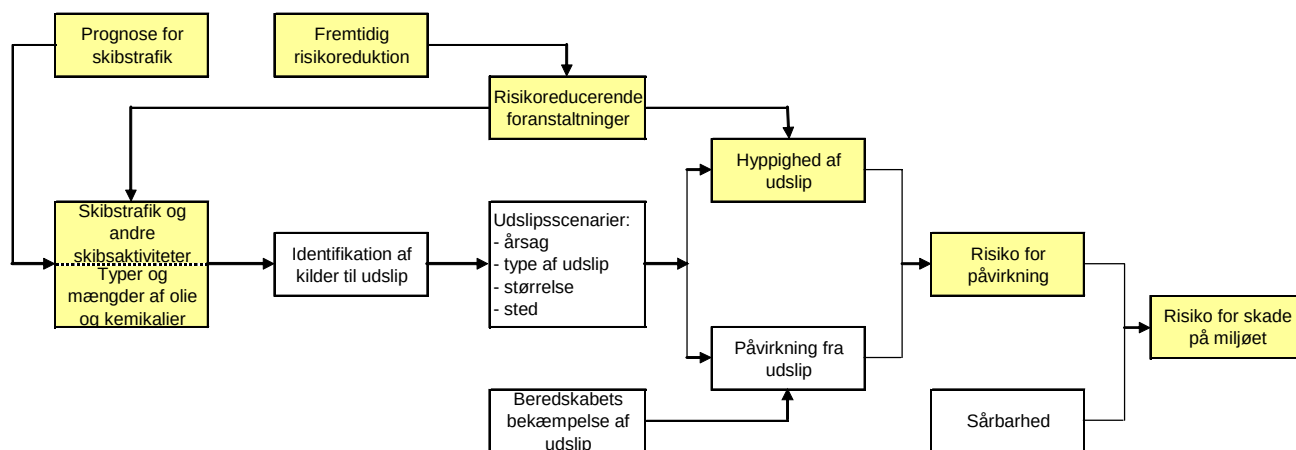
Hvis man ønsker at analysere forholdene detaljeret på en specifik lokalitet, så bør man anvende detaljerede modeller, herunder detaljerede spredningsmodeller.

4.2 De fremtidige situationer

Risikoen i år 2010, 2015 og 2020 modelleres på samme måde som risikoen i dag. Forskellen er, at grundlaget ændres. Ændringerne i grundlaget er bestemt som vist på Figur 4.4.

Der er opstillet en prognose for skibstrafikkens udvikling fra i dag til 2020, som beskrevet i afsnit 5.3.3. På grundlag af prognosen er den fremtidige skibstrafik og de transporterede mængder af olie og kemikalier i årene 2010, 2015 og 2020 bestemt.

Det er undersøgt hvilke yderligere risikoreducerende foranstaltninger, der vil være indført eller forventes indført i henholdsvis 2010, 2015 og 2020. Se afsnit 8.4. Dette bestemmer de risikoreducerende foranstaltninger i fremtiden. Det drejer sig bl.a. om indførelse af VTS (Vessel Traffic Service), dvs. overvågning og vejledning af trafikken fra land, øget anvendelse af lods og forbedret skibsdesign, herunder dobbeltskrog ud for tanke.



Figur 4.4 *Modellering af de fremtidige situationer, 2010, 2015 og 2020*
Aktiviteter, hvor der er ændringer i forhold til situationen i dag, markeret med farve.

Beredskabet antages her fortsat at være det valgte modelberedskab. Efterfølgende vil man kunne udføre modellering med forskellige antagelser om beredskabet i henholdsvis 2010, 2015 og 2020.

Den forøgede skibstrafik og de forøgede transporterede mængder medfører en forøgelse af hyppigheden af udslip. De forbedrede risikoreducerende foranstaltninger medfører en reduktion af hyppighederne. De ændrede hyppigheder medfører en ændring af risikoen for påvirkning og af risikoen for skade på havmiljøet.

Det er forudsat, at havmiljøets sårbarhed overfor olie- og kemikalieudslip ikke ændres. Hvis der i fremtiden skulle ske ændringer i vurderingen af sårbarheden, vil dette kunne indbygges i modellen.

4.3 Risikoacceptkriterier

Mulige acceptkriterier for risiko for skade på havmiljøet er undersøgt, se (COWI 14 2007). Det er konkluderet, at der ikke findes risikoacceptkriterier, der er direkte anvendelige til bedømmelse af de i denne risikoanalyse beregnede risici for påvirkning og skade på havmiljøet som følge af udslip af olie og kemikalier.

4.4 Følsomhedsberegninger for beredskabets virkning

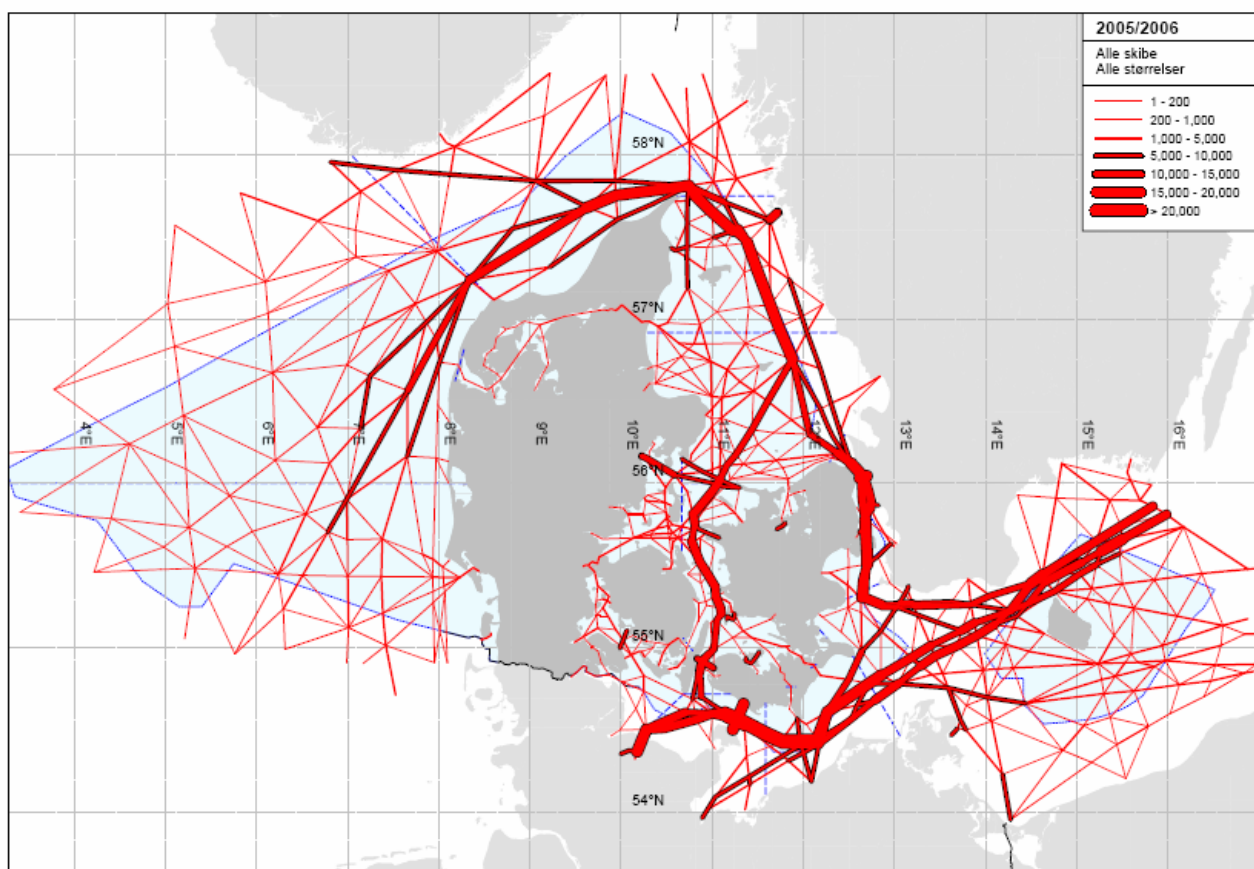
For at belyse virkningen af ændringer i beredskabet til bekæmpelse af forurening af havmiljøet med olie og flydende kemikalier er der som supplement til arbejdet rapporteret i revision 0 af denne rapport udført supplerende beregninger for andre udformninger af beredskabet, se afsnit 12 og (COWI 17 2007).

5 Skibstrafik og andre skibsaktiviteter

5.1 Nuværende situation

5.1.1 Skibstrafik

Skibstrafikken i de danske farvande og de omgivende farvande er vist på Figur 5.1. Der henvises også til bilag 2, hvor denne figur samt figurer der viser trafikken af henholdsvis tankskibe, bulkcarriers, stykgodsskibe, andre skibe med pakket gods, færger og krydstogtskibe findes i større format.



Figur 5.1 Skibstrafik i de danske farvande. Alle skibstyper. Tallene angiver antal skibspassager i begge retninger 1. juli 2005 til 30. juni 2006

Skibstrafikken består af følgende hovedtyper:

- Fragtskibe, der sejler med gods i bulk:
 - Bulkcarriers, hvor lasten er fast stof, f.eks. kul, korn, ammoniumnitrat (gødning), der er fyldt ned i store lastrum
 - Tankskibe, hvor lasten er væske eller gas i store tanke.
- Fragtskibe, der sejler med pakket gods, dvs. godset er pakket i mindre enheder. Det er traditionelle stykgodsskibe, containerskibe, RO-RO (Roll On, Roll Off), biltransportskibe mm.
- Passagerskibe, herunder færger og krydstogtskibe. Bilfærger og togfærger sejler også med pakket gods i form af lastbiler og godsvogne.
- Andre fartøjer, såsom fiskeskibe og slæbebåde

Fragtskibstrafikken er hovedsagelig trafik ind og ud af Østersøen via tre ruter:

- Ruten gennem Storebælt, som benyttes af de største skibe. Skibenes dybgang er begrænset til ca. 15 m ud for Gedser. Det begrænser størrelsen af skibe, der kan sejle fuldt lastede ind og ud af Østersøen til af størrelsesordenen godt 100.000 DWT.
- Ruten gennem Øresund, der er kortere end ruten gennem Storebælt. Her begrænses skibenes størrelse af dybden på 8 m i den gravede rende i Drogden. Skibe med dybgang på op til 7,7 m kan ved middelvandstand lodes igennem denne rende. Det begrænser størrelsen af fuldt lastede skibe til af størrelsesordenen 10.000 DWT
- Ruten gennem Kielerkanalen, som for skibe, som kommer fra Den Engelske Kanal, er væsentligt kortere end ruterne nord om Jylland. Begrænsningerne på skibsstørrelse i Kielerkanalen gælder både dybgang (afhængig af skibets længde), bredde og mastehøjde. Det vurderes, at dette begrænser fuldt lastede skibe til af størrelsesordenen 20.000 DWT.

Antallet af skibspassager på de tre ruter er vist i Tabel 5.1, Tabel 5.2 og Tabel 5.3. Grundlaget er AIS registreringer som beskrevet i afsnit 5.3 (AIS = Automatic Identification System). Alle skibe > 300 GT skal sende AIS signaler. I tabellerne kan der i tallene indgå skibe < 300 GT, hvis disse har AIS, selvom det ikke er et krav.

Årstrafik - I dag Passager gennem Storebælt		Størrelsesklasse (DWT)						I alt
		0 - 500	500 - 3.000	3.000 - 10.000	10.000 - 25.000	25.000 - 100.000	> 100.000	
Tankere	Ud		286	265	793	1,288	873	3,506
	Ind	2	283	237	601	648	642	2,412
Bulkcarriers	Ud	1	38	42	416	1,220	18	1,735
	Ind	1	48	75	281	568	24	996
Stykgods	Ud	11	1,174	908	331	53		2,477
	Ind	11	1,278	926	283	29		2,527
Pakket gods	Ud	10	4	378	848	16		1,255
	Ind	8	2	399	864	4		1,277
Færge og passagertrafik	Ud	5	13	839	30			887
	Ind	5	16	836	23			879
Øvrige	Ud	351	12	2	1	1		368
	Ind	296	20	6	1	2		326
Alle skibstyper	Ud	378	1,527	2,434	2,419	2,577	891	10,226
	Ind	324	1,648	2,479	2,053	1,250	666	8,419
Total trafik		701	3,175	4,913	4,472	3,827	1,557	18,645

*Tabel 5.1 Skibspassager med AIS i Storebælt
1. juli 2005 - 30. juni 2006*

Årstrafik - I dag Passager gennem Øresund		Størrelsesklasse (DWT)						I alt
		0 - 500	500 - 3.000	3.000 - 10.000	10.000 - 25.000	25.000 - 100.000	> 100.000	
Tankere	Ud	36	480	1,209	204	53	2	1,985
	Ind	35	464	1,343	593	707	237	3,378
Bulkcarriers	Ud	1	167	504	19	76		768
	Ind		153	499	203	907		1,762
Stykgods	Ud	8	2,776	4,583	62	13		7,442
	Ind	12	3,029	4,782	143	44		8,010
Pakket gods	Ud	1	431	1,805	530			2,768
	Ind		446	1,722	492			2,660
Færge og passagertrafik	Ud	7	68	521	525			1,121
	Ind	7	74	777	719			1,577
Øvrige	Ud	294	539	16	1			850
	Ind	388	599	14	1			1,002
Alle skibstyper	Ud	348	4,461	8,638	1,342	142	2	14,934
	Ind	442	4,764	9,137	2,152	1,658	237	18,389
Total trafik		790	9,225	17,775	3,494	1,801	239	33,323

*Tabel 5.2 Skibspassager med AIS i Øresund syd for Drogden
1. juli 2005 - 30. juni 2006*

Årstrafik - I dag Passager gennem Kielerkanalen		Størrelsesklasse (DWT)						I alt
		0 - 500	500 - 3.000	3.000 - 10.000	10.000 - 25.000	25.000 - 100.000	> 100.000	
Tankere	Ud		381	809	588	8		1,786
	Ind		392	792	479	57		1,721
Bulkcarriers	Ud		14	48	37	27		127
	Ind	1	16	38	42	84		180
Stykgods	Ud	6	2,706	4,777	96	1		7,586
	Ind	1	2,442	4,797	125	2		7,368
Pakket gods	Ud	22	31	2,106	482	1		2,642
	Ind	26	41	2,592	754	1		3,414
Færge og passagertrafik	Ud	8	47	53	4			111
	Ind	13	30	57	4			104
Øvrige	Ud	121	129	7				257
	Ind	145	109	5	1			259
Alle skibstyper	Ud	157	3,308	7,800	1,206	38		12,508
	Ind	186	3,029	8,281	1,405	145		13,046
Total trafik		343	6,337	16,081	2,611	183		25,554

Tabel 5.3 Skibspassager med AIS ved indsejlingen til Kielerkanalen ved Kiel
1. juli 2005 - 30. juni 2006

De sejlede sømil i alle danske farvande er vist i Tabel 5.4.

Årstrafik - I dag Sejlede sømil i danske farvande [tusinde]		Størrelsesklasse (DWT)						I alt
		0 - 500	500 - 3.000	3.000 - 10.000	10.000 - 25.000	25.000 - 100.000	> 100.000	
Tankere		18	663	1,382	1,159	1,322	896	5,441
Bulkcarriers		5	103	361	442	1,261	17	2,189
Stykgods		20	3,180	5,131	433	73		8,837
Pakket gods		10	284	2,540	1,895	80	37	4,847
Færge og passagertrafik		955	572	1,653	238			3,418
Øvrige		433	209	24	2	2		670
Alle skibstyper		1,442	5,010	11,091	4,170	2,737	950	25,401

Tabel 5.4 Antal sejlede sømil, skibe med AIS, i alle danske farvande 1. juli 2005 - 30. juni 2006

5.1.2 Overførsel af olie til søs

I de danske farvande foregår der følgende overførsler af olie til søs, som kunne medføre udslip af olie til havmiljøet:

- Overførsel af olielast mellem tankskibe, STS.
- Bunkring til søs. Bunkers betegner olie til skibets drift. Ved bunkring til søs overføres bunkers fra et tankskib til et skib, der er på vej igennem de danske farvande.
- Overførsel af råolie fra olieindvindingsplatforme i Nordsøen til tankskibe. Denne aktivitet betragtes ikke i risikoanalysen, da ejerne og brugerne af anlæggene har ansvaret for bekæmpelsen af udslip, som nævnt i afsnit 3.2.

STS

Formålet med STS er at fylde meget store tankskibe, der ikke fuldt lastede kan sejle igennem de danske farvande, op med olie, der skal eksporteres fra Østersøen typisk til Fjernøsten. Transportomkostningerne pr. tons olie er mindre i disse meget store tankskibe end i de tankskibe, der fuldt lastede kan sejle ud af Østersøen.

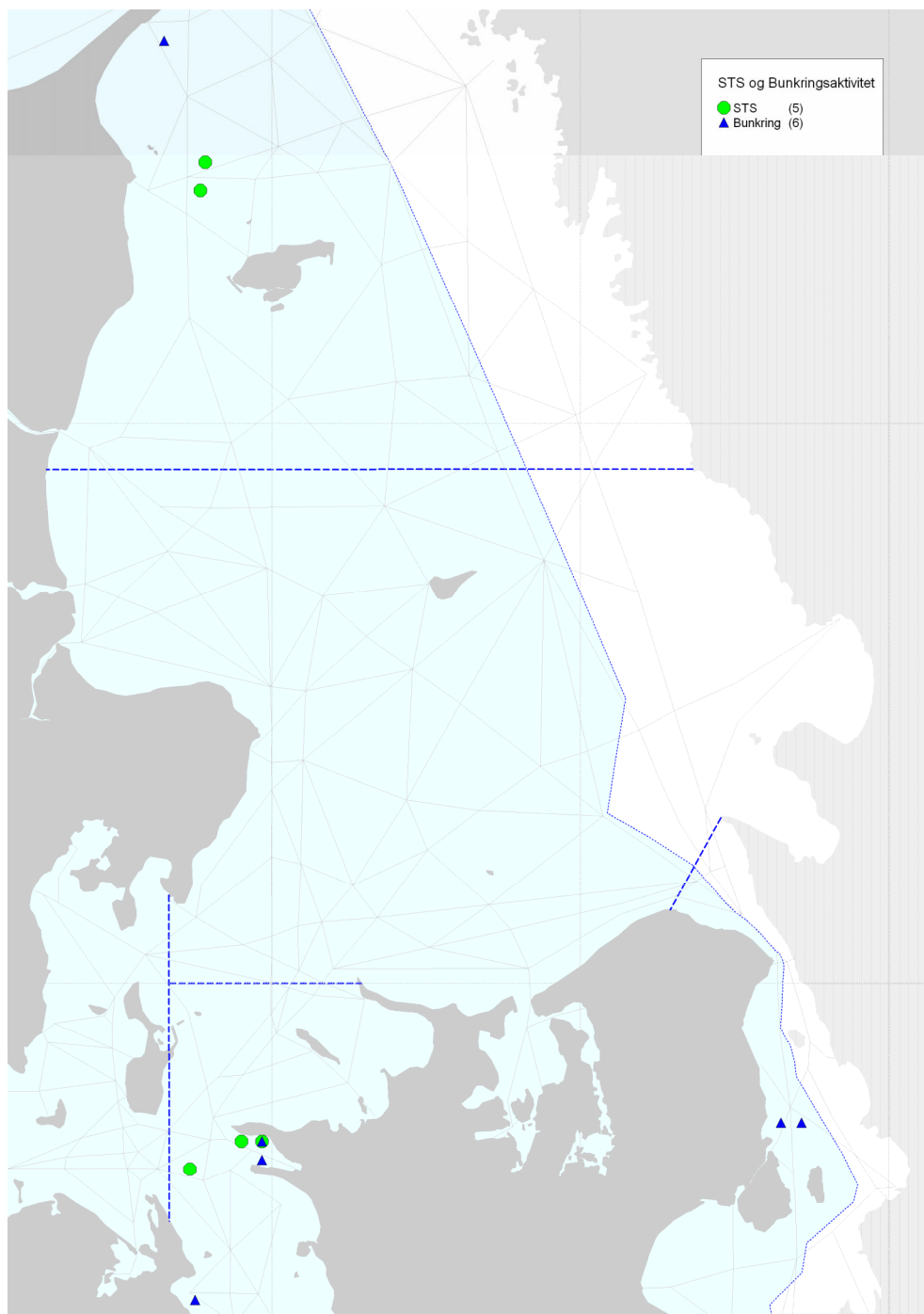
Overførslerne foregår hovedsagelig ved Frederikshavn og Kalundborg Fjord, se Figur 5.2 og Tabel 5.5. 2/3 af overførslerne ved Kalundborg Fjord foregår vest for rute T, og 1/3 af overførslerne foregår inde i selve fjorden. Ved Frederikshavn overføres hovedsagelig råolie, medens der ved Kalundborg Fjord hovedsagelig overføres fuelolie.

Overførslerne sker i henhold til Søfartsstyrelsens regler (Bek. 337 2003).

Område	Antal STS	Antal skibe	Varighed hele dage	Mængde 1000 tons
Frederikshavn Red	36	92	128	3.858
Ved Kalundborg Fjord	18	40	40	597
Andre områder	2	2	1	13
I alt	56	134	169	4.467

Tabel 5.5 STS-operationer i dag (1. juli 2005 - 30. juni 2006)
Antal STS = Antal moderskibe
Antal skibe = Antal skibe, der overfører olie til moderskibene

Grundlaget for disse oplysninger er beskrevet i afsnit 5.3.2. Aktiviteterne er nærmere beskrevet i (COWI 11 2007).



Figur 5.2 Typiske positioner for STS og bunkring til søs

Bunkring til søs

Bunkring til søs foregår hovedsagelig tre steder, se Figur 5.2:

- På Københavns Red
- I Storebælt, primært i Kalundborg Fjord. Ved kraftig vestlig vind, som vanskeliggør bunkring i Kalundborg Fjord, sker det i stedet i Kerteminde Bugt (ca. 15 %).

- I Ålbæk Bugt ved Skagen

Der er ikke hidtil ført statistik over omfanget af operationerne, men ud fra oplysninger fra de firmaer, som står for bunkring til søs i de danske farvande, er omfanget af bunkringen til søs som grundlag for risikoanalysen antaget at være som anført i Tabel 5.6.

Lokalitet	tons/år	overførsler/år	tons/overførsel
København	360.000	2.900	120
Storebælt	720.000	1.450	500
Ålbæk Bugt	270.000	550	500
Alle lokaliteter	1.350.000	4.900	260

*Tabel 5.6 Bunkring til søs i de danske farvande.
Antagelser om aktiviteter i dag (1. juli 2005 - 30. juni 2006)
tons/overførsel: gennemsnitlig mængde overført per bunkeringsoperation
på lokaliteten*

Der overføres hovedsagelig tung fuelolie (ca. 85 %), resten er raffinerede produkter. Overførslerne omfatter foruden brændstof også andre typer olie til brug på skibene, f.eks. smøreolie.

Overførslerne sker i henhold til Søfartsstyrelsens regler (Bek. 337 2003).

Grundlaget for disse oplysninger er beskrevet i afsnit 5.3.2. Aktiviteterne er nærmere beskrevet i (COWI 11 2007).

5.2 Fremtidige aktiviteter

5.2.1 Skibstrafikken

Den forventede udvikling i skibstrafikken er vist i Tabel 5.7 til Tabel 5.16.

Skibstrafikken stiger mere i Storebælt end i de danske farvande generelt. I Øresund stiger skibstrafikken mindre end i de øvrige farvande. Det skyldes, at den gennemsnitlige skibsstørrelse er stigende, således at en større del af skibene er tvunget til at vælge den længere rute igennem Storebælt på grund af den begrænsede vanddybde i Øresund.

Tankskibstrafikken stiger hurtigere end skibstrafikken som helhed på grund af udviklingen i eksporten af olie fra Rusland via havne i Østersøen, hvoraf Primorsk ved Sankt Petersborg er langt den største.

	Storebælt	Øresund	Alle danske farvande
2010			
Alle skibe	10%	5%	9%
Tankskibe	21%	12%	18%
2015			
Alle skibe	17%	10%	16%
Tankskibe	26%	12%	20%
2020			
Alle skibe	26%	15%	25%
Tankskibe	33%	14%	26%

Tabel 5.7 Udviklingen i sejlede sømil pr. år (ændring i forhold til i dag) for farvandsområderne Storebælt og Øresund samt totalt for alle farvandsområder.

Udvikling i årstrafik i danske farvande	Størrelsesklasse (DWT)						I alt
	0-500	500-3.000	3.000-10.000	10.000-25.000	25.000-100.000	>100.000	
2010	1%	6%	4%	12%	22%	30%	9%
2015	1%	11%	8%	25%	42%	40%	16%
2020	2%	17%	11%	40%	72%	56%	25%

Tabel 5.8 Udviklingen i skibstrafikken. Sejlede sømil pr. år i danske farvande for alle skibstyper og skibe med AIS sammenlignet med "i dag" = perioden 1. juli 2005 til 30. juni 2006.

Udvikling i årstrafik for tankskibe	Størrelsesklasse (DWT)						I alt
	0-500	500-3.000	3.000-10.000	10.000-25.000	25.000-100.000	>100.000	
2010	+9%	+6%	+7%	+10%	+32%	+31%	+18%
2015	+4%	+4%	+4%	+7%	+44%	+42%	+20%
2020	+4%	+5%	+4%	+6%	+54%	+57%	+26%

Tabel 5.9 Udviklingen i skibstrafikken. Sejlede sømil pr. år i danske farvande med tankskibe med AIS sammenlignet med "i dag" = perioden 1. juli 2005 til 30. juni 2006.

Udvikling i årstrafik for bulk carriers	Størrelsesklasse (DWT)						I alt
	0- 500	500- 3.000	3.000- 10.000	10.000- 25.000	25.000- 100.000	>100.000	
2010	-1%	-2%	-1%	+1%	+11%	+22%	+7%
2015	+5%	+3%	+5%	+9%	+28%	+49%	+19%
2020	+11%	+8%	+11%	+17%	+46%	+81%	+33%

Tabel 5.10 Udviklingen i skibstrafikken. Sejlede sømil pr. år i danske farvande med bulkcarriers med AIS sammenlignet med "i dag" = perioden 1. juli 2005 til 30. juni 2006.

Årstrafik Storebælt	Størrelsesklasse (DWT)						I alt
	0- 500	500- 3.000	3.000- 10.000	10.000- 25.000	25.000- 100.000	>100.000	
2010	1%	7%	7%	11%	21%	31%	12%
2015	1%	14%	13%	21%	36%	42%	21%
2020	1%	20%	20%	34%	52%	58%	32%

Tabel 5.11 Udviklingen i skibstrafikken. Antal passager pr. år i Storebælt, alle skibstyper, skibe med AIS, sammenlignet med "i dag" = perioden 1. juli 2005 til 30. juni 2006.

Tankskibstrafik Storebælt	Størrelsesklasse (DWT)						I alt
	0- 500	500- 3.000	3.000- 10.000	10.000- 25.000	25.000- 100.000	>100.000	
2010	9%	8%	8%	10%	32%	31%	22%
2015	4%	7%	5%	6%	44%	42%	28%
2020	4%	10%	6%	5%	54%	57%	35%

Tabel 5.12 Udviklingen i skibstrafikken. Antal passager pr. år i Storebælt, tankskibe med AIS, sammenlignet med "i dag" = perioden 1. juli 2005 til 30. juni 2006.

Årstrafik Øresund	Størrelsesklasse (DWT)						I alt
	0- 500	500- 3.000	3.000- 10.000	10.000- 25.000	25.000- 100.000	>100.000	
2010	1%	5%	4%	9%	19%	31%	5%
2015	1%	10%	6%	19%	33%	42%	10%
2020	2%	15%	10%	29%	48%	57%	15%

Tabel 5.13 Udviklingen i skibstrafikken. Antal passager pr. år i Øresund, alle skibstyper, skibe med AIS, sammenlignet med "i dag" = perioden 1. juli 2005 til 30. juni 2006.

Tankskibstrafik Øresund	Størrelsesklasse (DWT)						I alt
	0- 500	500- 3.000	3.000- 10.000	10.000- 25.000	25.000- 100.000	>100.000	
2010	9%	5%	7%	10%	34%	31%	12%
2015	4%	2%	3%	7%	47%	42%	11%
2020	4%	3%	3%	6%	59%	57%	14%

Tabel 5.14 *Udviklingen i skibstrafikken. Antal passager pr. år i Øresund, tankskibe med AIS, sammenlignet med "i dag" = perioden 1. juli 2005 til 30. juni 2006.*

Årstrafik Kielerkanalen	Størrelsesklasse (DWT)						I alt
	0- 500	500- 3.000	3.000- 10.000	10.000- 25.000	25.000- 100.000	>100.000	
2010	1%	7%	5%	18%	21%		7%
2015	3%	14%	7%	36%	41%		12%
2020	5%	20%	8%	57%	72%		17%

Tabel 5.15 *Udviklingen i skibstrafikken. Antal passager pr. år ved indsejlingen til Kielerkanalen ved Kiel, alle skibstyper og skibe > 300 GT, sammenlignet med "i dag" = perioden 1. juli 2005 til 30. juni 2006.*

Tankskibstrafik Kielerkanalen	Størrelsesklasse (DWT)						I alt
	0- 500	500- 3.000	3.000- 10.000	10.000- 25.000	25.000- 100.000	>100.000	
2010		7%	7%	10%	36%		8%
2015		6%	3%	5%	50%		5%
2020		8%	3%	3%	63%		6%

Tabel 5.16 *Udviklingen i skibstrafikken. Antal passager pr. år ved indsejlingen til Kielerkanalen ved Kiel, tankskibe > 300 GT, sammenlignet med "i dag" = perioden 1. juli 2005 til 30. juni 2006.*

5.2.2 STS og bunkring til søs i fremtiden

STS-operationer

Omfanget af STS-operationer er antaget at stige i samme takt som eksporten af russisk olie, som beskrevet ovenfor, se også (COWI 11 2007). Det giver følgende stigninger:

- Fra i dag til 2010: Faktor 1,28
- Fra 2010 til 2015: Faktor 1,06
- Fra 2015 til 2020: Faktor 1,06

Bunkring til søs

Der er forudsat uændret bunkring til søs i fremtiden. O.W. Bunker (O.W. Bunker 2006) forventer konstant eller svagt faldende aktivitet i de danske far-

vande. Det skyldes, at baltiske lande m.fl. bliver bedre til at håndtere bunkring, så en større del af omsætningen går hertil. Dette vil opveje den øgede skibstrafik. Se også (COWI 11 2007).

5.3 Grundlag

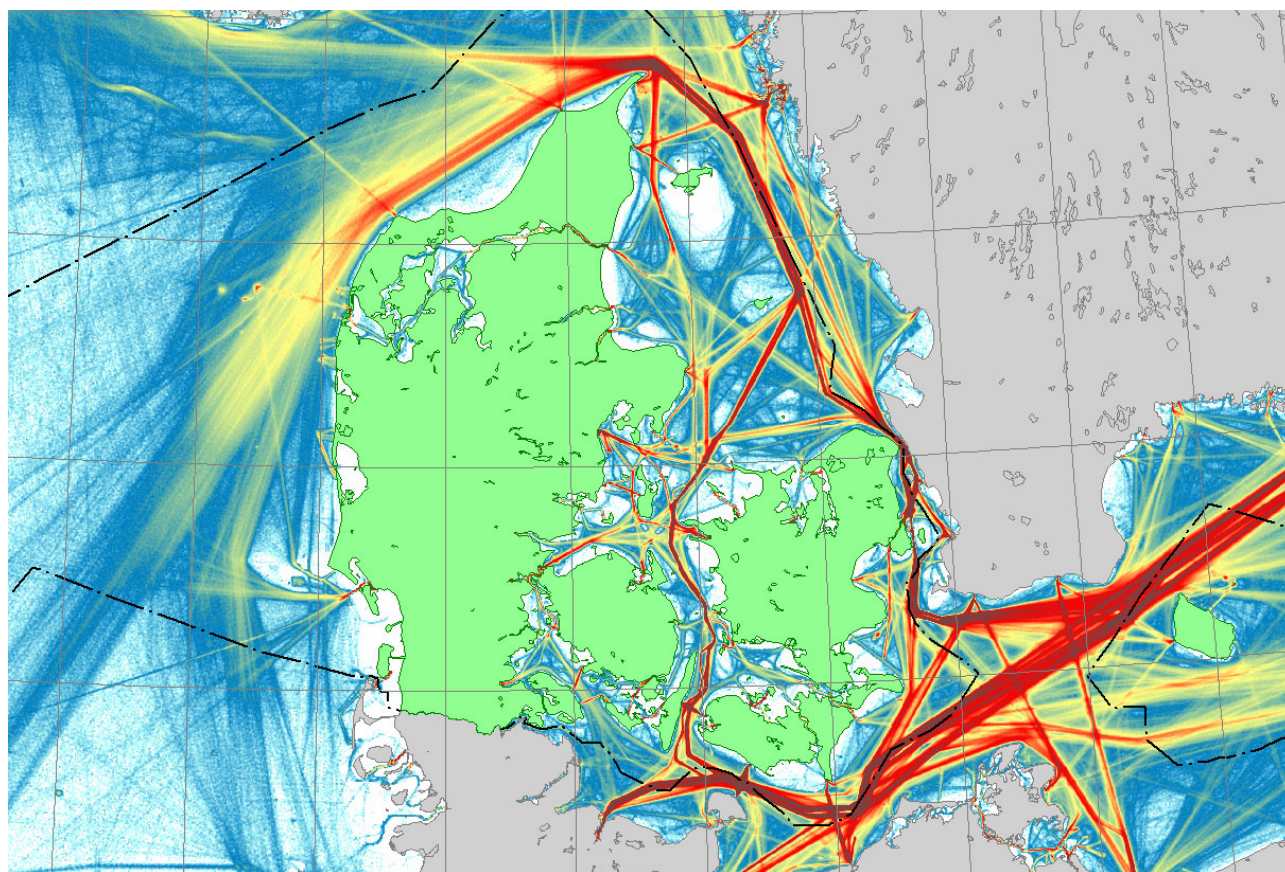
5.3.1 Skibstrafikinformation

Kortlægningen af skibstrafikken bygger på de AIS-signaler, som skibene udsender. Alle skibe større end 300 GT skal sende disse signaler, som giver oplysning om skibets karakteristika, om dets position, kurs, hastighed over grunden mm.

Disse signaler opfanges på land og lagres af myndighederne.

COWI har fra Farvandsvæsenet fået rådata med signaler dækkende de danske farvande og relevante dele af de omkringliggende farvande for perioden 1. juli 2005 til 30. juni 2006. I alt ca. 100 mio. positionsmeldinger, hvoraf ca. 85 mio. er i de danske farvande.

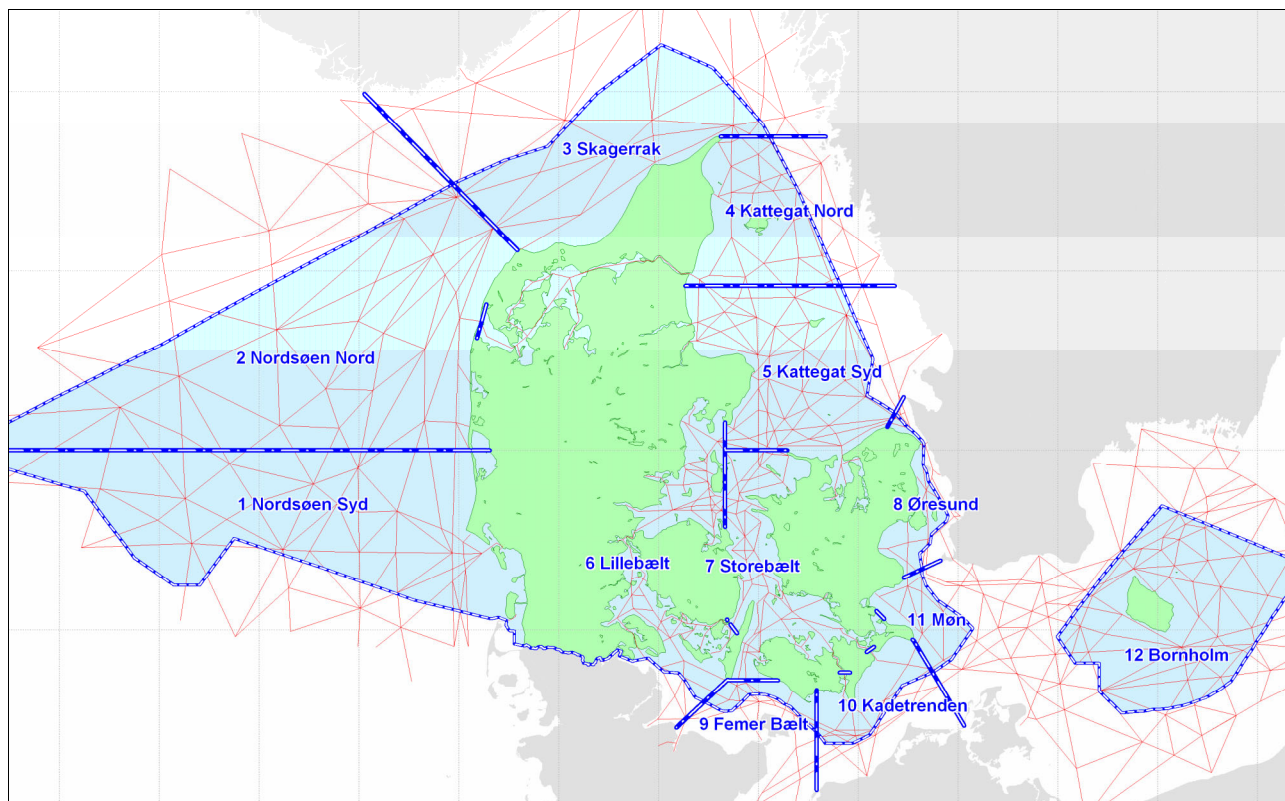
Disse rådata er blevet analyseret, hvorved der fremkommer et billede af intensiteten af skibstrafikken som vist på Figur 5.3.



Figur 5.3 Intensitet af skibstrafik på grundlag af AIS-data

Rutenet

Ud fra dette billede af intensiteten af skibstrafikken, placering af bøjer mm. er der indlagt et idealiseret rutenet, som vist på Figur 5.4. Formålet er at kunne allokere al skibstrafik til dette rutenet.



Figur 5.4 Rutenet, som er grundlag for modellering af skibstrafikken

En del af AIS-signalet er oplysning om skibets IMO-nummer, der er en entydig identifikation af skibet.

Der er opstillet et automatisk analyseværktøj, som identificerer AIS-signalerne fra det enkelte skib, og herudfra bestemmer, hvilke ben i rutenet skibet skal antages at have fulgt.

På denne måde bliver skibstrafikken lagt ind på rutenettet, og der fås et klart billede af skibstrafikken som grundlag for den videre analyse.

Det har i denne proces været nødvendigt at foretage nogle korrektioner, idet:

- Der er korte perioder, hvor AIS-data generelt mangler
- Der er mindre del af AIS-signalerne, som det ikke er lykkedes at allokere til rutenettet.

Der er korrigeret herfor ved generelt at forøge skibstrafikken med 19,5 %.

En sammenligning med de således justerede skibspassager og tællinger fra VTS Storebælt for 2005 viser god overensstemmelse.

Skibstyper og skibsstørrelser

Ud fra IMO-numrene på skibene er de identificeret i Lloyd's Register. Herfra fås oplysninger om skibets karakteristika. Bl.a. type, størrelse (DWT og GT), hoveddimensioner samt om skibet har dobbeltskrog.

Til brug for risikoanalysen er de skibstyper, som findes i Lloyd's Register, samlet til 24 skibstyper, og skibsstørrelsen i DWT er inddelt i 37 intervaller.

For at give et overskueligt billede af skibstrafikken i Tabel 5.1 til Tabel 5.3 er de 24 skibstyper samlet til 6 og de 37 størrelsesklasser samlet til 6. De 6 størrelsesklasser anvendes i fremskrivningen af skibstrafikken som beskrevet i afsnit 5.3.3 og til allokering af gods på skibe, som sejler med gods i bulk, se afsnit 6.

I modelleringen af hyppigheden af kollisioner og grundstødninger anvendes et repræsentativt udsnit af de skibe, der er registreret i de danske farvande, se afsnit 8.3.

5.3.2 Oplysninger om STS og bunkring til søs

Oplysningerne om omfanget af STS-operationer stammer fra SOKs systematiske registreringer af disse operationer. De er suppleret med oplysninger fra den vigtigste agent, Maersk Broker.

Oplysninger om bunkring til søs stammer hovedsageligt fra O.W. Bunker, som står for driften af de tankskibe, der leverer bunkring til søs på vegne af alle danske firmaer, som er engageret i bunkring til søs i de danske farvande. Der er suppleret med oplysninger fra svenske firmaer, som står for godt 10 % af den leverede mængde.

5.3.3 Prognose for fremtidig skibstrafik

Fragtskibe

Prognosen for den fremtidige fragtskibstrafik i danske farvande er opstillet på grundlag af:

- Den nuværende fragtskibstrafik, såvel antal og størrelse (se afsnit 5.1.1) som godsgrupper og mængder (se afsnit 6.2).
- Baltic Maritime Outlook 2006 (BMO 2006), som vurderer den fremtidige søtransport i Østersøregionen. Der er udarbejdet prognoser for væksten i transporteret godsmængde for 19 varegrupper frem til 2010 og 2020.
- En vurdering af den fremtidige eksport af russisk olie ud fra oplysninger fra International Energy Agency (IEA).
- En vurdering af udviklingen i de gennemsnitlige skibsstørrelser for de skibe, der sejler i de danske farvande

De grundlæggende skøn for vækst i transportvolumen ud fra (BMO 2006) er vist i Tabel 5.17. For kemikalier fås ud fra (BMO 2006) for hele den betragtede

periode en vækst på 2,9 % pr. år for eksporten og en vækst på 2,6 % pr. år for importen.

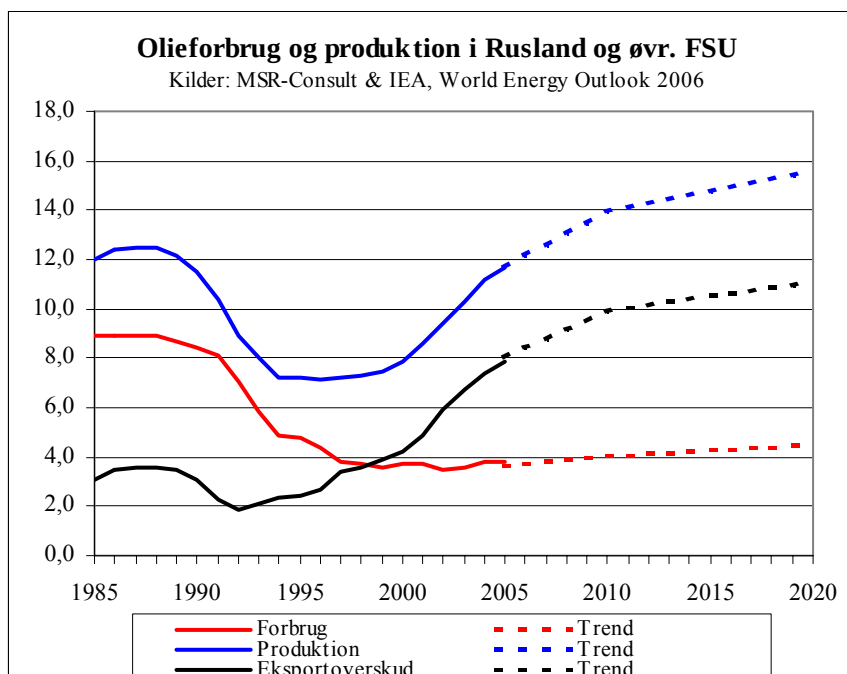
For så vidt angår eksport af olie og olieprodukter ud af Østersøen anvendes i stedet følgende tal:

- Fra i dag til 2010: 5,7 % pr. år
- Fra 2010 til 2020: 1,2 % pr. år

Disse tal bygger på den udvikling i den totale olieeksport fra Rusland og de øvrige FSU (Former Sovjet Union) lande, som fremgår af Figur 5.5 som forskellen mellem produktion og forbrug. Det er forudsat, at det er en konstant brøkdelt af den russiske olieeksport, der sejles ud gennem Østersøen.

Periode	Eksport			Import		
	Dry bulk	Liquid bulk	Other	Dry bulk	Liquid bulk	Other
2005-2010	2,0%	3,3%	1,3%	1,9%	1,4%	1,8%
2010-2020	2,5%	3,5%	1,4%	2,3%	1,7%	2,3%

Tabel 5.17 Grundlægende skøn for årlig vækst i volumen fordelt på hovedgodstyper



Figur 5.5 Olieforbrug og produktion i Rusland og øvrige FSU, mio. tønder pr. dag = 50 mio. tons/år

For hver skibstype beregnes en årlig vækst i transporteret volumen ud fra, hvilke godsgrupper skibene sejler med. Væksten i antallet af skibe reduceres derefter svarende til stigningen i den gennemsnitlige skibsstørrelse.

Fremgangsmåden kan illustreres ved som eksempel at betragte tankskibe af typen "tanker, kemi/produkt" i perioden fra i dag til 2010. Antallet af skibe fremskrives ud fra eksporten (sejlads ud af Østersøen), idet godsstrømmen i denne retning er dominerende. Skibene sejler med 6,6 % kemikalier og 93,4 % olieprodukter, se (COWI 05 2007). Ud fra den årlige vækst i godsstrømmen på henholdsvis 2,9 % og 5,7 % fås, at væksten i transporteret mængde med denne skibstype er 5,5 % pr. år. Den gennemsnitlige skibsstørrelse vokser med 2,4 % pr. år, så antallet af skibe vokser med 3,1 % pr. år. Dette svarer til, at antallet af skibe vokser med en faktor 1,15 i løbet af de 4,5 år fra i dag til 2010.

Da den gennemsnitlige skibsstørrelse stiger, så bliver væksten i antallet af skibe størst for de største skibe. Ud fra den nuværende fordeling af skibene på skibsstørrelser er det beregnet, at der skal anvendes følgende faktorer for at få både den prognosticerede stigning i antallet af skibe og stigningen i gennemsnitsstørrelse:

500 - 3.000 DWT:	1,00
3.000 - 10.000 DWT:	1,03
10.000 - 25.000 DWT:	1,10
25.000 - 100.000 DWT:	1,37
> 100.000 DWT:	1,66

Der henvises generelt til (COWI 04 2007) for så vidt angår prognosen og til (COWI 03 2007) for så vidt angår beregningen af ovenstående faktorer.

Passagerskibe

For færgeruterne i de danske farvande er passagertransporten fremskrevet på baggrund af den generelle trend i antallet af skibspassager med denne type skibe og den prognose, der blev udarbejdet i forbindelse med analysen af Femern Bælt forbindelsen (Trafikministeriet 2003). Som resultat fås følgende stigninger i antallet af passagerer for hele perioden fra i dag frem til 2020:

- Internt i Danmark og mellem Danmark og Sverige: 0 % pr. år.
- Mellem Danmark, Norge, Sverige og Tyskland på den ene side og de øvrige lande i Østersøen på den anden side: 3,0 % pr. år.
- Øvrige ruter, herunder Danmark - Norge, Danmark - Tyskland, Norge - Tyskland, Sverige - Tyskland og Danmark - Resten af verden: 1,7 % pr. år.

Der er regnet med, at antallet af skibspassager med færger stiger proportionalt med antallet af passagerer, idet der på den sikre side er set bort fra en forventet stigning i størrelse.

Der er regnet med, at Femern Bælt forbindelsen ikke er åbnet for trafik i 2020.

For krydstogtskibe er der regnet med en betydelig stigning i både størrelse og antal:

	Stigning i % pr. år i perioden		
	I dag - 2010	2010 - 2015	2015 - 2020
Skibsstørrelse	4,6 %	2,8 %	1,9 %
Antal passager	7,1 %	8,9 %	9,9 %

Tabel 5.18 *Udvikling i trafikken af krydstogtskibe*

5.4 Diskussion

Trafik i dag

Den opstillede model for skibstrafikken giver et godt og detaljeret billede af skibstrafikken i de danske farvande. Den usikkerhed, som knytter sig til, at ikke alle AIS signaler har kunnet allokeres til et ruteben, spiller ikke nogen rolle for risikoanalysen. Usikkerheden er meget mindre end usikkerheden på de andre trin i risikoanalysen.

Ved evt. anvendelse af trafikmodellen til andre formål skal man dog være opmærksom på denne usikkerhed.

De ydre dele af Nordsøen er formentlig ikke fuldt dækket af oplysninger fra AIS-signaler. Trafikken her kan derfor være undervurderet.

Fremtidig trafik

Fremskrivningen af skibstrafikken til 2010, 2015 og 2020 viser, at skibstrafikken i de danske farvande vil stige med 9 % frem til 2010 og med 25 % frem til 2020 målt på sejlede sømil. For tankskibe er de tilsvarende tal 18 % og 26 %. Denne fremskrivning er forbundet med betydelig usikkerhed. Væsentlige forhold er:

- Udviklingen i olieeksporten fra Rusland generelt.
- Den fremtidige fordeling af den russiske olieeksport. Hvis Rusland beslutter at flytte eksport fra rørledninger til Vesteuropa til eksport med skib ud af Østersøen, så vil det naturligvis medføre en stigning i tankskibstrafikken i de danske farvande. En rørledning til udskibning via Murmansk vil have den modsatte effekt.
- Den generelle økonomiske udvikling i Verden i almindelighed og i Østersøområdet i særdeleshed.
- Den teknologiske udvikling, herunder:
 - Udvidelse af Kielerkanalen, så større skibe kan benytte denne rute. Der er planer om en sådan udvidelse som skulle betyde, at den udvidede kanal vil kunne benyttes i 2015. Resultatet vil være en betydelig reduktion i skibstrafikken i de danske farvande.
 - Udvikling af tankskibe med større lasteevne i forhold til dybgang, så større skibe kan sejle ind i Østersøen. Stena Bulk har et sådant projekt,

se (COWI 04 2007). Større tankskibe vil medføre en reduktion i antallet af skibe og dermed en reduktion af hyppigheden af udslip, men samtidig en forøgelse af de maksimale udslipsmængder.

- Åbning af en fast forbindelse over Femer Bælt før 2020. Dette vil medføre en reduktion i færgetrafikken mellem Tyskland og Danmark/Sverige og dermed en reduktion i hyppigheden af kollisioner med udslip til følge.

Betydningen af usikkerheden på prognosen kan belyses ved som yderpunkter at betragte dels en dobbelt så stor stigning i skibstrafikken dels en uændret skibstrafik. Ved en dobbelt så stor stigning i skibstrafikken vil situationen i 2010 omtrent være som beskrevet ovenfor for 2020.

6 Transport af olie og kemikalier i de danske farvande

6.1 Klassificering af olie og kemikalier

6.1.1 Definition

Nedenstående definitioner af olie og kemikalier benyttes i nærværende studie.

Olie

Olie defineres her som:

- enhver form for mineralolie og blandinger heraf, herunder råolie, naturgas-kondensat, olieslam og olieaffald, samt brændselsolie og alle andre raffinerede produkter bortset fra petrokemikalier, der defineres som kemikalier. Denne definition er konsistent med definitionen på olie i MARPOL Annex I (IMO 1987, I), hvori der angives, at petrokemikalier falder under MARPOL Annex II (IMO 1987, II)
- enhver form for animalsk og vegetabilsk olie.

Kemikalier

Kemikalier defineres som kemiske stoffer og produkter, der er omfattet af International Maritime Dangerous Goods (IMDG) koden (IMO 2002) eller klassificeret i henhold til klassificeringen i MARPOL Annex II (IMO 1987, II). En del olier er omfattet af IMDG-reglerne, men er undtaget kemikaliedefinitionen jf. ovenstående. Det samme gælder for animalske og vegetabilsk olier.

IMDG koden omfatter regler for pakning, håndtering og lastning af farligt gods og inddeler dette i ni klasser:

1. Eksplosiver
2. Komprimerede, fordråbede eller under tryk opløste luftarter
3. Brandfarlige væsker
4. Brandfarlige faste stoffer
5. Oxiderende stoffer
6. Giftige stoffer
7. Radioaktive stoffer
8. Ætsende stoffer
9. Forskellige farlige stoffer og genstande.

6.1.2 Principper for klassifikation

Der er indført en klassifikation af de olier og kemikalier, der transporteres i de danske farvande. Ved denne klassifikation inddeles olier og kemikalier i et overskueligt antal grupper.

For hver gruppe udvælges et repræsentativt stof, som anvendes til beskrivelse af konsekvenserne ved udslip af alle stoffer indenfor den pågældende gruppe. Denne forenkling er nødvendig af hensyn til gennemførelsen af risikoanalysen.

Klassifikationen opstilles ud fra følgende:

- Hvordan olien og kemikalierne opfører sig ved spild i havet.
- Deres farlige egenskaber overfor havmiljøet
- Deres farlige egenskaber over for det personale, der skal bekæmpe et spild i havet.
- De repræsentative stoffer udvælges blandt de stoffer, der hyppigst transporteres i de danske farvande.

Opførsel ved spild i havet

Overordnet set er der følgende seks muligheder for opførslen af et spild af et stof i havet. Stoffet enten:

- 1 Fordamper
- 2 Reagerer
- 3 Flyder
- 4 Malflyder
- 5 Opløses, eller
- 6 Synker til bunds.

Stoffer, der reagerer med vand, klassificeres ikke separat. De klassificeres i stedet ud fra resultatet af reaktionen.

Stoffer, der fordamper, er ikke til fare for havmiljøet, og konsekvenserne af udslip af disse stoffer modelleres derfor ikke.

Malflyder betegner stoffer, der opholder sig i en samlet fraktion et stykke nede i vandsøjlen. Egentlig malflydning kan imidlertid kun forekomme for uopløselige stoffer med en densitet mellem 1,006 kg/l og 1,028 kg/l, som er densitetsniveauet af dansk havvand (variation i densitet af havvand med saltholdighed på 0,7 % - 3,5 %). Uden for dette densitetsinterval kan forekomme dispersionsbestemt "temporær malflydning", hvor dele af stoffet temporært "slås" ned i vandsøjlen af turbulent dispersion. Om dette rent faktisk forekommer, afhænger af bølgehøjde, saltholdighed etc.

Det er vigtigt, om et stof malflyder, idet malflydende stoffer er vanskelige at bekæmpe, især fordi de er meget vanskelige at opspore. Ved udslip af bunkers i de danske farvande har der været eksempler på malflydning.

Farlighed for miljøet Kemikalier klassificeres på baggrund af MARPOL's Annex II, der klassificerer kemikalier i fire klasser: A, B, C og D. A betegner de mest farlige kemikalier, og D de mindst farlige kemikalier. Ud over disse fire klasser findes yderligere en klasse af kemikalier "Øvrige væskeformige kemikalier", der betegnes som ufarlige. Fra 2007 ændres MARPOL-klassificeringen til X, Y og Z, samt en gruppe af øvrige kemikalier. I nærværende studie benyttes primært den eksisterende klassificering, da der for denne ligger udbyggede lister med klassificering af kemikalier, mens den nye klassificering endnu ikke er helt så operationel.

Farlighed for personalet Der foretages en klassifikation af stoffernes farlighed for det personale, der skal bekæmpe udslippet. Formålet med denne klassifikation er, at der i modelleringen af virkning af beredskabets indsats tages højde for, at bekæmpelsen af visse stoffer vanskeliggøres af, at personalet skal iføre sig særlige værnemidler. Hvis de nødvendige værnemidler ikke er til rådighed, kan det være umuligt at bekæmpe et spild, som ellers ville kunne bekæmpes.

Da der i risikoanalysen kun ses på bekæmpelse af olie og flydende kemikalier, er denne klassifikation kun relevant for disse.

Der ses på to typer af farlighed for personale: Sundhedsfare og brandfare.

6.1.3 Resulterende fareklassifikation

For både miljøfare, sundhedsfare og brandfare anvendes en farvekodeklassifikation, således at:

- rød betegner de mest farlige stoffer
- gul betegner de mindre farlige
- hvid betegner de ufarlige

For miljøfare er klassifikationen som følger:

- Rød betegner stoffer, der i henhold til MARPOL's Annex II er klassificeret som A eller B.
- Gul betegner stoffer, der i henhold til MARPOL's Annex II er klassificeret som C eller D, olier samt kemikalier, der flyder eller synker, og som ikke allerede er klassificeret.
- Hvid betegner stoffer, der ikke er klassificeret som rød eller gul

For sundhedsfare og brandfare er klassifikationen som følger:

- Rød betegner stoffer, der er farligere end råolie, som det er "normalt" for beredskabet at håndtere.

- Gul betegner stoffer, der klassificeret som sundhedsskadelige eller brandfarlige i henhold til Miljøministeriets regler som nærmere forklaret i (COWI 05 2007), og som ikke er røde.
- Hvid betegner stoffer, der ikke er klassificeret som rød eller gul

Ved modelleringen af beredskabets indsats er der ikke skelnet mellem gul og hvid sundhedsfare og brandfare, idet beredskabet forudsættes altid at være understøttet med værnemiddel svarende til gul sundhedsfare og brandfare.

6.1.4 Resulterende klassifikation af olie og kemikalier

Ud fra ovenstående bliver klassifikation af kemikalier anvendt i risikoanalysen som angivet i Tabel 6.1.

Forhold over for vand	Fareklassificering			Godsgruppe/ Kemikalieeksempel
	Miljø	Sundhed	Brand	
Fordamper		Ikke relevant		1 / Vinylchlorid
Flyder				5 / Benzen
				7 / Toluen
Opløses inkl. reagerer og opløses	A	Ikke relevant		8 / Acetonecyanhydrin
	B	Ikke relevant		9 / Acrylonitril
		Ikke relevant		10 / MTBE
		Ikke relevant		11 / Methanol
Synker		Ikke relevant		12 / Tjære
		Ikke relevant		13 / Melasse
		Ikke relevant		14 / Bentonit

Tabel 6.1 Klassifikation af kemikalier i godsgrupper til brug for risikoanalysen

Kommentarer til tabellen:

- Der er hverken i SHIPPOS eller HazMat (se afsnit 6.2.1 og 6.3) eller udenlandske studier identificeret flydende kemikalier med rød miljøfare. Der forekommer derfor ikke denne kombination i tabellen. Af samme grund er der ikke i tabellen flydende kemikalier med gul eller hvid brandfare.
- Acetonecyanhydrin er ikke identificeret som transporteret i danske farvande, men er det hyppigst transporterede kemikalie mærket A i henhold til MARPOL's Annex II i EU-farvande (EU 2005).
- Godsgruppe 7 omfatter både stoffer, der er gule med hensyn til sundhedsfare, og stoffer, der er hvide, idet der som nævnt ikke er forskel på modelleringen.

- Godsgruppe 12 omfatter både synkende kemikalier, der er klassificeret som A i henhold til MARPOL Annex II, og synkende kemikalier, der er klassificeret som B i henhold til MARPOL Annex II. Kemikalieeksemplet tjære er klassificeret som A.

For olie, der transporteres som last, bliver klassifikationen som vist i Tabel 6.2. For bunkers bliver den som vist i Tabel 6.3

Forhold over for vand	Fareklassificering			Godsgruppe/ Kemikalieeksempel
	Miljø	Sundhed	Brand	
Flyder				18 / Vegetabilsk olie
Flyder				19 / Råolie
Flyder, malflyder				20 / Fuelolie
Flyder				21 / Diesel
Flyder				22 / Benzin

Tabel 6.2 Klassifikation af olie, der transporteres som last, i godsgrupper til brug for risikoanalysen

Forhold over for vand	Fareklassificering			Bunkertype
	Miljø	Sundhed	Brand	
Flyder, malflyder				Tung fuelolie IFO 380 og IFO 180
Flyder				Diesel

Tabel 6.3 Klassifikation af bunkers til brug for risikoanalysen

Kommentarer til klassifikationerne af olie, der transporteres som last, og bunkers:

- Hvor der er anført "Flyder/malflyder" regnes der i risikoanalysen med en sandsynlighed for malflydning, der er forskellig for bunkers af tung fuelolie og for last af godsgruppe 20. Se afsnit 9.2.3. Bunkers af tung fuelolie modelleres i øvrigt som godsgruppe 20.
- Al bunkers, der ikke er tung fuelolie som IFO 380 og IFO 180, behandles i risikoanalysen som diesel, dvs. som godsgruppe 21.

Det bemærkes, at de her indførte klassifikationer udelukkende er til brug for risikoanalysen. Ved et faktisk udslip vil man skulle træffe de nødvendige foranstaltninger til beskyttelse af personalet ud fra konkret viden om det pågældende stof.

6.2 Omfanget af transporten af olie og kemikalier i bulk i de danske farvande

6.2.1 Grundlag og metode

Grundlaget for beskrivelsen af transporten af olie og kemikalier i bulk er SHIPPOS.

SHIPPOS er et frivilligt meldesystem, som skibe kan benytte sig af gratis. Det henvender sig til:

- Skibe ≥ 20.000 GT
- Skibe med dybgang ≥ 11 m
- Lastede olie- gas- og kemikalietankskibe ≥ 1.600 GT
- Alle skibe med radioaktiv last

Der meldes ved en række meldelinier, primært ved indsejling i (indre) danske farvande ved Skagen eller sydøst for Møn. Meldingen indeholder bl.a. oplysning om, hvad lasten består af, eller om skibet er i ballast. Endvidere indeholder meldingen oplysning om, hvilken rute skibet vil sejle.

IMO anbefaler skibe ≥ 40.000 DWT, skibe med dybgang ≥ 11 m samt alle skibe med radioaktiv last at benytte SHIPPOS.

Fra 1. maj 2006 er SHIPPOS-registreringer indført i en database hos SOK. Der er udført en gennemgang af denne database dækkende perioden 1. maj 2006 til 21. aug. 2006 med henblik på identifikation af art af olie og kemikalier transporteret i bulk i danske farvande samt kvantificering af omfanget af disse transporter. I perioden var der 3691 indmeldinger til SHIPPOS, heraf 221 indmelding med last af kemikalier. Der var få indmeldinger om transport af kemikalier klassificeret med rød miljøfare, og kun en indmelding (tjære, synkende kemikalie, godsgruppe 12) om transport med stoffer klassificeret som A i henhold til MARPOL's Annex II.

SHIPPOS-registreringerne er fordelt på de to ruter via Øresund og via Storebælt og på sejlretning, enten ind i eller ud af Østersøen.

For hver af de to ruter er registreringerne fordelt på de størrelsesklasser, som er vist i Tabel 5.1, og på 7 typer af skibe.

Herved fås for de to ruter og de to sejlretninger en fordeling af skibenes last på godsgrupperne vist i Tabel 6.1 og Tabel 6.2, på ballast (godsgruppe 15) og på last, der hverken er olie eller kemikalier (godsgruppe 16). Det er f.eks. kul.

Da der er data for en begrænset periode, og data primært er for store skibe, har det været nødvendigt at ekstrapolere resultaterne, så alle kombinationer af skibstype, skibsstørrelse, rute og sejlretning bliver dækket.

Endelig er der i grundlaget tilføjet et tankskib, der sejler ud gennem Storebælt lastet med godsgruppe 8 (eksempel: acetonecyanhydrin). Dette er gjort for at få kemikalietransporter med stof klassificeret som A i henhold til MARPOL's Annex II med i risikoanalysen.

De herved opnåede resultater antages at gælde generelt for alle skibsbevægelser i farvandsområderne Storebælt og Øresund. De ekstrapoleres til de øvrige farvandsområder ud fra antagelser om sejladsmønstret.

Det forudsættes generelt, at alle skibe, der ikke er i ballast, er fuldt lastede.

6.2.2 Resultater for transporten i dag

Med den ovennævnte fremgangsmåde fås overalt i de danske farvande en beskrivelse af, hvad skibene er lastet med, og i hvilket omfang de sejler i ballast. Dette er grundlaget for at modellere udslip af last i tilfælde af søulykker, såsom kollisioner og grundstødninger.

Endvidere fås et billede af de totale mængder olie og kemikalier transporteret i de danske farvande som vist i Tabel 6.4, Tabel 6.5, Tabel 6.6 og Tabel 6.7.

Olie og kemikalier:		Miljøfarlige kemikalier:	
Olie	190	Flyder, gul:	0,5
Miljøfarlige kemikalier	11	Opløses, rød:	0,2
Ikke miljøfarlige kemikalier	21	Opløses, gul:	10
Andet (f.eks. kul)	90	Synker:	0,1

Tabel 6.4 De beregnede mængder af olie og kemikalier transporteret ind og ud gennem Storebælt og Øresund, mio. tons pr. år. Periode 1. juli 2005 til 30. juni 2006

Forhold over for vand	Fareklassificering			Godsgruppe mængde pr. år, 1.000 tons
	Miljø	Sundhed	Brand	
Fordamper		Ikke relevant		1 - 3.000
Flyder				5 - 500
				7 - 50
Opløses inkl. reagerer og opløses	A	Ikke relevant		8 - 90
	B	Ikke relevant		9 - 120
		Ikke relevant		10 - 10.000
		Ikke relevant		11 - 18.000
Synker		Ikke relevant		12 - 110
		Ikke relevant		13 - 20
		Ikke relevant		14 - 420

Tabel 6.5 De beregnede mængder kemikalier transporteret ind og ud gennem Storebælt og Øresund. Periode 1. juli 2005 til 30. juni 2006.

Farvand		Godsgruppe									
		1	5	7	8	9	10	11	12	13	14
Øresund	ind	1.000	23				550	560			110
	ud	100	15	8		15	730	920	6	8	
Storebælt	ind	1.800	150				1.900	610			310
	ud	120	310	38	89	110	6.900	15.000	110	12	
Øresund plus Storebælt	ind	2.800	170				2.400	1.200			430
	ud	220	330	46	89	120	7.600	16.000	110	21	
Kielerkanalen	ind	440	17				120	590			12
	ud	45	39	36	24	39	900	1.400	33	11	

Tabel 6.6 De beregnede årligt transporterede mængder af kemikalier ind i og ud af Østersøen. Mængder i 1000 tons. Periode 1. juli 2005 til 30. juni 2006.

Farvand		18	19	20	21	22	19-22	Total
Øresund	ind	380	450	1.900	2.500	46	4.900	5.300
	ud	25	340	1.800	4.000	540	6.700	6.700
Storebælt	ind	610	7.300	6.000	3.200	810	17.000	18.000
	ud	43	69.000	39.000	37.000	12.000	160.000	160.000
Øresund plus Storebælt	ind	990	7.700	8.000	5.700	890	22.000	23.000
	ud	68	69.000	41.000	41.000	12.000	160.000	160.000
Kielerkanalen	ind	450	470	1.600	1.200	180	3.400	3.900
	ud	53	460	1.900	7.800	500	11.000	11.000

Tabel 6.7 De beregnede årligt transporterede mængder af olie ind i og ud af Østersøen. Mængder i 1000 tons. Periode 1. juli 2005 til 30. juni 2006.

Det ses, at der er væsentligt større transport ud af Østersøen end ind i Østersøen. Det gælder olie, hvilket er forståeligt, da olietransporterne i høj grad er domineret af eksport fra Rusland. Det gælder imidlertid også for kemikalier, bortset fra godsgruppe 1, der hovedsagelig er transporter med gastankskibe, og godsgruppe 11 (kemikalieeksempel methanol).

Registreringerne i SHIPPOS af skibe, der sejler i ballast, viser da også:

- Blandt skibene, der sejler ind i Østersøen, er andelen af skibe i ballast stor, medens den er lille for skibe, der sejler ud af Østersøen.
- Specielt er andelen af skibe, der sejler i ballast ind gennem Øresund, meget stor. Det skyldes, at mange skibe kan benytte denne rute, når de er i ballast, men når de er lastede, får de så stor dybgang, at de er tvunget til at benytte den længere rute gennem Storebælt.

Det ses af Tabel 6.5 og Tabel 6.6, at mængderne af kemikalier med rød miljøfare er meget små sammenlignet med de totale mængder af kemikalier.

6.2.3 Fremtidig transport

Den fremtidige transport af olie og kemikalier i bulk er beregnet ud fra prognoserne for den fremtidige skibstrafik som beskrevet i afsnit 5.2.1. Det forudsættes, at skibene i de enkelte skibstyper og størrelsesklasser i fremtiden vil sejle med samme godsgrupper som i dag.

Som resultat fås en udvikling i godsmængder som anført i Tabel 6.8, Tabel 6.9 og Tabel 6.10. Olietransporten stiger med ca. 30 % frem til 2010 og med i alt ca. 50 % frem til 2020. De tilsvarende tal for miljøfarlige kemikalier er 14 % og 44 %. Det fremgår, at mængderne primært stiger i Storebælt. Det skyldes, at en større del af trafikken i fremtiden vil benytte denne rute, idet skibene bliver større.

	Stigning fra i dag til		
	2010	2015	2020
Olie	29%	38%	49%
Miljøfarlige Kemikalier	14%	28%	43%
Total	28%	37%	49%
<i>Miljøfarlige Kemikalier</i>			
Flydende	31%	47%	64%
Opløses, rød	23%	44%	66%
Opløses, gul	13%	26%	42%
Synker	20%	37%	56%

Tabel 6.8 Udviklingen i mængden af olie og miljøfarlige kemikalier transporteret i bulk gennem Storebælt og Øresund i begge retninger

Farvand	Retning	Stigning fra i dag til		
		2010	2015	2020
Øresund	ind	6%	14%	24%
	ud	9%	14%	22%
Storebælt	ind	13%	29%	48%
	ud	15%	30%	46%
Sum Øresund og Storebælt	ind	12%	26%	42%
	ud	14%	28%	44%
Kielerkanalen	ind	4%	2%	4%
	ud	10%	13%	19%

Tabel 6.9 Udviklingen i mængden af miljøfarlige kemikalier transporteret i bulk ud og ind gennem Storebælt, Øresund og Kielerkanalen

Farvand	Retning	Stigning fra i dag til		
		2010	2015	2020
Øresund	ind	14%	11%	11%
	ud	11%	7%	7%
Storebælt	ind	26%	33%	43%
	ud	30%	41%	53%
Sum Øresund og Storebælt	ind	23%	28%	35%
	ud	30%	39%	51%
Kielerkanalen	ind	9%	5%	5%
	ud	9%	4%	2%

Tabel 6.10 *Udviklingen i mængden af olie transporteret i bulk ud og ind gennem Storebælt, Øresund og Kielerkanalen*

6.3 **Omfanget af transporten af olie og kemikalier som pakket gods i de danske farvande**

6.3.1 **Transport i dag**

Grundlaget for beskrivelsen af transporten af olie og kemikalier som pakket gods er HazMat.

HazMat er den danske database, oprettet i henhold til bekendtgørelse 258 af 1. maj 99 (Miljøministeriet 1999), for registrering af oplysninger om skibe, der medbringer farligt eller forurenende gods ved indsejling til eller udsejling fra danske havne.

HazMat giver et detaljeret billede af transporten af farligt eller forurenende gods til, fra og mellem danske havne. HazMat omfatter ikke transittransporter af farligt eller forurenende gods gennem danske farvande.

Nedenstående tabel indeholder oplysninger omkring transporter registreret i HazMat-databasen i perioden 1. januar 2003 – 30. april 2006. De farlige/forurenende stoffer er inddelt efter IMDG klassificeringssystemets ni klasser. Oplysningerne omfatter både skibe med last i bulk og skibe med last som pakket gods. De fleste registreringer er fra skibe med pakket gods.

Det bemærkes, at en betydelig del af registreringerne i HazMat kun er kvalitative, dvs. det angives hvilket specifikt stof eller type af stof, der er tale om, mens mængdeoplysninger mangler.

IMDG-klasse	Antal registreringer, total	Antal registreringer, mængde > 0	Samlet mængde, tons	Gennemsnitlig mængde pr. registrering, tons*
1. Eksplosiver	1.911	574	9.042	15,8
2. Komprimerede, fordråbede eller under tryk opløste luftarter	14.400	2.724	111.531	40,9
3. Brandfarlige væsker	25.068	7.662	2.985.615	389,7
4. Brandfarlige faste stoffer	1.357	562	144.313	256,8
5. Oxiderende stoffer	4.205	2.080	49.074	23,6
6. Giftige stoffer	2.667	1.183	17.565	14,8
7. Radioaktive stoffer	475	53	23.605	445,4
8. Ætsende stoffer	13.557	4.480	116.299	25,9
9. Forskellige farlige stoffer og genstande	9.745	4.070	233.113	57,3
Mangel/fejl	60	14	69	4,9

*Tabel 6.11 Registreringer i HazMat-databasen opdelt på UN Risikokategori.
Periode: 1. januar 2003 - 30. april 2006 (40 måneder).*

**: Beregnet for registreringer med mængde > 0*

Det ses, at der er tale om relativt små mængder pr. registrering i gennemsnit.

Blandt de 20 hyppigst transporterede kemikalier i henhold til HazMat er der ikke nogen meget miljøfarlige (rød i miljøfare) kemikalier. Generelt ligner farebilledet for ikke-bulkkemikalier farebilledet for bulkkemikalier. Ved gennemgang af alle HazMat-registreringerne med mængderegistreringer er der i alt kun identificeret to kemikalier, som er klassificeret A på baggrund af deres miljøeffekter i henhold til MARPOL Annex II. De to A-klassificerede kemikalier er naftalen (synker) og epichlorhydrin (opløses). Ud over disse to stoffer er der registreret et par samlegrupper, herunder pesticider, som kan indeholde røde miljøskadelige stoffer.

For skibe som sejler med pakket gods til og fra 11 vigtige danske havne er antallet af sejlads, hvor der er meldt til HazMat (både olie og kemikalier), sammenlignet med antallet af registreringer af sejlads ud fra AIS. Herved fås følgende resultat:

Skibstype	Andel med farligt gods (%)
Biltransport	0
Container	36,6
Bil- og togfærge	14,4
Offshore	24,8
RO-RO	25,9
Stykgods	6,1

Tabel 6.12 Andel (%) af skibe medbringende pakket farligt gods i perioden 1. juli 2005 - 10. maj 2006

I mangel af oplysninger om transport i transit kan dette anses for at være et bil-lede også for transittrafik.

6.3.2 Transport af pakket farligt gods i fremtiden

Udslip af pakket farligt gods er ikke modelleret, se afsnit 7.1.3. Der er derfor ikke behov for en prognose for transporten heraf i fremtiden.

6.4 Olie til skibets drift, bunkers

Alle skibe anvender olie (bunkers) til skibets drift, primært som brændstof til hovedmotorer og hjælpemotorer.

Fra oplysninger om bunkring til søs kendes fordelingen af den olie, der leveres til skibene, når de passerer de danske farvande, se afsnit 5.1.2: 85 % er tung fuelolie og 15 % er raffinerede produkter. Der antages samme fordeling for alle skibe i de danske farvande. Dvs. ved udslip af bunkers antages udslippet i 85 % af tilfældene at bestå af tung fuelolie, og i 15 % af raffinerede produkter, der modelleres som diesel.

6.5 Diskussion

6.5.1 Fordeling af transporten på olie og forskellige typer af kemikalier

Det opstillede system for klassifikation af kemikalier inddeler disse i 10 godsgrupper (1, 5, 7 - 14). Af disse er 3 godsgrupper (8 og 9, som opløses, og 12, som synker) klassificeret som meget miljøfarlige (rød miljøfare), medens 4 godsgrupper (5 og 7, som flyder, 10, som opløses, og 13, som synker) er klassificeret som mindre miljøfarlige (gul miljøfare). Endelig er 3 godsgrupper (1, som fordampes, 11, som opløses, og 14, som synker) klassificeret som ikke miljøfarlige.

De mængder af olie og kemikalier, der transporteres i bulk ind og ud af Storebælt og Øresund er beregnet til i alt 220 mio. tons/år i dag. Ud fra oplysningerne i Tabel 6.4 til Tabel 6.7 fås følgende procentfordeling:

Olie:	85 %
Miljøfarlige kemikalier:	5 %
Ikke miljøfarlige kemikalier:	10 %

Af de 5 % miljøfarlige kemikalier er kun 0,15 % meget miljøfarlige (røde). De 5 % fordeler sig i øvrigt på:

Flydende:	0,2 %
Opløselige:	4,7 %
Synker:	0,1 %

Det konkluderes herudfra, at transport i bulk af meget miljøfarlige kemikalier kun sker i meget ringe omfang i de danske farvande. En lignende konklusion fås for kemikalier transporteret som pakket gods, se afsnit 6.3.1. Det stemmer godt med resultaterne af udenlandske undersøgelser af kemikalietransport til søs, herunder (EU 2005) og (VTT 2006). Der er nærmere redegjort herfor i (COWI 05 2007).

Det konkluderes endvidere, at mængden af flydende miljøfarlige kemikalier er helt ubetydelig i forhold til mængden af olie, og at mængden af miljøfarlige kemikalier, der synker, er ubetydelig.

6.5.2 Usikkerhed på mængderne

Antagelserne om, hvad skibene sejler med i bulk, bygger på ekstrapolationer af få data. Disse antagelser vil derfor være forbundet med nogen usikkerhed. Det gælder især for de godsgrupper, som transporteres i ringe omfang. Her bygger mængderne på få eller en enkelt registrering. For godsgruppe 8 som ikke er registreret, er der formentlig tale om en overvurdering.

Der anvendes samme antagelser om last overalt i de enkelte farvandsområder. Dette forventes at give rimelige resultater for farvandsområdet som helhed, men lokalt kan antagelserne afvige betydeligt fra de faktiske forhold.

Det er kontrolleret, om antagelserne generelt er rimelige ved at sammenligne de beregnede årligt transporterede mængder med oplysninger fra andre kilder.

Total olietransport i danske farvande

Den samlede olietransport, bortset fra vegetabilsk olie (godsgruppe 19 - 22) gennem Øresund og Storebælt er beregnet til 163 mio. tons ud og 22 mio. tons ind, dvs. i alt 185 mio. tons for året fra 1. juli 2005 til 30. juni 2006. Dette passer rimeligt med oplysninger fra SOK om, at baseret på SHIPPOS-registreringer udgjorde den samlede transporterede mængde olie i danske farvande i 2005, 2004 og 2003 henholdsvis 145 mio. tons, 130 mio. tons og 108 mio. tons.

Transport af olie og kemikalier gennem Kielerkanalen

Den totale mængde mineralolie transporteret (godsgrupper 19-22) samt kemikalier (godsgrupper 1-14) er sammenlignet med opgørelser for laster i Kielerkanalen fra 2002 og 2003 fra *Kiel Canal, Annual Report 2003* fra *Wasser- und Schifffahrtsdirektion Nord* (Der findes ikke tilsvarende detaljerede opgørelser for årene 2004 og 2005).

	2002	2003	2005/2006 (beregnet)
Mineralolie o.lign.	8.156	10.527	11.000
Kemikalier	3.173	3.604	2.500

Tabel 6.13 Sammenligning mellem indrapporteringer i 2002 og 2003 med beregnede værdier i 2005/ 2006 for transport ud gennem Kielerkanalen (værdier i 1000 tons).

	2002	2003	2005/2006 (beregnet)
Mineralolie o.lign.	2.696	2.936	3.500
Kemikalier	2.314	2.650	1.200

Tabel 6.14 Sammenligning mellem indrapporteringer i 2002 og 2003 med beregnede værdier i 2005/ 2006 for transport ind gennem Kielerkanalen (værdier i 1000 tons).

Som det ses, er der god overensstemmelse mellem de beregnede værdier og de faktiske tal for mineralolie. Men med hensyn til kemikalier er de beregnede værdier konsekvent for lave. Dette kan skyldes, at man i Kielerkanalen registrerer nogle laster som bulklaste, selvom de er på skibe, som i denne analyse opfattes som havende last som pakket gods, f.eks. nogle stykgodsskibe. En mindre del af forskellen kan forklares med, at der i tallene for Kielerkanalen indgår gods transporteret mellem Nordsøen og havne langs selve Kielerkanalen.

Ved vurdering af resultaterne af risikoanalysen indgår, at sammenligningen ovenfor viser, at modelleringen af kemikalietransporter kan give en undervurdering af totale mængder på op til en faktor 2. Se afsnit 8.5.

6.5.3 Fremtidig transport

Det er beregnet, at transporten af olie i Storebælt og Øresund vil stige med ca. 30 % frem til 2010 og med ca. 50 % frem til 2020. De tilsvarende tal for miljøfarlige kemikalier er 14 % og 43 %.

Usikkerheden på disse tal og på de øvrige forudsigelser om den fremtidige transport hidrører primært fra usikkerheden på prognosen for den fremtidige skibstrafik. Der henvises til afsnit 5.4.

Det er forudsat, at skibene i de enkelte skibstyper og størrelsesklasser i fremtiden vil sejle med samme godsgrupper som i dag. Denne simple forudsætning giver mindre forskydninger i forhold til det forventede.

Eksempel:

Stigningen i olietransporten ud af Østersøen er større end stigningen i olietransporten ind i Østersøen. Det betyder, at en større andel af tankskibene, der sejler ind i Østersøen, i fremtiden vil være i ballast. Den simple antagelse medfører imidlertid, at andelen i ballast er konstant og dermed en lille forøgelse i den beregnede risiko for lastudslip fra tankskibe.

7 Identifikation og scenarier

7.1 Kilder til udslip fra skibe

I risikoanalysen betragtes udslip af olie og kemikalier fra skibe. Som beskrevet i afsnit 3.2 er risikoen fra udslip fra andre kilder enten ubetydelig eller bekæmpelsen af udslippet er ikke Forsvarsministeriets ansvar i henhold til havmiljøloven.

Som grundlag for opstilling af scenarier for udslip fra skibe, ses der på fire dimensioner:

- 1 Skibets aktivitet ved forureningen.
- 2 Årsag til udslippet
- 3 Skibstype
- 4 Skibsstørrelse

7.1.1 Skibets aktivitet ved forureningen

Der skelnes mellem følgende aktiviteter, som behandles hver for sig i risikoanalysen:

- Sejlads uden for havne
- Overførsel af olie til søs:
 - STS
 - Bunkrings til søs

7.1.2 Årsag til udslippet

Der skelnes mellem følgende årsager:

- Søulykker, dvs. ulykker med skade på skibet, f.eks. kollision og grundstødninger, der fører til udslip af olie eller kemikalier til havmiljøet.

- Bevidste udslip. Dvs. handlinger, hvor man for at opnå en fordel bevidst forurener havmiljøet. Handlingen har ikke til formål at skade havmiljøet. Typiske årsager er tankskylninger og tømning af spildolietanke.
- Uagtsomme udslip. Udslip på grund af fejlbetjening mm. på skibet, uden at der sker skade på skibet. Det er typisk mindre udslip og kan f.eks. skyldes fejl ved kølevandsystemer, så der ledes ulovlige mængder af smøreolie ud med kølevandet. Uagtsomme udslip kan også ske under overførsel af olie til søs.
- Udslip på grund af skade på lasten, uden at der sker skade på skibet. Det kan være skade på eller tab af containere eller tromler.

Søulykker

Risikoanalysen vil fokusere på søulykker, da der af denne årsag kan ske store udslip, der vil kunne give store skader på havmiljøet og være dimensionerende for beredskabet. De følgende afsnit om skibstype og skibets aktivitet er også skrevet med hovedvægt på denne årsag. Der er opstillet scenarier til modellering af risikoen fra søulykker.

Bevidste og uagtsomme udslip generelt

Både bevidste og uagtsomme udslip vil være væsentligt mindre end udslip på grund af søulykker. De vil derfor ikke kunne give store skader på havmiljøet. Derimod forekommer bevidste og uagtsomme udslip af olie relativt hyppigt, således at det af denne grund er nødvendigt at medtage dem i risikoanalysen.

Bidraget til risikoen for havmiljøet fra bevidste og uagtsomme udslip af olie modelleres ud fra de statistiske erfaringer med sådanne udslip, se afsnit 8.3.9

SOK har ikke registreret bevidste eller uagtsomme udslip af kemikalier. Miljøstyrelsen har ikke kendskab til konkrete bevidste udslip af kemikalier, men efter styrelsens opfattelse kan det godt forekomme i forbindelse med tankskylninger, hvor der f.eks. kan slippe ammoniak eller kemikalierester ud i havet. (MST 2006). De kemikalier, der transporteres i tanke, hører dog typisk ikke til de mest miljøskadelige, se afsnit 6.2.2.

Det konkluderes, at der ikke er behov for at modellere bevidste og uagtsomme udslip af kemikalier.

Uagtsomme udslip ved overførsel af olie til søs

Udslip i forbindelse med overførsel af olie til søs, dvs. ved STS og bunkring til søs, analyseres separat. Der stilles særlige scenarier op for dette omfattende både uagtsomme udslip og søulykker.

Skade på eller tab af containere eller tromler

Skade eller tab, som ikke skyldes en søulykke, kan kun forekomme på containerskibe og stykgodsskibe med dækslast. Det vil typisk være, at dækslasten beskadiges eller skyldes overbord i en storm.

Det vurderes, at der ikke er behov for at modellere risikoen for havmiljøet fra sådanne hændelser, idet de er sjældent forekommende og mængderne er små. (COWI 02 2007). Forespørgsel hos lodsformændene for de tre lodserier i Danmark, SOK og Rederiforeningen har ikke resulteret i identifikation af nogen

konkret hændelse bortset fra Dana Optimas tab af 80 tromler med ukrudtsmidlet dinoseb under en storm i Nordsøen 13. jan. 1984.

7.1.3 Skibstype

Der skelnes mellem følgende typer af skibe:

- Skibe, der ikke medfører last af olie eller kemikalier, men medfører olie eller kemikalier til brug for skibet selv.
- Fragtskibe, der medfører olie- eller kemikalielast i bulk.
- Fragtskibe og færger, der medfører olie- eller kemikalielast som pakket gods.

Skibe uden last af olie eller kemikalier

Alle skibe har olie og kemikalier ombord til brug for skibet selv.

Det er primært brændstof til skibets motorer, såvel hovedmotorer til fremdrift som hjælpemotorer til generatorer mm. Herudover er der andre typer af olie, f.eks. smøreolie og hydraulikolie. Olie til skibets drift kaldes bunkers.

Udslip af bunkers kan give skade af betydning på havmiljøet, og da der findes bunkers på alle skibe, så er hyppigheden af udslip af bunkers relativt stor.

I risikoanalysen er der derfor for alle typer af skibe opstillet scenarier for udslip af bunkers for de forskellige typer af søulykker, se afsnit 8.3.1 - 8.3.4. Mængden af smøreolie er væsentligt mindre end mængden af brændstof, men da smøreolietanke for nogle skibstyper er mere udsat for skade ved grundstødninger end brændstoftanke, så indgår udslip af smøreolie også i scenarierne.

Mængderne af kemikalier til skibenes eget forbrug er meget små, sandsynligheden for udslip er begrænset, og kemikalierne opbevares i små enheder, se (COWI 02 2007). Udslip af disse kemikalier er derfor ikke modelleret.

Skibe med olie- eller kemikalielast i bulk

Olien transporteres i tankskibe, medens kemikalier kan være både i tankskibe (flydende og gasformige kemikalier) og i bulkcarriers (kemikalier i fast form).

Udslip af last fra disse skibe som følge af søulykker er et hovedemne for risikoanalysen, og der er opstillet scenarier for de forskellige typer af søulykker, se afsnit 8.3.1 - 8.3.4.

For disse skibe ses også på udslip af bunkers som beskrevet ovenfor. Kollisioner og grundstødninger kan føre til skade på bunkerstanke, uden at der sker skade på lasttanke/lastrum.

Skibe med olie- eller kemikalielast som pakket gods

Udslip af olie eller kemikalier fra disse skibes last modelleres ikke.

Mængderne af olie og kemikalier på disse skibe er væsentligt mindre end på skibe med last i bulk, og det er pakket i mindre enheder. Kemikalierne som

transporteres som farligt gods er ikke væsentligt farligere end de kemikalier som transporteres i bulk, idet der betragtes scenarier med udslip af kemikalier transporteret i bulk, som hører til den farligste af de betragtede klasser for miljøfarlighed, se afsnit 6.2.2.

For disse skibe ses på udslip af bunkers som beskrevet ovenfor.

7.1.4 Skibsstørrelse

I risikoanalysen ses bort fra skibe under 300 GT (bruttotonnage). Begrundelsen herfor er dels, at så små skibe normalt ikke har last af olie eller kemikalier og derfor kun kan give forurening af relativt lille betydning fra bunkers, dels at disse skibe ikke har pligt til at sende AIS-signaler, som er hovedkilden til kortlægning af skibstrafikken.

I SOKs database over olieudslip i de danske farvande, OILOBS, er alle udslip af olie som følge af søulykker med skibe mindre end 300 GT identificeret. Det konkluderes, at udslippene er små og få, således at risikoen fra disse udslip er ubetydelig sammenlignet med risikoen fra bevidste og uagtsomme olieudslip, se (COWI 08 2007). Det beregnede gennemsnitlige årlige udslip i tons fra bevidste og uagtsomme olieudslip er lille sammenlignet med det beregnede gennemsnitlige årlige udslip i tons fra søulykker, se afsnit 8.1. Dvs. risikoen fra udslip fra skibe mindre end 300 GT er ubetydeligt.

7.1.5 Typer af udslip

Der betragtes udslip af de godsgrupper, som er defineret i afsnit 6.1. Ved beregning af påvirkning og skade på havmiljøet ses kun på de typer, der kan give konsekvenser for havmiljøet, dvs. olie og miljøfarlige kemikalier. Der ses ikke på påvirkning og skade fra kemikalier, der er klassificeret som ikke miljøfarlige.

7.1.6 Klassificering af udslipstørrelser

Der anvendes følgende udslipstørrelser:

- 0,3 tons (repræsenterende udslip <1 ton)
- 3 tons (repræsenterende udslip mellem 1 og 10 tons)
- 30 tons (repræsenterende udslip mellem 10 og 100 tons)
- 300 tons (repræsenterende udslip mellem 100 og 1.000 tons)
- 3.000 tons (repræsenterende udslip mellem 1.000 og 10.000 tons)
- 30.000 tons (repræsenterende udslip > 10.000 tons)

For søulykker ses dog bort fra udslip af størrelsen 0,3 tons, idet konsekvenserne er små, og søulykker i de fleste tilfælde vil medføre større udslip.

Ovenstående inddeling er i overensstemmelse med den inddeling som anvendes af HELCOM.

8 Hyppighed af udslip af olie og kemikalier

8.1 Hyppighed af udslip i dag

Resultaterne af risikoanalysen er fordelt på tre hovedårsager til udslip:

- Søulykker, dvs. ulykker med skade på skibet
- Fejl under overførsel af olie til søs
- Bevidste og uagtsomme olieudslip.

Hovedtal for disse tre hovedårsager som beregnet ved hjælp af de opstillede modeller er vist i Tabel 8.1.

Hovedårsag	Hyppighed Udslip/år	Mængde tons/år
Søulykker	0,9	1.900
Fejl under overførsel af olie til søs	1,4	2
Bevidste og uagtsomme olieudslip	180	350
I alt	180	2.200

*Tabel 8.1 Udslip af olie og kemikalier, fordeling på hovedårsager til udslip
(Tal er afrundet til to betydende cifre)*

8.1.1 Søulykker

Hyppigheden af udslip på grund af søulykker er ud fra modelleringen beregnet til 0,9 pr. år. Fordelingen på de vigtigste typer af søulykker er vist i Tabel 8.2, som også viser hyppigheden af søulykkerne.

Hovedårsag	Søulykker/år	Udslip/år
Kollision	2,0	0,52
Grundstødning	17	0,24
Andet	4,0	0,09
I alt	23	0,86

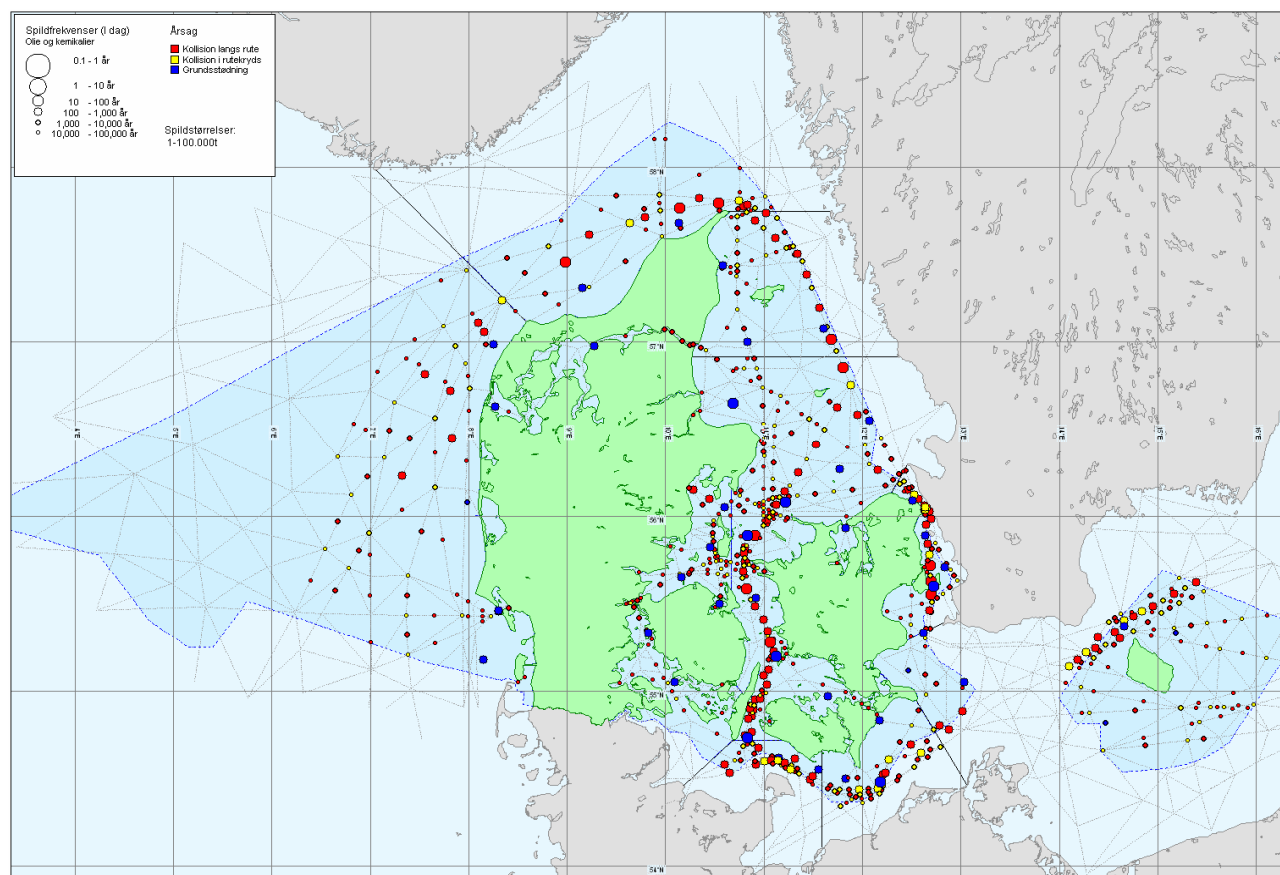
Tabel 8.2 *Modelleret hyppighed pr. år af søulykker og udslip på grund af søulykker
Alle danske farvande, fordeling på søulykkestype
Olie og kemikalier (miljøfarlige og ikke-miljøfarlige) transporteret i bulk samt bunkers.*

Fordelingen på farvandsområder og fordelingen på udslip af bunkers, olielast og kemikalielast i bulk er modelleret som vist i Tabel 8.3. De største hyppigheder er i farvandsområderne Storebælt og Øresund, hvor knap halvdelen af alle udslip finder sted. For så vidt angår udslip af last, som repræsenterer de største udslip, tegner farvandsområdet Storebælt sig alene for ca. 1/4 af alle udslip, medens Øresund kun tegner sig for knap 10 %. Det skyldes, at mange skibe sejler i ballast ind i Østersøen gennem Øresund og lastet ud gennem Storebælt. Udslip af miljøfarlig kemikalielast er ca. 3 % af alle udslip af olie og miljøfarlige kemikalier og ca. 9 % af alle lastudslip af olie og miljøfarlige kemikalier.

Estimerede hyppigheder for udslip (1 dag)	Farvandsområde												Hele Danmark
	1 Nordøen Syd	2 Nordøen Nord	3 Skagerrak	4 Kattegat Nord	5 Kattegat Syd	6 Lillebælt	7 Storebælt	8 Øresund	9 Femer Bælt	10 Kadetrenden	11 Mon	12 Bornholm	
Udslip af olie													
Olie fra lastrum pr 10.000 år	100	250	410	190	200	49	490	170	73	100	25	120	2.200
Bunkers pr 10.000 år	80	230	530	500	540	210	1.100	1.500	310	320	64	290	5.700
I alt pr 10.000 år	180	490	930	690	740	260	1.600	1.700	380	420	90	410	7.800
Udslip af kemikalier transporteret i bulk													
Miljøfarlige pr 10.000 år	3	12	20	22	27	8	75	27	8	12	3	9	220
Ikke miljøfarlige pr 10.000 år	6	27	41	43	56	15	150	57	14	25	7	17	460
I alt pr 10.000 år	9	38	61	65	83	23	230	84	22	38	10	26	680
Udslip af olie eller miljøfarlige kemikalier	190	500	950	710	770	270	1.700	1.700	390	440	93	420	8.100

Tabel 8.3 *Modelleret hyppighed per 10.000 år af udslip på grund af søulykker, fordeling på farvandsområder og art af udslip (Tal er afrundet til to betydende cifre)*

Fordelingen i de danske farvande af udslip fra kollisioner og grundstødninger fremgår af Figur 8.1. Der henvises også til Bilag 3, hvor denne figur er vist i større format.



Figur 8.1 Modelleret hyppighed af udslip på grund af kollisioner og grundstødninger i dag. Fordeling i de danske farvande. Cirklerne størrelse er et mål for hyppigheden. De i signaturforklaringen anførte tal er returperioder i år. Eksempel: Returperiode 10 år, svarer til hyppigheden $1/10 = 0,1$ pr. år

Fordelingen af olieudslip og kemalieudslip fra søulykker på udslipstørrelser og godsgrupper er vist i henholdsvis Tabel 8.2 og Tabel 8.3.

Olietype	Gods gruppe	Udslipstørrelse					I alt
		3t	30t	300t	3.000t	30.000t	
Vegetabilsk olie	18	14	4	12	11	2	42
Råolie	19	30	51	40	120	150	390
Fuelolie	20	790	1.600	2.400	840	87	5.700
Diesel	21	250	360	530	340	93	1.600
Benzin	22	19	19	17	39	28	120
I alt		1.100	2.000	3.000	1.400	360	7.800

Tabel 8.4 Modelleret hyppighed pr. 10.000 år af olieudslip fra søulykker (både bunkers og last) (Tal er afrundet til to betydende cifre)

Stofstype	Gods gruppe	Udslipsstørrelse					I alt
		3t	30t	300t	3.000t	30.000t	
<u>Miljøfarlige stoffer</u>							
Benzen	5	2,6	1,0	1,9	2,3	0,7	8,5
Toluen	7	0,8	0,2	0,9	0,7	0,0	2,6
Acetonecyanhydrin	8	1,3	0,4	0,7	0,7	0,1	3,2
Acrylonitril	9	2,1	0,5	1,4	1,1	0,2	5,3
MTBE	10	61	45	21	46	25	200
Tjære	12	2,0	0,5	1,2	1,0	0,2	4,9
Melasse	13	0,9	0,3	0,6	0,3	0,0	2,1
I alt		71	48	28	52	26	220
<u>Ikke miljøfarlige stoffer</u>							
Vinylclorid	1	40	6	16	27	5	94
Methanol	11	110	92	35	79	43	360
Bentonit	14	3,3	1,8	0,6	1,4	1,1	8,2
I alt		150	100	52	110	49	460

*Tabel 8.5 Modelleret hyppighed pr. 10.000 år af udslip af kemikalier fra søulykker
(Tal er afrundet til to betydende cifre)*

De gennemsnitlige mængder, der er beregnet at ville slippe ud i havmiljøet som følge af søulykker, er vist i Tabel 8.6 til Tabel 8.8. De gennemsnitlige udslipsmængder er domineret af de sjældne, men meget store udslip på 30.000 tons. Den beregnede udslipsmængde af miljøfarlige kemikalier er kun ca. 5 % af den samlede udslipsmængde af olie inkl. bunkers og miljøfarlige kemikalier.

Spild type	Udslipsstørrelse					I alt
	3t	30t	300t	3.000t	30.000t	
Olie inkl. Bunkers	0,33	6,0	90	410	1.100	1.600
Miljøfarlige kemikalier	0,02	0,14	0,84	16	77	94
Ikke miljøfarlige kemikalier	0,05	0,30	1,6	32	150	180
I alt	0,40	6,5	92	450	1.300	1.900

Tabel 8.6 Modelleret gennemsnitligt udslip i tons pr. år fordelt på udslipstørrelser (Tal er afrundet til to betydende cifre)

Årligt udslip ved søulykker	Tons/år
<u>Olie</u>	
Olielast	1.300
Bunkers	330
I alt	1.600
<u>Miljøfarlige kemikalier</u>	
Flyder på overfladen	3
Opløses (inkl. stoffer der reager og opløses)	90
Synker	1
I alt	94

Tabel 8.7 Modelleret gennemsnitligt udslip i tons pr. år i de danske farvande fra søulykker (Tal er afrundet)

Forhold over for vand	Fareklassificering			Godsgruppe/ Kemikalieeksempel	Udslip tons/år
	Miljø	Sundhed	Brand		
Flyder				5 / Benzen	2,8
				7 / Toluen	0,23
Opløses inkl. reagerer og opløses	A	Ikke relevant		8 / Acetonecyanhydrin	0,66
	B	Ikke relevant		9 / Acrylonitril	0,87
		Ikke relevant		10 / MTBE	89
Synker		Ikke relevant		12 / Tjære	0,84
		Ikke relevant		13 / Melasse	0,12

Tabel 8.8 Miljøfarlige kemikalier transporteret i bulk. Modelleret gennemsnitligt udslip i tons pr. år i de danske farvande fra søulykker (Tal er afrundet)
IR = Ikke Relevant

Udslip af olie og miljøfarlige kemikalier fra søulykker målt som årligt gennemsnit i tons og tons pr. km² fordelt på farvandsområder er vist i Tabel 8.9. Det ses, at belastningen i Storebælt er størst såvel absolut som relativt til områdets areal. Sammenstillingen udpeger endvidere Femer Bælt som relativt hårdt belastet selvom det absolutte udslip ikke er i den høje ende.

Gennemsnitlige udslipsmængder (I dag)	Farvandsområde												Hele Danmark
	1 Nordsøen Syd	2 Nordsøen Nord	3 Skagerrak	4 Kattegat Nord	5 Kattegat Syd	6 Lillebælt	7 Storebælt	8 Øresund	9 Femer Bælt	10 Kadetrenden	11 Møn	12 Bornholm	
Udslip af olie													
Olie fra lastrum tons/år	11	82	200	170	150	3	400	24	49	58	13	100	1.300
Bunkers tons/år	7	32	65	30	32	2	73	40	12	13	3	19	330
I alt tons/år	18	110	270	200	180	5	470	64	61	71	16	120	1.600
Udslip pr. arealenhed kg/km²/år	0,9	4,1	26,0	36,0	18,0	1,0	87,0	47,0	68,0	30,0	8,5	11,0	15,0
Udslip af kemikalier transporteret i bulk													
Miljøfarlige tons/år	1	7	16	10	10	0	31	3	4	4	1	6	94
Ikke miljøfarlige tons/år	2	13	31	19	21	1	57	6	8	9	2	12	180
I alt tons/år	3	20	48	29	31	1	89	9	12	13	3	19	280
Udslip pr. arealenhed kg/km²/år	0,1	0,7	4,6	5,3	3,1	0,2	16,0	6,8	14,0	5,5	1,5	1,6	2,7

Tabel 8.9 Modellerede gennemsnitlige årlige udslip af olie og miljøfarlige kemikalier fra søulykker fordelt på farvandsområder (tal er afrundet)

8.1.2 Fejl under overførsel af olie til søs

Hyppigheden af udslip på grund af fejl og svigt af udstyr under STS-operationer og bunkring til søs er modelleret til henholdsvis 0,04 pr. år og 1,4 pr. år. Typiske årsager er overfyldning og slangebrud. Fordelingen på udslipstørrelser er vist i Tabel 8.10.

Aktivitet	Udslipstørrelse						I alt
	0,3t	3t	30t	300t	3.000t	30.000t	
STS	-	290	73	3,7	0,4	-	370
Bunkring	12.000	1.400	140	14	-	-	14.000
I alt	12.000	1.700	210	17	0,4	-	14.000

Tabel 8.10 Modellerede hyppigheder pr. 10.000 år af udslip på grund af fejl under STS-operationer og bunkring til søs (Tal er afrundet)

Langt de fleste udslip fra bunkring til søs er ganske små i overensstemmelse med erfaringen. Den beregnede gennemsnitlige udslipsmængde pr. år er derfor kun 1,6 tons mod 1600 tons olie pr. år fra søulykker. For STS-operationer er den beregnede gennemsnitlige udslipsmængde pr. år 0,5 tons.

Udslippene fordeler sig på de forskellige lokaliteter proportionalt med antallet af operationer, se afsnit 5.1.2.

Udslip som følge af søulykker under STS-operationer og bunkring til søs er indeholdt i tallene i afsnit 8.1.1.

8.1.3 Bevidste og uagtsomme olieudslip

Det registrerede årlige antal bevidste og uagtsomme olieudslip i de danske farvande er ca. 180.

Fordelingen på udslipsstørrelse fremgår af Tabel 8.11 og Tabel 8.12. Fordelingen på olietype er i modelleringen 88 % diesel og 12 % fuelolie. Dette er i overensstemmelse med, at 88 % af udslippene er registreret som "gasolie og anden ikke bekæmpbar olie", dvs. olie, der ikke kan bekæmpes, fordi den hurtigt fordamper, og 12 % som "andre olietyper inkl. kondensat". Disse andre olietyper er dog erfaringsmæssigt heller ikke bekæmpbare.

Udslipsstørrelse	0,3 t	3 t	30 t
Sandsynlighed (%)	87,0	11,4	1,6

Tabel 8.11 Sandsynligheder for udslipsstørrelser i farvandsområderne Nordsøen Syd, Nordsøen Nord og Skagerrak (Bonn området).

Udslipsstørrelse	0,3 t	3 t	30 t
Sandsynlighed (%)	83,5	9,4	7,1

Tabel 8.12 Sandsynligheder for udslipsstørrelser i de øvrige farvandsområder (HELCOM området).

Den gennemsnitlige udslipsmængde pr. år beregnes til 350 tons, dvs. ca. 1/6 af mængden af olie pr. år som følge af søulykker.

8.2 Hyppighed af udslip i fremtiden

8.2.1 Søulykker

I Tabel 8.13 og Tabel 8.14 er vist, hvordan hyppighederne af udslip og de gennemsnitlige årlige udslipsmængder er beregnet at ændre sig i fremtiden. Beregningen er udført dels på grundlag af den stigende skibstrafik som beskrevet i afsnit 5.3.3, dels på grundlag af de risikoreducerende foranstaltninger, der vil blive indført i fremtiden, se afsnit 8.4.

	Søulykker antal/år	Udslip af olie og miljøfarlige kemikalier	
		antal/år	tons/år
2010	-15%	-4%	19%
2015	-19%	1%	32%
2020	-3%	18%	58%

Tabel 8.13 Udvikling fra i dag til 2010, 2015 og 2020 i søulykker pr. år, i udslip af olie og miljøfarlige kemikalier pr. år fra søulykker samt i beregnet gennemsnitlig udslipsmængde pr. år af olie og miljøfarlige kemikalier fra søulykker

	Farvandsområde												
	Nordsøen Syd	Nordsøen Nord	Skagerrak	Kattegat Nord	Kattegat Syd	Lillebælt	Storebælt	Øresund	Femø Bælt	Kadetrenden	Møn	Bornholm	Hele Danmark
2010	25%	31%	34%	34%	36%	18%	-5%	-34%	30%	31%	32%	33%	19%
2015	39%	45%	49%	47%	51%	24%	7%	-31%	43%	45%	44%	45%	32%
2020	66%	75%	82%	72%	81%	52%	29%	-23%	67%	71%	69%	69%	58%

Tabel 8.14 Udvikling fra i dag til 2010, 2015 og 2020 i beregnet gennemsnitlig udslipsmængde pr. år af olie og miljøfarlige kemikalier fra søulykker. Fordeling på farvandsområder

Det ses, at der for de danske farvande som helhed sker en stigning fra i dag til år 2020 i både hyppigheden af udslip og den beregnede gennemsnitlige årlige mængde af olie og miljøfarlige kemikalier, der slipper ud i havmiljøet. Stigningen i udslipsmængden er væsentligt mindre i Storebælt end i de danske farvande som helhed, og i Øresund er der en reduktion i udslipsmængden. Det skyldes virkningen af de VTS systemer, der bliver indført eller forventes indført i disse farvande, se afsnit 8.4.2. Stigningen i trafikken vejer således tungere end den øgede risikoreduktion. En medvirkende årsag hertil er, at hyppigheden af kollisioner med den anvendte modellering stiger med kvadratet på trafikken, således at en trafikstigning på 40 % alt andet lige medfører end fordobling af hyppigheden af kollisioner.

I Tabel 8.15 er vist udvikling for de forskellige spildstørrelser. Tallene indikerer et fald i hyppighed for de mindre udslip, mens hyppigheden af de større udslip på 3.000 og 30.000 tons stiger mærkbart.

	Udslipstørrelse, olie og miljøfarlige kemikalier					I alt
	3t	30t	300t	3,000t	30,000t	
2010	-19%	-13%	-4%	14%	23%	19%
2015	-21%	-14%	1%	28%	36%	32%
2020	-5%	-2%	17%	59%	61%	58%

Tabel 8.15 Udviklingen fra i dag til 2010, 2015 og 2020 i den gennemsnitlige årlige udslipsmængdes fordeling på størrelsesklasser.

8.2.2 Udslip under overførsel af olie til søs

STS-operationer

Hyppigheden af udslip under overførslen af olie vil stige proportional med antallet af operationer, dvs. der vil være følgende stigninger:

- Fra i dag til 2010: Faktor 1,28
- Fra 2010 til 2015: Faktor 1,06
- Fra 2015 til 2020: Faktor 1,06

Der vil ikke være nogen ændring i udslipstørrelser, olietyper etc.

Bunkring til søs

Der er forudsat uændret bunkring til søs i fremtiden, og hyppigheden af udslip forudsættes også at være uændret.

8.2.3 Bevidste og uagtsomme udslip

Antallet af bevidste og uagtsomme olieudslip pr. år i fremtiden er beregnet ud fra følgende:

- Antallet stiger proportionalt med stigningen i antal sejlede sømil i de enkelte farvandsområder
- Antallet reduceres som følge af den skærpede overvågning, se afsnit 8.4.2.

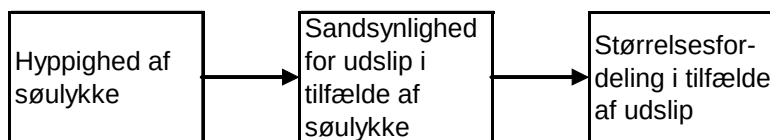
Den samlede virkning er beregnet at være en mindre reduktion i det årlige antal olieudslip i overensstemmelse med, at den forøgelse af overvågningen, der allerede er sket, har kunnet følge med stigningen i skibstrafikken, se (COWI 08 2007). Se også udviklingen i risikoen for påvirkning beskrevet i afsnit 10.2.1.

8.3 Grundlag, hændelser

8.3.1 Søulykker - generelt

Princip

Modelleringen af udslip på grund af søulykker sker generelt efter det princip, der er skitseret i figuren nedenfor.



Figur 8.2 Princip for modellering af udslip som følge af søulykke.

Der er tre trin i modelleringen:

- Model til beregning af hyppigheden af søulykken, dvs. antallet af søulykker pr. år fordelt i de danske farvande.
- Model for sandsynligheden for, at søulykken medfører sådanne skader, at der sker et udslip af bunkers eller last til havmiljøet
- Model for størrelsesfordelingen i tilfælde af udslip. Herudfra bestemmes sandsynlighederne for, at udslippet falder i de forskellige klasser for udslipstørrelse.

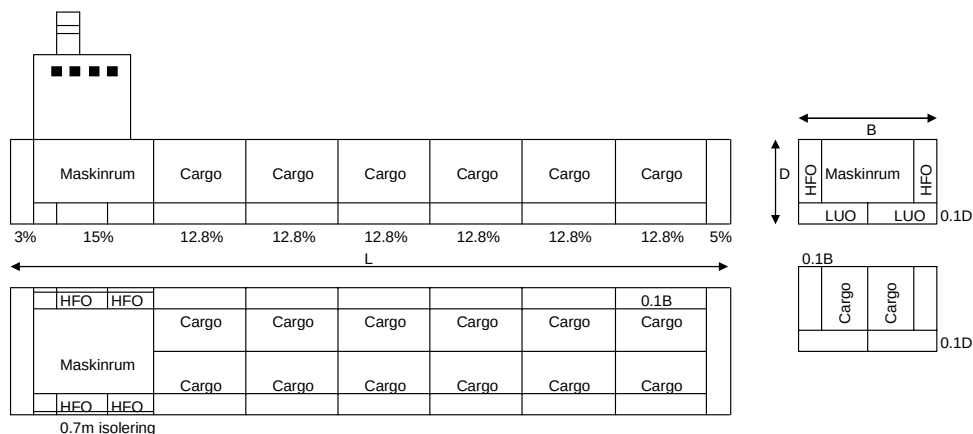
Resultatet bliver hyppigheder for udslip i de forskellige klasser for udslipstørrelse fordelt i de danske farvande.

Modelleringen af hyppigheden af søulykker tager udgangspunkt i den modelerede skibstrafik, som beskrevet i afsnit 5.

Ved skade på lasttanke i tankskibe eller lastrum i bulkcarriers, bestemmes sandsynligheden for udslip i de forskellige godsgrupper (olie eller kemikalier) ud fra den relative fordeling af godsgrupper for hver skibstype, som beskrevet i afsnit 6.2. Hvis skibet sejler i ballast, sker der intet lastudslip.

Skibsdesign

Der er opstillet forenklede beskrivelser af skibene. Et eksempel er vist på Figur 8.3. Disse beskrivelser bruges som grundlag for vurdering af sandsynligheden for udslip i tilfælde af søulykke og størrelsesfordelingen i tilfælde af udslip.



Figur 8.3 Forenklet beskrivelse af dobbeltskroget tankskib
HFO = Heavy Fuel Oil = brændstofstank
LUO = Lubrication Oil = smørelieolietank

De forenklede beskrivelser af alle skibstyper ses i (COWI 07 2007).

Typer af søulykker

Søfartsstyrelsens statistik over søulykker (Søfartsstyrelsen 2006) er gennemgået, og der er identificeret følgende typer af søulykker med mulighed for udslip af olie og kemikalier (COWI 07 2007):

- Grundstødning
- Kollision
- Brand
- Kontaktskade
- Påsejling
- Slagside
- Havari
- Forurening
- Lækage/vandfyldning
- Hårdtvejrsskade
- Kæntring

De fire første er behandlet separat nedenfor.

Søulykker i forbindelse med STS-operationer og bunkring til søs er ligeledes behandlet separat nedenfor. Endelig er de øvrige søulykker fra påsejling til kæntring behandlet samlet nedenfor.

8.3.2 Søulykker - grundstødninger

Hyppighed af grundstødninger

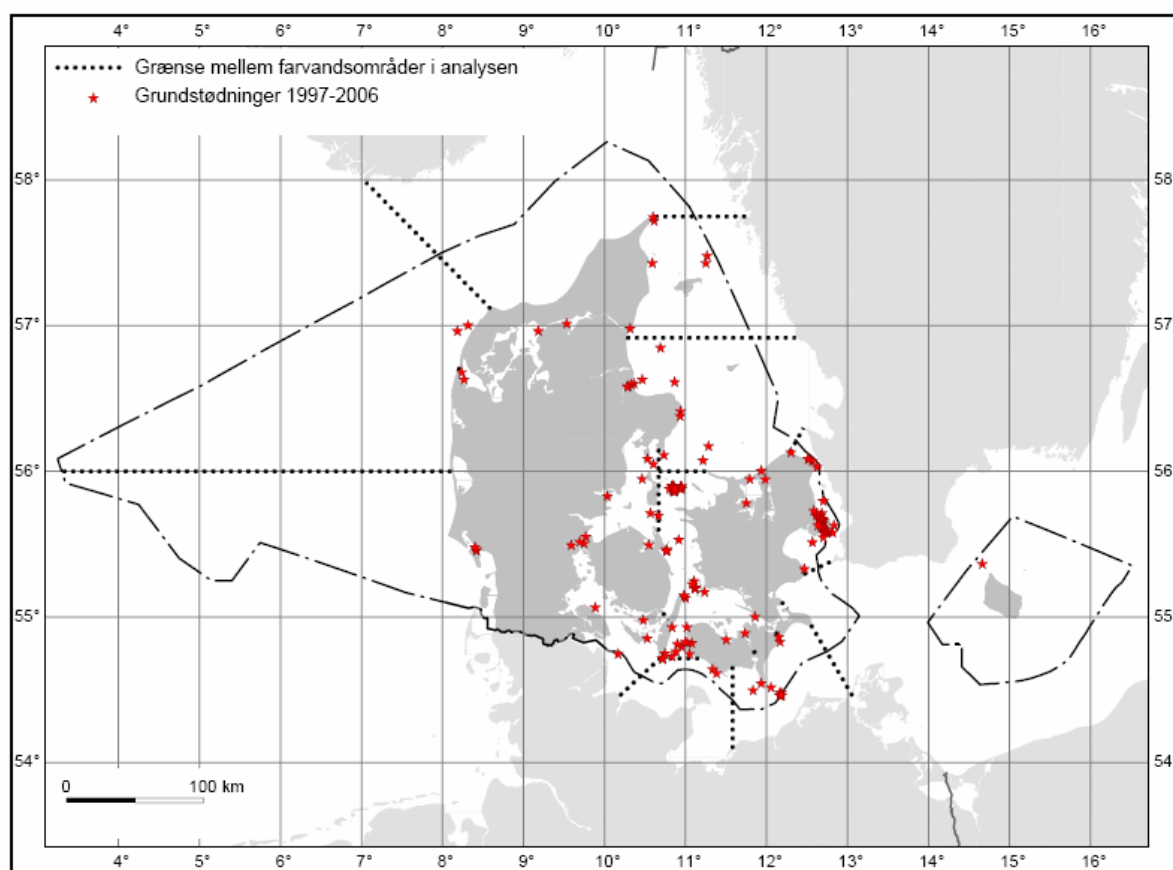
Hyppigheden af grundstødninger er bestemt ud fra de 223 grundstødninger med skibe > 300 GT, der i henhold til (Søfartsstyrelsen 2006) er sket i danske farvande i de 9½ år fra 1. jan. 1997 til 30. juni 2006. (Registreringen af grundstødninger i perioden 1993-1996 er mangelfuld). Grundstødningerne er fordelt på farvandsområderne ud fra databasens oplysninger om position og oplysning-

ger om område samt skøn. Grundstødningerne med positionsangivelse er vist på Figur 8.4. For hvert farvandsområde er beregnet tal for grundstødninger pr. sejlet sømil ud fra grundstødningerne i dette farvandsområde og skibstrafikken (sømil pr. år) i farvandsområdet.

For tre farvandsområder er der foretaget en separat beregning for snævre farvande med begrænset trafik og for farvandsområdet i øvrigt:

- Kattegat Nord: Limfjorden og området i øvrigt
- Kattegat Syd: Isefjorden og området i øvrigt
- Storebælt: Smålandsfarvandet og området i øvrigt.

Begrundelsen er, at der i disse områder har været flere grundstødninger.

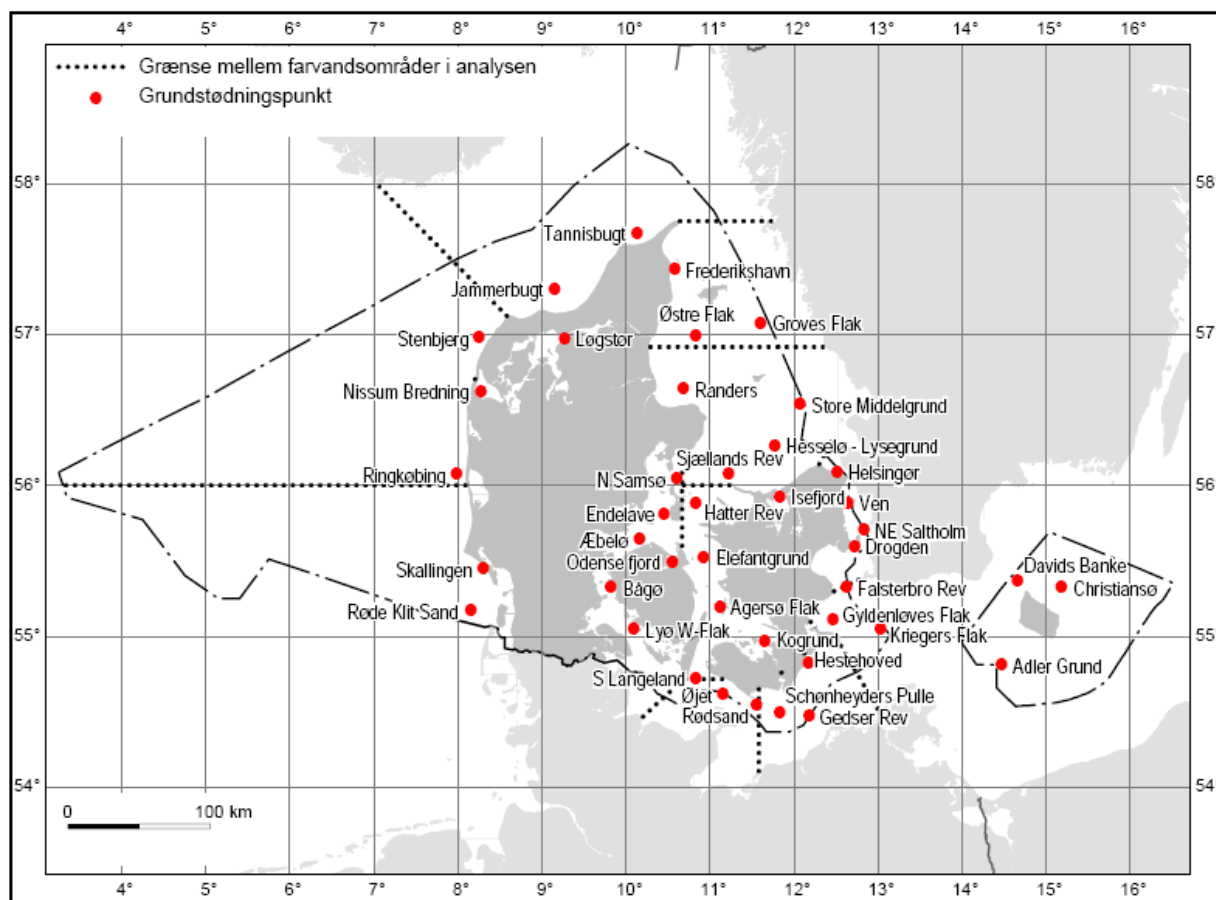


Figur 8.4 Indtrufne grundstødninger, hvor positionen er registreret.
Skibe > 300 GT, 1997 - 30. juni 2006

Grundstødningerne er samlet på nogle få punkter i hvert farvandsområde. Dette er gjort, fordi beregningen af påvirkning fra olie og flydende kemikalier kun kan håndtere et begrænset antal udslipspunkter. Punkterne er udvalgt ud fra

- placering af registrerede grundstødninger
- placering af grunde nær væsentlige trafikruter
- ønsket om at give dækning af farvandsområderne inkl. områder med høj sårbarhed

De valgte udslipspunkter for grundstødninger er vist i Figur 8.5.



Figur 8.5 Valgte udslipspunkter for grundstødninger

Skibe med lods forudsættes at have halvt så stor sandsynlighed pr. sejlet sømil for grundstødning som skibe uden lods, se afsnit 8.4. Virkningen af en øget lodsning i fremtiden skal modelleres. Der er derfor beregnet en "lodsfri" sandsynlighed for grundstødning pr. sejlet sømil. Dvs. den sandsynlighed, der ville have været, hvis ingen skibe havde taget lods. Grundlaget er den gennemsnitlige lodsandsandel i perioden 1997 - 2006. Den er udregnet ud fra oplysninger fra de tre lodserier i Danmark.

Som resultat fås en model for udregning af hyppigheden af grundstødninger for hver af de valgte grundstødningsskudpunkter, der kan anvendes både for situationen i dag og for fremtidige situationer med ændret skibstrafik i sejlede sømil. Der modelleres også risikoreduktion som følge af lodsningen ud fra lodsandsandelen for hver skibstype og størrelsesklasse af skibene.

De modellerede grundstødningssandsynligheder i de danske farvande i dag ses på Figur 8.8, hvor også hyppigheden af kollisioner er vist.

Sandsynlighed for udslip

Sandsynligheden for udslip i tilfælde af grundstødning i de danske farvande beregnes som angivet i (COWI 2002):

- Udslip af bunkers fra bundtanke: 0,01
- Udslip fra lasttank, enkeltskrog: 0,15
- Udslip fra lasttank, dobbeltskrog: 0,02

I grundlaget for disse sandsynligheder indgår, at havbunden i de danske farvande generelt er relativt blød sammenlignet med, hvad der internationalt er tilfældet.

Størrelsesfordeling

Størrelsesfordelingen af udslippene er opstillet ud fra (Rømer 1996), som var grundlaget for (COWI 2002).

I de fleste tilfælde (87 % til 97 %) vil udslippet være en lille del af last eller bunkers.

Der henvises til (COWI 07 2007).

I den videre modellering er der set bort fra udslip, som modelleres til at være mindre end 1 tons. De udgør kun en mindre del af udslippene.

8.3.3 Søulykker - kollisioner

Hyppigheden

Hyppigheden af kollisioner mellem to skibe, der sejler i de danske farvande, modelleres efter den almene metode til teoretisk modellering af ulykker, hvor et skib støder ind i et eller andet, som oprindelig er opstillet af Yahei Fujii (Fujii 1984). For kollisioner indgår generelt følgende størrelser:

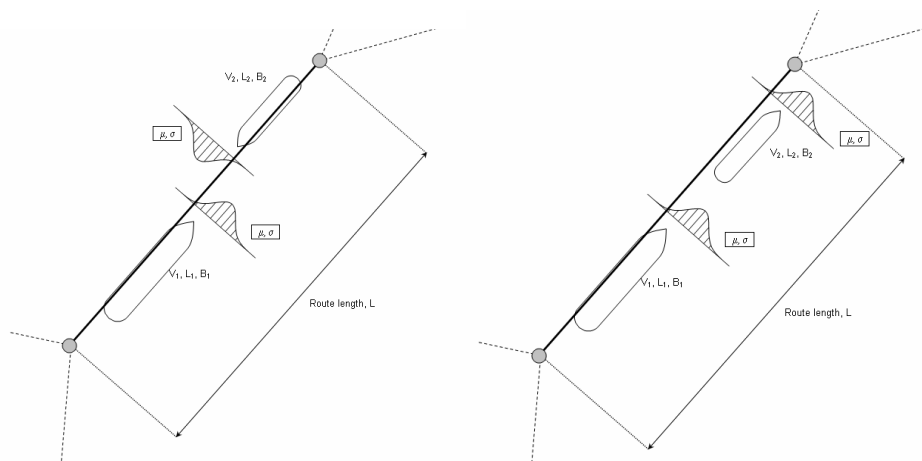
- Trafikintensiteten
- En geometrisk faktor, der betegner sandsynligheden for, at to skibe kolliderer, hvis de følger deres kurs, uden at undvige
- "causation" sandsynlighed, dvs. sandsynligheden for, at skibene ikke ændrer kurs og derved undgår at ramme hinanden. Denne sandsynlighed omfatter så vel menneskelige fejl som tekniske fejl på skibet. Dette er en konstant, som er bestemt ved behandling af ulykkesdata.

Her tager modelleringen udgangspunkt i, at skibstrafikken beskrives som sejlene på ruter. Man får da to typer af kollisioner:

- rutekollisioner
- krydsende kollisioner

Kollisionshyppighederne for rutekollisioner modelleres for to situationer:

- modgående kollision mellem skibe sejlene i modsatte retninger
- overhalende kollisioner mellem skibe sejlene i samme retning som illustreret i Figur 8.6.

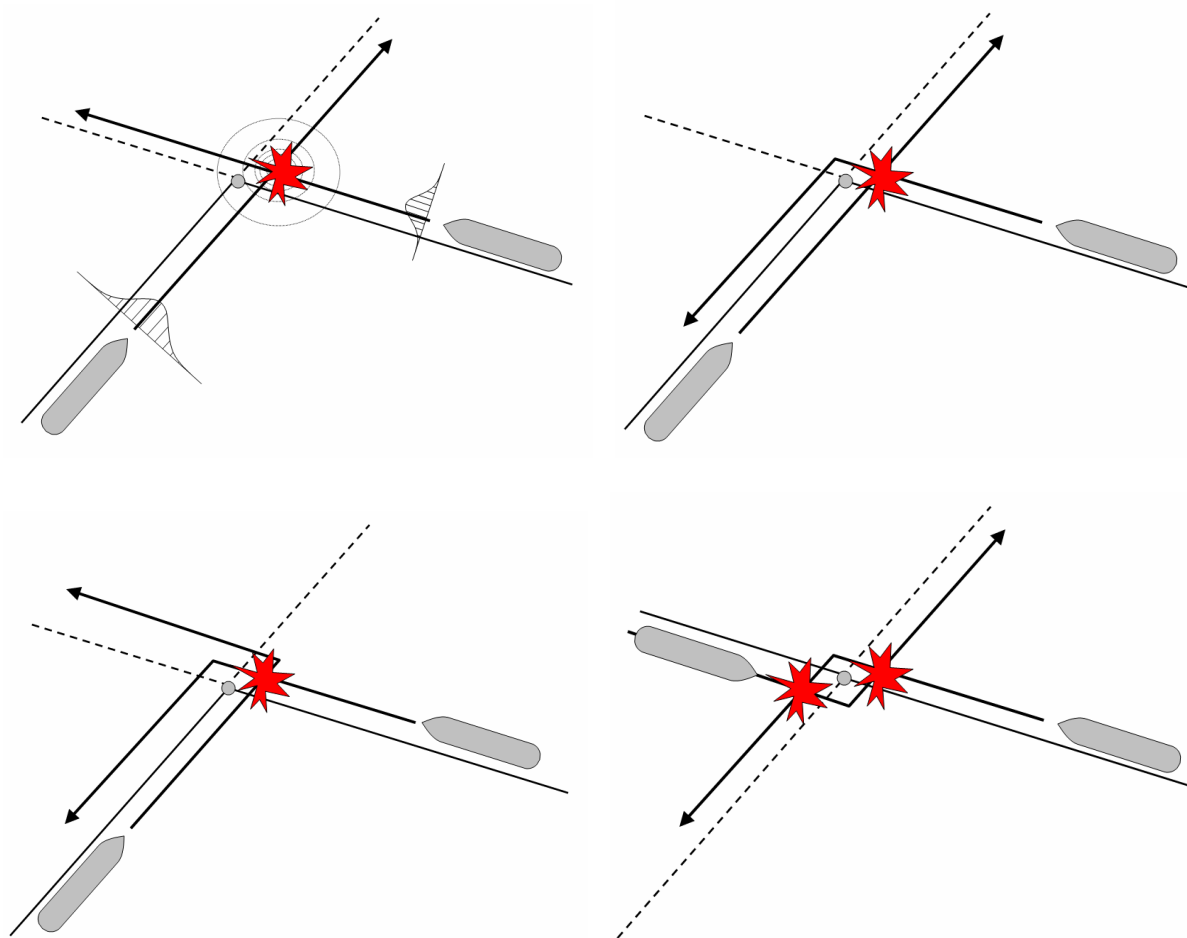


Figur 8.6: Modgående kollision og overhalende kollision

Kollisionshyppighederne afhænger af

- rutesegmentets længde
- trafikintensiteten i de to retninger
- geometriske parametre:
 - skibenes længde, bredde og hastighed
 - den geometriske fordeling af trafikken langs rutesegmentet
- causation sandsynlighed

Kollisionshyppigheden for krydsningskollisioner modelleres for de kombinationer af de relative manøvrer for de krydsende skibe, der giver mulighed for kollision. Fire vigtige tilfælde er vist i Figur 8.7.

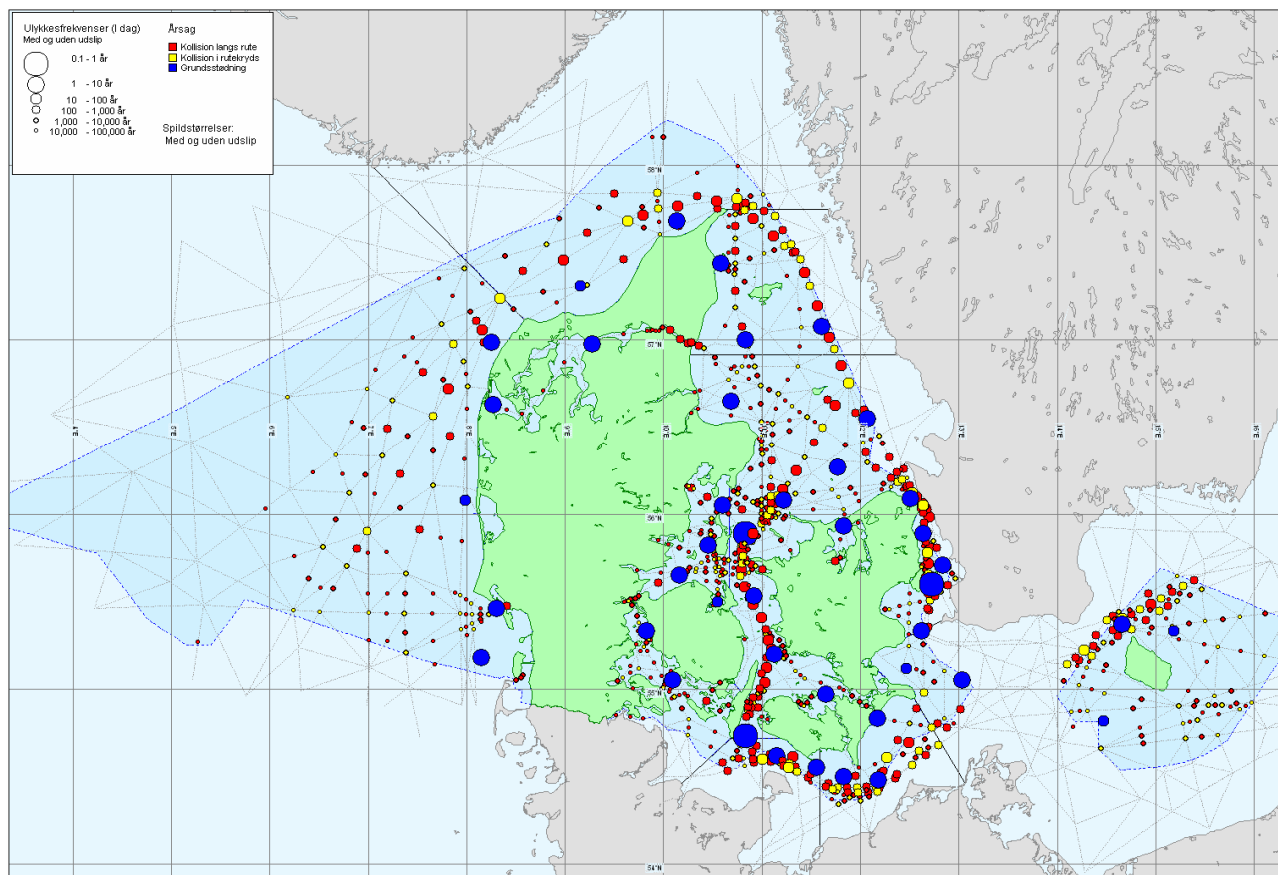


Figur 8.7: Regulært krydsende kollision og drejende/krydsende kollisioner

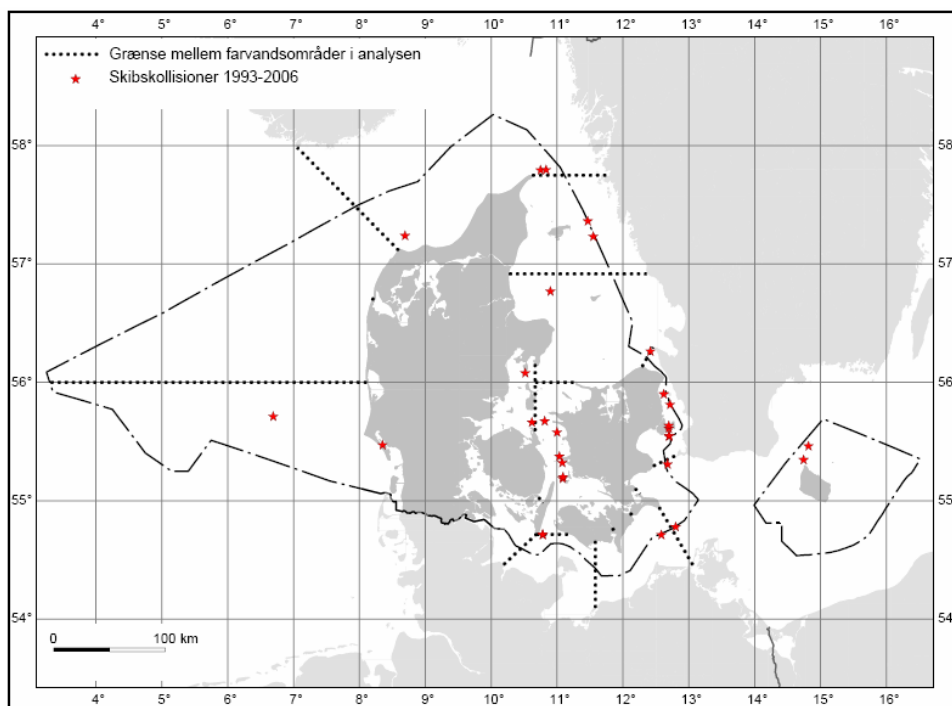
Kollisionshyppighederne afhænger af

- trafikintensiteten i de to retninger
- geometriske parametre
 - skibenes længde, bredde og hastighed
 - krydsningsvinkelen
- causation sandsynlighed

Ud fra den detaljerede rute- og trafikbeskrivelse og disse modeller beregnes kollisionshyppighederne i de enkelt ruteben og i de enkelte knudepunkter i rutenetet. Resultatet er vist i Figur 8.8. I Figur 8.9 er til sammenligning vist kollisioner med positionsangivelse.



Figur 8.8 Beregnede hyppigheder af kollisioner og grundstødninger i dag i de danske farvande med skibe større end 300 GT. Cirklernes størrelse er et mål for hyppigheden. De i signaturforklaringen anførte tal er returperioder i år. Eksempel: Returperiode 10 år svarer til hyppigheden $1/10 = 0,1$ pr. år



Figur 8.9 Indtrufne kollisioner, hvor positionen er registreret.
Skibe > 300 GT 1993 - 30. juni 2006

Sandsynlighed for
udslip og udslipstør-
relse

Skrogskaden på det ramte skib bestemmes ud fra en metode som er udviklet af Erik Sonne Ravn og Peter Friis-Hansen, DTU. Metoden baseres på et stort antal beregnede skader for RO-RO skibe. Der er udviklet et neuralt netværk til at bestemme

- penetrationen i det ramte skib (for både bulb og skrog)
- skadelængden i det ramte skib
- skadehøjden i det ramte skib
- skadens vertikale position

Metoden er udvidet til at gælde for alle typer af skibe.

Ud fra skadesomfanget og det ramte skibs karakteristika (dobbeltskrog eller enkeltskrog, skibstype, skibsstørrelse, lastet eller i ballast) bestemmes både sandsynligheden for udslip og størrelsesfordelingen.

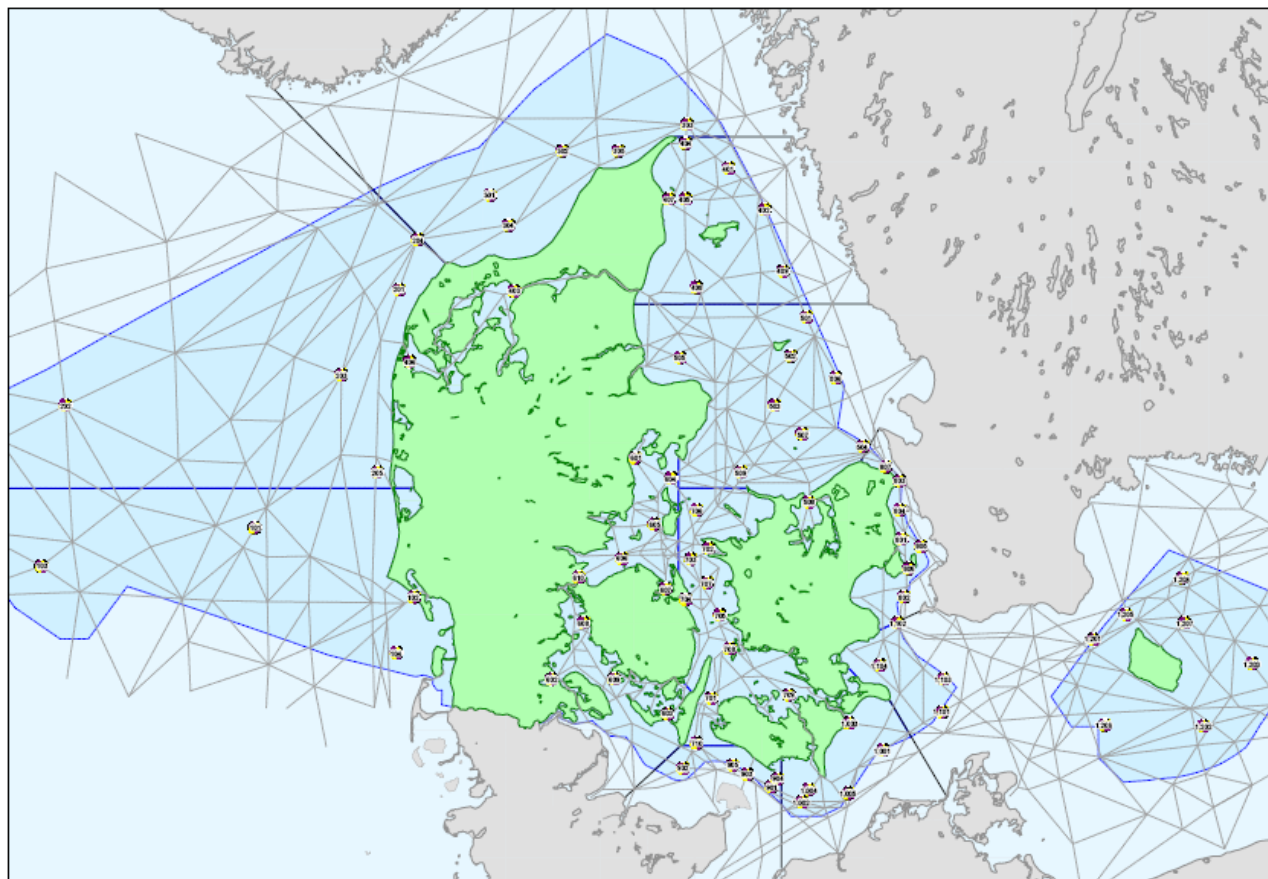
Hvis skadesomfanget er så stort, at skibet ikke længere opfylder kravene til stabilitet, så antages det med 25 % sandsynlighed at forlise. Ved forlis antages det, at mellem halvdelen og al last i bulk slipper ud til havmiljøet, ligesom en bunkersmængde mellem halvdelen og hele bunkerskapaciteten antages at slippe ud.

Der henvises generelt til (COWI 07 2007).

I den videre modellering er der set bort fra udslip, som modelleres til at være mindre end 1 tons. De udgør kun en forsvindende lille del af udslippene.

Udslippunkter

Til brug for modelleringen af spredning og påvirkning af udslip af olie og flydende kemikalier samles de beregnede udslip fra kollisioner i et mindre antal udslippunkter som vist på Figur 8.10. Figuren viser også udslippunkterne for grundstødninger.



Figur 8.10 Udslippunkter til brug ved modellering af spredning og påvirkning fra udslip af olie og flydende kemikalier.

8.3.4 Søulykker - brand

Søfartsstyrelsen (Søfartsstyrelsen 2006) har registreret 31 hændelser med brand i skibe > 300 GT i perioden fra 1. jan. 1993 til 30. juni 2006. Ingen af disse ulykker har været af typen, hvor branden har eskaleret til lastrummet på et lastet tankskib og medført udslip. Hændelserne har typisk været brand i apterinen og maskinrummet. For ingen af de registrerede brandulykker er der registreret udslip.

Det er valgt at modellere udslip på grund af brand som udslip på grund af brand i last på et tankskib i overensstemmelse med (DNV 2003).

Hypigheden af sådanne brande sættes til $1,5 \cdot 10^{-8}$ pr. sejlet sømil med lastet tankskib. Branden antages altid at medføre udslip. Med den nuværende skibstrafik svarer det til ca. 0,05 udslip pr. år i de danske farvande. I 94 % af tilfældene er udslippet til miljøet mindre end 12 % af lasten, idet en del af lasten brænder bort.

Der henvises til (COWI 07 2007).

8.3.5 Søulykker - kontaktskader

Kontaktskader betegner hændelser, hvor et skib bliver beskadiget, fordi det sejler ind i en fast genstand.

De faste genstande kan være broer, havvindmøller, bøjer med mere. Dette er analyseret i (COWI 13 2007). Det er fundet, at hyppigheden af udslip på grund af, at skibe rammer disse genstande, er lille sammenlignet med hyppigheden af udslip på grund af kollisioner og grundstødninger. Det er konkluderet, at der ikke er behov for at modellere disse hændelser i risikoanalysemodellen.

De faste genstande kan også være platforme til indvinding og efterforskning af olie og gas. Hyppigheden af udslip fra skibe på grund af, at skibene rammer disse platforme, er analyseret i (COWI 12 2007). Det er også fundet, at hyppigheden af disse udslip er lille. Platformene befinder sig imidlertid i Nordsøen, hvor hyppigheden af kollisioner og grundstødninger er relativt lille. Der er derfor i modelleringen medtaget udslip fra skibe med ærinde til platformene. Disse skibe rammer ofte platformene. Ud fra COWIs erfaringer med sikkerhedsanalyser af offshore platforme beregnes, at der pr. år vil være 4 tilfælde, hvor skibene rammer platformene. Konsekvenserne er normalt små. De vil langt fra alle blive registreret som søulykker, og kun en meget lille del vil føre til udslip. Hyppigheden af udslip er beregnet til 0,004 pr. år, fordelt med 1/4 på de nordlige felter og 3/4 på de sydlige. Udslippet antages at være af størrelsen 300 tons.

Hyppigheden af udslip fra et passerende skib, der rammer en platform er en faktor 20 mindre. Denne hændelse medtages ikke i modelleringen.

8.3.6 Søulykker ved STS-operationer og bunkring

Ved STS-operationer og bunkring til søs kan der ske påsejling, hvilket af Søfartsstyrelsen er defineret som en ulykke, hvor et skib har påsejlet et andet skib, som lå til ankers. Det kan for STS-operationer være feeder-skibet, der påsejler moderskibet, og for bunkring være bunkringsskibet, der påsejler kunden. Ved begge aktiviteter kan et forbipasserende skib påsejle et af de opankrede skibe.

Andre typer af søulykker, såsom brand vurderes at have mindre betydning.

Analysen af disse aktiviteter er udført på et detaljeringsniveau svarende til, at resultaterne skal anvendes i den generelle vurdering af risikoen for olie- og kemikalieforurening i de danske farvande, hvor disse aktiviteter giver et beskedent bidrag til den samlede risiko. Der henvises generelt til (COWI 11 2007). Analysen bør ikke anvendes som grundlag for specifikke beslutninger om STS-operationer og bunkring til søs.

STS-operationer

Ved en grov modellering er hyppigheden af påsejlinger med udslip til følge sat til 0,0044 pr. år for situationen i dag. Udslippet er enten i størrelsesklassen 3.000 tons eller i størrelsesklassen 30.000 tons. Ved Frederikshavn er fordelin-

gen sat til 70 % / 30 %. Ved Kalundborg Fjord, vest for rute T, hvor skibene er mindre, er den sat til 85 % / 15 %. Inde i Kalundborg Fjord, hvor skibene er mindst, og udslip af hele lasten næppe vil ske selv ved forlis på grund af den begrænsede vanddybde, er fordelingen sat til 100 % / 0 %. Resultaterne bygger på en risikoanalyse specifikt for STS (DNV 2002).

Selvom hyppigheden er lille, er disse hændelser medtaget i modelleringen, idet udslippene er relativt store. Den gennemsnitlige udslipsmængde pr. år er beregnet til 42 tons.

Bunkring til søs

Der er udført en modellering af hyppigheden af bunkringsskibes påsejling af kunder ud fra de hidtidige erfaringer og vurderinger. Der er endvidere udført en teoretisk modellering af hyppigheden af de forbipasserende skibes påsejling af et skib i færd med at bunkre ved København. De resulterende hyppigheder er ubetydelige sammenlignet med hyppighederne for kollisioner i de pågældende farvandsområder. De bunkrende skibe er et bredt udsnit af de skibe, der sejler i de pågældende farvandsområder. Sandsynligheden for udslip og fordelingen på udslipstørrelser er derfor omtrent de samme for påsejlinger og kollisioner. Det konkluderes, at der ikke er behov for at modellere udslip på grund af påsejlinger i forbindelse med bunkring til søs.

8.3.7 Øvrige søulykker

For søulykkerne slagside, havari og kæntring har der været 3 forlis med skibe > 300 GT (Søfartsstyrelsen 2006). Alle forlis var i Nordsøen, og alle skibe var relativt små (< 2.000 GT). I to af tilfældene er der noteret, at der ikke var nogen forurening; i det tredje er der ingen oplysning herom.

På baggrund heraf er der modelleret en hyppighed af udslip på grund af øvrige søulykker på $6 \cdot 10^{-9}$ pr. sejlet sømil i farvandsområderne Nordsøen Syd, Nordsøen Nord og Kattegat, svarende til 0,045 udslip pr. år af denne årsag.

I de øvrige farvandsområder ses der bort fra bidrag fra denne type hændelse.

Udslippet antages at være mellem halvdelen og hele lasten for lastede skibe med last i bulk og mellem halvdelen og hele bunkerskapaciteten for alle andre skibe.

8.3.8 Fejl under overførsel af olie til søs

Bunkring til søs

Hyppigheden af udslip er beregnet ud fra erfaringen. Der har været 9 udslip, hovedsagelig overfyldninger, i løbet af 6½ år, hvor der skønsmæssigt har været 32.000 bunkringsoperationer til søs, svarende til 1 udslip pr. 3.600 operationer.

8 af udslippene vurderes at have været af størrelsen 0,3 tons, og 1 udslip vurderes at have været af størrelsen 3 tons.

Større udslip kan dog forekomme, hvis pumpningen ikke stoppes hurtigt i tilfælde af fejl. Hyppigheden af sådanne udslip er vurderet ud fra følgende:

- Ved overfyldning vil olien først løbe ud på det modtagende skib, hvor der kan opsamles en del olie.
- Pumperaten er maksimalt 400 m³/time

De resulterende hyppigheder af udslip bliver:

Lokalitet	Udslipsstørrelse				I alt
	0,3 t	3 t	30 t	300 t	
København	7.300	820	82	8	8.200
Kalundborg Fjord	3.100	350	35	4	3.500
Kerteminde Bugt	500	60	6	1	600
Ålbæk Bugt	1.400	150	15	2	1.500
I alt	12.000	1.400	140	14	14.000

Tabel 8.16 Modellerede hyppigheder af udslip under overførsel af bunkers, hændelser pr. 10.000 år

Disse hyppigheder gælder både i dag og i fremtiden, da omfanget af bunkring til søs i danske farvande forventes at være uændret.

STS

Der har ikke været noget udslip i forbindelse med STS-operationer i danske farvande. Erfaringen omfatter imidlertid kun 340 overførsler fra feeder-skib til moderskib. Denne erfaring er derfor ikke tilstrækkeligt grundlag til beregning af hyppighederne af udslip.

Der er lagt til grund, at hyppigheden af udslip pr. overførsel er den samme som for bunkring til søs. Udslippene kan blive større, idet pumperaten for hver af to slangeforbindelser typisk er 2000 m³/time. De resulterende hyppigheder af udslip bliver:

Lokalitet	Udslipsstørrelse				I alt
	3 t	30 t	300 t	3.000 t	
Ved Frederikshavn	200	50	2,5	0,3	260
Kalundborg Fjord	26	7	0,3	0,0	33
Kalundborg Rute T	61	16	0,8	0,1	78
I alt	290	70	3,7	0,4	370

Tabel 8.17 Modelleret hyppighed i dag af udslip fra STS pga. fejl under overførsel, hændelser pr. 10.000 år

Hyppighederne i fremtiden stiger på samme måde som olietransporten ud af de danske farvande, se afsnit 5.3.3.

8.3.9 Bevidste og uagtsomme olieudslip

De anførte hyppigheder af bevidste og uagtsomme olieudslip er beregnet på baggrund af:

- Registreringer i OILOBS (OILOBS 2006), som giver antal, position og olietype, men ikke størrelse
- Registreringer af illegale spild i 2004 og 2005 dels i farvandene dækket af Bonn-aftalen (Nordsøen mm.), dels i området dækket af HELCOM-aftalen. Herudfra bestemmes størrelsesfordelingen af udslippene. (COWI 08 2007).

8.4 Grundlag, risikoreduktion

8.4.1 Indledning

Risikoreducerende tiltag, der har betydning for modelleringen af hyppigheden for udslip i 2010, 2015 og 2020, er identificeret ud fra:

- Regeringens handlingsplan om øget anvendelse af lodser og styrket overvågning af sejladsikkerheden (Regeringens handlingsplan 2004) og oplysninger om opfølgning på denne handlingsplan
- Oplysninger om andre tiltag modtaget fra myndighederne, primært fra Søfartsstyrelsen. Disse tiltag er her refereret til som "udviklingspunkter"

Virkningen af tiltag, der påvirker hyppigheden af søulykker, er beskrevet ved en effektfaktor og en angivelse af hvilke skibe, tiltagene virker på. Der anvendes effektfaktorer som beskrevet i Tabel 8.18. Valg af effektfaktor for et givent tiltag er sket ved en vurdering. For tiltag fra regeringens handlingsplan er vurderingen gjort i samarbejde med Forsvarsministeriet, SOK, FKO og Farvandsvæsenet. For udviklingspunkterne har vurderingen været drøftet med Søfartsstyrelsen.

Kategori for tiltag	Kvalitativ beskrivelse	Effektfaktor	Risikoreduktion
1	"Meget stor"	0,20	80 %
2	"Stor"	0,50	50 %
3	"Betydelig"	0,80	20 %
4	"Lille"	0,95	5 %
5	"Negligerbar"	~1,00	~0 %

Tabel 8.18 Katalog over effekt af tiltag på hyppigheden af søulykker

Tiltagene er beskrevet i delrapporten (COWI 10 2007), som også beskriver, hvordan effekten er modelleret. Her gives hovedpunkterne.

Et vigtigt grundlag for modellering er en beskrivelse af anvendelse af lodser i dag, se afsnit 8.4.4.

8.4.2 Regeringens handlingsplan

Anråbsregimet

Tiltag: Anrån af alle større skibe når de bevæger sig ind i dansk farvand. (Skibene vil blive oplyst om, at de er overvåget under passagen og orienteret om forhold vedrørende anvendelse af lods, sejladsikkerhed og havmiljø).

IMOs anbefalinger vedrørende lods i danske farvande:

- Rute T, som går fra Skagen gennem Storebælt til østgrænsen for Kadetrenden:
Alle skibe med dybgang på mindst 11 m bør tage lods
- Øresund fra Hornbæk til Amagers sydspids:
Alle lastede olietankskibe med dybgang mindst 7 m og alle lastede kemikalietankskibe og gastankskibe uanset størrelse bør tage lods

De skibe, som anbefales at tage lods, er i det følgende kaldt IMO skibe.

I første fase af anråbsregimet anråbes alle skibe med mere end 11 m dybgang. I næste fase anråbes også alle skibe, der anbefales at tage lods i Øresund, og senere vil der ske anrån til andre typer af skibe.

Virkningen er:

- I 2010 og fremover vil alle IMO skibe tage lods i rute T
- 40 % af de IMO skibe, der i dag ikke tager lods i Øresund, vil tage lods i 2010
I 2015 vil alle IMO skibe tage lods
- For de øvrige skibe stiger andelen som tager lods med:
 - Rute T: 2010: 2 %, 2015: yderligere 3 %, 2020: yderligere 5 %
 - Øresund: 2010: 2 %, 2015: yderligere 2 %, 2020: yderligere 2 %

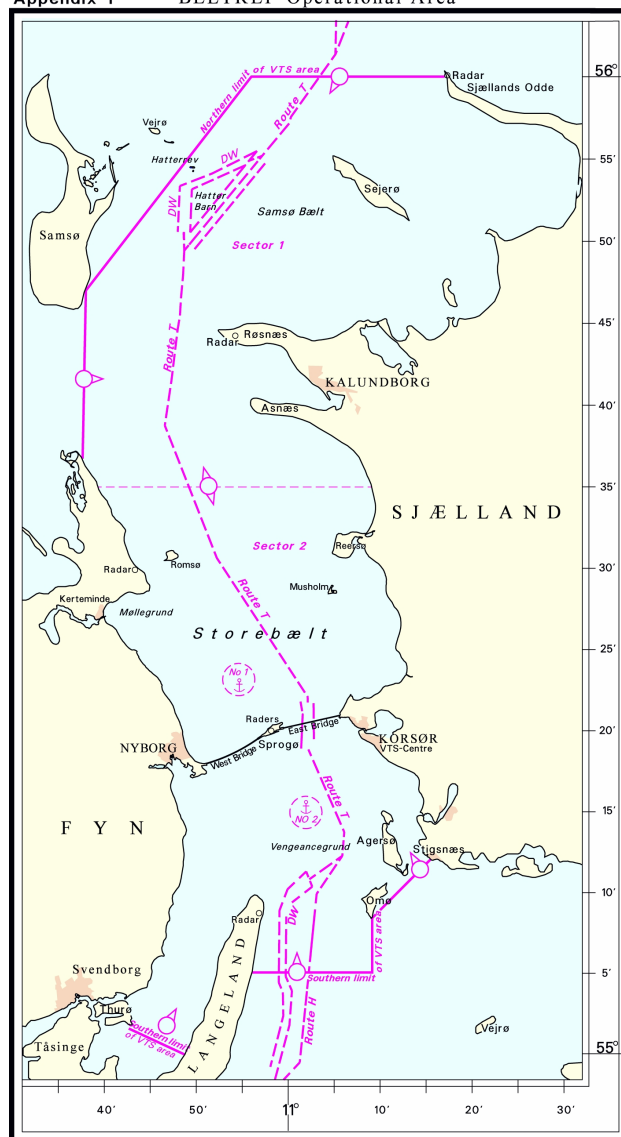
For de skibe, som tager lods, er effektfaktoren 0,5 for kollisioner og grundstødninger (for kollisioner sker der en vægtning afhængig af, om det andet skib har lods om bord).

For skibe, som ikke tager lods, betyder anråbsregimet en generel effektfaktor på 0,95 fra 2010 og frem i de indre danske farvande, dvs. alle farvandsområder bortset fra Nordsøen Syd, Nordsøen Nord og Skagerrak.

VTS Storebælt

Fra 1. juli 2007, dvs. i 2010, 2015 og 2020, vejleder VTS Storebælt trafikken i en del af farvandsområdet Storebælt som vist nedenfor. Der er dog i modelleringen gjort den forenkende antagelse, at VTS Storebælt virker i hele farvandsområdet Storebælt.

Appendix 1 BELTREP Operational Area



I 2010, 2015 og 2020 vil der forventeligt være vejledning af skibstrafikken fra VTS i Øresund. Det forudsættes at dække hele farvandsområdet Øresund.

Trafikseparering i Bornholmsgattet mellem Bornholm og Skåne er indført 1. juli 2006. Det giver et ændret skibstrafikmønster fra 2010 og frem. Virkningen på kollisionsrisikoen er ikke modelleret. En foreløbig modellering udført på DTU (DTU 2005) viser ikke nogen risikoreduktion. Når der er indsamlet tilstrækkeligt med data om skibstrafikken i området, efter at den er tilpasset fuldt til trafiksepareringen, vil virkningen kunne beregnes ved metoder som beskrevet i afsnit 8.3.3.

Samlet styrket overvågning

Virkningen af en lang række tiltag i handlingsplanen er vurderet samlet under betegnelsen "samlet styrket overvågning".

Effekten er, at anvendelsen af lods udover virkningen af anråbsregimet øges med:

- IMO skibe i Øresund: En faktor 1,2 i 2010.
- Ikke IMO skibe: En faktor 1,05 i 2010 og frem.

Virkningen af lods er som beskrevet ovenfor for anråbsregimet.

For skibe, som ikke tager lods, er effektfaktoren 0,95 fra 2010 og frem for de indre danske farvande.

Den styrkede overvågning har også virkning på hyppigheden af bevidste og uagtsomme olieudslip. Effektfaktorerne er antaget at være:

	i dag - 2010	2010 - 2015	2015 - 2020
Nordsøen S og N og Skagerrak	0,95	0,95	0,95
Alle øvrige farvandsområder	0,80	0,95	0,95

8.4.3 Udviklingspunkter

Dobbeltskrog ved lasttanke

De gældende regler betyder, at det forudsættes, at der i 2010, 2015 og 2020 ikke vil være enkeltskrogede tankskibe i danske farvande. I trafikmodellen erstattes de tankskibe, som i dag er enkeltskrogede, med dobbeltskrogede.

Dobbeltskrog ved bunkerstanke

Fra 2010 skal nye skibe, der har bunkerskapacitet større end 600 m³, have dobbeltskrog ved bunkerstanke; dog ikke ved smøreolietanke.

Det forudsættes, at grænsen på 600 m³ svarer til 10.000 DWT. I de danske farvande forventes andelen af skibe > 10.000 DWT, som har dobbeltskrog, at være:

- 10 % i 2010
- 30 % i 2015
- 50 % i 2020

ECDIS

Electronic Chart Display and Information System, som viser skibets position i elektroniske søkort til brug for skibets navigatør, reducerer hyppigheden af grundstødninger. Effektfaktoren er sat til 0,5.

Antallet af skibe med ECDIS vil blive forøget dels på grund af den tekniske udvikling, dels på grund af, at IMO forventes at indføre krav om ECDIS, så kravene vil være trådt i kraft i 2015. De vil formentlig komme til at gælde for alle skibe > 3.000 GT.

Antallet af skibe i de danske farvande med ECDIS vurderes at være:

- 20 % i dag
- 40 % i 2010
- 50 % i 2015
- 100 % i 2020

Brovagtsalarm

En brovagtsalarm er en alarm eller en føler i skibets styrehus, der alarmerer, hvis den ikke mærker bevægelse. Der er i dag krav om brovagtsalarm i danske skibe. IMO vil indføre krav herom, som forventes at gælde fra 2015. Effektfaktor 0,95.

Antallet af skibe i de danske farvande med brovagtsalarm vurderes at være:

- 20 % i dag
- 20 % i 2010
- 95 % i 2015
- 100 % i 2020

Regler om spiritussejlads

Fra 1. juli 2006 er der for danske skibe en promillegrænse på 0,5 for al erhvervssejlads. IMO har besluttet, at der skal fastsættes bindende, internationale regler om spiritussejlads. Det er endnu ikke fastlagt hvilken promillegrænse, der vil blive fastsat internationalt, men reglerne forventes klar i 2008.

Effektfaktor: 0,95 for 95 % af skibene fra 2010 og frem.

8.4.4 Lodsning i dag

Antallet af skibe, der sejler med lods i dag, er bestemt på baggrund af data om lodsninger i perioden 1. juli 2005 til 30. juni 2006 modtaget fra Sundet Lodseri, Farvandslodseriet og Bælt og Fjord Lodseriet. Endvidere er der anvendt data fra VTS Storebælt om hvilke skibe, der har lods ombord ved passage af Storebælt. Endelig er der anvendt data for den samlede trafik i de danske farvande som beskrevet i afsnit 5.1.1.

På baggrund af disse data er lodsningsandele beregnet for:

- Farvandsområdet Storebælt
- Farvandsområdet Øresund
- Samlet for de øvrige farvandsområder i de indre danske farvande: Kattegat Nord, Kattegat Syd, Lillebælt, Femer Bælt, Kadetrenden, Møn og Bornholm

Lodsningsandelene er beregnet separat for forskellige skibstyper og for størrelsesklasserne:

- 0 - 500 DWT

- 500 - 3.000 DWT
- 3.000 - 10.000 DWT
- 10.000 - 25.000 DWT
- 25.000 - 100.000 DWT
- > 100.000 DWT

Det antages, at der ingen lodsning er i farvandsområderne Nordsøen Syd, Nordsøen Nord og Skagerrak.

De beregnede lodsningsandele anvendes ved modelleringen af hyppigheden af kollisioner og grundstødninger i dag. De anvendes også som grundlag for at bestemme den øgede lodsning i fremtiden, se afsnit 8.4.2.

For at kunne modellere lodsningen i fremtiden er det nødvendigt at bestemme antallet af IMO skibe i rute T og Øresund. Dybgang indgår ikke i trafikmodellen. Antallet af IMO skibe er derfor bestemt ud fra antagelser om dybgang for lastede skibe afhængig af størrelsen.

8.5 Diskussion

8.5.1 Hyppighed af søulykker

Hyppigheden af søulykker er modelleret til at være 23 pr. år i de danske farvande fordelt på 2,0 fra kollisioner, 17 for grundstødninger og 4 fra andet. For grundstødninger og kollisioner er de modellerede hyppigheder sammenlignet med de registrerede hændelser.

Grundstødninger

Modelleringen giver en hyppighed på 17 grundstødninger pr. år.

Ud fra de 223 grundstødninger med skibe > 300 GT, der er registreret i de 9,5 år fra 1997 til 30. juni 2006 beregnes en hyppighed på 23 grundstødninger pr. år.

Der er altså god overensstemmelse mellem det modellerede og det registrerede. Det er en selvfølge, da modelleringen direkte bygger på statistik over de indtrufne grundstødninger.

Kollisioner

Modelleringen giver en hyppighed på 2,0 kollisioner pr. år.

Ud fra de 40 kollisioner, hvor begge skibe var > 300 GT, der er registreret i de 13,5 år fra 1993 til 30. juni 2006, beregnes en hyppighed på 2,9 pr. år.

I årene 1993 til og med 1997 viser registreringerne et meget ujævnt mønster. Betragtes i stedet de 8,5 år fra 1998 til 30. juni 2006, fås i stedet en hyppighed på 3,2 pr. år.

Den teoretiske modellering, som er opstillet uafhængigt af de registrerede kollisioner, giver således et resultat, der er i rimelig overensstemmelse med erfaringen.

8.5.2 Hyppigheden af udslip fra søulykker

Modelleringen giver følgende hyppigheder af udslip af olie og kemikalier fra søulykker:

Grundstødning:	0,24 pr. år
Kollisioner:	0,52 pr. år
Andet:	<u>0,09 pr. år</u>
I alt:	0,9 pr. år

Disse resultater kan sammenlignes med de registrerede udslip.

I de 7,5 år fra 1. jan. 1999 til 30. juni 2006, som er dækket af OILOBS (OILOBS 2006), er der i danske farvande identificeret følgende grundstødninger og kollisioner med skibe større end 300 GT og udslip af olie:

- Grundstødninger:

Grundstødning 21. jan. 2005, Sea Venture II (6.395). Udslip af 5 - 10 tons bunkers.

Grundstødning af 18.092 GT olietanker ved Hatter i marts 1999. Formodentligt lille udslip. Rapportert i (Søfartsstyrelsen 2005), men ikke registreret i OILOBS.

- Kollisioner:

Kollisionen 29. marts 2001 mellem Baltic Carrier (23.235 GT) og Tern (20.362 GT). Udslip af 2.700 tons olielast.

Kollisionen 31. maj 2003 mellem Fu Shan Hai (38.603 GT) og Gdynia (3.930 GT). Udslip af ca. 500 tons bunkers ifølge HELCOM.

Kollisionen 26. sep. 2004 mellem sandpumperen Thor R (1.995) GT og servicefartøj til vindmøllepark Ocean Andy (3.332 GT). Thor R forliste. Udslippet var på ca. 140 tons, primært diesel (SOK 2007).

Der er ikke i perioden registreret udslip som følge af andre typer af søulykker med skibe > 300 GT.

Herudfra fås følgende hyppigheder for de registrerede søulykker:

Grundstødning:	0,27 pr. år
Kollisioner:	0,40 pr. år
Andet:	<u>0,00 pr. år</u>
I alt:	0,7 pr. år

Det ses, at den modellerede hyppighed af udslip også er i rimelig overensstemmelse med erfaringen.

Der er ikke registreret noget udslip af kemikalier, hvilket er i god overensstemmelse med, at hyppigheden af udslip af kemikalier er beregnet til 0,07 pr. år.

8.5.3 Størrelsen af udslip som følge af søulykker

Modelleringen giver en fordeling på udslipstørrelse for grundstødninger og kollisioner som vist i Tabel 8.19. Tabellen dækker udslip fra alle typer af skibe og både udslip af bunkers og last transporteret i bulk.

BEREGNET	Udslipstørrelse (tons)					I alt
	3	30	300	3.000	30.000	
Hyppighed	0,11	0,18	0,26	0,11	0,03	0,69
Fordeling	15%	27%	38%	16%	4%	100%

Alt. Inddeling	<10	10 - 1.000	> 1.000	I alt
Hyppighed	0,11	0,44	0,14	0,69
Fordeling	15%	64%	20%	100%

Tabel 8.19 Fordeling på udslipstørrelser, grundstødninger og kollisioner. Som modelleret her.

I tabellen er også vist fordelingen på størrelserne < 10 tons, 10 - 1.000 tons og > 1.000 tons. Herved kan man sammenligne med størrelsesfordelingen af de udslip fra tankskibe, der er rapporteret af ITOPF (ITOPF 2006). Tallene fra ITOPF er vist i Tabel 8.20. Den herudfra beregnede procentfordeling er vist i Tabel 8.21.

	<7 Tonnes	7-700 Tonnes	>700 Tonnes	Total
OPERATIONS				
Loading / Discharging	2820	328	30	3178
Bunkering	548	26	0	574
Other operations	1178	56	1	1235
ACCIDENTS				
Collisions	171	294	97	562
Groundings	233	219	118	570
Hull Failures	576	89	43	708
Fire & Explosions	88	14	30	132
Other/unknown	2180	146	24	2350
TOTAL	7794	1172	343	9309

Tabel 8.20 Udslip fra tankskibe 1974-2005 som rapporteret i (ITOPF 2006)

ITOPF	Udslipstørrelse (tons)			I alt
	< 7	7 - 700	> 700	
Grundstødning	41%	38%	21%	100%
Kollision	30%	52%	17%	100%
I alt	36%	45%	19%	100%

Tabel 8.21 Fordeling på udslipstørrelser, grundstødninger og kollisioner. ITOPF

Vor modellering giver relativt færre udslip i den mindste størrelse end rapporteret af ITOPF. Man skulle have forventet det modsatte. Primært fordi ITOPF rapporterer udslip fra tankskibe, medens vore beregninger medtager udslip fra alle typer af skibe, inkl. skibe, som ikke sejler med last i bulk. Fra disse skibe begrænses udslippet til den mængde bunkers, der er ombord. Sekundært fordi ITOPFs tal for de små udslip formentlig er en undervurdering, idet rapportering af små spild er mindre pålidelig end rapporteringen af store.

Det ser således ud som om modelleringen giver en overvurdering af hyppigheden af store udslip. Det er primært modelleringen af udslip fra kollisioner, der bidrager til de store udslip, medens grundstødninger kun giver et beskedent bidrag.

Det fremgår af Tabel 8.6, at de helt store udslip giver dominerende bidrag til den samlede mængde. Det er i overensstemmelse med erfaringen som rapporteret i (ITOPF 2006).

8.5.4 Betydningen af udslip af kemikalier

Der fremgår af afsnit 8.1.1, at den modellerede hyppighed af udslip af olie og kemikalier fordeler sig på 92 % olie, 3 % miljøfarlige kemikalier og 5 % kemikalier, som ikke er miljøfarlige. Den beregnede gennemsnitlige årlige udslipsmængde af olie og miljøfarlige kemikalier fordeler sig på 95 % olie og 5 % miljøfarlige kemikalier.

Det ses, at udslip af miljøfarlige kemikalier beregnes at ske væsentligt sjældnere end udslip af olie. Denne konklusion vil ikke blive ændret selvom kemikalietransporten skulle være dobbelt så stor som beregnet, hvilket muligvis er tilfældet, se afsnit 6.5.

8.5.5 Beregning af den fremtidige risiko for udslip af olie og miljøfarlige kemikalier

Det er beregnet, at hyppigheden af udslip af olie og miljøfarlige kemikalier fra søulykker i forhold til i dag vil falde med 4 % frem til 2010, stige med 1 % frem til 2015 og stige med 18 % frem til 2020. De beregnede gennemsnitlige årlige udslipsmængder vil stige med ca. 20 % frem til 2010, ca. 30 % frem til 2015 og ca. 60 % frem til 2020. Disse tal gælder for de danske farvande som

helhed. Denne udvikling er en konsekvens af, at både antallet af skibe og størrelsen af skibene stiger.

Den beregnede udvikling i risikoen for udslip af olie og miljøfarlige kemikalier er forbundet med usikkerhed. Både prognosen for udviklingen i skibstrafikken og modelleringen af virkningen af de risikoreducerende tiltag er usikre. Virkningen af de risikoreducerende tiltag er fastsat ud fra skøn. Effektfaktoren for VTS er sat til 0,5. Dette er en mindre risikoreduktion end anvendt ved Storebæltsprojektet, hvor det er forudsat, at VTS Storebælt reducerer hyppigheden af kollisioner mod broerne med en faktor 1/3.

Som nævnt i afsnit 5.4 kan usikkerheden på prognosen belyses ved som yderpunkter at betragte dels en dobbelt så stor stigning i skibstrafikken dels en uændret skibstrafik. Ved en dobbelt så stor stigning i skibstrafikken vil skibstrafikken i 2010 som nævnt i afsnit 5.4 omtrent være som beskrevet for 2020. I 2010 vil der ikke være helt så mange risikoreducerende tiltag som i 2020, men de fleste tiltag, herunder VTS og dobbeltskrog ved lasttanke, vil være fuldt implementerede. Dvs. beskrivelsen ovenfor af situationen i 2020 vil med god tilnærmelse gælde for situationen i 2010, hvis skibstrafikken stiger dobbelt så hurtigt som forudset.

9 Modellering af påvirkning

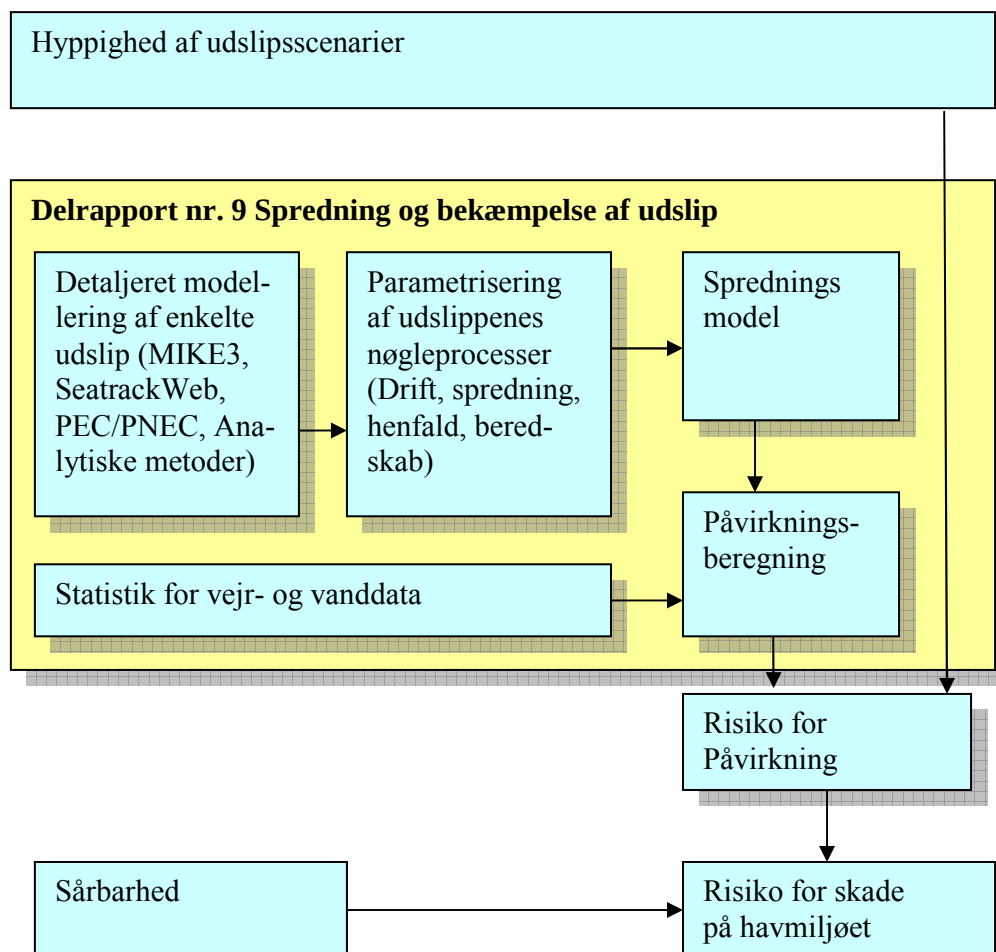
9.1 Indledning

Begrebet *påvirkning* fra olie- og kemikalieudslip til havmiljøet betegner her mængden af olie eller kemikalie i havmiljøet hen over et udslips historie.

Modelleringen af påvirkningen sker ved at modellere, hvorledes olier og kemikalier spredes og transporteres på og i havet, samtidigt med at de skifter egenskaber og henfalder. Endvidere modelleres modelberedskabets virkning. Der anvendes numeriske simuleringværktøjer til beskrivelse af påvirkningen. Der henvises til den detaljerede beskrivelse i delrapport 9, (COWI 09 2007). Delrapporten omfatter også en beskrivelse af de geografiske, hydrografiske og meteorologiske forhold, som er gældende for de danske farvande.

Principperne for modelleringen er vist i Figur 9.1, som samtidig viser hvilke emner, der er behandlet i delrapport 9. Der er foretaget spredningsberegninger med detaljerede modelværktøjer for udvalgte udslipsscenarier. Dette suppleres med analytiske beskrivelser. Herudfra er nøgleprocesserne parametriseret, således at der kan opstilles forenklede spredningsmodeller. Med de forenklede spredningsmodeller er det muligt at gennemregne påvirkningen for det meget store antal udslipsscenarier, som risikomodellen skal håndtere. (For spredning af olie og flydende kemikalier er det af størrelsesordenen 500.000 scenarier dels uden beredskab, dels med modelberedskabet).

Formålet med simuleringerne er at beskrive påvirkningen på en sådan måde, at resultatet kan danne grundlag for strategiske beslutninger omkring beredskabets fremtidige udvikling under hensyn til ændret og øget skibstrafik på den ene side samt effekten af fremtidig risikoreduktion i form af øgede risikoreducerende foranstaltninger på den anden side.



Figur 9.1 Illustration af modelleringen af påvirkning, af indholdet i delrapport nr. 9, og dens position i forhold til den overordnede struktur i risikoanalysen.

Der er opstillet separate simuleringsværktøjer for tre typer af udslip:

- Olie og flydende kemikalier inkl. malflydende olie
- Opløselige kemikalier inkl. kemikalier, der reagerer og opløses
- Synkende kemikalier

Som grundlag for modelleringen af påvirkning fra udslip af olie og kemikalier er de danske farvande inddelt i beregningsceller på 2 km gange 2 km. Disse beregningsceller anvendes i al modellering af påvirkning.

Der foretages generelt separat modellering for hver af de fire årstider, idet der er forskel på sårbarheden i de fire årstider. Endvidere er der forskel på en række parametre, som har betydning for spredning af olie og flydende kemikalier på havet og beredskabets bekæmpelse af disse udslip:

- Havtemperaturen
- Hyppigheder af vindretninger og vindhastigheder
- Hyppighed af tåge og dis, samt antallet af lyse timer i døgnet

Hyppigheden af vindretninger spiller også en rolle i modelleringen af udslip af opløselige kemikalier.

9.2 Olie og flydende kemikalier

9.2.1 Indledning

I dette afsnit anvendes betegnelsen "olie" generelt til at beskrive olie og flydende kemikalier. De flydende kemikalier modelleres på samme måde som olie.

I delrapport 9 (COWI 09 2007) beskrives detaljeret de processer der gør sig gældende for transporten, spredningen og henfaldet af forskellige olietyper på havoverfladen. Processerne er adresseret og simplificeret med det formål at kunne danne en simpel generisk model der kan beregne et stort antal af scenarier på en overordnet måde uden at miste nøgleegenskaberne. På denne måde adskiller denne modellering sig fra traditionelle simuleringer, der ofte har til formål at beskrive konkrete og specifikke forhold med stor nøjagtighed for dermed at kunne støtte bekæmpelsen af et konkret spild. Modelleringen omfatter således en beskrivelse af oliens spredning på havoverfladen, driften med strøm og vind (hastighed og retning) samt hvordan olien henfalder. Henfaldet er simplificeret til at omfatte fordampningsprocessen som den vigtigste proces for de lette olier samt emulgering og naturlig fjernelse fra overfladen som de vigtigste henfaldsprocesser for de tunge olier.

9.2.2 Principper for måling af påvirkning

Påvirkningen af olieforurening beregnes med baggrund i de generaliserede beskrivelser af oliens spredning, transport og henfald under hele forløbet af et enkelt spild. Som resultat findes følgende:

- Mængden af forurening i hver enkelt beregningscelle på havet henover hele spildets forløb.
- Den samlede mængde af olie der rammer kysten.

Til havs

Begrebet påvirkning er altså defineret specifikt for et område, og det består af mængden af forurening (masse) og varigheden af forureningen i det betragtede område. Begrebet påvirkning er her defineret udelukkende på tilstedeværelsen af forurenende stof og tid, ikke på miljøparametre.

Argumentet for, at mængden indgår i påvirkningsbegrebet, ligger i den basale antagelse, at meget forurening (f. eks. mange tons olie i mange olieklatter) in-

denfor et havområde er værre og giver større påvirkning end lidt forurening (f. eks. få tons olie i få olieklatter) indenfor samme område. To lige store områder, der rammes af henholdsvis en lille og en stor mængde forurening i lige lang tid, vil dermed få en tilsvarende lille og stor påvirkning.

Varigheden, hvormed en mængde forurening opholder sig i et havområde, indgår naturligt i begrebet påvirkning. Den grundlæggende hypotese er, at påvirkningen er større (værre), jo længere tid den står på. To lige store områder, der rammes af henholdsvis en kortvarig og en langvarig forurening af samme størrelse, vil dermed få en tilsvarende lille og stor påvirkning.

For olie på havoverfladen vil resultatet af påvirkningen fremstå med enheden mængde gange tid pr. arealenhed (f.eks. tons · timer/km²). Det kan også beskrives som den gennemsnitlige oliemængde i området i den tid, hvori spildet berører det pågældende havområde, ganget med denne tid).

På kysten

For olie på kysten vil resultatet fremstå som den mængde olie, der rammer kysten i det pågældende udslipscenarie.

9.2.3 Modellering af spredning og henfald

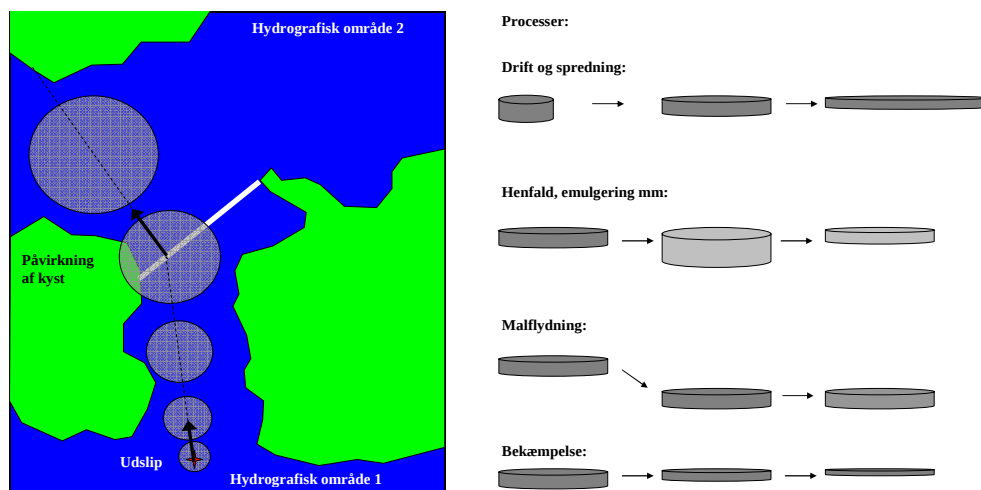
Målet er at beregne hvor olien forefindes i en mangfoldighed af kombinationsmuligheder. Problemet er, at en fuldstændig modellering af et enkelt spild forløb kræver store beregningsressurser. På den anden side kræver en strategisk analyse som den foreliggende gennemregning af et utal af kombinationsmuligheder. For at løse dette problem anvendes følgende metode: Nøjagtige modeller anvendes til simulering af få udvalgte scenarier og disse resultater anvendes til at opstille en simpel model, der kan regne mange scenarier igennem på kort tid.

Drift, spredning og henfald af olie beregnes først for udvalgte nøglescenarier med komplekse simuleringsmodeller (MIKE3, SeaTrackWeb, analytiske modeller) for et udvalg af olietyper, vindforhold spildlokaliteter og spildstørrelser. Hovedtrækkene af disse resultater beskrives derefter på en simplificeret og generaliseret form, således at de derefter kan anvendes på et stort antal af kombinationsmuligheder for olietyper, vindforhold, spildlokaliteter, spildstørrelser, etc.

Den resulterende modellering er illustreret i Figur 9.2. Spildet modelleres som cirkulært. Spildet driver med tiden i en retning og med en hastighed bestemt af vinden og sammenhængen mellem vind og strøm i det betragtede område. Samtidig forøges spildets diameter og spildtykkelsen reduceres tilsvarende.

Henfald, inkl. emulgering mm. modelleres som en ændring i massen i spildet som funktion af tiden. På figuren er vist en tung olietype, hvor der sker emulgering, således at massen forøges. Figuren viser også modelleringen af malflydning af fuelolie (IFO 380), hvor oliepenen antages at bevæge sig med reduceret hastighed lige under havoverfladen, således at der ikke sker henfald, og be-

kæmpelse ikke er mulig. Endelig viser figuren, hvordan der regnes med en ændret driftretning, når oliepoolen kommer ind i nyt hydrografisk område, hvor der er en anden sammenhæng mellem vind og driftretning end i det hydrografiske område, hvor udslippet fandt sted.



Figur 9.2 Illustration af modelleringen af spredning af olie på havet.

Malflydning antages at kunne forekomme ved udslip af fuelolie (godsggruppe 20 og bunkers af tung fuelolie), men ikke ved bevidste og uagtsomme udslip.

Sandsynligheden for malflydning er sat til 0,25 for godsgruppe 20 og til 0,5 for bunkers af tung fuelolie. Der regnes i begge tilfælde med, at 30 % af udslippet malflyder.

9.2.4 Modellering af beredskabets virkning

Beredskabet antages at kunne bekæmpe olie og flydende kemikalier på vandoverfladen.

Beredskabet anvender en lang række af forskelligt materiel, som omfatter skibe, pramme, pumper, skimmere, samt en lang række af forskelligt udstyr som radar, o.l. For at beskrive beredskabets samlede effekt på selve oliespildet på en måde, der er håndterbar i modelkomplekset, begrænses beskrivelsen af beredskabet til kapaciteten af oliepumper og skimmere samt udstyret til at føre olien til skimmer, dvs. flydespærringer, der slæbes efter skibe. Beredskabets bekæmpelse af spildet modelleres som en reduktion i mængden af olie i den cirkulære oliepool. Herved reduceres tykkelsen af poolen, medens diameter er uændret, se Figur 9.2.

Til brug for en gennemregning af beredskabets effekt på påvirkningen er det valgt at definere et modelberedskab, der genspejler et muligt og realistisk beredskab uden at gengive det virkelige beredskab. Der er regnet med, at model-

beredskabet kommer i tre bølger til tiderne T1, T2 og T3, således at den samlede kapacitet stiger med tiden.

Opsamlingskapaciteten beregnes på baggrund af antallet af olieskimmere med tilhørende pumper, samt af hvor mange meter flydespærring, der er til rådighed.

Derudover indeholder modelleringen en række forhold, der kan have indflydelse på beredskabets effektivitet så som sigtbarhedsforhold, mørke, begrænsende signifikant bølgehøjde etc. For stoffer med "rød" brandfare og "rød" sundhedsfare er der regnet med reduceret kapacitet, se afsnit 6.1. Det modellerede modelberedskab er illustreret i nedenstående Tabel 9.1. Det antages at være det samme overalt i de danske farvande

Modelleringen giver mulighed for efterfølgende at vurdere effekten på miljøet af en given ændring i beredskabet. Beredskabet kan beskrives forskelligt for hvert af de 12 farvandsområder.

Parameter	Dimension	Modelberedskab
Samlet kapacitet af pumpe-skimmer systemer til tiderne T1, T2 og T3	m ³ /time	Kap1: 0*) Kap2: 50 Kap3: 100
Samlet længde af flydespærring til tiderne T1, T2 og T3	m	L1: 300*) L2: 600 L3: 1200
Indsættelsestider T1, T2 og T3	time	T1: 2 T2: 4 T3: 6
Slæbehastighed til tiderne T1, T2 og T3	knob	V1: 1 V2: 1 V3: 1
Sigtbarhedskoefficient (hvor stor en del af tiden der ikke kan opsamles pga. tåge/dis)	(dimensionsløs)	Forår: 0,02 Sommer.: 0,01 Efterår.: 0,02 Vinter: 0,04
Mørkekoeficient (hvor stor en del af tiden der ikke kan opsamles pga. manglende dagslys)	(dimensionsløs)	Forår: 0,4 Sommer: 0,2 Efterår: 0,4 Vinter: 0,6
Maks. signifikant bølgehøjde for opsamling	m	1,3
Opsamlingseffektivitet for kemikalier ift. olie	(dimensionsløs)	0,5
Reduktionsfaktor for "rød" brandfare	(dimensionsløs)	0,7
Reduktionsfaktor for "rød" sundhedsfare	(dimensionsløs)	0,7

*) Til tiden T1 ankommer kun flydespærringer og intet pumpe-skimmer system. Derfor er pumpekapaciteten 0 til T1. I selve modelleringen af modelberedskabet tages der højde for den del af olien, der tilbageholdes af flydespærringen der ankommer til T1. Det gøres ved at indsætte en fiktiv kapacitet på 7 m³/time svarende til, at der fra tiden T1 til tiden T2 opsamles 14 m³, som er den mængde, som de 300 m flydespærring antages at tilbageholde.

Tabel 9.1 Oversigt over inputparametre til beskrivelse af modelberedskabet som ikke repræsenterer det virkelige beredskab.

9.2.5 Grundlag vedrørende spredning og henfald

Grundlaget for modelleringen er et antal af gode modeller (MIKE3, SeaTrack Web og analytiske beregningsmodeller), som beskriver processerne, dvs. forskellige egenskaber i udviklingen af et oliespild.

Ud over modellernes procesbeskrivelse er det vigtigt, at disse modeller "fodres" med rigtige og relevante data for vind, vejr og strømninger. Det er således vigtigt for en god beskrivelse af oliespilds udvikling, at der anvendes realistiske kombinationer af vind og strøm.

For at udvælge vind og strøm til brug for den detaljerede modellering af udvalgte oliespild er der udvalgt designperioder med statistiske egenskaber, der matcher de valgte scenarier. Dette er opnået ved at købe data for specifikke vindfelter over Danmark i året 2005 samt samhørende data for strømhastighed og strømretning i de danske farvande. På denne måde er der et sammenhørende datasæt for vind og strøm til rådighed for modellering af oliens drift og henfald.

Der er anvendt vindstatistikken fra den seneste "vind-normal" (Vindnormalen er en 30 års periode og udgivet af DMI). På denne baggrund er der udvalgt vindscenarier for de fire årstider. Scenarierne er delt op i tre vindhastighedsintervaller og tolv retningsintervaller. Statistikken giver en sandsynlighed for hvert af disse scenarier.

Oliens spredning på havoverfladen beregnes ud fra de traditionelle formler. I beregningerne indgår informationer om oliens art, viskositet, temperatur, densitet, etc. Oliens drift med vind og strøm findes ud fra den hydrauliske modellering (som nævnt ovenfor). Henfaldet af olien omfatter fordampning, emulgering og fjernelse og er beskrevet tilnærmet som funktion af viskositet (afhængig af olietype, temperatur), mængde, vind, samt beredskabet effekt på oliespildets ved at det fjerner olie fra havoverfladen.

9.3 Opløselige kemikalier

9.3.1 Indledning

Modellering af spredning af opløselige kemikalier indgår i risikomodellen som grundlag for modellering af påvirkning og risiko for påvirkning og skade på havmiljøet.

Bekæmpelsen af opløselige kemikalier er meget vanskelig og gennemføres ikke i dag. Bekæmpelsen er kun mulig i specielle tilfælde, primært i mindre afgrænsede vandarealer såsom havne, der ikke betragtes her. Den modelleres derfor ikke.

Modellering af påvirkning fra opløselige kemikalier er beskrevet i det følgende ved at kortlægge principperne for påvirkning, metoderne til modellering af påvirkning samt en principiel skitsering af den anvendte model.

9.3.2 Principper for måling af påvirkning

Modellerne til beregning af oliespild kan ikke anvendes til beregning af fortynding af opløselige stoffer. Påvirkningen fra udslip af opløselige kemikalier beregnes med baggrund i de generaliserede beskrivelser af fortynding gennem spredning og transport af blandbart stof i havet. Der regnes ikke med henfald af kemikalierne under hele forløbet af et enkelt spild.

Fortyndingsberegningen gennemføres ved at beregne den afstand fra udslipsteden, hvor koncentrationen af forurenende stof er mindre end officielle grænseværdier for økotoksikologisk effekt på havorganismer. Disse grænseværdier er bestemt ud fra forsøg. De anvendte grænseværdier for de betragtede 3 kemikalieeksempler (acetonecyanhydrin, godsgruppe 8, acrylonitril, godsgruppe 9, og MTBE, godsgruppe 10) er angivet i (COWI 09 2007).

Hele området (alle beregningsceller), som udsættes for koncentrationer over disse grænseværdier, anses for påvirket. Der skelnes ikke mellem forskellige grader af påvirkning.

9.3.3 Modellering af påvirkning

Modellen for fortynding af stof bygger på den traditionelle fortyndingsberegning, der antager en spredning efter Gauss fordeling, og som antager stationære forhold. Modellen styres af inputparametre som bl.a. omfatter stoffets grænseværdi, mængden og koncentrationen af udledt stof, udledningens dybde under havoverfladen, strømhastighed, vanddybde, dispersionskoefficient. Denne form for fortyndingsberegning anvendes som standard ved myndighedsbehandling af udledninger i den danske offshore sektor, bl.a. i Nordsøen.

9.3.4 Grundlag

Den anvendte model kaldes PEC/PNEC-modellen, som står for Predicted Effect Concentration / Predicted No Effect Concentration. Modellen beregner den afstand, hvor den beregnede koncentration er lig med grænseværdien, hvor der ikke kan bestemmes en effekt på organismer.

Dette vil betyde, at udstrækningen af påvirkning for et meget giftigt stof vil være større end for et mindre giftigt stof, under forudsætning af at de fortyndes under samme ydre forhold.

På baggrund af den beregnede afstand fra udslipsteden bestemmes en bredde af den forurenede fane, som er 20 % af længden. Denne geometriske relation er valgt, fordi den er praktisk, og fordi den bygger på erfaringer fra faneudbredelser i havmiljøet.

9.4 Kemikalier, der synker

Det forudsættes, at kemikalier, der synker, ikke transporteres nævneværdigt med vind og strøm, mens de synker, og at de ved bunden ligeledes vil blive liggende. Påvirkningen beskrives derfor som mængden i tons pr. beregningscelle,

afhængig af udslippets størrelse, idet kun den beregningscelle, hvori udslippet sker, vil blive påvirket.

Bekæmpelse er ikke medtaget i modelleringen, idet der forudsættes, at stoffet vil blive liggende, og kun i sjældne tilfælde (høj miljørisiko, lav vanddybde) kan påtænkes at blive fjernet, f.eks. med grab fra pram.

Der er ikke skelnet mellem påvirkning fra godsgruppe 12, som er klassificeret med rød miljøfare (kemikalieeksempel: tjære), og godsgrupper 13, som er klassificeret med gul miljøfare (kemikalieeksempel: MTBE). Denne forenkling er tilladelig, da disse godsgrupper kun udgør en meget lille del af den samlede transport af kemikalier.

9.5 Diskussion

Usikkerheden ved modelleringen af påvirkningerne er belyst ved at sammenligne resultaterne fra forskellige modeller. Det viser sig at selve procesbeskrivelserne ikke indeholder betydende usikkerheder.

Usikkerheden på selve miljørisikoen bliver reduceret af de mange integrationer over forskellige scenarier, der ligger til grund for risikoberegningen. Formålet med analysen er at vurdere den integrerede miljøpåvirkning ved forskellige skibstrafikscenarier og forskellige former for beredskab. Den relative forskel vil være en kvalitativ indikation på, om miljørisikoen bliver øget eller formindsket, dvs. man vil kunne sammenligne den relative effekt på miljørisikoen ved forskellige scenarier.

PEC/PNEC modellen er i beregningerne af påvirkning fra opløselige kemikalier anvendt ud til den afstand, hvor den ikke længere anses for gældende. Denne begrænsning kan føre til en undervurdering af det påvirkede område. I modelleringen er alle beregningsceller med koncentrationer over den fastsatte grænseværdier for økotoksikologisk effekt på havorganismer regnet påvirket. Det betyder, at også celler med meget lille påvirkning regnes påvirket.

10 Risiko for påvirkning

10.1 Risiko for påvirkning i dag

10.1.1 Olie og flydende kemikalier

Måling af risikoen

Påvirkningen fra olie og flydende kemikalier måles som nævnt i afsnit 9.2.2 som:

- Mængden af forurening i hver enkelt beregningscelle på havet henover hele spildets forløb. Enheden bliver således tons · timer/km²
- Den samlede mængde af olie der rammer kysten. Enheden er tons.

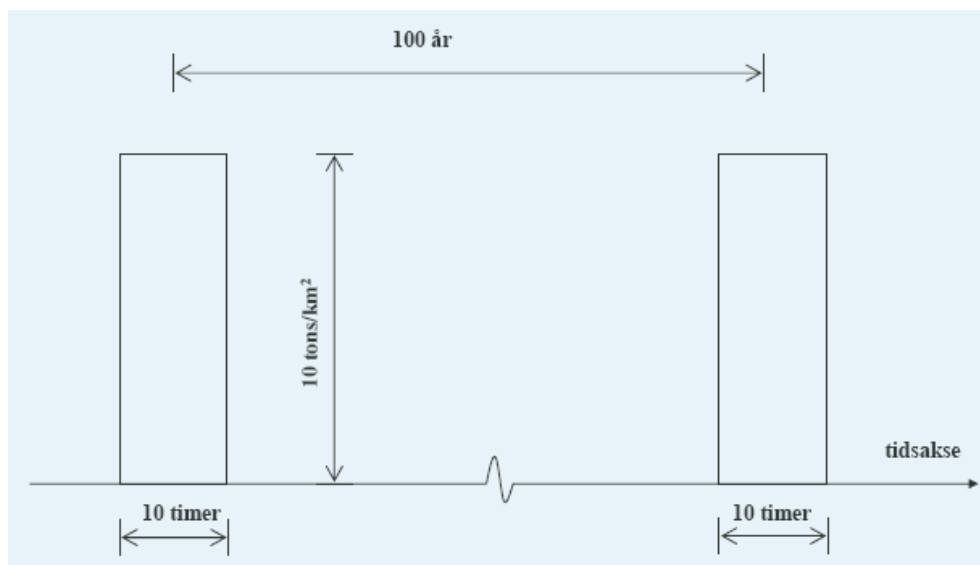
Risikoen for påvirkning fra et enkelt udslipsscenario måles som hyppigheden af det pågældende udslipsscenario ganget med den beregnede påvirkning. Hyppigheden måles som antal hændelser pr. år, dvs. enheden er 1/år. Herved fås:

- Risikoen for påvirkning på havet for hver enkelt beregningscelle målt i 1/år · tons · timer/km². Denne enhed svarer til g/km². Måleenheden bliver altså et gennemsnitligt antal g pr. km². Gennemsnittet tages over en kort periode, hvor området rammes af en forurening, og lange perioder hvor der ikke er nogen forurening.

Det er illustreret med et eksempel i Figur 10.1. En beregningscelle bliver ramt af et udslip, som har en hyppighed på 0,01 pr. år. Det svarer til, at cellen bliver ramt af udslip med 100 års mellemrum (returperioden). Når udslippet rammer cellen, så er der 10 tons/km². Varigheden er 10 timer. Den beregnede risiko for påvirkning bliver da:

$$0,01/\text{år} \cdot 10 \text{ tons/km}^2 \cdot 10 \text{ timer} / (8766 \text{ timer/år}) = 114 \text{ g/km}^2$$

- Risikoen for forurening af kysten målt som 1/år · tons = tons/år.



Figur 10.1 Illustration af risiko for påvirkning
Olieudslip med hyppighed 0,01/år rammer en beregningscelle med
10 tons/km² i 10 timer.

Den samlede risiko for påvirkning fås ved at addere de beregnede risici for alle de betragtede scenarier.

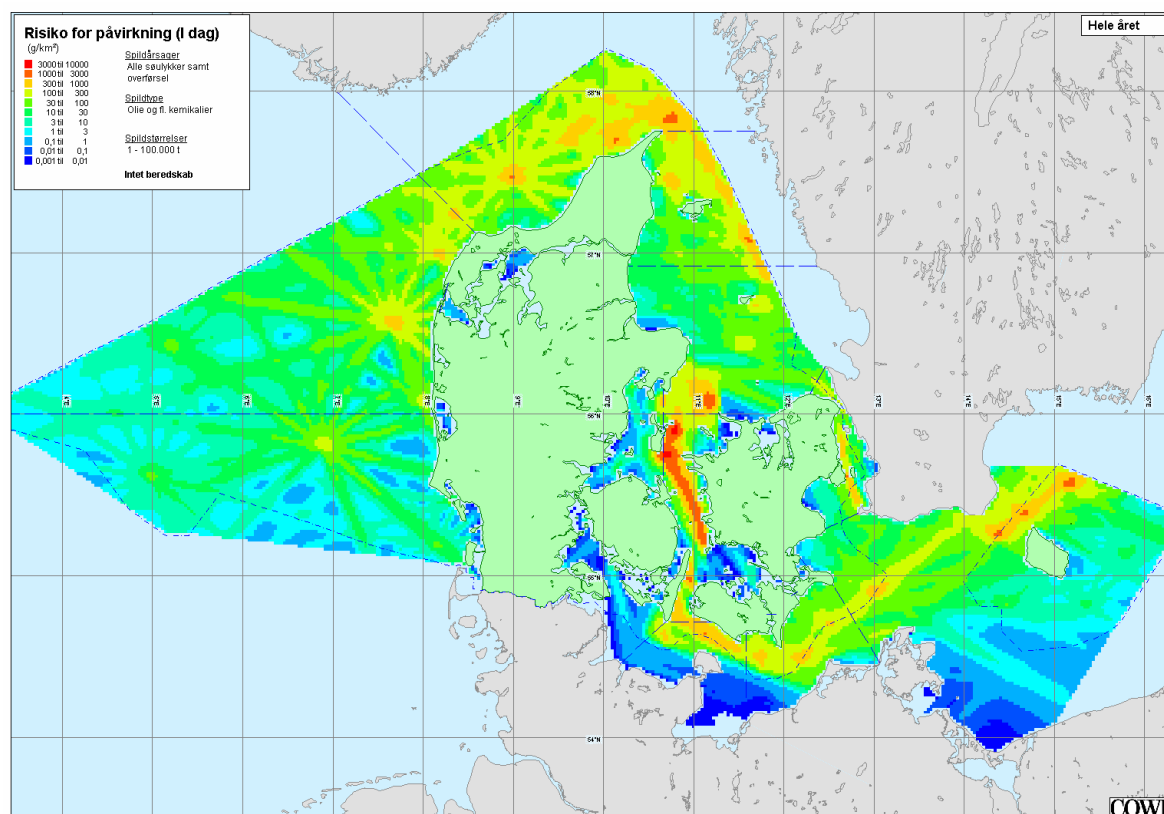
Resultater, søulykker

Den beregnede risiko for påvirkning på havet fra søulykker uden beredskab er vist i Figur 10.2. Denne figur og de følgende figurer i dette afsnit er gengivet i bilag 4 i større format med mere signaturforklaring. Det ses, at det mest udsatte farvandsområde er Storebælt i overensstemmelse med, at der her sejler store lastede tankskibe i et snævert farvand. Risikoen er væsentligt mindre i Øresund på trods af, at der her sejler væsentlig flere skibe end i Storebælt. Det skyldes, at Øresund primært benyttes af mindre skibe og af store skibe i ballast, hvor der ikke er risiko for udslip af last.

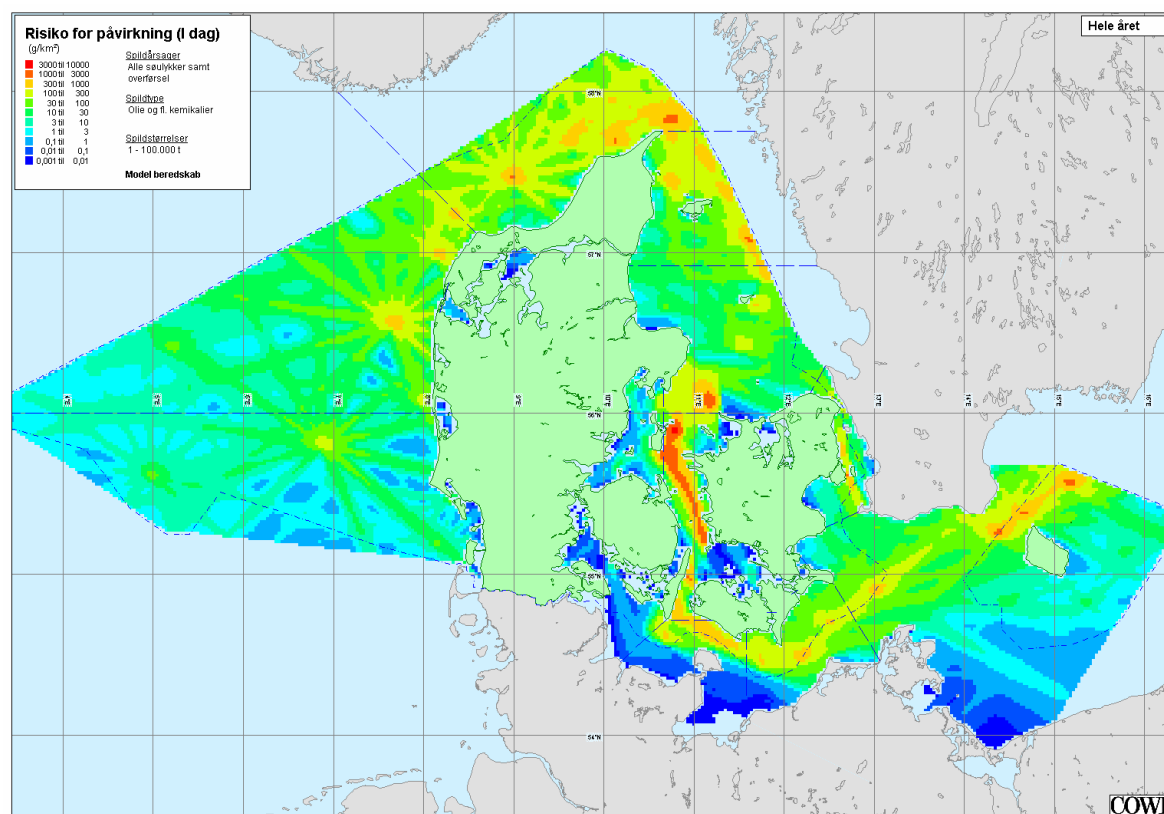
Den beregnede risiko for påvirkning på havet fra søulykker med virkningen af modelberedskabet er vist i Figur 10.3.

En sammenligning af de to figurer viser ikke nogen tydelig effekt af modelberedskabet. Modelberedskabets virkning på risikoen for påvirkning på havet fremgår også af Tabel 10.1. Her ses, at modelberedskabets indsats beregnes kun at give en relativt lille reduktion i risikoen. Det skyldes, at risikoen er domineret af store udslip på 30.000 tons, som kan være svære at bekæmpe. Hvis der ses bort fra disse meget store udslip, så bliver forskellen mellem situationen med og uden modelberedskab tydeligere, se bilag 4, og den beregnede virkning er ca. dobbelt så stor, se Tabel 10.2.

Tabel 10.1 og Tabel 10.2 viser også, at den største risiko er i Storebælt og Skagerrak.



Figur 10.2 Risiko for påvirkning fra udslip af olie og flydende kemikalier fra søulykker og overførsel til søs. Hele året, i dag. Uden beredskab



Figur 10.3 Risiko for påvirkning fra udslip af olie og flydende kemikalier fra søulykker og overførsel til søs. Hele året, i dag. Med modelberedskab

Farvandsområde	Påvirkning i tons uden beredskab	Påvirkning i tons med beredskab	Reduktion
1 Nordsøen Syd	0,21	0,18	15%
2 Nordsøen Nord	0,96	0,83	14%
3 Skagerrak	1,95	1,76	10%
4 Kattegat Nord	0,81	0,74	9%
5 Kattegat Syd	0,76	0,66	13%
6 Lillebælt	0,08	0,07	23%
7 Storebælt	1,57	1,41	10%
8 Øresund	0,11	0,09	22%
9 Femer Bælt	0,26	0,23	14%
10 Kadetrenden	0,28	0,24	14%
11 Møn	0,12	0,10	16%
12 Bornholm	0,61	0,56	7%
I alt	7,72	6,85	11%

Tabel 10.1 Risiko for påvirkning i tons fra udslip af olie og flydende kemikalier på havet på grund af søulykker og overførsel til søs. Fordeling på farvandsområder. Hele året, i dag

Farvandsområde	Påvirkning i tons uden beredskab	Påvirkning i tons med beredskab	Reduktion
1 Nordsøen Syd	0,14	0,11	21%
2 Nordsøen Nord	0,55	0,43	21%
3 Skagerrak	0,94	0,77	18%
4 Kattegat Nord	0,32	0,25	20%
5 Kattegat Syd	0,31	0,22	28%
6 Lillebælt	0,04	0,02	43%
7 Storebælt	0,57	0,43	24%
8 Øresund	0,11	0,08	23%
9 Femer Bælt	0,13	0,09	27%
10 Kadetrenden	0,13	0,09	28%
11 Møn	0,06	0,04	29%
12 Bornholm	0,26	0,22	15%
I alt	3,55	2,77	22%

Tabel 10.2 Risiko for påvirkning i tons fra udslip af olie og flydende kemikalier på havet på grund af søulykker og overførsel til søs. Uden udslip i størrelsesklassen 30.000 tons. Fordeling på farvandsområder. Hele året, i dag

Tabel 10.3 viser et "masseregnskab" for det gennemsnitlige årlige udslip fordelt på farvandsområder. Da råolie og fuelolie emulgerer til den dobbelte mængde kort efter udslippet, bliver de maksimale mængder på havet større end udslippet. I tabellen er også anført hvilke mængder, der i gennemsnit vil ramme dansk

kyst uden beredskab. Endelig viser tabellen hvilke mængder, modelberedskabet beregnes at opsamle i gennemsnit, samt mængder på dansk kyst, når modelberedskabet opsamler disse mængder på havet. I "masseregnskabet" indgår hverken den del af udslippet, der henfalder, eller den del, der rammer udenlandsk kyst i beregningsmodellen eller rammer modellens grænse til udenlandsk farvand.

Farvandsområde	Initielt spild tons/år	Maximal forurening efter emulgering tons/år	Forurening på dansk kyst, uden beredskab tons/år	Opsamlet af beredskab tons/år	Forurening på dansk kyst, med beredskab tons/år
1 Nordsøen Syd	18	30	4	3	4
2 Nordsøen Nord	113	189	32	15	30
3 Skagerrak	271	457	67	30	62
4 Kattegat Nord	200	344	49	13	45
5 Kattegat Syd	180	305	45	26	36
6 Lillebælt	5	9	92	1	76
7 Storebælt	476	800	329	53	303
8 Øresund	64	107	26	17	21
9 Femer Bælt	61	100	31	11	26
10 Kadetrenden	71	117	19	12	16
11 Møn	16	27	1	2	1
12 Bornholm	123	204	9	11	9
I alt	1.599	2.689	704	195	629

Tabel 10.3 Gennemsnitlige årlige mængder i tons fra udslip af olie og flydende kemikalier på grund af søulykker og overførsel til søs. Fordeling på farvandsområder. I dag

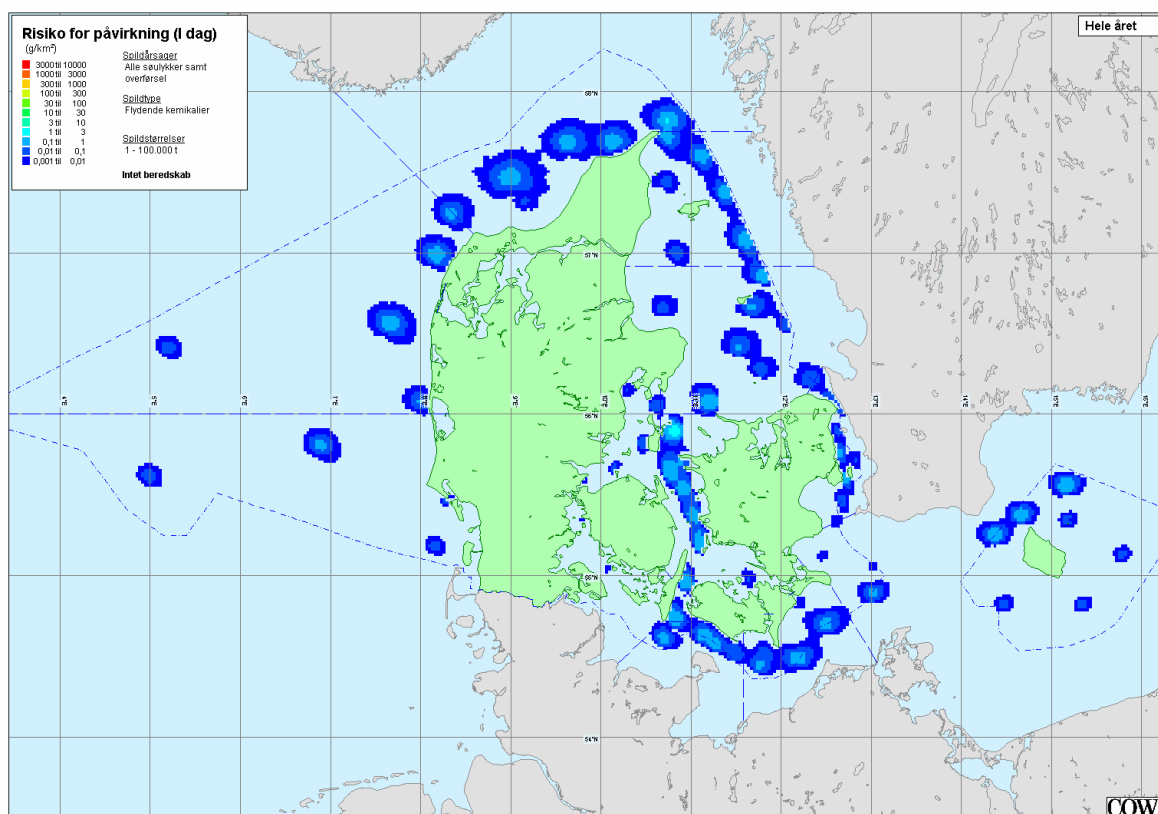
Farvandsområdet Storebælt er mest udsat for olie på kysten, idet halvdelen af olien på dansk kyst rammer her. Beregningerne viser, at modelberedskabet reducerer mængden, der rammer kysterne i Storebælt og dansk kyst generelt med henholdsvis ca. 8 % og ca. 11 %. Den store forurening på kyster i farvandsområdet Lillebælt skyldes, at østkysten af Samsø er en del af dette farvandsområde i overensstemmelse med Søfartsstyrelsens afgrænsning af Storebælt, se bilag 1 til (COWI 03 2007).

Ses bort fra de meget store udslip på 10.000 tons og mere beregnes en større effektivitet af modelberedskabet, se Tabel 10.4. Ud fra denne tabel bliver reduktionerne i mængden af olie på kysten på grund af modelberedskabets indsats henholdsvis 23 % og 25 %.

Farvandsområde	Initielt spild tons/år	Maximal forurening efter emulgering tons/år	Forurening på dansk kyst, uden beredskab tons/år	Opsamlet af beredskab tons/år	Forurening på dansk kyst, med beredskab tons/år
1 Nordsøen Syd	9	16	3	3	3
2 Nordsøen Nord	42	73	16	13	14
3 Skagerrak	88	154	28	26	23
4 Kattegat Nord	53	93	15	10	12
5 Kattegat Syd	51	87	17	21	9
6 Lillebælt	3	6	33	1	20
7 Storebælt	121	207	96	40	75
8 Øresund	56	97	24	17	19
9 Femer Bælt	21	35	13	10	8
10 Kadetrenden	22	38	8	10	6
11 Møn	5	9	1	2	1
12 Bornholm	34	57	4	8	3
I alt	504	871	257	161	191

Tabel 10.4 Gennemsnitlige årlige mængder i tons fra udslip af olie og flydende kemikalier på grund af søulykker og overførsel til søs. Uden udslip i størrelsesklassen 30.000 tons. Fordeling på farvandsområder. I dag.

Flydende kemikalier udgør kun en meget lille del af den samlede risiko for påvirkning. Det fremgår af Figur 10.4.



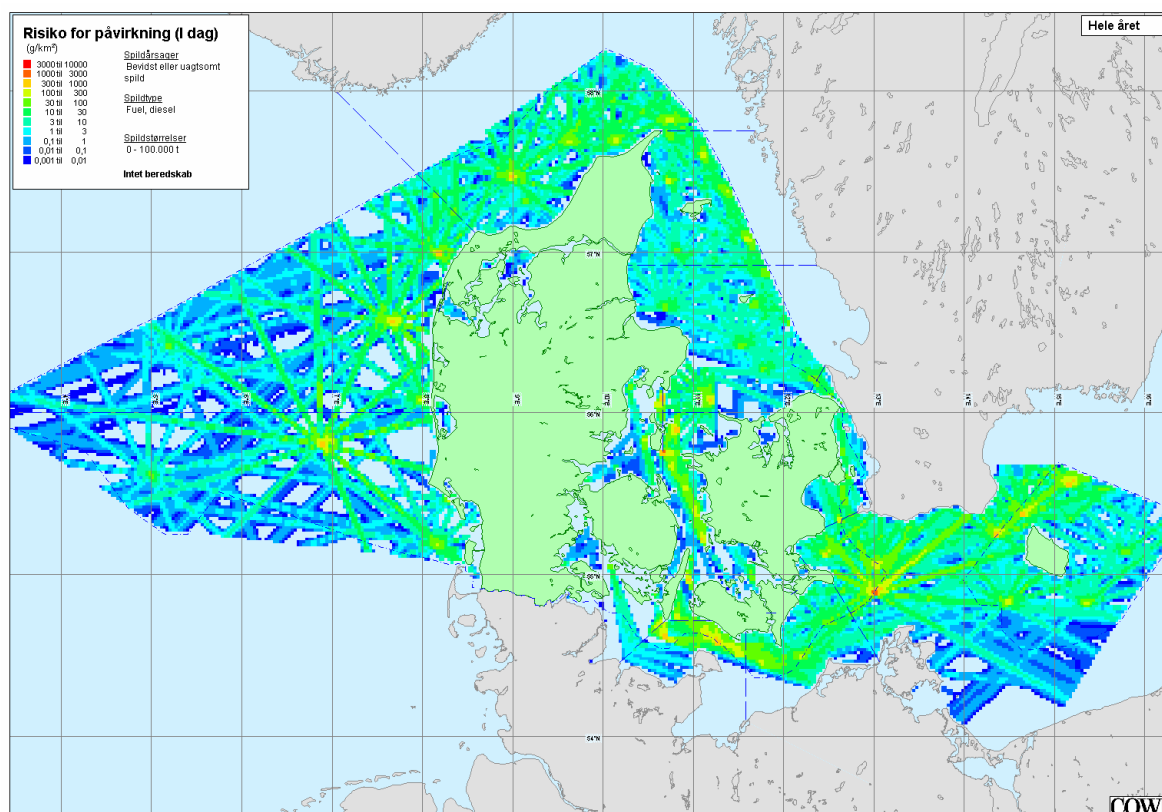
Figur 10.4 Risiko for påvirkning fra flydende kemikalier fra søulykker. Hele året, i dag, uden beredskab

Overførsel til søs

Den beskudne risiko for påvirkning fra overførsel til søs er medregnet i tal og figurer for søulykker ovenfor.

Bevidste og uagt-somme olieudslip

Den beregnede risiko for påvirkning på havet fra bevidste og uagtsomme olie-udslip er vist i Figur 10.5. En sammenligning med Figur 10.2 viser, at risikoen fra disse små udslip er væsentligt mindre end risikoen fra kollisioner og grundstødninger. Det fremgår også af Tabel 10.5. Der er regnet med, at beredskabet ikke bekæmper disse udslip.



Figur 10.5 Risiko for påvirkning fra bevidste og uagtsomme olieudslip. Hele året, i dag

Årsag	Påvirkning i tons uden beredskab	Påvirkning i tons med beredskab	Reduktion
Søulykker og udslip under overførsel	7,7	6,8	11,3%
Bevidste og uagtsomme udslip	0,9	0,9	-
I alt	8,7	7,8	10,1%

Tabel 10.5 Samlet risiko for påvirkning på havet fra udslip af olie og flydende kemikalier. Hele året, i dag

10.1.2 Kemikalier, der opløses

Måling af risikoen

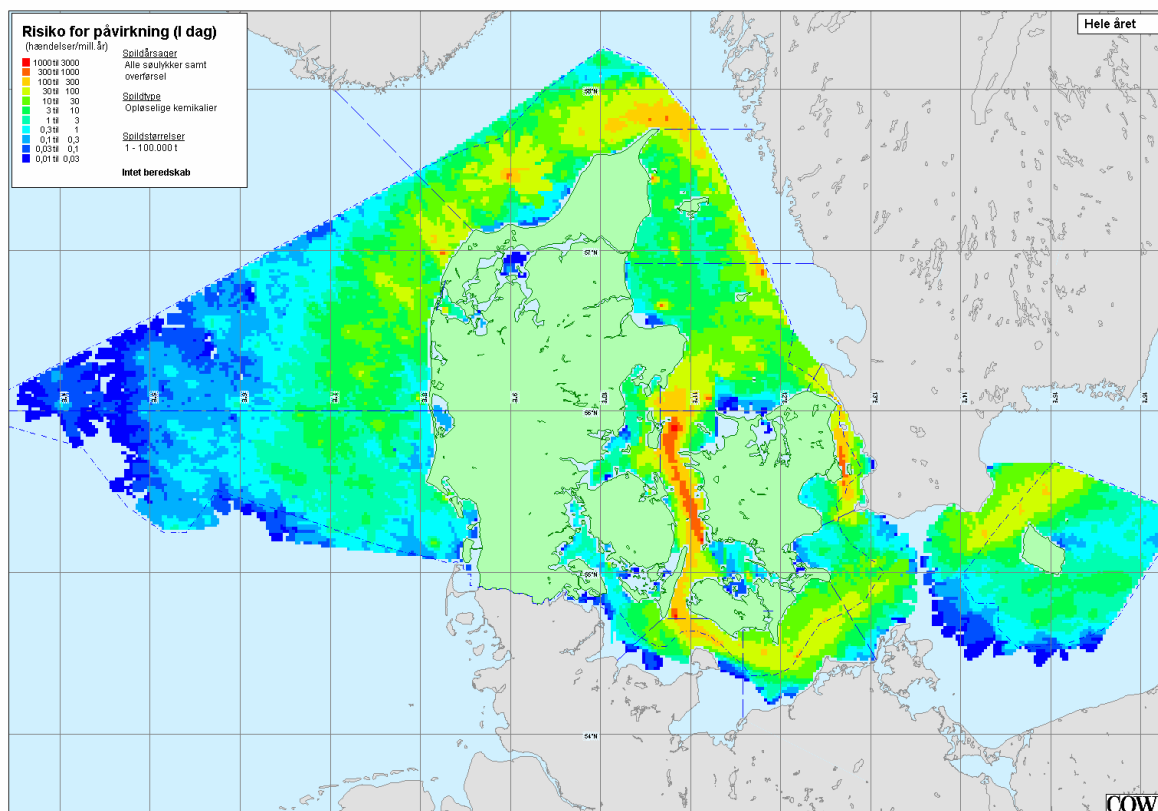
En beregningscelle på havet betragtes som påvirket, hvis den beregnede koncentration er større end den økotoxikologiske grænseværdi, se afsnit 9.3. Dvs. beregningscellen er enten påvirket eller ikke påvirket.

Risikoen for påvirkning fra et enkelt scenario måles som hyppigheden af scenariet ganget med den beregnede påvirkning. Hyppigheden måles som antal hændelser pr. år. Risikoen måles altså som påvirkninger/år. Dvs. antal gange pr. år, som den pågældende celle bliver påvirket.

Ved sammentælling over farvandsområder og alle danske farvandsområder fås et påvirket areal pr. år ($\text{km}^2/\text{år}$).

Resultat

Den beregnede risiko for påvirkning fra opløselige kemikalier er vist på Figur 10.6 og Tabel 10.6. Den største værdi på figuren er kun lidt over 1 gang pr. 1.000 år. Dvs. risikoen for, at et givet havområde bliver ramt er meget lille.



Figur 10.6 Risiko for påvirkning fra opløselige kemikalier. Hele året, i dag

Farvandsområde	Miljøpåvirkning km ² /år
1 Nordsøen Syd	0,02
2 Nordsøen Nord	0,13
3 Skagerrak	0,36
4 Kattegat Nord	0,11
5 Kattegat Syd	0,20
6 Lillebælt	0,03
7 Storebælt	0,49
8 Øresund	0,10
9 Femer Bælt	0,05
10 Kadetrenden	0,06
11 Møn	0,01
12 Bornholm	0,08
I alt	1,65

Tabel 10.6 Risiko for påvirkning fra opløselige miljøfarlige kemikalier. Gennemsnitligt areal påvirket pr. år, km²/år. Fordeling på farvandsområder

10.1.3 Kemikalier, der synker

Måling af risikoen

Påvirkningen måles som mængden i tons i den beregningscelle, hvor udslippet sker. Risikoen for påvirkning fra et enkelt scenario måles som hyppigheden af scenariet gange med den beregnede påvirkning. Hyppigheden måles som antal hændelser pr. år. Risikoen måles altså som tons/år.

Resultat

Den samlede risiko er af størrelsesordenen 5 tons/år. Fordelingen på farvandsområder fremgår af Tabel 10.7.

Farvandsområde	Miljøpåvirkning tons/år
1 Nordsøen Syd	0,06
2 Nordsøen Nord	0,35
3 Skagerrak	0,79
4 Kattegat Nord	0,46
5 Kattegat Syd	0,45
6 Lillebælt	0,03
7 Storebælt	1,51
8 Øresund	0,35
9 Femer Bælt	0,21
10 Kadetrenden	0,17
11 Møn	0,04
12 Bornholm	0,18
I alt	4,60

Tabel 10.7 Risikoen for påvirkning fra miljøfarlige kemikalier, der synker, tons/år. Fordeling på farvandsområder.

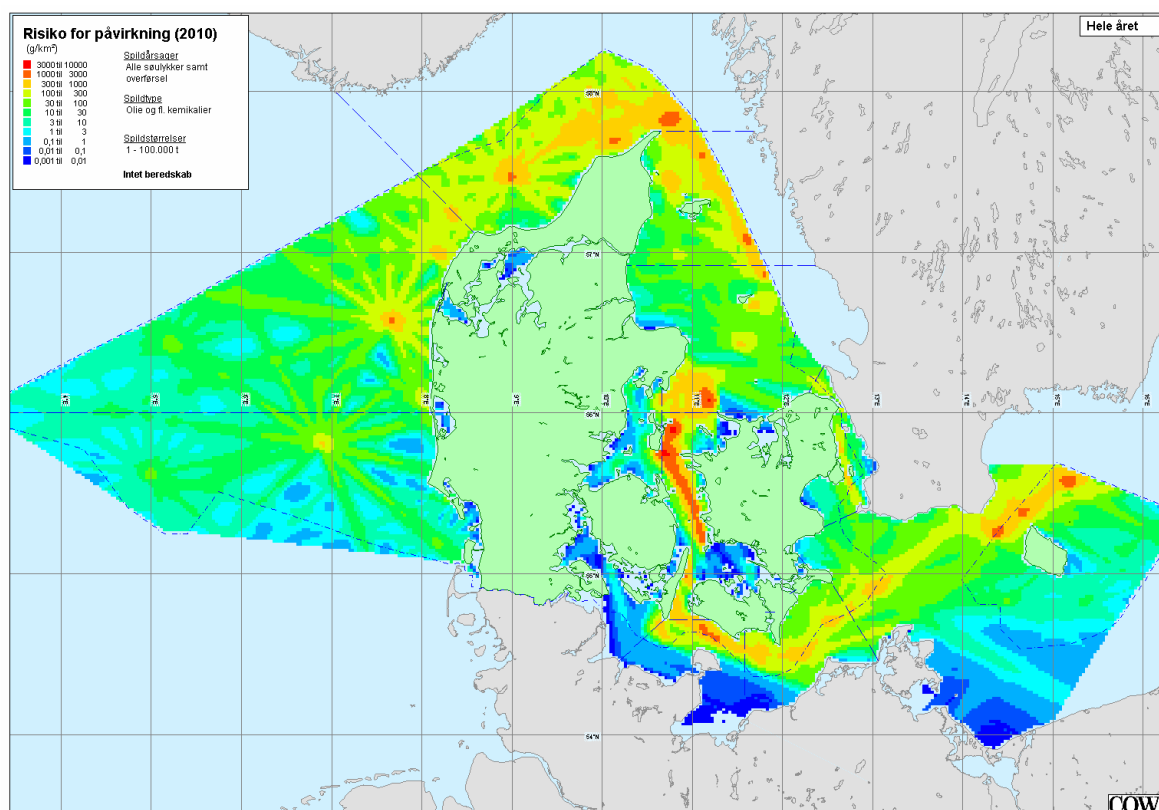
10.2 Risiko i fremtiden

10.2.1 Olie og flydende kemikalier

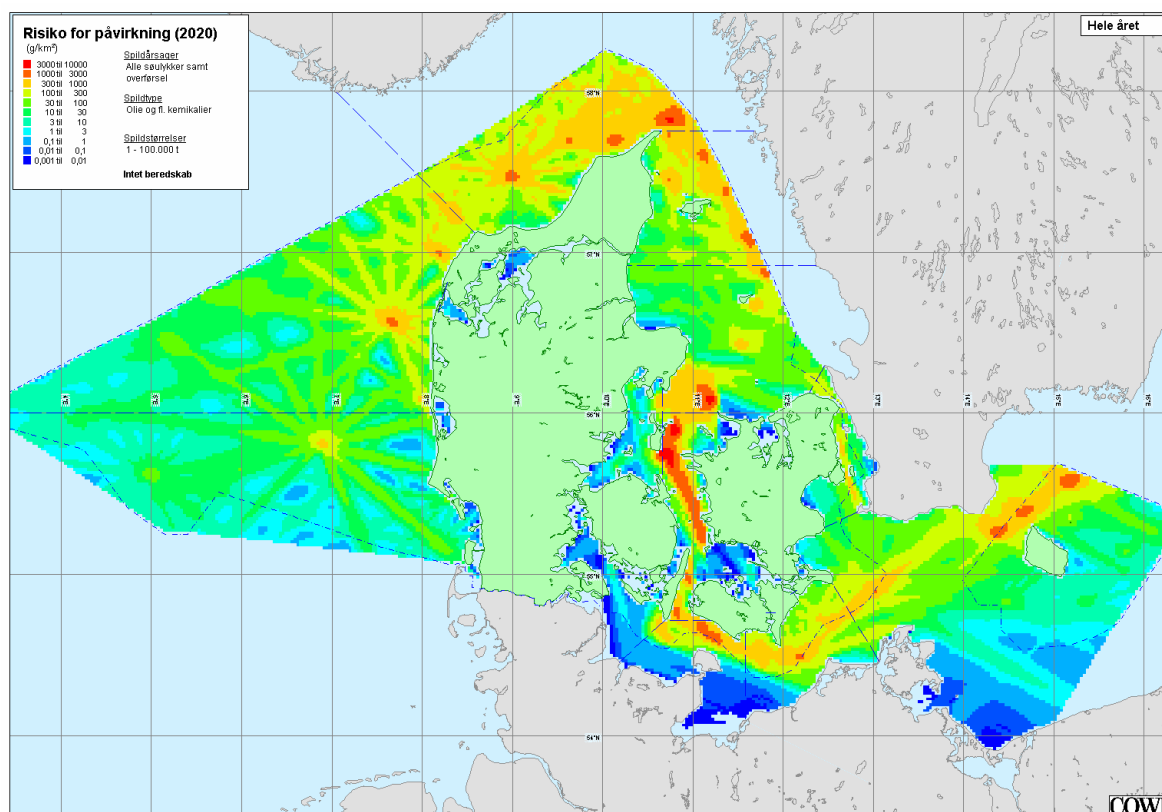
Søulykker

Risikoen for påvirkning i 2010 og 2020 er vist i henholdsvis Figur 10.7 og Figur 10.8. Figurer i større målestok findes i bilag 4 sammen med figur for 2015. Udviklingen i risikoen for påvirkning fremgår også af Tabel 10.8.

Det ses, at der for de danske farvande som helhed sker en stigning i risikoen for påvirkning i forhold til i dag. I Storebælt er stigningen væsentligt mindre end i de danske farvande som helhed, og i Øresund sker der en reduktion i risikoen. Det skyldes virkning af de VTS systemer, der bliver indført eller forventes indført i disse farvande, se afsnit 8.4.2.



Figur 10.7 Risiko for påvirkning fra udslip af olie og flydende kemikalier fra søulykker og overførsel til søs. Hele året, 2010. Uden beredskab



Figur 10.8 Risiko for påvirkning fra udslip af olie og flydende kemikalier fra søulykker og overførsel til søs. Hele året, 2020. Uden beredskab

Farvandsområde	Ændring i risiko for påvirkning		
	2010	2015	2020
1 Nordsøen Syd	+25%	+43%	+77%
2 Nordsøen Nord	+30%	+47%	+82%
3 Skagerrak	+34%	+51%	+88%
4 Kattegat Nord	+33%	+47%	+74%
5 Kattegat Syd	+35%	+52%	+85%
6 Lillebælt	+9%	+23%	+51%
7 Storebælt	-1%	+13%	+37%
8 Øresund	-31%	-28%	-18%
9 Femer Bælt	+25%	+40%	+67%
10 Kadetrenden	+31%	+47%	+75%
11 Møn	+32%	+47%	+75%
12 Bornholm	+33%	+47%	+73%
I alt	+24%	+40%	+70%

Tabel 10.8 *Udviklingen fra i dag til 2010, 2015 og 2020 i risikoen for påvirkning fra olie og flydende kemikalier uden beredskab. Søulykker og overførsel til søs. Fordeling på farvandsafsnit.*

Overførsel til søs

Risikoen for påvirkning fra STS-operationer stiger på samme måde som risikoen for udslip, medens risikoen for påvirkning fra bunkring til søs er uændret, se afsnit 8.2.2. De små bidrag herfra er indregnet i figurer og tabeller for søulykker ovenfor.

Bevidste og uagtsomme olieudslip

Udviklingen i risikoen for påvirkning på havet fra bevidste og uagtsomme olieudslip er vist i Tabel 10.9. Der beregnes en svag reduktion i den totale risiko i overensstemmelse med udviklingen i antal udslip som beskrevet i afsnit 8.2.3.

	Ændring i risiko for påvirkning		
	2010	2015	2020
Bevidste og uagtsomme udslip	-6%	-4%	-1%

Tabel 10.9 *Udvikling fra i dag til 2010, 2015 og 2020 i den totale risiko for påvirkning fra bevidste og uagtsomme udslip i danske farvande.*

Risikoen for påvirkning i 2020 er vist i Figur 10.9. Figur i større målestok findes i bilag 4. Udviklingen i risikoen for påvirkning fremgår også af Tabel 10.10.

Risiko for påvirkning (2020)
(handelsenh. mill. år)

- 10000 3000
- 3000 1000
- 1000 300
- 300 100
- 100 30
- 30 10
- 10 3
- 3 1
- 1 0.3
- 0.3 0.1
- 0.1 0.03
- 0.03 0.01
- 0.01 0.001

Solidt søppel
Alle søppeltyper samt overfløst

Spillolje
Oploselige kemikalier

Spillstoffer
1 - 100.000 t

Infert beredskab

Hele året

Figur 10.9 Risiko for påvirkning fra udslip af opløselige kemikalier. Hele året, 2020.

Farvandsområde	Ændring i risiko for påvirkning		
	2010	2015	2020
1 Nordsøen Syd	+11%	+19%	+40%
2 Nordsøen Nord	+16%	+27%	+55%
3 Skagerrak	+17%	+31%	+62%
4 Kattegat Nord	+12%	+23%	+48%
5 Kattegat Syd	+6%	+17%	+43%
6 Lillebælt	-15%	-8%	+11%
7 Storebælt	-27%	-17%	+2%
8 Øresund	-44%	-41%	-33%
9 Femer Bælt	+3%	+14%	+38%
10 Kadetrenden	+11%	+22%	+48%
11 Møn	+13%	+23%	+50%
12 Bornholm	+16%	+25%	+49%
I alt	-3%	+8%	+31%

Tabel 10.10 Udviklingen fra i dag til 2010, 2015 og 2020 i risikoen for påvirkning fra opløselige kemikalier. Fordeling på farvandsafsnit.

10.2.3 Kemikalier, der synker

Udviklingen i risikoen for påvirkning fremgår af Tabel 10.11.

Det ses, at der ligesom for påvirkning fra olie og flydende kemikalier sker en stigning i risikoen for påvirkning for de danske farvande som helhed. Stigningen er dog noget mindre. På langt sigt er der stigning i alle farvandsområder undtagen Øresund, hvor der sker en reduktion.

Farvandsområde	Ændring i risiko for påvirkning		
	2010	2015	2020
1 Nordsøen Syd	+16%	+32%	+57%
2 Nordsøen Nord	+20%	+39%	+73%
3 Skagerrak	+21%	+41%	+78%
4 Kattegat Nord	+21%	+42%	+78%
5 Kattegat Syd	+23%	+45%	+83%
6 Lillebælt	+14%	+26%	+53%
7 Storebælt	-17%	+0%	+28%
8 Øresund	-38%	-32%	-18%
9 Femer Bælt	+17%	+39%	+73%
10 Kadetrenden	+18%	+37%	+71%
11 Møn	+21%	+39%	+72%
12 Bornholm	+22%	+41%	+75%
I alt	+4%	+22%	+53%

Tabel 10.11 Udviklingen fra i dag til 2010, 2015 og 2020 i risikoen for påvirkning fra kemikalier, der synker. Fordeling på farvands-afsnit.

10.3 Grundlag

Grundlaget for resultaterne i de forrige afsnit er hyppigheder af udslip som anført i afsnit 8 og beregning af påvirkninger som beskrevet i afsnit 9.

Der er udført en omfattende modellering for at kombinere hyppigheder og påvirkninger for alle relevante scenarier beskrevet nedenfor. I modelleringen indgår værktøjer til fremstilling af figurer og tabeller som grundlag for rapporteringen.

Olie og flydende kemikalier

Der er set på ca. 80 udslipspunkter som vist på Figur 8.10. Der er 5 udslipstørrelser og 8 typer udslip (5 typer olie og 2 typer flydende kemikalier plus malflydning). For hvert udslip er der set på 12 vindretninger og tre vindhastigheder:

- 3,5 m/s repræsenterende vindhastighed mindre end 5 m/s
- 7 m/s repræsenterende vindhastighed mellem 5 m/s og 11 m/s
- 14 m/s repræsenterende vindhastighed større end 11 m/s

Endelig er der set separat på hver af de fire årstider, idet der er forskel på vindstatistikken, forskel på beredskabets evne til at gribe ind og forskel på oliernes viskositet.

Sandsynligheden for hver af de 12 gange $3 = 36$ mulige kombinationer bestemmes ud fra vindstatistik for hver af de fire årstider og de forskellige dele af de danske farvande, se (COWI 09 2007).

Opløselige kemikalier Der er set på udslip af opløselige kemikalier i alle de ca. 1600 punkter, hvor der er beregnet hyppighed af søulykker. Der er 5 udslipstørrelser og 3 typer miljøfarlige opløselige kemikalier. For hvert udslip er der set på 12 vindretninger. Der er ikke skelnet mellem forskellige vindhastigheder, da rækkevidden af påvirkningen med god tilnærmelse er den samme, se (COWI 09 2007).

Der er set separat på hver af de fire årstider, da der er forskel på vindstatistikken.

Kemikalier der synker Der er set på udslip af kemikalier, der synker i alle de ca. 1600 punkter, hvor der er beregnet hyppighed af søulykker. Der er 5 udslipstørrelser og 2 typer miljøfarlige kemikalier, der synker. Da det er forudsat, at udslippet ikke spredes er der ikke skelnet mellem vindhastigheder, vindretninger og årstider. (Ved beregning af risikoen for skade på havmiljøet er der derimod skelnet mellem de fire årstider)

10.4 Diskussion

10.4.1 Generelt

De viste kort med illustrationer af risikoen for påvirkning giver et godt indtryk af, hvordan risikoen fordeler sig i de danske farvande. Modellen er derfor velegnet som planlægningsværktøj.

Lokale forskelle i risikoniveau kan være påvirket af den anvendte modellering:

- Der er et forøget risikoniveau omkring de valgte udslipspunkter
- Udslip af olie og flydende kemikalier forudsættes at bevæge sig i konstant retning inden for store hydrografiske områder. Det bliver derfor ikke modelleret, at udslip med skiftende strømretning kan strømme ind i bugter og fjorde mm. Noget tilsvarende gælder for opløselige kemikalier.

10.4.2 Risikoen i dag

Olie og flydende kemikalier

Det er fundet, at risikoen for påvirkning fra søulykker er størst i farvandsområderne Storebælt og Skagerrak (henholdsvis 20 % og 25 % af den totale risiko for påvirkning). Den store påvirkning skyldes primært, at det beregnede gennemsnitlige udslip i tons per år er stort.

Bidraget til risikoen fra flydende kemikalier er fundet at være ubetydeligt.

Opløselige kemikalier og kemikalier der synker

Det er fundet, at fordelingen af risikoen for påvirkning på farvandsområder er omtrent som for olie og flydende kemikalier.

Modelberedskabet

Det er beregnet, at modelberedskabet reducerer risikoen for påvirkning med 11 %. Når der ses bort fra de store udslip af størrelsen 30.000 tons, så stiger den beregnede reduktion til 22 %. For så vidt angår mængden af olie på dansk kyst giver modelberedskabet en tilsvarende reduktion (henholdsvis 11 % og 25 %).

I absolutte tal er modelberedskabets effekt størst i Storebælt og Skagerrak, hvor risikoen er størst. Målt i % er effekten størst i farvandsområdet Lillebælt, hvor risikoen for påvirkning er lille.

Da bidraget til risikoen fra flydende kemikalier er ubetydeligt, er det ikke væsentligt, at det kan være sværere at bekæmpe udslip af flydende kemikalier på grund af sundhedsfare og brandfare.

Modellering af spredningen af olie og kemikalier og af beredskabets reduktion af risikoen er naturligvis forbundet med usikkerhed, og resultaterne bliver derfor forbundet med usikkerhed. Den relative fordeling af risikoen mellem forskellige farvandsområder er mere pålidelig end de absolutte tal.

Den forholdsvis beskedne effekt af modelberedskabet, som er modelleret, er i overensstemmelse med (ITOPF 2007), hvor det er anført, at opsamling af olie på havet sjældent resulterer i fjernelse af mere end en relativt lille del af et stort spild, i bedste fald kun 10 - 15 %, og ofte væsentligt mindre.

10.4.3 Risikoen i fremtiden

Det er beregnet, at risikoen for påvirkning fra olie og flydende kemikalier fra søulykker i de danske farvande som helhed vil stige med ca. 25 % frem til 2010, med ca. 40 % frem til 2015 og med ca. 70 % frem til 2020. Denne udvikling er en konsekvens af, at udslipsmængderne stiger som anført i afsnit 8.2.1.

For kemikalier, der synker, er stigningen i risiko for påvirkning noget mindre, og for opløselige kemikalier er den væsentligt mindre.

Den beregnede udvikling i risikoen for påvirkning fra olie og miljøfarlige kemikalier er forbundet med usikkerhed. Både prognosen for udviklingen i skibstrafikken og modelleringen af virkningen af de risikoreducerende tiltag er usikre som beskrevet i afsnit 8.5.5. Endvidere er der usikkerhed på modelleringen af påvirkningen.

Som nævnt i afsnit 8.5.5 kan usikkerheden på prognosen belyses ved som yderpunkter at betragte dels en dobbelt så stor stigning i skibstrafikken dels en uændret skibstrafik. Som også nævnt i afsnit 8.5.5 vil beskrivelsen ovenfor af situationen i 2020 med god tilnærmelse gælde for situationen i 2010, hvis skibstrafikken stiger dobbelt så hurtigt som forudset.

11 Risiko for skade på havmiljøet

11.1 Indledning

Risikoen for skade på havmiljøet i en beregningscelle i de danske farvande beregnes ved at multiplicere den for cellen beregnede risiko for påvirkning, se afsnit 10, med det sårbarhedsindeks som gælder for cellen. Sårbarhedsindekset er beskrevet i afsnit 11.4.

På de viste kort over risiko for skade på havmiljøet er der områder i danske farvande uden farve. Disse områder har risiko mindre end laveste trin på den anvendte skala. Det er dels områder, hvor sårbarhedsindeks er nul, dels områder med så lav risiko for påvirkning, at produktet af risiko for påvirkning og sårbarhedsindeks er forsvindende lille.

11.2 Risiko for skade på havmiljøet i dag

11.2.1 Olie og flydende kemikalier

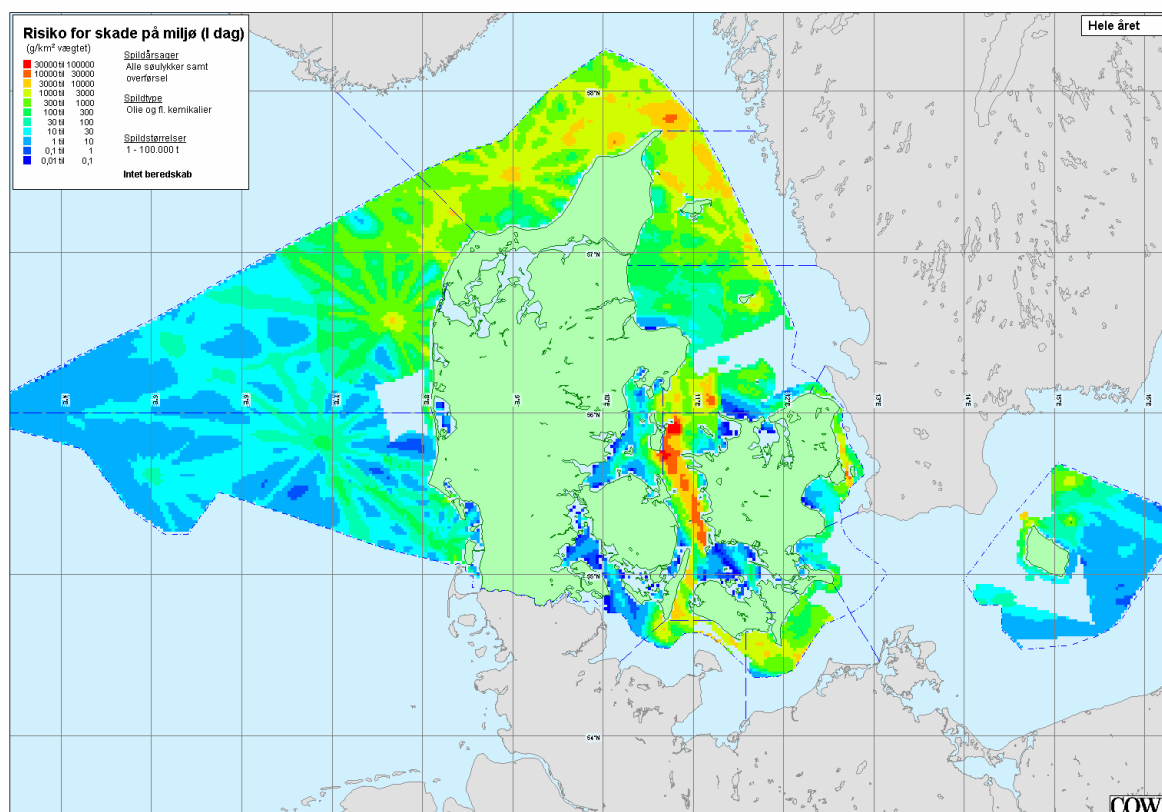
Måling af risikoen

Risikoen for påvirkning af havet fra olie og flydende kemikalier måles i g/km^2 i beregningscellerne og summeres til tons for de enkelte farvandsområder og de danske farvande som helhed. Se afsnit 10.1.1. Når disse værdier multipliceres med indeks for sårbarhed fås henholdsvis " g/km^2 vægtet" og "vægtet tons", som er måleenhederne for risikoen for skade på havmiljøet fra olie og flydende kemikalier.

Resultater, søulykker

Den beregnede risiko for skade på havmiljøet fra søulykker uden beredskab er vist i Figur 11.1. Den tilsvarende figur med modelberedskab afviger stort set ikke, se afsnit 10.1.1. Den er derfor ikke vist.

Ved sammenligning mellem Figur 11.1 og Figur 10.3 ses, at de to kort er fælles om at have Storebælt som det mest udsatte område (fleste beregningsceller med høj risiko). Det ses også, at farvandet nord for Bornholm har relativt lave værdier for så vidt angår risiko for skade på havmiljøet, medens det har højere værdier for risiko for påvirkning.



Figur 11.1 Risiko for skade på havmiljøet fra udslip af olie og flydende kemikalier fra søulykker og overførsel til søs. Hele året, i dag. Uden beredskab

Tabel 11.1 viser, hvorledes risikoen for skade på havmiljøet fordeler sig på farvandsområder, samt virkningen af modelberedskabets indsats.

Tabel 11.2 viser fordelingen på farvandsområder af både risiko for påvirkning og risiko for skade på havmiljøet. Det ses, at Storebælt får relativt mere betydning, når der ses på skade på havmiljøet, og Bornholm væsentligt mindre.

Farvandsområde	Miljøskade vægtet tons uden beredskab	Miljøskade vægtet tons med beredskab	Reduktion
1 Nordsøen Syd	0,49	0,41	16%
2 Nordsøen Nord	4,76	4,09	14%
3 Skagerrak	15,89	14,33	10%
4 Kattegat Nord	7,16	6,49	9%
5 Kattegat Syd	3,66	3,21	12%
6 Lillebælt	0,88	0,69	22%
7 Storebælt	16,12	14,55	10%
8 Øresund	0,87	0,71	18%
9 Femer Bælt	0,91	0,78	15%
10 Kadetrenden	1,60	1,36	15%
11 Møn	0,05	0,04	19%
12 Bornholm	0,62	0,58	7%
I alt	53,00	47,23	11%

Tabel 11.1 Risiko for skade på havmiljøet fra udslip af olie og flydende kemikalier på havet på grund af søulykker og overførsel til søs. Fordeling på farvandsområder. Hele året, i dag

Farvandsområde	Risiko for påvirkning	Risiko for skade på miljø
1 Nordsøen Syd	3%	1%
2 Nordsøen Nord	12%	9%
3 Skagerrak	25%	30%
4 Kattegat Nord	10%	13%
5 Kattegat Syd	10%	7%
6 Lillebælt	1%	2%
7 Storebælt	20%	30%
8 Øresund	1%	2%
9 Femer Bælt	3%	2%
10 Kadetrenden	4%	3%
11 Møn	2%	0%
12 Bornholm	8%	1%
I alt	100%	100%

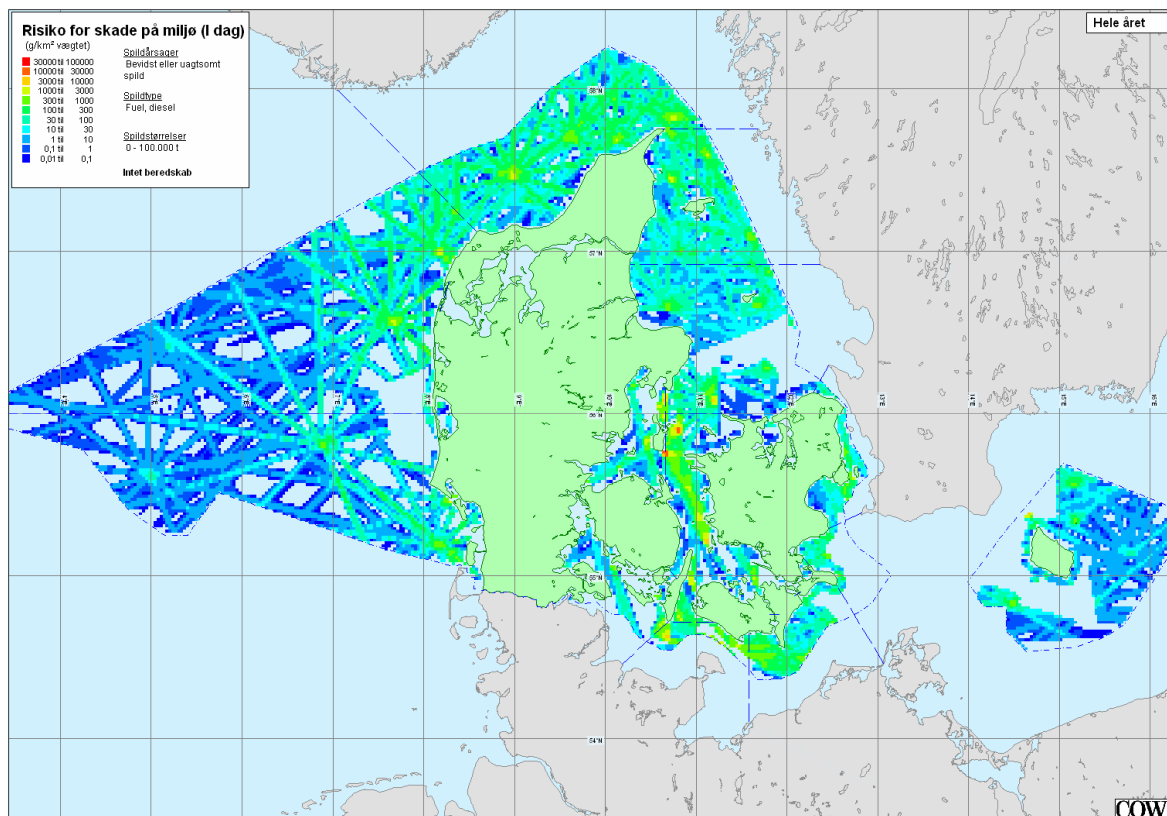
Tabel 11.2 Risiko for påvirkning og risiko for skade på havmiljøet på grund af søulykker og overførsel til søs. Procentfordeling på farvandsområder.

Overførsel til søs

Den beskudne risiko for skade på havmiljøet fra overførsel til søs er medregnet i tal og figurer for søulykker ovenfor.

Bevidste og uagtsomme olieudslip

Den beregnede risiko for skade på havmiljøet fra bevidste og uagtsomme olieudslip er vist i Figur 11.2. En sammenligning med Figur 11.1 viser, at risikoen fra disse små udslip er væsentligt mindre end risikoen fra søulykker. Det fremgår også af Tabel 11.3. Der er regnet med, at beredskabet ikke bekæmper disse udslip, idet de erfaringsmæssigt ikke er bekæmpbare.



Figur 11.2 Risiko for skade på havmiljøet fra bevidste og uagtsomme olieudslip. Hele året, i dag

Årsag	Miljøskade i vægtet tons uden beredskab	Miljøskade i vægtet tons med beredskab	Reduktion
Søulykker og udslip under overførsel	53,0	47,2	10,9%
Bevidste og uagtsomme udslip	4,8	4,8	-
I alt	57,8	52,0	10,0%

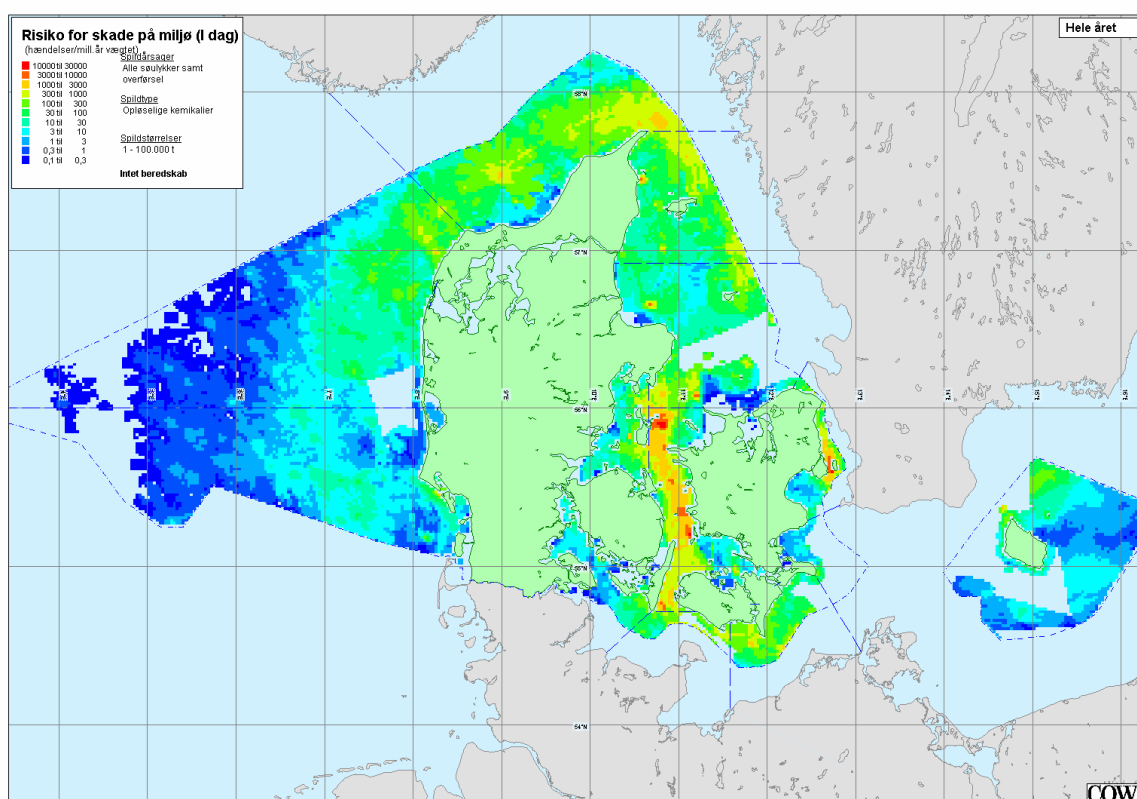
Tabel 11.3 Samlet risiko for skade på havmiljøet fra udslip af olie og flydende kemikalier. Hele året, i dag

11.2.2 Opløselige kemikalier

Måling af risikoen

Risikoen for påvirkning af havet fra opløselige miljøfarlige kemikalier måles i antal påvirkninger (hændelser) pr. år i beregningscellerne og summeres til km² påvirket pr. år for de enkelte farvandsområder og de danske farvande som helhed. Se afsnit 10.1.2. Når disse værdier multipliceres med indeks for sårbarhed fås henholdsvis "hændelser/år vægtet" og "vægtet km²/år", som er måleenhederne for risikoen for skade på havmiljøet fra opløselige miljøfarlige kemikalier.

Den beregnede risiko for skade på havmiljøet fra opløselige kemikalier er vist på Figur 11.3 og Tabel 11.4.



Figur 11.3 Risiko for skade på havmiljøet fra opløselige kemikalier. Hele året, i dag

Farvandsområde	Miljøskade vægtet km ² /år
1 Nordsøen Syd	0,08
2 Nordsøen Nord	0,41
3 Skagerrak	1,66
4 Kattegat Nord	0,66
5 Kattegat Syd	0,64
6 Lillebælt	0,23
7 Storebælt	3,50
8 Øresund	0,56
9 Femer Bælt	0,12
10 Kadetrenden	0,23
11 Møn	0,00
12 Bornholm	0,08
I alt	8,16

Tabel 11.4 Risiko for skade på havmiljøet fra opløselige kemikalier. Vægtet km²/år. Fordeling på farvandsområder

11.2.3 Kemikalier der synker

Måling af risikoen

Risikoen for påvirkning af havet fra miljøfarlige kemikalier, der synker, måles i tons/år for de enkelte farvandsområder og de danske farvande som helhed. Se afsnit 10.1.3. Når disse værdier multipliceres med indeks for sårbarhed fås "vægtet tons/år", som er måleenheden for risikoen for skade på havmiljøet fra miljøfarlige kemikalier, der synker.

Resultat

Den beregnede risiko for skade på havmiljøet fra miljøfarlige kemikalier, der synker, er vist i Tabel 11.5.

Farvandsområde	Risiko for skade på miljøet [vægtet tons/år]
1 Nordsøen Syd	0,17
2 Nordsøen Nord	1,74
3 Skagerrak	5,28
4 Kattegat Nord	3,39
5 Kattegat Syd	1,62
6 Lillebælt	0,22
7 Storebælt	12,69
8 Øresund	3,00
9 Femer Bælt	0,85
10 Kadetrenden	0,58
11 Møn	0,00
12 Bornholm	0,06
I alt	29,62

Tabel 11.5 Risiko for skade på havmiljøet fra kemikalier, der synker, vægtet tons/år

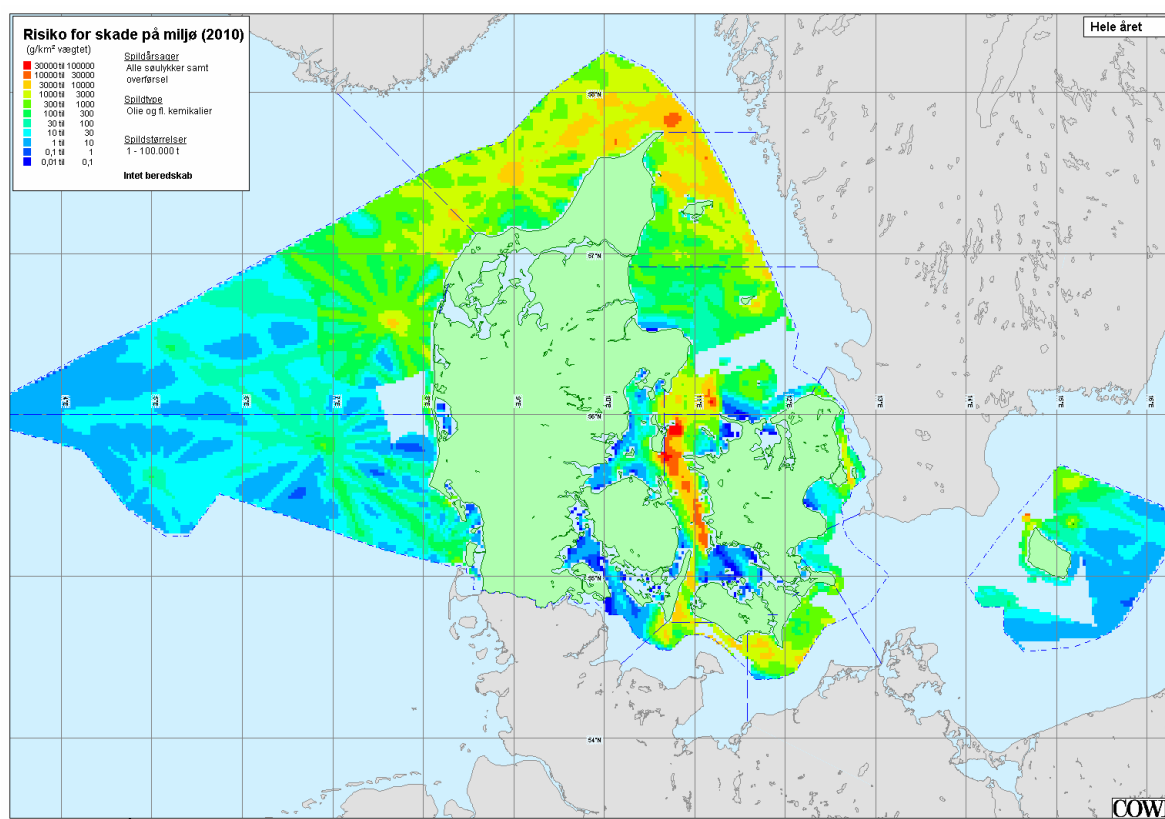
11.3 Risiko i fremtiden

11.3.1 Olie og flydende kemikalier

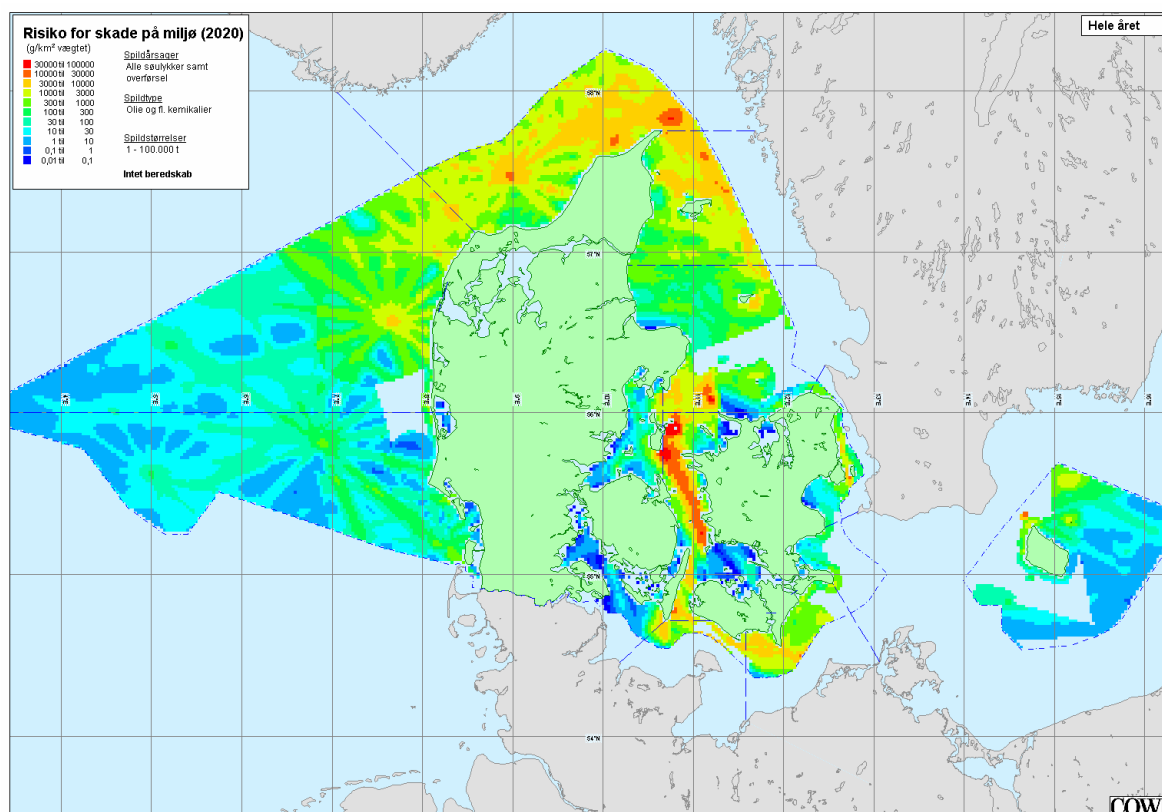
Søulykker

Risikoen for skade på havmiljøet i 2010 og 2020 er vist i henholdsvis Figur 11.4 og Figur 11.5. Figurer i større målestok findes i bilag 5 sammen med figur for 2015. Udviklingen i risikoen for skade på havmiljøet fremgår også af Tabel 11.6.

Det ses, at der for de danske farvande som helhed sker en stigning i risikoen for skade på havmiljøet. I Storebælt er stigningen væsentligt mindre end i de danske farvande som helhed, og i Øresund sker der en reduktion i risikoen. Det skyldes virkning af de VTS systemer, der bliver eller forventes at blive indført i disse farvande, se afsnit 8.4.2.



Figur 11.4 Risiko for skade på havmiljøet fra udslip af olie og flydende kemikalier fra søulykker og overførsel til søs. Hele året, 2010. Uden beredskab



Figur 11.5 Risiko for skade på havmiljøet fra udslip af olie og flydende kemikalier fra søulykker og overførsel til søs. Hele året, 2020. Uden beredskab

Farvandsområde	Ændring i miljøskade		
	2010	2015	2020
1 Nordsøen Syd	+24%	+41%	+74%
2 Nordsøen Nord	+30%	+48%	+84%
3 Skagerrak	+34%	+51%	+89%
4 Kattegat Nord	+33%	+47%	+73%
5 Kattegat Syd	+34%	+51%	+83%
6 Lillebælt	+8%	+22%	+48%
7 Storebælt	-2%	+12%	+35%
8 Øresund	-34%	-32%	-22%
9 Femer Bælt	+27%	+42%	+68%
10 Kadetrenden	+31%	+47%	+75%
11 Møn	+32%	+46%	+74%
12 Bornholm	+33%	+46%	+71%
I alt	+21%	+36%	+66%

Tabel 11.6 Udviklingen fra i dag til 2010, 2015 og 2020 i risikoen for skade på havmiljøet fra olie og flydende kemikalier. Søulykker og overførsel til søs. Uden beredskab. Fordeling på farvandsafsnit.

- Overførsel til søs Risikoen for skade på havmiljøet fra STS-operationer stiger på samme måde som risikoen for udslip, medens risikoen for skade på havmiljøet fra bunkring til søs er uændret, se afsnit 8.2.2. De små bidrag herfra er indregnet i figurer og tabel for søulykker ovenfor.
- Bevidste og uagtsomme olieudslip Risikoen for skade på havmiljøet fra bevidste og uagtsomme olieudslip beregnes at falde svagt ligesom risikoen for påvirkning.

11.3.2 Opløselige kemikalier

Udviklingen i risikoen for skade på havmiljøet fremgår af Tabel 11.7.

Det ses, at der ligesom for påvirkning fra opløselige kemikalier sker en stigning i risikoen for skade på havmiljøet for de danske farvande som helhed - på lang sigt. Der er stigning i alle farvandsområder undtagen Storebælt og Øresund, hvor der sker en reduktion.

Farvandsområde	Ændring i miljøskade		
	2010	2015	2020
1 Nordsøen Syd	+6%	+9%	+30%
2 Nordsøen Nord	+16%	+28%	+57%
3 Skagerrak	+17%	+31%	+62%
4 Kattegat Nord	+11%	+21%	+46%
5 Kattegat Syd	+1%	+9%	+34%
6 Lillebælt	-15%	-8%	+11%
7 Storebælt	-28%	-18%	-1%
8 Øresund	-45%	-42%	-34%
9 Femer Bælt	+4%	+16%	+39%
10 Kadetrenden	+9%	+19%	+44%
11 Møn	+12%	+20%	+46%
12 Bornholm	+14%	+22%	+46%
I alt	-10%	+0%	+22%

Tabel 11.7 Udviklingen i risikoen for skade på havmiljøet fra opløselige kemikalier. Fordeling på farvandsafsnit.

11.3.3 Kemikalier der synker

Der vil i fremtiden ske en stigning i risikoen for skade på havmiljøet på tilsvarende måde som for påvirkning. Da kemikalier, der synker, spiller en forholdsvis lille rolle, er der ikke foretaget egentlige beregninger heraf.

11.4 Grundlag, sårbarhed

Metode

For at kunne beskrive miljøsårbarhed i det marine miljø er der kortlagt en række miljøparametre i forhold til de fire årstider.

Sårbarheden er vurderet i forhold til årstiderne, da sårbarhed er forskellig for årstiderne. Det anses dermed for problematisk at angive en sårbarhed for flere sæsoner under ét. Årstiderne er her defineret som følger:

Vinter: dec., jan., feb.

Forår: mar., apr., maj

Sommer: juni, juli, aug.

Efterår: sep., okt., nov.

Sårbarheden er her defineret overfor olie på havoverfladen, opløselige kemikalier i vandfasen samt overfor kemikalier, der synker.

En opgørelse af parametre, der indgår i sårbarhedsvurderingen, indeholder parametre fra forskellige discipliner, der vanskeligt sammenlignes direkte. Den foreliggende metode giver mulighed for at udvide og reducere rækken af parametre.

Blandt de indgående parametre er beskyttede områder (internationale naturbeskyttelsesområder), havfugles rasteområder, gydepladser, havdambrug, fiskepladser, øhave, Vadehavet, lavvandede områder, badestrande, byer og klippekyster. Fuglerasteområder og gydeområder er kun sårbare på visse tider af året og der er derfor udarbejdet flere kort i forhold til de fire årstider.

Det bemærkes, at parametre ikke kun omfatter parametre der traditionelt henregnes som "natur"-parametre, men også byer, badestrande og havbrug. Disse er af socioøkonomisk art og repræsenterer menneskets aktiviteter og økonomiske interesser. De er inkluderet i nærværende vurdering, idet de i en konkret spildbekæmpelsessituation naturligt vil inddrages i afvejning af et områdes behov for beskyttelse.

I begrebet sårbarhed indgår der desuden begreber som

- risiko for skade på havmiljøet ved oprydning
- regeneration af den påvirkede organisme og det påvirkede område.

For hver parameter er tegnet kort, der viser, hvor denne parameter forekommer. Områderne, hvor den pågældende parameter forekommer, gives en vægt. Gennemgangen af de betragtede parametre og kortene for disse parametre fremgår af (COWI 06 2007). En oversigt over parametrene er vist i Tabel 11.8.

For alle lokaliteter i de danske farvande beregnes et samlet indeks for sårbarhed, idet hver parameter tillægges vægt i forhold til deres sårbarhed. Vægtningen gennemføres ved et gennemskueligt system, som let kan ændres og dermed kan justeres efter skiftende prioriteringer i samfundet. Vægtningen af sårbarhed er her gennemført af erfarne marinbiologer og er diskuteret med en række eks-

perter, herunder eksperter fra Miljøstyrelsen og Skov- og Naturstyrelsen. Vægtningen fremgår af Tabel 11.8.

Metoden kan illustreres ved følgende eksempel. Der ønskes beregnet sårbarhedsindeks for opløselige kemikalier om vinteren i et område, der er beskyttet, har overvintrende havfugle, og er et lavvandsområde, men ikke andre af de i Tabel 11.8 anførte parametre. Sårbarhedsindekset bliver da $4 \text{ (beskyttet område)} + 2 \text{ (overvintrende havfugle)} + 3 \text{ (lavvandsområde)} = 9$.

Resultat

Som resultat fås 12 sårbarhedskort:

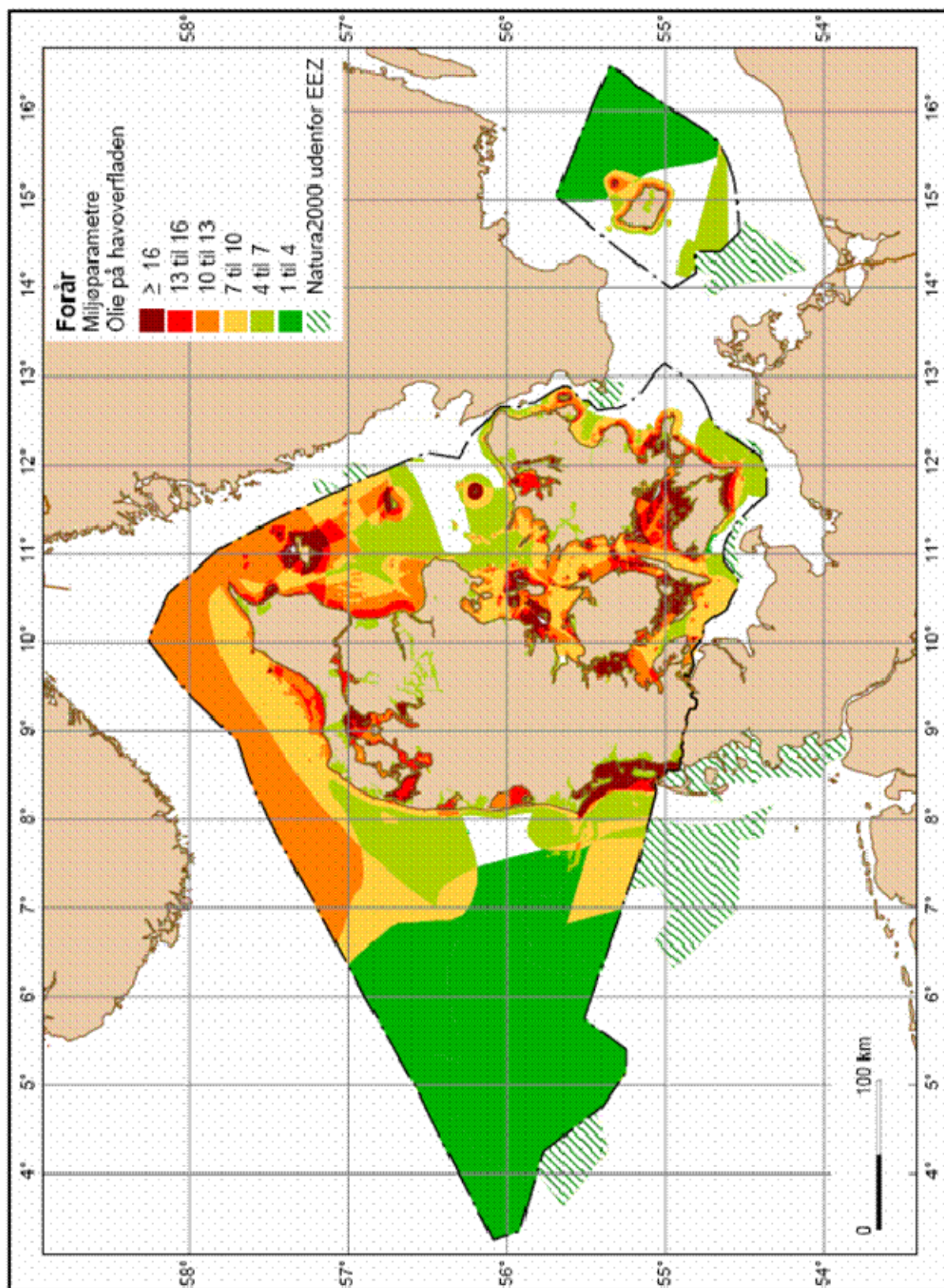
- Sårbarhed overfor olie på havet. Et kort for hver af de fire årstider.
- Sårbarhed overfor opløselige kemikalier. Et kort for hver af de fire årstider
- Sårbarhed overfor kemikalier, der synker. Et kort for hver af de fire årstider

Sårbarhedskort for forårssæsonen er vist i Figur 11.6, Figur 11.7 og Figur 11.8. Sårbarhedskortene for de øvrige årstider afviger fra de viste, men det generelle billede er det samme.

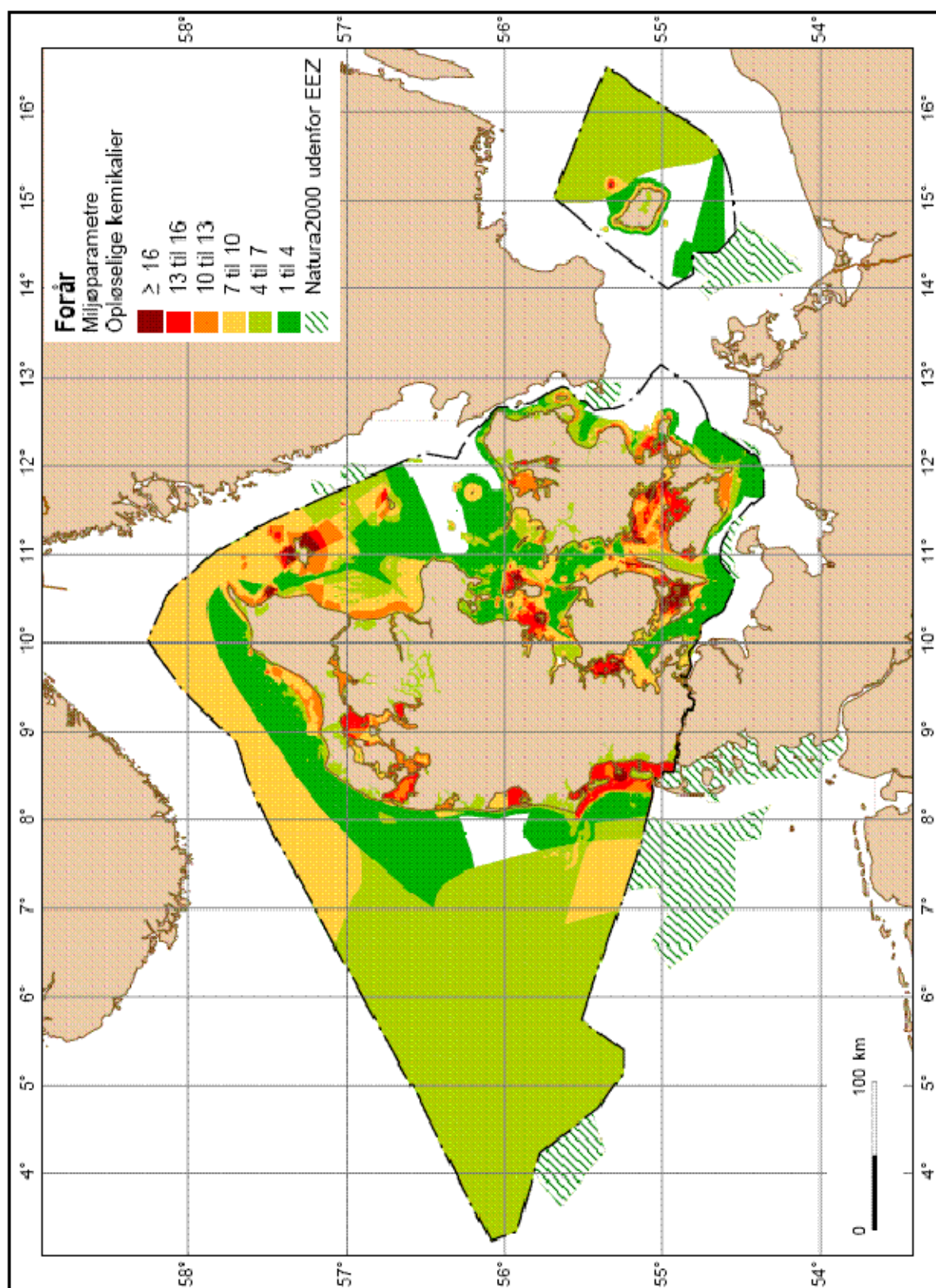
De værdier for sårbarhed, som er defineret i sårbarhedskortene, anvendes direkte til at beskrive skaden på havmiljøet. Det vurderes dobbelt så alvorligt, at et område med sårbarhedsindeks 10 rammes af en given påvirkning, end at et område med sårbarhedsindeks 5 rammes af den samme påvirkning.

Parametre	Olie på overfladen				Opløselige kemikalier				Kemikalier på havbunden			
	Vinter	Sommer	Forår	Efterår	Vinter	Sommer	Forår	Efterår	Vinter	Sommer	Forår	Efterår
Beskyttede områder	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Vadehav	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Overvintrende havfugle	4	0	0	0	2	0	0	0	4	0	0	0
Trækkende havfugle	0	0	4	4	0	1	1	2	0	0	4	4
Ynglende havfugle	0	4	4	0	0	3	2	0	0	3	3	0
Øhav, stenrev	4	4	4	4	2	4	4	3	2	4	3	3
Havbrug	3	3	3	3	4	4	4	4	0	0	0	0
Lavvandsområde (<10m)	2	4	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2
Byområder	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1
Sandstrand	1	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Klippekyst	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1	1
Havpattedyr	4	4	4	4	2	2	2	2	3	3	3	3
Gyde- og opvækstområder	1	3	3	2	2	4	4	3	1	3	3	2

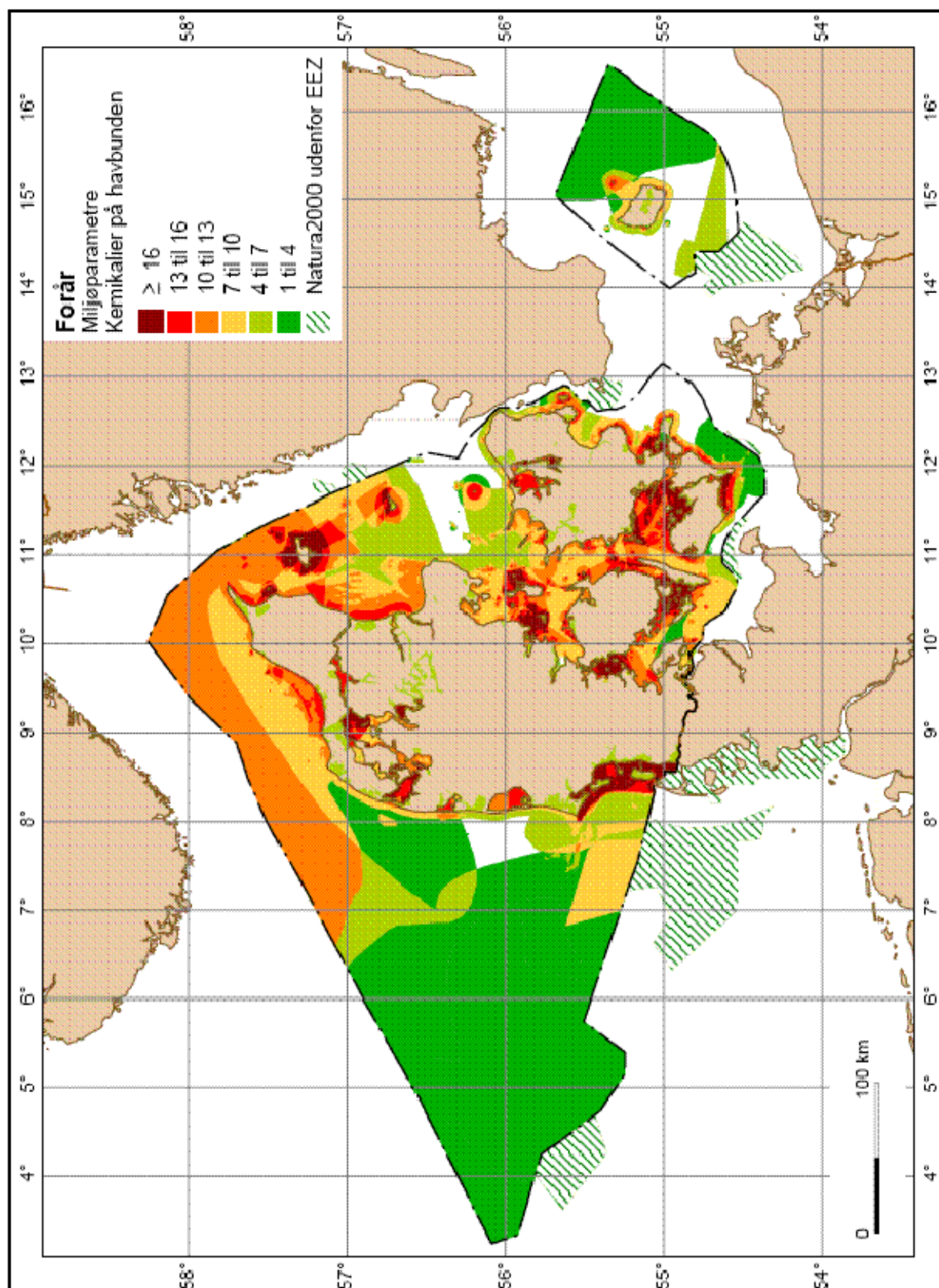
Tabel 11.8 Vægtmatrice for miljøårbarhed. Høj vægt betyder høj sårbarhed. Beskyttede områder omfatter områder udpeget efter Fugledirektivet, Habitatdirektivet, Ramsarkonventionen



Figur 11.6 Sårbarhed overfor olie på havoverfladen i forårssæson (marts-april-maj). Hvide områder i dansk EEZ er områder med sårbarhed nul



Figur 11.7 Sårbarhed over for opløselige kemikalier i forårssæson (mar-apr-maj).
Hvide områder i dansk EEZ er områder med sårbarhed nul



Figur 11.8 Sårbarhed over for kemikalier på havbunden i forårssæson
Hvide områder i dansk EEZ er områder med sårbarhed nul

11.5 Diskussion

11.5.1 Risikoen i dag

Olie og flydende kemikalier

Det er fundet, at risikoen for skade på havmiljøet fra søulykker er størst i farvandsområderne Storebælt og Skagerrak (i begge farvandsområder 30 % af den totale risiko for skade). Den store risiko for skade skyldes primært, at det beregnede gennemsnitlige udslip i tons per år er stort.

Opløselige kemikalier og kemikalier der synker

Det er fundet, at fordelingen af risikoen for påvirkning på farvandsområder er omtrent som for olie og flydende kemikalier.

Modelberedskabet

Det beregnet at modelberedskabet reducerer risikoen for skade på havmiljøet med 11 %. Det er det samme tal som for risikoen for påvirkning. Der henvises til diskussionen i afsnit 10.4.3.

11.5.2 Risikoen i fremtiden

Det er beregnet, at risikoen for skade på havmiljøet fra olie og flydende kemikalier fra søulykker i de danske farvande som helhed vil stige med ca. 20 % frem til 2010, med ca. 35 % frem til 2015 og med ca. 65 % frem til 2020. Denne udvikling er en konsekvens af, at udslipsmængderne stiger som anført i afsnit 8.2.1.

For opløselige kemikalier er stigningen i risiko for påvirkning væsentligt mindre, og den indtræder først i 2020.

Vedrørende usikkerheden på disse tal henvises til bemærkningerne i afsnit 10.4.3.

11.5.3 Sammenligning mellem risiko for sårbarhed og risiko for skade på havmiljøet

Det fremgår af Tabel 11.2, at farvandsområdet Storebælt udgør en væsentligt større procentdel af den samlede risiko for skade på havmiljøet end af risikoen for påvirkning. For farvandsområdet Bornholm er det modsatte tilfældet, medens tallene for de øvrige farvandsområder er omtrent de samme for de to typer af risiko. Det fremgår heraf, at Storebælt er relativt mere sårbar end de øvrige farvandsområder, og at Bornholm er relativt mindre sårbar.

Da risikoen i Storebælt er den største, er det særligt vigtigt at reducere risikoen her, hvilket er gjort ved indførelse af VTS.

Stigningen i risikoen for skade på havmiljøet er mindre end stigningen i risiko for påvirkning, hvilket netop kan forklares ved risikoreduktionen i Storebælt.

Sammenligning af kort over sårbarhed og kort over påvirkning viser, at der ikke er sammenfald mellem de mest sårbare områder og områder med højest risiko for påvirkning.

12 Følsomhedsberegninger for beredskabets virkning

12.1 Udførte beregninger

For at belyse virkningen af ændringer i beredskabet er der udført supplerende beregninger for andre udformninger af beredskabet:

- Det aktuelle beredskab. Oplysninger, der definerer udformningen af dette beredskab i hvert af de 12 farvandsområder, er modtaget fra SOK, se afsnit 12.3.
- Ændringer i modelberedskabet med det formål at belyse virkningen af ændringer af enkelte parametre:
 - Dobbelt kapacitet af pumpe-skimmer systemer. I det følgende omtalt som "dobbelt pumpekapacitet".
 - Halve indsættelsestider, dvs. tider fra udslippet sker til beredskabet når frem.
 - Fuldt udviklet OSIS, dvs. system, der gør det muligt at finde og opsamle olie i mørke og tåge lige så godt som i dagslys ved god sigtbarhed. I det følgende omtalt som "fuldt OSIS". I modelberedskabet er der regnet med reduktionsfaktorer på grund af mørke og tåge, Tabel 9.1, som for året som helhed reducerer opsamlingen med en faktor 0,59.
 - Dobbelt længde af flydespærringer. I det følgende omtalt som "dobbelt flydespærring"

De udførte beregninger dækker udslip af alle typer af olie og flydende kemikalier fra søulykker og udslip under overførsel af olie til søs. Der er beregnet resultater både for alle udslipstørrelser og uden udslip i størrelsesklassen 30.000 tons. 30.000 tons udslip er det største udslip, som betragtes i risikoanalysen. Disse udslip er dominerende for risikoen for påvirkning og risikoen for skade på havmiljøet, men deres modellerede hyppighed er væsentligt mindre end hyppighederne for de øvrige udslip.

Endelig er der udført beregninger for fire tidspunkter, i dag, 2010, 2015 og 2020.

Arbejdet er beskrevet i detaljer i (COWI 17 2007).

12.2 Resultater

Resultater for situationen i dag for alle udslipstørrelser og totalt for alle farvandsområder er vist i Tabel 12.1 og Tabel 12.2. Tabel 12.1 viser virkningen af de betragtede udformninger af beredskabet sammenlignet med situationen uden noget beredskab. I Tabel 12.2 er de øvrige udformninger af beredskabet sammenlignet med modelberedskabet.

I Tabel 12.3 og Tabel 12.4 gives tilsvarende tal uden udslip i størrelsesklassen 30.000 tons.

Det ses af tabellerne, at det aktuelle beredskab er lidt mindre effektivt end modelberedskabet. Tallene dækker over store forskelle mellem de enkelte farvandsområder.

Det ses af Tabel 12.1 og Tabel 12.2, at dobbelt pumpe kapacitet og fuldt OSIS giver en mærkbar forbedring af beredskabets virkning sammenlignet med modelberedskabet, medens halve indsættelsestider og dobbelt flydespærring kun giver en lille forbedring af beredskabets virkning. Dobbelt pumpekapacitet og fuldt OSIS giver begge en forøgelse af den opsamlede mængde på ca. 35 %.

Forklaringen på, at forøgelsen af den opsamlede mængde ikke bliver større end ca. 35 %, er, at den forøgede kapacitet på henholdsvis 100 % og 70 % kun kan udnyttes, så længe den teoretisk beregnede gennemsnitstykkelse af oliepoolen (volumen divideret med areal) er så stor, at den fulde kapacitet kan udnyttes. Grænser herfor nås, når den mængde olie, der kan opsamles af den til rådighed værende flydespærring, der slæbes med 1 knob, er lig pumpens kapacitet. Når tykkelsen bliver mindre, bliver den opsamlede mængde bestemt af længden af flydespærringen. Med øget kapacitet, nås denne grænse endvidere hurtigere. Man ser da også af Tabel 12.4, at når der ses bort fra de store udslip på 30.000 tons, som har stor tykkelse, så bliver forøgelsen af den opsamlede mængde ved at indføre dobbelt pumpekapacitet og fuldt OSIS relativt mindre.

Alle resultater er præget af de forenklinger, der er gjort ved opstilling af risikoberegningsmodellen. F.eks. er der ikke taget hensyn til, at en flydespærring evt. kan anvendes til at beskytte et særligt sårbart område. Der henvises i øvrigt til diskussionerne i afsnittene 5.4, 6.5, 8.5, 9.5, 10.4 og 11.5.

For årene 2010, 2015 og 2020 fås tal, der ikke afviger meget fra tallene i Tabel 12.1 til Tabel 12.4. De små forskelle er beskrevet og forklaret i (COWI 17 2007).

	Model-beredskab	Aktuelt beredskab	Dobbelt pumpekapacitet	Halve indsættelsestider	Fuldt OSIS	Dobbelt flydespærring
Reduktion af risiko for påvirkning	11,3%	9,4%	14,6%	12,3%	14,8%	12,1%
Opsamlet / maksimal forurening efter emulgering	7,2%	6,5%	9,6%	7,7%	9,7%	7,8%
Reduktion af mængde på dansk kyst	10,6%	10,3%	14,5%	12,0%	14,7%	11,4%
Reduktion af risiko for skade på havmiljø	10,9%	9,2%	14,2%	12,0%	14,6%	11,7%

Tabel 12.1 Virkning af de undersøgte udformninger af beredskabet sammenlignet med situationen uden beredskab, alle udslipstørrelser, i dag

	Aktuelt beredskab	Dobbelt pumpekapacitet	Halve indsættelsestider	Fuldt OSIS	Dobbelt flydespærring
Risiko for påvirkning	2,2%	-3,7%	-1,2%	-4,0%	-1,0%
Mængde opsamlet	-10,8%	32,8%	6,1%	34,2%	7,1%
Mængde på dansk kyst	0,4%	-4,3%	-1,5%	-4,5%	-0,9%
Risiko for skade på havmiljø	1,9%	-3,7%	-1,2%	-4,1%	-0,9%

Tabel 12.2 Beredskabets virkning. Andre udformninger af beredskabet sammenlignet med modelberedskabet, alle udslipstørrelser, i dag

	Model-beredskab	Aktuelt beredskab	Dobbelt pumpekapacitet	Halve indsættelsestider	Fuldt OSIS	Dobbelt flydespærring
Reduktion af risiko for påvirkning	21,9%	18,2%	26,9%	23,9%	27,8%	23,5%
Opsamlet / maksimal forurening efter emulgering	18,4%	16,6%	22,9%	19,5%	23,4%	19,7%
Reduktion af mængde på dansk kyst	25,4%	24,7%	32,8%	28,6%	33,7%	27,3%
Reduktion af risiko for skade på havmiljø	21,8%	18,5%	27,1%	24,0%	28,1%	23,5%

Tabel 12.3 Virkning af de undersøgte udformninger af beredskabet sammenlignet med situationen uden beredskab, uden udslip på 30.000 tons, i dag

	Aktuelt beredskab	Dobbelt pumpekapacitet	Halve indsættelsestider	Fuldt OSIS	Dobbelt flydespærring
Risiko for påvirkning	4,6%	-6,5%	-2,6%	-7,6%	-2,1%
Mængde opsamlet	-10,0%	24,0%	5,6%	27,2%	6,9%
Mængde på dansk kyst	1,0%	-9,9%	-4,3%	-11,2%	-2,6%
Risiko for skade på havmiljø	4,3%	-6,7%	-2,8%	-8,0%	-2,2%

Tabel 12.4 Beredskabets virkning. Andre udformninger af beredskabet sammenlignet med modelberedskabet, uden udslip på 30.000 tons, i dag

12.3 Definition af det aktuelle beredskab

SOK har defineret, hvorledes det aktuelle beredskab tilnærmet skal modelleres. Dette er beskrevet i detaljer i (COWI 17 2007). Inputparametre til beregningsmodellen er gengivet i Tabel 12.5. De parametre, som er ikke anført i denne tabel, er som anført i Tabel 9.1.

Farvandsområde		Indsættel- sestider timer		Pumpe- kapacitet m ³ /t	Flyde- spærring m
Nordsøen Syd	1	T1	6,67	42,0	300
Nordsøen Syd	1	T2	7,00	7,6	600
Nordsøen Syd	1	T3	8,83	50,0	600
Nordsøen Nord	2	T1	5,75	6,2	300
Nordsøen Nord	2	T2	8,00	3,7	600
Nordsøen Nord	2	T3	11,75	50,0	600
Skagerrak	3	T1	3,25	14,0	300
Skagerrak	3	T2	4,25	50,0	300
Skagerrak	3	T3	8,50	50,0	600
Kattegat Nord	4	T1	1,50	9,3	300
Kattegat Nord	4	T2	3,00	50,0	600
Kattegat Nord	4	T3	5,50	50,0	900
Kattegat Syd	5	T1	2,00	5,6	300
Kattegat Syd	5	T2	4,50	50,0	600
Kattegat Syd	5	T3	6,00	100,0	1200
Lillebælt	6	T1	5,00	50,0	600
Lillebælt	6	T2	6,75	100,0	800
Lillebælt	6	T3	8,00	100,0	1100
Storebælt	7	T1	3,50	50,0	900
Storebælt	7	T2	3,50	50,0	900
Storebælt	7	T3	4,50	100,0	1100
Øresund	8	T1	1,00	50,0	600
Øresund	8	T2	1,33	100,0	800
Øresund	8	T3	1,50	150,0	1100
Femer Bælt	9	T1	0,75	5,5	300
Femer Bælt	9	T2	3,30	50,0	300
Femer Bælt	9	T3	3,75	100,0	300
Kadetrenden	10	T1	2,50	100,0	300
Kadetrenden	10	T2	2,50	100,0	300
Kadetrenden	10	T3	2,50	100,0	300
Møn	11	T1	3,00	9,3	300
Møn	11	T2	4,50	50,0	900
Møn	11	T3	6,00	100,0	1100
Bornholm	12	T1	1,75	50,0	600
Bornholm	12	T2	1,75	50,0	600
Bornholm	12	T3	2,50	100,0	900

Note: De i grå felter angivne værdier for pumpekapaciteter er fiktive værdier for tidspunkter, hvor den virkelige pumpekapacitet er nul. De fiktive værdier er fastsat, så der fra tiden T1 til tiden T2 opsamles de 14 m³, som flydespærringen på 300 m, der ankommer til tiden T1, antages at tilbageholde, og så der fra tiden T2 til tiden T3 opsamles de 14 m³, som de yderligere 300 m flydespærring, der ankommer til tiden T2, antages at tilbageholde, jf. forklaringen i noten til Tabel 9.1.

Tabel 12.5 Oversigt over inputparametre til beskrivelse af det aktuelle beredskab

13 Forkortelser

AIS	Automatic Identification System. System hvor skibe med kote intervaller sender oplysninger om skibets karakteristika, position, kurs, hastighed over grunden mm.
BMO	Baltic Maritime Outlook
DTU	Danmarks Tekniske Universitet
DWT	Dead Weight Tonnage, dødvægt, mål for et skibslasteevne i tons inkl. bunkers, personer mm.
ECDIS	Electronic Chart Display and Information System.
FKO	Forsvarskommandoen
FSU	Former Sovjet Union
GT	Gross Tonnage, bruttotonnage, et mål for skibets størrelse baseret på volumen
IEA	International Energy Agency
IFO	Intermediate Fuel Oil grade system. System til klassifikation af bunkers. IFO 380 har en kinematisk viskositet på 380 cSt ved 50°C.
ITOPF	The International Tanker Owners Pollution federation Ltd.
HazMat	Dansk database indeholdende registreringer af meldinger fra skibe, der sejler til og fra danske havne med farligt gods
HELCOM	Helsinki Commission. Baltic Marine Environment Protection Commission.
IMDG	International Maritime Dangerous Goods. IMO's regler for transport af farligt gods til søs.
IMO	International Maritime Organisation. FNs søfartsorganisation
MARPOL	International Convention for the Prevention of Pollution from Ships
OILOBS	SOK's database over meldinger om oliespild eller begivenheder, der kunne føre til oliespild, såsom kollisioner og grundstødninger
RO-RO	Roll on, Roll off, skibe hvor lasten køres ombord.
SOK	Søværnets Operative Kommando

SHIPPOS	Meldetjeneste for skibe i de danske farvande. Meldetjenesten administreres af SOK.
STS	Ship to ship eller skib til skib. Betegner overførsel af olielast mellem to skibe til søs.
VTs	Vessel Traffic Service. System til overvågning og vejledning af skibstrafik i et område.

14 Referencer

14.1 Delrapporter til risikoanalysen

I bilag til (COWI 15 2007) findes rettelser til (COWI 07 2007), (COWI 09 2007) og (COWI 10 2007).

COWI 02 2007	Identifikation og scenarier. Dok. nr. 63743-1-02, rev. 0
COWI 03 2007	Skibstrafik. Dok. nr. 63743-1-03, rev. 0
COWI 04 2007	Prognose for skibstrafik. Dok. nr. 63743-1-04, rev. 0
COWI 05 2007	Olie og kemikalier. Klassificering og mængder. Dok. nr. 63743-1-05, rev. 0
COWI 06 2007	Sårbarhed og klassifikation af sårbarhed og skade. Dok. nr. 63743-1-06, rev. 0
COWI 07 2007	Søulykker. Dok. nr. 63743-1-07, rev. 0
COWI 08 2007	Bevidste og uagtsomme udslip. Dok. nr. 63743-1-04, rev. 0
COWI 09 2007	Spredning og bekæmpelse af udslip. Dok. nr. 63743-1-04, rev. 0
COWI 10 2007	Risikoreduktion. Dok. nr. 63743-1-10, rev. 0
COWI 11 2007	STS-operationer og bunkring til søs. Dok. nr. 63743-1-11, rev. 0
COWI 12 2007	Offshore olie- og gasaktiviteter. Dok. nr. 63743-1-12, rev. 0
COWI 13 2007	Kontaktskade. Dok. nr. 63743-1-13, rev. 0
COWI 14 2007	Risikoacceptkriterier. Dok. nr. 63743-1-14, rev. 0
COWI 15 2007	Resultatbilag. Dok. nr. 63743-1-15, rev. 1
COWI 16 2007	Risk analysis. Oil and chemical pollution in Danish waters. English summary of main report in Danish. Doc. no. 63743-1-16, rev. 1
COWI 17 2007	Følsomhedsberegninger for beredskabets virkning. Dok. nr. 63743-1-17, rev. 1

14.2 Øvrige referencer

- Bek. 337 2003 Bekendtgørelse om bunkring af skibe og overførsel af olielast mellem skibe på dansk søterritorium. Bekendtgørelse nr. 337 af 12. maj 2003 som ændret med bekendtgørelse nr. 843 af 16. okt. 2003.
- BMO 2006 Baltic Maritime Outlook 2006. Goods flows and maritime infrastructure in the Baltic Sea Region. The study is performed by The Institute of Shipping Analysis, Göteborg, BMT Transport Solutions GmbH, Hamburg, and Centre for Maritime Studies, Turku. The study is commissioned and financed by Swedish Maritime Administration, Ministry of Transport and Communications of Finland, Tallinn Port Authorities, Klaipeda State Seaport Authorities, Ministry of Infrastructure of Poland, Danish Maritime Authority, Norwegian Coastal Administration and co-financed by the European Commission
- COWI 2002 "Risikovurdering af sejladsikkerheden i de danske farvande", COWI for Søfartsstyrelsen og Farvandsvæsenet, COWI rapport 54380 rev 1. Juni 2002.
- DNV 2002 Det Norske Veritas: Miljørisikoanalyse, Skip-Til-Skip Operasjoner i Bøkfjorden. Rapport nr. 2002-0549, rev. 01, 28. maj 2002.
- DNV 2003 Utredning av helårlig petroleumsvirksomhet i området Lofoten - Barentshavet. Konsekvenser for og fra skipstrafikk. ULB studie nr. 14. Teknisk rapport for Olje- og Energi Departementet, Det Norske Veritas rapport nr. 2003-0331 rev. 02. Juni 2003.
- DTU 2005 Peter Friis-Hansen and Erik Sonne Ravn, Technical University of Denmark: Pilot Study: FSA of the navigational safety in Baltic West. 14. Feb. 2005
- EU 2005 Report on task 1: Monitoring of the flow of chemicals transported by sea in bulk and in package form. Prepared by AMRIE. 14. december 2005.
- Fujii 1984 Yahei Fujii et. al: Survey on vessel traffic management systems and brief introduction to marine traffic studies. Electronic Navigation Research Institute Papers, No. 45, 1984.4
- IMO 1987, I Annex I, Regulations for the Prevention of Pollution by Oil, til International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, 1973, as modified by the Protocol of 1978 relating thereto (MARPOL 73/78).

IMO 1987, II	Annex II, Regulations for the Control of Pollution by Noxious Liquid Substances in Bulk, til International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, 1973, as modified by the Protocol of 1978 relating thereto (MARPOL 73/78).
IMO 2002	Amendments to SOLAS chapter VII (Carriage of Dangerous Goods) adopted in May 2002 make the IMDG Code mandatory from 1 January 2004.
ITOPF 2006	The International Tanker Owners Pollution Federation Ltd: Oil Tanker Spill Statistics: 2005. Udsendt 2006.
ITOPF 2007	The International Tanker Owners Pollution Federation Ltd: Clean-up techniques. Containment of recovery of floating oil. www.itopf.com/containment.html
Miljøministeriet 1999	Lovbekendtgørelse Nr. 925 af 28/09/2005 Bekendtgørelse om indberetning af oplysninger om farligt eller forurenende gods om bord på skibe. Miljø- og Energiministeriet, den 1. maj 1999
MST 2006	Jørgen Magnér, Miljøstyrelsen. e-mail til JK, COWI, 24. maj 2006.
OILOBS 2006	Søværnets Operative Kommando: Database over OILOBS meldinger fra 1. jan. 1999 til 16. aug. 2006
O.W. Bunker 2006	Oplysninger telefonisk og pr. e-mail fra O.W. Bunker, 2006 og 2007.
Maersk 2006	Oplysninger telefonisk og pr. e-mail fra Maersk Broker Agency. 2006.
Regeringens handlingsplan 2004	Forsvarsministeriet, Miljøministeriet, Udenrigsministeriet, Økonomi- og Erhvervsministeriet og Finansministeriet. Handlingsplan for gennemførelse af forslagene i rapporten vedrørende øget anvendelse af lodser samt styrket overvågning af sejladsikkerheden. 26. maj 2004.
Rømer 1996	Risk Assessment of Marine Transport of Dangerous Goods. Ph.D. thesis of H. G. Rømer, Department of Chemical Engineering, Technical University of Denmark. 1996.
SOK 2007	Telefonisk oplysning fra SOK marts 2007.
Søfartsstyrelsen 2006	Udtræk af Søfartsstyrelsens database over søulykker på handelsskibe i perioden 1.1.1993 - 1.7.2006. Modtaget 28. september 2006
SOK 2006a	STS Statistik udarbejdet af SOK. For 2004 og 2005 samt 1. jan. til 6. juni 2006 modtaget fra Søfartsstyrelsen 21. juli 2006. For 1. jan. til 17. juli 2006 modtaget fra SOK 25. juli 2006

- | | |
|---------------------------|---|
| Trafikministeriet
2003 | FEHMARN BELT forecast 2002, Final Report. April 2003. Trafikministeriet, København, Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, Berlin |
| VTT 2006 | Transportation of liquid bulk chemicals by tankers in the Baltic Sea. Saara Hänninen & Jorma Rytönen, VTT Publications 595. Espoo 2006 |

COWI

COWI A/S

**Parallelvej 2
2800 Kongens Lyngby**

**Telefon 45 97 22 11
Telefax 45 97 22 12
www.cowi.dk**

/// F.R.I