

# Screening af de samfundsøkonomiske effekter af forsyningssikkerheden ved en fast Kattegatforbindelse anlagt som tunnel

For Vejdirektoratet

Udarbejdet af Kristian Kolstrup

24. februar 2022

## 1 Indledning

Vejdirektoratet har bedt Incentive om at udarbejde en screening af de samfundsøkonomiske effekter af forsyningssikkerheden ved at anlægge en fast Kattegatforbindelse som tunnel i stedet for som bro. Det belyser vi i dette notat.

### En indledende screening

Denne analyse er en indledende screening. Det betyder, at der er øget usikkerhed knyttet til resultaterne. Usikkerheden skyldes primært antagelsen om, at de historiske vindforhold på Storebælt kan overføres til en Kattegatforbindelse. Dertil kommer usikkerhed om, hvor stor en andel af køretøjerne der er vindfølsomme.

### Gevinster ved en tunnel

Trafikanterne opnår gevinster ved en tunnel, fordi en tunnel er mindre udsat for vejr og vind. Det betyder færre timer, hvor forbindelsen er lukket pga. høj vindstyrke og nedfald af sne og is. Der er også færre timer, hvor der er forbud mod at køre over forbindelsen for vindfølsomme køretøjer. Herudover kan der være andre gevinster ved en tunnel, fx mindre risiko for skibssammenstød. Det har vi ikke medtaget.

Vi har baseret analysen på de historiske vindrestriktioner på Storebæltsforbindelsen i perioden 1999-2021. Storebæltsforbindelsen har fire vindvarslingsstrin. Trin 2 og 3 medfører, at vindfølsomme køretøjer forbydes kørsel på broen, mens trin 4 medfører lukning for alle køretøjer. Vi har ikke medtaget konsekvenserne af nedsat hastighed for den øvrige trafik ved vindvarslingsstrin 2 og 3.

## Fakta

### Vindrestriktioner på Storebælt

|                      |  |
|----------------------|--|
| Vindvarslingstrin 1: | Tværvind mellem 10 og 15 m/s<br>Vindfølsomme køretøjer varsles om vindforhold, der kan påvirke køretøjet.  |
| Vindvarslingstrin 2: | Tværvind mellem 15 og 20 m/s<br>Vindfølsomme køretøjer forbydes at passere broforbindelsen.<br>Øvrige køretøjer anbefales en maks. hastighed på 80 km/t. |
| Vindvarslingstrin 3: | Tværvind mellem 20 og 25 m/s<br>Vindfølsomme køretøjer forbydes at passere broforbindelsen.<br>Øvrige køretøjer anbefales en maks. hastighed på 50 km/t. |
| Vindvarslingstrin 4: | Vindhastighed over 25 m/s<br>Broen lukkes for al trafik på grund af kraftig blæst.   |

Kilde: Sund & Bælt.

## 1.1 Resultater

De samfundsøkonomiske gevinster i form af bedre forsyningsikkerhed for trafikanterne ved at anlægge en Kattegatforbindelse med vejforbindelse som tunnel er 3,7 mia. kr. over 50 år, jf. tabel 1. Gevinsterne for trafikanterne, der anvender Kattegatforbindelsen, udgør 2,1 mia. kr., mens trafikanterne, der anvender Storebæltsforbindelsen, opnår de resterende 1,6 mia. kr. i gevinster. Færre restriktioner for vindfølsomme køretøjer (Vindvarslingstrin 2) står for størstedelen af gevinsterne, 3,2 mia. kr., mens trafikanter, der er generet af lukninger (Vindvarslingstrin 3), får de resterende 0,5 mia. kr. i gevinster. Vi har ikke inkluderet eventuelle gevinster ved, at passagererne i tog over Storebælt kan anvende erstatningsbusser via en fast Kattegatforbindelse ved lukninger af Storebæltsforbindelsen.

Som nævnt i indledning er der væsentlig usikkerhed ved resultaterne. Usikkerheden skyldes primært forudsætningen om, at de historiske vindforhold på Storebælt kan overføres til en Kattegatforbindelse.

Tabel 1

### Samfundsøkonomiske resultater Kattegatforbindelse med vej, nutidsværdi 2021, mia. kr.

|                              | Vej<br>Restriktioner for<br>vindfølsomme køretøjer | Vej<br>lukninger | Jernbane<br>lukninger | I alt |
|------------------------------|--|------------------|-----------------------|-------|
| Kattegatforbindelsen i alt   | 1,7  | 0,4              | 0                     | 2,1   |
| Storebæltsforbindelsen i alt | 1,5  | 0,2              | 0                     | 1,6   |
| I alt                        | 3,2  | 0,5              | 0                     | 3,7   |

Note: Priser er opgjort i 2021-priser. Tal summer ikke pga. afrunding.  
Kilde: Incentive.

Etableres en fast forbindelse over Kattegat med både vej og jernbane er de samlede gevinster 4,1 mia. kr. over 50 år, jf. tabel 2. Hovedparten af gevinsterne for togpassagererne er gevinster for brugerne af Kattegatforbindelsen, 0,3 mia. kr., mens de resterende 0,1 mia. kr. er gevinster for togpassagererne over Storebælt.

Tabel 2 **Samfundsøkonomiske resultater Kattegatforbindelse med vej og jernbane, nutidsværdi 2021, mia. kr.**

|                              | Vej<br>Restriktioner for<br>vindfølsomme køretøjer | Vej<br>lukninger | Jernbane<br>lukninger | I alt      |
|------------------------------|--|------------------|-----------------------|------------|
| Kattegatforbindelsen i alt   | 1,7  | 0,4              | 0,3                   | 2,3        |
| Storebæltsforbindelsen i alt | 1,5  | 0,2              | 0,1                   | 1,7        |
| <b>I alt</b>                 | <b>3,2</b>   | <b>0,5</b>       | <b>0,4</b>            | <b>4,1</b> |

Note: Priser er opgjort i 2021-priser. Tal summer ikke pga. afrunding.  
Kilde: Incentive.

Erhvervslivet får 77%-80% af gevinsterne ved at anlægge Kattegatforbindelsen som tunnel, mens de fritidsrejsende får 16%-17%, og pendlerne 3%-5%. Erhvervslivet får en relativ stor del af gevinsterne, fordi vi vurderer, at deres køretøjer i højere grad er vindfølsomme, jf. tabel 11 i afsnit 1.3.

Tabel 3 **Samfundsøkonomiske resultater, nutidsværdi 2021, mia. kr.**

|                 | Vej               | Vej +<br>jernbane |
|-----------------|-------------------|-------------------|
| Fritidsrejsende | 0,6 (16%)         | 0,7 (17%)         |
| Pendlere        | 0,1 (3%)          | 0,2 (5%)          |
| Erhvervsliv     | 3,0 (80%)         | 3,2 (77%)         |
| <b>I alt</b>    | <b>3,7 (100%)</b> | <b>4,1 (100%)</b> |

Note: Priser er opgjort i 2021-priser. Tal summer ikke pga. afrunding.  
Kilde: Incentive.

Opgjort i persontimer medfører en tunnel for vej alene, at der i 2035 spares 446.000 persontimer pga. færre lukninger pga. vind og vejr, mens en tunnel for både vej og jernbane medfører, at spares 483.000 persontimer.

Tabel 4 **Persontimer sparet ved tunnel, 2035 persontimer/år**

|              | Vej            | Vej + jernbane |
|--------------|----------------|----------------|
| Personbil    | 260.000        | 259.000        |
| Varebil      | 108.000        | 107.000        |
| Lastbil      | 78.000         | 78.000         |
| Jernbane     | 0              | 39.000         |
| <b>I alt</b> | <b>446.000</b> | <b>483.000</b> |

Kilde: Incentive.

## 1.2 Følsomhedsanalyser

Vi har lavet en række følsomhedsanalyser, der belyser nogle af de største usikkerheder ved analysen, jf. tabel 5. En af de største usikkerheder er forudsætningen om, at vindforholdene på en Kattegatforbindelse er sammenlignelige med Storebæltsforbindelsen.

Tabel 5 **Følsomhedsanalyser, nutidsværdi, mia. kr.**

| Analyse  | Vej  | Vej + jernbane |
|--|------|----------------|
| Hovedanalyse                                   | 3,7  | 4,1            |
| Større middelvind frem mod år 2100             | 3,8  | 4,2            |
| Mindre middelvind frem mod år 2100             | 3,6  | 4,0            |
| Dobbelt så meget vind ved Røsnæs               | 7,4  | 8,2            |
| Tre gange så meget vind ved Røsnæs             | 11,1 | 12,3           |
| 30% varebiler og 15% lastbiler er vindfølsomme | 3,1  | 3,5            |
| 50% varebiler og 25% lastbiler er vindfølsomme | 4,4  | 4,7            |

Kilde: Incentive.

### Middelvind frem mod år 2100

I denne følsomhedsanalyse har vi forudsat, at middelvinden stiger henholdsvis falder frem mod år 2100 pga. klimaforandringer, så der i år 2100 er 5% flere henholdsvis 5% færre timer med totallukninger og lukninger for vindfølsomme køretøjer. I hovedanalysen er der forudsat en uændret middelvind.

### Mere vind ved Røsnæs

I denne følsomhedsanalyse har vi forudsat dobbelt så mange timer med totallukninger og lukninger for vindfølsomme køretøjer i hele perioden, svarende til, at området omkring Røsnæs er mere udsat for vind. DMI-rapport 20-07 (DMI 2020) finder fx, at der historisk i perioden 1961-1990 i gennemsnit har været 2,4 dage årligt med stormende kuling (vindhastigheder over eller lig 20,8 meter i sekundet) ved Omø Fyr (syd for Storebæltsforbindelsen), mens det var ved Røsnæs Fyr i gennemsnit har været 6,7 dage årligt med stormende kuling.

### Varebiler og lastbiler er vindfølsomme

I disse to analyser forudsætter vi, at en højere, henholdsvis en lavere, andel af vare- og lastbilerne er vindfølsomme. I hovedanalysen er det 40% af varebilerne og 20% af lastbilerne, der er vindfølsomme.

## 1.3 Tilgang

### Generelle forudsætninger

Analysen følger de retningslinjer, der er udstukket af Transportministeriet og Finansministeriet.<sup>1</sup> Da analysen er en screening, har vi dog kun fokuseret på tidsgevinsterne for brugerne og ikke på alle de elementer, der er med i en samlet samfundsøkonomisk analyse.

Vi har oplistet nogle af de centrale forudsætninger for analysen herunder.

<sup>1</sup> 'Vejledning i samfundsøkonomiske konsekvensvurderinger' Finansministeriet (2017) og 'Manual for samfundsøkonomisk analyse på transportområdet' Transportministeriet (2015).

Tabel 6 **Centrale forudsætninger**

| Emne                            | Forudsætning                            |
|---------------------------------|---|
| Prisniveau                      | 2021                                    |
| Enhedspriser                    | Transportøkonomiske Enhedspriser v.1.96 |
| Landstrafikmodellen (trafiktal) | Version 2.3                             |
| Periode                         | 2035-2084                               |
| Trafikvækst                     | 2035-2045: 0,65, derefter 0%            |
| Afgrænsning                     | National afgrænsning                    |

Kilde: Incentive.

### Trafik

Vi har opgjort konsekvenserne for en Kattegatforbindelse med vej henholdsvis med vej og jernbane. I begge tilfælde er der knap 35.000 køretøjer pr. hverdagsdøgn i 2035, jf. tabel 7 og tabel 8.

Tabel 7 **Køretøjer pr. hverdagsdøgn, Kattegatforbindelse med vej, 2035**

|                        | Personbiler<br>fritid | Personbiler<br>pendling | Personbiler<br>erhverv | Varebiler | Lastbiler | I alt  |
|------------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|-----------|-----------|--------|
| Kattegatforbindelsen   | 10.808                | 12.166                  | 5.847                  | 3.752     | 2.174     | 34.747 |
| Storebæltsforbindelsen | 14.776                | 6.843                   | 4.367                  | 2.364     | 7.166     | 35.516 |

Kilde: Vejdirektoratet, Landstrafikmodellen version 2.3.

Tabel 8 **Køretøjer pr. hverdagsdøgn, Kattegatforbindelse med vej og jernbane, 2035**

|                        | Personbiler<br>fritid | Personbiler<br>pendling | Personbiler<br>erhverv | Varebiler | Lastbiler | I alt  |
|------------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|-----------|-----------|--------|
| Kattegatforbindelsen   | 10.793                | 11.981                  | 5.789                  | 3.704     | 2.174     | 34.441 |
| Storebæltsforbindelsen | 14.777                | 6.840                   | 4.370                  | 2.363     | 7.166     | 14.777 |

Kilde: Vejdirektoratet, Landstrafikmodellen version 2.3.

Vi har anvendt nedenstående belægningsgrader og årsdøgnfaktorer. Da alle totallukninger og de fleste restriktioner for vindfølsomme køretøjer i perioden 1999-2021 har fundet sted i månederne oktober-februar, hvor trafikken er lavere, har vi nedjusteret antallet af personbiler på basis af månedsstatistik fra Sund & Bælt.

Tabel 9

**Belægningsgrader og hverdagsdøgnfaktor**

|                                    | Personbiler<br>fritid | Personbiler<br>pendling | Personbiler<br>erhverv | Varebiler | Lastbiler |
|------------------------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|-----------|-----------|
| Belægningsgrad                     | 2,4                   | 1,3                     | 1,6                    | 1,0       | 1,0       |
| Faktor, hverdagsdøgn til årstrafik | 530                   | 259                     | 246                    | 304       | 281       |
| Andel af gnsn. månedstrafik        | 89%                   | 89%                     | 89%                    | 85%       | 98%       |

Kilde: Incentive. Baseret på tal fra Sund & Bælt.

**Værdisætning**

Alle forsinkelser pga. lukninger er værdisat som forsinkelsestid.

Vi har forudsat, at alle trafikanter, der som udgangspunkt anvender Storebælt, vil anvende en Kattegatforbindelse, hvis lukningen varer længere end tre timer. Da turen via en Kattegatforbindelse er længere, har vi forudsat, at de får en forlænget rejsetid på 3 timer. Ved en lukning på Storebælt på 4 timer får alle trafikanterne således en gevinst på 1 time.

**Lukninger**

Vi har opgjort det gennemsnitlige antal timer, som Storebæltsforbindelsen har været lukket, til 8 timer/år og 185 timer/år, hvor den har været restriktioner for vindfølsomme køretøjer, jf. tabel 10. Opgørelsen er baseret på de faktiske restriktioner på Storebælt i perioden 1999-2021.

I beregningerne har vi taget højde for, at en lukning i fx 2 timer i gennemsnit påvirker trafikanterne i 1 time. Hertil har vi for alle lukninger lagt en ekstra forsinkelse på i gennemsnit 1 time, fordi der ofte opbygges en kø, der skal afvikles, efter forbindelsen er åbnet for trafik igen. Det er baseret på en input fra Sund & Bælt.

Tabel 10

**Lukninger, timer pr år**

| Restriktion                              | Timer/år |
|--|----------|
| Lukninger                                | 8        |
| Restriktioner for vindfølsomme køretøjer | 185      |

Kilde: Incentive på baggrund af tal fra Sund & Bælt.

Lukningerne og restriktionerne for vindfølsomme køretøjer har historisk set været både om dagen og natten. Vi har derfor ikke justeret for, at trafikken varierer på forbindelsen over døgnet.

Der er ikke statistik på, hvor stor en andel af trafikken der er vindfølsomme køretøjer. For vare- og lastbiler er der derfor tale om et groft skøn. For personbiler har vi baseret det på antallet af personbiler med anhænger på Storebælt i uge 45 i 2021. Uge 45 er valgt, da alle lukninger og de

fleste restriktioner for vindfølsomme køretøjer i perioden 1999-2021 har fundet sted i månederne oktober-februar.

Tabel 11

**Andel af køretøjer, der er vindfølsomme**

| Køretøjstype | Andel af trafik |
|--------------|-----------------|
| Personbiler  | 2,7%            |
| Varebiler    | 40%             |
| Lastbiler    | 20%             |

Kilde: Skøn, Incentive.

Vi har forudsat, at de kollektivt rejsende med tog rammes af de samme lukninger som vejtrafikken ved vindhastigheder over 25 m/s, mens de ikke påvirkes af vindhastigheder under 25 m/s.