



## HH-forbindelsens lønsomhed - samfundsøkonomiske beregninger

## 0. Intro

Nærværende analyse er foretaget af økonomisk konsulent Luise Augusta Larsen og forskningsassistent Britt Zoëga Skougaard sommeren 2010 på baggrund af bl.a. anlægstekniske data fra HH-analyserne, som Rambøll og COWI udfører for IBU. Beregningerne i den foreliggende rapport er udviklet i DTU-projektet 'Samfundsmæssig vurdering af alternative faste forbindelser mellem Helsingør og Helsingborg' (2010), hvori desuden er gjort nærmere rede for de anvendte beregningsmetoder og videnskabelige forudsætninger. Det er hensigten, at resultaterne af beregningerne kan tjene som baggrundsmateriale og oplæg til de kommende faglige og politiske drøftelser af perspektiverne ved at etablere en fast forbindelse over det nordlige Øresund.

Den gennemførte samfundsøkonomiske analyse viser, at

- alle opstillede alternativer for en HH-forbindelse er samfundsøkonomisk lønsomme ifølge cost-benefit beregningerne
- benefit-cost raterne er opstillet med både højvækst, middel og lavvækst scenarier. Selvom der tages udgangspunkt i en udvikling med middel økonomisk vækst synes HH-alternativerne relativt robuste over for lavvækst scenariet
- en tunnelloøsning kun bestående af persontog udgør det alternativ, der i den traditionelle cost-benefit analyse har den laveste samfundsøkonomiske rentabilitet
- indregnes imidlertid strategiske effekter, herunder faktorer vedr. regionaløkonomisk udvikling, netværkseffekter og tilgængelighed samt miljøpåvirkninger lokalt vendes billedet, så her har også en ren persontogsløsning en relativ høj rentabilitet
- en kombineret løsning med fast forbindelse til persontog, til biler og også til godstog har høj rentabilitet, bl.a. fordi tidsgevinsterne ved den fulde løsning er markante, og fordi miljøfordelene er store, når færgedriften antages helt nedlagt
- en løsning, hvor der spares på vejforbindelsens udformning, så denne kun etableres med et enkelt tunnelrør, dvs. som en "landevejsløsning", er ikke meget bedre end den fulde model
- i risikoanalysen af alternativernes evne til at vedblive med en positiv rentabilitet synes den rene persontogsløsning at have lav såkaldt certainty-værdi, mens de øvrige kombinerede løsninger har en relativ høj værdi (på mellem 70 og 80 %)
- alternativerne virker relativt robuste overfor overskridelse af anlægsinvesteringerne, og 2 af de 4 alternativer kan klare 55 % overskridelse og stadig være rentable
- usikkerhedsberegningerne viser på baggrund af erfaringsdata, at med 90 % sandsynlighed kan der holdes benefit-cost rater på op til 1,7 i det mindst rentable alternativ og 4,3 i det bedste
- de strategiske samfundseffekter ud over de rene trafikøkonomiske effekter kan medvirke til at øge lønsomheden af alternativerne med 30 til 150 %

*August 2010*

# 1. Cost-benefit analyse af en fast HH-forbindelse

Formålet med denne cost-benefit analyse er at undersøge, om det er samfundsøkonomisk rentabelt at etablere en fast forbindelse mellem Helsingør og Helsingborg. For at projektet findes økonomisk rentabelt, skal den samfundsøkonomiske nytte være højere end de samlede omkostninger.

Cost-benefit analysen vedrører alene anlæg og drift af kyst-til-kyst forbindelsen. I analysen opgøres de samlede samfundsøkonomiske gevinster og omkostninger ved etablering af en fast forbindelse mellem Helsingør og Helsingborg set i forhold til fortsat færgedrift. I analysen opgøres gevinster og omkostninger for hver af de fire anlægsløsninger. Herfra trækkes de tilsvarende gevinster og omkostninger ved fortsættelse af den nuværende færgedrift. Herved fås et udtryk for nettogevinsten eller nettotabet ved at gennemføre anlægsinvesteringerne set i forhold til den situation, hvor færgedriften fortsætter uændret.

Analysens 4 hovedalternativer		
	Løsning	Beskrivelse
Alternativ 1	HH 0.2	Tunnel til persontog: Her satses alene på den kollektive persontrafik, idet togene til/fra Helsingør og Helsingborg integreres over Øresund
Alternativ 2	HH 4.2	Tunnel til persontog + dobbelttunnel til biler: Ud over løsningen i Alternativ 1 etableres også en vejforbindelse som motorvej med 2x2 vejbaner +1 nødspor. Motorvejssystemet på hver side kobles sammen
Alternativ 3	HH 4.2.1	Tunnel til persontog + dobbelttunnel til biler + tunnel til godstog: Udover løsningen i Alternativ 2 etableres også en enkeltsporet tunnel til godstog parallelt med vejforbindelsen
Alternativ 4	HH 2.2.1	Tunnel til persontog + enkelt tunnel til biler + tunnel til godstog: I dette alternativ forudsættes beregningsmæssigt, at der er mulighed for at reducere Alternativ 3, så der kun etableres en 2 sporet forbindelse + nødspor

**Table 1.0** Analysens anlægselementer. Der er her kun valgt tunnelloøsninger.

Beregningsresultaterne angives i denne rapport i form af en benefit-cost rate for hvert alternativ. Efterfølgende vurderes robustheden af resultaterne ud fra en række følsomhedsanalyser. Sammen med en multi-kriterie analyse af udeladte og ikke værdisatte effekter udgør dette grundlaget for den samlede vurdering og konklusion.

Følgende effekter indgår i analysen:

- **Anlægsomkostninger:** For kyst-til-kyst anlægget
- **Drifts- og vedligeholdelsesomkostninger:** For kyst-til-kyst anlægget
- **Tidsgevinster:** For de rejsende
- **Kørsels- og operatøromkostninger:** Fordelt på privatbiler, lastbiler og tog
- **Miljøkonsekvenser:** CO<sub>2</sub> udledning og forurening
- **Billetindtægter**

Nedenfor redegøres for de mest centrale forudsætninger i cost-benefit analysen.

## 1.1.1 Svenske eller danske enhedspriser?

Da etableringen af en fast forbindelse mellem Helsingør og Helsingborg er et fælles svensk/dansk projekt, skal der tages stilling til, hvilke værdier og faktorer der skal benyttes til beregningerne i cost-benefit analysen. Én mulighed er at lave to analyser, én med danske værdier og én med svenske værdier, hvor også

omkostninger og fordele er fordelt på de to lande. En anden mulighed er at lave en samlet analyse, hvor fordelene er vægtet med hensyn til den forventede trafik fra de to lande og herefter multipliceret med det pågældende lands tidsværdier.

Af forenklingmæssige grunde i beregningen er der taget udgangspunkt i danske værdier og faktorer, som normalt anvendes ved større samfundsøkonomiske beregninger.

### **1.1.2 Diskonteringsrate**

Omkostninger og fordele er diskonteret med en diskonteringsrate på 5 %, der i 2010 er det danske Finansministeriums anbefaling.

### **1.1.3 Tidshorisont**

Tidshorisonten for beregningerne er 50 år fra åbningsåret, der beregningsmæssigt antages at være 2030. Det antages at byggeperioden er på 6 år (2025-2030).

### **1.1.4 Prisniveau**

Alle beløb er opgivet i 2009 priser.

### **1.1.5 Skatteforvridning**

I beregningerne medtages også skatteforvridningstabet, der er udtryk for det velfærdstab, som samfundet lider ved at skulle finansiere offentlige udgifter gennem skatteopkrævning, fx finansiering af infrastrukturprojekter. Inddragelse af skatteforvridningstabet er begrundet i, at det ikke er omkostningsfrit for samfundet at finansiere en fast HH-forbindelse ved at opkræve skatter, idet skatterne sædvanligvis medfører en forvridning af aktiviteten i økonomien. Den marginale omkostning for samfundet i forbindelse med anvendelsen af de forvridende skatter er af Finansministeriet vurderet til 20 øre pr. krone opkrævet i skat (Finansministeriet, 1999).

### **1.1.6 Evalueringskriterier**

En cost-benefit analyse resulterer i flere forskellige evalueringskriterier såsom nettonutidsværdien (NPV) og benefit-cost raten. Nettonutidsværdien angiver den diskonterede værdi af nytten i projektets levetid, mens benefit-cost raten viser nutidsværdien af de kommende indtægter pr. nutidsværdi investeret. Da alle projekter med en positiv nettonutidsværdi er samfundsøkonomisk rentable, bør de i princippet gennemføres, men det sætter budgetrestriktioner ofte en stopper for. Derfor er det nødvendigt med andre beslutningskriterier end NPV for at vælge, hvilket projekt der skal gennemføres. I denne analyse benyttes benefit-cost raten som det endelige evalueringskriterium i cost-benefit analysen.

Nedenfor redegøres for de elementer, der indgår i analysen.

### **1.1.7 Drifts- og vedligeholdelsesomkostninger**

Drifts- og vedligeholdelsesomkostninger for de fire alternativer estimeres til 1,2 % af anlægssummen pr. år.

### **1.1.8 Scrapværdi**

Værdien af den faste forbindelse antages at være uændret via løbende vedligeholdelse gennem perioden på 50 år, så den samlede værdi indregnes som scrapværdi i slutningen af perioden (år 2080).

### 1.1.9 Forventede rejsetidsbesparelser

En af de vigtigste parametre for at anlægge en fast forbindelse mellem Helsingør og Helsingborg udgøres af sparet rejsetid. I forhold til, at det i dag tager 18 minutter for færgetrafikken at tilbagelægge de 5 km, vil et tog kunne klare denne strækning på 5 minutter. For bilernes vedkommende vil turen over sundet tage omkring 10 minutter. Den sparede rejsetid ved en fast HH-forbindelse er beregnet til følgende, jf tabel 1.1.

Situation	Rejsetid mellem Helsingør og Helsingborg, minutter			
	Overfartstid	Ventetid	Skiftetid	Skjult ventetid
Bil, før	18	7	-	-
Bil, efter	8	-	-	-
Togpassagerer, før	18	-	7*	10
Togpassagerer, efter	5	-	-	10
Lastbil, før	18	7	-	-
Lastbil, efter	10	-	-	-

**Tabel 1.1:** Rejsetid mellem Helsingør og Helsingborg før og efter anlæggelsen af en fast forbindelse fordelt på transportform  
\* 30 % af de rejsende antages at have denne skiftetid. Øvrige 70 % har skiftetid på 0 minutter, da de kommer med individuel transport til Helsingør eller Helsingborg (gang, cykel, bil). Disse rejsende har kun skjult ventetid, fordi de antages at ankomme tilfældigt.

#### Bilister

For bilerne er rejsetiden med færgen fordelt på 18 minutters overfartstid samt en ventetid på 7 minutter. Færgeselskaberne kræver, at de rejsende ankommer 15 min. før afgang, men det antages, at en stor del af de rejsende først ankommer lige inden afgang, grundet at der afgår færger hver 20. minut.

Krydsningstiden for bilerne på den faste forbindelse er fordelt på 8 minutters køretid.

#### Togpassagerer

For togpassagererne er rejsetiden med færgen fordelt på 18 minutters overfartstid samt en skjult ventetid på 10 minutter, der er halvdelen af tiden mellem to afgang. Desuden forventes det, at 30 % af de rejsende kommer med tog til Helsingør eller Helsingborg, og dermed opnår en ventetid på 7 minutter, når de skal skifte mellem tog og færge.

På den faste forbindelse er rejsetiden med tog fordelt på køretid og skjult ventetid. Køretiden angives til 5 minutter, mens den skjulte ventetid er 10 minutter.

Ifølge Nøgletalskataloget (Transport- og Energiministeriet, 2006) vægtes de enkelte tidssegmenter på følgende måde:

Element	Vægt
Rejsetid	1
Ventetid	2
Skiftetid	2
Skjult ventetid	0,5
Forsinkelsestid	2

**Tabel 1.2:** Vægtning af tidssegmenter for persontrafik (Transport- og Energiministeriet, 2006)

Disse vægte benyttes på tidsbesparelserne i tabel 7.5. Den vægtede tidsbesparelse der opnås efter anlæggelsen af en fast forbindelse mellem Helsingør og Helsingborg fremgår af tabel 1.3.

Situation	Samlet rejsetid i min., vægtet	Sparet rejsetid i min., vægtet
Bil, før	32	
Bil, efter	10	<b>22</b>
Togpassagerer, før	27,2	
Togpassagerer, efter	10	<b>17,2</b>
Lastbil, før	32	
Lastbil, efter	10	<b>22</b>

**Tabel 1.3:** Sparet rejsetid efter anlæggelse af en fast HH-forbindelse (vægtet)

For beregningen af tidsbesparelserne af personbiltrafikken, lastbiltrafikken og persontogtrafikken er det forudsat, at rejsetiden med færgerne i åbningsåret 2030 vil være den samme som i dag. Det antages altså, at der ikke sker en teknologisk udvikling for færger, der vil nedsætte overfartstiden. Denne antagelse er dog forsigtig, da det må forventes at færgerne når at blive udskiftet til nyt materiel, der i princippet kunne sejle hurtigere. På den anden side tænkes brændstof at blive dyrere, hvilket virker i modsat retning.

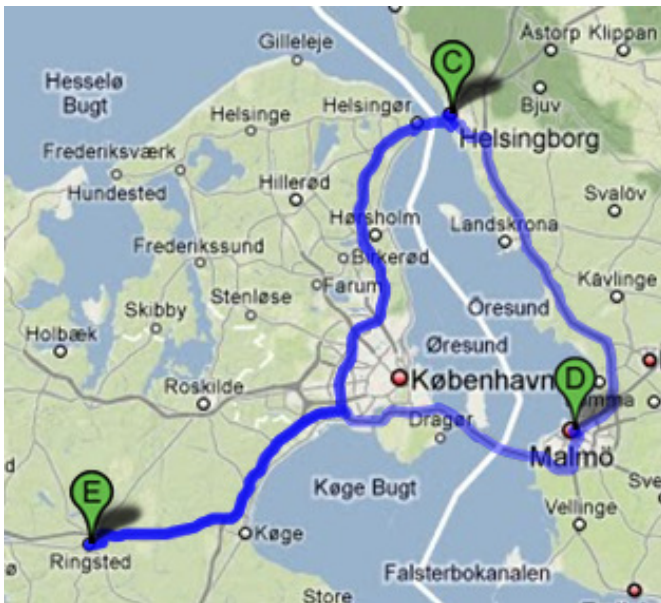
### Godstog

For godstogene er sparet rejsetid ligeledes den største gevinst ved at anlægge en fast forbindelse mellem Helsingør og Helsingborg. En stor andel af det gods, der fragtes på tog igennem Danmark, er transitgods, og fordelene tilfalder dermed ikke Danmark direkte. Sverige og andre europæiske lande vil derimod få andel i fordelene, da meget af godset fragtes mellem Sverige og resten af Europa.

Uden en fast HH-forbindelse benytter godstogene Øresundsbron. Med anlæggelsen af en fast HH-forbindelse forventes det, at en meget stor del af disse godstog ændrer rute og i stedet benytter sig af den hurtigere Helsingør-Helsingborg forbindelse. Derfor skal rejsetidsbesparelsen for godstogene opgøres ved at sammenligne rejsetiden via København-Malmø med rejsetiden over den faste HH-forbindelse.

Rejsetidsbesparelsen beregnes på baggrund af afstanden mellem Helsingborg og Ringsted. På nuværende tidspunkt tager godstogene mellem Helsingborg og Ringsted følgende rute: Helsingborg - Malmø - Øresundsbron - Ringsted. Denne rute er ca. 160 km lang på vej. Efter en fast forbindelse mellem Helsingør og Helsingborg er etableret vil mange af godstogene ændre rute og køre: Helsingborg - Fast HH-forbindelse - Ring 5 - Ringsted. Denne rute er ca. 110 km lang på vej. Det antages altså, at den samlede besparelse for godstogene vil være 50 km efter anlæggelsen af den faste forbindelse. De to ruter kan ses på figur 1.1.

Dog skal det bemærkes, at godstogene i dag har en noget anden rute end bilerne, da jernbanesporene følger en anden rute end vejen, specielt på den svenske side. Dette gør sig også gældende efter anlæggelsen af den faste forbindelse, da det vil være nødvendigt at etablere Ring 5-korridoren til godstog Helsingborg – Høje Taastrup – Køge N. På trods af dette benyttes rejseafstanden på vej som grundlag for beregning af rejsetidsbesparelsen for godstog.



Figur 1.1: Illustration af de to ruter mellem Helsingborg og Ringsted (Google maps)

Godstogenes gennemsnitshastighed anvendes for at bestemme godstrafikkens rejsetidsfordel. Godstog kan i princippet godt nå op på 70 km/t som gennemsnitsfart, men det må antages, at passagen over Øresund bliver stadig vanskeligere de næste 10-20 år, på trods af kapacitetsudbygning af jernbanen. Både person- og godstrafikken må forventes at udvise en pæn vækst over forbindelsen, og det øgede antal tog ikke mindst omkring København og Malmø skaber trængsel på sporet. Overhalingsspor og de forekommende krydsninger af spor i niveau vil på den bestående Øresundsstrækning medvirke til en lidt lavere rejsehastighed for godstog. På baggrund af dette benyttes til beregningen af sparet rejsetid for godstog en gennemsnitshastighed på 50 km/t. Dette giver en samlet sparet rejsetid på 1 time pr. godstog, når godstogtrafikken ændrer rute fra Øresundsbron til en fast HH-forbindelse. Tabel 1.4 viser antallet af km for de to ruter samt rejsetiden i timer og den sparede rejsetid ved at ændre rute.

Rejsetid Helsingborg-Ringsted	Afstand, km	Rejsetid, timer/godstog	Spartet rejsetid, timer/godstog
Godstog: Øresundsbron	160	3,2	
Godstog: Fast HH-forbindelse	110	2,2	<b>1</b>

Tabel 1.4: Rejsetid mellem Helsingborg og Ringsted før og efter anlæggelsen af en fast HH-forbindelse

### 1.1.10 Tidsomkostninger

Tidsomkostninger fastsættes med udgangspunkt i Transportøkonomiske Enhedspriser (Modelcenter DTU Transport 2009).

Det kan være svært at fastsætte tidsværdien for rejsende med fritidsærinde. En del af de fritidsrejsende mellem Helsingør og Helsingborg benytter færgerne som et formål i sig selv, fordi der handles toldfrit undervejs på færgerne. Dette turformål er vanskeligt at håndtere i relation til tidsværdier, variationer i rejse længder og fornuftige mål for attraktioner, da turene dækker over både meget korte indkøbsture og meget lange ture til fx sommerhus.

Tidsværdier, kr./time		
Formål	Personbil	Kollektive rejsende
Erhverv	333	333
Bolig-arbejde	79	79
Andet/fritidsrejsende	79	79

**Table 1.5:** Tidsværdier for rejsetid, kr./time/person (2008 priser), (Modelcenter DTU Transport, 2009). Note: Der anvendes danske kroner DKK.

Til at værdisætte en sparet persontime beregnes derfor en vægtet timepris for personrejsende mellem Helsingør og Helsingborg. Beregningerne tager udgangspunkt i de danske tidsværdier for persontrafik, jf. tabel 1.5. Hertil kommer fordelingen af de rejsendes turformål over Øresund, jf. tabel 1.6.

Formål	Andel mellem Helsingør og Helsingborg (2009)
Erhverv	6 %
Bolig-arbejde	33 %
Andet/fritidsrejsende	61 %

**Table 1.6:** Fordeling af turformål på færgerne mellem Helsingør og Helsingborg 2009 (Øresundsbron og IBU Øresund, 2009)

På baggrund af dette beregnes en vægtet tidsværdi for personrejsende mellem Helsingør og Helsingborg til 94,24 kr.<sup>1</sup> pr. time. Niveaueet her kan synes højt, men omvendt må det forventes, at en fremtidig fast forbindelse på HH vil forøge mængden af erhvervsture med en højere timepris.

De danske tidsværdier for gods er ifølge Transportøkonomiske Enhedspriser (Modelcenter DTU Transport, 2009) 37,50 kr. pr. tontime for vej, og 15,39 kr. pr. tontime for bane. Da der ikke er gennemført et specifikt tidsværdistudie for gods i Danmark, er de angivne værdier baseret på internationale værdier fra HEATCO<sup>2</sup>. I dette tilfælde vil den gennemsnitlige "udenlandske" timepris vurderes at afspejle et realistisk niveau, da hovedparten af nytten ved kortere godstransporttid opnås udenfor Danmark.

Tidsomkostninger for godstransport	
Transportform	Kr. pr. tontime
Vej	37,50
Bane	15,39

**Table 1.6:** Tidsomkostning for godstransport (Modelcenter DTU Transport, 2009)

### 1.1.11 Kørselsomkostninger

Kørselsomkostninger for person- og lastbil ses i tabel 1.7:

Kr. pr. køretøjskm	Marginalomkostning ekskl. Afgift	Marginalomkostning inkl. afgift
Personbil	0,77	1,58
Lastbil	-	3,33

**Table 1.7:** Kilometerafhængige kørselsomkostninger, 2008 priser, (Modelcenter DTU Transport, 2009)

<sup>1</sup>  $0,06 \cdot 333 + 0,33 \cdot 79 + 0,61 \cdot 79 = 94,24$  kr.

<sup>2</sup> HEATCO: Developing Harmonised European Approaches for Transport Costing and Project Assessment, EU projekt.

I rapporten "Samfundsøkonomisk vurdering af en fast forbindelse over Femern Bælt" (Trafikministeriet, 2004) er de gennemsnitlige operatøromkostninger for hhv. person- og godstog beregnet. De gennemsnitlige operatøromkostninger fremgår af tabel 1.8:

Togtype	Enhed	Omkostning
Passagertog	Kr. pr. personkm	0,467
Godstog	Kr. pr. tonkm	0,174

**Tabel 1.8:** Baneformalterens omkostninger i 2004 priser fremskrevet til 2008, (Trafikministeriet, 2004)

### 1.1.12 Miljøkonsekvenser

Etableringen af en fast forbindelse mellem Helsingør og Helsingborg vil resultere i ændrede klimaeffekter og luftforurening. For det første overflyttes der trafik fra færge til vej og/eller jernbane alt efter, hvilket alternativ der betragtes. For det andet forventes det, at der genereres ny trafik, hvilket medfører øgede emissioner.

Ved mere detaljerede beregninger af miljøkonsekvenser skal også inddrages de alt andet lige negative påvirkninger, der vil forekomme i anlægsperioden. I dette tilfælde ses der bort herfra, idet disse effekter skønnes at kunne begrænses i omfang i relation til designet af de tunnelloøsninger som her er på tale.

Til brug for beregning af de ændrede klimaeffekter og luftforurening benyttes enhedspriser fra Transportøkonomiske Enhedspriser (Modelcenter DTU Transport, 2009). Da den faste forbindelse anlægges over vand, benyttes middelpriiserne for landområde.

Enhedspriser for emissioner						
Emission	CO2	SO2	NOX	HC	CO	Partikler
Kr. pr. kg	0,1	39	20	5	0,003	388

**Tabel 1.9:** Emissionsomkostninger pr. kg (Modelcenter DTU Transport, 2009)

Af rapporten "Samfundsøkonomisk vurdering af en fast forbindelse over Femern Bælt" (Trafikministeriet, 2004) fremgår det, hvor meget færgerne forurener pr. overfart. Disse tal skaleres ned, så de svarer til de 5,1 km lange færgeoverfarter mellem Helsingør og Helsingborg.

Emissionsfaktorer for færger, kg/overfart						
Rute	CO2	SO2	NOX	HC	CO	Partikler
Rødby-Puttgarden 18,6 km	3.523	24	65	3	7	1
Helsingør-Helsingborg 5,1 km	966	6,6	17,8	0,8	1,9	0,3

**Tabel 1.10:** Emissionsfaktorer for færger, kg/overfart (Trafikministeriet, 2004, samt egne beregninger)

Ifølge Danmarks Statistik var der i 2008 godt 90.000 færgeoverfarter mellem Helsingør og Helsingborg. Det antages, at der i 2030 vil være det samme antal overfarter. Dette på trods af, at det forventes at trafikken vil vokse svarende til væksten i BNP. Men man må også forvente, at med den store fokus på klimaforandringer vil færgeselskaberne i fremtiden givetvis gøre alt for at formindske forureningen. Derfor antages det, at den øgede fokus på klimaet vil opveje den øgede mængde trafik målt i antallet af partikler.

Det fremgår ligeledes af "Samfundsøkonomisk vurdering af en fast forbindelse over Femern Bælt" (Trafikministeriet, 2004), hvor meget tog og biler udleder af emissioner pr. kørt km.

Emissionsfaktorer for tog						
	CO2	SO2	NOX	HC	CO	Partikler
Persontog g/personkm	58	0,001	0,95	0,05	0,15	0,03
Godstog g/tonkm	28	0,03	0,26	0,01	0,04	0,01

**Tabel 1.11:** Emissionsfaktorer for tog pr. kørt km (Trafikministeriet, 2004)

Emissionsfaktorer for vejtrafik						
	CO2	SO2	NOX	HC	CO	Partikler
Personbil g/km	297	0,01	1,01	0,85	5,24	0,02
Lastbil g/km	809	0,09	6,98	0,58	1,11	0,39

**Tabel 1.12:** Emissionsfaktorer for vejtrafik pr. kørt km (Trafikministeriet, 2004)

Nedenfor skitseres miljøkonsekvenserne for de fire alternativer.

- Alternativ 1: Det antages, at de to færageselskaber, der opererer med bilfærger, HH-Ferries og Scandlines, fortsat vil sejle mellem Helsingør og Helsingborg efter åbningen af togtunnelen.
- Alternativ 2, 3 og 4: Det antages, at samtlige færgeruter vil blive udkonkurreret, ved åbningen af den kombinerede tog- og vejforbindelse, og at der dermed ikke vil sejle færger mellem Helsingør og Helsingborg fra 2030.

På baggrund af dette beregnes forskellen i emissionsomkostninger mellem fortsat færgedrift og den faste forbindelse for hvert alternativ og scenarie i beregningsperioden.

### 1.1.13 Eksterne effekter

De eksterne effekter som uheld og støj bliver ikke medtaget i denne cost-benefit analyse. Det skyldes, at det ikke har været muligt at finde fyldestgørende data til at underbygge en økonomisk analyse af disse effekter.

## 1.2 Sammenfatning af input til cost-benefit analyse

I tabel 1.13 ses en samlet oversigt over de input til cost-benefit analysen der er uafhængig af alternativ.

Input til cost-benefit analysen		
Uafhængig af alternativ		
Prisniveau		2009
Åbningsår		2030
Kalkulationsperiode		50 år
Kalkulationsrente		5 %
Skatteforvridning		20 %
Tidsværdi	Personbiler	94,2 kr. pr. persontime
	Togpassagerer	94,2 kr. pr. persontime
	Gods bane	15,39 kr. pr. tontime
	Gods vej	37,50 kr. pr. tontime

**Tabel 1.13:** Input til cost-benefit analyse. Uafhængig af alternativ

En sammenstilling af alle de alternativafhængige input til cost-benefit analysen er foretaget i tabel 1.15, og her er der taget udgangspunkt i et økonomisk middelscenarie.

Førsteårseffekt 2030 Mio. DKK	Alt 1	Alt 2	Alt 3	Alt 4
	Persontog	Bil Persontog	Bil Persontog Godstog	Bil Persontog Godstog
	9 km.	9 km./15 km	9. km./15 km	9 km./15 km
Anlæg	- 9.500	- 24.500	- 32.500	- 24.500
Drift og vedligehold (1,2 % af anlæg)	- 114	- 294	- 390	- 294
Scrapværdi	828	2.136	2.831	2.136
Tidsbesparelser*	187	498	584	584
Kørselsomkostninger	-39,8	-205	-214	-214
Emissioner	236	2.966	2.966	2.966
Billetindtægter	427	1.660	1.874	1.874

**Tabel 1.15** Samlet oversigt over omkostninger og fordele fordelt på alternativ

\*I udregningen af tidsbesparelsen er der taget højde for, at for den nygenererede trafik tæller tidsbesparelsen kun med som halvdelen (Rule-of-a-half).

De store besparelser på emissioner for alternativ 2, 3 og 4 skyldes, at de meget forurenende bilfærger nedlægges.

For alternativer, hvor færgerne nedlægges, vil der ud over sparede emissionsomkostninger også spares driftsomkostninger til færgerne. Disse omkostninger er dog ikke medregnet i cost-benefit analysen, da det ikke har været muligt at finde estimer for størrelsen af driftsomkostningerne. Var disse besparelser medregnet, ville det påvirke B/C raten positivt, men det er usikkert i hvor høj grad.

### 1.3 Resultater

Tabel 1.16 viser resultaterne af cost-benefit analyserne for de fire HH-alternativer. For de fire alternativer er der fundet en benefit-cost rate for hvert af tre scenarier med henholdsvis lav, middel eller høj økonomisk vækst samt tilhørende nettonutidsværdi (NPV). Antagelser om fortsat trafikvækst og økonomisk vækst er i princippet tæt forbundet, og i beregningerne forudsættes, at vækstoffaktoren i relation til årlig trafikstigning svarer til 1,7% i middelscenariet. Et lavt og et højt vækstsценarie indgår med rundt regnet +50% eller -50% i forhold til middelscenariet.

Som det fremgår af resultattabellen, skønnes alle HH-alternativer at være rentable selv i lavvækst scenariet. Samlet set synes den rene persontogsløsning, alternativ 1, at udvise et mindre men dog positivt samfundsøkonomisk resultat, mens en kombineret forbindelse med alle transportformer synes særdeles lønsom.

Alternativ	B/C rate Økonomisk vækst			NPV Økonomisk vækst		
	Høj	Middel	Lav	Høj	Middel	Lav
Alternativ 1	1,30	1,23	1,11	3.385	2.657	1.299
Alternativ 2	2,69	2,38	2,10	49.464	40.506	32.420
Alternativ 3	2,25	1,99	1,75	48.519	38.518	29.152
Alternativ 4	3,10	2,76	2,44	61.331	51.331	41.964

**Tabel 1.16:** Oversigt over resultater af cost-benefit analyse fordelt på alternativ og scenarie

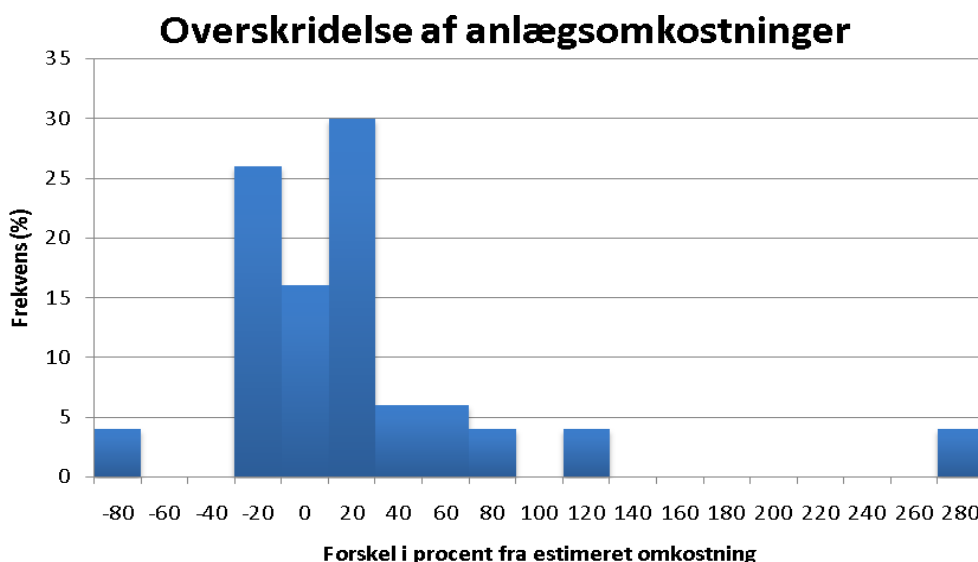
## 2. Usikkerhedsberegninger

Det hænder, at omkostningerne, specielt anlægsomkostningerne ved et stort infrastrukturprojekt bliver undervurderet, mens fordelene overvurderes. Ifølge professor Bent Flyvbjerg skyldes dette ikke kun, at de modeller, der bruges til at lave estimater for henholdsvis trafikprognoser og anlægsomkostninger, er for dårlige. I litteraturen beskrives dette problem som optimism bias. Flyvbjerg & COWI (2004) har analyseret fire kategorier af årsager til optimism bias, som anført i tabel 2.1.

Årsager til optimism bias	Eksempler
Tekniske årsager	Uperfekt information som manglende data, ny eller uprøven teknologi Ændringer i anvendelsesområdet, såsom ændringer i forhold til hastighed, vejbredde, rute-, sikkerheds- og miljømæssige normer Ledelsesmæssige problemer som upassende beregningsmetode og risikodeling
Psykologiske årsager	Tendens til at mennesker og institutioner favoriserer optimistiske vurderinger
Økonomiske årsager	Anlægsvirksomheder og konsulentfirmaer har interesse i avancerede projekter
Politisk-institutionelle årsager	Interesser, magt og institutioner Aktører kan bevidst fremme interesser/projektet mod bedre viden

**Tabel 2.1.:** Kategorier af årsager til optimism bias (Flyvbjerg & COWI, 2004)

Optimism bias kan have tydelige konsekvenser, og undervurdering af anlægsomkostningerne er set i flere tilfælde. Figur 8.1 viser overskridelserne i anlægsomkostningerne for 33 infrastrukturprojekter med store faste forbindelser. Gennemsnitligt er de reelle omkostninger ca. 35 % højere end estimeret.



**Figur 2.1:** Faktisk fordeling af overskridelse af anlægsomkostninger fra en referencegruppe af faste forbindelser (tilpasset fra Flyvbjerg et al. (2003), s. 17). De projekter, der ligger til højre for 0, er projekter hvor anlægsomkostningerne har oversteget det forventede. Projekter til venstre for 0, er projekter, hvor den forventede anlægsomkostning har været højere end den faktiske.

## 2.1 Anlægsomkostninger og optimism bias uplifts

Overskridelser i anlægsomkostningerne bør der tages højde for i cost-benefit analysen. For at gøre dette har Flyvbjerg og COWI (2004) udviklet en vejledning, der giver empirisk baserede uplifts til brug for forskellige infrastrukturprojekter. Disse uplifts er baseret på 252 tidligere realiserede projekter i Europa og Nord Amerika. De 252 projekter er blevet opdelt i tre kategorier:

- en kategori for vejprojekter
- en kategori for jernbaneprojekter
- en kategori for faste forbindelser

Tabel 2.2 viser de tre kategorier og deres underopdelinger.

Kategori	Type af projekt	Kilde til beregning af optimism bias uplift
Vej	Motorveje, lokalveje, cykelstier, fortove, busbaner	Referenceklasse af engelske vejprojekter
Jernbane	Metro, letbane, sporvogne, alm. jernbane, højhastighedstog	Referenceklasse af internationale og engelske <sup>3</sup> jernbaneprojekter
Faste forbindelser	Broer og tunneller	Referenceklasse af internationale og engelske bro- og tunnelprojekter

Tabel 2.2: Projektkategorier

B/C raten er et punkttestimat, og siger ikke noget om alternativernes robusthed i forhold til rentabilitet. Derfor benyttes i de følgende afsnit reference class forecasting (RCF) og reference scenario forecasting (RSF). Reference class forecasting angiver sandsynligheden for at opnå den beregnede B/C rate fra cost-benefit analysen, og foretages på de scenarier, der er opstillet i den traditionelle cost-benefit analyse. Reference scenario forecasting samler informationen fra reference class forecasting i et intervalestimat, der angiver alternativets robusthed med hensyn til rentabilitet på baggrund af de økonomiske scenarier. Resultatet af reference scenario forecasting samles i en såkaldt certainty-værdi, der angiver hvert alternativs sandsynlighed for at opnå en B/C rate, der er større end eller lig med 1.

## 2.2 Risikoanalyse baseret på reference class forecasting: Anlægsomkostninger og tidsgevinster

Da erfaringer viser, at anlægsomkostningerne ofte underestimeres, mens tidsbesparelserne overestimeres, forsøges i det følgende foretaget oversigtlige usikkerhedsberegninger på lige netop disse to effekter for at undersøge, hvordan B/C raten påvirkes, når der ændres på en af disse effekter. Til dette kan reference class forecasting, RCF, anvendes. RCF er en metode, der undersøger de usikkerheder, der er forbundet med vurderingen af infrastrukturprojekter.

RCF baseres på information fra tidligere projekter, af samme type som her er på tale. RCF har ikke til formål at forudsige specifikke usikkerheder ved det projekt, der vurderes, men i stedet placerer RCF projektet i en statistisk fordeling sammen med lignende projekter. Referenceklasserne kan tilpasses en Beta-PERT fordeling for rejsetidsbesparelser, og en Erlang fordeling for anlægsomkostninger.

Fordelingerne tilføjes til data fra de projekteralternativer, der undersøges, og der foretages såkaldte 'monte carlo- simuleringer', der resulterer i en B/C rate for hver iteration. Disse B/C rater samles i en sandsynlig-

<sup>3</sup> Undersøgelsen er lavet for det engelske transportministerium, derfor er referenceklassen formuleret som international og engelsk.

hedskurve, som illustrerer, inden for hvilket interval B/C raten kan forventes at ligge i inden for et 5 % signifikansniveau. Af denne graf kan det blandt andet aflæses, hvor stor sandsynligheden er for at projektet har en B/C rate, der er større end eller lig med 1.

## 2.3 Reference class forecasting på en fast HH-forbindelse

Praktisk er i nærværende analyse anvendt dataerfaringer fra gennemførte studier på DTU af usikkerhedsberegninger med reference class forecasting.

### 2.3.1 Anlægsomkostninger

Estimation af anlægsomkostninger er forbundet med usikkerhed, hvis størrelse bl.a. afhænger af, om man er på et feasibility-stadie eller et projekteringsstadie i sine undersøgelser. I opstilling af anlægsprojekters usikkerheder er der forsket (jf. Salling, DTU 2008) en del i metoder, som i denne analyse er tilnærmet projekter af typen faste forbindelser.

Der benyttes internationale erfaringer med anlægsprojekter i referencegruppen, hvor der er listet historiske data med projekter, der i forskellig grad fremviser en afvigelse mellem realiserede og estimerede anlægsomkostninger. I en kalkulation (hvor der anvendes en såkaldt Erlang-fordeling) ses på, hvordan infrastruktur anlæggene fordeler sig på minimum- og maksimumværdier, hvor et antal projekter af en vis størrelse har en underskridelse af anlægsomkostninger med 20 %, ligesom et antal projekter udviser en overskridelse på 130 %. Dataene bruges til at bestemme unøjagtigheden omkring anlægsestimater.

### 2.3.2 Rejsetidsbesparelser

Rejsetidsbesparelser kan tilpasses en Beta-PERT fordeling. Beta-PERT fordelingen skal bruge tre parametre: en minimumværdi, en maksimumværdi og en mest sandsynlig værdi (most likely). Professor Flyvbjerg et al. (2003) har på baggrund af information fra referencegrupper estimeret disse værdier for grupperne af vej- og jernbaneprojekter. Der findes desværre ikke fyldestgørende data til at estimere disse værdier for projekter med faste forbindelser.

Værdierne for rejsetidsbesparelser for vej- og jernbaneprojekter kan ses i tabel 2.3. Ekstremerne i referencegruppen for vejprojekter viser, at rejsetidsbesparelserne er overestimeret med 78,5 %, det vil sige, at de faktiske tidsbesparelser var knapt 80 % lavere end forventet. Maksimum for vejprojekterne ligger på en underestimering af rejsetidsbesparelserne med 179,3 %. Det mest sandsynlige er, at rejsetidsbesparelserne i vejprojekter underestimeres med ca. 10 %. Derimod omfatter baneprojekterne en overestimering af rejsetidsreduktionen med 37%.

Parameter	Vejprojekter	Jernbaneprojekter
Minimum	-78,5 %	-92,3 %
Mest sandsynlig	9,6 %	-37,0 %
Maksimum	179,3 %	144,2 %

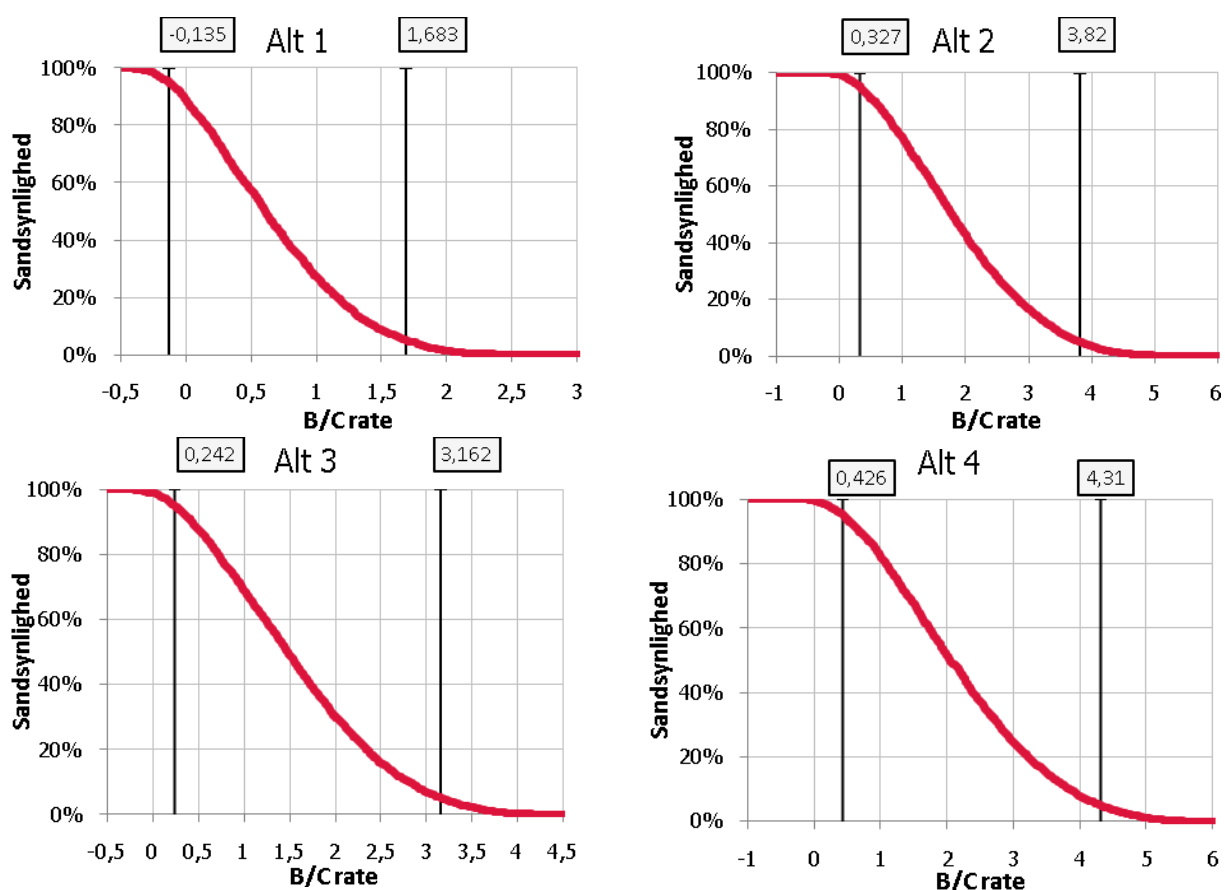
**Tabel 2.3:** Værdierne for parametrene i Beta-PERT fordelingen (Flyvbjerg et al., 2003)

Parametrene for de fire alternativer i dette projekt vurderes ud fra, hvilke transportformer de er tiltænkt. Det antages, at alternativ 1 med kun persontog har samme parametre som et baneprojekt (typisk blandet gods-persontrafik). For alternativ 2, 3 og 4, der er kombinerede forbindelser, beregnes parametrene skønsmæssigt ud fra et vægtet gennemsnit af passagermængden. Passagererne forventes i 2030 at fordele sig med 40 % togpassagerer og 60 % passagerer på vej. Parameterværdierne kan ses i tabel 2.4.

Parameter	Alt 1	Alt 2, 3 og 4
Minimum	-92,3 %	-86,8 %
Mest sandsynlig	-37,0 %	-18,4 %
Maksimum	144,2 %	158,3 %

**Tabel 2.4:** Parameterværdierne for rejsetidsbesparelserne i Beta-PERT fordelingen, afhængig af alternativ

Resultatet af monte carlo-simuleringerne ses af figur 2.3. For hvert alternativ kan de mulige B/C rater aflæses af sandsynlighedskurven. De vertikale linjer angiver 90 % konfidensintervallet, der viser hvilke B/C rater, der med 90 % sandsynlighed kan opnås for dette alternativ. For eksempel er der 90 % sandsynlighed for at B/C raten for alternativ 1 ligger mellem 0 og 1,683.



**Figur 2.3:** Sandsynlighedskurver for de fire alternativer

I tabel 2.5 opsummeres resultatet af reference class forecasting for de fire alternativer. Tabellen viser minimum og maksimum B/C rater inden for et 90 % konfidensinterval.

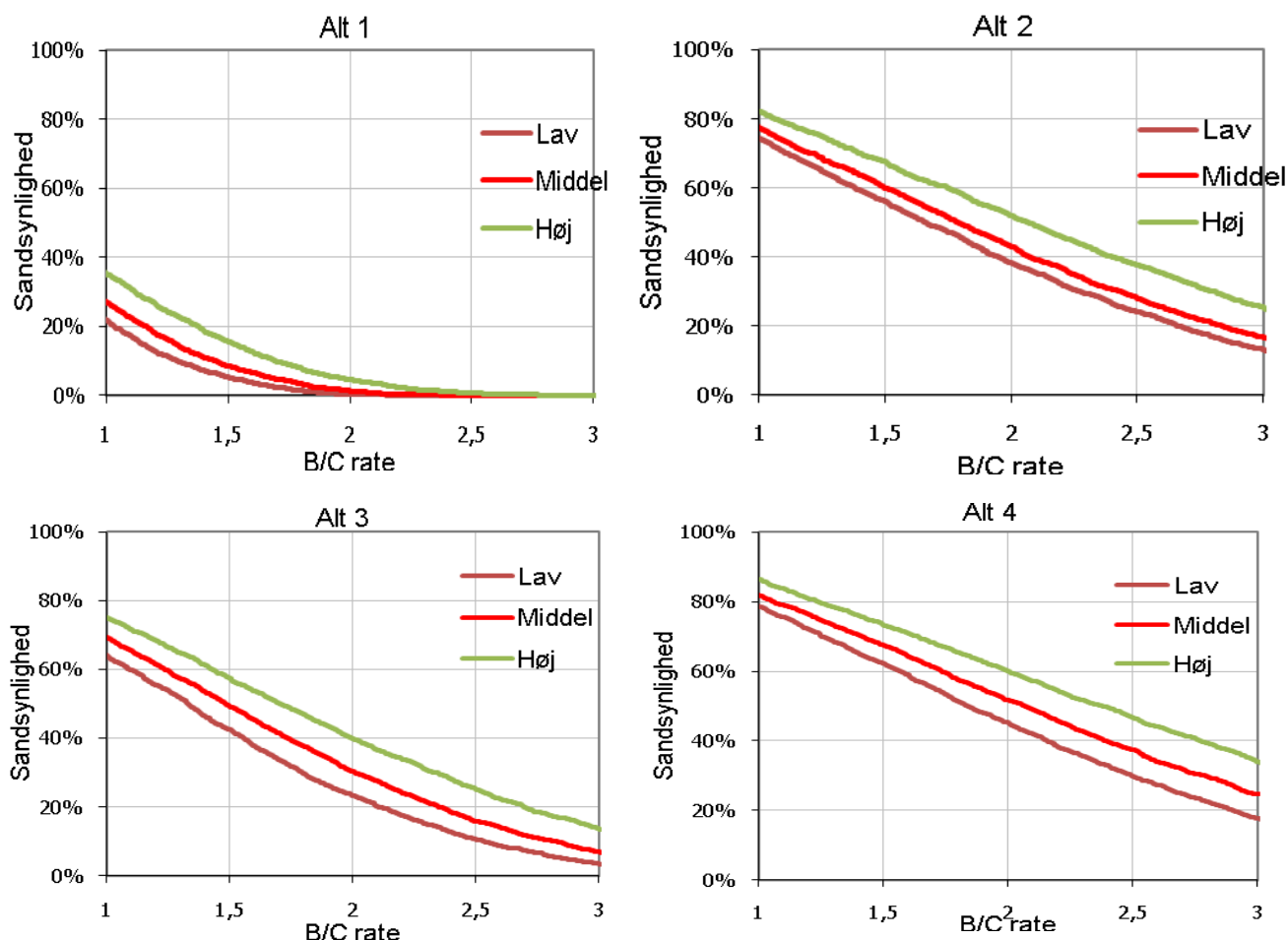
Reference class forecasting	90 % konfidensinterval	
	Alternativ	Maks.
	Min.	Maks.
1	-0,14	1,68
2	0,33	3,81
3	0,24	3,16
4	0,43	4,31

**Tabel 2.5:** Resultat af reference class forecasting.

## 2.4 Risikoanalyse baseret på reference scenario forecasting: Anlægsomkostninger og tidsgevinster

De risikoberegninger der er gennemført i afsnit 2.3 baserer sig på en forventet mest sandsynlig udvikling svarende til middelscenariet omtalt tidligere. Et bedre udtryk for en samlet usikkerhed med hensyn til investeringernes samfundsøkonomiske afkast (feasibility risk assessment) fås, hvis reference class forecasting indlejres i et spænd af scenarier, hvilket er sammenfattet under begrebet reference scenario forecasting (RSF). I dette projekt er RSF anvendt med baggrund i de opstillede høj-, middel- og lavvækst scenarier, og beregninger er foretaget for hvert alternativ for de tre scenarier.

For hvert alternativ samles de tre sandsynlighedskurver i en figur. På baggrund af figuren fastsættes en certainty-værdi (CV), der viser følsomheden af det enkelte alternativ under påvirkningen af det samlede sæt af usikkerheder inklusive scenariepåvirkninger. Denne værdi angiver sandsynligheden for en B/C rate lig med 1. Værdierne benyttes efterfølgende som input til en multi-kriterie analyse der, sammen med en række supplerende kriterier af betydning for valget af alternativ, kan danne grundlag for det endelige valg af alternativ. Figur 2.4 viser sandsynlighedskurverne som beregningsresultat.



Figur 2.4: Sandsynlighedskurver for alternativene. Kurverne illustrerer variationen i sandsynlighed for B/C raten for hvert scenarie

Det ses, at sandsynligheden for at B/C raten er 1 ligger under 100 % "certainty"-værdi uafhængig af det økonomiske scenarie. Jo højere værdi, desto mere robust er det pågældende projektet. For alternativ 2 ligger sandsynligheden for en B/C rate på 1 mellem 74 % og 82 %, alt afhængig af det økonomiske scenarie.

Alternativ 3 og 4 ligger som det ses også med tilsvarende høje værdier. På nuværende stadi i undersøgelsesforløbet af HH-projektet må dette betragtes som et tilfredsstillende resultat. Derimod ligger alternativ 1 med en ganske lav værdi.

Alternativerne 2, 3 og 4 er, som det fremgår af sandsynlighedskurverne, de mest robuste alternativer og kan holde til relativt store usikkerheder. Dette på trods af at effekterne i CBA i denne analyse er meget usikre. Derfor må det forventes, at efterfølgende undersøgelser med mere dybdegående estimater og prognoser også vil resultere i at disse alternativer er rentable. Tabel 2.6 viser B/C rater, NPV og certainty-værdier for de fire alternativer.

Alternativ	B/C rate			NPV			Certainty-værdier		
	Høj	Middel	Lav	Høj	Middel	Lav	Høj	Middel	Lav
Alternativ 1	1,30	1,23	1,11	3.385	2.657	1.299	35 %	27 %	21 %
Alternativ 2	2,69	2,38	2,10	49.464	40.506	32.420	82 %	77 %	74 %
Alternativ 3	2,25	1,99	1,75	48.519	38.280	29.152	75 %	69 %	64 %
Alternativ 4	3,10	2,76	2,44	61.331	51.331	41.964	86 %	82 %	78 %

**Tabel 2.6:** B/C rater, NPV og certaintyværdier for de fire alternativer

Alternativ 4 er det alternativ, der klarer sig allerbedst med certainty-værdi på 78 % til 86 %, efterfulgt af alternativ 2. Begge disse alternativer har høje B/C rater og er robuste over for ændringer i anlægsomkostninger og tidsbesparelser. For alternativ 3 er værdien mellem 64 % og 75 % afhængig af scenarie. Det peger på, at dette projekt sandsynligvis også er relativt robust over for overskridelser i budgettet.

Alternativ 1 har en B/C rate over 1, og er ifølge den traditionelle cost-benefit analyse rentabelt. Derimod er certainty-værdien for alternativ 1 kun mellem 21 % og 35 %. Det viser, at dette alternativ ikke er specielt robust overfor ændringer i anlægsomkostninger og tidsbesparelser, på trods af en B/C rate større end 1.

Oplysningerne om sandsynligheden for et rentabelt projekt fremgår ikke af den traditionelle cost-benefit analyse, hvor resultatet kun er et enkelt tal, som beslutningstagerne skal forholde sig til. Tre ud af fire alternativer, der er omfattet af denne analyse er, som vist, relativt robuste over for overskridelser i budgettet. Med denne analyse er den rene cost-benefit beregning således udvidet med et mere nuanceret billede af risici forbundet med projektet.

Ud over de effekter, der kan prisfastsættes og dermed indgå i cost-benefit analysen, er der en række øvrige effekter, der kan påvirke rentabiliteten af alternativerne, Det drejer sig om strategiske effekter. I de følgende afsnit foretages to analyser, hvor de strategiske effekter sammenholdes med henholdsvis information om B/C raterne og informationen om alternativernes robusthed med hensyn til rentabilitet.

### 3. Multi-kriterie analyse

Multi-kriterie analysen (MCA) belyser effekter, som ikke kan prisfastsættes, og derfor ikke indgå i en cost-benefit analyse. Disse effekter opstilles som en række kriterier, der benyttes som input til analysen. En multi-kriterie analyse kan blandt andet udføres ved, at der foretages en række parvise sammenligninger. Først sammenlignes kriterierne indbyrdes for at finde det vægtede forhold i mellem dem. Derefter sammenlignes alle alternativerne indbyrdes for hvert kriterium for at finde ud af, hvordan alternativerne

klarer sig i forhold til de forskellige kriterier. De parvise sammenligninger foretages ved hjælp af den såkaldte REMBRANDT-metode, som ikke skal beskrives nærmere her.

Formålet med at benytte MCA i denne analyse er at sammenkoble informationen om B/C raterne fra cost-benefit analysen med de strategiske samfundseffekter fra MCA i en sammensat analyse kaldt COSIMA (Composite model for assessment), der er udviklet i videnskabelig sammenhæng til vurdering af infrastrukturprojekter (se professor Steen Leleur, 2008).

COSIMA sammenkæder de monetære effekter fra cost-benefit analysen med de effekter, der ikke kan prisfastsættes, og angiver en samlet attraktivitet for hvert projekt. Den samlede attraktivitet kan tolkes på samme måde som B/C raten. Hvis den er større end 1 er projektet rentabelt, er den mindre end 1, er projektet ikke rentabelt.

Når MCA og CBA sammenkobles i en sammensat analyse, er det vigtigt, at kriterierne i MCA ikke overlapper nogen af effekterne i cost-benefit analysen. Dette betyder nemlig, at denne effekt vil tælle dobbelt i den samlede analyse. En vigtig faktor er derfor at vælge og beskrive kriterierne i MCA helt entydigt.

### 3.1 Beskrivelse af kriterier

Den multi-kriterie analyse, der udføres i denne analyse, er en lokal/regional MCA, idet den begrænser sig til området omkring Helsingør og Helsingborg. Det er den lokale/regionale trafik og de lokale ændringer, der betragtes, og ikke ændringer i forbindelse med trafik til og fra Centraleuropa og det nordlige Skandinavien. Det antages, at mængden af denne (transit)trafik er af mindre omfang i forhold til den samlede trafik mellem Helsingør og Helsingborg, og at den derfor ikke påvirker valget af det enkelte projekialternativ med større vægt. Tre kriterier, der har betydning for området omkring Helsingør og Helsingborg, er valgt ud samt et kriterium, der vedrører robustheden af alternativerne. Kriterierne er:

- 1) Regionaløkonomisk udvikling
- 2) Netværk og tilgængelighed
- 3) Påvirkning af Helsingør og Helsingborg by

#### 3.1.1 Regionaløkonomisk udvikling

For at opnå økonomisk udvikling og vækst i den nordlige del af Øresundsregionen kræves det, at området bliver mere attraktivt både som beboelsesområde og for erhvervsdrivende. Med flere virksomheder i området vil det blive mere attraktivt at bo i området, og det giver grobund for et større butiksliv. Derudover vil en fast forbindelse mellem Helsingør og Helsingborg gøre det mere attraktivt for studerende at bo i området, da de nemt kan krydse sundet, og derfor ikke har langt til hverken universiteterne i Helsingborg, Lund eller København. Erhvervslivets muligheder for at rekruttere arbejdskraft og effektiv transport af varer vejer ind.

#### 3.1.2 Netværk og tilgængelighed

Netværk og tilgængelighed er det kriterium, der inddrager fremkommelighed for bilister og de kollektive rejsende. Dette kan ses direkte i form af kortere rejsetider, men også indirekte idet pendlerne kan rejse længere på den samme tid, og dermed øges grundlaget for at samle virksomheder og derved danne et specialiseret erhvervsliv (Atkins, 2003).

For virksomheder, der transporterer gods, kan en fast forbindelse betyde, at de kan nå ud til flere kunder på den samme tid. De kan udvide deres kundekreds, uden at det koster dem mere. I bedste fald, kan en fast forbindelse have den betydning, at virksomheder fx kan nedlægge et lager eller en produktionshal og dermed spare penge.

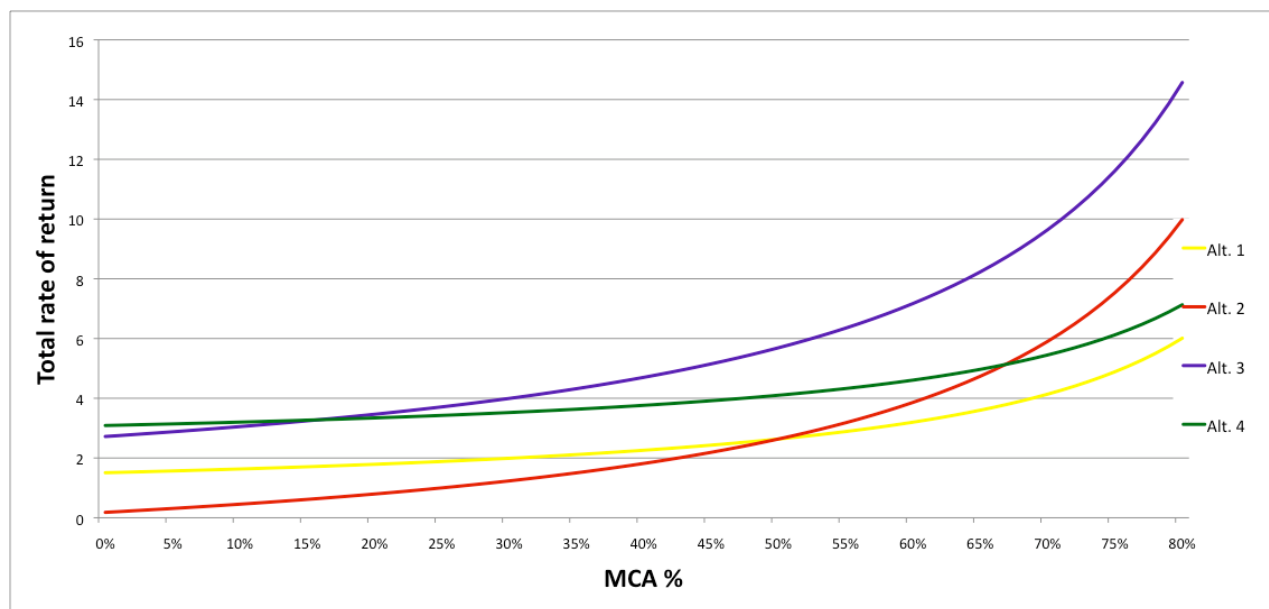
### 3.1.3 Påvirkning af Helsingør og Helsingborg by

Dette kriterium lægger - i modsætning til de tidligere beskrevne konkrete forureningsomkostninger – mere vægt på bløde faktorer i relation til påvirkning af bymiljøet i Helsingør og Helsingborg, og afhænger derfor af, hvordan landanlæggene udformes, placeres og i hvilken grad bil eller kollektiv trafik prioriteres. Dernæst er støj fra trafikken også en faktor, der påvirker bymiljøet. Efter at en fast forbindelse er anlagt, skal der fortsat være sammenhæng i landskabsbilledet.

I COSIMA analysen vurderes det, at det vigtigste kriterium er netværk og tilgængelighed. Dette skyldes, at et af formålene med en fast HH-forbindelse er at opnå en kortere rejsetid for på denne måde at få gang i integrationen mellem Danmark og Sverige. Øget fremkommelighed og tilgængelighed bidrager til mere aktivitet i regionen, hvilket er godt for butik- og cafélivet, og det gør det mere attraktivt at bo og arbejde i regionen. Alt dette bidrager til den regionaløkonomiske udvikling, som er kriterium nummer to på prioriteringslisten for COSIMA.

I dette projekt udføres COSIMA kun ud fra scenariet med middel økonomisk vækst, da dette vurderes at være det mest sandsynlige scenarie.

## 3.2 Multi-kriterie analysens resultater

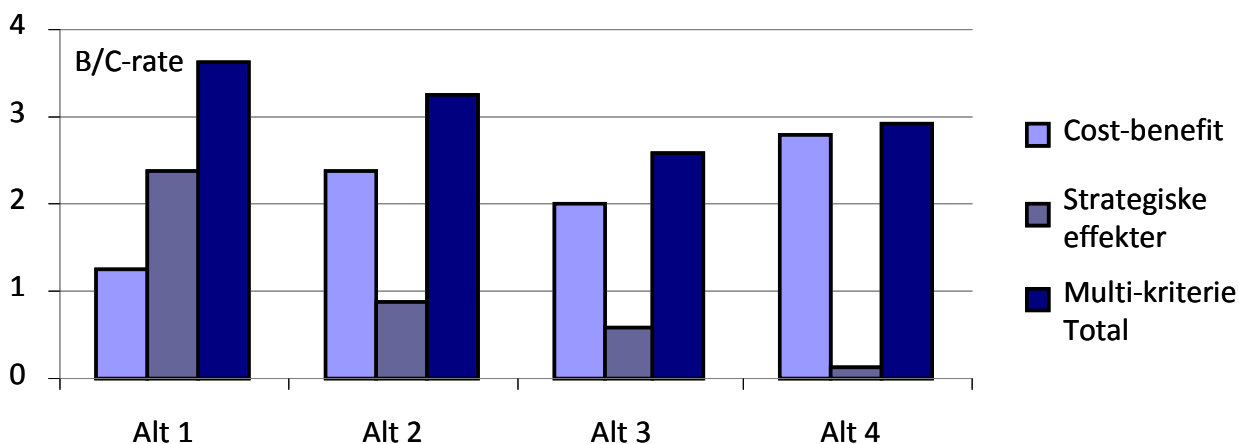


Figur 3.1: Sammenhæng mellem andel af MCA og det samlede resultat fordelt på de fire alternativer

I COSIMA er det op til beslutningstagerne at vurdere, hvor meget henholdsvis CBA og MCA skal vægte i den samlede analyse. Det vil sige, hvor stor en del af den totale rate udgøres af MCA, og hvor stor en del af raten udgøres af CBA. Af figuren oven for fremgår det, at det i dette tilfælde er afgørende, hvor stor vægt MCA har. Figuren viser de fire alternativets placering i forhold til hinanden afhængig af, hvor stor vægt MCA

har i forhold til CBA. Første gang, der sker et skift mellem alternativernes placering, er med en MCA procent på 15. Her skifter alternativ 4 fra at have den bedste placering til den næstbedste for til sidst kun at være nummer 3.

I denne analyse findes det relevant at inkorporere multi-kriterier med en andel svarende til 25 %. Herudfra er der regnet på, hvordan de strategiske effekter supplerer de allerede beregnede benefit-cost rater.



**Figur 3.2:** Den samlede rentabilitet opgjort som benefit-cost resultat (B/C rate) tillagt strategiske effekter (MCA rate) - fordelt på de fire alternativer.

Resultaterne i COSIMA og CBA peger som det fremgår af beregningerne ikke på samme alternativ som det mest attraktive i middelscenariet. Alternativ 4 har den bedste b/c rate, mens alternativ 1 har den højeste totale 'rate of return' ved en MCA-andel på 25.

## 4. Konklusion

I dette notat er der foretaget en samfundsøkonomisk vurdering af fire mulige løsninger til en fast forbindelse mellem Helsingør og Helsingborg. Alternativene er blevet vurderet ud fra en traditionel cost-benefit analyse baseret på tre forskellige økonomiske scenarier. De tre scenarier afspejler henholdsvis høj, middel og lav økonomisk vækst. Cost-benefit analysen rangerer alternativene ud fra deres B/C rater, og giver følgende resultat.

B/C-rate Alternativ	Transportform	Økonomisk vækst		
		Høj	Middel	Lav
Alt 1	Persontog	1,30	1,23	1,11
Alt 2	Persontog og bil	2,69	2,38	2,10
Alt 3	Person- og godstog og bil	2,25	1,99	1,75
Alt 4	Person- og godstog og bil	3,10	2,76	2,44

**Table 4.1:** Oversigt over resultater af cost-benefit analyse fordelt på alternativ og scenarie

Da ikke alle effekter med indflydelse på alternativernes attraktivitet kan medregnes i en cost-benefit analyse, blev der herefter udført en sammensat analyse, hvori indgår både traditionelle trafikøkonomiske effekter og strategiske effekter. Den sammensatte analysemodel COSIMA består både af en cost-benefit analyse og en multi-kriterie analyse, der kan håndtere beregning af de strategiske effekter, der blev fundet vigtige i forbindelse med vurderingen af en fast forbindelse mellem Helsingør og Helsingborg er. Følgende elementer indgår:

- Netværk og tilgængelighed
- Regionaløkonomisk udvikling
- Påvirkning af Helsingør og Helsingborg by

Når der benyttes en COSIMA analyse, er det op til de involverede beslutningstagere at vurdere, hvordan cost-benefit analysen og multi-kriterie analysen skal vægtes i forhold til hinanden. I nærværende analyse er anbefalet, at COSIMA anvendes for scenariet middel økonomisk vækst, og vægtes med 75 % cost-benefit analyse og 25 % multi-kriterie analyse. Resultatet af beregningerne giver følgende resultat:

Resultat af COSIMA med en CBA-MCA andel på 25-75		
Alternativ		Totalrate
Alt 1: HH 0.2	Ren persontogsløsning	3,61
Alt 2: HH 4.2	Persontog og bilforbindelse	3,25
Alt 3: HH 4.2.1	Persontog, bilforbindelse og godstog	2,59
Alt 4: HH 2.2.1	Persontog, bilforbindelse (2 spor) og gods	2,92

**Table 4.2:** Resultat af COSIMA beregningerne med en MCA andel på 25 %, i middel scenariet

Det ses, at den rene cost-benefit analyse og COSIMA peger på to forskellige alternativer som det bedste, henholdsvis alternativ 4 og alternativ 1. Man kan på baggrund af dette konkludere, at inddragelse af de strategiske effekter har en indvirkning på resultatet, og at den rene persontogsløsning i alternativ 1 har store strategiske effekter, jf. den høje totalrate.

Ligesom B/C raten er den totale rate fra COSIMA et punkttestimat. Resultatet siger derfor kun noget om alternativernes rentabilitet, men ikke noget om hvor følsomme de er overfor ændringer i eksempelvis anlægsomkostninger. Derfor er der i nærværende beregninger benyttet optimism bias uplifts. Denne metode bruges til at opjustere forventningerne til anlægsomkostningerne i forhold til de involverede beslutningstageres risikovillighed. Optimism bias uplifts ændrer ikke på prioriteringen af alternativernes lønsomhed, men viser dog, at to ud af fire alternativer kan klare op til 55 % overskridelse af anlægsomkostningerne, og stadig have en B/C rate større end 1. Denne metode er dog ligeledes et punkttestimat, og tager kun højde for ændringer i anlægsomkostningerne. Hvis der derimod sker udsving i for eksempel tidsgevinsterne kan dette ikke afspejles ved brug af optimism bias uplifts.

For at undersøge alternativernes robusthed med hensyn til rentabilitet har analyserne derfor omfattet reference class forecasting og reference scenario forecasting. Reference class forecasting er en metode, der bygger på erfaringer fra tidligere anlægsprojekters økonomi- og trafikdata. Ud fra tidligere data tildeles henholdsvis anlægsomkostningerne og tidsgevinsterne en fordeling, ud fra de udsving der har været i forskellen på den estimerede og den faktiske værdi i de tidligere projekter. Herefter benyttes monte carlo-simulering til at belyse inden for hvilket interval alternativernes B/C rate kan forventes at ligge.

På denne måde bevæger man sig væk fra punkttestimatet, der i cost-benefit analysen, COSIMA og optimism bias uplifts kun fortæller noget om alternativernes rentabilitet, og over til et intervalestimat, hvor robustheden kan vurderes.

De to analysers prioritering af alternativerne fremgår af tabellen nedenfor. Det ses, at hver analyse peger på forskellige alternativer som det mest attraktive.

Rangering	CBA	COSIMA*
1	Alt 4 (HH 2.2.1)	Alt 1 (HH 0.2)
2	Alt 2 (HH 4.2)	Alt 2 (HH 4.2)
3	Alt 3 (HH 4.2.1)	Alt 4 (HH 2.2.1)
4	Alt 1 (HH 0.2)	Alt 3 (HH 4.2.1)

**Tabel 6.4:** De fire alternativers rangering afhængig af hvilken analysemetode, der er benyttet. \*Resultatet af COSIMA er for en MCA andel på 25.

Det er måske ikke overraskende, at CBA vælger alternativ 4 som det mest attraktive. Der er tale om en løsning, hvor næsten alle brugerfordele opnås med en lavere investering. Når alternativerne skal ranglistes peger COSIMA imidlertid ikke på dette alternativ, men i stedet på alternativ 1 og 2 med pænt store strategiske effekter. Samtidig udjævner det sig, at der kun er mindre forskel mellem alternativ 3 og 4.

Det skal igen bemærkes, at der i denne rapport kun er regnet på kyst-til-kyst anlægget, og derfor ikke taget højde for de infrastrukturændringer, der er nødvendige i forhold til landanlæggene.