



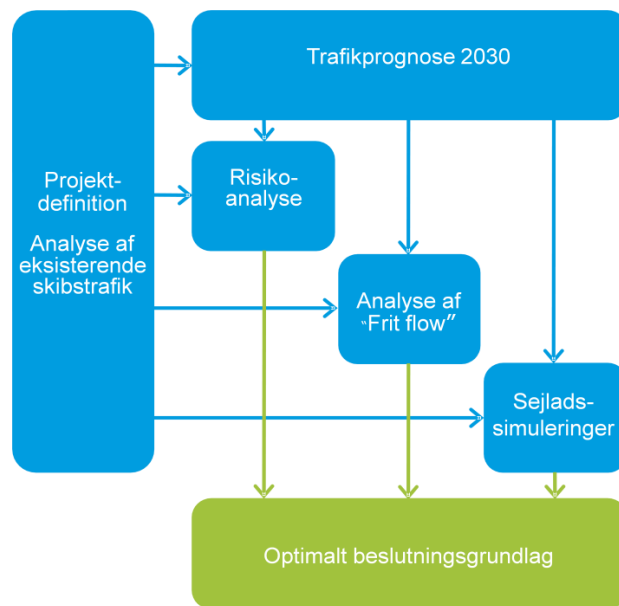
## Bilag 3 – Sejladsikkerhed

### 1. Indledning

Femern A/S har gennemført et omfattende program af sejladsstudier med henblik på at kortlægge effekterne for sejladsen i Femern Bælt, såfremt der bygges en bro. Dette notat giver en kort beskrivelse af resultaterne fra de gennemførte sejladsstudier.

Sejladsstudierne blev gennemført i følgende trin, som det fremgår af figuren:

- Kortlægning af eksisterende skibstrafik.
- Trafikprognose.
- Risikoanalyse.
- Analyse af trafik flow.
- Sejlads-simuleringer.

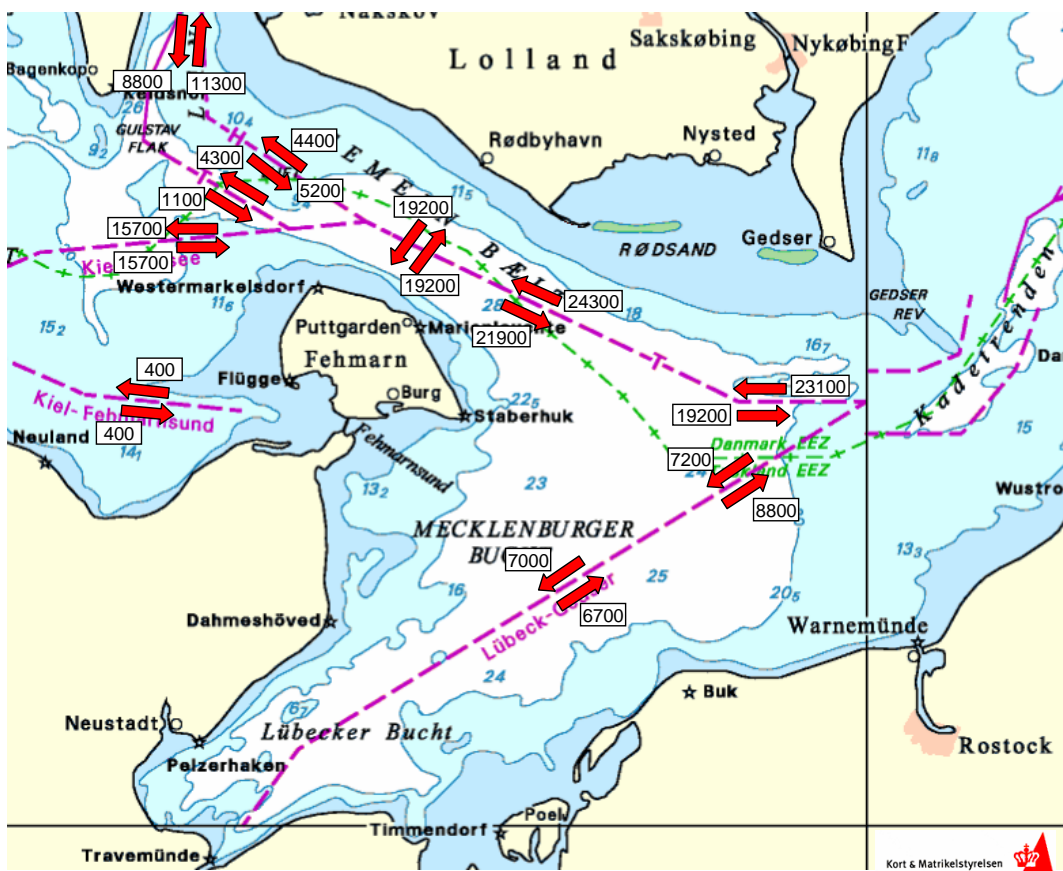


De enkelte trin gennemgås i de følgende afsnit.

## 2. Kortlægning af eksisterende skibstrafik

I 2006 – 2007 blev skibstrafikken i Femern Bælt kortlagt. Optællingen viste, at Femern Bælt passeres af ca. 47.000 skibe om året. Til sammenligning passeres Storebælt af ca. 20.000 skibe om året. Den årlige færgetrafik mellem Rødbyhavn og Puttgarden blev optalt til 2 gange 19.200 afgang, dvs. i alt ca. 38.400 tværgående passager.

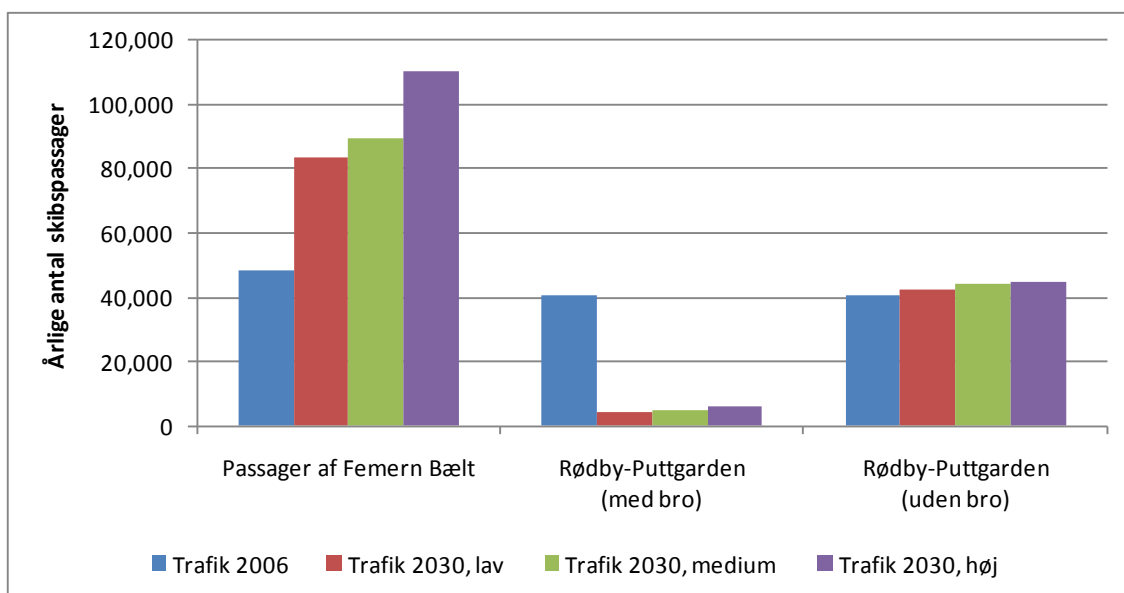
Antallet af talte skibspassager for de enkelte sejlruiter i farvandet fra Langelands Bælt til Kadetrenden fremgår af nedenstående figur.



### 3. Trafikprognose

Femern A/S har fået udarbejdet en trafikprognose for skibstrafikken for år 2030. I følge den kan det forventes, at Femern Bælt vil passeres af mellem 80.000 og 110.000 skibe om året. Antallet af skibspassager vil bl.a. afhænge af udviklingen i handelen til og fra østersølandene.

Prognosen indeholder tre scenarier. Et lavvækst scenarie, et mediumvækst scenarie og et højvækst scenarie. Det forventede antal skibspassager af Femern Bælt i de forskellige scenarier fremgår af nedenstående figur.



I Femern A/S risikoanalyser er der taget udgangspunkt i mediumvækst scenariet (grønne søjle).

#### 4. Risikoanalyse

FN's Internationale Maritime Organisation (IMO) har udarbejdet retningslinjer for, hvordan risikoanalyser i forhold til skibstrafikken skal gennemføres. Det er disse retningslinjer, der har ligget til grund for risikoanalysen ved etablering af en bro over Femern Bælt.

Analysen omfatter et referencescenarie med fortsat færgedrift uden en fast forbindelse, der sammenlignes med følgende scenarier for skråstagsbroløsninger (se bilag B):

- En skråstagsbro med tre hovedspænd på henholdsvis 724 m og 888 m.
- En skråstagsbro med to hovedspænd på henholdsvis 724 m og 888 m.

I alle broscenarier er det forudsat, at der ved hjælp af udlagte bøjler etableres et trafiksepareringssystem nogle få sømil på begge sider af broens gennemsejlingsfag.

De risikofaktorer, som indgår i risikoanalysen, og som ligger til grund for den samlede risiko, består af:

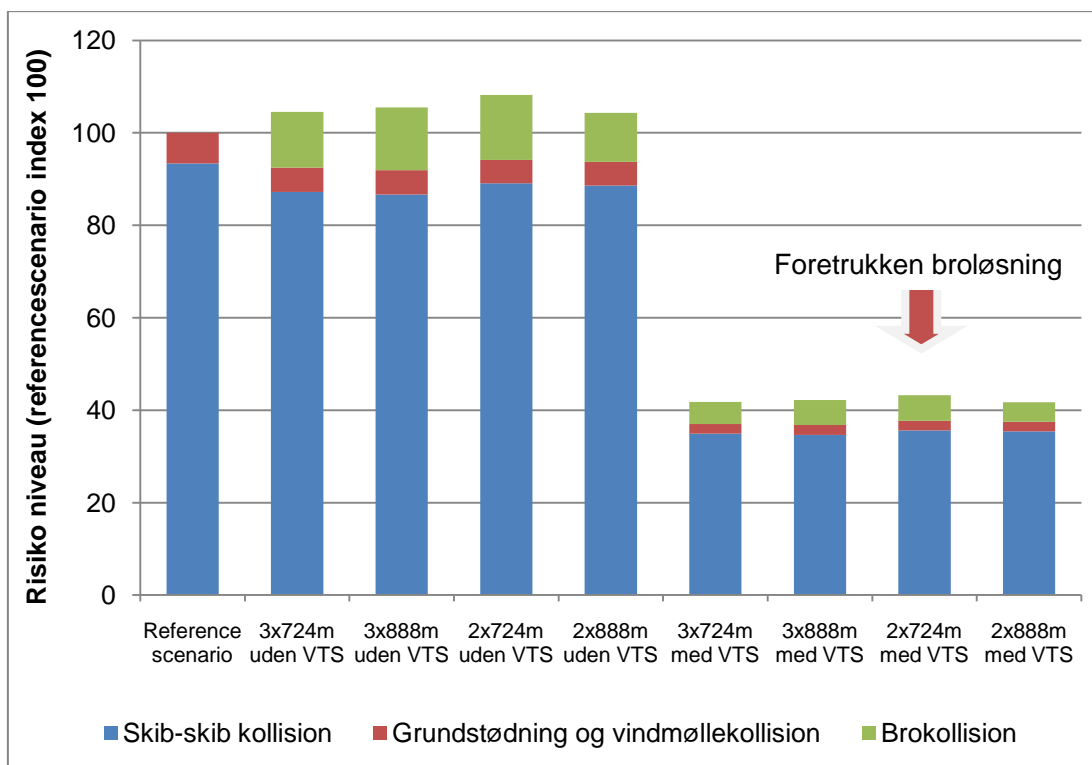
- Skib - skib kollisioner.
- Skib - bro kollisioner.
- Grundstødninger og kollision med vindmøller.

Risikoanalysen har desuden en undersøgelse af en række risikoreducerende tiltag, hvor især introduktionen af et VTS-system, der dækker hele farvandet fra Langelands Bælt i vest til Kadetrenden i øst, vurderes at give en omkostningseffektiv forbedring af sejladsikkerheden.

På baggrund af resultaterne fra risikoanalysen kan det konkluderes, jf. figuren, at det samlede risikoniveau for det pågældende farvand ikke vil ændre sig signifikant fra **referencescenariet (fortsat færgedrift)** til de nævnte "**broscenarier**" (**to eller tre spænd på enten 724 m eller 888 m**), og at sejladsikkerheden forbedres i en situation med bro og VTS-system sammenlignet med referencescenariet.

---

<sup>1</sup> I analysen indgik også scenarier med hængebroer, men da en hængebro ikke vurderes at være egnet til kombineret jernbane og vejtrafik over Femern Bælt, behandles de ikke nærmere i dette notat.



Baggrunden for resultaterne er følgende effekter:

- Etableringen af en bro vil øge risikoen for ulykker som følge af kollisioner mellem skibe og bro.
- Etableringen af en trafikseparering sikrer, at skibene holdes tættere på midten af sejl-ruten, hvilket reducerer risikoen for grundstødninger og kollisioner med havvindmøller.
- Etablering af en bro vil formentligt føre til en væsentlig reduktion eller lukning af færgetrafikken på tværs af bæltet, hvilket vil reducere risikoen for kollisioner mellem skibe og færger.
- Etableringen af et VTS-system vil reducere risikoen for ulykker med omkring 60 pct.

På baggrund af risikoanalysens resultater er der gennemført en cost-benefit analyse af de forskellige broløsninger, der viser, at en skråstagsbro med to spænd på 724 m i kombination med et VTS-system er den mest omkostningseffektive løsning. Den indebærer således væsentlig lavere anlægsomkostning end en bro med spænd på 888 m, og sikrer en forbedret sejladsikkerhed sammenlignet med referencescenariet.

## 5. Analyse af trafik flow

Som supplement til risikoanalysen er der gennemført et studie af skibstrafikkens forløb gennem Femern Bælt i en situation, hvor der er etableret en bro. Studiet analyserer, hvor mange af skibene, der har "free flow" (uhindret passage).

Et skib har "free flow", hvis det under passage af trafiksepareringssystemet uden hastighedsændring kan passere uden at komme tæt på andre skibe eller broens pyloner. Såfremt et skib ikke har "free flow", vil det skulle justere hastigheden eller kursen for at opretholde den normale afstand til andre objekter.

Studiet viser, at en bro med to spænd med spændvidder på henholdsvis 724 m og 888 m vil medføre, at 22 pct. henholdsvis 10 pct. af skibene ved passage ikke har "free flow", og man må ved disse passager enten acceptere, at andre skibe/pyloner kommer tæt på eller foretage en hastighedsændring. Til sammenligning viser en analyse, at cirka 7 pct. af skibstrafikken i dag foretager en hastighedsændring forårsaget af den krydsende færgetrafik.

## 6. Sejladssimuleringer

Der er desuden gennemført en række sejladssimuleringer, hvor i alt 118 navigatører fra Europa og Asien har foretaget simulerede gennemsejlinger af Femern Bælt på Force Technology's sejladssimulator.

Sejladssimuleringerne supplerer risikoanalysen og anvendes som supplement til de teoretiske analyser af sejladsholdene. Blandt andet undersøges og optimeres:

- Spændvidder i gennemsejlingsfag over sejlrueten.
- Trafiksepareringssystemer.
- Afmærkning af sejlrende.
- Afmærkning af broen.

Sejladssimuleringerne har blandt andet påvist, at en bro med tre spænd, hvor det ene spænd fungerede som separationsspænd, ikke havde nogen positiv effekt på sejladsholdene.

## **7. Sammenfatning**

Det er selskabets opfattelse, at det på grundlag af de gennemførte risikoanalyser og øvrige undersøgelser er godtgjort, at en løsning med to gennemsejlingsfag på 724 m med samtidig implementering af et VTS-system for området vil resultere i forbedrede sejladssikkerhedsmæssige forhold sammenlignet med en situation med fortsat færgefart uden VTS-system.

Det er samtidig selskabets opfattelse, at de hidtil gennemførte undersøgelser har vist, at der ikke opnås en forbedring af de sejladssikkerhedsmæssige forhold ved at udforme skråstagsbroen med tre hovedfag. Det skyldes, at der opnås enklere, mindre forvirrende sejladsforhold ved kun at etablere to gennemsejlingsfag.

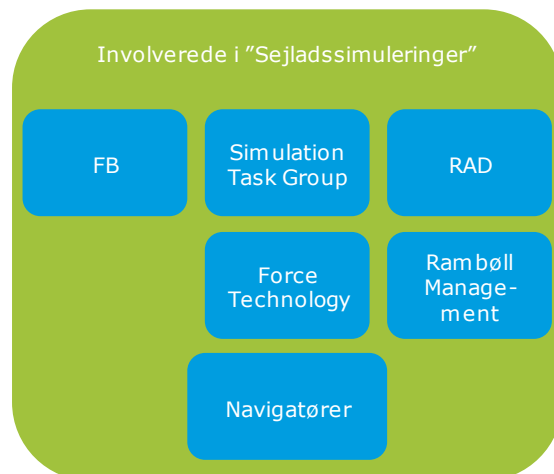
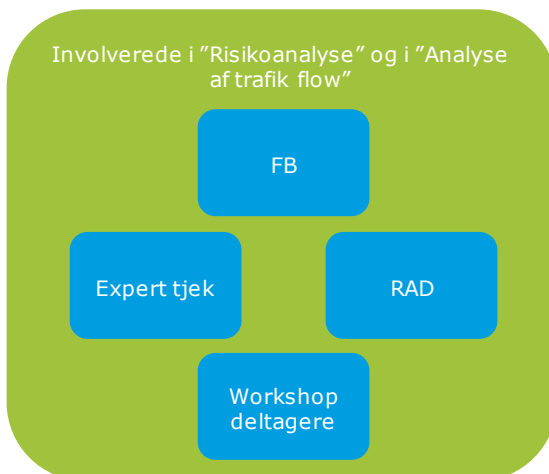
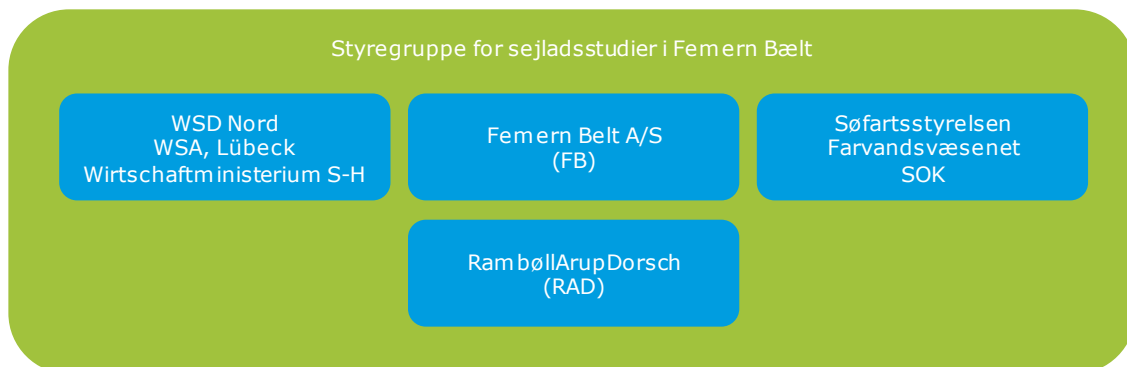
På baggrund af en nyttebetragtning er det derfor selskabets anbefaling, at der ved valg af en skråstagsbroløsning tages udgangspunkt i en bro med to gennemsejlingsfag på 724 m.

Søfartsmyndighederne har endnu ikke taget stilling til resultaterne af risikoanalyser, sejladssimuleringer mv.

## Bilag A: Organisation

Af nedenstående figur fremgår, hvilke myndigheder fra Danmark og Tyskland der har fulgt de gennemførte sejladsstudier.

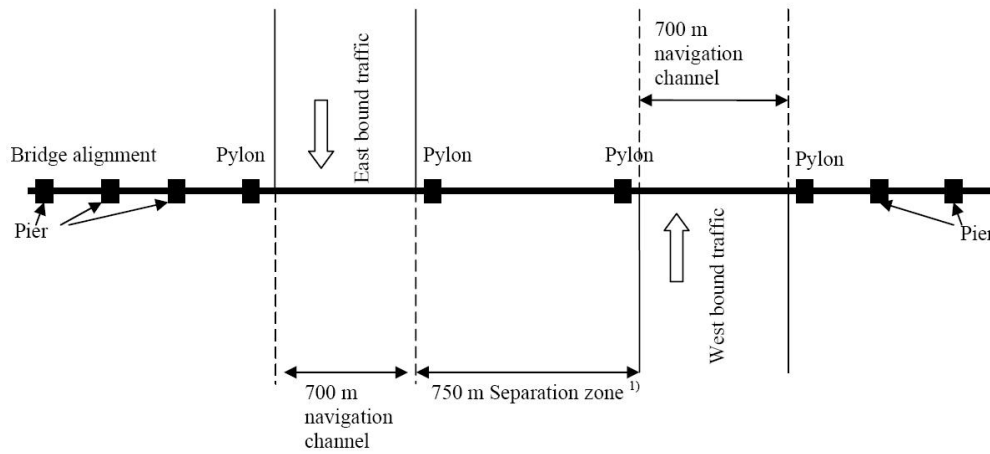
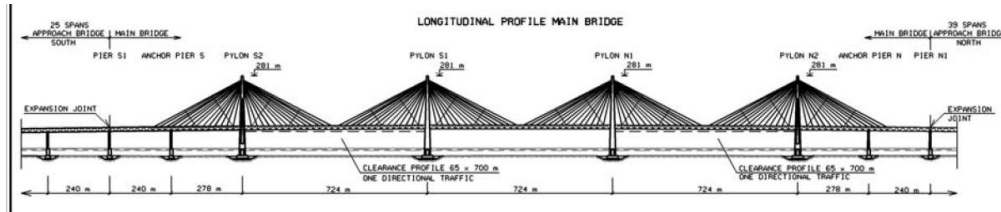
Det fremgår også, hvilke rådgivere og eksperter der har været involveret.





## Bilag B: Broscenarier

### Skråstagsbro med to gennemsejlingsfag og et separationsfag



### Skråstagsbro med to gennemsejlingsfag uden separationsfag.

