

# MODEL TIL BELYSNING AF EFFEKTEN AF UDDYBNING AF DROGDEN

Morten Steen Petersen, TetraPlan A/S og Gert Nørsgaard, CMPort ab.

## 1 INDLEDNING

Vurdering af effekten af en uddybning af Drogden til 9m, henholdsvis 10 m er gennemført ved at udvikle en simpel trafikmodel for skibstrafikken gennem de danske farvande. Modellen er baseret på en detaljeret analyse af en række forskellige datakilder, kalibrering til observerede godsstrømme og fartøjspassager, samt skønsmæssige vurderinger af den fremtidige udvikling af skibstypers størrelse, dybgang og lasteevne.

Konklusionen på analysen er, at der er behov for en vedholdende indsats for at holde trafikken gennem de danske farvande under observation. Kun herigennem opnås en viden om udviklingen i kritiske parametre som dybgang, længde og lasteevne for forskellige skibstyper, der muliggør et bedre grundlag for fremtidige prognoser af trafikken.

## 2 DATAANALYSE

Udgangspunkt for modelopstillingen har været en analyse af den eksisterende trafik. Forskellige typer detaljerede data er tilgængelige til beskrivelse af den eksisterende trafik for perioden 1996-2000. Det mest omfattende og dækkende billede relaterer sig til 2000. For dette år foreligger der en tilgængelig database med Lloyds Voyage Records, skibsbevægelser mellem havne i og omkring Danmark, og der foreligger detaljerede VTS-registreringer for Storebælt, samt nogle tilsvarende knapt så detaljerede registreringer for Drogden.

Trafikken gennem Storebælt og Øresund omfatter i alt ca. 47.000 handelsfartøjer og ca. 13.000 andre fartøjer. Handelsfartøjerne er blevet analyseret forholdsvist detaljeret både med hensyn til type og med hensyn til størrelse og dybgang. Desuden er handelsskibstrafikkens udgangspunkter og mål blevet beskrevet.

På det aktuelle grundlag kan den samlede trafik af handelsskibe opgøres til ca. 50.000, der sejler mellem områder som anført i nedenstående tabel.

**Tabel 2.1. Antal skibspassager mellem områder i 2000 baseret på Lloyds Voyage Records og VTS-registreringer. Antallet af passager er opgjort som trafikken i begge retninger.**

Område	Storebælt	Øresund	Kattegat	Skagerak og nordlige nordsø	Sydlig nordsø	I alt
Storebælt	394	389	696	1528	500	3507
Øresund	72	253	275	722	277	1600
Kielerkanalen	1492	1229	930	1162	72	4886
Vestlige Østersø	256	166	524	1151	305	2402
Midt Østersø	526	224	961	1434	690	3835
Østlige Østersø	2294	1759	1540	13842	14655	34090
Sum	5034	4020	4926	19839	16499	50319

Note: Trafikken omfatter alene tankskibe, bulkskibe, general cargo skibe, containerskibe og RORO skibe.

Mængden af gods der fragtes på de ovenfor nævnte skibe, er opgjort på grundlag af nogle generelle forudsætninger om skibenes udnyttelse. Den samlede varetransport med skib kan dermed fastlægges til ca. 225 mio. tons i 2000.

**Tabel 2.2. Omfanget af varetransporter i mio. tons med skib gennem de danske farvande 2000.**

Passager mellem	Storebælt	Øresund	Kattegat	Skagerak og nordlige nordsø	Sydlig nordsø	SUM
Storebælt	0,9	0,9	1,1	10,4	2,5	15,7
Øresund	0,1	0,7	0,5	1,8	0,6	3,7
Kielerkanalen	2,7	2,4	0,9	3,9	0,1	10,0
Vestlige Østersø	0,4	0,2	0,5	2,9	0,8	4,8
Midt Østersø	0,6	0,3	1,1	5,7	3,2	10,9
Østlige Østersø	6,2	3,7	2,3	91,1	76,0	179,4
SUM	11,0	8,1	6,4	115,9	83,2	224,5

Trafikken til og fra den østlige Østersø er ca. 180 mio. tons i 2000, mens trafikken til og fra Skagerrak og Nordsøen er ca. 200 mio. tons. Trafikken til og fra Øresund er skønnet til ca. 12 mio. tons, hvilket svarer nogenlunde til omsætningen i Helsingborg, Malmö og Københavns havne excl. bil- og banegods med færge.

### 3 INTERVIEWANALYSE

Den opstillede model er primært en rutevalgmodel, og for at undersøge hvorledes der vælges rute ved passage af de danske farvande, blev der gennemført en interviewundersøgelse med nogle få udvalgte kaptajner på skibe i henholdsvis Drogden og Storebælt.

Der er gennemført interview med 17 skibe i Storebælt udvalgt ud fra Storebælt VTS og med et tilsvarende antal skibe i Øresund udvalgt fra Drogden VTS. Udvælgelseskriterierne har været skibe med dybgang, der muliggør passage gennem Drogden, i hvert fald i ballast. Samtidig er der udvalgt forskellige skibstyper og forskellige destinationer.

Interview er gennemført som telefoninterview med kaptajnerne på skibene, efter at skibets agent har givet tilladelse til interview. Der har været stor imødekommenhed hos de interviewede, og de har gerne svaret på spørgsmål vedrørende sejladsmuligheder, og valg af rute.

Drogden interviewene viste meget entydigt, at i det omfang der er mulighed for at passere Drogden på ruten mellem Skagerrak og den østlige Østersø, vil skibene vælge at gøre dette. Storebælt interviewene var som ventet knapt så entydige som Drogden interviewene. Ukendskab til Drogden, ønsker om en vis mængde vand under kølen og usikkerhed om forhindringer ved Drogden har været nogle af årsagerne til at skibe, der kan gå gennem Drogden, vælger at sejle gennem Storebælt.

#### 4 HANDEL OG GODSSTRØMME

En væsentlig del af den trafik der sejler gennem de danske farvande, kan relateres til den handel der foregår mellem de østlige Østersølande og den øvrige verden. Det har derfor været af væsentlig interesse at identificere de aktuelle handelsstrømme, og sammenholde disse med de skibsbevægelser der kan identificeres, for at undersøge, om der er en sammenhæng mellem handel i volumen og anvendelse af transportmidler, som anført i statistikken, og den mængde gods der kan formodes at sejle på de ca. 50.000 skibe gennem de danske farvande.

Det skal understreges, at der er store usikkerhedsmomenter i en sådan analyse. Som påvist i mange forskellige analyser omkring godstrafikkens omfang og fordeling er statistikgrundlaget behæftet med stor usikkerhed. I forbindelse med denne analyse har EUROSTATs database vedrørende handel mellem EU-landene indbyrdes og med tredielande stået til rådighed for projektet, og denne database er benyttet for at finde frem til sammenhænge mellem vægt og værdi, samt omfanget af handel mellem Østersølandene og EU-landene. Handel med den øvrige del af verden er baseret på de enkelte landes egne statistikker.

I forbindelse med opgørelsen af handlen er der arbejdet med nogle meget store og overordnede varegrupper der imidlertid har muliggjort en sammenkobling mellem de varegrupper, der anvendes i transportstatistikken, og de varegrupper der anvendes i den internationale handelsstatistik. Varetransporten er derfor opdelt på:

- Landbrugsprodukter, fødevarer, træ, og lign.
- Råstoffer, olie, kul og malm
- Halvfabrikata
- Kemikalier og kemiske produkter
- Maskiner, transportudstyr og forarbejdede varer

Den samlede handel mellem de østlige Østersølande og øvrige EU lande (EU ekskl. Tyskland, Sverige og Finland) er domineret af Rusland med en meget betydelig eksport af råstoffer, primært olie, og af Polen der ligeledes eksporterer betydelige mængder råstoffer, primært kul. Men også Finland har en betydelig im- og eksport via Østersøen.

Den samlede varemængde der transporteres på skib til og fra de østlige Østersølande i 1998, er anført i Tabel 4.1.

**Tabel 4.1. Varemængde i mio. tons, der i 1998 transporteres på skib mellem de østlige Østersølande på den ene side og øvrige EU lande, samt den øvrige verden på den anden side.**

Varegruppe	Import (mio. tons) på skib til de østlige Østersølande	Eksport (mio. tons) på skib fra de østlige Østersølande	I alt (mio. tons) på skib til/fra de østlige Østersølande
EU ex. S, D, SF			
Landbrugsprod. træ	2,3	6,2	8,5
Olie, kul, malm	6,4	66,4	72,8
Halvfabrikata	0,4	4,4	4,8

Kemiske produkter	1,7	7,2	8,9
forarbejdede prod.	0,6	5,8	6,4
I alt	11,3	90,0	101,3
Øvr. verden	5,7	41,9	47,6
I alt til/fra den østlige Østersø	17,0	131,9	148,9

Tabellen viser, at det samlede omfang af gods på skib er opgjort til ca. 150 mio. tons gods til og fra den østlige Østersø (de Baltiske lande, Rusland, Finland og Polen). Det fremgår ligeledes af tabellen, at der er en markant skæv fordeling mellem import og eksport, hvilket indikerer, at trafikken nordpå gennem de danske farvande primært består af handelsskibe i fuldtlastet condition, mens trafikken i den modsatte retning omfatter mange skibe i ballast..

Udover den skibstrafik der er nævnt i tabellen, er der ca. 6-7 mio. tons lastbiltrafik, der formodes at blive transporteret på RORO-skibe. Det er primært til/fra Finland, Estland og Letland.

Der transporteres ca. 180 mio. tons gods på skibe som passerer igennem de danske farvande, ind i/ud af den østlige Østersø. Opdelt på skibstyper kan følgende fordeling beregnes.

**Tabel 4.2. Varetrafik i tons opgjort på grundlag af skibspassager gennem Storebælt og Drogden, 2000**

	Trafik i alt i mio. tons	Heraf med mål og udgangspunkt i den østlige Østersø (mio. tons)	Heraf med mål og udgangspunkt i Nordsøen eller fjernere (mio. tons)
Tankere	96,5	79,3	90,0
Bulkskibe	56,2	47,2	53,6
General cargo skibe	48,9	37,4	39,2
Containerskibe	10,8	6,3	7,0
RORO-skibe	12,2	9,2	9,3
I alt	224,6	179,4	199,1

Ud over trafikken til landene i den østlige Østersø, er der også en del trafik til den svenske Østersøkyst. Desuden indgår emballage og tomme containere i den godsmængde, der registreres på skibe. Der er derfor en rimelig sammenhæng mellem den beregnede lastmængde (180 mio. tons) og de anførte handelstal (150 mio. tons).

## 5 UDVIKLINGSSCENARIER

Den økonomiske udvikling er analyseret, primært i de østlige Østersølande, med henblik på at opstille scenarier for den fremtidige handel mellem disse lande og verden på den anden side af de danske farvande. Det har resulteret i opstilling af tre økonomiske scenarier for 2030 baseret på henholdsvis middel, lav og høj økonomisk vækst. Der er opstillet en simpel model til beregning af handel mellem de østlige Østersølande og resten af verden baseret på den økonomiske vækst.

Den nævnte scenariemodell fastlægger alene den forventede trafik i tons med skib mellem de østlige Østersølande og øvrige EU lande, Norge samt det amerikanske

kontinent. RORO trafikken fastlægges som den trafik der benytter bil i handlen mellem Finland, Estland og Letland på den ene side og øvrige EU lande på den anden side. Skibstrafikken og RORO-trafikken kan forventes at skulle passere de danske farvande. Til gengæld udgør denne trafik i tons kun en del af den samlede skibstrafik. I 1998 udgjorde denne trafik ca. 70% af den samlede godsmængde gennem de danske farvande. De sidste 30% er primært trafik mellem Danmark, Norge, Sverige og Tyskland, samt trafik fra Nordsøen til den svenske Østersøkyst og trafik internt i Danmark.

Scenariemodellen er anvendt på de anførte udviklingsscenarier. Det medfører følgende forventede godsmængder i 2030.

**Tabel 5.1. Varemængde i mio. tons, der i 2030 forventes at blive transporteret på skib mellem de østlige Østersølande på den ene side og øvrige EU lande samt den øvrige verden på den anden side.**

Varegruppe	I alt (mio. tons) på skib til/fra Østersølandene 2030 Middel vækst	I alt (mio. tons) på skib til/fra Østersølandene 2030 Lav vækst	I alt (mio. tons) på skib til/fra Østersølandene 2030 Høj vækst
Øvrige EU lande + Norge			
Landbrugsprod. træ	19,0	17,8	22,9
Olie, kul, malm	128,4	110,0	168,7
Halvfabrikata	13,4	11,4	17,6
Kemiske produkter	13,2	11,0	17,3
forarbejdede prod.	16,6	14,6	19,2
<b>I alt</b>	<b>190,7</b>	<b>164,8</b>	<b>245,7</b>
Øvr. verden	111,9	94,9	146,9
<b>I alt gennem Østersøen med handelsskibe</b>	<b>302,6</b>	<b>259,7</b>	<b>392,6</b>
RORO	10,1	7,1	14,3
<b>I alt gennem Østersøen</b>	<b>312,7</b>	<b>266,8</b>	<b>406,9</b>

I forhold til 1998 forventes de største stigninger at ske for skibstransport med halvfabrikata (180%) og forarbejdede produkter (160%). Landbrugsprodukter forventes at vokse med 120%, mens kemiske produkter og olie, kul og malm forventes at vokse med henholdsvis 50% og 75%.

Råvarerne olie, kul og malm udgør en væsentlig del af den fremtidige trafik. I Rusland knytter der sig store forventninger til den fremtidige eksport af olie via Skt. Petersborg. Om det vil kunne give anledning til en forøgelse af mængderne i det anførte omfang er vanskeligt at vurdere.

## **6 MODEL FOR SKIBSTRAFIKEN GENNEM DE DANSKE FARVANDE**

De anførte godsmængder omsættes til skibstrafik gennem de danske farvande. Trafikken kunne opskrives således, at sammensætningen på skibsstørrelser forblev uændret frem til 2030. Imidlertid er det forventeligt, at den øgede trafik vil give anledning til, at den gennemsnitlige skibsstørrelse øges noget, således at de mindste skibe ikke vokser i samme omfang som de større skibe.

Der er opstillet en model der omfatter 7 forskellige skibstyper og 15 forskellige dwt-intervaller. Til hvert dwt – interval kan der knyttes et dybgangsinterval. Dybgangen er imidlertid dels afhængig af skibets design, men også i høj grad af om skibet sejler fuldt lastet eller i ballast.

Opdeling på dwt-intervaller er en proxy for opdeling på dybgang. For fuldt lastede skibe vil følgende sammenhæng mellem dybgang og dwt-interval være gældende med udgangspunkt i de estimerede kurver.

**Tabel 6.1 Sammenhæng dybgang og dwt for fuldt lastede skibe**

Dybgang	Tankskib	Bulkskib	General cargo skib	Containerskib	RORO-skib
< 7,7 m	< 8 500 dwt	< 8 500 dwt	< 6 000 dwt	< 6 000 dwt	< 7 500 dwt
< 8,5 m	< 13 500 dwt	< 13 500 dwt	< 10 000 dwt	< 10 000 dwt	< 11 000 dwt
< 9,5 m	< 20 000 dwt	< 20 000 dwt	< 16 000 dwt	< 16 000 dwt	< 15 000 dwt

De nævnte grænser er udtryk for en matematisk approximation af mange observationer. Det er derfor muligt at finde eks.vis tankskibe på mere end 8500 dwt, der fuldt lastet har en dybgang på mindre end 7,7 m. De nævnte grænser er imidlertid udtryk for, at der ikke er så mange af dem.

Trafikken opgjort på skibstyper og dwt – intervaller udlægges ved hjælp af en rutevalgsmode. Rutevalgsmode opbygges således, at der etableres et rutevalg for hver skibstype og hvert dwt-interval. Rutevalget foregår mellem de definerede kyststrækninger (områder), og for hvert områdepar vurderes hvilke ruter, der kan vælges gennem Storebælt og Drogden. For nogle områdepar er der kun en rute. Således vil al trafik mellem Kattegat og Kielerkanalen gå gennem Storebælt. For andre områdepar er der mulighed for at vælge enten Storebælt eller Øresund. Hvis dybgangen er for stor, kan der imidlertid kun vælges ruten gennem Storebælt. Det er derfor klart, at Øresund vælges af færre skibe, jo større skibenes dødvægt er. For de små dwt - intervaller hvor dybgangen gennem Drogden ikke er et problem, vælges Øresundsrueten altid.

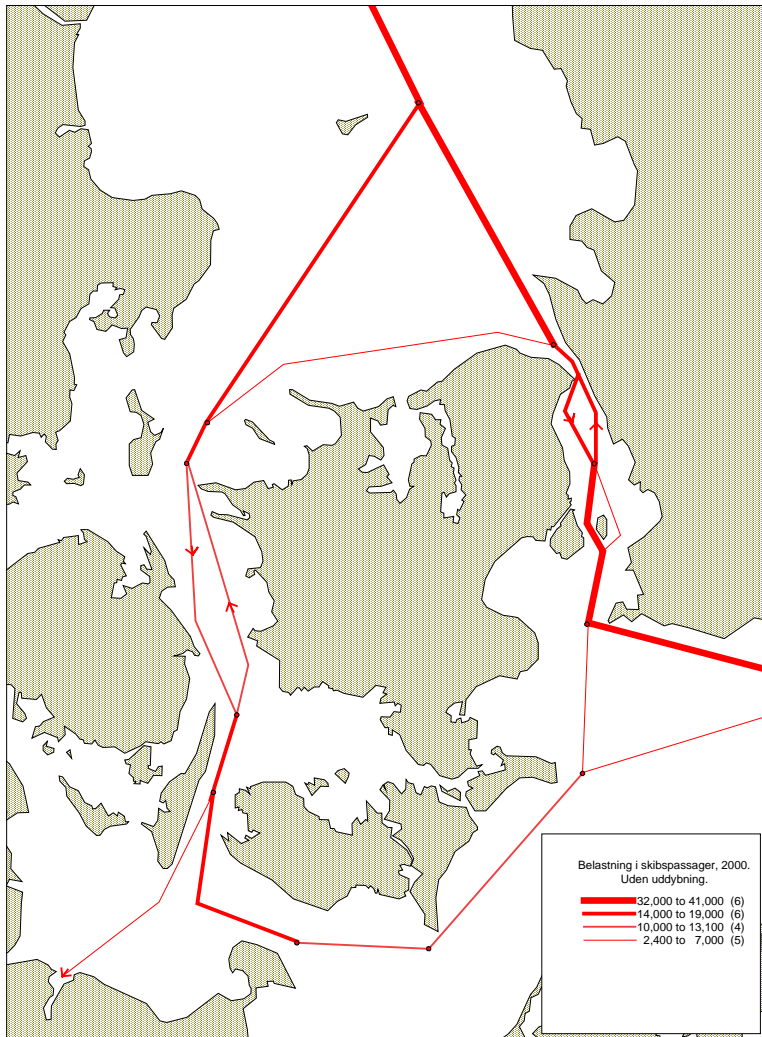
Ved en eventuel uddybning af Drogden er der skibe med en større dybgang der vil kunne passere Øresund. Derfor vil der ske en ændring i trafikens fordeling mellem Storebælt og Øresund. Det betyder, at lidt flere af de skibe, hvis rute naturligt går gennem Øresund, faktisk også vil vælge Øresund. Det er klart, at den største ændring af andelen vil ske hyppigst for de dwt-intervaller, der lige netop ikke kunne komme igennem under de nuværende vanddybder, men det forventes, at selv store skibe i ballast i lidt større udstrækning vil anvende Drogden ved en uddybning til henholdsvis 9 m og 10 m. Den opstillede beregningsmodel er anvendt på 2000 data og den giver følgende trafik for henholdsvis Storebælt og Øresund.

**Tabel 6.2. Sammenligning mellem beregnede og observerede trafikmængder i Øresund og Storebælt.**

	Øresund		Storebælt		I alt	
	Observeret	Beregnet	Observeret	Beregnet	Observeret	Beregnet
Tankere	5203	5043	4674	4833	9877	9876
Bulkskibe	1426	1404	2838	2854	4264	4258
General cargo skibe	20051	20101	6653	6602	26704	26703
containerskibe	1792	1782	1097	1104	2889	2886
RORO skibe	3972	3806	817	982	4789	4788

Den anvendte rutevalgsmode giver en rimelig fordeling af den beregnede og observerede trafik mellem henholdsvis Øresund og Storebælt. Det er tilstræbt, at der opnås en god overensstemmelse totalt set, men også en rimelig overensstemmelse for de enkelte dwt-intervaller.

Trafikken er lagt ud på de vigtigste ruter som indikeret i følgende figur



Belastning i skibspassager uden uddybning af Drogden, 2000

Trafikken i 2030 bestemmes med udgangspunkt i handelstallene. Det er ikke muligt at etablere en direkte oversættelse mellem handelstal og skibstrafik, men følgende nøgle angiver hvorledes der kan gennemføres en omtrentlig omsætning mellem handelstal og skibstransporter.

**Tabel 6.3 Omsætning mellem varearter og skibstyper, indikativt**

Skibstype	Vareart 1	Vareart 2	Vareart 3
Tankskib	Olie, kul, malm	Kemiske produkter	
Bulkskib	Landbrugsprodukter, træ	Olie, kul, malm	Kemiske produkter
General cargo skib	Delvist forarbejdede produkter	Forarbejdede produkter	Landbrugsprodukter, træ
Containerskib	Forarbejdede produkter	Delvist forarbejdede produkter	Landbrugsprodukter, træ
RORO - skib	Forarbejdede produkter	Delvist forarbejdede produkter	Landbrugsprodukter, træ

Med udgangspunkt i denne indikative tabel, samt det beregnede forventede handelsomfang mellem de østlige Østersølande og resten af verden vurderes vækstfaktorer pr. skibstype. Følgende vækstfaktorer er vurderet for hver skibstype for de respektive scenarier.

**Tabel 6.4. Vækstfaktorer pr. skibstype for udviklingen frem til 2030 for tre scenarier**

Scenarie	Tankskib	Bulkskib	General cargo	Containerskib	RORO skib
Middel	1,7	1,7	2,5	4,0	2,5
Lav	1,5	1,5	2,1	3,0	2,1
Høj	2,1	2,1	3,5	5,5	3,5

De anførte vækstfaktorer omsættes til faktorer pr. skibstype og dwt-interval. Disse vurderinger har ledt frem til tre sæt af vækstfaktorer for de respektive scenarier. Der er taget hensyn til, at der forventes højere vækst for de store skibe end for de små skibe.

## 7 RESULTATER

Baseret på den opstillede model og de anvendte forudsætninger findes følgende trafik gennem de danske farvande i 2030 ved de respektive scenarier.

**Tabel 7.1. Total trafik gennem de danske farvande ved middel økonomisk vækst.**

	Antal passager, beregnet			
	2000	2030, middel	2030, lav	2030, høj
Tankskib	9.900	13.800	12.700	15.000
Bulk	4.300	6.700	6.000	7.600
General cargo	26.700	51.800	47.600	64.700
Container	2.900	10.300	8.000	13.900
RORO	4.800	11.000	9.600	14.800
Andet	11.400	11.400	11.400	11.400
I alt	60.000	105.000	95.300	127.400

Trafikken gennem Drogden i middelscenariet 2030 ved forskellige uddybninger viser, at Drogdens trafik vil øges med ca. 9% ved en uddybning til 10 m, og knapt det halve ved en uddybning til 9m.



**Tabel 7.2. Trafik gennem Øresund og Storebælt, ved hhv 9m og 10 m vanddybde i Drogden, middelscenarie.**

	Antal passager i Øresund			Antal passager i Storebælt		
	Uændret	9 m	10 m	Uændret	9m	10 m
Tankskib	6.600	7.100	7.900	7.200	6.700	5.900
Bulk	2.100	2.300	3.200	4.600	4.400	3.500
General cargo	38.300	40.200	41.200	13.500	11.600	10.600
Container	6.300	6.500	6.800	4.000	3.800	3.500
RORO	8.900	9.000	9.100	2.100	2.000	1.900
Andet	4.800	4.800	4.800	6.600	6.600	6.600
I alt	67.000	69.900	73.000	38.000	35.100	32.000

Det er antaget, at en uddybning ikke vil give anledning til et trafikspring i transittrafikken i 2030. Det betyder, at transittrafikken gennem de danske farvande ikke øges som følge af en uddybning. Derimod vil der ske en omfordeling af trafikken, som indikeret i Tabel 7.2.