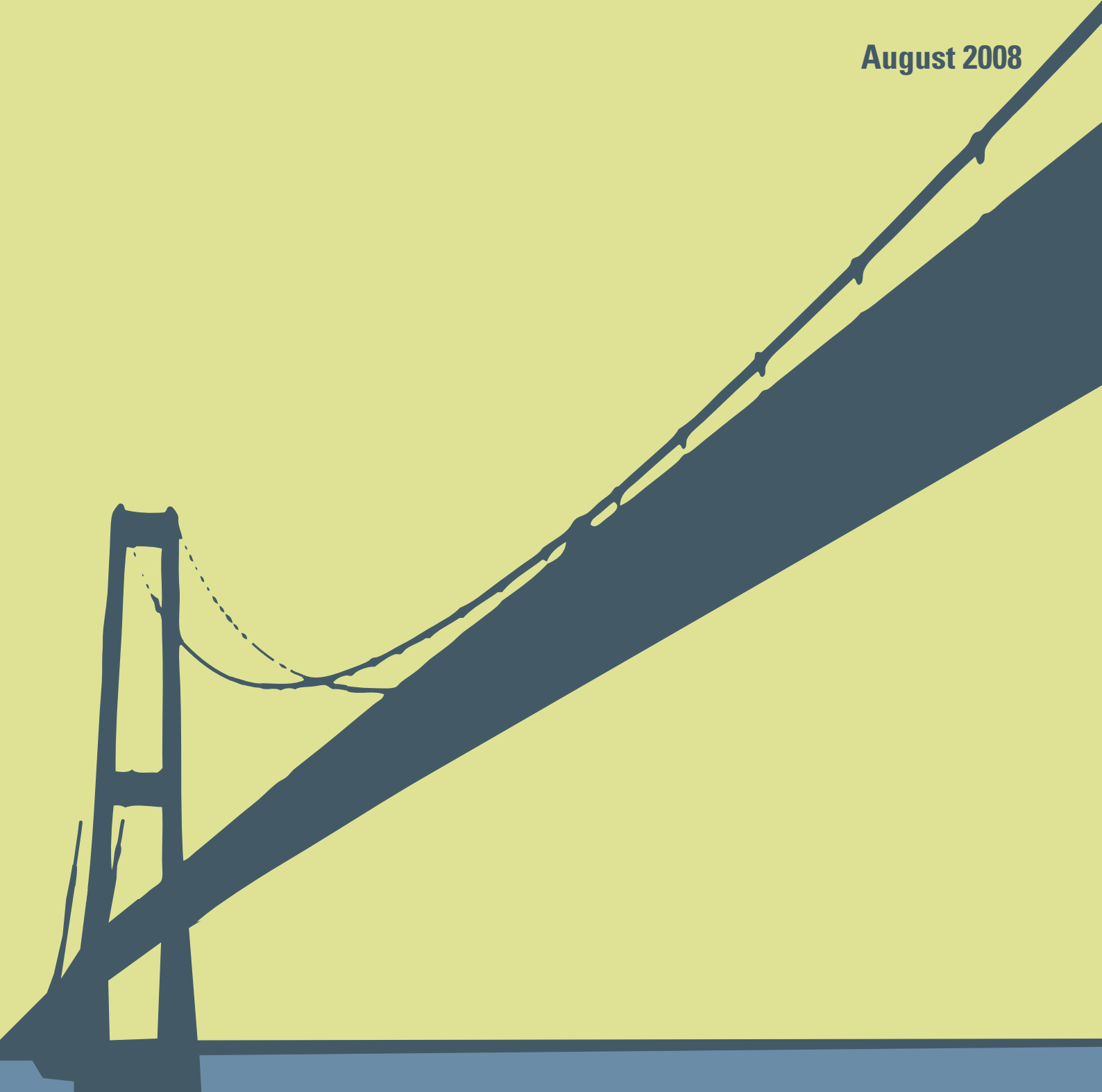


August 2008



# Screening af en fast forbindelse over Kattegat Rapport

**NIRAS**

**NIRAS**  
KONSULENTERNE

Til Transportministeriet

## **Kolofon**

*Titel:* Screening af en fast forbindelse over Kattegat

*Udgiver:* NIRAS og NIRAS Konsulenterne

*Forfattere:* NIRAS og NIRAS Konsulenterne  
Henrik Thomasen (projektleder)  
Carsten Nielsen  
Carsten Verner Dahl  
Christian von Scholten  
Jan Kragerup  
Mette Jeppesen  
Mogens Larsen  
Stine B. Pedersen  
Trine de Fine Skibsted

*Eksterne Rådgivere:*  
Professor, emeritus Niels Jørgen Gimsing  
Professor Otto Anker Nielsen

*Layout:* NIRAS Konsulenterne  
Jeppé Goll  
Birgitte Boss

*Oplag:* 500 stk.

*Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse*

## INDHOLDSFORTEGNELSE

|          |                                                                |           |
|----------|----------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>SAMMENFATNING.....</b>                                      | <b>3</b>  |
| 1.1      | De analyserede alternativer.....                               | 3         |
| 1.1.1    | Broerne i de forskellige alternativer.....                     | 4         |
| 1.1.2    | Andre tekniske forhold .....                                   | 5         |
| 1.2      | Miljømæssige forhold .....                                     | 5         |
| 1.3      | Trafikale effekter.....                                        | 7         |
| 1.3.1    | Potentiale i vejtrafikken.....                                 | 7         |
| 1.3.2    | Potentiale i banetrafikken .....                               | 8         |
| 1.4      | Hvad koster forbindelsen? .....                                | 9         |
| 1.5      | Udgifter og indtægter for et Kattegatselskab .....             | 10        |
| 1.6      | Analyse af taksterne.....                                      | 11        |
| <b>2</b> | <b>INDLEDNING.....</b>                                         | <b>15</b> |
| <b>3</b> | <b>LINIEFØRINGER.....</b>                                      | <b>18</b> |
| 3.1      | Metode.....                                                    | 18        |
| 3.2      | De valgte løsninger .....                                      | 19        |
| 3.3      | Alternativ 1A.....                                             | 22        |
| 3.3.1    | Broer over Kattegat i alternativ 1A.....                       | 22        |
| 3.3.2    | Tilslutning til det eksisterende jernbanenet.....              | 23        |
| 3.3.3    | Tilslutning til det eksisterende vejnet .....                  | 23        |
| 3.4      | Alternativ 1B.....                                             | 23        |
| 3.5      | Alternativ 1C.....                                             | 24        |
| 3.5.1    | Broer over Kattegat i alternativ 1C.....                       | 25        |
| 3.6      | Alternativ 2 .....                                             | 25        |
| 3.6.1    | Forhold vedr. jernbanen.....                                   | 26        |
| <b>4</b> | <b>TEKNIKSKE FORHOLD VED DE FORSKELLIGE ALTERNATIVER .....</b> | <b>28</b> |
| 4.1      | Generelt.....                                                  | 28        |
| 4.2      | Broteknik .....                                                | 29        |
| 4.2.1    | Broen mellem Røsnæs og Samsø i Alternativ 1 .....              | 29        |
| 4.2.2    | Broen mellem Samsø og Jylland i Alternativ 1 .....             | 31        |
| 4.2.3    | Broen over Kattegat i alternativ 2 .....                       | 32        |
| 4.3      | Jernbaneteknik.....                                            | 33        |
| 4.3.1    | Grundlag og forudsætninger .....                               | 33        |
| 4.3.2    | TEN-net og interoperabilitet.....                              | 34        |
| 4.3.3    | Togtyper .....                                                 | 35        |
| 4.3.4    | Hastighed og toglængde .....                                   | 35        |
| 4.3.5    | Regelgrundlag .....                                            | 36        |
| 4.3.6    | Tracéring.....                                                 | 36        |

|          |                                                                        |           |
|----------|------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 4.3.7    | Opgradering .....                                                      | 37        |
| 4.3.8    | Sporteknik .....                                                       | 37        |
| 4.3.9    | Elektrificering .....                                                  | 38        |
| 4.3.10   | Signalering .....                                                      | 38        |
| 4.3.11   | Specifikke forhold.....                                                | 38        |
| 4.4      | Overvejelser i forbindelse med ren jernbaneforbindelse.....            | 40        |
| 4.4.1    | Forbindelse over Kattegat, Røsnæs-Samsø-Jylland.....                   | 40        |
| 4.5      | Særligt om magnetbaner.....                                            | 41        |
| <b>5</b> | <b>ANLÆGSØKONOMI.....</b>                                              | <b>42</b> |
| 5.1      | Kyst - kyst forbindelserne.....                                        | 43        |
| 5.2      | Anlæggene på Sjælland og i Jylland .....                               | 43        |
| 5.2.1    | Baneelementet .....                                                    | 43        |
| 5.2.2    | Vejelementet .....                                                     | 43        |
| 5.3      | Usikkerhed og Ny Anlægsbudgettering .....                              | 43        |
| 5.4      | De skønnede anlægsudgifter .....                                       | 44        |
| 5.5      | Skønnede anlægsudgifter ved ren jernbaneforbindelse .....              | 46        |
| <b>6</b> | <b>MILJØMÆSSIGE EFFEKTER AF DE VALGTE LINJEFØRINGER .....</b>          | <b>47</b> |
| 6.1      | Indledning og metode.....                                              | 47        |
| 6.2      | Miljøbeskyttelsesområder .....                                         | 47        |
| 6.2.1    | Natura 2000 områder.....                                               | 48        |
| 6.2.2    | Beskyttede naturtyper.....                                             | 51        |
| 6.2.3    | Fredede områder .....                                                  | 51        |
| 6.2.4    | Fredede fortidsminder .....                                            | 51        |
| 6.2.5    | Regionplaninteresser (biologi, kulturmiljø, potentielle vådområder)... | 54        |
| 6.2.6    | Tekniske anlæg .....                                                   | 56        |
| 6.2.7    | Andre områder .....                                                    | 56        |
| 6.2.8    | Opsamling i tabelform.....                                             | 56        |
| 6.3      | Konsekvenser.....                                                      | 58        |
| 6.3.1    | Støj.....                                                              | 58        |
| 6.3.2    | Vandmiljø.....                                                         | 60        |
| 6.4      | Sammenligning af linjeføringer .....                                   | 61        |
| <b>7</b> | <b>TRAFIKALE FORHOLD.....</b>                                          | <b>64</b> |
| 7.1      | Rejsetider.....                                                        | 64        |
| 7.2      | Forudsætninger for beregning af trafikpotentialet. ....                | 67        |
| 7.3      | Potentialer for togtrafikken .....                                     | 68        |
| 7.4      | Potentialer for biltrafikken.....                                      | 70        |
| 7.5      | Regionale effekter .....                                               | 72        |
| 7.6      | Aflastning af eksisterende infrastruktur .....                         | 72        |
| <b>8</b> | <b>INDTÆGTER OG UDGIFTER FOR ET KATTEGATSELSKAB .....</b>              | <b>73</b> |
| 8.1      | “Storebæltsmodellen” .....                                             | 73        |

|           |                                                                                                                   |           |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 8.2       | Udgifter .....                                                                                                    | 74        |
| 8.2.1     | Anlægsudgiften .....                                                                                              | 74        |
| 8.2.2     | Drift, vedligehold og reinvesteringer.....                                                                        | 76        |
| 8.2.3     | Andre driftsomkostninger .....                                                                                    | 76        |
| 8.2.4     | Selskabsskat.....                                                                                                 | 76        |
| 8.3       | Indtægter.....                                                                                                    | 77        |
| 8.3.1     | Vej .....                                                                                                         | 77        |
| 8.3.2     | Bane .....                                                                                                        | 77        |
| 8.4       | De samlede udgifter og indtægter .....                                                                            | 79        |
| 8.5       | Andre forhold med økonomisk betydning .....                                                                       | 80        |
| <b>9</b>  | <b>TAKSTER .....</b>                                                                                              | <b>81</b> |
| 9.1       | Hvad skal taksten på en Kattegatforbindelse være for, at den svarer<br>til taksten på Storebæltsforbindelsen..... | 81        |
| 9.2       | Hvad skal taksterne være ved en given trafikudvikling .....                                                       | 84        |
| <b>10</b> | <b>REFERENCER.....</b>                                                                                            | <b>88</b> |
| <b>11</b> | <b>BILAG .....</b>                                                                                                | <b>89</b> |

# 1 SAMMENFATNING

Det har fra flere sider været fremført, at en Kattegatforbindelse mellem Jylland og Sjælland kan være en visionær udbygning af den overordnede infrastruktur i Danmark. Imidlertid har det ikke været analyseret særlig grundigt, hvad en sådan forbindelse kan koste, hvilke natur- og miljømæssige konsekvenser den vil kunne have, og hvad taksterne vil være for at benytte en sådan forbindelse.

Transportministeriet har derfor anmodet NIRAS om at gennemføre en screening af en fast vej- og baneforbindelse over Kattegat samt belyse forholdene ved en ren jernbaneforbindelse. Analysen af en evt. Kattegatforbindelse baseres på en "Storebæltsmodel", hvilket blandt andet betyder, at der regnes med en brugerfinansieret forbindelse.

En sådan screening er en afgrænset opgave, hvor en række relevante forhold vedrørende en mulig Kattegatforbindelse bliver analyseret på et forholdsvis overordnet niveau. Et vigtigt forhold i forbindelse med screeningen er, at den baseres på eksisterende viden om de relevante forhold.

Den overordnede konklusion på analysen er, at en Kattegatforbindelse ikke kan realiseres inden for rammerne af en Storebæltsmodel. Det vil således kræve betydelig offentlig (med-)finansiering at realisere projektet.

## 1.1 De analyserede alternativer

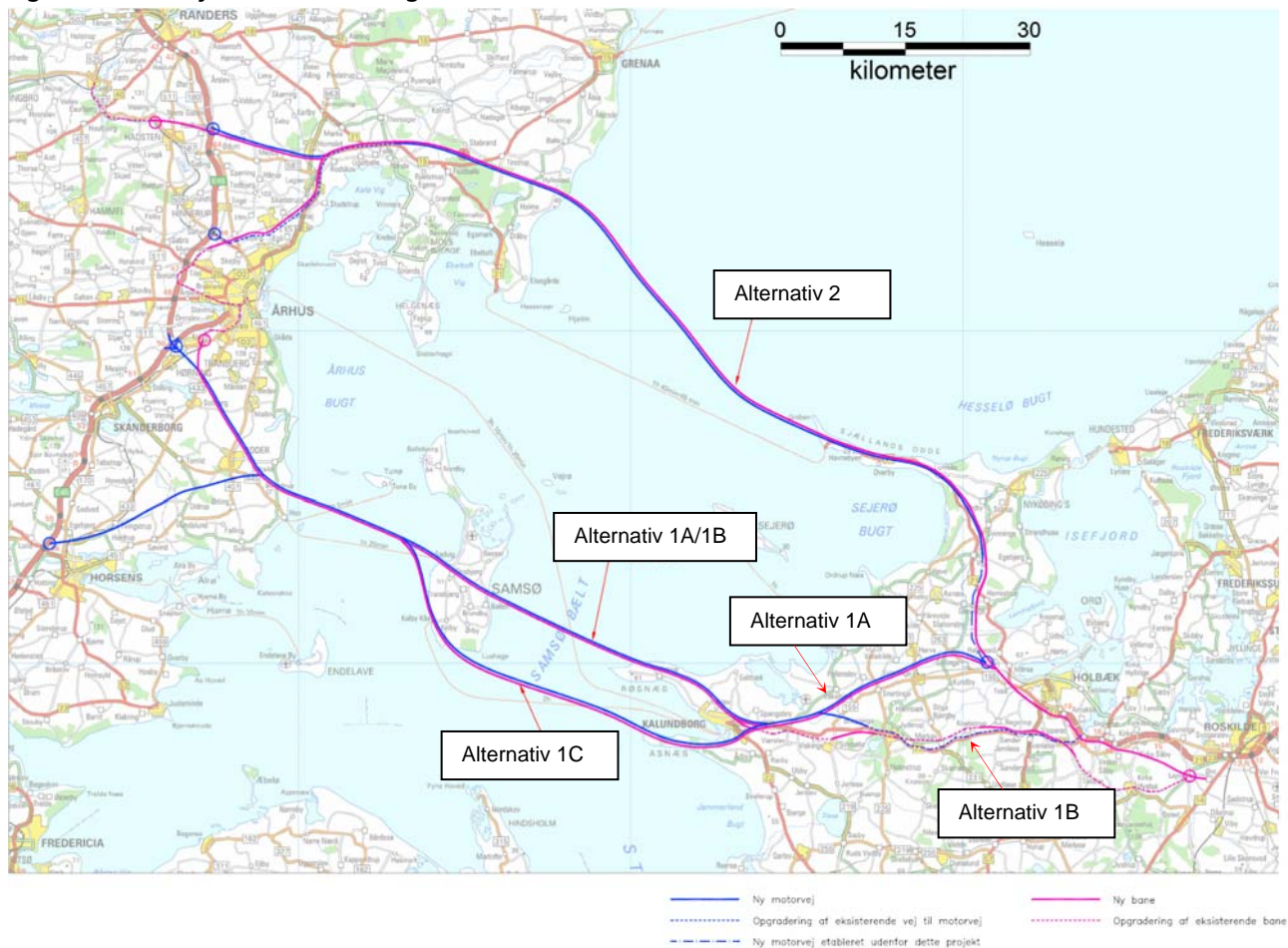
Screeningen belyser to overordnede linieføringer over Kattegat. Dels en forbindelse fra syd for Århus over Samsø og videre til nord eller syd for Kalundborg (alternativ 1, som findes i tre varianter). Dels en forbindelse fra Djursland til Sjællands Odde (alternativ 2).

Følgende linieføringer er analyseret nærmere, jf. Figur 1:

- Alternativ 1A: Røsnæs – Hov (over Samsø) med nyt vej- og banetracé på Sjælland.
- Alternativ 1B: Røsnæs – Hov (over Samsø) med opgradering af nuværende vej og bane på Sjælland.

- Alternativ 1C: Asnæs – Hov (over Samsø). Som 1A med en linieføring over Asnæs og den sydlige ende af Samsø.
- Alternativ 2: Odden – Djursland med nyt vej- og banetracé.

Figur 1: De analyserede linieføringer.



I alternativ 1A og 1B etableres kyst til kyst delen med to kombinerede jernbane- og vejbroer:

1. En ca. 19,4 km lang højbro mellem Røsnæs og Samsø med 65 m's gennemsejlingshøjde.
2. En ca. 20,0 km lang, men lavere højbro mellem Samsø og Jylland med en gennemsejlingshøjde på 33 m.

Den samlede længde af broanlægget er ca. 39,4 km.

I alternativ 1C laves kyst til kyst delen som to kombinerede jernbane- og vejbroer:

1. En ca. 25,6 km lang højbro mellem Asnæs og Samsø med 65 m's gennemsejlingshøjde.

2. En ca. 23,8 km lang, men lavere højbro mellem Samsø og Jylland med en gennemsejlingshøjde på 33 m.

Den samlede længde af broen er ca. 49,4 km.

*I alternativ 2 etableres en kombineret jernbane- og vejbro som følger:*

1. En ca. 42,6 km lang broforbindelse mellem Sjællands Odde og Djursland med to højbroer med 65 m's gennemsejlingshøjde.

#### 1.1.2 Andre tekniske forhold

Der regnes generelt med, at både på land og på broerne etableres vejforbindelsen som en 4-sporet motorvej, og at jernbanen anlægges som en 2 sporet bane til en hastighed på 250 km/t. I forbindelse med opgradering af eksisterende bane regnes dog med en hastighed på 200 km/t.

Det forudsættes endvidere, at jernbanen konstrueres udelukkende til persontransport og ikke til gods. Dette betyder:

- At kapaciteten forøges, da langsomme godstog ikke spærrer for hurtige passagertog.
- At forbindelsen teknisk set kan optimeres til hovedproduktet højhastighedstog.
- At forbindelsen (især kyst til kyst delen) bliver væsentligt billigere.
- At vedligeholdelsesomkostningerne bliver lavere.

Det bemærkes, at der fortsat vil være godstogbetjening via Storebælt. Da Kattegatforbindelsen vil aflaste Storebæltsforbindelsen, vil mulighederne for fragt af jernbanegods mellem Sjælland og Jylland/Fyn blive forbedret.

## 1.2 Miljømæssige forhold

Alene på grund af omfanget af en Kattegatforbindelse med tilhørende landanlæg vil projektet have en række miljømæssige konsekvenser, uanset valg af linieføring.

For at få et indtryk af de miljømæssige konsekvenser på overordnet niveau er der foretaget en screening af potentielle miljøkonsekvenser på baggrund af antallet af beskyttelsesområder, der er beliggende i en korridor på ca. 100 meter på hver side af linjeføringen for hvert alternativ. Udvalgte beskyttelsesinteresser som Natura 2000 områder, beskyttede naturtyper, fredede områder, fredede fortidsminder, biologiske interesseområder (økologiske forbindelser/spredningskorridorer), kulturmiljøer og potentielle vådområder er blevet kortlagt.



På baggrund af erfaringerne med broprojekterne på Øresund og Storebælt vurderes det, at der kan gennemføres en nul-løsning for vandgennemstrømningen i Kattegat. Kattegat har et langt større strømningsareal, og det vurderes muligt at undgå negative konsekvenser, uanset valg af alternativ.

På de strækninger, hvor der i dag findes en vej eller jernbane er der allerede barriereeffekter og visuelle påvirkninger. Derfor bliver konsekvenserne ikke så store ved en udvidelse af det eksisterende anlæg eller ved etablering af et nyt anlæg tæt på det eksisterende som tilfældet vil være ved etablering af et nyt anlæg i åbent "uberørt" natur. Påvirkningerne vil være størst i alternativerne 1 A og 2, da de har de længste "uberørte" strækninger.

Der er ud fra oplysninger om trafikmængder og hastighed udført en overslagsberegning, der fastlægger hvor stort et område omkring anlægget, som vil blive støjpåvirket i forhold til gældende grænseværdier. Der vil i alle alternativerne komme meget støj fra motorvejen, og der skal ske en betydelig afskærmning for at overholde de vejledende støjgrænser i omgivelserne. Et nyanlæg i åbent land (især alternativ 1A og alternativ 2) vil introducere en støjkilde i et område, der i dag er forholdsvis upåvirket. Alternativ 1B vurderes at påvirke omgivelserne mindst støjmæssigt, fordi alternativet indeholder en relativ lang strækning med et eksisterende anlæg, der skal opgraderes og udbygges.

Samlet set vurderes alternativ 1B og dernæst alternativ 2 at være bedst miljømæssigt set. Det skyldes bl.a. at alternativ 1B har den korteste uberørte strækning, da alternativet primært består af opgradering af vej og bane på Sjællandsdelen og generelt passerer det mindste antal beskyttede områder. Alternativ 1B skal dog på en nyanlagt strækning for både vej og bane køre igennem et Natura 2000 område<sup>1</sup>, hvilket tæller ned i forhold til valg af linieføring.

Der skal indbygges en række afværgeforanstaltninger i projektet for at minimere eller undgå miljømæssige effekter. Det må således forventes, at der i områder med mange beskyttede naturtyper og spredningskorridorer skal etableres erstatningsbiotoper og faunapassager. Der er i overslagene over anlægsøkonomi regnet med en generel pris for afværgeforanstaltninger dvs., der er ikke skelnet mellem afværgeforanstaltninger for hvert alternativ. I forhold til det samlede anlægsbudget vurderes udgifterne til afværgeforanstaltninger at være små, og forskellene mellem alternativerne vurderes ikke at være afgørende.

---

<sup>1</sup>H137: Store Å-mose, Skarresø og Bregninge Å.

### 1.3 Trafikale effekter

Den væsentligste grund til at etablere en Kattegatforbindelse vil være kortere rejseafstand og -tid mellem Sjælland og Midt-/Nordjylland.

Det fremgår af Tabel 1, hvor store besparelser, der kan blive tale om. Der er generelt ikke stor forskel i rejsetidsbesparelsen mellem de forskellige alternativer for hverken vej eller bane. I alternativ 1A vil afstanden mellem Århus og København fx blive 105 km kortere i forhold til en rejse i dag over Storebælt, svarende til en rejsetidsbesparelse på 1 time og 10 min. ved en rejse med personbil<sup>2</sup>. De største tidsbesparelser vil opstå ved togrejser. En rejsetid på knap omkring 1 time og 15 minutter mellem Århus og København, svarende til en reduktion på knap 2/3, vil betyde, at byerne knyttes tættere sammen. En effekt heraf vil være en stigning i antal rejser mellem de to byer.

Tabel 1: Nuværende og fremtidige rejseafstande og rejsetider.

|                                     | Via Storebælt | Alternativ 1A | Alternativ 1B | Alternativ 1C | Alternativ 2 |
|-------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------------|
| <b>København H - Århus H (bane)</b> | 330 km        | 194 km        | 209 km        | 202 km        | 221 km       |
| - besparelse (afstand)              | -             | 136 km        | 121 km        | 128 km        | 109 km       |
| - rejsetidsbesparelse,              | -             | 107 min.      | 99 min.       | 105 min.      | 100 min.     |
| <b>København – Århus (vej)</b>      | 303 km        | 198 km        | 200 km        | 206 km        | 222 km       |
| - besparelse (afstand)              | -             | 105 km        | 103 km        | 97 km         | 81 km        |
| - rejsetidsbesparelse               | -             | 69 min.       | 68 min.       | 64 min.       | 53 min.      |
| <b>København – Horsens (vej)</b>    | 264 km        | 200 km        | 202 km        | 208 km        | 262 km       |
| - besparelse (afstand)              | -             | 64 km         | 62 km         | 56 km         | 2 km         |
| - rejsetidsbesparelse               | -             | 37 min.       | 37 min.       | 33 min.       | 2 min.       |
| <b>København – Aalborg (vej)</b>    | 415 km        | 310 km        | 312 km        | 318 km        | 301 km       |
| - besparelse (afstand)              | -             | 105 km        | 103 km        | 97 km         | 114 km       |
| - rejsetidsbesparelse               | -             | 69 min.       | 68 min.       | 64 min.       | 75 min.      |

#### 1.3.1 Potentiale i vejtrafikken

Der var i 2006 11,2 mio. køretøjer mellem Jylland/Fyn og Sjælland. Heraf benyttede ca. 90 pct. af personbilerne og ca. 86 pct. af lastbilerne Storebæltsforbindelsen, mens de øvrige benyttede Kattegatfærgerne.

<sup>2</sup> Rejsetidsbesparelsen for bilisterne er meget afhængig af destinationen og af, om de i udgangssituationen benytter Storebæltsbroen eller de nuværende færgeforbindelser.

Det samlede trafikgrundlag i dag for en Kattegatforbindelse kan opgøres til ca. 5,1 mio. køretøjer (svarende til ca. 45 pct. af dagens trafik) ved alternativ 1, og ca. 4,3 mio. køretøjer (svarende til ca. 38 pct.) ved alternativ 2, jf. Tabel 2. Trafikpotentialet er beregnet på baggrund af det antal køretøjer som vil få en kortere rejserute ved at benytte en Kattegatbro frem for Storebæltsbroen.

*Tabel 2: Trafikgrundlag i dag over Storebælt og Kattegat pr. år, mio. køretøjer.*

|                | Antal køretøjer i dag | Antal som vil få gevinst alternativ 1 | Antal som vil få gevinst alternativ 2 |
|----------------|-----------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| Trafikgrundlag | 11,2                  | 5,1                                   | 4,3                                   |

Med en forudsat årlig langsigtet vækst i vejtrafikken på 1,5 pct. vil grundlaget ved åbning af en Kattegatforbindelse i 2020 være godt 6 mio. køretøjer (alternativ 1). Hertil kommer, at der ligesom ved åbning af andre store forbindelser forventes at ske et trafikspring. Dette må dog formodes at blive væsentligt mindre end på Storebæltsforbindelsen, da en stor del af trafikspringet mellem Øst- og Vestdanmark skete med Storebæltsforbindelsen. Hermed kan det samlede potentiale for vejtrafikken opgøres til godt 7 mio. køretøjer i alternativ 1 og ca. 6 mio. køretøjer i alternativ 2, jf. Tabel 3. Det vurderes, at der ikke vil være et nævneværdigt antal pendlingsrejser med bil.

*Tabel 3: Trafikpotentiale for vejtrafik i 2020 for en fast forbindelse over Kattegat, mio. køretøjer.*

|                                   | Alternativ 1A | Alternativ 1B | Alternativ 1C | Alternativ 2 |
|-----------------------------------|---------------|---------------|---------------|--------------|
| Antal køretøjer i 2020 pga. vækst | 6,2           | 6,2           | 6,2           | 5,3          |
| Trafikspring                      | 15,2 %        | 15,2 %        | 15,2 %        | 13,0 %       |
| I alt                             | 7,2           | 7,2           | 7,2           | 6,0          |

### 1.3.2 Potentiale i banetrafikken

Der er i dag knap 9,5 mio. kollektivrejser mellem Jylland/Fyn og Sjælland. Langt den overvejende del af disse er med bane, men der er også en lille andel af busrejser.

Samtlige rejsende fra de gamle amter Nordjylland, Århus og Viborg forudsættes at opnå en rejsetidsbesparelse, mens kun en del af de rejsende fra de øvrige jyske amter vurderes at opnå en besparelse. Samlet vil ca. 42 pct. af de rejsende i alternativ 1 og ca. 35 pct. af de rejsende i alternativ 2 opnå en rejsetidsbesparelse ved benyttelse af Kattegatforbindelsen frem for Storebæltsforbindelsen eller de

eksisterende færgeforbindelser. Det svarer til knap 4 mio. henholdsvis 3,3 mio. kollektive rejsende årligt, jf. Tabel 4.

Tabel 4: Kollektivrejser over Storebælt og Kattegat pr. år, mio. rejsende.

|                | Antal kollektive rejsende i dag | Antal som vil få tidsgevinst alternativ 1 | Antal som vil få tidsgevinst alternativ 2 |
|----------------|---------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Rejsende i alt | 9,4                             | 3,9                                       | 3,3                                       |

Med en forudsat årlig vækst i banetrafikken på 2,2 pct. vil grundlaget ved åbning af en Kattegatforbindelse i 2020 være knap 5½ mio. rejser i alternativ 1 og ca. 4½ mio. rejser i alternativ 2. Også på banesiden forventes der at ske et trafikspring. Dette ventes at blive noget større end for vejtrafikken, da tidsbesparelsen er væsentligt større. Hermed kan det samlede potentiale for banetrafikken opgøres til godt 6½ mio. rejser i alternativ 1 og ca. 5½ mio. rejser i alternativ 2.

Med en rejsetid mellem Århus og København på ca. 5 kvarter vil der endvidere blive mulighed for pendling. Potentialet for pendling kan blive så stort som 9,3 mio. rejser årligt. Hermed kan det samlede potentiale for jernbanetrafikken komme helt op omkring 15 mio. rejser årligt, jf. Tabel 5.

Tabel 5: Estimerede trafikale potentialer (banetrafik) for en fast forbindelse over Kattegat i 2020, mio. personer.

|                                      | Alternativ 1A | Alternativ 1B | Alternativ 1C | Alternativ 2 |
|--------------------------------------|---------------|---------------|---------------|--------------|
| Kollektive rejser med ny forbindelse | 5,3           | 5,3           | 5,3           | 4,4          |
| Trafikspring                         | 25 %          | 23,8 %        | 25 %          | 23,8 %       |
| I alt inkl. trafikspring             | 6,6           | 6,6           | 6,6           | 5,5          |
| Maksimal pendling                    | 9,3           | 9,3           | 9,3           | 9,3          |
| I alt inkl. maks. pendling           | 15,9          | 15,9          | 15,9          | 14,8         |

#### 1.4 Hvad koster en Kattegatforbindelse?

For hvert alternativ er det vurderet, hvilke særlige forhold, som på overordnet niveau påvirker anlægsudgiften. Det drejer sig fx om tillæg for større vanddybde ved T-renden, særlige behov for ekspropriation, behov for tunnel på stærkt kuperede strækninger mv. Merudgifter som følge af disse forhold er indregnet i anlægsoverslagene. Anlægsoverslagene indeholder således alle relevante udgifter, herunder reserver til uforudseelige forhold og gennemsnitlige udgifter til miljømæssige afværgeforanstaltninger.

Det fremgår af Tabel 6, hvad anlægsudgifterne skønnes at være i de forskellige alternativer. Alternativ 1A og 1B koster ca. 100 mia. kr., mens den noget længere bro i Alternativ 1C betyder, at denne løsning er noget dyrere, ca. 116 mia. kr. Alternativ 2 er den dyreste med en anlægsudgift på ca. 137 mia. kr. At dette alternativ er så meget dyrere skyldes primært, at broen er lang og består af to højbroer, og at terrænet på land er temmelig kuperet, hvilket gør især jernbanedelen dyrere.

*Tabel 6: Skønnede anlægsudgifter for de forskellige alternativer, mia. kr. 2008-priser.*

|                    | Alternativ 1A | Alternativ 1B | Alternativ 1C | Alternativ 2 |
|--------------------|---------------|---------------|---------------|--------------|
| Kyst til kyst      | 77,6          | 77,7          | 97,5          | 107,7        |
| Vej                | 5,9           | 5,9           | 5,8           | 5,2          |
| Bane               | 16,8          | 17,7          | 13,1          | 24,2         |
| I alt, ekskl. gods | 100,4         | 101,3         | 116,4         | 137,1        |

De viste anlægsudgifter i tabellen indeholder ikke byggerenter og er lavet som en simple sum af anlægsudgifterne i de enkelte år, dvs. beløbene er ikke diskonteret.

### 1.5 Udgifter og indtægter for et Kattegatselskab

Der tages udgangspunkt i, at en Kattegatforbindelse finansieres og organiseres ud fra en "Storebæltsmodel" i et Kattegatselskab. Det betyder overordnet set, at:

- Den faste forbindelse over Kattegat vil blive betalt af brugerne, dvs. bilisterne og jernbanen, og at jernbanens betaling for at bruge forbindelsen udgør en fast årlig betaling.
- Kattegatselskabet finansierer forbindelsen ved optagelse af statsgaranterede lån.
- Kyst til kyst forbindelsen samt de nødvendige landanlæg skal have en tilbagebetalingstid på 30 år.

Denne afgrænsning betyder, at der kun fokuseres på de udgifter og indtægter, der vil tilfalde Kattegatselskabet, og at der derfor ikke indregnes evt. indtægtstab for Storebæltsforbindelsen samt sparede udgifter eller merudgifter til opgradering af andre veje og banestrækninger. Det må forventes, at en fast forbindelse over Kattegat vil medføre lavere trafik på Storebæltsforbindelsen og længere tilbagebetalingstid for denne.

Udover anlægsudgifterne og renterne heraf vil Kattegatselskabet have omkostninger til drift, vedligeholdelse og reinvesterings af forbindelsen samt omkostninger til betalingsystem, markedsføring, forsikringer, IT mv.

Mulighederne for betaling fra banesegmentet (infrastrukturforvalter samt togoperatører) til finansiering af den faste forbindelse er beregnet ud fra de samlede driftsøkonomiske konsekvenser for banen af en Kattegatforbindelse. Dvs. overskuddet fra det nye togprodukt over Kattegat fratrukket tabet for banen som følge af lavere banetraffic over Storebælt. Det vurderes, at banen årligt kan betale 0,8 mia. kr. til Kattegatselskabet. I dette beløb er ikke indregnet effekter af øget pendling. Den samlede baneøkonomi forbedres dog ikke særligt meget af pendlingsrejser, da det er begrænset, hvor meget pendlere vil være i stand til at betale for rejserne, og da pendlingsrejser samtidig øger driftsudgifterne. Pendlerne vil således kun i begrænset omfang kunne bidrage til banens samlede økonomi.

Økonomien, bortset fra renteudgifter og taksprovenu, for Kattegatselskabet er skitseret i Tabel 7.

*Tabel 7: Økonomiske parametre bortset fra renteudgifter og takstprovenu, mia. kr.*

|                                               | Alternativ 1A | Alternativ 1B | Alternativ 1C | Alternativ 2 |
|-----------------------------------------------|---------------|---------------|---------------|--------------|
| Anlægsudgift (ekskl. byggerenter)             | 100,4         | 101,3         | 116,4         | 131,1        |
| Drift, vedligehold, og reinvesterings, årligt | 1,59 – 1,98   | 1,60 – 1,99   | 1,84 – 2,32   | 2,04 – 2,55  |
| Årlig betaling fra jernbanen                  | 0,8           | 0,8           | 0,8           | 0,8          |

### 1.6 Analyse af taksterne

Hvor stor en del af det identificerede trafikpotentiale, der faktisk vil anvende en Kattegatforbindelse, afhænger bl.a. af taksterne på forbindelsen. Jo højere takst, desto færre vil benytte forbindelsen. Antallet af trafikanter på en Kattegatforbindelse afhænger desuden af, hvad det koster at benytte Storebæltforbindelsen. For at neutralisere effekten af evt. prisforskelle for at benytte de to broer er det beregnet, hvad taksterne på Kattegatforbindelsen skal være, hvis de skal svare til taksterne på Storebæltforbindelsen set fra en bilists synspunkt og "set fra en lastbils synspunkt" - i det følgende kaldet de ækvivalente takster.

For rejsende på vejdelen er der to relevante forhold. For det første er afstanden mellem Århus og København 105 km. kortere (alternativ 1A), og de direkte kørselsomkostninger (benzin, vedligehold og afskrivninger) er derfor lavere. For det

andet betyder den kortere afstand også kortere rejsetid, hvilket ligeledes har en værdi.

For togpassagerer vil der ikke være en besparelse i form af lavere kørselsomkostninger, men der vil være en tidsbesparelse.

Med en takst for personbiler på 450 kr., 1.570 kr. for lastbiler og 373 kr. for togrejsende, forventes det fulde trafikpotentiale (bortset fra pendling) at blive udnyttet, jf. Tabel 8.

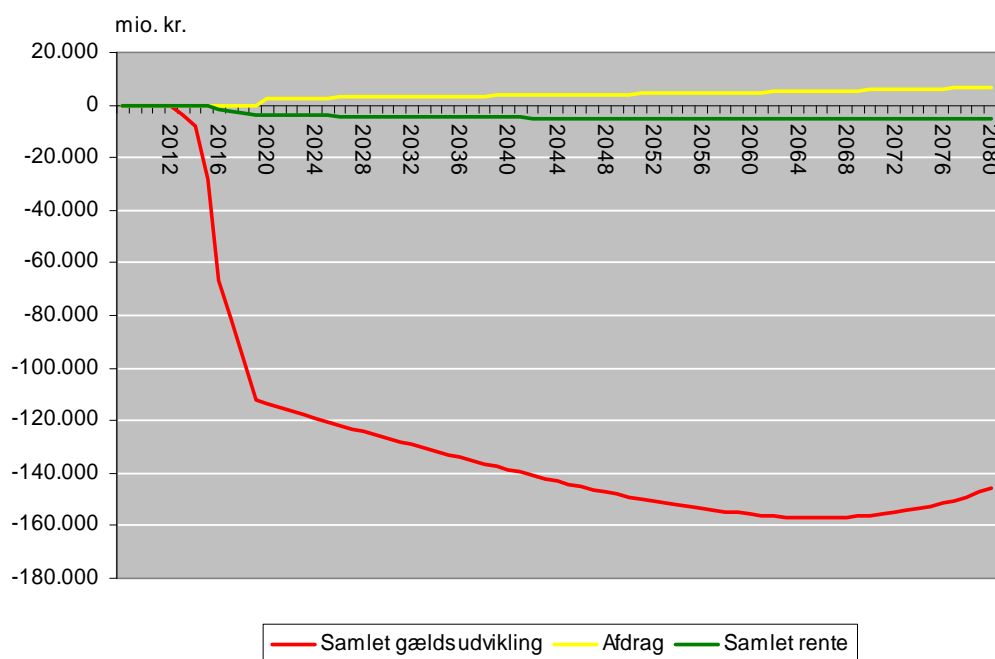
*Tabel 8: Takster på Storebæltsforbindelsen og ækvivalente takster på en Kattegatforbindelse, kr. per rejse.*

|             | Storebæltsforbindelsen | Kattegatforbindelse |
|-------------|------------------------|---------------------|
| Personbiler | 195                    | 450                 |
| Lastbil     | 852                    | 1570                |
| Togrejsende | 311                    | 373                 |

Anm: Taksterne er gennemsnitstakster for 2007 fremskrevet til 2008-priser. Taksterne tager således højde for div. rabatter (Sund & Bælt Holding 2008).

Med disse takster vil indtægterne imidlertid være lavere end udgifterne, og gælden i Kattegatselskabet vil vokse til omkring 2065, jf. Figur 2.

*Figur 2: Gældsudviklingen for alternativ 1A ved en takst på 450 kr. for personbiler og 1.570 kr. for lastbiler.*



Hvis det forudsættes, at trafikpotentialet vil blive realiseret uanset takstniveauet, er det beregnet, hvad taksterne skal være, for at gælden, inkl. byggerenter, er tilbagebetalt på 30 år, dvs. ultimo 2049. I alternativ 1A skal taksten for personbiler være 870 kr. og 1.990 for lastbiler i år 2020, jf. Tabel 9.

*Tabel 9: Taksterne på en Kattegatforbindelse hvis hele trafikpotentialet realiseres.*

|               | Takst pr. personbil | Takst pr. lastbil |
|---------------|---------------------|-------------------|
| Alternativ 1A | 870                 | 1.990             |
| Alternativ 1B | 880                 | 2.000             |
| Alternativ 1C | 1.049               | 2.169             |
| Alternativ 2  | 1.539               | 2.659             |

Anm: Taksterne er inkl. moms. I beregningerne er der anvendt de laveste anlægsudgifter, idet der ikke er regnet med mulighed for godstog, og der er ikke afsat midler som følge af Ny Anlægsbudgettering.

En vigtig forudsætning bag beregningerne af en takst på 870 kr. for personbiler og 1.990 kr. for lastbiler er, at hele trafikpotentialet kan realiseres. Dette vil imidlertid ikke være tilfældet. Ved dette takstniveau vil en stor del af trafikanterne vælge Storebæltsforbindelsen - og det betyder, at taksterne skal være endnu højere for at indtægterne er tilstrækkelige store til, at gælden kan afdrages. Men en højere takst giver endnu mindre trafik. Med andre ord: Trafikgrundlaget og taksterne "hænger ikke sammen", og Kattegatselskabet vil ikke være i stand til at afdrage gælden ved en takst på 870 kr. for personbiler og 1.990 kr. for lastbiler.

En takst på 870 kr. er lidt højere end billetprisen for hurtigfærgerne over Kattegat. Af trafikken mellem Midt-/Nordjylland og hovedstadsområdet benytter ca. 90 pct. Storebæltsforbindelsen i dag. Selvom der er forskel mellem de to produkter (bro og færge) indikerer dette, at hele trafikpotentialet ikke kan realiseres med en takst på 870 kr. for at køre over en Kattegatforbindelse.

For at gælden kan blive betalt tilbage skal en eller flere af de øvrige parametre i beregningerne ændres. Fx skal trafikvæksten være større, der skal være offentligt tilskud til projektet, der skal være højere årlig betaling fra banen (eller betaling fra anden side) eller kombinationer af disse. Tabellen nedenfor viser hvor store ændringer, der skal til, for at økonomien hænger sammen, og gælden kan blive betalt tilbage på 30 år.

Hvis gælden skal kunne afdrages i alternativ 1A med en takst, som realiserer det fulde trafikpotentiale dvs. 450 kr. for personbiler, er det således nødvendigt med et offentligt tilskud på knap 53 mia. kr. i 2020. Alternativt kan banens årlige be-



taling øges markant, hvilket dog vil gå ud over den samlede økonomi for jernbanen og dermed reelt kræve offentlig finansiering. En tredje mulighed er, at trafikvæksten viser sig at blive væsentligt højere end antaget. Hvis den bliver knap 4 pct. årligt, vil gælden i selskabet kunne betales tilbage - dette vil dog betyde, at trafikken i 2050 er næsten 5 gange så høj som den er i dag. I en sådan situation vil trafiksituationen i hele landet være fuldstændig anderledes end i dag.

*Tabel 10: Nødvendige ændringer i forudsætningerne for at økonomien hænger sammen ved en takst for personbiler på 450 kr.*

|               | Offentligt tilskud i 2020, mia. kr. | Årlig betaling fra banen, mia. kr. | Årlig trafik vækst, pct. |
|---------------|-------------------------------------|------------------------------------|--------------------------|
| Alternativ 1A | 52,8                                | 3,6                                | 3,8                      |
| Alternativ 1B | 54,0                                | 3,7                                | 3,8                      |
| Alternativ 1C | 75,3                                | 4,8                                | 4,6                      |
| Alternativ 2  | 115,5                               | 7,0                                | 6,2                      |

En Kattegatforbindelse vil med andre ord kræve betydelig offentlig (med-)finansiering, og den kan således ikke realiseres inden for rammerne af en Storebælts-model. Denne konklusion er temmelig robust, idet forudsætningerne bag beregningerne skal ændres ganske betydeligt for at ændre på dette.

## 2 INDLEDNING

Det har fra flere sider været foreslået, at en Kattegatforbindelse kan være en visionær udbygning af den overordnede infrastruktur i Danmark. Imidlertid har det ikke været analyseret særlig grundigt, hvad en sådan forbindelse kan skønnes at koste, hvilke natur- og miljømæssige konsekvenser den vil kunne have, og hvad taksterne vil være for at benytte en sådan forbindelse.

Transportministeriet har derfor anmodet NIRAS om *”at gennemføre en screening af en fast vej- og baneforbindelse over Kattegat samt belyse forholdene ved en ren jernbaneforbindelse, idet screeningen skal omfatte overvejelser om følgende elementer:*

- *Mulige linieføringer*
- *Trafikprognoser*
- *Natur- og miljøkonsekvenser*
- *Vurdering af de nødvendige landanlæg*
- *Overslag over anlægsøkonomien*
- *Beregning af rentabilitet og takster ved brugerfinansieret forbindelse*

*Screeningen baseres på eksisterende viden.”*

En sådan screening er en afgrænset opgave, hvor en række relevante forhold vedrørende en mulig Kattegatforbindelse bliver analyseret på et forholdsvis overordnet niveau. Et vigtigt forhold i forbindelse med screeningen er, at den baseres på eksisterende viden om de relevante forhold.

Der er gode erfaringer med Storebæltsforbindelsen og Øresundsbroen, herunder organiseringen af disse. Det er derfor lagt til grund for analysen, at en evt. Kattegatforbindelse bliver baseret på en ”Storebæltsmodel”, hvilket blandt andet betyder, at der regnes med en brugerfinansieret forbindelse.

Da screeningen omhandler en fast forbindelse over Kattegat, er der som udgangspunkt to overordnede linieføringer, der belyses. Enten en forbindelse fra syd for Århus over Samsø og videre til nord eller syd for Kalundborg. Eller en forbindelse fra Djursland til Sjællands Odde. Det er lagt til grund, at forbindelsen i begge tilfælde skal forbinde København og Århus.

Screeningen omfatter følgende elementer, som gennemgås i kapitlerne nedenfor:

- Præcisering af de mulige linieføringer.
- Teknisk vurdering af mulige brokonstruktioner og de nødvendige landanlæg (både vej og bane).
- Overslag over anlægsøkonomien af de valgte linieføringer og tekniske løsninger.
- Vurdering af natur- og miljøkonsekvenser af de valgte linieføringer.
- Trafikforudsætninger til vurderinger af de mulige trafikale effekter af forbindelsen, herunder mulighederne for pendling mv.
- Beregning af hvad taksterne skal være, givet der bliver tale om en brugerfinansieret forbindelse.

At analysen er beskrevet på et forholdsvis overordnet niveau betyder, at der ikke er vurderet og regnet på detaljer i de forskellige dele af analysen. Mere konkret kommer dette bl.a. til udtryk ved, at:

- Der er ikke lavet nøjagtige linieføringer, men indikeret korridorer hvor det er muligt at realisere linieføringerne.
- Der er ikke foretaget egentlige geologiske og topografiske undersøgelser, hvor jordbundsforhold, højdeforhold mv. er undersøgt konkret langs korridorerne.
- Der er ikke gennemført beregninger af vandgennemstrømning og gennemsejlingsforhold ved hjælp af simulationsmodeller mv.
- Der er ikke foretaget konkrete ingeniørmæssige projekteringer e.l. af broer og andre anlægskonstruktioner. Vurderingerne af de tekniske løsninger er baseret på erfaringer fra andre gennemførte projekter.
- De natur- og miljømæssige vurderinger er lavet ud fra foreliggende oplysninger og materiale, og de er således ikke foretaget ud fra konkrete studier af lokaliteterne langs korridorerne.
- Der er ikke udviklet eller anvendt egentlige trafikmodeller til vurderinger af den fremtidige trafik og de trafikale effekter af en Kattegatforbindelse. Udviklingen i trafikken fremover er i stedet fremskrevet ved hjælp af overordnede forudsætninger om elasticiteter, vækstrater for den generelle trafikudvikling mv.

- Der er ikke tale om en samfundsøkonomisk analyse. Dvs., det vurderes ikke om en Kattegatforbindelse overordnet set er en god idé for det danske samfund eller ej.

Denne undersøgelse skal således ses som en indledende analyse af de overordnede forhold, hvorefter det kan overvejes, om der er grundlag for at arbejde videre med realisering af en Kattegatforbindelse. I en egentlig forundersøgelse af en Kattegatforbindelse er der behov for at gennemføre nøjere registreringer og analyser af ovennævnte forhold.

At analysen er foretaget på et overordnet niveau ændrer dog ikke ved, at det samlet set er NIRAS' overordnede vurdering, at det teknisk er muligt at lave en Kattegatforbindelse som skitseret i denne rapport.

### 3 LINIEFØRINGER

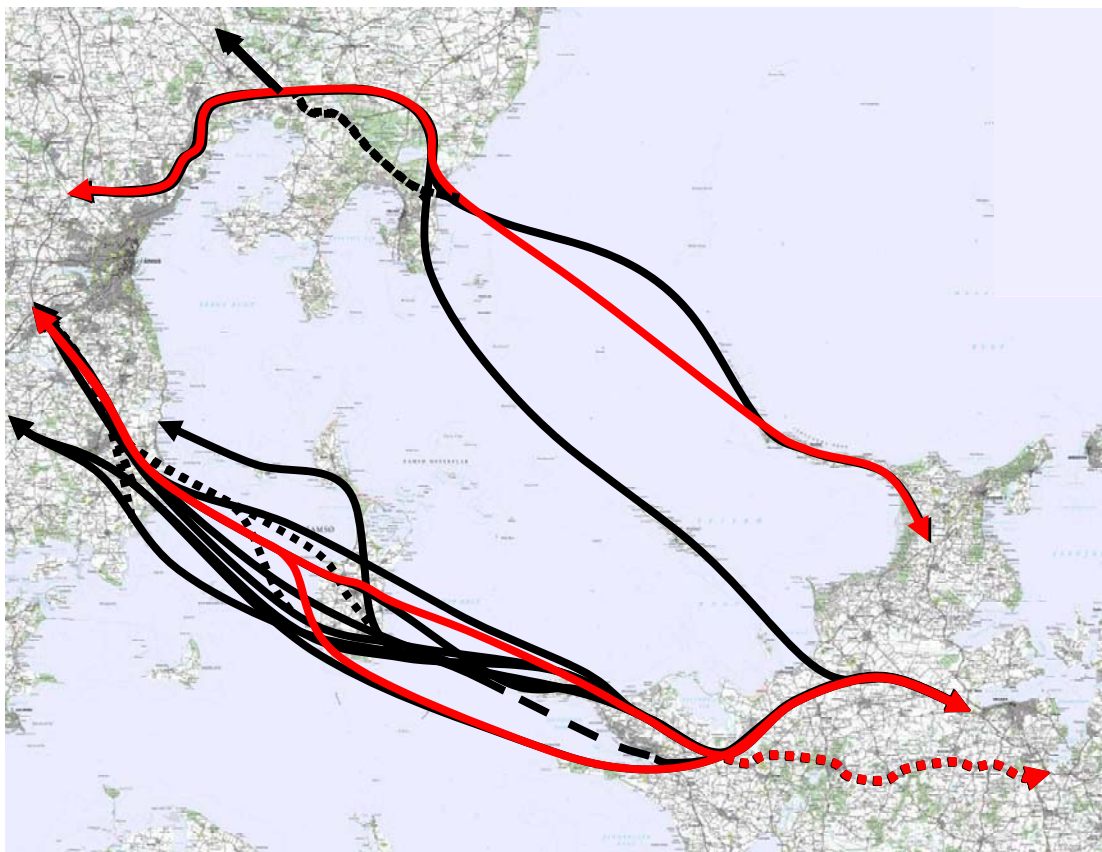
I forbindelse med projektet er en lang række løsningsalternativer blevet overvejet, og der foretaget en vurdering af fordele og ulemper ved det pågældende alternativ, jf. Figur 3.

Generelt fordeler løsningerne for forbindelsen mellem København og Århus sig i to hovedkorridorer;

1. via Røsnæs/Asnæs – Hov (over Samsø)
2. via Sjællands Odde – Djursland

Hovedkorridorerne er fastlagt ved at opstille alle rimelige løsninger i det løsningsrum, som udspændes i arealet mellem Asnæs - Sjællands Odde og Gylling Næs - Djursland.

Figur 3: Oversigt over overvejede løsningsalternativer.



Løsningen skal:

- a) Give åbenlyse trafikale fordele
- b) Være så billig som mulig
- c) Være så skånsom over for miljøet som mulig

Ovenstående hovedkriterier medfører implicit følgende underkriterier:

- Der skal opnås forbindelse mellem hovedstaden og Midt- og Nordjylland.
- Der skal opnås forbindelse mellem hovedstaden og Trekantsområdet.
- Der skal opnås en tidsmæssig besparelse ved at benytte forbindelsen.
- Forløbet over vand skal være så kort som muligt.
- Det skal tilstræbes, at broer og tunneler kan etableres på lavt vand.
- Forbindelsen skal krydse så vinkelret på sejlrenderne som muligt (herunder Rute T).
- Natura 2000 områder skal respekteres, dvs. skal friholdes for linieføringer/anlæg.
- Generne for Samsø skal minimeres.
- Linieføringer skal så vidt muligt føres uden om bebyggede områder.
- Stærkt kuperede områder på land skal så vidt muligt undgås.

### 3.2 De valgte løsninger

Baseret på ovenstående kriterier er to løsninger udvalgt og behandlet, hvoraf den ene findes i 3 varianter. Løsningerne fremgår af Figur 4, ligesom de valgte løsninger er markeret med rød skrift på Figur 3.

De valgte løsninger er:

- Alternativ 1A: Røsnæs – Hov (over Samsø) med nyt vej- og banetracé på Sjælland.
- Alternativ 1B: Røsnæs – Hov (over Samsø) med opgradering af nuværende vej og bane på Sjælland.
- Alternativ 1C: Asnæs – Hov (over Samsø). Nyt tracé rører den sydlige del af Samsø og nyt vej- og banetracé på Sjælland. Som 1A blot med sydligere linieføring over Asnæs og den sydlige ende af Samsø.
- Alternativ 2: Odden – Djursland med ny vej- og banetracé.

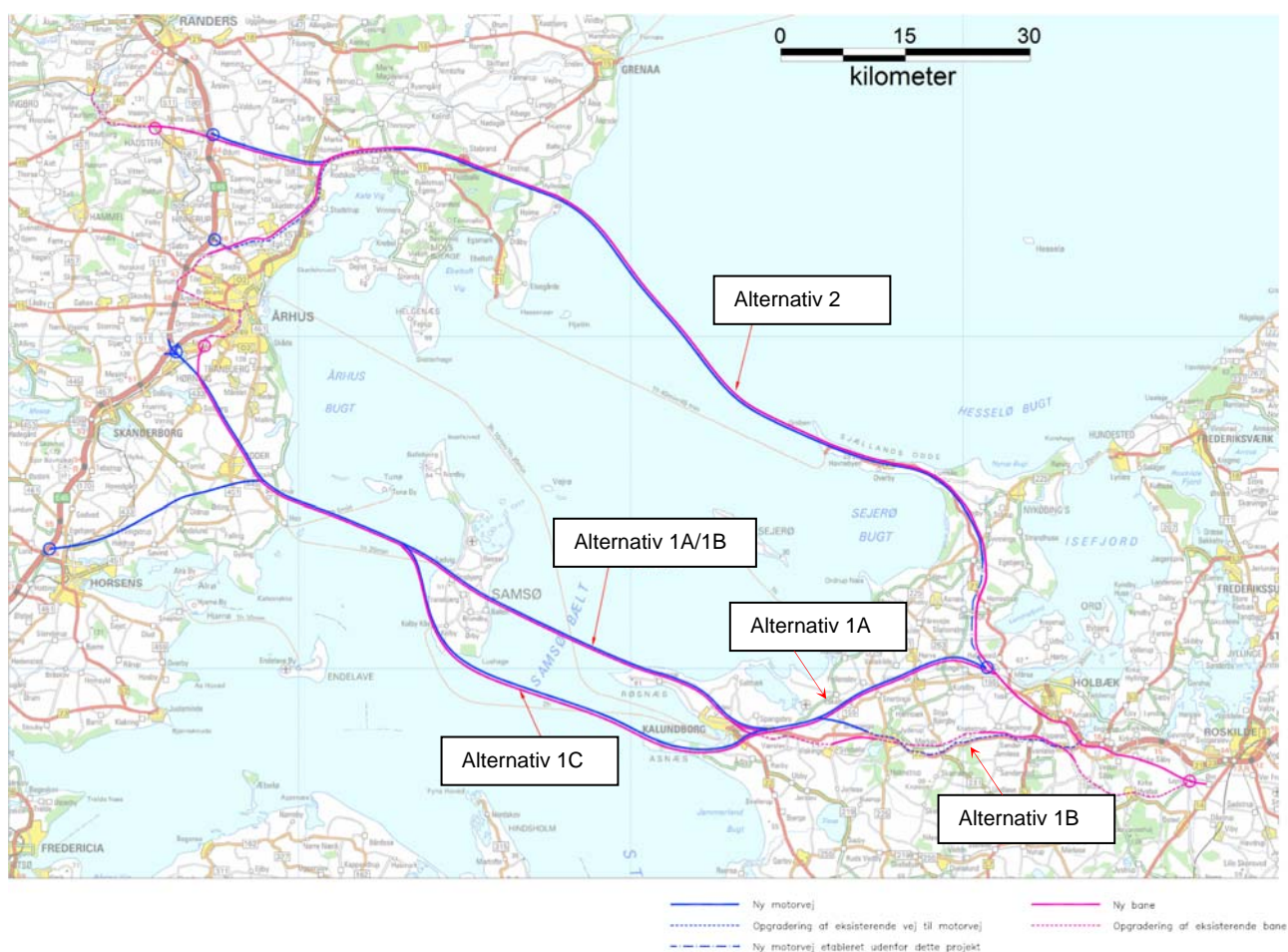
Det forudsættes i alle alternativer, at de eksisterende udbygnings- og nybygningsprojekter på vej og bane giver den fornødne kapacitet på strækningen mellem hovedstadsområdet og Lejre. Der påregnes således at være sket en udvidelse af banekapaciteten mellem København og Ringsted, så det er praktisk muligt at

køre det nødvendige antal hurtige tog mellem København og Lejre blandt den øvrige trafik.

Der regnes endvidere generelt med, at både på land og på broerne etableres vejforbindelsen som en 4-sporet motorvej, og at jernbanen etableres som en 2 sporet bane til en hastighed på 250 km/t., svarende til kravet i EU-direktiver for højhastighedsbaner. I forbindelse med opgradering af eksisterende bane regnes dog med en hastighed på 200 km/t.

De valgte linieføringer beskrives i det følgende og er opsummeret i Tabel 11.

Figur 4: Løsninger udvalgt til analyse/vurdering i screening-processen.





Tabel 11: Oversigt over linieføringerne.

| Beskrivelse af valgte alternativer | Alternativ 1A: Røsnæs (nybygning)                                                                                                                                                     | Alternativ 1B: Røsnæs (udbygning)                                                                                                                                                                                                                                                                    | Alternativ 1C: Røsnæs (nybygning)                                                                                                                                                    | Alternativ 2: Sjællands Odde                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sjælland - motorvej                | <u>København - Holbæk:</u><br>Eksisterende vej<br><br><u>Holbæk – Røsnæs:</u><br>Ny 4-sporet motorvej                                                                                 | <u>København – syd for Vipperød:</u><br>Eksisterende vej<br><br><u>Syd for Vipperød – Øst for Kalundborg:</u><br>Opgradering af eksisterende vej til 4-sporet motorvej<br><br><u>Øst for Kalundborg – Røsnæs:</u><br>Ny 4-sporet motorvej                                                            | <u>København - Holbæk:</u><br>Eksisterende vej<br><br><u>Holbæk – Asnæs:</u><br>Ny 4-sporet motorvej                                                                                 | <u>København – Tuse:</u><br>Eksisterende vej<br><br><u>Tuse – Vig:</u><br>Opgradering af motortrafikvej til 4-sporet motorvej<br><br><u>Vig – Sjællands Odde:</u><br>Ny 4-sporet motorvej                                                                                                                                                                                                                                              |
| Sjælland - jernbane                | <u>København – Lejre:</u><br>Eksisterende bane<br><br><u>Lejre – Røsnæs:</u><br>Ny 2-sporet bane (250 km/h)                                                                           | <u>København – Lejre:</u><br>Eksisterende bane<br><br><u>Lejre – Kalundborg:</u><br>Opgradering af eksisterende jernbane til 2-sporet bane (200 km/h). Undervejs etableres "genveje" i form af ny 2-sporet jernbane (200 km/h)<br><br><u>Kalundborg – Røsnæs:</u><br>Ny 2-sporet jernbane (250 km/h) | <u>København – Lejre:</u><br>Eksisterende bane<br><br><u>Lejre – Asnæs:</u><br>Ny 2-sporet bane (250 km/h)                                                                           | <u>København – Lejre:</u><br>Eksisterende bane<br><br><u>Lejre – Sjællands Odde:</u><br>Ny 2-sporet bane (250 km/h)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Kyst-kyst – motorvej og jernbane   | <u>Røsnæs - Samsø:</u><br>Højbro for 2-sporet jernbane (250 km/h) og 4-sporet motorvej<br><br><u>Samsø – Jylland:</u><br>Lavbro for 2-sporet jernbane (250 km/h) og 4-sporet motorvej |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <u>Asnæs - Samsø:</u><br>Højbro for 2-sporet jernbane (250 km/h) og 4-sporet motorvej<br><br><u>Samsø – Jylland:</u><br>Lavbro for 2-sporet jernbane (250 km/h) og 4-sporet motorvej | <u>Sjællands Odde – Djurslands kyst:</u><br>Højbro for 2-sporet jernbane (250 km/h) og 4-sporet motorvej                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Samsø                              | Ny 2-sporet jernbane (250 km/h) og 4-sporet motorvej                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                      | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Jylland – motorvej                 | <u>Jyllands østkyst – Hørning:</u><br>Ny 4-sporet motorvej<br><br><u>Jyllands østkyst – vest for Horsens:</u><br>Ny 4-sporet motorvej                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                      | <u>Diurslands kyst – Rønde:</u><br>Ny 4-sporet motorvej<br><br><u>Rønde – Skødstrup:</u><br>Opgradering af eksisterende vej til 4-sporet motorvej<br><br><u>Skødstrup – Søften:</u><br>Ny 4-sporet motorvej (forventes anlagt inden dette projekt realiseres)<br><br><u>Søften Århus/Horsens:</u><br>Eksisterende vej<br><br><u>Hornslet – Hadbjerg:</u><br>Ny 4-sporet motorvej<br><br><u>Hadbjerg – Aalborg:</u><br>Eksisterende vej |
| Jylland - jernbane                 | <u>Jyllands østkyst – vest for Århus:</u><br>Ny 2-sporet jernbane (250 km/h)<br><br><u>Vest for Århus – Århus H:</u><br>Elektrificering af eksisterende bane                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                      | <u>Diurslands kyst – Mundelstrup:</u><br>Ny 2-sporet bane (250 km/h)<br><br><u>Mundelstrup – Århus H:</u><br>Elektrificering af eksisterende bane                                                                                                                                                                                                                                                                                      |



### 3.3 Alternativ 1A

Da alternativ 1A, 1B og 1C minder om hinanden bliver Alternativ 1A detaljeret beskrevet i dette afsnit. Afvigelserne herfra vil blive beskrevet under alternativ 1B og 1C.

I alternativ 1A etableres en kombineret jernbane- og vejforbindelse mellem Hovedstadsområdet og Østjylland via Røsnæs og Samsø med følgende elementer:

1. Mellem Hovedstadsområdet og Lejre benyttes den eksisterende bane.
2. Mellem Hovedstadsområdet og Tuse benyttes den eksisterende motorvej.
3. Fra henholdsvis Lejre og Tuse og til nordsiden af Røsnæs etableres en kombineret jernbane- og vejforbindelse.
4. Fra Røsnæs til Samsø etableres en kombineret jernbane- og vejbro. For at undgå Natura 2000 området på spidsen af Røsnæs føres forbindelsen ud på broen på nordsiden af denne.
5. Tværs over Samsø etableres en kombineret jernbane- og vejforbindelse.
6. Mellem Samsø og Jyllands østkyst nord for Hov etableres en kombineret jernbane- og vejbro. For at undgå Natura 2000 området omkring Gylling Næs føres forbindelsen nord om dette område.
7. Fra et punkt nord for Hov til et punkt nord for Solbjerg etableres en kombineret jernbane- og vejforbindelse.
8. Fra et punkt nord for Solbjerg til Hasselager på den eksisterende Østjyske Længdebane etableres en jernbane.
9. Fra et punkt nord for Solbjerg til Hørning Nord på den eksisterende Østjyske Motorvej etableres en motorvejsforbindelse.
10. Fra et punkt øst for Odder til den Østjyske Motorvej mellem Horsens og Lund etableres en motorvejsforbindelse.

Denne løsning angiver den mest direkte lineføring mellem Hovedstadsområdet og Midt- og Nordjylland.

#### 3.3.1 Broer over Kattegat i alternativ 1A

For kyst til kyst delen etableres to kombinerede jernbane- og vejbroer som følger:

- a) En ca. 19,4 km lang højbro mellem Røsnæs og Samsø med 65 m's gennemsejlingshøjde.
- b) En ca. 20,0 km lang mindre højbro mellem Samsø og Jylland med en gennemsejlingshøjde på 33 m.

Den samlede længde af broanlægget er ca. 39,4 km.

### 3.3.2 Tilslutning til det eksisterende jernbanenet

Kattegatforbindelsens jernbaneelement påregnes tilsluttet det eksisterende jernbanenet som følger:

- På den eksisterende Nordvestbane ved Lejre etableres et udfletningsanlæg til adskillelse af den 2-sporede Nordvestbane mod Holbæk og den nye 2-sporede jernbaneforbindelse mod Røsnæs. Det forudsættes, at udfletningen sker ude af niveau, dvs. at sporene ikke skærer hinanden i terræn, hvilket medfører etablering af et større broanlæg.
- På den eksisterende Østjyske Længdebane ved Hasselager etableres et udfletningsanlæg til adskillelse af den 2-sporede Østjyske Længdebane fra Århus mod Skanderborg og den nye 2-sporede jernbaneforbindelse mod et punkt nord for Hov. Det forudsættes, at udfletningen sker ude af niveau.

### 3.3.3 Tilslutning til det eksisterende vejnet

Kattegatforbindelsens motorvejsdel påregnes tilsluttet det eksisterende motorvejsnet som følger:

- I Tuse etableres et tilslutningsanlæg til adskillelse af Kattegatforbindelsens motorvej mod Røsnæs og den planlagte motortrafikvej mod Vig.
- På den Østjyske Motorvej ved Hørning Nord etableres et tilslutningsanlæg til Kattegatforbindelsens motorvej mod Solbjerg.
- På den Østjyske Motorvej mellem Horsens og Lund etableres et tilslutningsanlæg til Kattegatforbindelsens motorvej mod Hov.

## 3.4 Alternativ 1B

Dette alternativ adskiller sig fra alternativ 1A ved at have en anden linieføring mellem Vipperød og Kalundborg. Denne løsning giver mulighed for at genanvende en betydelig del af den eksisterende Nordvestbane. Det må dog forventes, at denne ikke kan opgraderes til en hastighed højere end 200 km/t.

Jernbaneforbindelsen etableres som følger:

- Der etableres en forbindelse uden om Holbæk fra et punkt på den eksisterende Nordvestbane nord for Tølløse til et punkt på samme bane mellem Knabstrup og Regstrup.
- På den eksisterende Nordvestbane syd for Vipperød skal der etableres et udfletningsanlæg til adskillelse af Nordvestbanen mod Holbæk og den nye jernbaneforbindelse mod Røsnæs. Det forudsættes, at udfletningen sker ude af niveau.
- Der etableres en ny jernbane mellem Jyderup og Svebølle og den resterende del af den eksisterende Nordvestbane fra Lejre til et punkt øst for Kalundborg opgraderes til en tilladt toghastighed på maks. 200 km/t, hvilket vurderes at være den maksimale hastighed, der kan opnås uden egentlige ændringer af linieføringen.
- På den eksisterende Nordvestbane Øst for Kalundborg skal der etableres et udfletningsanlæg til adskillelse af Nordvestbanen mod Kalundborg og den nye jernbaneforbindelse mod Røsnæs. Det forudsættes, at udfletningen sker ude af niveau.

Vejforbindelsen etableres som følger:

- Fra København anvendes den eksisterende Holbækmotorvej til frakørsel 17 syd for Vipperød.
- Fra Holbækmotorvejen til vest for Jyderup opgraderes den eksisterende 'Skovvejen' (Rute 23) til motorvej.
- Fra vest for Jyderup til Røsnæs etableres en ny motorvej.

### 3.5 Alternativ 1C

Løsningen adskiller sig fra løsning 1A ved et andet forløb på/ved Samsø og ved Kalundborg:

- I stedet for en linieføring Kalundborg Øst-Røsnæs - Samsø – Samsø Vest føres forbindelsen Kalundborg Øst - Asnæs – Samsø Syd – Samsø Vest.
- Forbindelsen kommer til at forløbe på land på den sydvestlige del af, mens der etableres en bro på øens vestside. Dette medfører, at alternativet får et længere forløb over vand end alternativ 1A og 1B.

Løsningen berører således ikke Samsø så kraftigt som løsning 1A eller 1B.

Endvidere laves tilslutning til forbindelsen fra Kalundborg station samt industriområdet syd for Kalundborg Fjord.

### 3.5.1 Broer over Kattegat i alternativ 1C

For kyst til kyst delen etableres to kombinerede jernbane- og vejbroer som følger:

- a) En ca. 25,6 km lang højbro mellem Asnæs og Samsø med 65 m's gennemsejlingshøjde.
- b) En ca. 23,8 km lang mindre højbro mellem Samsø og Jylland med en gennemsejlingshøjde på 33 m.

Den samlede længde bro er ca. 49,4 km.

Broløsningen for løsning 1C er i princippet som for 1A, blot med lavbro på et længere stykke langs Samsøs vestside.

### 3.6 Alternativ 2

Der etableres en kombineret jernbane- og vejforbindelse mellem Hovedstadsområdet og Djursland via Sjællands Odde. Det centrale er, at der mellem Sjællands Odde og Djursland etableres en kombineret jernbane- og vejbro som følger:

- a) En ca. 42,6 km lang broforbindelse mellem Sjællands Odde (syd for Griben) og Djursland (øst for Hyllested Skovgårde) med to højbroer med 65 m's gennemsejlingshøjde.

Endvidere regnes med følgende:

1. Mellem Hovedstadsområdet og Lejre benyttes den eksisterende bane.
2. Mellem Hovedstadsområdet og Tuse benyttes den eksisterende motorvej.
3. Fra Tuse til Vig opgraderes den planlagte motortrafikvej til motorvej. Fra Lejre og videre langs motorvejen til Vig etableres en jernbane.
4. Fra Vig over Sjællands Odde til syd for Griben etableres en kombineret jernbane- og vejforbindelse.
5. Fra øst for Hyllested Skovgårde til syd for Skødstrup etableres en kombineret jernbane- og vejforbindelse.
6. På strækningen Rønde - Skødstrup opgraderes den eksisterende vej til motorvej.
7. Fra Skødstrup til Søften benyttes den kommende 4-sporede motorvej (Djurslandsmotorvejen). Langs motorvejen etableres en jernbane.

8. Ved Søften tilsluttes vejen/jernbanen til den eksisterende Østjyske Motorvej/den Østjyske Længdebane.
9. Fra et punkt øst for Hornslet til den Østjyske Motorvej ved Hadbjerg etableres en ny motorvejsforbindelse.

Løsningen angiver en direkte line mellem Hovedstadsområdet og Midt- og Nordjylland. Løsningen giver endvidere mulighed for stationsbetjening af Tirstrup Lufthavn.

Yderligere giver løsningen mulighed for at etablere en tunnelforbindelse fra nord for Århus til centrum. Det skal dog her pointeres, at der i forbindelse med denne løsning kun vanskeligt kan opnås forbindelse til Århus H, da terrænforholdene i Århus synes meget vanskelige.

Løsningen giver endelig mulighed for - og muligvis anledning til - at etablere bedre baneforbindelser fra Århus H og nordpå end den eksisterende bane, som har et omstændeligt og langt forløb på strækningen Århus H - Randers. Se boks 1 nedenfor.

#### *Boks 1: Alternativt forløb af banen nord for Århus*

Der findes flere alternative løsninger til banens forløb nord for Århus, herunder nedenstående som bør overvejes nærmere i et evt. videre forløb.

Dette alternativ består af 32 km højhastighedsbane fra Djurslands kyst til Vejlbj primært på jomfruelig jord og 8 km fra Vejlbj til Århus H. Fra Vejlbj til nord for Århus Havn sker der en opgradering af det eksisterende banetrace på en ca. 5 km strækning, hvor der etableres en dobbeltsporet bane nedgravet i niveau og med støjafskærmning. Herefter vil banen løbe i en cut & cover tunnel langs havnen på en 2 km strækning. Den sidste kilometer består af en opgradering af det eksisterende banetrace mod Århus H. Fordelene ved dette forslag er, at det er ca. 20 km kortere end alternativ 2, og derved vil alternativet muligvis være billigere og rejsetiden bliver reduceret med 6-7 min. Derudover må regulariteten antages at være markant bedre, da man ikke skal køre i blandet drift mellem Mundelstrup og Århus H. Alternativet vil desuden frigive noget kapacitet på den eksisterende bane.

Herudover vil det være muligt at anlægge en højhastighedsbane fra Randers til Lystrup nord, hvor den kobles på den nye bane og derved opnås en rejsetidsbesparelse mellem de to byer på ca. 17 minutter.

#### 3.6.1 Forhold vedr. jernbanen

Jernbanen på Sjællands Odde kræver pga. det kuperede morænelandskab særlige anlægskonstruktioner. Det er især ca. 1,5 km sydøst for Lumsås by, hvor banen skal overvinde ca. 30 højdemeter på 150-200 m for at komme op på åsen. Tilsvarende når den igen skal ned nordøst for Overby Lyng. Det kan enten gøres ved en åben udgravning eller som en nedgravet tunnel.

Kattegatforbindelsens jernbaneelement påregnes tilsluttet det eksisterende jernbanenet som følger:

- På den eksisterende Nordvestbane ved Lejre skal der etableres et udfletningsanlæg til adskillelse af den 2-sporede Nordvestbane mod Holbæk og den nye 2-sporede jernbaneforbindelse mod Odden. Det forudsættes, at udfletningen sker ude af niveau.
- På den eksisterende Østjyske Længdebane ved Søften samt ved Hadbjerg skal der etableres et udfletningsanlæg til adskillelse af den 2-sporede Østjyske Længdebane fra Århus mod Aalborg og den nye 2-sporede jernbaneforbindelse mod Djursland. Det forudsættes, at udfletningen sker ude af niveau.

## 4 TEKNISKE FORHOLD VED DE FORSKELLIGE ALTERNATIVER

### 4.1 Generelt

Generelt forudsættes samme tekniske grundlag og forudsætninger, som er benyttet til analyser og projektering af de øvrige nyere "danske" faste forbindelser (Femernforbindelsen, Øresundsforbindelsen og Storebæltsforbindelsen).

Der er dog en væsentlig ændring, nemlig at muligheden for kørsel med godstog er fravalgt. Dette fravalg giver følgende tekniske fordele:

- Baneelementets tracé kan optimeres til kørsel med højhastighedstog<sup>3</sup>.
- Baneelementets kapacitet (togfrekvens og hastighed) kan forøges<sup>4</sup>.
- Kattegatbroernes hovedspænd kan forøges.
- Dæmningsanlæggene på land kan gøres kortere.
- Jordarbejderne kan minimeres.

Samlet betyder disse forhold, at anlægsudgifterne bliver væsentlig lavere, ligesom også driftsomkostningerne bliver lavere.

Fravalget af gods forringer ikke mulighederne for kørsel med godstog mellem Øst- og Vestdanmark, idet godstogene fortsat kan føres over Storebælt. Da det endvidere forventes, at Kattegatforbindelsen vil aflaste Storebæltsforbindelsen, vil det være muligt at forøge kapaciteten med hensyn til godstog på Storebæltsforbindelsen. Endvidere vil kørsel med godstog mellem Holbæk og Kalundborg fortsat være mulig.

---

<sup>3</sup> Optimeringen medfører bedre passagerkomfort, da kompromisser med hensyn til geometrien i højere grad kan undgås.

<sup>4</sup> Kørsel med godstog på en højhastighedsbane nedsætter kapaciteten med hensyn til højhastighedstog og nødvendiggør etablering af overhalingsspor. Årsagen er, at en godstogskanal på grund af godstogets meget lavere hastighed fylder mere end en højhastighedskanal.

## 4.2 Broteknik

Det forudsættes generelt for hele Kattegatforbindelsens broelement, at besejlingsforholdene i Kattegat ikke forringes i forhold til dagens situation, men at de kan gøres til genstand for ændringer.

Det forudsættes specifikt, at besejlingsforholdene for havnene i Kalundborg og Århus ikke forringes, ligesom det forudsættes, at sejladsen i dybvandsruten Rute T ikke påvirkes negativt i forhold til dagens situation.

Af hensyn til jernbanen anvendes et længdeprofil med en maksimal gradient på 35 ‰.

Det gælder for alle de skitserede broløsninger, at der i en evt. næste fase vil være behov for at analysere forholdene vedr. besejling og påsejlingsrisici nærmere.

### 4.2.1 Broen mellem Røsnæs og Samsø i Alternativ 1

Brodelen på tværs af T-ruten udformes som en højbro med et hovedfag med en gennemsejlingshøjde på 65 m (dvs. som Østbroen over Storebælt). Højbroen over T-ruten kan etableres stort set vinkelret herpå, jf. Figur 5.

Figur 5: Skematisk angivelse af de tre broforbindelser i alternativ 1A, alternativ 1C og alternativ 2.

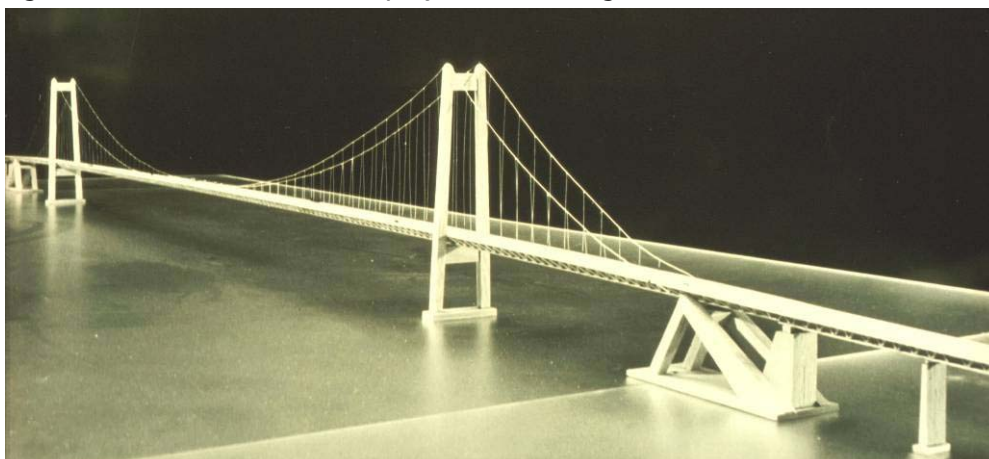




På Storebæltsforbindelsen knækker T-ruten i sejlretningen ca. 3 km nord og syd for Østbroen med en knækvinkel på henholdsvis 33 og 23 grader. For alternativ 1A knækker T-ruten ca. 14 km syd for og 5 km nord for Kattegatbroen med en knækvinkel på henholdsvis 21 grader (syd) og 40 grader (nord). Når der tages hensyn til påsejlingsrisikoen betyder dette, at gennemsejlingsbredden kan være mindre på en Kattegatforbindelse. Der er således regnet med en hængebro med et hovedfag over T-ruten med en gennemsejlingsbredde på noget mindre end Østbroens 1.624 m. På nuværende stadi vurderes 1.200 – 1.400 m som en realistisk gennemsejlingsbredde.

Som illustration af hvorledes broen kunne komme til at se ud, er i Figur 6 vist Statsbroen Store Bælts projekt til en hængebro med spændvidde 1.416 m over sejlrenden gennem Storebælt. Broen var dog udformet så den kunne overføre både tog og højhastighedspersontog. Der er regnet med anvendelse af en tilsvarende højbro med et spænd mellem 1.200 og 1.400 m

*Figur 6: Statsbroen Store Bælts projekt til en hængebro.*



Der regnes med samme brotype som på Øresundsbroen. Figur 7 viser et tværsnit af denne, hvor jernbanen er anbragt på nederste dæk og vejen foroven. Dette giver en stabil konstruktion.

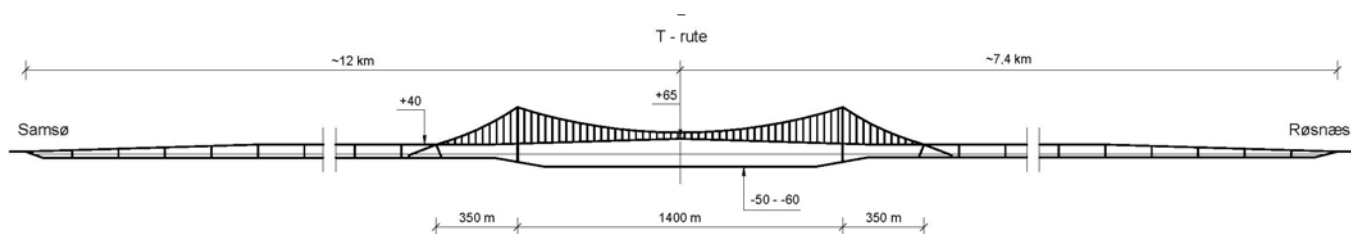
*Figur 7: Tværsnit af Øresundsbroen.*



Sejlrenden er op til 60 m dyb. Lidt længere mod nord er dybden dog en del mindre. Rendens sidekanter har en dybde på omkring 25 m, og bredden er omkring 1,0 -1,5 km. På det meste af den resterende strækning mellem Røsnæs og Samsø er vandybderne på mellem 15 m og 25 m.

På grund af en skønnet påsejlingsrisiko vest for T-ruten, er der regnet med en gennemsejlingshøjde på det meste af den resterende brostrækning mod Samsø på omkring 40 m. Der er regnet med brospænd på omkring 150-200 m. Det fremgår af Figur 8, hvorledes broen kan komme til at se ud.

Figur 8: Skematisk opstalt af bro mellem Samsø og Røsnæs.



#### 4.2.2 Broen mellem Samsø og Jylland i Alternativ 1

Af hensyn til skibstrafikken til og fra Århus gennem Lillebælt forudsættes en lave- og kortere højbro over dybderenden lige vest for Samsø. Renden er op til 30-35 m dyb.

Gennemsejlingshøjden under den nye Lillebæltsbro er 44 m og gennem Kielerkanalens 42 m. Under forudsætning af at den gamle Lillebæltsbro, som har en gennemsejlingshøjde på 33 m, ikke påtænkes erstattet med en bro med større frihøjde, er der regnet med en gennemsejlingshøjde på 33 m i sejlrenden vest for Samsø. Skibe højere end 33 m, som sejler mellem Århus og Kielerkanalens, skal under alle omstændigheder alligevel ud i Storebælt, og der er derfor ikke vundet noget særligt ved at sejle vest om Samsø.

Broen etableres som en skråstagsbro næsten vinkelret på sejlretningen og med en gennemsejlingsbredde på 300 m. Til sammenligning har Farøbroen en gennemsejlingsbredde på 290 m, mens der er en gennemsejlingsbredde på 490 m på Øresund og gennemsejlingshøjde 57 m. Tilslutningsfag har spænd på omkring 125 m. Et eksempel på en skråstagsbro er vist i Figur 9.

Figur 9: Skråstagsbro med kombineret vej og bane.

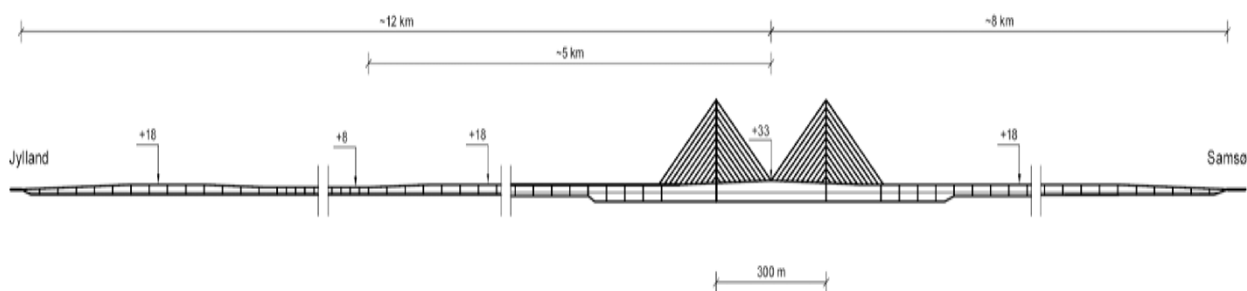


På en ca. 10 km lang del af brostrækningen umiddelbart syd for Tunø er vanddybden mere end 10 m. Mod syd er broen beskyttet mod større skibe af Svane-grunden, som har en vanddybde på mindre end 6 m. Mod nord er broen ikke beskyttet mod skibsstød fra nordøst. På denne strækning er der regnet med gennemsejlingshøjde på 18 m og spænd på omkring 100 m, svarende til Vestbroen over Storebælt.

På de øvrige strækninger med vanddybder under 10 m er regnet med gennemsejlingshøjder på 8 m og spænd på omkring 50 m.

Tæt ved Jylland er der dog lokalt regnet med en frihøjde på 18 m af hensyn til lystbåde o.l. Det fremgår af Figur 10, hvorledes broen kan komme til at se ud.

Figur 10: Skematisk opstalt af bro mellem Jylland og Samsø.



#### 4.2.3 Broen over Kattegat i alternativ 2

For Sjællands Odde til Djursland etableres en kombineret jernbane- og vejbro som følger: En ca. 42,6 km lang broforbindelse mellem Sjællands Odde og Djursland med to højbroer med 65 m's gennemsejlingshøjde.

Sejlruterne A-ruten og T-ruten, se Figur 5 ovenfor, mødes under en spids vinkel ca. 5 km syd for broens linieføring. På nuværende stade vurderes det på grund af

påsejlingsrisikoen nødvendigt at forudsætte, at A-rutens sidste del forlægges mod vest (vest for Yderflak), hvor den gives et knæk. Den forlagte del af A-ruten kan gives en vanddybde omkring 15-20 m. Den forlagte A-rute kan udmærket anvendes ved besejling til Århus. Herved separeres de to ruter, så de krydser broens linieføring med omkring 8 km's afstand.

Broerne på tværs af A-ruten og T-ruten udformes som højbroer med et hovedfag med en gennemsejlingshøjde på 65 m (som Østbroen over Storebælt). Højbroerne kan etableres stort set vinkelret på sejlruterne.

T-ruten knækker ca. 5 km nord og syd for Kattegatbroen med et maksimalt knæk i sejllinien på 23 grader. Den forlagte A-rute knækker i sejlrueten ca. 7 km nord og syd for Kattegatbroen med et maksimalt knæk i sejllinien på 35 grader.

Der er derfor regnet med en hængebro med et hovedfag over T-ruten med en gennemsejlingsbredde på 1.200-1.400 m, som er noget mindre end Østbroens 1.624 m.

T-ruten er ca. 30-35 m dyb omkring broens linieføring og renden er relativ flad. På det meste af den resterende strækning mellem Sjællands Odde og Djursland er vanddybden på mellem 15 m og 25 m. A-ruten er ca. 20-25 m dyb omkring broens linieføring.

På grund af en skønnet påsejlingsrisiko på det meste af broen, er der regnet med en gennemsejlingshøjde på omkring 40 m. Der er regnet med brospænd på omkring 150-200 m.

En eventuel senere analyse af besejlingsproblematikken kan klarlægge, om det er muligt som et alternativ at bibeholde den nuværende sejllinie for A-ruten med en broforbindelse med to højbroer relativ tæt på hinanden, eller om en løsning hvor broens linieføring føres 3-5 km syd for krydsningspunktet for A- og T-ruten er et økonomisk og sikkerhedsmæssigt alternativ.

## **4.3 Jernbaneteknik**

### **4.3.1 Grundlag og forudsætninger**

Banelementet påregnes etableret som en traditionel elektrificeret jernbane efter principperne gældende for de LGV<sup>5</sup>-, og AVE<sup>6</sup>- strækninger, som enten er etableret eller er under etablering i Frankrig henholdsvis Spanien.

---

<sup>5</sup> 'Ligne à Grande Vitesse' (før kendt som TGV-strækninger).

<sup>6</sup> 'Alta Velocidad Española', som betyder 'spansk højhastighed' dækker over systemet strækninger/højhastighedstog.

Disse baner, der er etableret som en overbygning til de eksisterende banenet, trafikeres alene af højhastighedstogsæt, hvilket giver såvel større togkapacitet som færre begrænsninger på sporets geometri i forhold til den situation, hvor der også skulle tages hensyn til godstrafik.

For LGV-strækningerne gælder, at den første strækning (Paris – Lyon) blev ibrugtaget i 1982, og at erfaringerne med den anvendte teknologi har været positive.

For AVE-strækningerne er den anvendte teknologi baseret på erfaringer fra Tyskland og Frankrig. Den første strækning (Madrid – Sevilla) blev taget i brug i 1992, og erfaringerne hermed har ligeledes været positive.

I Tyskland er der også etableret højhastighedsbaner, men disse er - med strækningen Köln – Frankfurt som en undtagelse - også beregnet for kørsel med godstog, hvorfor der for disse baner er betydelige begrænsninger i sporets geometri. Til forskel fra Frankrig og Spanien indgår de tyske højhastighedsbaner som delstrækninger i det eksisterende banenet, og de kan i princippet benyttes af alle tog.

For alle ovennævnte baner gælder, at toghastigheder på indtil 300 km/t er mulige. I Frankrig realiseres dette i daglig drift uden problemer.

For baneelementet gælder, at den også med kravspecifikationen 250 km/t kan etableres med traditionel teknologi. Banen vil dermed kun adskille sig fra Bane-danmarks nuværende strækninger med hensyn til sporets geometri. I forhold til geometrien gælder endvidere den restriktion, at kurveradierne skal være væsentligt større og den lempelse, at stigningsforholdet kan være væsentligt større.

#### 4.3.2 TEN-net og interoperabilitet

I forbindelse med håndteringen af jernbaneelementet skal der tages hensyn til EU's beslutninger om såvel det transeuropæiske jernbanenet (TEN-nettet) og interoperabilitetsdirektiverne<sup>7</sup> (IO-direktiverne).

TEN-nettet er fastlagt af EU og består af såvel konventionelle banestrækninger som højhastighedsstrækninger og omfatter i Danmark bl.a. følgende baner:

- Øresund – København – Padborg
- Fredericia – Ålborg – Frederikshavn - Hirtshals
- Lunderskov – Esbjerg
- Ringsted – Rødby
- Nykøbing Falster – Gedser

---

<sup>7</sup> Der er for tiden ét direktiv for højhastighedsbaner (96/48/EF) og ét direktiv for konventionelle baner (2001/16).

IO-direktiverne med tilhørende TSI'ere<sup>8</sup> angiver regler for teknisk harmonisering med hensyn til såvel konventionelle- som højhastighedsstrækninger.

I en foreslået revision af interoperabilitetsdirektiverne (2004/50) anbefales det at omfatte konventionelle- og højhastighedsbaner i samme direktiv samt definere det konventionelle net samt alle baner sammenhængende med dette som underlagt dette direktiv. Det er opfattelsen, at regeringen støtter forslaget, hvorfor det lægges til grund, at også Kattegatforbindelsens banelement skal opfattes som en TEN-strækning underlagt det kommende IO-direktiv. I nærværende fase har ovenstående forhold ikke betydning, men i en eventuel projekteringsfase skal der tages hensyn til, at strækningen skal være interoperabel, som angivet i IO-direktiverne, samt at de tekniske kravspecifikationer skal opbygges, jf. TSI'erne knyttet til IO-direktiverne.

#### 4.3.3 Togtyper

Det forudsættes, at den angivne strækningshastighed skal opnås for ikke-kurvestyrede tog. Såfremt sådanne anvendes, kan hastigheden hæves betydeligt. Kurvestyrede tog, som f.eks. det svenske X2000<sup>9</sup> og det tyske ICE-TD<sup>10</sup>, kan i et vist omfang kompensere for en mangelfuld geometri ved at styre vognkassens hældning.

Disse tog anvendes ikke på egentlige højhastighedsbaner, men hovedsageligt på baner, hvor geometrien enten ikke kan opgraderes, eller hvor en sådan opgradering er uden for de økonomiske muligheder og giver mulighed for at udnytte den eksisterende infrastruktur bedst muligt.

#### 4.3.4 Hastighed og toglængde

Banelementet skal kunne håndtere kørsel med egentlige ikke-kurvestyrede højhastighedstog som f.eks. TGV<sup>11</sup>, AVE<sup>12</sup>, ICE<sup>13</sup> eller ETR<sup>14</sup>. Der findes en række andre højhastighedstog, men ovenstående kan betragtes som repræsentative for et højhastighedstog i europæisk sammenhæng.

Der er følgende krav til toghastigheden  $V$  og toglængden  $L$ :

- $V_{ny} = \text{min. } 250 \text{ km/t}$
- $L = \text{maks. } 320 \text{ m}$

---

<sup>8</sup> Tekniske Specifikationer for Interoperabilitet.

<sup>9</sup> Benyttes bl.a. på strækningen Stockholm - Malmø – København.

<sup>10</sup> Benyttes bl.a. på strækningen København – Hamburg.

<sup>11</sup> 'Train à Grande Vitesse', fransk højhastighedstog. Togtypen findes i adskillige versioner.

<sup>12</sup> 'Alta Velocidad Española', spansk højhastighedstog. Toget er baseret på TGV-toget.

<sup>13</sup> 'InterCity Ekspress', tysk højhastighedstog. Togtypen findes i adskillige versioner.

<sup>14</sup> 'Eletto Treno Rapido', italienske højhastighedstog. Togtypen findes i adskillige versioner.

Det er en forudsætning i analysen at togforbindelsen mellem København og Århus betjenes med højhastighedstog. Der er ikke nogen entydig definition af højhastighedstog, men i denne analyse er afgrænsningen sat ved tog med en hastighed på 200 km i timen på opgraderede banestrækninger og 250 km i timen på nyanlagte strækninger.

Selvom TSI Infrastruktur (2002/732/EF) fastslår, at minimumslængden af perroner skal være 400 m, foreslås perronlængden begrænset til 320 m, da Danmark har en undtagelse fra førnævnte bestemmelse.

Banelementet skal kunne håndtere kørsel med egentlige ikke-kurve styrede højhastighedstog, som nævnt ovenfor, på de eventuelle strækninger, som egner sig til opgradering.

I forbindelse med opgradering er der følgende krav til toghastigheden:

- $V_{\text{opgr}} = \text{min. } 200 \text{ km/t}$

#### 4.3.5 Regelgrundlag

Følgende overordnede og specifikke regelværker lægges til grund for projekteringen:

- TSI infrastruktur (2002/732/EF)
- Banedanmarks tråceringsbestemmelser (Sporregler 1987)

Førstnævnte TSI infrastruktur angiver de overordnede tekniske kravspecifikationer for baneinfrastrukturen.

Sidstnævnte Sporregler 1987 angiver detaljerede tekniske kravspecifikationer for baneinfrastrukturens geometri.

#### 4.3.6 Tracéring

Da kørsel med godstog er fravalgt, kan banens linieføring og længdeprofil (tilsammen betegnet som banens tracé) optimeres til kørsel med højhastighedstog, hvilket giver såvel et højere komfortniveau som en lavere slitage på banelementet.

Dette er overensstemmende med forholdene på en række egentlige højhastighedsbaner i udlandet, bl.a. i Frankrig og Spanien, hvor kørsel med godstog også er fravalgt.

Optimeringen omfatter banens kurveradier og i særdeleshed banens længdeprofil, hvor stigningsforholdet, jf. de nugældende danske regler, kan tillades forøget indtil 35 ‰.

Banelementet påregnes etableret med følgende geometriske karakteristika:

- Kurveradier  $R > 3.000 \text{ m}$
- Stigningsforhold<sup>15</sup>  $p_{\text{maks}} \leq 35 \text{ ‰}$

#### 4.3.7 Opgradering

I løsning 1B påregnes det at opgradere den eksisterende Nordvestbane fra Lejre til Kalundborg til en tilladt hastighed på 200 km/h. En sådan opgradering omfatter i det konkrete tilfælde bl.a. følgende:

- Etablering af et ekstra spor, således at den nuværende enkeltsporede bane gøres 2-sporet.
- Etablering af en 'shunt' uden om Holbæk. Denne 'shunt' er nødvendig, idet banen gennem Holbæk dels indebærer en betydelig omvej, og dels indeholder en meget snæver kurve, som ikke kan ombygges, idet den er beliggende midt i byen.
- Etablering af en ny banestrækning umiddelbart vest for Jyderup. Denne nye strækning er nødvendig, idet banen på denne lokalitet beskriver en S-kurve med snævre kurveradier gennem et kuperet landskab.
- Udretning af alle kurver under radier på ca. 2.000 m.
- Elektrificering af hele banen (inklusive forbindelsen gennem Holbæk og forbindelsen til Kalundborg by).
- Etablering af et nyt signalsystem.
- Udskiftning af hele banens over- og underbygning samt afvandingssystem.

#### 4.3.8 Sporteknik

Sporet kan, i lighed med LGV-strækningerne, etableres som et traditionelt langskinnespor på betonsveller i skærveballast, hvilket i forhold til et fast befæstet spor er billigt i anskaffelse, men hvor der til gengæld er knyttet betydelige vedligeholdelsesomkostninger, navnlig på langt sigt.

Sporet kan dog også etableres som et såkaldt fast befæstet spor, hvilket i forhold til et traditionelt ballasteret spor er dyrere i anskaffelse, men hvor vedligeholdelsesomkostningerne især på langt sigt er betydeligt lavere.

For begge principper gælder, at levetiden<sup>16</sup> for sporet kan forventes at blive meget lang, større end 40 år<sup>17</sup>, navnlig fordi kørsel med godstog er fravalgt, således

---

<sup>15</sup> De danske regler giver mulighed for at anvende et stigningsforhold  $p_{\text{maks}} \leq 35 \text{ ‰}$ , hvilket også er anvendt på LGV strækningen Paris-Sud-Est. På højhastighedsstrækningen Köln – Frankfurt er der anvendt det maksimale stigningsforhold  $p_{\text{maks}} \leq 40 \text{ ‰}$ , hvilket er tæt på det maksimalt mulige.

<sup>16</sup> Levetiden er her defineret som tidsrummet fra etableringstidspunktet til det tidspunkt, hvor en fuldstændig udveksling af sporets overbygning, nemlig skinner, sveller og befæstelseskomponenter,



at sporet ikke udsættes for høje quasistatiske- og dynamiske kræfter som følge af høje aksellaster, for stor overhøjde samt mangelfulde hjulprofiler.

For sporet gælder, at en række standardprincipper og -konstruktioner er til rådighed, og at der for begge principper er gode referencer og erfaringer fra højhastighedsprojekter i bl.a. Frankrig, Tyskland, Spanien og Italien.

#### 4.3.9 Elektrificering

Da dieseldrift på egentlige højhastighedsbaner er u hensigtsmæssig, og ej heller praktiseres nogetsteds, påregnes baneelementet elektrificeret med kørestrøms-systemet 25 kV 50 Hz, som også anvendes på Banedanmarks elektrificerede fjernbaner.

Konstruktionsprincippet på Banedanmarks eksisterende kørestrømskonstruktioner kan dog ikke anvendes, da dette princip ikke er egnet til toghastigheder over 180 km/t. Da en række andre standardkonstruktioner er til rådighed, er dette dog ikke problematisk.

#### 4.3.10 Signalering

Baneelementet påregnes udstyret i overensstemmelse med resultatet af Banedanmarks igangværende projekt *Signalprogrammet*, som planlægger at implementere et sikrings-, signal- og kommunikationssystem, jf. principperne i ERTMS level 2 på alle Banedanmarks strækninger.

ERTMS (European Rail Traffic Management System) er et nyt fælleseuropæisk signal- og kommunikationssystem, som udgøres af en signalerings- og en kommunikationsdel som følger:

- ETCS European Train Control System
- GSM-R Global System for Mobile Communications – Railways

Baneelementet påregnes således udstyret med et signalanlæg uden ydre signaler, hvor al kommunikation foregår med radio.

#### 4.3.11 Specifikke forhold

Det forudsættes, at Holbæk fortsat skal betjenes af Nordvestbanen, og at en eventuel linieføring uden om Holbæk skal indeholde en forbindelse til Holbæk station såvel fra/til Roskilde som fra/til Kalundborg. Det vil fortsat være muligt at betjene Holbæk station med godstog fra/til Sjælland, således at de nuværende trafikale muligheder ikke forringes.

---

er nødvendig. I dette tidsrum sker dog en udveksling af egentlige slidkomponenter, f.eks. isolerstød, sporskiftekomponenter, skinner i snævre kurve m.m.

<sup>17</sup> Traditionelt sættes levetiden for et nyetableret spor til 40 år.

Det forudsættes, at Kalundborg fortsat skal betjenes af Nordvestbanen, og at en eventuel linieføring uden om Kalundborg skal indeholde en forbindelse til Kalundborg station. Det vil være muligt at betjene Kalundborg station med godstog til/fra Sjælland.

Kapaciteten af København H er, som den er udformet p.t., i praksis opbrugt, og der er næppe kapacitet til et fjerntogssystem med 3 fjerntog ekstra pr. time, som Kattegatforbindelsen vil fordr.

Der synes at være mulighed for at udbygge København H til større kapacitet ved hjælp af én af nedenstående løsninger:

- Etablering af en fjerntogsterminal syd for Tietgensgade<sup>18</sup>
- Etablering af et perronanlæg under Berntstorffsgade<sup>19</sup>
- Etablering af en paralleltunnel til S-banen under de nuværende S-baneperroner<sup>20</sup>

Kapaciteten af Vestbanen mellem Hvidovre Fjern og Høje er ligeledes opbrugt, og der er ikke den krævede kapacitet til betjening af en Kattegatforbindelsen.

Den ekstra trafik må antages at fordr en løsning på spørgsmålet om banekapaciteten mellem København og Ringsted, således at der er plads til den ekstra trafik.

Kapaciteten af Århus H, som den er udformet p.t., er ligeledes i praksis opbrugt, og der er ikke kapacitet til 3 ekstra fjerntog pr. time, som Kattegatforbindelsen vil fordr.

Der synes at være følgende muligheder:

- At udbygge Århus H til større kapacitet ved hjælp af etablering af en tunnelforbindelse til Kattegattogsystemet fra Århus Nord til Århus H samt etablering af en Kattegatterminal i en tunnel under eller parallelt med den nuværende Århus H<sup>21</sup>.
- At der i forbindelse med letbaneprojektet frigøres 2 perronspor som kan benyttes af Kattegattogsystemet.

---

<sup>18</sup> En sådan løsning blev undersøgt i det første København-Ringsted projekt fra 1998.

<sup>19</sup> En sådan løsning blev undersøgt i det første København-Ringsted projekt fra 1998.

<sup>20</sup> Denne løsning er dog i konflikt med Metrocityringprojekt, som påregner etableret en tværgående metrolinie under S-togsperronerne.

<sup>21</sup> Analogt med den løsning som er under etablering som Citytunnelen i Malmø.

#### 4.4 Overvejelser i forbindelse med ren jernbaneforbindelse

Det fremgår af kommissoriet for analysen, at forhold vedr. en ren baneforbindelse skal belyses.

For kyst til kyst delen skal en ren baneforbindelse have en speciel udformning for at blive tilstrækkelig stabil. Som det fremgår af Figur 7 ovenfor, vil en kombineret jernbane- og vejforbindelse blive konstrueret med banen nederst og vejen ovenpå, hvilket kan give konstruktionen tilstrækkelig stabilitet også i det store hængeslag, hvor det vil være særligt påkrævet, at brodrageren har gode styrke- og stivhedsegenskaber. Tænkes forbindelsen udformet som en ren jernbaneforbindelse, vil det store og særligt kostbare broafsnit over sejlrenden kun blive marginalt billigere end for en bro med både vej- og jernbane.

Prisen for en kombineret vej- og jernbanebro vil således ikke være væsentligt højere end prisen for en ren jernbanebro. I det følgende ses i stedet på en kombineret tunnel og broløsning.

##### 4.4.1 Forbindelse over Kattegat, Røsnæs-Samsø-Jylland

For kyst til kyst delen etableres en tosporet jernbane med en maksimal gradient på 35 ‰ som følger:

- En ca. 21 km lang tunnelforbindelse under T-ruten mellem Røsnæs og Samsø, da en højbro med et frit spænd på 1.200-1.400 m alene til en højhastighedsbane vurderes at være relativt dyr. Der vil formentlig blive tale om en sænketunnel<sup>22</sup>. Der anvendes en linieføring, som ligger lidt nordligere end for 1A (for vej- og baneløsningen). Derved bliver forbindelsen lidt længere. Hvor sejlrenden krydser er sejlrenden dog fladere og knap så dyb. På det dybeste sted ca. 40m. Alternativt kan tunnelforbindelsen udføres som en boret tunnel, men da jordlagene må formodes at svare til dem der findes i Østerrenden af Storebælt mellem Sjælland og Sprogø, kan det forudses, at en tunnelboring vil blive ligeså kompliceret og kostbar som i Storebæltsforbindelsen. En sænketunnel vil generelt være mindre følsom overfor skiftende jordbundsforhold, og erfaringerne fra udførelsen af sænketunnelen under Drogden tyder på, at miljøpåvirkningen under udgravningen af tunnelrenderne kan holdes på et acceptabelt niveau.
- En ca. 20 km lang broforbindelse mellem Samsø og Jylland med en mindre højbro med en gennemsejlingshøjde er 33 m. På denne strækning er løsningen for en ren jernbaneforbindelse i princippet den samme type løsning som

---

<sup>22</sup> Alternativt kan en kombineret løsning med tunnel, kunstig ø og lavbro vise sig økonomisk attraktiv. En sandsynlig løsning kunne være en ca. 10 km lang tunnel fra Røsnæs på tværs under T-ruten til en 1,5 km kunstig ø på 15-20m's vanddybde og videre op på en ca. 9,5 km lang lavbro med 40 m's gennemsejlingshøjde og brospænd på omkring 100 m. Kompensationsudgravning for vandgennemstrømning forventes nødvendig i givet fald.

for den kombinerede vej- og baneløsning med linieføringen 1A, dvs. en ren broløsning, jf. ovenfor.

Den samlede længde af kyst-kyst anlægget er ca. 41 km. Skøn over de samlede anlægsudgifter ved en sådan model fremgår af kapitel 5, Anlægsøkonomi.

#### 4.5 Særligt om magnetbaner

Det har været overvejet at etablere banelementet som en magnetbane jf. Maglev-princippet. Dette princip indebærer, at toget er uden mekanisk kontakt med infrastrukturen og giver mulighed for toghastigheder<sup>23</sup> over 500 km/t. Der findes en række forsøgsstrækninger i såvel Europa, Japan og Nordamerika, men i forbindelse med højhastighedstog er der kun én reference, nemlig Shanghai Transrapid i Kina, som driver forbindelsen Shanghai by med Pudong lufthavnen. Strækningen er på 30 km og toget opnår en højeste hastighed på 430 km/h.

Strækningen er etableret i 2002 med teknologi fra Transrapid<sup>24</sup>, og påregnes udvidet i den nærmeste fremtid.

Alle eventuelle løsninger med Maglev-teknologi er imidlertid fravalgt i denne analyse af følgende årsager:

- En magnetbane kan ikke indgå i Banedanmarks øvrige net.
- En magnetbane skal have egne stationer og terminaler.
- Etableringsomkostningerne er meget store.

Til støtte for ovenstående fravalg, skal det tilføjes, at 2 konkrete projekter i Tyskland på det seneste er opgivet, nemlig følgende:

- Berlin-Hamburg: Et projekt til etablering af en magnetbane er opgivet, og den eksisterende banestrækning opgraderes i stedet til hastigheden 200 km/h.
- München-München Lufthavn: Et projekt til etablering af en magnetbane er opgivet på grund af stærkt stigende anlægsoverslag.

I det følgende er magnetbaner således ikke analyseret yderligere.

---

<sup>23</sup> På en forsøgsstrækning i Japan har et Maglev-tog opnået en hastighed på 581 km/h.

<sup>24</sup> Transrapid er et joint-venture mellem Siemens og ThyssenKrupp.

## 5 ANLÆGSØKONOMI

Den udarbejdede anlægsøkonomi er baseret de viste linieføringer og beskrevne tekniske løsninger og indeholder samtlige udgifter til fuld færdiggørelse af anlæggene, ekskl. moms. Overslagene indeholder således:

- Planlægning
- Forprojektering og VVM
- Myndighedsbehandling
- Detailprojektering
- Arbejdstegetninger
- Udbudsadministration
- Entreprenørudgifter
- Evt. bygherreleverancer
- Tilsyn
- Kvalitetssikring
- Bygherrens egen administration

For hvert delement i overslagene er enhedspriser beregnet (fx prisen for 1 km højbro (hængebro), 1 km ny 2-sporet bane osv.) som er multipliceret med de relevante km-afstande. Enhedspriserne indeholder alle relevante udgifter, herunder fx "normale" udgifter til miljømæssige afværgeforanstaltninger.

For hvert element er det endvidere vurderet, hvilke særlige forhold, som påvirker anlægsudgiften. Det kan fx være tillæg for større vanddybde ved T-renden, særlige behov for ekspropriation (især relevant på Sjællands Odde, hvor der er mange sommerhuse og ikke så meget landbrugsjord), behov for tunnel på stærkt kupe-rede strækninger mv. Merudgifter som følge af disse forhold er indregnet i anlægsoverslagene.

Det bemærkes, at der ikke er afsat beløb til byggeri af et større betalingsanlæg som de nuværende. I stedet er det forudsat, at betaling kan ske automatisk ved passage af broen ved hjælp af fx chip-teknologi, når broen engang står færdig. Der er afsat udgifter hertil i anlægsoverslagene.

Overslagene er opgjort i år 2008 pris- og lønniveau.

## **5.1 Kyst - kyst forbindelserne**

Der er i økonomioverslaget anvendt enhedspriser, som beror på de faktisk erkendte priser for Storebælt Forbindelsen og Øresundsbroen samt de kalkulerede enhedspriser på Femern Bælt forbindelsen.

Endvidere er der i overslagene indeholdt udgifter til forventede særlige konstruktioner, som må forudses på baggrund af tidligere erfaringer, herunder fx omkostninger til etablering af en nulløsning for vandgennemstrømning.

## **5.2 Anlæggene på Sjælland og i Jylland**

### **5.2.1 Baneelementet**

Økonomioverslagsprisen for en km banestrækning er uddraget af det meget detaljerede materiale, som NIRAS deltager i udarbejdelsen af i forbindelse med planlægningen af alternativerne for forbindelsen mellem København og Ringsted. Endvidere er der tillagt beløb til udførelse af udfletningsanlæg, miljøforanstaltninger, støjafskærmning etc.

Det bemærkes, at den internationale jernbaneorganisations UIC's benchmarking database vedr. infrastruktur for jernbaner indikerer et omkostningsniveau for ny dobbeltsporet højhastighedsbanen som er lavere end det her i rapporten estimerede.

### **5.2.2 Vejelementet**

Økonomioverslagene er for motorvejene udarbejdet på basis af de seneste licitationsresultater fra Vejdirektoratets afholdte licitationer på anlægsarbejder. Udformningen af motorvejene baserer sig på normerne for en 32 m bred 2 x 2 sporet motorvej med nødspor og midterrabat.

Enhedspriserne for motorvejen indeholder de jordarbejder for tildannelse af planum, som er de gennemsnitlige set over flere projekter.

Overslaget er suppleret med afsætninger til udstyr og særlige tilslutningsramper og rundkørsler ved de planlagte tilslutninger til det eksisterende motorvejsnet.

## **5.3 Usikkerhed og Ny Anlægsbudgettering**

Usikkerheden på økonomioverslagene er vurderet til at udgøre 25 pct. uforudseelige udgifter, som er indarbejdet i tallene, som de fremgår af oversigterne.

At indarbejde en sådan reserve er naturligt for et projekt af denne karakter i en så tidlig fase og svarer til normal praksis i branchen.

Større offentlige anlægsprojekter har imidlertid gennem mange år vist sig systematisk at blive betydeligt dyrere i forhold til den budgetterede anlægsudgift ved igangsætning af projektet. For at få større sikkerhed i budgetteringen og bedre beslutningsgrundlag har Transportministeriet indført ny "Ny Anlægsbudgettering" på transportområdet, Transport- og Energiministeriet (2006).

Formålet med Ny Anlægsprojektering er at opstille realistiske budgetter, hvor forudsætningerne for budgettet er dokumenteret, hvorved efterfølgende ændringer kan forklares. Ny Anlægsbudgettering stiller dermed krav til både udformningen af beslutningsgrundlaget og den efterfølgende opfølgning på projektets gennemførelse.

Ny Anlægsbudgettering bygger på to nye principper. Dels indføres ekstern kvalitetssikring, dels erfaringsbaserede korrektionstillæg.

Den eksterne kvalitetssikring er en uafhængig vurdering af projektgrundlaget og budgetoverslaget. Dette indebærer en granskning af det økonomiske grundlag, tekniske løsningsforslag og projektets organisation.

De erfaringsbaserede korrektioner tillægges det konsoliderede budgetoverslag – efter den eksterne kvalitetssikring er gennemført. Kort fortalt tillægges anlægsskønnene en reserve således, at der ikke skulle være behov for yderligere bevillinger, hvis et projekt viser sig at blive dyrere end først antaget. Denne reserve vil være størst i de tidlige faser af et anlægsprojekt, hvor projektet endnu ikke er gennemanalyseret, og usikkerheden derfor er størst. Ifølge principperne i Ny Anlægsbudgettering betyder dette konkret, at korrektionstillægget svarer til den skønnede anlægsudgift plus 50 pct. i denne fase af projektet.

Som det fremgår ovenfor er der i anlægsoverslagene indregnet uforudseelige udgifter på 25 pct. Dette er normal fremgangsmåde, når NIRAS laver anlægsskøn, hvorved anlægsskønnene er NIRAS bedste bud på, hvad det koster at gennemføre et projekt. For at følge principperne i Ny Anlægsbudgettering skal NIRAS' anlægsskøn forøges med yderligere 20 pct.<sup>25</sup>

#### **5.4 De skønnede anlægsudgifter**

De skønnede anlægsudgifter for de forskellige alternativer - baseret på ovenstående - fremgår af Tabel 12. Det fremgår, at alternativ 1A og alternativ 1B er stort

---

<sup>25</sup> NIRAS' anlægsskøn består af et basisskøn tillagt 25 pct. i uforudseelige udgifter. Lægges yderligere 20 pct. til, kommer anlægsskønnet til at svare til NIRAS' basisskøn plus 50 pct.

set lige dyre - ca. 100 mia. kr. for en forbindelse uden godstog og knap 18 mia. kr. mere for en forbindelse med godstog. At forskellen mellem de to alternativer er begrænset skyldes, at forskellen mellem de to alternativer er landanlæggene på Sjælland, og at disse udgør en lille andel af den samlede anlægsudgift. Alternativ 1C er noget dyrere, ca. 116 mia. kr. for en forbindelse uden godstog og ca. 137 mia. kr. for en forbindelse med godstog. At dette alternativ er dyrere skyldes, at lineføringen over vand er meget længere.

Alternativ 2 skiller sig ud som det klart dyreste med ca. 137 mia. kr. for en forbindelse uden godstog og ca. 156 mia. kr. for en forbindelse med godstog. At dette alternativ er så meget dyrere end de andre skyldes, at den er lidt længere og især, at selve bro-konstruktionen er væsentlig dyrere. Hertil kommer, at især bandedelen, men også vejdelene, er noget længere, og at de går i gennem vanskeligere terræn.

For at give et indtryk af mer-omkostningerne ved en godsforbindelse, fremgår det endvidere af Tabel 12, hvad anlægsudgiften vurderes at blive, hvis forbindelsen laves med mulighed for at godstog. At en forbindelse med gods er væsentligt dyrere skyldes, at den kræver lavere stigningspromiller, og at den skal være konstrueret til markant tungere tog. Yderligere tekniske betragtninger om gods fremgår af kapitel 4.

Tabel 12: Skønnede anlægsudgifter for de forskellige alternativer, mia. kr.

|                                                                     | Alternativ 1A | Alternativ 1B | Alternativ 1C | Alternativ 2 |
|---------------------------------------------------------------------|---------------|---------------|---------------|--------------|
| Kyst til kyst                                                       | 77,7          | 77,7          | 97,5          | 107,7        |
| Vej                                                                 | 5,9           | 5,9           | 5,8           | 5,2          |
| Bane                                                                | 16,8          | 17,7          | 13,1          | 24,2         |
| <b>I alt, ekskl. gods</b>                                           | <b>100,4</b>  | <b>101,3</b>  | <b>116,4</b>  | <b>137,1</b> |
| Tillæg for Ny Anlægsbudgettering                                    | 20,1          | 20,3          | 23,3          | 27,4         |
| <b>I alt, inkl. tillæg for Ny Anlægsbudgettering</b>                | <b>120,5</b>  | <b>121,6</b>  | <b>139,7</b>  | <b>164,5</b> |
| Tillæg for gods                                                     | 17,5          | 17,8          | 20,6          | 19,0         |
| <b>I alt, inkl. gods, men uden tillæg for Ny Anlægsbudgettering</b> | <b>117,9</b>  | <b>119,1</b>  | <b>137,0</b>  | <b>156,1</b> |

Mere detaljerede anlægsskøn for de valgte alternativer findes i bilag 1.

Beløbene i Tabel 12 er opgjort som simple summer af anlægsudgifterne i de enkelte år (opgjort i 2008-priser), og de indeholder således ikke byggerenter. I kapitel 8 er redegjort nærmere for, hvorledes udgifterne forventes at fordele sig i



løbet af anlægsperioden. I kapitel 9 om takstberegninger er byggerenter medregnet.

### **5.5 Skønnede anlægsudgifter ved ren jernbaneforbindelse**

Som forklaret i kapitel 4 vil en bro med en ren jernbaneforbindelse ikke være hensigtsmæssig, da merudgiften til vejdelen vil være begrænset.

I stedet kunne en kombineret bro- og tunnelløsning overvejes. Anlægsudgiften til en løsning som skitseret i kapitel 4.4 med en sænketunnel mellem Røsnæs og Samsø og en bro mellem Samsø og Jylland skønnes at koste 49,8 mia. kr. Desuden er der udgifter til landanlæg, således at den samlede anlægsudgift vil være i størrelsesordenen 66,6 mia. kr. Hertil kommer, at vedligeholdelsesudgifterne til en tunnelløsning er væsentligt højere end vedligeholdelsesudgifterne til en bro-løsning på grund af det aggressive miljø i tunnelen.

Sammenholdes de høje anlægsudgifter og driftsudgifter endvidere med, at indtægterne fra vejtrafikken er meget højere end indtægterne fra banen (dette er forklaret nærmere i kapitel 9) vil den samlede økonomi være væsentligt ringere for en ren jernbaneforbindelse end for en kombineret vej- og baneforbindelse. Økonomien i en ren jernbaneforbindelse vil derfor ikke blive analyseret nærmere.

## 6 MILJØMÆSSIGE EFFEKTER AF DE VALGTE LINIEFØRINGER

### 6.1 Indledning og metode

Der er foretaget en screening af potentielle miljøkonsekvenser for de udvalgte alternativer.

I en korridor på ca. 100 meter på hver side af "stregen" for hvert alternativ er de forskellige interesser og arealreservationer blevet kortlagt på baggrund af oplysninger hentet på [www.miljoportal.dk](http://www.miljoportal.dk). Temaerne er downloadet fra arealinfo og vist på GIS kort. Oplysningerne stammer fra regionplaner 2005 – 2017 fra de tidligere Roskilde (Hovedstadens Udviklingsråd), Vestsjælland, Århus og Vejle amter.

Oplysninger om Natura 2000 områderne er hentet fra By og Landskabstyrelsens hjemmeside [www.blst.dk/Natura2000/arter\\_habitat](http://www.blst.dk/Natura2000/arter_habitat).

På baggrund af kortlægningen er der foretaget en sammenligning af alternativerne imellem. Der kan ikke på dette niveau foretages en nærmere vurdering af påvirkningerne, og hvor væsentlige de vil være. Screeningen kan først og fremmest bruges til at sammenligne potentielle konsekvenser for forskellige alternativer og anvendes som et grundlag for udarbejdelse af en egentlig VVM-undersøgelse.

Påvirkninger af støj vurderes på baggrund af følgende metode: Ud fra oplysninger om trafikmængder og hastighed udføres en overslagsberegning, der fastlægger den afstand fra anlægget, der vil blive støjpåvirket i forhold til gældende grænseværdier.

### 6.2 Miljøbeskyttelsesområder

I det følgende er givet en overordnet redegørelse for de planforhold, der er omfattet af internationale, regionale og lokale bestemmelser på strækningerne. De forskellige områder, der er valgt ud og som vises på kortene, er følgende:

- Natura 2000 områder

- Beskyttede naturtyper
- Fredede områder
- Fredede fortidsminder
- Biologiske interesseområder (økologiske forbindelser/spredningskorridorer)
- Kulturmiljøer
- Potentielle vådområder

Der er valgt de emner ud, der på screeningsniveau kan være relevante for at sammenligne alternativerne. Der er således ikke inddraget områder med særlige drikkevandsinteresser, interesseområder for friluftsliv, m.v., da disse områder typisk ikke vil udgøre et grundlag til et linjeføringsvalg. De vil dog have betydning for den endelige vurdering af påvirkninger og de afværgeforanstaltninger, der skal indbygges i anlægget. De rekreative interesser er desuden tæt forbundet med udpegning af kulturmiljøer og biologiske interesseområder og indgår derfor indirekte i vurderingerne.

#### 6.2.1 Natura 2000 områder

Indenfor en afstand på op til ca. tre km fra undersøgelseskorridorerne findes følgende Natura 2000 områder (EF-habitatområder og EF- fuglebeskyttelsesområder):

##### *EF-fuglebeskyttelses områder:*

- F30: Kysing Fjord
- F36: Horsens Fjord og Endelave
- F94: Sejerø bugten og Nekselø
- F99: Saltbæk Vig
- F100: Tissø, Åmose og Hallenslev Mose

##### *EF-habitatområder:*

- H44: Stubbe sø
- H52: Horsens Fjord og havet øst for Endelave
- H129: Hejede Overdrev, Valborup Skov og Valsøllille Sø
- H135: Sejerø bugt og Saltbæk vig
- H137: Store Åmose, Skarresø og Bregninge Å
- H138: Åmose, Tissø, Halleby Å og Flasken
- H195: Røsnæs og Røsnæs Rev
- H230: Kaløskovene og Kaløvig
- H233: Brabrand Sø med omgivelser
- H243: Ebbeløkke rev
- H247: Egernæs med holme og Fuglsø

Områderne kan ses på Figur 11. EF-fuglebeskyttelsesområder er områder, som skal beskytte ynglefugle, der er sjældne, truede eller følsomme overfor ændringer af levesteder. Desuden er fuglebeskyttelsesområder også områder, hvor fugle,

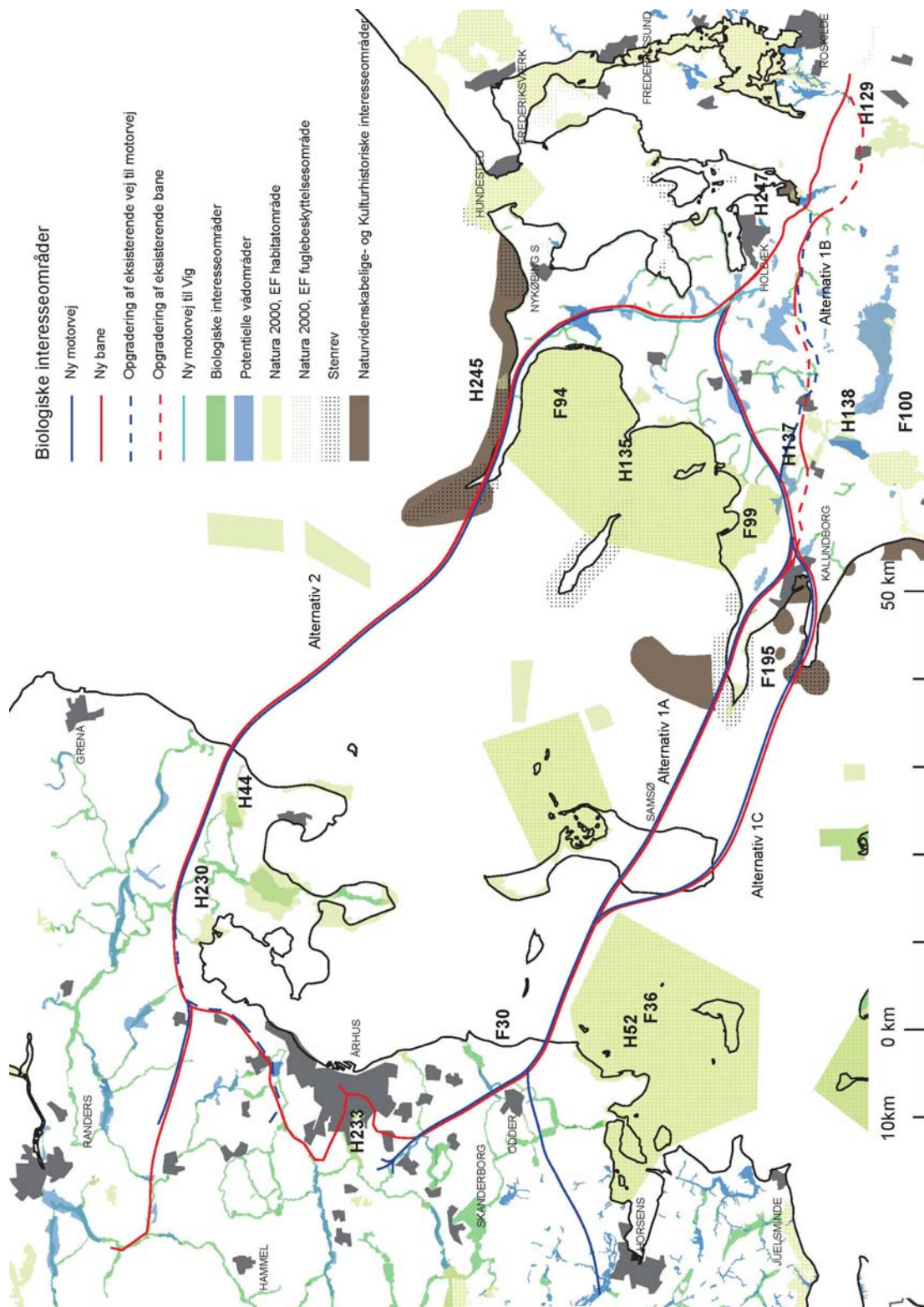
som regelmæssigt gæster Danmark for at fælde fjer, raste under trækket eller overvintre, skal beskyttes. EF-habitatområder udpeges for at beskytte og bevare bestemte naturtyper og arter af dyr og planter, som er af betydning for EU.

Natura 2000 områderne er reguleret af "Bekendtgørelse om udpegning og administration af internationale naturbeskyttelsesområder samt beskyttelse af visse arter", som er implementeret i Danmark på baggrund af EF-fuglebeskyttelsesdirektivet og EF-habitatdirektivet. Den danske stat er forpligtet af direktiverne. Bekendtgørelsen fastlægger, at der ikke kan vedtages planer eller besluttet projekter, der vil have en negativ påvirkning af de arter og naturtyper, som de internationale beskyttelsesområder er udpeget for at beskytte.

Ifølge bekendtgørelsen er der forbud mod at planlægge visse typer af tekniske anlæg indenfor områderne, herunder nye større vejanlæg og væsentlige udvidelser af andre trafik anlæg som fx jernbaner. Desuden skal der gennemføres en konsekvensvurdering for planer udenfor Natura 2000 områder, der har afledte konsekvenser ind i de beskyttede områder.

De planlagte alternativer er, så vidt muligt, placeret udenfor Natura 2000 områderne. Konsekvensvurderinger for afledte effekter må forventes at skulle gennemføres for flere af områderne i en senere fase.

Kalundborg Fjord er ifølge en undersøgelse udført af Danmarks Miljøundersøgelser et "high density area" for marsvin ("High density areas for harbour porpoises in Danish waters", 2008). Området indgår som en del af de supplerende udpegninger af EF-habitatområder, som Miljøministeriet forventes snart at sende i høring. Marsvin er en art, der forekommer både på habitatdirektivets bilag 2 (som udpegningsgrundlag for et habitatområde) og som strengt beskyttet art på bilag IV, og betyder, at arten er beskyttet også udenfor habitatområderne. Det kan ikke udelukkes, at der er andre områder, som vil indgå i den supplerende høring, som ligger indenfor projektområdet.



Figur 11: Kort over biologiske områder: Natura 2000, stenrev, potentielle vådområder, biologiske interesseområder.

### 6.2.2 Beskyttede naturtyper

Der er mange beskyttede naturtyper beliggende i korridoren omkring alternativerne. Alle heder, moser, strandenge, ferske enge og overdrev med et samlet areal over 2.500 m<sup>2</sup>, alle vandløb, som er udpeget i regionplanerne, samt søer over 100 m<sup>2</sup> er omfattet af § 3 i Naturbeskyttelsesloven. Områdernes beliggenhed fremgår af Figur 12.

Loven beskytter de nævnte naturtyper mod ændringer i tilstanden fx mod bebyggelse, opdyrkning, anlæg, tilplantning, dræning og opfyldning. Etablering af et vejanlæg, broanlæg og jernbane kræver dispensation fra beskyttelsen, hvis der sker ændringer i tilstanden i § 3 beskyttede områder. I forbindelse med dispensation kan der blive stillet krav om etablering af erstatningsbiotoper.

### 6.2.3 Fredede områder

Der er flere fredede områder i korridoren omkring alternativerne (se Figur 13). Før i tiden var fredning af et naturområde den vigtigste - og næsten den eneste måde - hvorved man kunne bevare naturværdierne for eftertiden. I dag beskyttes naturen også af mange andre regler og love. En fredning går normalt ud på at bevare området, som det er, herunder at forbyde tilplantning, bebyggelse m.v. Fredningen kan også forbyde jagt eller færdsel, eller omvendt give publikum ret til at færdes i området. En fredning kan ligeledes fastsætte bestemmelser om pleje af området, eller at en bestemt naturtilstand eller udsigt skal genskabes.

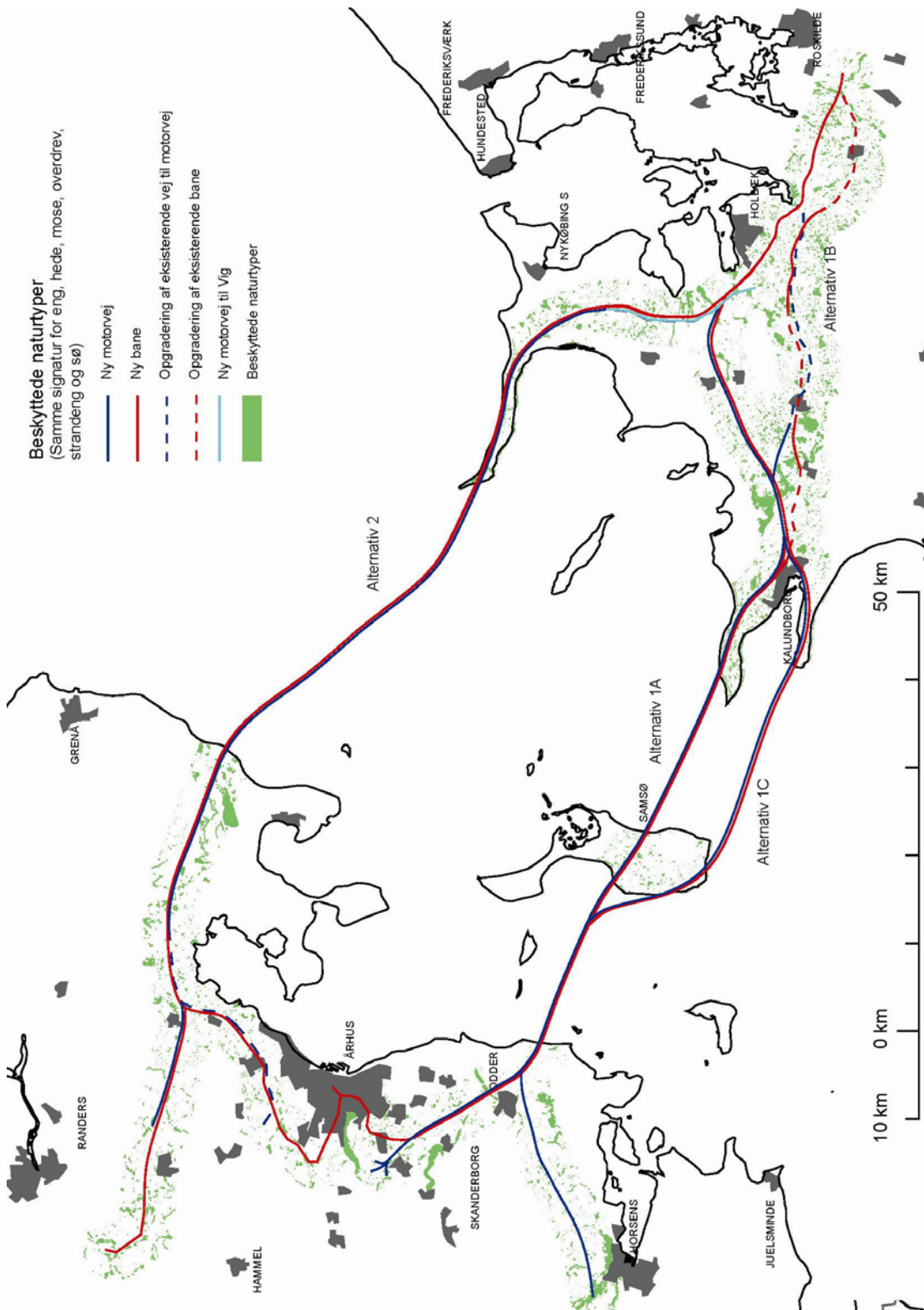
Fredningsnævnet kan give tilladelse til mindre forandringer inden for det fredede område. Større afvigelser fra fredningens bestemmelser samt hel eller delvis ophævelse af en fredning kan ske ved, at der rejses en ny fredningssag.

### 6.2.4 Fredede fortidsminder

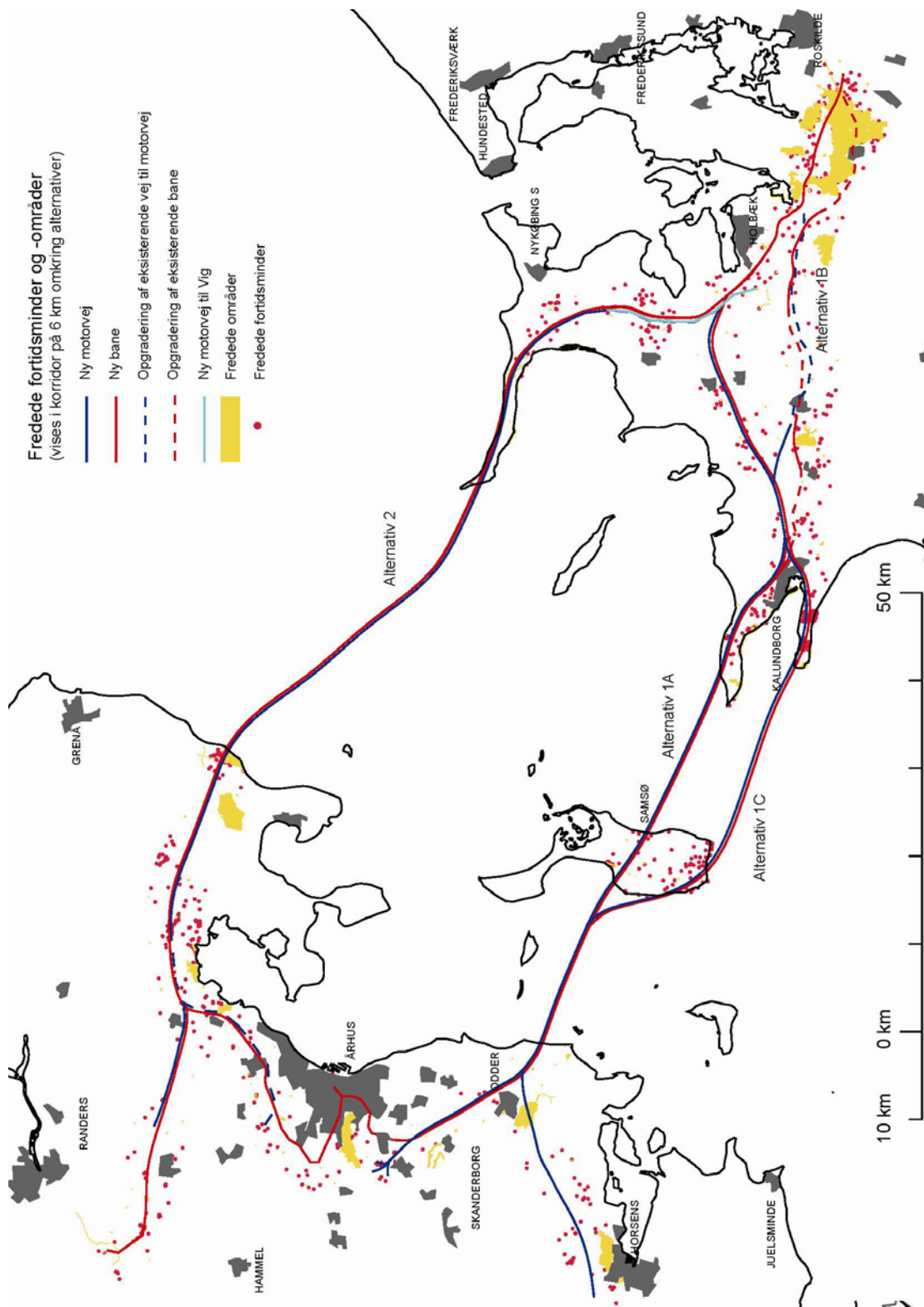
Kulturarvstyrelsen og kommunerne har ansvaret for bevaring af de fredede fortidsminder, der kan være mange tusinde år gamle (gravhøje, stendysser o.l.). Der må ikke foretages nogen form for indgreb i synlige fortidsminder hverken i fortidsmindet eller i en to meter bred zone omkring. De fleste fortidsminder er omfattet af en beskyttelseslinje, og må ikke bygges indenfor en afstand af 100 m. Der skal søges om dispensation efter Museumsloven og Naturbeskyttelsesloven. Områderne er vist på Figur 13.

Der er desuden i området flere sten- og jorddiger, der er omfattet af Museumsloven. Disse fremgår ikke af kortbilagene, fordi opløsningen er for lille til at de kan skelnes ordentligt på kortene. Loven foreskriver, at der ikke må foretages ændringer i tilstanden af sten- og jorddiger, men der kan i særlige tilfælde meddeles dispensation fra bestemmelserne.





Figur 12: Kort over beskyttede naturtyper efter Naturbeskyttelseslovens § 3



Figur 13: Kort over fredede områder og fortidsminder



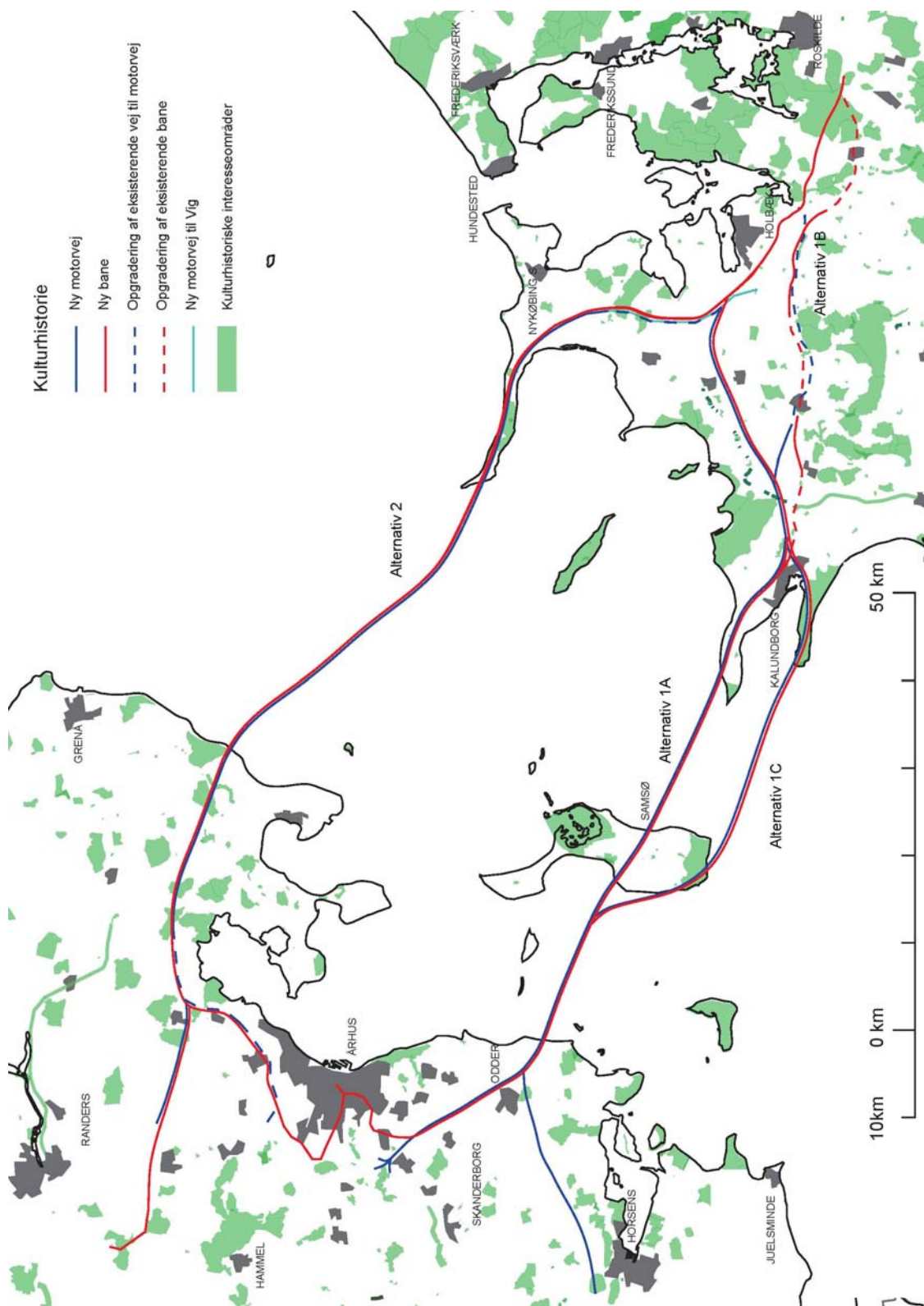
6.2.5 Regionplaninteresser (biologi, kulturmiljø, potentielle vådområder)  
Regionplanerne (2005 – 2017) er stadig gældende indtil de respektive kommuner har vedtaget de nye kommuneplaner. De er i den mellemliggende periode ophøjet til landsplandirektiver. Kommunerne er i gang med at indarbejde de forskellige emner i det åbne land i kommuneplanerne efter retningslinjerne i "Oversigt over statslige interesser i kommuneplanlægningen – 2009, Miljøministeriet, 2006".

I de fire gældende regionplaner for projektområdet: HUR, Vestsjælland, Vejle og Århus er der foretaget arealudpegninger på samme grundlag, men de kaldes i visse tilfælde noget forskelligt, og retningslinjerne kan være udformet med forskelligt sprogbrug. Regionplanernes udpegninger er sket på baggrund af samme regelgrundlag (Planloven og den statslige udmelding vedrørende regionplanlægning), og med baggrund i de samme regler for administration af det åbne land. Derfor er de overordnede bindinger for udpegningerne beskrevet i det følgende med baggrund i den statslige udmelding frem for gengivelse af hver regionplans retningslinjer for emnerne i det følgende.

For beskyttelsesområderne " biologiske interesseområder og kulturmiljøer/kulturhistoriske" (se Figur 11 og Figur 14) gælder som hovedregel, at tilstanden eller anvendelsen af særligt værdifulde sammenhængende helheder eller enkeltelementer ikke må ændres, hvis de forringer beskyttelsesområdets værdi eller muligheden for at styrke eller genoprette deres værdi. Ændringer må kun ske, hvis de kan begrundes ud fra væsentlige samfundsmæssige hensyn, og såfremt det kan ske uden at tilsidesætte beskyttelsesværdierne. Anlæg skal placeres og udformes med hensyntagen til bevaring og beskyttelse samt mulighed for forbedring af landskabs-, natur- og kulturværdierne. Der skal tilstræbes størst mulig adgang og mulighed for oplevelse og forståelse af landskabs-, natur- og kulturværdierne. Spredningskorridorer må ikke overskæres eller forringes.

Potentielle vådområder er områder, der skal genoprettes for at opfylde Vandmiljøplanens krav om reduktion af næringsstoffer til vandmiljøet. Der må som hovedregel ikke meddeles tilladelse til opførelse af anlæg, der kan forhindre, at det naturlige vandstands niveau kan genskabes.

Naturområder og småbiotoper samt landskabelige og kulturhistoriske helheder skal i videst muligt omfang bevares.



Figur 14: Kort over kulturmiljøer.

Regionplanerne omfatter også udpegninger af beskyttelsesområder i kystvande med skærpet målsætning. I havområder udfør Asnæs, Røsnæs, og Sjællands Odde er udpeget naturvidenskabelige og kulturhistoriske interesseområder og områder med stenrev. I disse områder stilles specifikke krav til fx udledninger og andre aktiviteter samt øget overvågning. Områderne vil blive omfattet af målsætninger i de kommende natur- og vandplaner, som er under udarbejdelse af de statslige miljøcentre.

Projektområdet gennemskæres af flere vandløb. Vandløbene er målsat i regionplanerne med skærpet, generel og lempet målsætning. Vandløb med skærpet og generel målsætning har en fiskevandmålsætning, og vandløbet skal derfor sikres en passagemulighed i forbindelse med anlæggelse af vej eller bane (samt udvidelse af eksisterende). Mange vandløb fungerer desuden som spredningskorridorer for en række dyrearter og der skal typisk indbygges banketter (faunapassager) langs vandløbet i anlægsprojekterne.

#### 6.2.6 Tekniske anlæg

Der findes i projektområdet to store havvindmølleparker, som alternativerne er placeret udenom. På land findes flere mindre områder med vindmøller samt tekniske anlæg som højspændingsledninger og gasledninger. Disse er ikke indtegnet på kort, da det skønnes at linjeføringerne kan justeres ind efter de lokale forhold i en senere fase, eller at ledningsnettet kan flyttes om nødvendigt.

#### 6.2.7 Andre områder

Alternativerne gennemløber flere skovområder. De fleste private skove og alle offentlige skove er fredskov. Fredskov er arealer, som altid skal drives efter skovlovens regler om god og flersidig skovdrift. Det vigtigste krav er, at fredskovsarealerne skal være beplantet med skov, der holdes i god stand og på længere sigt forbedres. Desuden indebærer fredskovsplikten, at skovbryn af løvtræer og buske skal bevares, og at egekrat ikke må ryddes. Sårbare naturtyper som fx vandhuller, moser, enge eller heder, der ligger i fredskovsområder, skal også bevares og må hverken opdyrkes eller afvandes.

Udstykninger, husdyrhold, byggeri og terrænændringer er forbudt på arealer med fredskov. Inddragelse af arealer med fredskov kan ske efter Skovlovens § 6 med dispensation fra Skov- og Naturstyrelsen. Der gives normalt kun tilladelse til ophævelse af fredskovsplikten, hvis den ønskede ændrede anvendelse ikke kan ske uden for fredskov, og hvis andre samfundsmæssige hensyn er vigtigere end hensynet til, at arealet bevares med fredskovspligt. Ved dispensation stilles der krav om at plante erstatningsskov.

#### 6.2.8 Opsamling i tabelform

I tabellen i bilag 2 er antallet af interesseområder for hvert alternativ skønsmæssigt opgjort for at vurdere omfanget af interesseområder i en afstand af ca. 100

meter på hver side af de alternative linieføringer. Det siger ikke noget om kvaliteten, eller hvor værdifulde de enkelte områder er, men giver et overblik over, hvor mange beskyttelsesområder de enkelt alternative linieføringer gennemløber. Tabellens indhold er brugt til at drage de konklusioner, som fremgår af Tabel 13, og som er beskrevet i det følgende.

#### *Natura 2000*

Linieføringerne forløber i forskellig afstand fra flere Natura 2000 områder (Figur 11). For alternativ 1 A, B og C passerer nyanlægget gennem EF-habitat område H137: "Store Å-mose, Skarresø og Bregninge Å. Alternativene 1 A og 1C passerer i kanten af området, mens alternativ 1 B for både vej og bane krydser igennem på det smalleste sted af området.

#### *Vandløb*

Langs alle alternativerne findes målsatte vandløb med skærpet og generel målsætning. Alle alternativerne gennemkører et begrænset antal og stort set lige mange vandløb med skærpet målsætning. Der findes en del vandløb med generel målsætning som berører alternativ 1 B, men denne strækning ligger i et område, hvor der allerede er etableret vej og bane. Alternativ 2 passerer færrest vandløb med generel målsætning.

#### *Potentielle vådområder*

Der er ikke stor forskel på antallet af berørte potentielle vådområder for alternativerne (Figur 11). Generelt findes de potentielle vådområder primært på Sjælland. Desuden findes enkelte potentielle vådområder nær Horsens. Alt i alt er alternativ 2 det alternativ, der passerer flest vådområder.

#### *Biologiske interesseområder*

De biologiske interesseområder (spredningskorridorer/økologiske forbindelser), der krydser linieføringerne er begrænset i antal (Figur 11). Der løber flere korridorer langs med linieføringerne på strækningerne mellem Hjørring og Haselager, fra Hadsten til Hadbjerg og fra Skejby til vest for Tilst (mod Århus).

#### *Beskyttede naturtyper*

Enge og moser findes overalt i Danmark, og alle alternativer berører disse naturtyper. Der er flest enge og moser på Sjælland. Der findes flest overdrev på Asnæs, Røsnæs, nord for Svebølle, på Sjællands Odde, flere steder på Samsø og ved kysten for alternativ 2. Strandenge er repræsenteret på Asnæs, Røsnæs og Sjællands Odde. Der er registreret hede på Sjællands Odde og på enkeltspots i Jylland. Der findes utallige søer af forskellig størrelse på strækningen. Det er ikke muligt på grund af opløsningen på kortet og på dette stadie at udtale sig detaljeret, men alternativ 1 B berører flest søer. Sammenlagt berører alternativ 2 flest beskyttede naturtyper.

### *Fredede områder og fredede fortidsminder*

De fredede områder (Figur 13) varierer meget i størrelse. Forskellen mellem alternativerne er generelt lille, men alle alternativer gennemløber et større fredet område på Sjælland omkring Kirke Hvalsø, alternativ 1 A, B og C et område syd for Odder og alternativ 2 et område ved Hyllested. Samlet set berører alternativ 2 flest fredede områder.

Der findes mange fredede fortidsminder på alle strækninger, men de største koncentrationer findes på Sjælland nær Lejre, Røsnæs, Asnæs, Sydsamsø og i Jylland ved Hyllested og nær Uglebølle. Da der er mange fredede fortidsminder på Asnæs og Sydsamsø har alternativ C flest fortidsminder omkring linieføringen.

### *Kulturmiljøer*

Der findes bl.a. kulturmiljøer der berører alternativerne på Sjælland ved Kirke Hvalsø, Englerup, Nord for Herrestrup, Asnæs og Sjællands Odde, på Sydsamsø, og i Jylland flere steder på strækningen fra Hyllested til opsplittningen af vejanlægget. Alt i alt er det alternativ 1 C, der berører flest kulturmiljøer.

## **6.3 Konsekvenser**

I det følgende er gennemgået konsekvenser for støj, vandmiljø m.v. som det er muligt at vurdere på det foreliggende grundlag.

### **6.3.1 Støj**

I forbindelse med etableringen af en fast forbindelse over Kattegat vil der være støj fra både jernbane og motorvej. Rent støjmæssigt behandles de to typer støj forskelligt, og der er forskellige støjvilkår. Derfor er de behandlet i hvert sit afsnit.

#### *Togstøj*

Miljøstyrelsens vejledende grænseværdier for støj fra forbikørende tog (1997) kan ses af nedenstående tabel:

| Områdetype                                                                                                                                                      | Lden  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Rekreative områder i det åbne land, sommerhusområder, campingpladser ol.                                                                                        | 59 dB |
| Boligområder, børnehaver, vuggestuer, skoler og undervisningsbygninger, plejehjem, hospitaler ol. Desuden kolonihaver, udendørs opholdsarealer og bydelsparker. | 64 dB |
| Hoteller, kontorer mv.                                                                                                                                          | 69 dB |

Til støjmodellen bruges kildedata for danske togtyper. Der er taget udgangspunkt i kildedata for Øresundstoget, da der på nuværende tidspunkt ikke foreligger information om togtypen.

Overlagsberegninger af togstøjen er gennemført efter beregningsmodellen Nord2000. Der er til beregningerne anvendt beregningsprogrammet SoundPlan version 6.5 12-06-2008.

Der er udført beregninger under to forudsætninger. Dels at det omgivne terræn er hårdt svarende til at lyden udbreder sig over vand eller asfalt, dels at det omgivne terræn er blødt svarende til, at lyden udbreder sig over marker.

| Lden  | Blødt terræn<br>Afstand til grænseværdi | Hårdt terræn<br>Afstand til grænseværdi |
|-------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|
| 69 dB | < 25 meter                              | < 25 meter                              |
| 64 dB | < 25 meter                              | 50 meter                                |
| 59 dB | < 50 meter                              | 150 meter                               |

Som det kan ses af tabellen ovenfor, vil f.eks. boligområder i en afstand op til 50 meter fra banen afhængig af terræn blive påvirket med togstøj over de vejledende grænseværdier. Påvirkningen er størst, når lyden udbreder sig over hårdt terræn.

Der er ikke foretaget beregninger for jernbanetrafik med godsvogne. Støjen fra disse vil afhænge af typen af tog samt antallet af kørsler og hastighed. Godstog kører desuden overvejende om natten. Men det enkelte godstog støjer betydeligt mere end et persontog. Godstog på jernbanenettet vil således øge støjen yderligere.

#### Vejstøj

Miljøstyrelsens vejledende grænseværdier for støj fra veje (2007) fremgår af nedenstående tabel.

| Områdetype                                                                                                                                                      | Lden  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Rekreative områder i det åbne land, sommerhusområder, campingpladser ol.                                                                                        | 53 dB |
| Boligområder, børnehaver, vuggestuer, skoler og undervisningsbygninger, plejehjem, hospitaler ol. Desuden kolonihaver, udendørs opholdsarealer og bydelsparker. | 58 dB |
| Hoteller, kontorer mv.                                                                                                                                          | 63 dB |

Forskellen på køretøjer pr. år for de 2 løsningsforslag er meget lille og giver kun ca. 0,2 dB's forskel i støjbelastningen. Der er derfor benyttet de højeste trafiktal i beregningerne.

Der er gennemført overslagberegninger af vejstøjen efter beregningsmodellen Nord2000. Der er til beregningerne anvendt beregningsprogrammet SoundPlan version 6.5 12-06-2008..

Der er ligeledes udført bregninger under to forudsætninger, dels at det omgivne terræn er hårdt svarende til, at lyden udbreder sig over vand eller asfalt, dels at det omgivne terræn er blødt svarende til, at lyden udbreder sig over marker.

| Lden<br>(indikator på støj) | Blødt terræn<br>Afstand til grænseværdi | Hårdt terræn<br>Afstand til grænseværdi |
|-----------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|
| 63 dB                       | 250 meter                               | 250 meter                               |
| 58 dB                       | 500 meter                               | 750 meter                               |
| 53 dB                       | 1000 meter                              | 1500 meter                              |

Som det kan ses af tabellen, vil f.eks. boligområder i en afstand op til 750 meter fra vejanlægget afhængig af terræn bliver påvirket med vejstøj over de vejledende grænseværdier. Påvirkningen er størst, når lyden udbreder sig over hårdt terræn.

#### *Konklusion*

Beregningerne viser, at støjudbredelsen fra et vejanlæg er langt større end for tog. Der skal en mere detaljeret støjkortlægning til for at kunne pege på hvilken løsning, der er den bedste rent støjmæssigt. Der vil i alle alternativerne komme meget støj fra motorvejen, og der skal ske en betydelig afskærmning for at overholde de vejledende støjgrænser i omgivelserne. Ovenstående beregninger må dog betragtes som "worst case" beregninger, da man normalt under udbredelsen vil have en dæmpning fra bygninger, terræn og skærme. De steder, hvor motorvejen føres under terræn, vil der endvidere ske en betydelig skærmning fra terrænkanterne. Et nyanlæg i åbent land vil introducere en støjkilde i et område, der er forholdsvis upåvirket. Derfor vurderes alternativ 1 B at påvirke omgivelserne mindst, fordi alternativet indeholder en relativ lang strækning med et eksisterende anlæg, der skal opgraderes og udbygges.

#### 6.3.2 Vandmiljø

De væsentligste potentielle miljømæssige konsekvenser af broanlæg i alternativerne over Kattegat vurderes til at være påvirkninger af vandgennemstrømning og af sedimentspild i anlægsfasen. Med placeringen af alternativerne i en vis afstand fra Natura 2000 områderne forventes ikke forstyrrelser af fuglelivet, men det skal selvfølgelig konsekvensvurderes i en evt. VVM fase. Et kommende broanlæg må ikke påvirke vandudskiftningen negativt mellem Kattegat og Østersøen. Østersøen er afhængig af tilførslen fra Kattegat af tungt, salt og iltrigt vand for at sikre Østersøens dyre- og planteliv.

Sedimentfaner kan mindske sigtbarheden i vandet og dermed påvirke dyre- og planteliv lokalt og i større afstand fra anlægget afhængig af sedimentationsforholdene.

Erfaringer fra de danske broprojekter over Øresund og Storebælt har vist, at det er teknisk muligt at gennemføre en nul løsning for gennemstrømning af ilt, salt og vand ved hjælp af kompensationsafgravninger, der sikrer, at det samme areal af havbunden som funktion af dybden opretholdes. Der er for alle alternativerne over Kattegat et langt større strømningsareal sammenlignet med Storebælt og Øresund, som er smalle stræder til sammenligning. Derfor vurderes det muligt at undgå effekter på Østersøens miljø og at gennemføre en nul-løsning uanset valg af alternativ. Der er ikke grund til at antage, at gennemførelsen af en nul-løsning for en Kattegat forbindelse vil være væsentlig dyrere end for Øresunds- og Storebæltsprojekterne. Selvom der skal udføres flere kompensationsafgravninger i Kattegat, fordi strækningen er længere og antallet af bropiller større, er det formentlig nemmere at kompensere, fordi der er flere valgmuligheder i et større farvand sammenlignet med et smallere stræde.

Sedimentspild i anlægsfasen vurderes umiddelbart at udgøre et større problem. Men det har man også positive erfaringer med at kunne løse fra de andre projekter.

Samlet set vurderes de miljømæssige problemer for hvert alternativ rent teknisk at kunne løses, og derfor kan der ikke peges på et alternativ frem for et andet.

Hvor der i dag er en vej eller jernbane, er der allerede både visuelle og barriere effekter. Derfor bliver effekterne ikke så store ved en udvidelse af det eksisterende anlæg eller ved etablering af et nyt anlæg tæt på det eksisterende. Et nyt anlæg i åbent "uberørt" anlæg vil medføre visuelle og barrieremæssige effekter. Disse kan minimeres ved en række forskellige tilpasninger af anlægget til landskabet og ved at sikre passagemulighed for dyr og mennesker i tilstrækkelig grad.

#### **6.4 Sammenligning af linjeføringer**

I Tabel 13 er foretaget en sammenligning relativt af alternativerne for hver miljøparameter. Flest plusser indikerer det alternativ, som vil påvirke omgivelserne mindst i forhold til de andre alternativer - forenklet sagt: Flest plusser, bedste løsning. Sammenligningen er relativ og det giver ingen mening at tælle plusser sammen eller sammenligne på tværs af miljøparameter. Tabellen er udarbejdet for at give et overblik og forenkle tolkningen af GIS kort samt tabellen i bilag 2.



Tabel 13: Sammenligning af alternativerne relativt i forhold til hinanden for hver miljøparameter (færrest plusser betyder flest berørte områder).

| Vurdering af alternativer                          | Alternativ 1 A | Alternativ 1 B – Lejre til endestation | Alternativ 1 C – Lejre til endestation | Alternativ 2 | Bemærkninger                                                                                                    |
|----------------------------------------------------|----------------|----------------------------------------|----------------------------------------|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Miljøparametre                                     |                |                                        |                                        |              |                                                                                                                 |
| Barriereeffekt                                     | ++             | +++                                    | ++                                     | +            | Alternativ 2 har den længste uberørte strækning, alternativ 1 B den korteste.                                   |
| Visuel effekt                                      | ++             | +++                                    | ++                                     | +            | -                                                                                                               |
| Støj og vibrationer                                | ++             | +++                                    | ++                                     | +            | -                                                                                                               |
| Nærliggende Natura 2000 områder                    | ++             | +                                      | ++                                     | +++          | Alternativ 2 passerer færrest områder. Alternativ 1 A og 1 C passerer tæt forbi H137 og 1 B kører igennem H137. |
| Biologiske interesseområder (spredningskorridorer) | +++            | ++                                     | +++                                    | +            | Alternativ 2 krydser flest spredningskorridorer.                                                                |
| Beskyttede naturtyper jf. § 3                      | ++             | +++<br>+                               | +++                                    | +            | Alternativ 2 berører flest beskyttede naturtyper.                                                               |
| Søer                                               | ++             | +                                      | +++                                    | ++++         | Alternativ 1 B krydser flest søer.                                                                              |
| Vandløb                                            | ++             | +                                      | +++                                    | ++++         | Alternativ 1 B krydser flest vandløb (men der er et anlæg i forvejen)                                           |
| Potentielle vådområder                             | +              | +++<br>+                               | +++                                    | ++           | Ikke stor forskel mellem alternativer. 1B var anlagt før udpegningen af vådområder.                             |
| Fredede områder                                    | +++            | +++                                    | ++                                     | +            | Alternativ 2 gennemløber flest fredede områder, men forskellen mellem alternativerne er lille.                  |
| Fortidsminder                                      | +++            | +++<br>+                               | +                                      | ++           | Alternativ 1 C har flest fortidsminder omkring linjeføringen.                                                   |
| Kulturhistoriske værdier                           | +              | +++<br>+                               | ++                                     | +++          | Alternativ 1 A gennemløber flest områder af kulturhistorisk værdi, men lille forskel mellem alternativer        |
| Havvindmølleparker                                 | ++             | ++                                     | +                                      | +++          | Alternativ 1 C passerer tættest på vindmøllepark, ingen møller ved alternativ 2.                                |

Tabellen viser, at 1B har de fleste "4 plusser" og få "1 plus", og skulle derfor være bedst miljømæssigt set. Det skyldes at alternativ 1 B har den korteste uberørte strækning, da alternativet primært består af opgradering af vej og bane på Sjællandsdelen. Alternativ 1 B skal på en nyanlagt strækning for både vej og bane

køre igennem et Natura 2000 område, hvilket tæller ned i forhold til valg af linieføring. Alternativ 2 har næstflest "4 plusser", og udmærker sig ved at passere færrest Natura 2000 områder. Alternativ 2 har også flere strækninger, der skal opgraderes. Alternativ 1 B og alternativ 2 er de alternativer, der gennemløber en korridor med flest beskyttede naturtyper. Alternativ 1 B krydser mange søer. Naturkvaliteten af de beskyttede naturtyper kan være meget forskellig, og derfor vil graden af påvirkning vurderes meget forskelligt. Områderne, der berøres, kan være meget forskellige kvalitetsmæssigt og derfor kan der ikke på nuværende tidspunkt siges noget om påvirkningerne, og dermed behovet og omfanget af afværgeforanstaltninger.

I projektet skal der som minimum afværges for påvirkninger af støj. Støjudbredelsen fra vejanlægget vil være større end fra jernbanen. Herudover skal der etableres forskellige former for faunapassager afhængigt af hvilke dyrearter, der er afhængige af at krydse anlægget for at sikre artens overlevelse, og der vil skulle etableres erstatningsbiotoper. Der er i overslagene over anlægsøkonomi regnet med enhedspriser for afværgeforanstaltninger for både vej og bane, og på den måde ikke skelnet mellem afværgeforanstaltninger for hvert alternativ. I forhold til det samlede anlægsbudget vil udgifterne til afværgeforanstaltninger være små og sandsynligvis ikke udgøre en afgørende forskel alternativerne imellem.

## 7 TRAFIKALE FORHOLD

Et meget væsentligt formål med en Kattegatforbindelse er, at skabe en hurtig forbindelse for tog og biler mellem Sjælland og Midt- og Nordjylland. I dette kapitel ses derfor nærmere på, hvad de trafikale effekter af en Kattegatforbindelse vil være.

Udover anlægsudgifterne er det især den fremtidige trafik på en Kattegatforbindelse, der er afgørende for økonomien i projektet. Der er imidlertid knyttet betydelig usikkerhed til trafikudviklingen fremover, og nedenstående analyser af de trafikale effekter er baseret på meget forsimplede forudsætninger om trafikudviklingen mv. Hvis det besluttet at arbejde videre med projektet vil det være særlig relevant at vurdere de trafikale effekter nærmere.

### 7.1 Rejsetider

En kattegatforbindelse vil reducere rejselængden og dermed også rejsetiden for en del af de personer som i dag benytter Storebæltsforbindelsen. De nuværende samt fremtidige rejsetider ses af Tabel 14. Desuden angives de procentvise besparelser ved at anvende Kattegatforbindelsen frem for de nuværende ruter mellem København og en række destinationer i Jylland.

Tabel 14: Nuværende og fremtidige rejsetider.

|                              | Samlet rejsetid via Kattegat [min.] | Nuværende rejsetid via Storebælt [min.] | %   | Nuværende rejsetid via Kattegat [min.] | %   |
|------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------|-----|----------------------------------------|-----|
| <b>Alternativ 1A</b>         |                                     |                                         |     |                                        |     |
| København H - Århus H (bane) | 73                                  | 180                                     | 59% | -                                      | -   |
| København - Århus (vej)      | 120                                 | 189                                     | 36% | 184                                    | 35% |
| København - Horsens (vej)    | 122                                 | 159                                     | 23% | -                                      | -   |
| København - Aalborg (vej)    | 184                                 | 252                                     | 27% | 255                                    | 28% |
| <b>Alternativ 1B</b>         |                                     |                                         |     |                                        |     |
| København H - Århus H (bane) | 81                                  | 180                                     | 55% | -                                      | -   |
| København - Århus (vej)      | 121                                 | 189                                     | 36% | 184                                    | 34% |
| København - Horsens (vej)    | 122                                 | 159                                     | 23% | -                                      | -   |
| København - Aalborg (vej)    | 185                                 | 252                                     | 27% | 255                                    | 28% |
| <b>Alternativ 1C</b>         |                                     |                                         |     |                                        |     |
| København H - Århus H (bane) | 75                                  | 180                                     | 58% | -                                      | -   |
| København - Århus (vej)      | 125                                 | 189                                     | 36% | 184                                    | 32% |
| København - Horsens (vej)    | 126                                 | 159                                     | 21% | -                                      | -   |
| København - Aalborg (vej)    | 189                                 | 252                                     | 25% | 255                                    | 26% |
| <b>Alternativ 2</b>          |                                     |                                         |     |                                        |     |
| København H - Århus H (bane) | 80                                  | 180                                     | 56% | -                                      | -   |
| København - Århus (vej)      | 136                                 | 189                                     | 28% | 184                                    | 26% |
| København - Horsens (vej)    | 157                                 | 159                                     | 1%  | -                                      | -   |
| København - Aalborg (vej)    | 177                                 | 252                                     | 30% | 255                                    | 31% |

Anm.: % angiver besparelsen ved Kattegatforbindelsen i forhold til de nuværende rejsetider.

De nuværende rejsetider er fundet via [www.rejseplan.dk](http://www.rejseplan.dk) samt [www.krak.dk](http://www.krak.dk). I forbindelse med rejsetiderne med bil via Kattegat er tillagt en ventetid på halvdelen af tidsrummet mellem færgeafgangene. De fremtidige rejsetider er fundet ved at anvende antal km samt gennemsnitlige hastigheder på strækningen.

Som det ses af tabellen, er der generelt ikke er den store forskel i rejsetidsbesparelsen mellem de forskellige alternativer. De største tidsbesparelser vil ske mellem København og Århus - især ved togrejser. En rejsetid på knap omkring 1 time og 15 min svarende til en reduktion på knap 2/3 vil betyde, at byerne knyttes tættere sammen og en effekt heraf vil være en stigning i rejser mellem de to byer. Rejsetidsbesparelsen for bilisterne er meget afhængig af destinationen og af, om de i udgangssituationen benytter Storebæltsbroen eller den nuværende færgeforbindelse.

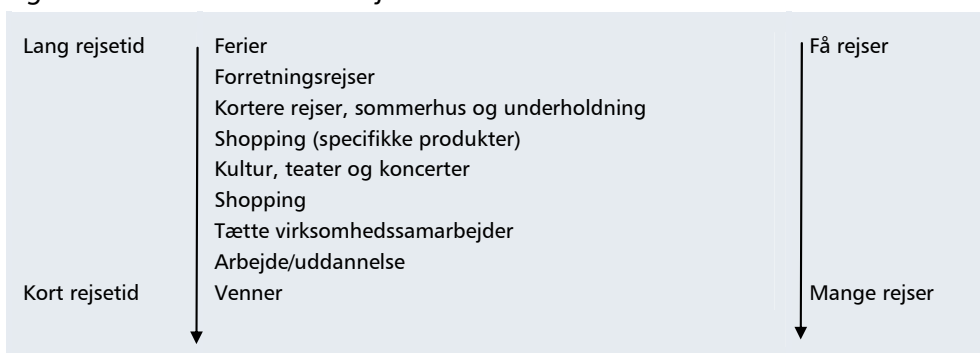
I tabellen nedenfor er angivet nogle relevante nuværende og fremtidige rejseafstande.

Tabel 15: Nuværende og fremtidige rejseafstande.

|                                     | Storebælt | Alternativ 1A | Alternativ 1B | Alternativ 1C | Alternativ 2 |
|-------------------------------------|-----------|---------------|---------------|---------------|--------------|
| <b>København H - Århus H (bane)</b> | 330 km    | 194 km        | 209 km        | 202 km        | 221 km       |
| - besparelse                        | -         | -136          | -121          | -128          | -109         |
| <b>København - Århus (vej)</b>      | 303 km    | 198 km        | 200 km        | 206 km        | 222 km       |
| - besparelse                        | -         | -105          | -103          | -97           | -81          |
| <b>København - Horsens (vej)</b>    | 264 km    | 200 km        | 202 km        | 208 km        | 262 km       |
| - besparelse                        | -         | -64           | -62           | -56           | -2           |
| <b>København - Aalborg (vej)</b>    | 415 km    | 310 km        | 312 km        | 318 km        | 301 km       |
| - besparelse                        | -         | -105          | -103          | -97           | -114         |

Figur 15 illustrerer effekten af kortere rejsetider, forstået på den måde, at jo kortere rejsetiden er, desto flere rejser bliver der foretaget. Kattegatforbindelsen vil dermed være med til at koble landsdelene bedre sammen. Med en transporttid på godt en time, vil det være muligt at bo i Århus og arbejde/studere i København eller omvendt. Erhvervslivet vil også kunne drage fordel af den nye forbindelse, ved styrket samarbejde på tværs af de to landsdele, da medarbejdere, samarbejdspartnere m.v. hurtigt kan komme frem og tilbage.

Figur 15: Effekter af kortere rejsetider.



## Boks 2. Udenlandske erfaringer med effekten af højhastighedsbaner

Erfaringerne fra etableringen af de franske og hollandske højhastighedsbaner er, at der er meget stor spredning på den relative stigning som en lavere rejsetid med bane mellem storbyer medfører.

Ved nye relationer, hvor rejsetiden er for stor til at der genereres pendlingsrejser, er den realiserede relative stigning i passagertallet ofte svarende til en elasticitet på -1 til -2, men både større og mindre end dette er observeret. Der er i nærværende rapport benyttet en elasticitet på -0,5, dels pga. den bedre fremkommelighed for biltrafikken i Danmark dels ud fra en forsigtighedsbetragtning.

Ved nye relationer, hvor rejsetiden efter opgraderingen er så kort, at der opstår pendlingsrejser, er der realiseret endog meget drastiske stigninger i passagertallene. For tilsvarende relationer som Købehavn – Århus er stigninger svarende til en elasticitet på -4,5 realiseret. I nærværende rapport er benyttet et pendlingspotentiale, som svarer til en elasticitet på -3, af samme årsager som nævnt overfor.

## 7.2 Forudsætninger for beregning af trafikpotentialet.

I det følgende beskrives effekterne på hhv. bane- og biltrafikken, idet der er gjort følgende antagelser:

- I afsnittet er trafikpotentialerne opgjort – dette vil sige at alle rejsende, som opnår en kortere rejsetid med en ny Kattegatforbindelse, forudsættes at benytte denne frem for Storebæltsforbindelsen uanset at nogle pga. forskelle i omkostninger (kørselsomkostninger, takster, værdi af rejsetid) vil benytte Storebæltsforbindelsen.
- Det forudsættes generelt, at der ikke sker en overflytning af rejser mellem vej og bane – til trods for det ændrede konkurrenceforhold til banens fordel. En overflytning af rejser kræver, at rejserne er banenære, at turformålet gør rejse med bane attraktivt, samt at trafikanten i øvrigt er "overflytbar" (dvs. ikke er inkarneret bilist). Det vurderes, at kun en marginal del af rejserne på vej opfylder disse kriterier.
- Trafikspringet, dvs. korttids stigningen i trafikken på både vej og bane, estimeres ved brug af en rejsetidselasticitet<sup>26</sup> på -0,5 baseret på bl.a. hollandske erfaringer.
- En overflytning af flyrejser til bil eller bane er ikke indregnet. I forbindelse med åbningen af Storebæltsforbindelsen er der sket et markant fald i øst-vest indenrigsflyvning, og det vurderes, at potentialet for yderligere overflytning er beskedent i forhold til de øvrige trafikale effekter.
- Der er ikke i estimerne taget hensyn til at en vis - men formentlig begrænset - del af trafikken fra Århus til Sjælland har rejsemål udenfor Hovedstadsområdet. Til gengæld er der heller ikke taget hensyn til at der vil opstå nye rejser mellem det nordvestlige Sjælland og Jylland på grund af den forbedrede mobilitet.
- For banerejsernes vedkommende opstår der med en Kattegatforbindelse en rejsetid fra centrum til centrum på lidt over en time og dermed mulighed for, at der på længere sigt opstår pendlerrejser, dvs. bolig-arbejdsstedsrejser. Erfaringer fra udlandet, primært TGV-forbindelserne mellem de større franske byer, tyder på at der på lang sigt kan skabes op til 30.000 pendlingsrejser pr. hverdag eller ca. 10 mio. rejser pr. år mellem København og Århus<sup>27</sup>. Rejsetal-

<sup>26</sup> En elasticitet på X over for en given parameter f.eks. rejsetid betyder, at hvis rejsetiden ændres med Y pct. så ændres antallet af rejser med X gange Y pct. En elasticitet på -0,5 betyder således, at hvis rejsetiden halveres (ændres med -50 pct), så stiger rejsetallet med  $(-0,5) * (-50 \text{ pct.}) = +25 \text{ pct.}$

<sup>27</sup> Et studie foretaget af det hollandske firma Witteveen +Bos Consulting Engineers bl.a. af den franske TGV bane mellem Lyon og Paris viser, at det mulige antal rejser vil ligge mellem 6,7 og 20,6 mio. rejser pr år. Derudfra er der foretaget en vurdering af rejseantallet i forhold til bystørrelserne, og det

lene er nedenfor angivet både med og uden dette pendlingspotentiale, som må anses for at være en øvre grænse for pendling.

### *Boks 3: Trafikmodeller.*

Sammen med anlægsudgifterne er det især den fremtidige trafik på en Kattegatforbindelse, der er afgørende for, om økonomien kan komme til at hænge fornuftigt sammen. Der er imidlertid betydelig knyttet betydelig usikkerhed til trafikudviklingen fremover.

Det skyldes primært, at projektet har en tidshorizont på 40-50 år, og det er naturligvis særdeles vanskeligt at forudsige trafikudviklingen så langt frem tiden. Den vil afhænge af en stribe forhold som fx samfundsudviklingen generelt, herunder den økonomiske vækst, benzinpriserne og kørselsomkostningerne i det hele taget, tilgængelighed og trængsel, hvor mange indbyggere der har bil og disses transportvaner og -præferencer, handelsmønstre og dermed godsudviklingen osv. Væksten i antallet af togrejser afhænger endvidere af de tilbud, der gives i form af antal afgang, rejsetid mv.

For at holde styr på alle disse effekter og deres indbyrdes sammenhæng vil man normalt tage udgangspunkt i trafikmodeller, der netop er konstrueret til håndtere dette. Der findes imidlertid ikke en færdigudviklet model, der er egnet til denne analyse. At der er behov for bedre trafikmodeller afspejler sig også i betænkningen fra Infrastrukturkommissionen, hvor der anbefales en styrkelse af beslutningsgrundlaget gennem udviklingen af et landsdækkende trafikmodelsystem, der omfatter de forskellige transportformer og deres sammenhæng.

En Kattegatforbindelse vil imidlertid ændre tilgængeligheden og mobiliteten i store dele af landet og dermed formentlig også på langt sigt på bosætningsmønstret, hvilket trafikmodeller ofte har svært ved at forudsige.

I stedet for at anvende en trafikmodel er der i denne rapport i stedet lagt nogle overordnede forudsætninger om elasticiteter og trafikvækst til grund for beregningerne. På vejområdet er der taget udgangspunkt i Sund & Bælts trafikmodel. I følge denne regnes med en årlig langsigtet vækst i vejtrafikken på 1½ pct., og denne vækstforudsætning ligger således til grund for Sund & Bælts beregninger af tilbagebetalingstider for Storebæltsforbindelsen. Hidtil har væksten i trafikken på Storebæltsforbindelsen været noget større, og set i dette lys er forudsætningen muligvis konservativ. Infrastrukturkommissionen regner med en årlig vækst i vejtrafikken på 2,2 pct. frem til 2030.

Vedr. rejser med tog regner Trafikstyrelsen med en årlig vækst på 2,15 pct. på strækningen mellem København og Midt-/Nordjylland, og denne vækstforudsætning er lagt til grund for analyserne i denne rapport. For rejser med tog regner Infrastrukturkommissionen med en årlig vækst på 0,2 - 0,4 pct. frem til 2030, idet den bl.a. forudsætter, at der ikke sker serviceforbedringer. Kommissionen dog forventer betydelige forskelle mellem de enkelte strækninger.

Ved i denne analyse at anvende Sund & Bælts forudsætninger vedr. væksten i vejtrafikken og oplysninger fra Trafikstyrelsen vedr. væksten i banetrafikken bruges nogle forudsætninger, der stemmer så godt overens som muligt med de forudsætninger, der i øvrigt anvendes i den statslige trafikplanlægning.

## **7.3 Potentialer for togtrafikken**

I dette afsnit ses på trafikpotentialet for togtrafikken. Afsnittet er opdelt i to. Først ses på den eksisterende trafik, herefter på den fremtidige.

---

vurderes, at der vil kunne være ca. 10 mio. rejser pr. år mellem København og Århus. Dette underbygges yderligere af antallet af rejser mellem Malmø og København.

### Eksisterende trafik

En togrejse fra København H til Århus H tager i en normalsituation lidt under 3 timer, selv om rejsetiden p.t. er længere på grund af midlertidige hastighedsnedsættelser<sup>28</sup>.

Der var i 2006 knap 10 mio. kollektivrejser årligt mellem det midt- og nordjyske område og København. Langt den overvejende del af disse er med bane, men der er også en lille andel af busrejser. Rejserne fordeler sig geografisk som angivet i Tabel 16.

Tabel 16: Antal kollektivrejser (1.000) over Storebælt og Kattegat pr. år

|                          | 2006         | Andel som vil opnå en tidsgevinst i alternativ 1A-C | Antal som vil få gevinst alternativ 1A-C | Andel som vil få gevinst alternativ 2 | Antal som vil få gevinst alternativ 2 |
|--------------------------|--------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| Nordjylland              | 931          | 100 %                                               | 931                                      | 100 %                                 | 931                                   |
| Århus                    | 1.742        | 100 %                                               | 1.742                                    | 100 %                                 | 1.742                                 |
| Viborg                   | 481          | 100 %                                               | 481                                      | 100 %                                 | 481                                   |
| Ringkøbing               | 547          | 50 %                                                | 274                                      | 25 %                                  | 137                                   |
| Vejle                    | 1.529        | 33 %                                                | 505                                      | 0 %                                   | 0                                     |
| Ribe, Sønderjylland, Fyn | 4.213        | 0 %                                                 | -                                        | 0 %                                   | 0                                     |
| <b>I alt</b>             | <b>9.443</b> |                                                     | <b>3.932</b>                             |                                       | <b>3.291</b>                          |

Kilde: Bilfærgernes Rederiforening (2008) og egne vurderinger.

I tabellen er endvidere angivet, hvor stor en andel af de kollektive rejsende som vil få en tidsmæssig gevinst ved at benytte en Kattegatforbindelse. Fælles for samtlige alternativer er, at alle rejsende fra de gamle amter Nordjylland, Århus og Viborg forudsættes at opnå en besparelse. Det er derimod kun en delmængde af de rejsende fra de resterende angivne amter i tabellen, som vurderes at opnå en besparelse. Samlet set vil ca. 42 pct. for Alternativ 1A-C og ca. 35 pct. for alternativ 2 opnå en rejsetidsbesparelse ved benyttelse af Kattegatforbindelsen frem for Storebæltsforbindelsen eller de eksisterende færgeforbindelser. Dette svarer til henholdsvis knap 4 og 3,3 mio. kollektive rejsende årligt.

<sup>28</sup> Den totale rejsetid for den togrejsende består dog ud over selve køretiden af tilbringertid inkl. ventetid.



### Den fremtidige trafik

I henhold til oplysninger fra Trafikstyrelsen forventes en årlig vækst i antallet af kollektive rejser på 2,15 pct. frem til 2018. Denne vækst er her forudsat også efter 2018.

De undersøgte løsninger vil som vist i Tabel 14 ovenfor medføre markante reduktioner i rejsetider. Når der tages højde for, at tidsbesparelsen afhænger af den rejsendes til- og fradestination, fås, at rejsetidsbesparelsen er ca. 50 pct. Anvendes en typisk rejsetidselasticitet (forudsat uændret frekvens) på -0,5 opnås derfor en stigning i passagerantal (trafikspring) på ca. 25 pct. Dette er et relativt højt trafikspring, hvilket imidlertid forekommer sandsynligt den meget store rejsetidsforbedring taget i betragtning. I nedenstående tabel er det antaget, at trafikspringet vil blive realiseret samme år som broen åbner. Reelt vil trafikspringet dog ske gradvis gennem en årrække. Dette er der taget hensyn til i takstberegningerne i kapitel 9. Udover trafikspring er det også muligt, at der vil opstå pendling. Det maksimalt mulige pendlingspotentiale forventes at være 30.000 rejser pr. arbejdsdag.

Tabel 17: Estimerede trafikale potentialer (banetrafik) for en fast forbindelse over Kattegat i 2020.

|                                            | Alternativ 1A | Alternativ 1B | Alternativ 1C | Alternativ 2 |
|--------------------------------------------|---------------|---------------|---------------|--------------|
| Kollektive rejser m. ny forbindelse (mio.) | 5,3           | 5,3           | 5,3           | 4,4          |
| Trafikspring                               | 25 %          | 23,8 %        | 25 %          | 23,8 %       |
| I alt inkl. trafikspring (mio.)            | 6,6           | 6,6           | 6,6           | 5,5          |
| I alt inkl. maks. pendling (mio.)          | 15,9          | 15,9          | 15,9          | 14,8         |

### 7.4 Potentialer for biltrafikken

I lighed med foregående afsnit belyses først den eksisterende trafik og herefter det fremtidige potentiale.

#### Eksisterende trafik

En rejse med bil fra København C til Århus C tager i dag 3 timer og 10 min via Storebælt. Rejsetiden er kortere med katamaran-færgen mellem Sjælland-Djursland. Der er dog relativt store intervaller mellem afgangene.

I 2006 var der godt 11 mio. køretøjer mellem Midt-/Nordjylland og Hovedstadsområdet. Rejserne fordeler sig geografisk som angivet i Tabel 18. Af den angivne trafik benytter ca. 90 pct. af personbilerne og ca. 86 pct. af lastbilerne Storebæltsforbindelsen, de øvrige benytter Kattegatfærgerne.

Tabel 18: Antal køretøjer over Storebælt og Kattegat (2006-tal).

|                          | Personbiler      |                  | Lastbiler        |                |
|--------------------------|------------------|------------------|------------------|----------------|
|                          | Storebælt        | Kattegat         | Storebælt        | Kattegat       |
| Nordjylland              | 795.833          | 261.201          | 108.306          | 47.687         |
| Århus                    | 1.414.815        | 642.958          | 192.544          | 117.384        |
| Viborg                   | 442.130          | 70.323           | 60.170           | 12.839         |
| Ringkøbing               | 530.556          | 20.092           | 72.204           | 3.668          |
| Vejle                    | 1.503.241        | 10.046           | 204.578          | 1.834          |
| Ribe, Sønderjylland, Fyn | 4.156.018        | -                | 565.598          | -              |
| <b>I alt</b>             | <b>8.842.593</b> | <b>1.004.620</b> | <b>1.203.400</b> | <b>183.412</b> |

Kilde: Bilfærgernes Rederiforening (2008).

I lighed med de kollektive rejsende er det ikke alle bilister, som vil opnå en tidsmæssig gevinst ved at benytte Kattegatforbindelsen. Nedenstående tabel viser de forventede andele og det som følge heraf ventede antal køretøjer.

Tabel 19: Antal køretøjer (1.000) over Storebælt og Kattegat pr. år (2006 tal).

|                          | I dag         | Andel som vil opnå en tidsgevinst i alternativ 1A-C | Antal som vil få gevinst alternativ 1A-C | Andel som vil få gevinst alternativ 2 | Antal som vil få gevinst alternativ 2 |
|--------------------------|---------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| Nordjylland              | 1.213         | 100 %                                               | 1.213                                    | 100 %                                 | 1.213                                 |
| Århus                    | 2.368         | 100 %                                               | 2.368                                    | 100 %                                 | 2.368                                 |
| Viborg                   | 594           | 100 %                                               | 594                                      | 100 %                                 | 594                                   |
| Ringkøbing               | 626           | 50 %                                                | 313                                      | 25 %                                  | 157                                   |
| Vejle                    | 1.719         | 33 %                                                | 567                                      | 0 %                                   | 0                                     |
| Ribe, Sønderjylland, Fyn | 4.722         | 0 %                                                 | 0                                        | 0 %                                   | 0                                     |
| <b>I alt</b>             | <b>11.242</b> |                                                     | <b>5.055</b>                             |                                       | <b>4.332</b>                          |

Af de i Tabel 19 angivne rejser vil ca. 45 pct. i Alternativ 1A-C og ca. 38 pct. i alternativ 2 opnå en rejsetidsbesparelse ved benyttelse af Kattegatforbindelsen frem for Storebæltsforbindelsen eller de eksisterende færgeforbindelser.

#### Den fremtidige trafik

I forbindelse med fremskrivningen forudsættes en årlig generel vækst i vejtrafikken på 1,5 pct. svarende til Sund & Bælts forudsætninger for den langsigtede trafikudvikling på Storebæltsforbindelsen.

Benyttelse af en kattegatforbindelse vil gennemsnitligt give en tidsbesparelse på 26 – 30 pct. Anvendes igen en typisk rejsetidselasticitet på -0,5 opnås en stigning i antallet køretøjer på 13 – 15 pct. Herved vil det potentielle trafikgrundlag for køretøjer blive som angivet i Tabel 20. Af det angivne antal køretøjer udgør lastbiler ca. 12 pct. Modsat kollektive rejsende vurderes det ikke, at de resulterende rejsetider mellem København og Århus vil medføre et nævneværdigt antal pendlingsrejser med bil.

*Tabel 20: Estimerede trafikale potentialer (vejtrafik) ved en Kattegatforbindelse, mio. køretøjer.*

|                                   | Alternativ 1A | Alternativ 1B | Alternativ 1C | Alternativ 2 |
|-----------------------------------|---------------|---------------|---------------|--------------|
| Antal køretøjer i 2020 pga. vækst | 6,2           | 6,2           | 6,2           | 5,3          |
| Trafikspring                      | 15,2 %        | 15,2 %        | 15,2 %        | 13 %         |
| I alt                             | 7,2           | 7,2           | 7,2           | 6,0          |

### 7.5 Regionale effekter

For Samsø vil en fast forbindelse over Kattegat, med trafikmæssig forbindelse til Samsø, medføre en del ændringer. Fx er det muligt at der vil ske en større bosættelse på Samsø, med nye beboere som pendler til Jylland / Sjælland. Endvidere er det muligt at Samsø blive en lokaliseringsmulighed for virksomheder, således at nye, formentlig mindre virksomheder, vil etablere sig på Samsø. Alt i alt er det sandsynligt at øens karakter og karakteristika ændre sig som følge af en fast forbindelse.

Det er ikke kun Samsø som vil blive påvirket. Også langs de øvrige strækninger, som vil være beliggende tæt på den nye forbindelse, vil der på sigt ske ændringer i lokalisering af både boliger og virksomheder.

### 7.6 Aflastning af eksisterende infrastruktur

Såfremt de angivne trafikpotentialer mht. trafik over en Kattegatforbindelse realiseres, vil der ske en aflastning af trafikken over Storebælt på 30 - 40 pct.

En Kattegatforbindelse vurderes derimod ikke at ville påvirke Vejlefjordbroen i større omfang. Vejlefjord broen er i dag hård belastet primært af lokal trafik fra især Trekantområdet. Aflastningen vurderes derfor kun at være omkring 10 – 20 pct. af trafikken på Vejlefjordbroen. Lillebæltsbroen forventes ligeledes at kunne aflastes med omkring 10-20 pct.

## 8 INDTÆGTER OG UDGIFTER FOR ET KATTEGAT-SELSKAB

I dette kapitel beskrives hvilke indtægter og udgifter, der vil være for det selskab, der står for forbindelsen, når der tages udgangspunkt i, at en Kattegatforbindelse finansieres og organiseres ud fra en "Storebæltsmodel".

I kapitlet fokuseres kun på de udgifter og indtægter, der vil tilfalde selskabet bag Kattegatforbindelsen. Der indregnes med andre ord fx ikke sparede udgifter til opgradering af andre veje og banestrækninger, ligesom evt. indtægtstab for Storebæltsforbindelsen ikke indregnes. Det må forventes, at en fast forbindelse over Kattegat vil medføre lavere trafik på Storebæltsforbindelsen og længere tilbagebetalingstid.

### 8.1 "Storebæltsmodellen"

Storebæltsbroen, den faste forbindelse over Øresund og en kommende bro over Femern Bælt bygger på nogenlunde samme grundlag og forudsætninger, som der er gode erfaringer med. Det er derfor lagt til grund, at en evt. Kattegatforbindelse bygger på en tilsvarende model og principper - her kaldet "Storebæltsmodellen".

Mere konkret tager denne model udgangspunkt i følgende forudsætninger. En del af forudsætningerne og implikationerne heraf udbygges i de følgende afsnit:

- Den faste forbindelse over Kattegat vil blive betalt af brugerne, dvs. bilisterne og jernbanen.
- Jernbanens betaling for at bruge forbindelsen udgør en fast betaling.
- Kattegatforbindelsen bliver ejet af et broselkskab (i det følgende kaldet Kattegatselskabet), som tilvejebringer finansieringen af udgifterne til etablering af broforbindelsen ved optagelse af lån på de internationale kapitalmarkeder.
- Den danske stat stiller som ejer garanti for de lån, som Kattegatselskabet optager til finansiering af udgifterne. Herved kan Kattegatselskabet finansiere anlægsudgiften til den lavest mulige rente, svarende til den rente staten kan låne til.
- Der forudsættes en realrente på 3½ pct. Dette er lagt til grund ved de finansielle beregninger af Femern projektet, og dette realrenteniveau lægger Sund & Bælt til grund for sine beregninger af tilbagebetalingstider for den del af

gælden, der ikke allerede er optaget lån for i de to eksisterende forbindelser. En del af renterne er en garantiprovision på 0,15 pct. for statsgarantien.

- Projektet skal som udgangspunkt have en tilbagebetalingstid på 30 år. Ved projektet forstås kyst til kyst forbindelsen samt de nødvendige landanlæg.
- Forbindelsen kommer til at ligne Storebæltsforbindelsen. Erfaringsdata/enhedspriser fra Storebæltsforbindelsen vedr. drift, vedligehold og reinvesteringer kan derfor anvendes som grundlag for skønnene over driftsudgifterne.
- Kattegatselskabet har ikke forbindelse til nogen af selskaberne i Sund & Bælt. Det betyder bl.a., at der ikke sker sambeskatning med andre broelskaber<sup>29</sup>.

## 8.2 Udgifter

Udover selve anlægsudgiften og finansieringen af denne vil Kattegatselskabet have udgifter til drift, vedligeholdelse mv.

### 8.2.1 Anlægsudgiften

Den samlede anlægssum er opgjort i kapitel 5. Broen og de tilhørende landanlæg vil ikke blive etableret på et enkelt år, idet anlægsudgifterne vil være spredt ud over en længere periode. Til brug for beregninger af den samlede økonomi i projektet er det nødvendigt at vide, hvornår de enkelte anlægsudgifter kommer. Dette har dels betydning for den renteudgift, der løber på i løbet af byggeperioden (byggerenter), dels ved beregninger af den samlede pengestrøm, der er afgørende for takstberegningerne.

Det forventes, at broen og de tilførende landanlæg vil kunne etableres på 7 år. Under antagelse af at der træffes politisk beslutning om en projekteringslov i efteråret 2008, kan projektet startes op i 2009. Efter der er lavet en række undersøgelser, herunder VVM-undersøgelser, og en anlægslov er vedtaget, vil byggefasen kunne påbegyndes 2013, således at forbindelsen kan stå færdig primo 2020. Et sådan forløb svarer i store træk til forløbet vedr. Femernforbindelsen, hvor der regnes med en anlægslov i 2008, herefter der skal laves VVM-undersøgelser, så byggefasen kan gå i gang i 2012, hvorved broen over Femern Bælt ventes at stå færdig i 2018.

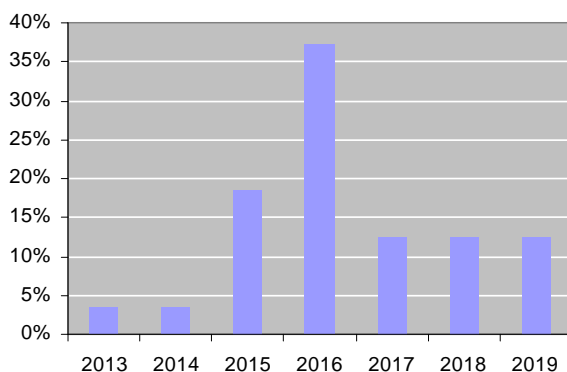
Langt hovedparten af omkostningerne til forbindelsen vil komme i forbindelse med selve byggeriet og således fordele sig i perioden 2015 til 2019. Udgifterne kan ikke forventes at være jævnt fordelt gennem hele perioden, men formodes at have et forløb som illustreret i nedenstående Figur 16. 6-7 pct. af den samlede anlægsomkostning går til projektering og udbud. I byggeriets første år vil arbej-

---

<sup>29</sup> Gældsafviklingen i A/S Øresund er forbundet med udviklingen i A/S Storebælt som følge, at selskaberne har valgt at være sambeskattede. Det indebærer, at selskabsskatten beregnes under ét for begge selskaber, og at underskud i et selskab kan modregnes i overskud i et andet. Hvis der hermed opnås en besparelse, betales der et sambeskatningsbidrag til det underskudgivende selskab, svarende til værdien af den sparede selskabsskat.

det primært omfatte fundering og jordarbejde, mens materialeindkøbet først sker i byggeriets andet år. Det forudsættes, at størstedelen af materialeindkøbet vil ske indenfor samme år, da det herved er muligt at opnå de største rabatter. Det er således i projektets fjerde år, at den største enkeltstående udgift falder.

Figur 16: Fordeling af anlægsudgifter i projekterings- og byggeperiode.



Ved vurdering af den samlede udgift til projektet er det som nævnt også nødvendigt at indregne byggerenter. Den samlede anlægsudgift kan opgøres som en sum af anlægsudgifterne i de enkelte år. Da udgifterne imidlertid først kommer om 5-10 år, vil nutidsværdien af anlægsudgiften være mindre. Dette skyldes, at udgifter, der falder i dag, vægtes højere end udgifter, der falder om nogle år. Med en realrente på 3½ pct. vil anlægssummen i nutidskroner være mindre end anført ovenfor. Nedenstående tabel viser anlægsudgiften i de forskellige alternativer ved de forskellige opgørelser.

Tabel 21: Anlægsudgiften ved de forskellige linjeføringer, mia. kr.

|               | Anlægsudgift<br>(jf. kapitel 5) | Anlægsudgift<br>inkl. byggerenter | Nutidsværdi i 2008 af<br>anlægsudgiften,<br>ekskl. byggerenter |
|---------------|---------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| Alternativ 1A | 100,4                           | 112,1                             | 75,5                                                           |
| Alternativ 1B | 101,3                           | 113,1                             | 76,2                                                           |
| Alternativ 1C | 116,4                           | 130,0                             | 87,5                                                           |
| Alternativ 2  | 137,1                           | 153,1                             | 103,1                                                          |

Anm.: Anlægsudgifterne er uden tillæg for Ny Anlægsbudgettering.

Det skal bemærkes, at det ikke er afgørende for beregningerne af taksterne, om der tages udgangspunkt i anlægsudgiften opgjort som en sum af anlægsudgifterne i de enkelte år eller om der tages udgangspunkt i nutidsværdien af den samlede anlægsudgift.

### 8.2.2 Drift, vedligehold og reinvesterings.

På baggrund af erfaringer for de årlige udgifter til drift og vedligeholdelse og reinvesterings er udgifterne beregnet for de tre alternativer. Omkostningerne er antaget at udgøre en årlig procentdel af anlægsomkostningen. For vej og bane er der tale om en fast årlig procent del, mens procentdelen er stigende over tid for selve broen (kyst-kyst), jf. Tabel 22.

Tabel 22: Procentvis fordeling af drift, vedligehold og reinvesterings over tid.

|           | År 1-20 | År 21-40 | År 41-60 | År 61-80 | År 81-100 |
|-----------|---------|----------|----------|----------|-----------|
| Kyst-kyst | 1,50 %  | 1,60 %   | 1,70 %   | 1,80 %   | 2,00 %    |
| Bane      | 1,40 %  | 1,40 %   | 1,40 %   | 1,40 %   | 1,40 %    |
| Vej       | 1,55 %  | 1,55 %   | 1,55 %   | 1,55 %   | 1,55 %    |

Ovenstående procentdele giver anledning til nedenstående årlige omkostninger, jf. Tabel 23.

Tabel 23: Årlige udgifter til drift og vedligeholdelse.

|           | Alternativ 1A          | Alternativ 1B          | Alternativ 1C          | Alternativ 2           |
|-----------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| Vej       | 92 mio. kr.            | 91 mio. kr.            | 90 mio. kr.            | 81 mio. kr.            |
| Bane      | 235 mio. kr.           | 248 mio. kr.           | 183 mio. kr.           | 339 mio. kr.           |
| Kyst-kyst | 1.265 – 1.654 mio. kr. | 1.266 – 1.654 mio. kr. | 1.563 – 2.050 mio. kr. | 1.716 – 2.254 mio. kr. |

Anm.: Driftsudgifterne for kyst-kyst forbindelsen er tillagt årlige udgifter til administration.

### 8.2.3 Andre driftsomkostninger

Andre driftsomkostninger vedrører den tekniske og kommercielle drift af Kattegatforbindelsen. Dette omfatter fx drift og vedligehold af betalingssystem, markedsføringsomkostninger, forsikringer, IT og kontorhold.

På baggrund af erfaringerne vedr. Storebæltsforbindelsen er de årlige omkostninger til anden drift skønnet til 100 mio. kr.

### 8.2.4 Selskabsskat

Det er forudsat, at Kattegatselskabet er skattepligtigt. Det vurderes imidlertid ikke, at selskabet får et skattepligtigt overskud i den betragtede periode, da afskrivninger og nettorentudgifter er større end driftsindtægterne. Der ses derfor bort fra selskabsskattens betydning i takstberegningerne.

### 8.3 Indtægter

Kattegatselskabet vil have indtægter i form af betaling fra bilister mv. for at passere broen samt betaling fra jernbanen.

#### 8.3.1 Vej

På Storebæltsforbindelsen er taksterne differentieret mellem forskellige kategorier af køretøjer. For lastbiler afhænger taksterne af længden på køretøjet, mens der for personbiler er visse rabatter (fx Brobizz Fritid, Brobizz Erhverv samt aften og week-end rabatter). I denne analyse ses kun på personbiler og lastbiler (buspassagerer forudsættes at tage toget fremover og er indregnet i grundlaget for togtrafikken).

Det fremgår af Tabel 24, hvorledes indtægterne på Storebæltsforbindelsen i dag er fordelt. Det kan i denne sammenhæng bemærkes, at lastbiler udgør 12 pct. af den samlede trafik på Storebæltsbroen.

Tabel 24: Indtægter på Storebæltsforbindelsen

| Kategori    | Indtægtsfordeling, pct. | Indtægter, mia. kr. (2007) |
|-------------|-------------------------|----------------------------|
| Personbiler | 62                      | 1,45                       |
| Lastbiler   | 37                      | 0,85                       |
| Busser      | 1                       | 0,02                       |
| I alt       | 100                     | 2,3                        |

Kilde: Årsrapport 2007, A/S Storebælt.

Trafikgrundlaget i nærværende analyse baseres på den fremskrivning af den aktuelle trafik, som må formodes at benytte en Kattegatforbindelse. Det er antaget, at 12 pct. af køretøjerne udgøres af lastbiler, svarende til den nuværende totale trafik over Storebælt og Kattegat.

I kapitel 9 er provenuet fra taksterne på en Kattegatforbindelse analyseret nærmere.

#### 8.3.2 Bane

Storebæltsforbindelsen modtager i dag et vederlag på ca. 700 mio. kr. (696 mio. kr. i 2007) fra Banedanmark for benyttelse af jernbaneanlægget. Størrelsen af dette beløb er politisk fastlagt. Med en betaling af denne størrelsesorden sker der i dag krydssubsidiering fra vej til bane.

Mulighederne for betaling fra banesegmentet (infrastrukturforvalter samt togoperatører) til finansiering af den faste forbindelse er estimeret ved kvantificering af de samlede driftsøkonomiske konsekvenser for banen af en Kattegatforbindelse. Disse fremkommer som summen af driftsøkonomien i det nye togprodukt



over Kattegat og de driftsøkonomiske ændringer for den eksisterende banetrafik over Storebælt. Fordelingen af betalingen mellem infrastrukturforvalter og operatører er ikke behandlet, da det er den totale betalingsevne for banesegmentet, som er kvantificeret.

*For det nye togprodukt, som betjener strækningen mellem København og Århus via Kattegat, er der er udarbejdet driftsoplæg som afspejler passagerforudsætningerne. Produktionstal mv. til brug for omkostningsestimeringen er udledt af driftsoplæggene. Omkostningerne til togdriften er ligeledes estimeret, idet komponenterne udgøres af omkostninger vedrørende personale (lokoførere samt øvrigt togpersonale), energi til togfremførsel, drift og vedligeholdelse af togmateriellet, kapitalomkostninger vedr. materiellet samt forsikring af materiel.*

Takstindtægter er estimeret ud fra det vurderede antal passagerer, jf. passagerestimererne, ved brug af en vurderet gennemsnitsbetaling på 373 kr. pr. togrejse (jf. kapitel 9). Denne gennemsnitsbetaling er fastsat ud fra en antaget gennemsnitsbetaling for nuværende rejser mellem København og Århus på 311 kr. tillagt en ekstra betaling som følge af den meget kortere rejsetid (tidsgevinsten). Det vurderes, at en Kattegatforbindelse kan give banen et bruttoprovenu på ca. 1,9 mia. kr.

*For den eksisterende banetrafik mellem København og Århus/Jylland er konsekvenserne estimeret ved kvantificering af det fald i passagertal og dermed et fald i takstindtægter, som den nye forbindelse medfører, jf. passagerestimererne. Derudover er det antaget, at driftsindsatsen mellem Århus og København reduceres svarende til reduktionen i behovet. Dette svarer til en halvering af udgifterne til timedrift. En Kattegatforbindelse skønnes at forværre økonomien for den eksisterende banetrafik med knap 1,2 mia. kr.*

*De samlede konsekvenser for banen af en Kattegatforbindelse bliver således godt 0,7 mia. kr., jf. tabel 25. Dette beløb er et udtryk for, hvor meget den samlede baneøkonomi vil blive forbedret af en Kattegatforbindelse. Disse beregninger er meget grove, og det er ikke indregnet, at banetrafikken vil stige over tid. For at tage højde for dette<sup>30</sup> er der i det følgende regnet med, at banen årligt kan betale 0,8 mia. kr. til Kattegatselskabet.*

---

<sup>30</sup> Umiddelbart kunne det ventes, at betalingen vil være stigende over tid som følge af trafikvæksten. Dette er dog et kompliceret regnestykke, som ikke er foretaget her. Belægningsgraden vil blive bedre og bedre som passagertallet stiger, men på et tidspunkt vil det være nødvendigt at indsætte en ny afgang, og så falder belægningsgraden og betalingsevnen igen.

Tabel 25. Banens betalingsevne, mio. kr. pr. år.

|                                                  |            |
|--------------------------------------------------|------------|
| Driftsøkonomi i Kattegatforbindelsen             |            |
| - takstindtægter                                 | 2.469      |
| - driftsomkostninger                             | 574        |
| - provenu                                        | 1.896      |
| Driftsøkonomi for den eksisterende jernbanedrift |            |
| - takstindtægter                                 | -1.647     |
| - driftsomkostninger                             | -479       |
| - provenu                                        | -1.168     |
| <b>Provenu, i alt</b>                            | <b>727</b> |

Anm.: Driftsudgifterne indeholder udgifter til afskrivninger og forrentning af materiel.

Kilde: Egne vurderinger og beregninger.

I ovenstående beregninger er pendlerpotentialer ikke indregnet. Som det fremgår af kapitel 7 er pendlingspotentialer temmelig stort - helt op til 10 mio. rejser årligt. For at realisere et større pendlerpotentialer er det imidlertid nødvendigt, at rejseudgifterne for den enkelte ikke er alt for høje. Regnes fx med, at en pendler højst vil betale 100 kr. per tur - hvilket svarer til en månedlig udgift på ca. 4.000 kr.<sup>31</sup> - bliver det samlede bruttoprovenu for banen ca. 0,3 mia. kr. højere. Dette illustrerer, at den samlede baneøkonomi ikke forbedres særligt meget, hvis der kommer mange pendlere, da det er begrænset, hvor meget disse vil være i stand til at betale for rejserne, og da de samtidig øger driftsudgifterne. Pendlerne vil således kun i begrænset omfang kunne bidrage til banens samlede økonomi.

#### 8.4 De samlede udgifter og indtægter

På baggrund af analysen i foregående afsnit er de samlede udgifter og indtægter for de forskellige alternativer sammenfattet i Tabel 26.

Tabel 26: Økonomiske forhold bortset fra renteudgifter for et Kattegatselskab, 2008-priser.

|                                              | Alternativ 1A       | Alternativ 1B       | Alternativ 1C       | Alternativ 2        |
|----------------------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Anlægsudgift                                 | 100,4 mia. kr.      | 101,3 mia. kr.      | 116,4 mia. kr.      | 137,1 mia. kr.      |
| Drift, vedligehold og reinvesterings (årlig) | 1,59 – 1,98 mia.    | 1,60 – 1,99 mia.    | 1,84 – 2,32 mia.    | 2,13 – 2,67 mia.    |
| Takstprovenu fra biler og lastbiler i 2020   | 3,1 mia. kr.        | 3,1 mia. kr.        | 3,1 mia. kr.        | 2,6 mia. kr.        |
| Betaling fra jernbanen                       | 0,8 mia. kr. årligt | 0,8 mia. kr. årligt | 0,8 mia. kr. årligt | 0,8 mia. kr. årligt |

<sup>31</sup> Et månedskort til alle zoner i hovedstadsområdet koster til sammenligning 1.180 kr. (DSB 2008).

Det følger af momsreglerne, at der skal betales moms for benyttelse af faste forbindelser. Der betales således moms for at køre over såvel Storebæltsforbindelsen som Øresundsbroen. I beregningerne af økonomien i en Kattegatforbindelse regnes der med, at der skal betales 25 pct. moms af provenuet fra taksterne. Indtægterne for selskabet er derfor opgjort ekskl. moms.

### **8.5 Andre forhold med økonomisk betydning**

Udover de direkte indtægter og udgifter for selskabet, vil der være en række forhold som har økonomisk betydning. Det drejer sig især om, at trafikgrundlaget for Storebæltsforbindelsen vil blive mindre, hvilket vil forringe økonomien i A/S Storebælt. Denne effekt er ikke indregnet her.

Endvidere er der som del af de politiske aftaler om Storebælt en såkaldt færgegaranti, hvorefter der skal opretholdes mindst én færgerute over Kattegat samt en rute mellem Spodsbjerg og Tårs. A/S Storebælt har således en forpligtelse til at sikre besejlingen af disse ruter, såfremt det ikke kan ske på almindelige forretningsmæssige vilkår. A/S Storebælt har i dag en aftale med Langelandstrafikken A/S om underskudsdekning og drift vedr. Spodsbjerg - Tårs. Molslinien sikrer færgedriften over Kattegat på markedsmæssige vilkår.

Hvis der ikke laves en Kattegatforbindelse må det ventes, at færgegarantien bliver opretholdt. Hvis taksterne på Storebæltsforbindelsen på et tidspunkt bliver lavere end i dag, vil der komme udgifter til færgegarantien for at opretholde færgebetjeningen. Størrelsen af disse udgifter kan ikke fastlægges med nogen større præcision, men kan skønnes at være i størrelsesordenen op til 100 mio. kr. årligt - beløbet vil bl.a. afhænge af det fremtidige takstniveau på Storebæltsforbindelsen. Til sammenligning kan nævnes, at staten har indgået kontrakt med Bornholmstrafikken A/S om den samfundsbegrundede færgebetjening af Bornholm. I henhold til denne kontrakt yder staten knap 140 mio. kr. årligt til Bornholmstrafikken A/S, Finansministeriet (2007).

Hvis der etableres en Kattegatforbindelse må det ventes, at færgegarantien enten bortfalder eller højst kommer til at omfatte ruten mellem Spodsbjerg og Tårs. Dermed opnår A/S Storebælt en besparelse.

I dag ydes endvidere et årligt tilskud til færgeruten Samsø-Kalundborg på ca. 10 mio. kr. Som en del af Kattegatforbindelse vil der blive lavet en afkørsel på Samsø, og der vil derfor ikke længere være behov for at yde tilskud til færgeruten.

## 9 TAKSTER

På baggrund af analyserne vedr. anlægsudgifterne, driftsudgifter og -indtægter samt analyserne af de trafikale effekter kan det beregnes, hvor store taksterne skal være for at økonomien i projektet hænger sammen, givet det skal være indenfor rammerne af en Storebæltsmodel. Dette indebærer bl.a., at broen og de nødvendige landanlæg tilbagebetales på 30 år fra åbningsdagen. Dette krav stilles både til tilbagebetalingen af selve broen og landanlægget. I boks 3 beskrives tilbagebetalingstiderne for de nuværende faste forbindelser samt for en Femern forbindelse.

Imidlertid er der en sammenhæng mellem takstniveauet og trafikomfanget. Analysen i dette kapitel er derfor bygget op, således at der først ses på, hvad taksterne skal være for at økonomien hænger sammen ved en given trafikvækst. Dernæst ses på, om økonomien hænger sammen, og om gælden kan tilbagebetales, når der tages hensyn til, at højere takster giver lavere trafikmængde.

### *Boks 3: Tilbagebetalingstider for de faste forbindelser*

Ved åbningen af Storebæltsforbindelsen i 1998 blev der regnet med en tilbagebetalingstid på 37 år. Den gunstigere økonomi end forudset har - trods takstnedsættelsen i 2005 - betydet, at Storebæltsforbindelsen nu ventes tilbagebetalt i 2024, altså 26 år efter åbningen (A/S Storebælt, 2008).

Øresundsbroens økonomi er delt op i henholdsvis en kyst til kyst-del og landanlæg. Landanlæggene finansieres via udbytter fra Øresundsbroen. Ved åbningen i 2000 var det beregnet at tilbagebetalingstiden for både kyst til kyst-delen samt for landanlæggene var 30 år fra ibrugtagningstidspunktet. Ændrede momsforudsætninger samt en mindre trafik end forventet har dog betydet, at tilbagebetalingstiden i dag er noget længere for landanlæggene. Den forventede tilbagebetalingstid for A/S Øresund er i dag 42 år (Sund & Bælt, 2008).

En Femern forbindelse ventes tilbagebetalt i løbet af 25 år fra åbningen i 2018, hvorefter den ventes at give overskud. Det er ikke tanken, at landanlæggene (direkte) skal finansieres af broforbindelsen.

### **9.1 Hvad skal taksten på en Kattegatforbindelse være for, at den svarer til taksten på Storebæltsforbindelsen**

I kapitel 8 blev det angivet, hvor stort trafikgrundlaget potentielt er for en Kattegatforbindelse, idet det skønsmæssigt blev angivet hvor mange, der vil opnå en tidsbesparelse med en Kattegatforbindelse. Hvor mange af dette potentiale, der faktisk vil anvende en Kattegatforbindelse, afhænger af bl.a. taksterne på forbindelsen. Jo højere takst desto færre vil benytte forbindelsen. Antallet af trafikanter på en Kattegatforbindelse afhænger desuden af, hvad det koster at benytte Sto-

rebæltsforbindelsen. For at neutralisere effekten af evt. prisforskelle for at benytte de to broer er det beregnet, hvad taksterne på Kattegatforbindelsen teoretisk skal være, hvis den skal svare til taksterne på Storebæltsforbindelsen set fra en bilists synspunkt og set fra en "lastbils synspunkt", dvs. en ækvivalent Storebæltstakst.

I en vurdering af, hvad taksterne på en Kattegatforbindelse skal være for at svare til taksterne på Storebæltsforbindelsen, er der to relevante forhold. For det første er afstanden mellem Århus og København 105 km. kortere (alternativ 1A), og de direkte kørselsomkostninger er derfor lavere. For det andet betyder den kortere afstand også kortere rejsetid, hvilket ligeledes har en værdi.

Vha. Transportministeriets Nøgletalskatalog er det muligt at værdisætte disse gevinster. Den tidsmæssige værdi afhænger af formålet med rejsen. Således vil en erhvervsrejsende have en højere tidsværdi end en fritidsrejsende. Konkret opererer Nøgletalskataloget med en tidsværdi på 263 kr./time for erhverv og 35 kr. for fritidsrejsende<sup>32</sup>.

En reduceret afstand har indflydelse på kørselsomkostningerne til fx benzin, vedligehold og afskrivninger. Ifølge Nøgletalskataloget er de gennemsnitlige kørselsomkostninger 1,89 kr. pr. km. inkl. afgifter, og den gennemsnitlige belægningsgrad i personbiler, inkl. børn og ældre, er 1,54 personer pr. bil.

På baggrund af ovenstående kan det beregnes, hvad taksten skal være for, at taksten på en Kattegatforbindelse svarer til taksten på Storebæltsforbindelsen set fra bilistens side, jf. Tabel 27.

*Tabel 27: Takster på en Kattegatforbindelse der for en bilist svarer til taksten på Storebæltsforbindelsen i alternativ 1A.*

|                       | Erhverv | Fritid <sup>1)</sup> |
|-----------------------|---------|----------------------|
| Personbil 1 person    | 587     | 449                  |
| Personbil 1,54 person | 748     | 470                  |
| Personbil 2 personer  | 885     | 488                  |

1) Kategorien andet dækker al transport som ikke er erhvervs eller pendlings (bolig-arbejde) relateret. Anm.: Taksterne er beregnet som kørselsomkostninger plus tidsværdier tillagt den nuværende gennemsnitspris for at benytte Storebæltsforbindelsen.

For at realisere så stor en del af det trafikale potentiale på Kattegatforbindelsen som muligt er taksten beregningsteknisk her sat til 450 kr. For mange (især erhvervsrejsende og biler med mange passagerer) vil det med en takst af denne størrelse være særdeles attraktivt at benytte Kattegatforbindelsen sammenlignet

<sup>32</sup> I Nøgletalskataloget er samtlige priser 2003-priser. I nærværende er priserne fremskrevet til 2008-prisniveau.

med Storebæltsforbindelsen, og taksten sikrer dermed at trafikgrundlaget er tæt på trafikpotentialet. Bilister med lave tidsværdier og ingen eller få passager vil dog stadig vælge Storebæltsforbindelsen, hvorfor det skønnede trafikgrundlag formentlig er i overkanten.

En tilsvarende beregning kan udføres for lastbiler. Ifølge Nøgletalskataloget har lastbiler en noget højere kørselsomkostning på 2,8 kr./km. Hertil skal lægges en tidsomkostning på 323 kr./time. Den gennemsnitlige takst for lastbiler for at passere Storebælt er i dag 852 kr. (inkl. moms). Tabel 28 viser, hvad taksten (den ækvivalente takst) skal være for, at taksten på en Kattegatforbindelse svarer til taksten på Storebæltsforbindelsen for en lastbil.

*Tabel 28: Takst på en Kattegatforbindelse der for en lastbil svarer til taksten på Storebælt (alternativ 1A), kr./lastbil.*

|                                              |              |
|----------------------------------------------|--------------|
| Sparede kørselsomkostninger                  | 294          |
| Sparet tidsomkostning                        | 425          |
| Takst på Storebæltsforbindelsen (inkl. moms) | 852          |
| <b>Total</b>                                 | <b>1.571</b> |

Den ækvivalente takst for at benytte Kattegatforbindelsen for en lastbil er 1.571 kr. inkl. moms. Der er her tale om en gennemsnitspris, da prisen for lastbiler på Storebæltsforbindelsen differentieres efter længden af lastbilen. For personbiler er der derimod tale om en minimumstakst, da priserne for personbiler ikke differentieres efter rejsens formål og antal passagerer.

I de følgende takstberegninger er det forudsat, at lastbiltaksten vil være 1.120 kr. højere end taksten på en personbil. Dette svarer til forskellen mellem de ækvivalente takster for en personbil (449 kr.) og en lastbil (1.571 kr.) og afspejler dermed den merværdi, som en gennemsnitslastbil opnår ved at benytte Kattegatforbindelsen i forhold til personbiler.

For togpassagerer vil der ikke være en besparelse i form af lavere kørselsomkostninger, men kun en tidsbesparelse. I forbindelse med opgørelse af tidsværdier for kollektive rejsende skelnes mellem rejsens formål, og om der er tale om rejsetid, ventetid, forsinkelsestid mm. I det følgende anvendes kategorien rejsetid, idet det er forudsat, at benyttelse af en Kattegatforbindelse udelukkende vil reducere den reelle rejsetid og ikke ændre på ventetider mv. Tidsværdierne for togpassagerers rejsetid svarer til værdien af bilisters rejsetid.

Nedenstående Tabel 29 viser, hvad en togbillet skal koste for, at en rejse fra København H til Århus C over Kattegat skal være for at den svarer til prisen for at tage toget på strækningen via Storebæltsforbindelsen i dag. Beregningen forud-

sætter, at prisen på en togbillet i dag er 311 kr. Gennemsnitsprisen i dag er dog reelt lavere på grund af diverse rabatordninger.

Tabel 29: Prisen på en togbillet fra København H til Aarhus C over Kattegatforbindelsen, der svarer til prisen i dag via Storebæltsforbindelsen, kr.

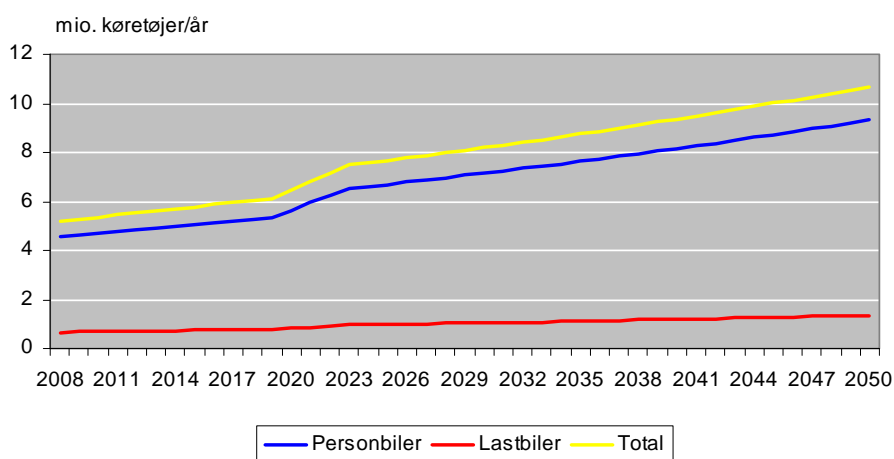
|                                                         | Erhverv | Fritid |
|---------------------------------------------------------|---------|--------|
| Togtakst for 1 person for strækningen København - Århus | 822     | 373    |

## 9.2 Hvad skal taksterne være ved en given trafikudvikling

I grundforløbet regnes med en årlig trafikvækst 1,5 pct. og et trafikspring i forbindelse med broens åbning på ca.15 pct. efter en indsvingsperiode på 4 år.

Som beskrevet i kapitel 7 vil det årlige trafikpotentiale mellem Jylland/Fyn og Sjælland vil være 5,4 mio. personbiler og 0,8 mio. lastbiler i åbningsåret (2020) svarende til en årsdøgnstrafik på 14.800 personbiler og 2.200 lastbiler i Alternativ 1<sup>33</sup>. Hertil kommer trafikspringet som det første år vil øge årsdøgnstrafikken med omkring 550 personbiler og knap 100 lastbiler. Trafikpotentialet er mindre i alternativ 2, da oplandet er mindre. Nedenstående figur viser, hvorledes trafikken forudsættes at udvikle sig. Det ses, at den samlede trafik ca. fordobles i perioden sammenlignet med situationen i dag.

Figur 17: Udvikling i antallet af biler og køretøjer (Alternativ 1a).

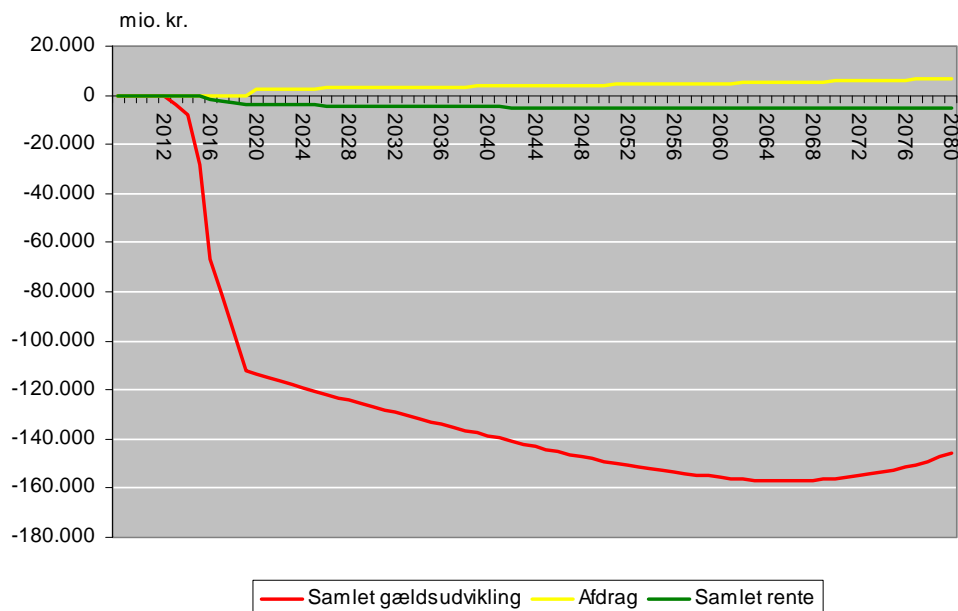


Det fremgår af nedenstående figur, hvorledes gælden vil udvikle sig, hvis der regnes med en takst på 450 kr. for personbiler og 1.570 kr. for lastbiler. Da driftsresultat er positivt, men ikke større end renteudgifterne, vil selskabet ikke

<sup>33</sup> Årsdøgntrafik er her defineret som antallet af køretøjer på et gennemsnitsdøgn.

være i stand til at afdrage gælden indenfor en rimelig tidshorizont - først omkring 2070 begynder gælden at aftage.

Figur 18: Gældsudviklingen for alternativ 1A ved en takst på 450 kr. for personbiler og 1.570 kr. for lastbiler.



Med det ovenfor skitserede trafikgrundlag og de øvrige forudsætninger om Kattegatselskabets økonomi kan det beregnes, hvad taksterne skal være for at gælden inkl. byggerenter kan være tilbagebetalt på 30 år, jf. Tabel 30.

Tabel 30: Taksterne på en Kattegatforbindelse ved det forudsatte trafikgrundlag.

|               | Takst pr. personbil | Takst pr. lastbil |
|---------------|---------------------|-------------------|
| Alternativ 1A | 870                 | 1.990             |
| Alternativ 1B | 880                 | 2.000             |
| Alternativ 1C | 1.049               | 2.169             |
| Alternativ 2  | 1.539               | 2.659             |

Anm: Taksterne er inkl. moms. I beregningerne er der anvendt de laveste anlægsudgifter, idet der ikke er indregnet gods og afsat midler som følge af Ny Anlægsbudgettering.

Anlægsudgifterne - og dermed de nødvendige takster - er lavest for alternativ 1A, hvorfor der fokuseres på dette alternativ i det følgende. Som det fremgår af tabel 30 og figur 18 skal taksten for personbiler være væsentligt større end de 450 kr., som lå bag det forudsatte trafikgrundlag. Det betyder med andre ord, at trafikgrundlaget og taksterne skal justeres for at beregningerne kommer til at "hænge sammen".



For at undersøge, om økonomien kan komme til at hænge sammen, så gælden kan blive betalt tilbage, er lavet følgende beregning: Det antages, at trafikken på en Kattegatforbindelse har en priselasticitet på -0,5 pct., hvilket svarer til den priselasticitet, der er anvendt i forbindelse med beregninger af takster på Storebæltsforbindelsen. Denne antagelse betyder, at hvis taksterne hæves med 1 pct., falder trafikgrundlaget med 0,5 pct. Da der som forudsætning for trafikgrundlaget er regnet med en takst på 450 kr. for personbiler, skal taksten være 93 pct. større for at komme op på 870 kr. (alternativ 1A). Og det betyder, at trafikgrundlaget bliver reduceret med 47 pct. Med et reduceret trafikgrundlag skal taksten være endnu højere for, at gælden kan blive betalt tilbage, hvilket reducere trafikgrundlaget yderligere. Denne beregning konvergerer imidlertid ikke, og gælden kan ikke blive betalt tilbage, uanset hvilken takst der fastsættes. Det bemærkes, at en længere tidshorizont for tilbagebetaling af gælden ikke løser problemet, da gælden stiger.

For at gælden kan blive betalt tilbage skal en eller flere af de øvrige parametre i beregningerne ændres. Fx skal trafikvæksten være større, der skal være offentligt tilskud til projektet, der skal være højere betaling fra banen eller kombinationer af disse. Tabellen nedenfor viser hvor store ændringer, der skal til, for at økonomien hænger sammen, og gælden kan blive betalt tilbage på 30 år.

Hvis alternativ 1A skal blive rentabel er det således nødvendigt med et offentligt tilskud på knap 53 mia. kr. i 2020, svarende til en nutidsværdi i 2008 på 35,1 mia. kr. Alternativt kan banens årlige betaling øges markant, hvilket dog vil gå ud den samlede økonomi for jernbanen og dermed kræve offentlig finansiering. En tredje mulighed er, at trafikvæksten viser sig at blive væsentligt højere end antaget. Hvis den bliver knap 4 pct. årligt, vil gælden i selskabet kunne betales tilbage - dette vil dog betyde, at trafikken i 2050 er næsten 5 gange så høj som den er i dag.

Analysens trafikgrundlag inkluderer ikke et evt. pendlingspotentialer på vej eller bane jf. afsnit 7.2. Som nævnt forventes der ikke bil-pendling af nævneværdig betydning, mens en forudsætning om mærkbar pendling med tog kræver en lav billetpris og vil således ikke have større betydning for den samlede økonomi.

Table 31: Nødvendige ændringer i forudsætningerne for at økonomien hænger sammen ved en takst på 450 kr.

|               | Offentligt tilskud i 2020, mia. kr. | Årlig betaling fra banen, mia. kr. | Årlig trafik vækst, pct. |
|---------------|-------------------------------------|------------------------------------|--------------------------|
| Alternativ 1A | 52,8                                | 3,6                                | 3,8                      |
| Alternativ 1B | 54,0                                | 3,7                                | 3,8                      |
| Alternativ 1C | 75,3                                | 4,8                                | 4,6                      |
| Alternativ 2  | 115,5                               | 7,0                                | 6,2                      |

Resultaterne påvirkes ikke nævneværdigt af ændringer i renteforudsætningerne. Realrenten skal således være negativ (-0,05 pct.) i alternativ 1A for at en takst på 450 kr. pr. personbil er tilstrækkelig.

Takstberegningen har taget udgangspunkt i en ækvivalent takst på 450 kr. for personbiler og 1.570 kr. for lastbiler. Antages den ækvivalente takst at være 100 kr. højere, dvs. 550 kr. for personbiler og 1.670 for lastbiler vil gælden kunne være betalt tilbage omkring 2080, dvs. på ca. 60 år. Det er imidlertid ikke sandsynligt, at hele trafikpotentialet kan realiseres ved en takst på 550 kr., og tilbagebetalingstiden vil derfor reelt være længere.

Udgangspunktet for analysen er en "Storebæltsmodel" og dermed at alle udgifter skal brugerfinansieres. I forbindelse med opførelse af Storebæltsforbindelsen var dette forholdsvis enkelt, da det ikke krævede ret meget ombygning/udbygning for at landanlæggene passede til forbindelsen (både vej og bane gik direkte til færgehavnene i både Nyborg og Korsør)<sup>34</sup>.

Selvom alle de udgifter, der er medtaget i anlægsoverslagene i kapitel 5 er en direkte følge af en beslutning om at etablere en Kattegatforbindelse, kunne der argumenteres for, at fx kun kyst-kyst forbindelsen skal finansieres af brugerne. Såfremt brugerne udelukkende skulle finansiere en kyst-kyst forbindelse vil anlægsudgiften blive reduceret med 17,1 mia. kr. i alternativ 1A. På trods af at anlægssummen reduceres er det stadig nødvendigt med et offentligt tilskud, nemlig 21,3 mia. kr.

Samlet må det konkluderes, at en Kattegatforbindelse vil kræve betydelig offentlig (med-)finansiering. Forudsætningerne bag beregningerne skal ændres ganske betydeligt for at ændre på dette, og denne konklusion er således temmelig robust.

<sup>34</sup> På Øresundsforbindelsen skulle der udover selve broen også skulle laves landanlæg (både vej og bane) på Amager. Det fremgår af aftalen mellem Danmark og Tyskland om Femernforbindelsen, at Danmark forbeholder sig ret til at finansiere de danske landanlæg (primært udbygning af jernbaneanlæggene) med udbytter fra kyst til kyst forbindelsen.

## 10 REFERENCER

A/S Storebælt (2008): *Årsrapport A/S Storebælt 2007*. A/S Storebælt

A/S Øresund (2008): *Årsrapport A/S Øresund 2007*. A/S Øresund

Bekendtgørelse nr. 408 af 01/05/2007: Bekendtgørelse om udpegning og administration af internationale naturbeskyttelsesområder samt beskyttelse af visse arter.

Bilfærgernes Rederiforening (2008): *Samfundsøkonomisk screening af højklassede transportalternativer over Kattegat*. Dokumentationsrapport, Bilfærgernes Rederiforening.

Danmarks Miljøundersøgelser (2008): *High density areas for harbour porpoises in Danish waters*, Technical report, no. 657. Danmarks Miljøundersøgelser

DSB (2008): Billetter, kort og priser: Abonnementskort på [www.dsb.dk](http://www.dsb.dk)

Finansministeriet (2007): *Finanslov 2008*. Finansministeriet

Infrastrukturkommissionen (2008): *Danmarks Transportinfrastruktur 2030*. Infrastrukturkommissionen.

Miljøstyrelsen (1997): *Tillæg til vejledning nr.1/1997: Støj og vibrationer fra jernbaner*. Miljøstyrelsen

Miljøstyrelsen (2007): *Vejledning nr.4/2007: Støj fra vej*. Miljøstyrelsen

Naturbeskyttelsesloven, Lovbekendtgørelse nr. 749 af 21/06/2007

Sund & Bælt Holding (2008): *Årsrapport 2007*. Sund & Bælt.

Trafikministeriet (2004): *Nøgletalskatalog – til brug for samfundsøkonomiske analyser på transportområdet*. Trafikministeriet.

Transport- og Energiministeriet (2006): *Akstykke nr. 16 til Finansudvalget af 24. oktober 2006*

# 11 BILAG

## Bilag 1

### Alternativ 1A - Røsnæs

| Økonomioverslag<br>Prisniveau: 2008   |                                       |        |          |                       |         |            | Tillæg for udførelse af forbindelse til godstog<br>Mio Kr. |
|---------------------------------------|---------------------------------------|--------|----------|-----------------------|---------|------------|------------------------------------------------------------|
| Pos.                                  | Emne                                  | Mængde | Enhed    | Enhedspris<br>Mio Kr. | Mio Kr. | UFO<br>25% | I alt Mio Kr.                                              |
| <b>01 Kyst til kyst</b>               |                                       |        |          |                       |         |            |                                                            |
| Røsnæs - Samsø                        |                                       |        |          |                       |         |            |                                                            |
| Højbro, hængebro for bil og tog       |                                       |        |          |                       |         |            |                                                            |
|                                       | - overlslagspris som Femern Bælt      | 19,4   | km       | 1.770                 | 34.338  | 8.585      |                                                            |
|                                       | - tillæg for større vanddybder        | 19,4   | km       | 250                   | 4.850   | 1.213      |                                                            |
|                                       |                                       | 19,4   | km       | 2.525                 |         |            | 48.985                                                     |
| Samsø - Jyllands østkyst              |                                       |        |          |                       |         |            |                                                            |
|                                       | - skråstagsbro i sejrende, gsh = 40 m | 1,0    | km       | 3.800                 | 3.800   | 950        |                                                            |
|                                       | - lavbro som Vestbroen, gsh = 18 m    | 11,0   | km       | 1.100                 | 12.100  | 3.025      |                                                            |
|                                       | - lavbro med gsh. = 8 m               | 8,0    | km       | 880                   | 7.040   | 1.760      |                                                            |
|                                       |                                       | 20     | km       | 1.434                 |         |            | 28.675                                                     |
|                                       | subtotal                              | 39,4   | km       | 1.971                 |         |            | 77.660                                                     |
|                                       | <b>Total</b>                          |        | afrundet |                       |         |            | <b>77.700</b>                                              |
| <b>02 Bane</b>                        |                                       |        |          |                       |         |            |                                                            |
| Lejre - Røsnæs                        |                                       |        |          |                       |         |            |                                                            |
|                                       | - ny 2-sporet bane, som Kh - Rg       | 74     | km       | 124                   | 9.176   | 2.294      |                                                            |
|                                       | - udfletningsanlæg ved Lejre          | 1      | stk      | 200                   | 200     | 50         |                                                            |
|                                       |                                       | 74     | km       | 158                   |         |            | 11.720                                                     |
| Samsø                                 |                                       |        |          |                       |         |            |                                                            |
|                                       | - ny 2-sporet bane, som Kh - Rg       | 7      | km       | 124                   | 868     | 217        |                                                            |
|                                       | - station                             | 1      | stk      | 12                    | 12      | 3          |                                                            |
|                                       |                                       | 7      | km       | 157                   |         |            | 1.100                                                      |
| Jyllands Østkyst - Hasselager         |                                       |        |          |                       |         |            |                                                            |
|                                       | - ny 2-sporet bane, som Kh - Rg       | 22     | km       | 124                   | 2.728   | 682        |                                                            |
|                                       |                                       | 22     | km       | 155                   |         |            | 3.410                                                      |
| Hasselager - Århus                    |                                       |        |          |                       |         |            |                                                            |
|                                       | - opgradering af eksist. bane         | 10     | km       | 20                    | 200     | 50         |                                                            |
|                                       | - elektrificering af eksist. bane     | 10     | km       | 5                     | 50      | 13         |                                                            |
|                                       | - udfletningsanlæg ved Hasselager     | 1      | stk      | 200                   | 200     | 50         |                                                            |
|                                       |                                       | 10     | km       | 56                    |         |            | 563                                                        |
|                                       | subtotal                              | 113    | km       | 149                   |         |            | 16.793                                                     |
|                                       | <b>Total</b>                          |        | afrundet |                       |         |            | <b>16.800</b>                                              |
| <b>03 Vej</b>                         |                                       |        |          |                       |         |            |                                                            |
| Holbæk - Røsnæs                       |                                       |        |          |                       |         |            |                                                            |
|                                       | - ny 4-sporet motorvej                | 52     | km       | 42                    | 2.184   | 546        |                                                            |
|                                       | - belysning og tilslutningsveje       | 1      | stk      | 12                    | 12      | 3          |                                                            |
|                                       |                                       | 52     | km       | 53                    |         |            | 2.745                                                      |
| Samsø                                 |                                       |        |          |                       |         |            |                                                            |
|                                       | - ny 4-sporet motorvej                | 7      | km       | 42                    | 294     | 74         |                                                            |
|                                       | - støjafskærmning                     | 2      | km       | 5                     | 10      | 3          |                                                            |
|                                       | - tilslutningsveje                    |        | afsat    |                       | 4       | 1          |                                                            |
|                                       |                                       | 7      | km       | 55                    |         |            | 385                                                        |
| Jyllands Østkyst - Nørd for Høring    |                                       |        |          |                       |         |            |                                                            |
|                                       | - ny 4-sporet motorvej                | 24     | km       | 42                    | 1.008   | 252        |                                                            |
|                                       | - støjafskærmning ( 1 side)           | 4      | km       | 5                     | 20      | 5          |                                                            |
|                                       | - belysning og tilslutningsveje       | 1      | stk      | 30                    | 30      | 8          |                                                            |
|                                       |                                       | 24     | km       | 55                    |         |            | 1.323                                                      |
| Syd for Bjergager . Vest for Egebjerg |                                       |        |          |                       |         |            |                                                            |
|                                       | - ny 4-sporet motorvej                | 27     | km       | 42                    | 1.134   | 284        |                                                            |
|                                       | - støjafskærmning ( 1 side)           | 8      | km       | 5                     | 40      | 10         |                                                            |
|                                       | - belysning og tilslutningsveje       | 1      | stk      | 8                     | 8       | 2          |                                                            |
|                                       |                                       | 27     | km       | 55                    |         |            | 1.478                                                      |
|                                       | subtotal                              | 110    | km       | 54                    |         |            | 5.930                                                      |
|                                       | <b>Total</b>                          |        |          |                       |         |            | <b>5.900</b>                                               |
| <b>Samlet anlægssum</b>               |                                       |        |          |                       |         |            | <b>100.400</b>                                             |
|                                       |                                       |        |          |                       |         |            | <b>26.500</b>                                              |

**Alternativ 1B - Røsnæs**

| Økonomioverslag         |                                          |          |       |                       |         |            |                | Tillæg for udførelse forbindelse til godstog |
|-------------------------|------------------------------------------|----------|-------|-----------------------|---------|------------|----------------|----------------------------------------------|
| Prisniveau: 2008        |                                          |          |       |                       |         |            |                | Mio Kr.                                      |
| Pos.                    | Emne                                     | Mængde   | Enhed | Enhedspris<br>Mio Kr. | Mio Kr. | UFO<br>25% | I alt Mio Kr.  |                                              |
| <b>01</b>               | <b>Kyst til kyst</b>                     |          |       |                       |         |            |                |                                              |
|                         | Røsnæs - Samsø                           |          |       |                       |         |            |                |                                              |
|                         | Højbro, hængebro for bil og tog          |          |       |                       |         |            |                |                                              |
|                         | - overlagspris som Femern Bælt           | 19,4     | km    | 1.770                 | 34.338  | 8.585      |                |                                              |
|                         | - tillæg for større vanddybder           | 19,4     | km    | 250                   | 4.850   | 1.213      |                |                                              |
|                         |                                          | 19,4     | km    | 2.525                 |         |            | 48.985         |                                              |
|                         | Samsø - Jyllands østkyst                 |          |       |                       |         |            |                |                                              |
|                         | - skråstagsbro i sejrende, gsh = 40 m    | 1,0      | km    | 3.800                 | 3.800   | 950        |                |                                              |
|                         | - lavbro som Vestbroen, gsh = 18 m       | 11,0     | km    | 1.100                 | 12.100  | 3.025      |                |                                              |
|                         | - lavbro med gsh. = 8 m                  | 8,0      | km    | 880                   | 7.040   | 1.760      |                |                                              |
|                         |                                          | 20,0     | km    | 1.434                 |         |            | 28.675         |                                              |
|                         | subtotal                                 | 39,4     | km    | 1.971                 |         |            | 77.660         |                                              |
|                         | <b>Total</b>                             | afrundet |       |                       |         |            | <b>77.700</b>  | <b>14.000</b>                                |
| <b>02</b>               | <b>Bane</b>                              |          |       |                       |         |            |                |                                              |
|                         | Lejre - Nord for Tølløse                 |          |       |                       |         |            |                |                                              |
|                         | - opgradering af bane                    | 17       | km    | 100                   | 1.700   | 425        |                |                                              |
|                         |                                          | 17       | km    | 125                   |         |            | 2.125          |                                              |
|                         | Nord for Tølløse - Øst for Knabstrup     |          |       |                       |         |            |                |                                              |
|                         | - ny 2-sporet bane, som Kh - Rg          | 12       | km    | 124                   | 1.488   | 372        |                |                                              |
|                         | - udfletningsanlæg syd for Vipperød      | 1        | stk   | 200                   | 200     | 50         |                |                                              |
|                         | - broanlæg for udjævning af niveauspring | 1        | stk   | 100                   | 100     | 25         |                |                                              |
|                         |                                          | 12       | km    | 186                   |         |            | 2.235          |                                              |
|                         | Øst for Knabstrup - Vest vor Jyderup     |          |       |                       |         |            |                |                                              |
|                         | - opgradering af bane                    | 13       | km    | 100                   | 1.300   | 325        |                |                                              |
|                         |                                          | 13       | km    | 125                   |         |            | 1.625          |                                              |
|                         | Vest for Jyderup - Viskinge              |          |       |                       |         |            |                |                                              |
|                         | - ny 2-sporet bane, som Kh - Rg          | 8        | km    | 124                   | 992     | 248        |                |                                              |
|                         |                                          | 8        | km    | 155                   |         |            | 1.240          |                                              |
|                         | Viskinge - Øst for Kalundborg            |          |       |                       |         |            |                |                                              |
|                         | - opgradering af bane                    | 22       | km    | 100                   | 2.200   | 550        |                |                                              |
|                         |                                          | 22       | km    | 125                   |         |            | 2.750          |                                              |
|                         | Øst for Kalundborg - Røsnæs              |          |       |                       |         |            |                |                                              |
|                         | - ny 2-sporet bane, som Kh - Rg          | 17       | km    | 124                   | 2.108   | 527        |                |                                              |
|                         | - særlige miljøforhold                   | 8        | km    | 4                     | 32      | 8          |                |                                              |
|                         |                                          | 17       | km    | 157                   |         |            | 2.675          |                                              |
|                         |                                          | 89       | km    |                       |         |            |                |                                              |
|                         | Samsø                                    |          |       |                       |         |            |                |                                              |
|                         | - ny 2-sporet bane, som Kh - Rg          | 7        | km    | 124                   | 868     | 217        |                |                                              |
|                         | - station                                | 1        | stk   | 12                    | 12      | 3          |                |                                              |
|                         |                                          | 7        | km    | 157                   |         |            | 1.100          |                                              |
|                         | Jyllands Østkyst - Hasselager            |          |       |                       |         |            |                |                                              |
|                         | - ny 2-sporet bane, som Kh - Rg          | 22       | km    | 124                   | 2.728   | 682        |                |                                              |
|                         |                                          | 22       | km    | 155                   |         |            | 3.410          |                                              |
|                         | Hasselager - Århus                       |          |       |                       |         |            |                |                                              |
|                         | - opgradering af eksist. bane            | 10       | km    | 20                    | 200     | 50         |                |                                              |
|                         | - elektrificering af eksist. bane        | 10       | km    | 5                     | 50      | 13         |                |                                              |
|                         | - udfletningsanlæg ved Hasselager        | 1        | stk   | 200                   | 200     | 50         |                |                                              |
|                         |                                          | 10       | km    | 56                    |         |            | 563            |                                              |
|                         | subtotal                                 | 121      | km    | 146                   |         |            | 17.723         |                                              |
|                         | <b>Total</b>                             | afrundet |       |                       |         |            | <b>17.700</b>  | <b>3.800</b>                                 |
| <b>03</b>               | <b>Vej</b>                               |          |       |                       |         |            |                |                                              |
|                         | Holbæk - Røsnæs                          |          |       |                       |         |            |                |                                              |
|                         | - opgradering af eksist. vej             | 41       | km    | 36                    | 1.476   | 369        |                |                                              |
|                         | - ny 4-sporet motorvej                   | 17       | km    | 42                    | 714     | 179        |                |                                              |
|                         | - belysning og tilslutningsveje          | 1        | stk   | 12                    | 12      | 3          |                |                                              |
|                         |                                          | 58       | km    | 47                    |         |            | 2.753          |                                              |
|                         | Samsø                                    |          |       |                       |         |            |                |                                              |
|                         | - ny 4-sporet motorvej                   | 7        | km    | 42                    | 294     | 74         |                |                                              |
|                         | - støjafskærmning                        | 2        | km    | 5                     | 10      | 3          |                |                                              |
|                         | - tilslutningsveje                       |          | afsæt |                       | 4       | 1          |                |                                              |
|                         |                                          | 7        | km    | 55                    |         |            | 385            |                                              |
|                         | Jyllands Østkyst - Nørd for Hørring      |          |       |                       |         |            |                |                                              |
|                         | - ny 4-sporet motorvej                   | 24       | km    | 42                    | 1.008   | 252        |                |                                              |
|                         | - støjafskærmning ( 1 side)              | 4        | km    | 5                     | 20      | 5          |                |                                              |
|                         | - belysning og tilslutningsveje          | 1        | stk   | 30                    | 30      | 8          |                |                                              |
|                         |                                          | 24       | km    | 55                    |         |            | 1.323          |                                              |
|                         | Syd for Bjergager . Vest for Egebjerg    |          |       |                       |         |            |                |                                              |
|                         | - ny 4-sporet motorvej                   | 27       | km    | 42                    | 1.134   | 284        |                |                                              |
|                         | - støjafskærmning ( 1 side)              | 8        | km    | 5                     | 40      | 10         |                |                                              |
|                         | - belysning og tilslutningsveje          | 1        | stk   | 8                     | 8       | 2          |                |                                              |
|                         |                                          | 27       | km    | 55                    |         |            | 1.478          |                                              |
|                         | subtotal                                 | 75       | km    | 79                    |         |            | 5.938          |                                              |
|                         | <b>Total</b>                             |          |       |                       |         |            | <b>5.900</b>   | <b>0</b>                                     |
| <b>Samlet anlægssum</b> |                                          |          |       |                       |         |            | <b>101.300</b> | <b>17.800</b>                                |

## Alternativ 1C - Asnæs

| Økonomioverslag         |                                         |          |            |         |        |                |               | Tillæg for udførelse til godstog |
|-------------------------|-----------------------------------------|----------|------------|---------|--------|----------------|---------------|----------------------------------|
| Prisniveau: 2008        |                                         |          |            |         |        |                |               | Mio Kr.                          |
| Pos.                    | Emne                                    | Mængde   | Enhedspris | Mio Kr. | UFO    | I alt Mio Kr.  |               |                                  |
|                         |                                         |          | Mio Kr.    | Mio Kr. | 25%    |                |               |                                  |
| <b>01</b>               | <b>Kyst til kyst</b>                    |          |            |         |        |                |               |                                  |
|                         | Asnæs - Samsø                           |          |            |         |        |                |               |                                  |
|                         | Højbro, hængebro for bil og tog         |          |            |         |        |                |               |                                  |
|                         | - overlags pris som Femern Bælt         | 25,6     | km         | 1.770   | 45.312 | 11.328         |               |                                  |
|                         | - tillæg for større vanddybder          | 25,6     | km         | 250     | 6.400  | 1.600          |               |                                  |
|                         |                                         | 25,6     | km         | 2.525   |        |                | 64.640        |                                  |
|                         | Samsø - Jyllands østkyst                |          |            |         |        |                |               |                                  |
|                         | - skråstagsbro i sejltrende, gsh = 40 m | 1,0      | km         | 3.800   | 3.800  | 950            |               |                                  |
|                         | - lavbro som Vestbroen, gsh = 18 m      | 11,0     | km         | 1.100   | 12.100 | 3.025          |               |                                  |
|                         | - lavbro med gsh. = 8 m                 | 11,8     | km         | 880     | 10.384 | 2.596          |               |                                  |
|                         |                                         | 23,8     | km         | 1.380   |        |                | 32.855        |                                  |
|                         | subtotal                                | 49,4     | km         | 1.974   |        |                | 97.495        |                                  |
|                         | <b>Total</b>                            | afrundet |            |         |        |                | <b>97.500</b> |                                  |
|                         |                                         |          |            |         |        |                | <b>18.000</b> |                                  |
| <b>02</b>               | <b>Bane</b>                             |          |            |         |        |                |               |                                  |
|                         | Lejre - Asnæs                           |          |            |         |        |                |               |                                  |
|                         | - ny 2-sporet bane, som Kh - Rg         | 74       | km         | 124     | 9.176  | 2.294          |               |                                  |
|                         | - særlige miljøforhold                  | 7        | km         | 4       | 28     | 7              |               |                                  |
|                         | - udfletningsanlæg ved Lejre            | 1        | stk        |         | 200    | 50             |               |                                  |
|                         |                                         | 74       | km         | 159     |        |                | 11.755        |                                  |
|                         | Samsø                                   |          |            |         |        |                |               |                                  |
|                         | - ny 2-sporet bane, som Kh - Rg         | 4        | km         | 124     | 496    | 124            |               |                                  |
|                         | - særlige miljøforhold                  | 4        | km         | 4       | 16     | 4              |               |                                  |
|                         | - station                               | 1        | stk        | 15      | 15     | 4              |               |                                  |
|                         |                                         | 4        | km         | 165     |        |                | 659           |                                  |
|                         | Jyllands Østkyst - Hasselager           |          |            |         |        |                |               |                                  |
|                         | - ny 2-sporet bane, som Kh - Rg         | 22       | km         | 124     | 2.728  | 682            |               |                                  |
|                         |                                         | 22       | km         | 155     |        |                | 3.410         |                                  |
|                         | Hasselager - Århus                      |          |            |         |        |                |               |                                  |
|                         | - opgradering af eksist. bane           | 10       | km         | 20      | 200    | 50             |               |                                  |
|                         | - elektrificering af eksist. bane       | 10       | km         | 5       | 50     | 13             |               |                                  |
|                         | - udfletningsanlæg ved Hasselager       | 1        | stk        |         | 200    | 50             |               |                                  |
|                         |                                         | 10       | km         | 56      |        |                | 563           |                                  |
|                         | subtotal                                | 110      | km         | 119     |        |                | 13.109        |                                  |
|                         | <b>Total</b>                            | afrundet |            |         |        |                | <b>13.100</b> |                                  |
|                         |                                         |          |            |         |        |                | <b>2.600</b>  |                                  |
| <b>03</b>               | <b>Vej</b>                              |          |            |         |        |                |               |                                  |
|                         | Sydøst for Vipperød - Asnæs             |          |            |         |        |                |               |                                  |
|                         | - ny 4-sporet motorvej                  | 52       | km         | 42      | 2.184  | 546            |               |                                  |
|                         | - belysning og tilslutningsveje         | 1        | stk        | 12      | 12     | 3              |               |                                  |
|                         |                                         | 52       | km         | 53      |        |                | 2.745         |                                  |
|                         | Samsø                                   |          |            |         |        |                |               |                                  |
|                         | - ny 4-sporet motorvej                  | 4        | km         | 42      | 168    | 42             |               |                                  |
|                         | - tilslutningsveje                      |          | afsæt      |         | 4      | 1              |               |                                  |
|                         | - støjafskærmning (1 side)              | 1        | km         | 5       | 5      | 1              |               |                                  |
|                         |                                         | 4        | km         | 55      |        |                | 221           |                                  |
|                         | Jyllands Østkyst - Nord for Hørning     |          |            |         |        |                |               |                                  |
|                         | - ny 4-sporet motorvej                  | 24       | km         | 42      | 1.008  | 252            |               |                                  |
|                         | - støjafskærmning (1 side)              | 4        | km         | 5       | 20     | 5              |               |                                  |
|                         | - belysning og tilslutningsveje         | 1        | stk        | 30      | 30     | 8              |               |                                  |
|                         |                                         | 24       | km         | 55      |        |                | 1.323         |                                  |
|                         | Syd for Bjergager - Vest for Egebjerg   |          |            |         |        |                |               |                                  |
|                         | - ny 4-sporet motorvej                  | 27       | km         | 42      | 1.134  | 284            |               |                                  |
|                         | - støjafskærmning (1 side)              | 8        | km         | 5       | 40     | 10             |               |                                  |
|                         | - belysning og tilslutningsveje         | 1        | stk        | 8       | 8      | 2              |               |                                  |
|                         |                                         | 27       | km         | 55      |        |                | 1.478         |                                  |
|                         | subtotal                                | 107      | km         | 54      |        |                | 5.766         |                                  |
|                         | <b>Total</b>                            | afrundet |            |         |        |                | <b>5.800</b>  |                                  |
|                         |                                         |          |            |         |        |                | <b>0</b>      |                                  |
| <b>Samlet anlægssum</b> |                                         |          |            |         |        | <b>116.400</b> | <b>20.600</b> |                                  |

## Alternativ 2 - Sjællands Odde

| Økonomioverslag         |                                          |                 |       |                    |         |         | Tillæg for udførelse forbindelse til godstog Mio Kr. |               |
|-------------------------|------------------------------------------|-----------------|-------|--------------------|---------|---------|------------------------------------------------------|---------------|
| Prisniveau: 2008        |                                          |                 |       |                    |         |         |                                                      |               |
| Pos.                    | Emne                                     | Mængde          | Enhed | Enhedspris Mio Kr. | Mio Kr. | UFO 25% | I alt Mio Kr.                                        |               |
| <b>01</b>               | <b>Kyst til kyst</b>                     |                 |       |                    |         |         |                                                      |               |
|                         | Sjællands Odde - Djursland               |                 |       |                    |         |         |                                                      |               |
|                         | Højbro (hængebro)                        |                 |       |                    |         |         |                                                      |               |
|                         | - overslagspris som Femern Bælt          | 21,0            | km    | 1.770              | 37.170  | 9.293   |                                                      |               |
|                         | Højbro (hængebro)                        |                 |       |                    |         |         |                                                      |               |
|                         | - overslagspris som Femern Bælt          | 21,6            | km    | 1.770              | 38.232  | 9.558   |                                                      |               |
|                         | - tillæg for større vanddybder           | 42,6            | km    | 250                | 10.650  | 2.663   |                                                      |               |
|                         | - tillæg for bro over færgetilkørsel     |                 | afsat |                    | 80      | 20      |                                                      |               |
|                         | subtotal                                 | 42,6            | km    | 2.527              |         |         | 107.665                                              |               |
|                         | <b>Total</b>                             | <b>afrundet</b> |       |                    |         |         | <b>107.700</b>                                       |               |
|                         |                                          |                 |       |                    |         |         | <b>14.000</b>                                        |               |
| <b>02</b>               | <b>Bane</b>                              |                 |       |                    |         |         |                                                      |               |
|                         | Lejre - Sjællands Odde                   |                 |       |                    |         |         |                                                      |               |
|                         | - ny 2-sporet bane, som Kh - Rg          | 71              | km    | 124                | 8.804   | 2.201   |                                                      |               |
|                         | - udfløtningsanlæg                       | 1               | stk   | 200                | 200     | 50      |                                                      |               |
|                         | - broanlæg for tilslutning ude af niveau | 1               | stk   | 40                 | 40      | 10      |                                                      |               |
|                         | - Højby - Lumsås - tunnel                | 4               | km    | 600                | 2.400   | 600     |                                                      |               |
|                         | - særlige miljøforhold, støjskærme       | 7               | km    | 20                 | 140     | 35      |                                                      |               |
|                         | - ekspropriation af huse på Odden        | 7,2             | km    | 65                 | 468     | 117     |                                                      |               |
|                         | - omlægning af veje mv.                  | 5               | km    | 25                 | 125     | 31      |                                                      |               |
|                         |                                          | 71              | km    | 214                |         |         | 15.221                                               |               |
|                         | Djursland - Mundelstrup                  |                 |       |                    |         |         | 0                                                    |               |
|                         | - ny 2-sporet bane, som Kh - Rg          | 52              | km    | 124                | 6.448   | 1.612   |                                                      |               |
|                         |                                          | 52              | km    | 155                |         |         | 8.060                                                |               |
|                         | Mundelstrup - Århus                      |                 |       |                    |         |         | 0                                                    |               |
|                         | - opgradering af bane                    | 15              | km    | 20                 | 300     | 75      |                                                      |               |
|                         | - elektrificering af eksist. bane        | 15              | km    | 5                  | 75      | 19      |                                                      |               |
|                         | - særlige miljøforhold                   | 10              | km    | 8                  | 80      | 20      |                                                      |               |
|                         | - særlige anlægsforhold                  | 10              | km    | 25                 | 250     | 63      |                                                      |               |
|                         |                                          | 15              | km    | 59                 |         |         | 881                                                  |               |
|                         | subtotal                                 | 138             | km    | 175                |         |         | 24.163                                               |               |
|                         | <b>Total</b>                             | <b>afrundet</b> |       |                    |         |         | <b>24.200</b>                                        |               |
|                         |                                          |                 |       |                    |         |         | <b>5.000</b>                                         |               |
| <b>03</b>               | <b>Vej</b>                               |                 |       |                    |         |         |                                                      |               |
|                         | Vig - Sjællands Odde                     |                 |       |                    |         |         |                                                      |               |
|                         | - ny 4-sporet motorvej                   | 24              | km    | 42                 | 1.008   | 252     |                                                      |               |
|                         | - støjafskærmning ( 1 side)              | 7               | km    | 5                  | 35      | 9       |                                                      |               |
|                         | - ekspropriation af huse                 | 5,5             | km    | 65                 | 358     | 89      |                                                      |               |
|                         | - belysning og tilslutningsveje          |                 | afsat |                    | 30      | 8       |                                                      |               |
|                         |                                          | 24              | km    | 75                 |         |         | 1.788                                                |               |
|                         | Djursland - Nord for Rønde (Tåstrup)     |                 |       |                    |         |         |                                                      |               |
|                         | - ny 4-sporet motorvej                   | 22              | km    | 42                 | 924     | 231     |                                                      |               |
|                         | - miljøforhold                           | 5               | km    | 3                  | 15      | 4       |                                                      |               |
|                         |                                          | 22              | km    | 53                 |         |         | 1.174                                                |               |
|                         | Nord for Rønde - Skødstrup               |                 |       |                    |         |         |                                                      |               |
|                         | - opgradering af eksist. vej             | 18              | km    | 35                 | 630     | 158     |                                                      |               |
|                         | - støjafskærmning                        | 4               | km    | 5                  | 20      | 5       |                                                      |               |
|                         | - belysning og tilslutningsveje          | 1               | stk   | 12                 | 12      | 3       |                                                      |               |
|                         |                                          | 18              | km    | 46                 |         |         | 828                                                  |               |
|                         | Skødstrup - Øst for Søften               |                 |       |                    |         |         |                                                      |               |
|                         | - ny 4-sporet motorvej                   | 11              | km    | 42                 | 462     | 116     |                                                      |               |
|                         | - støjafskærmning                        | 4,5             | km    | 5                  | 23      | 6       |                                                      |               |
|                         | - belysning og tilslutningsveje          | 1               | stk   | 20                 | 20      | 5       |                                                      |               |
|                         |                                          | 11              | km    | 57                 |         |         | 631                                                  |               |
|                         | Øst for Hornslet - Hadbjerg              |                 |       |                    |         |         |                                                      |               |
|                         | - ny 4-sporet motorvej                   | 15              | km    | 42                 | 630     | 158     |                                                      |               |
|                         | - støjafskærmning                        | 0,8             | km    | 5                  | 4       | 1       |                                                      |               |
|                         | - belysning og tilslutningsveje          | 1               | stk   | 20                 | 20      | 5       |                                                      |               |
|                         |                                          | 15              | km    | 55                 |         |         | 818                                                  |               |
|                         | subtotal                                 | 90              | km    | 58                 |         |         | 5.238                                                |               |
|                         | <b>Total</b>                             | <b>afrundet</b> |       |                    |         |         | <b>5.200</b>                                         |               |
|                         |                                          |                 |       |                    |         |         | <b>0</b>                                             |               |
| <b>Samlet anlægssum</b> |                                          |                 |       |                    |         |         | <b>137.100</b>                                       | <b>19.000</b> |

## **Bilag 2: Oversigt over antal af udvalgte beskyttelsesområder i korridoren omkring alternativerne**

I nedenstående tabel er angivet det omtrentlige antal af naturområder, (herunder Natura 2000, vandløb med generel og skærpet målsætning, potentielle vådområder, biologiske interesseområder og beskyttede naturtyper), fredede områder og fortidsminder, kulturmiljøer samt havvindmølleparker, der potentielt kan blive påvirket af de forskellige alternative linieføringer. På baggrund af informationer i [www.arealinfo.dk](http://www.arealinfo.dk) og GIS-kortene i kapitel 6, er der foretaget en skønsmæssig optælling af forskellige typer af beskyttelsesområder i en afstand af ca. 100 meter på hver side af linieføringerne. Natura 2000 områderne er beskrevet med stedsbetegnelse og er registreret i en afstand af ca. tre km fra linieføringerne. Disse områder har været udvalgt som de vigtigste af beskyttelsesområderne i forhold til placeringen af linieføringerne (se tekst i kapitel 6).

Den skønsmæssige optælling er opdelt i antal observationer i følgende intervaller: <2, 2-5, 6-10, 11-20, 21-50, 51-100, >100. For søernes vedkommende er optællingen inddelt i intervallerne: "ubetydeligt, mindre, moderat og omfattende" antal søer.



| Alternativ 1A<br>forbindelse fra Lejre over Røsnæs med nyanlæg til Hasselager eller Horsens |                                                                                                                                   |                                                                             |                                                                          |                                                                            |                                                                     |                                                                |                                                                                                                                                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tema                                                                                        | Sjælland til Kalundborg                                                                                                           | Sjælland fra Kalundborg øst                                                 | Kattegat                                                                 | Samsø                                                                      | Jylland                                                             | Fra opsplitning af vej/bane til endestation i Jylland          |                                                                                                                                                   |
| Natura 2000                                                                                 | H247: Egernæs med holme og Fuglsø<br>H137: Store Åmose, Skarresø og Bregninge Å<br>F99: Saltbæk Vig<br>H195: Røsnæs og Røsnæs Rev | -                                                                           | H52: Horsens Fjord og øst for Endelave<br>F36: Horsens Fjord og Endelave | -                                                                          | -                                                                   | Hasselager<br>H233: Brabrand Sø med omgivelser<br>-<br>Horsens | F30: Kysing Fjord<br>H233: Brabrand Sø med omgivelser<br>-                                                                                        |
| Vandløb<br>A: Skærpet målsætning<br>B: Generel målsætning                                   | A: 2-5<br>B: 11-20                                                                                                                | A: <2<br>B: <2                                                              | -                                                                        | A: <2<br>B: 2-5                                                            | A: 2-5<br>B: 21-50                                                  | Hasselager<br>Horsens                                          | A: 2-5<br>B: 11-20<br>A: 2-5<br>B: 11-20                                                                                                          |
| Potentielle vådområder                                                                      | 6-10                                                                                                                              | <2                                                                          | -                                                                        | <2                                                                         | <2                                                                  | Hasselager<br>Horsens                                          | <2<br>2-5                                                                                                                                         |
| Biologiske interesseområder                                                                 | 2-5                                                                                                                               | 2-5                                                                         | -                                                                        | <2                                                                         | <2                                                                  | Hasselager<br>Horsens                                          | 2-5<br>2-5                                                                                                                                        |
| Beskyttede naturtyper                                                                       | Eng: 21-50<br>Mose: 21-50<br>Overdrev: 2-5<br>Strandeng: <2<br>Sø: moderat - omfattende                                           | Eng: 2-5<br>Mose: 21-50<br>Overdrev: 11-20<br>Strandeng: 2-5<br>Sø: moderat | -                                                                        | Eng: 11-20<br>Mose: 11-20<br>Overdrev: 6-10<br>Strandeng: <2<br>Sø: mindre | Eng: <2<br>Mose: <2<br>Overdrev: 2-5<br>Strandeng: <2<br>Sø: mindre | Hasselager<br>Horsens                                          | Eng: 11-20<br>Mose: 2-5<br>Overdrev: <2<br>Strandeng: <2<br>Sø: mindre<br>Eng: 11-20<br>Mose: 6-10<br>Overdrev: <2<br>Strandeng: <2<br>Sø: mindre |
| Fredede områder<br>Fredede fortidsminder                                                    | 2-5<br>21-50                                                                                                                      | <2<br>21-50                                                                 | -                                                                        | 2-5<br>6-10                                                                | <2<br><2                                                            | Hasselager<br>Horsens                                          | 2-5<br>11-20<br>2-5<br>2-5                                                                                                                        |
| Kulturmiljøer                                                                               | 6-10                                                                                                                              | 2-5                                                                         | -                                                                        | <2                                                                         | <2                                                                  | Hasselager<br>Horsens                                          | 2-5<br>6-10                                                                                                                                       |
| Vindmølleparker                                                                             | -                                                                                                                                 | -                                                                           | Tunø Knob havvindmøllepark 10 møller, vest for Tunø                      | -                                                                          | -                                                                   | Hasselager<br>Horsens                                          | -<br>-                                                                                                                                            |

| Alternativ 1B<br>forbindelse fra Lejre til Kalundborg, videre forbindelse via Røsnæs som 1A |                                                                                                                                                                                                                                            | Alternativ 1C<br>forbindelse som 1A til Kalundborg, derefter over Asnæs og det sydvestlige Samsø, videre forbindelse som 1A |                                                                       | Alternativ 1D<br>forbindelse som 1A til Kalundborg, derefter over Asnæs og det sydvestlige Samsø, videre forbindelse som 1A |                                                                        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| Tema                                                                                        | Sjælland                                                                                                                                                                                                                                   | Tema                                                                                                                        | Sjælland<br>(Kalundborg til Asnæs)                                    | Kattegat                                                                                                                    | Samsø                                                                  |
| Natura 2000                                                                                 | H129: Hejede Overdrev, Valborup Skov og Valsøille Sø<br>F100: Tissø, Åmose og Hallenslev Mose<br>H137: Store Åmose, Skarresø og Bregninge Å<br>H138: Åmose, Tissø, Hal-leby Å og Flasken<br>F99: Saltbæk Vig<br>H195: Røsnæs og Røsnæs Rev | Natura 2000                                                                                                                 | -                                                                     | H52: Horsens Fjord og øst for Endelave<br>F36: Horsens Fjord og Endelave                                                    | -                                                                      |
| Vandløb<br>A: Skærpet målsætning<br>B: Generel målsætning                                   | A: 2-5<br>B: 21-50                                                                                                                                                                                                                         | Vandløb<br>A: Skærpet målsætning<br>B: Generel målsætning                                                                   | A: 2-5<br>B: 2-5                                                      | -                                                                                                                           | A: <2<br>B: <2                                                         |
| Potentielle vådområder                                                                      | 2-5                                                                                                                                                                                                                                        | Potentielle vådområder                                                                                                      | <2                                                                    | -                                                                                                                           | <2                                                                     |
| Biologiske interesseområder                                                                 | 6-10                                                                                                                                                                                                                                       | Biologiske interesseområder                                                                                                 | <2                                                                    | 2-5                                                                                                                         | <2                                                                     |
| Beskyttede naturtyper                                                                       | Eng: 21-50<br>Mose: 51-100<br>Overdrev: 2-5<br>Strandeng: <2<br>Sø: omfattende                                                                                                                                                             | Beskyttede naturtyper                                                                                                       | Eng: <2<br>Mose: <2<br>Overdrev: 2-5<br>Strandeng: 6-10<br>Sø: mindre | -                                                                                                                           | Eng: 2-5<br>Mose: 6-10<br>Overdrev: 2-5<br>Strandeng: <2<br>Sø: mindre |
| Fredede områder<br>Fredede fortidsminder                                                    | 6-10<br>21-50                                                                                                                                                                                                                              | Fredede områder<br>Fredede fortidsminder                                                                                    | <2<br>21-50                                                           | -                                                                                                                           | <2<br>11-20                                                            |
| Kulturmiljøer                                                                               | 11-20                                                                                                                                                                                                                                      | Kulturmiljøer                                                                                                               | 2-5                                                                   | -                                                                                                                           | 2-5                                                                    |
| Vindmølleparker                                                                             | -                                                                                                                                                                                                                                          | Vindmølleparker                                                                                                             | -                                                                     | Samsø havvind-møllepark<br>10 møller, syd for Paludans Flak                                                                 | -                                                                      |

| Alternativ 2<br>forbindelse fra Lejre, over Sjællands Odde til Hadbjerg eller Århus |                                                                                                                    |          |                                                                                          |                                                                                                                                                                  |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Tema                                                                                | Sjælland                                                                                                           | Kattegat | Jylland                                                                                  | Fra opsplitning af vej/bane til endestation i Jylland                                                                                                            |  |
| Natura 2000                                                                         | H247: Egernæs med holme og Fuglsø<br>H243: Ebbeløkke rev<br>F94: Sejerø bugten<br>H135: Sejerø Bugt og Saltbæk Vig | -        | H44: Stubbe sø<br>H230: Kaløskovene og Kaløvig                                           | Hadbjerg -<br>Århus -                                                                                                                                            |  |
| Vandløb<br>A: Skærpet målsætning<br>B: Generel målsætning                           | A: 2-5<br>B: 11-20                                                                                                 | -        | A: 2-5<br>B: 11-20                                                                       | Hadbjerg A: 2-5<br>B: 11-20<br>Århus A: 2-5<br>B: 11-20                                                                                                          |  |
| Potentielle vådområder                                                              | 11-20                                                                                                              | -        | <2                                                                                       | Hadbjerg <2<br>Århus <2                                                                                                                                          |  |
| Biologiske interesseområder                                                         | 6-10                                                                                                               | -        | 2-5                                                                                      | Hadbjerg 2-5<br>Århus 2-5                                                                                                                                        |  |
| Beskyttede naturtyper                                                               | Eng: 51-100<br>Hede: 2-5<br>Mose: 51-100<br>Overdrev: 21-50<br>Strandeng: 11-20<br>Sø: moderat - omfattende        | -        | Eng: 21-50<br>Hede: 2-5<br>Mose: 2-5<br>Overdrev: 2-5<br>Strandeng: <2<br>Sø: ubetydelig | Hadbjerg Eng: 11-20<br>Mose: 2-5<br>Overdrev: 2-5<br>Strandeng: <2<br>Sø: mindre<br>Århus Eng: 21-50<br>Mose: 2-5<br>Overdrev: <2<br>Strandeng: <2<br>Sø: mindre |  |
| Fredede områder<br>Fredede fortidsminder                                            | 6-10<br>51-100                                                                                                     | -        | 2-5<br>21-50                                                                             | Hadbjerg 2-5<br>Århus 21-50                                                                                                                                      |  |
| Kulturmiljøer                                                                       | 11-20                                                                                                              | -        | 6-10                                                                                     | Hadbjerg 2-5<br>Århus 2-5                                                                                                                                        |  |
| Vindmølleparker                                                                     | -                                                                                                                  | -        | -                                                                                        | Hadbjerg -<br>Århus -                                                                                                                                            |  |