

Højhastighedstog i Norden

Effekter på lufttrafikken og miljøet

Region Hovedstaden
16. november 2012



Forfattere:
Partner og direktør, Martin Hvidt Thelle
Economist, Martin Bo Hansen
Researcher, Mads Enslev Vestergaard

Indholdsfortegnelse

Sammenfatning	5
Introduktion	7
1 Effekter på miljøet	8
1.1 Et højhastighedstog mellem de nordiske hovedstæder	8
1.2 Effekter på trafikken	9
1.3 Overflytning fra fly til tog	10
1.4 Miljømæssige konsekvenser	16
2 Effekter for hovedstadens luftfart	24
2.1 Udgangspunktet	24
2.2 Udvidelsen af oplandet	25
2.3 Øget konkurrence for flytrafikken	30
2.4 Samlede konsekvenser for Københavns lufthavn	31
2.5 Konsekvenser for flyselskaber i Københavns lufthavn	31
Litteraturliste	37

Oversigt over tabeller

Tabel 1 Rejsetider mellem de centrale byer på ruten	9
Tabel 2 Flytrafik i Norden og Hamborg i 2011	15
Tabel 3 Estimeret overflytning fra fly til højhastighedstog i 2020	16
Tabel 4 Inputsammensætning i elproduktion, 2020	21
Tabel 5 Udledning af miljøskadelige stoffer i nordisk el, 2020	21
Tabel 6 Den miljømæssige omkostning ved højhastighedstog	22
Tabel 7 Destinationsoverlap mellem CPH og lufthavne nær Hamborg	28
Tabel 8 Antal personer i CPH's opland	29
Tabel 9 Oplandsstørrelse og årligt passagerantal	29
Tabel 10 Øget passagerpotentiale	30
Tabel 11 Beregnet reduktion i flypassagerer i 2020 for Kbh	30

Oversigt over figurer

Figur 1 Effekter på trafikken ved etablering af højhastighedstog	10
Figur 2 Rejsetider med forskellige transportformer, Oslo centrum til Københavns centrum	11
Figur 3 Togets markedsandel af fly og tog trafik	12
Figur 4 Andel flypassagerer der ventes at skifte fra fly til tog.....	13
Figur 5 Relevante større lufthavne	14
Figur 6 Miljømæssige omkostninger ved flytransport	18
Figur 7 Sammenhæng mellem fart og støjgener	19
Figur 8 Miljømæssige omkostninger ved fly og højhastighedstog	22
Figur 9 Samlet reduktion i miljøomkostninger	23
Figur 10 To timers rejsetid fra Hamborg	27
Figur 11 Fire typer af flyselskaber påvirkes forskelligt	32
Figur 12 SAS' rutenetværk i Nordeuropa	33
Figur 13 Nuværende frekvenser på berørte SAS ruter	34

Oversigt over bokse

Boks 1 Gennemsnitlig eller marginal produktion af strøm 20

Sammenfatning

Den eksisterende trafik mellem de tre nordiske hovedstæder er i overvejende grad domineret af flytrafik. Der flyver årligt ca. 3,6 mio. passagerer mellem Oslo, Stockholm og København. Flytrafikken mellem de tre hovedstæder er kendetegnet ved at have mange daglige afgang (ca. 13-15 afgang), og især det veludbyggede rutenetværk fra Københavns Lufthavn gør det attraktivt at flyve til København for at rejse videre ud i verden. Den primære fordel ved luftfart i forhold til de øvrige transportalternativer er dog den korte rejsetid.

Der er i øjeblikket overvejelser om at etablere højhastighedstog i Norden og Hamborg. I både Norge og Sverige har regeringerne undersøgt potentialerne for at bygge højhastighedstog, men på nuværende tidspunkt er der ikke truffet nogen egentlig beslutning. Et EU-støttet samarbejdsprojekt COINCO med norske, svenske og danske regionale og kommunale myndigheder er i gang med at udrede potentialerne i en grænseoverskridende højhastighedstogforbindelse. Projektet blev igangsat mod slutningen af 2011 og afsluttes i 2014. Denne analyse bygger bl.a. på projektets første resultater.¹

Et højhastighedstog vil markant reducere rejsetiden med togtransport. De seneste tekniske specifikationer tyder på, at rejsetiden vil blive forkortet med ca. 5 timer fra København til Oslo, 2,5 time fra Oslo til Stockholm, 2 timer fra København til Hamborg, og 1,5 time fra København til Stockholm.² Det betyder, at højhastighedstoget i højere grad vil kunne blive et alternativ til at rejse med fly mellem disse strækninger. Dette vil have entydigt positive miljømæssige effekter og en række modsatrettede effekter på Københavns lufthavn og tilknyttede flyselskaber.

Vi finder, at der vil kunne opnås miljømæssige gevinster for en værdi af ca. 3 milliarder kr. ved at indføre et højhastighedstog i Norden og Hamborg med de nuværende tog- og flyteknologier. Miljøgevinsten opstår fordi dagens højhastighedstog, der i 2020 bliver drevet af nordisk strøm baseret på vedvarende energi, er mere miljøvenligt end de nuværende fly, og fordi rejsetidsbesparelsen gør at flere vil rejse med tog fremfor fly. Færre flypassagerer giver anledning til en reduktion i udledningen af miljøskadelige udledninger som svovl, NO_x og små partikler. Den øgede trafik med elektrificerede højhastighedstog medfører også udledninger – både af miljøskadelige partikler og af støj -, men udledningen per passager er lavere, da nordisk produceret strøm i meget høj grad er baseret på renere energikilder, som f.eks. vind- og vandkraft.

I forhold til Københavns Lufthavn finder vi to modsatrettede effekter: Vi finder på *den ene side*, at Københavns Lufthavn vil opnå gevinster igennem et øget opland. Dette opland vil kunne øges med ca. 1,3-3,5 mio. mennesker med en højhastighedsbane. Det skyldes, at flere mennesker i Norden vil kunne rejse til Københavns Lufthavn inden for en acceptabel tidsramme. Dette skønnes at kunne give anledning til en passagerstigning på

¹ Se f.eks. www.8millioncity.com

² Se f.eks. COINCO (2012) og Tabel 1 nedenfor.

op til 0,7 mio. Vi vurderer at oplandsforøgelsen primært vil komme fra nordiske byer, da indbyggerne i Hamborg givetvis ikke vil betragte Københavns Lufthavn som et attraktivt alternativ til f.eks. lufthavnene i Berlin.

På den *anden side* finder vi, at flytrafikken mellem de tre nordiske hovedstæder og Hamborg vil blive reduceret, hvilket vil mindske Københavns Lufthavns passagerer på disse ruter med ca. 1,6 mio. Da en række af disse passagerer dog alligevel vil benytte sig af Københavns Lufthavn til at rejse videre ud i verden, men blot tager toget til Københavns lufthavn i stedet, vurderer vi, at lufthavnen formentlig kan miste passagerer i omegnen af 0,8 mio. Vores vurdering, på baggrund af denne indledende undersøgelse, er derfor, at nettoeffekten på Københavns Lufthavn formentlig er omkring nul, men at der er risiko for, at Lufthavnen kan miste passagerer.

Taberne ved at etablere et højhastighedstog i Norden og Hamborg vil være de flyselskaber, der opererer de intra-nordiske ruter, og vi vurderer, at de negative effekter vil være størst for det netværksselskab, som opererer et hub i Københavns lufthavn.

Vurderingerne i dette studie tager udgangspunkt i, at trafikstrukturen er den samme som vi ser i dag, når et eventuelt højhastighedstog er etableret.³ Givet den enorme udvikling, der har fundet sted særligt i flybranchen vedr. f.eks. prisstrukturer og etableringen af lavprisselskaber, er det rimeligt at forestille sig, at der kan ske betydelige ændringer inden 2020. Desuden vil fremtidens flyteknologi udvikle sig i en mere miljøvenlig retning, f.eks. igennem brugen af biobrændsler. Dette vil have effekt på estimerne, særligt f.eks. hvis det er muligt at nedbringe flyenes rejsetid, prisen per billet, og særligt flyenes miljøudslip. Vurderingerne i dette studie skal derfor ses i lyset af disse forbehold og usikkerheder.

³ Vi fremskriver dog den samlede trafikmængde ud fra gængse antagelser. Vi har antaget, at toget er operationelt i 2020.

Introduktion

Copenhagen Economics er blevet bedt af Region Hovedstaden om at se nærmere på, hvilke effekter det kan forventes at have på lufttrafikken og miljøet, hvis der blev etableret et højhastighedstog mellem de tre nordiske hovedstæder København, Stockholm og Oslo, og Hamborg.

Vi baserer vores vurdering af de trafikale konsekvenser på eksisterende studier af konsekvenser ved at etablere hurtigtog baner. Sådanne studier er typisk ex-post evalueringer af, hvad der faktisk er sket med markedsandelene mellem tog og fly efter etableringen af konkrete tog strækninger rundt om i Europa. For at kunne lave en præcis analyse af de forventede trafikale konsekvenser ved denne konkrete etablering i Norden og Hamborg er det nødvendigt med en omfattende trafikmodel, der kan tage højde for de specifikke nordiske forhold, der måtte gøre sig gældende. En sådan trafikal analyse er, efter vores vidende, ikke blevet foretaget.

Vi baserer vores vurdering af de miljømæssige konsekvenser på standard definitioner af den miljøskadelige påvirkning af forskellige forurenende emissioner, herunder støj. Disse konsekvenser bygger bl.a. på de antagede trafikale konsekvenser, og skal derfor ses i lyset af de samme usikkerheder, der gør sig gældende der.

Der er en række usikkerheder forbundet med forudsætningerne for beregningerne i denne rapport. Dette studie kan derfor ses som et første skridt på baggrund af eksisterende materiale, der skal tjene til at undersøge om det er sandsynligt at der er positive miljømæssige konsekvenser af højhastighedsprojektet, og hvilke effekter, der kan forventes at være på Københavns Lufthavn. Hvis disse effekter er positive kan der være god grund til at foretage mere omfattende og detaljerede cost-benefit vurderinger.

Kapitel 1

Effekter på miljøet

1.1 Et højhastighedstog mellem de nordiske hovedstæder

Etableringen af et højhastighedstog mellem de nordiske hovedstæder har opnået en del interesse blandt forskellige interessenter. Sådan et tog vil kunne tilbagelægge strækningerne mellem hver af de tre hovedstæder på mellem 3 og 4 timer. Vi har i dette studie taget udgangspunkt i de seneste planer og forslag i bl.a. COINCO gruppen, som er en gruppe af kommunale og regionale myndigheder i hhv. Norge, Sverige og Danmark.⁴

Det analyserede højhastighedsprojekt

Vores analyse tager udgangspunkt i et teknisk forslag til, hvordan en eventuel højhastighedsbane vil komme til at se ud, jf. COINCO (2012). De konkrete specifikationer, herunder den konkrete rute og antallet af stop undervejs er en politisk beslutning, og kan ende med at se anderledes ud i fremtidige forslag.

COINCO-rapporten antager, at banen etableres således, at Göteborg bliver samlingspunktet for en gren fra hhv. Stockholm og Oslo. Det antages desuden, at et tog der starter i Københavns Hovedbanegård vil gøre holdt i Københavns Lufthavn, Malmø, Lund og Göteborg. Fra Göteborg er der intet stop før Oslo Sentralstasjon. Toget antages at kunne køre med en topfart på 360 km/t. Mellem Göteborg og Stockholm antages det, at toget stopper i både Borås, Jönköping, Linköping og Norrköping. Fra København til Hamborg stopper toget i Lübeck.

Rejsetiderne mellem København, Hamborg, Göteborg, Stockholm og Oslo med højhastighedstoget er angivet i Tabel 1. Rejsetiden med konventionelt tog i dag er angivet i parentes.

⁴ www.8millioncity.com

Tabel 1 Rejsetider mellem de centrale byer på ruten

	København	Göteborg	Oslo	Stockholm	Hamborg
København	-	1:47 (3:45)	2:59 (7:48)	4:05 (5:38)	2:30 (4:31)
Göteborg	1:47 (3:45)	-	1:10 (4:03)	2:16 (3:08)	4:17 (9:46)
Oslo	2:59 (7:48)	1:10 (4:03)	-	3:28 (6:01)	5:29 (13:16)
Stockholm	4:05 (5:38)	2:16 (3:08)	3:28 (6:01)	-	6:35 (16:00)
Hamborg	2:30 (4:31)	4:17 (9:46)	5:29 (13:16)	6:35 (16:00)	-

Note: Rejsetiderne er fra bymidte til bymidte, og inkluderer de stop, der er beskrevet i teksten ovenfor. COINCO-rapporten antager, at der er 2 min stop ved hver station på rejsen.

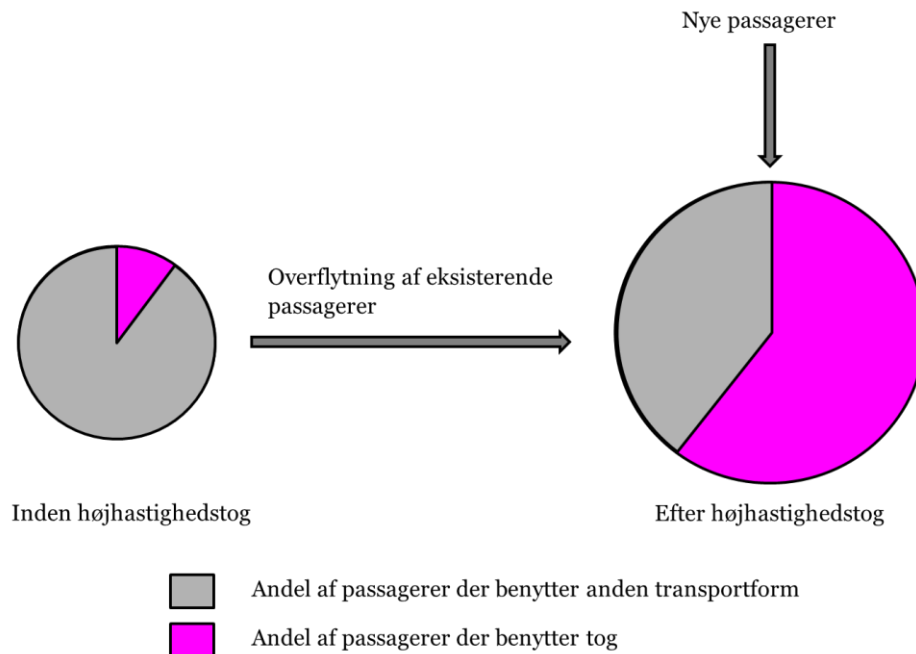
Kilde: Copenhagen Economics, baseret på COINCO (2012) og String (2012)

1.2 Effekter på trafikken

Etableringen af en højhastighedsbane mellem de tre nordiske hovedstæder, København, Stockholm og Oslo vil have stor indflydelse på trafikken internt i Norden. Ud over at et højhastighedstog med stor sikkerhed vil erstatte den konventionelle togtrafik mellem byerne, så vil et højhastighedstog desuden erstatte dele af andre typer af trafik som f.eks. bilisme og dele af den eksisterende flytrafik. Herudover vil højhastighedstoget kunne tilbyde en række passagerer et transportalternativ, som vil være bedre end noget eksisterende alternativ i dag. Dette vil føre til en generel forøgelse af trafikken inden for Norden. Disse to effekter; overflytning af eksisterende passagerer, og ændringen i den samlede trafikmængde er illustreret i Figur 1.⁵

⁵ En yderligere effekt af et højhastighedstog er, at det vil frigøre kapacitet fra de konventionelle togs Skinner, hvilket kan give bedre betingelser for godstransport.

Figur 1 Effekter på trafikken ved etablering af højhastighedstog



Kilde: Copenhagen Economics

I dette studie analyserer vi kun gevinster ved overflytning fra fly til tog, som følge af etableringen af en højhastighedsbane. Vi vurderer altså ikke den forventede stigning i trafikken eller effekterne af et skifte fra biler og konventionelle tog til højhastighedstog. Dette skyldes primært, at der er meget lidt tilgængeligt statistik over disse aktuelle trafikmønstre, samt at der endnu ikke er foretaget en egentlig trafikmodelberegning af projektet. Der er derimod godt datagrundlag for at opgøre den aktuelle flytrafik samt empirisk belæg for effekten på flytrafikken af at forbedre togforbindelser.

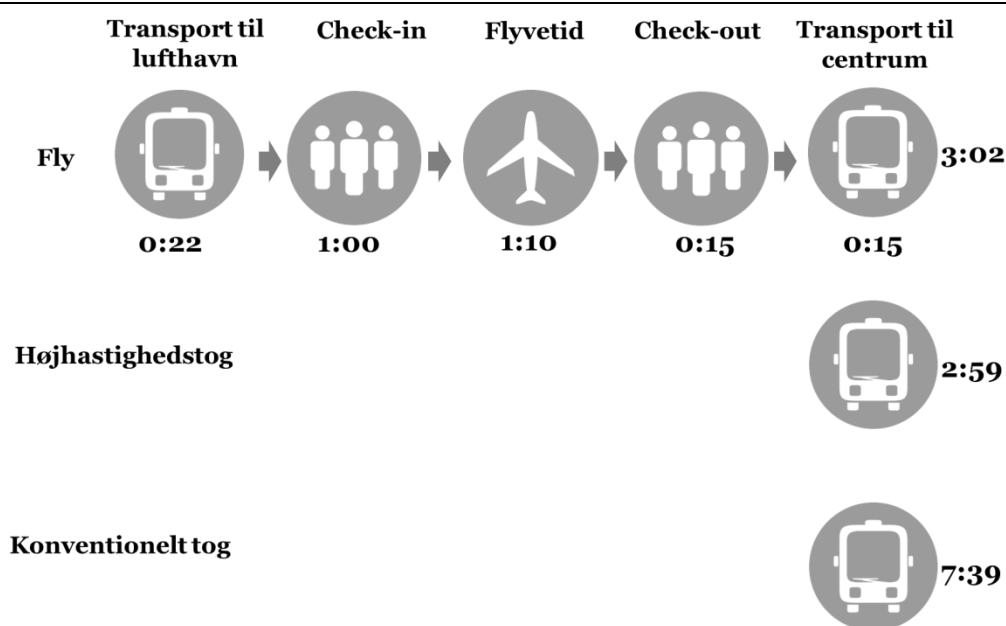
I det følgende vil vi opgøre antallet af flypassagerer mellem de berørte lufthavne i Norden og Hamborg, og vurdere hvor stor en andel af disse passagerer, der vil skifte fra fly til et nyt højhastighedstog. Derefter vil vi estimere hvilken miljømæssig effekt denne ændring på passagersammensætningen vil have.

1.3 Overflytning fra fly til tog

Ved at etablere et nordisk højhastighedstog vil en andel af de passagerer, der i dag rejser med fly vælge højhastighedstoget i stedet. Dette skyldes at et højhastighedstog – i modsætning til et konventionelt tog – vil kunne tilbagelægge de relevante strækninger omtrent lige så hurtigt som en flyrejse effektivt tager. En flyrejse fra Oslo til København (centrum-til-centrum) tager ca. 3 timer hvorimod det tager over 7,5 timer at rejse med konventionelt tog i dag, jf. Figur 2. Med etableringen af et højhastighedstog vil turen fra centrum til centrum kunne matche flyets rejsetid på 3 timer. Rejsetiden med højhastighedstog fra

København til Stockholm ventes at tage næsten 4 timer, og vil derfor ikke være et lige så konkurrencedygtigt alternativ til flyet, som tager ca. 3 timer.

Figur 2 Rejsetider med forskellige transportformer, Oslo centrum til Københavns centrum



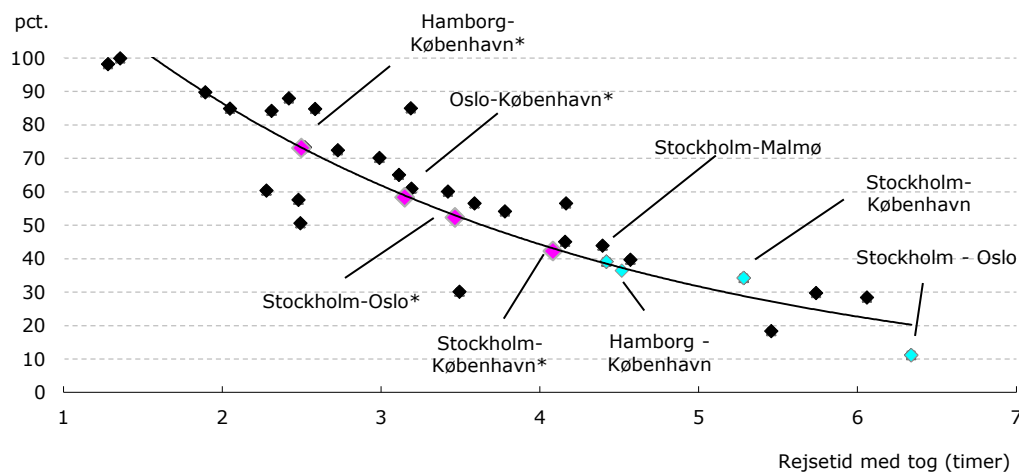
Kilde: Copenhagen Economics

Et nyligt svensk studie har sammenlignet en lang række faktiske hurtig-togforbindelser i Europa og Japan.⁶ Studiet finder, at der er en klar sammenhæng mellem den tid det tager at rejse med toget, og togets markedsandel i forhold til fly.⁷ Ifølge studiet vil en togrejse, der tager 3 timer opnå en markedsandel i forhold til fly på ca. 60 procent, jf. Figur 3. Hvis togrejsen tager over 5 timer, vil markedsandelen være lav (under 30 procent), hvorimod togrejser på under 2 timer kaprer næsten hele markedet (over 80 procent).

⁶ Se Lundberg (2011)

⁷ For langt de fleste af de undersøgte ruter er den reelle rejsetid med fly ca. 3 timer, når man tager højde for tiden brugt både i luften, på landingsbanen og i lufthavnen.

Figur 3 Togets markedsandel af fly og tog trafik



Note: De turkise observationer repræsenterer de eksisterende nordiske ruter. De lyserøde observationer (også markeret med *) er indsat af Copenhagen Economics og afspejler de forventede markedsandele ved etablering af et højhastighedstog i Norden og Hamborg baseret på studiet af Lundberg (2011).

Y-aksen måler togets markedsandel ift. den samlede trafik ved både fly og tog efter den nye togbane.

København-Oslo er ikke med i studiet, men vil ligge et stykke uden for figurens x-akse

Kilde: Lundberg (2011)

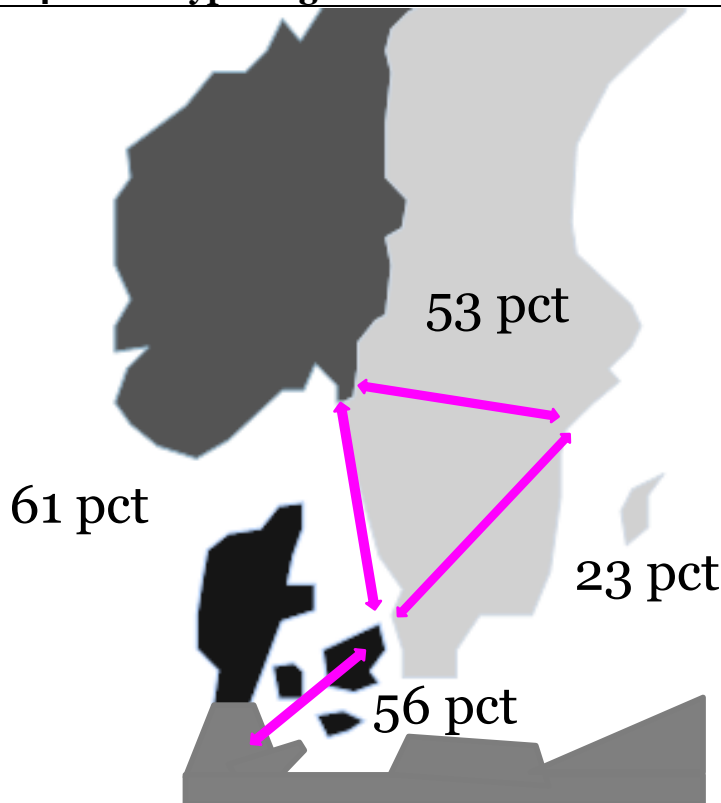
Resultaterne fra Figur 3 viser, at der er en god empirisk sammenhæng mellem længden af togrejsen og togets markedsandel i forhold til fly. Ifølge denne sammenhæng vil højhastighedsruten fra Stockholm-København opleve den mindste fremgang i markedsandele (fra ca. 35 procent til ca. 40 procent), hvorimod Stockholm-Oslo vil opleve en betydelig større fremgang i markedsandele (fra ca. 10 procent til ca. 50 procent). Fra Oslo til København vil fremgangen i markedsandele være størst, da den eksisterende togforbindelse tager over 7,5 time og dermed forventes at have en meget lav markedsandel. Med en højhastighedsforbindelse ventes togets markedsandel at stige til ca. 60 procent.

Den empiriske sammenhæng i Figur 3 giver et godt indtryk af sammenhængen mellem længden af togrejsen og togets markedsandel. Der er naturligvis en række af andre faktorer, der har indflydelse på den konkrete markedsandel et højhastighedstog vil få i 2020. F.eks. spiller antallet af daglige frekvenser og de relative priser mellem fly og tog en stor rolle. På trods af variationer mellem alle disse faktorer på tværs af alle de undersøgte ruter i Figur 3, så er der dog stadig en god sammenhæng mellem rejsetid og markedsandel. Hvis ikke det planlagte højhastighedstog kommer til at afvige meget fra de øvrige hurtigtogforbindelser på f.eks. prisniveau, så er det ikke urimeligt at forvente at markedsandelene kan følge ovenstående sammenhæng.

Baseret på disse tidligere erfaringer med udviklingen i markedsandele, og de forventede rejsetider med højhastighedstog forventer vi, at antallet af flypassagerer vil blive reduceret med ca. 15 -60 procent afhængigt af den konkrete rute, jf. Figur 4. Dette resultat afhænger af den konkrete specifikation af højhastighedstog i Norden, bl.a. at det ventes

at stoppe fire gange mellem Göteborg og Stockholm. Kører toget uden stop fra Göteborg til Stockholm kan rejseløbet reduceres og toget vil kapre en større markedsandel fra fly, men muligvis tiltrække færre passagerer fra f.eks. bilismen.

Figur 4 Andel flypassagerer der ventes at skifte fra fly til tog



Kilde: Copenhagen Economics baseret på Lundberg (2011)

I nordisk regi findes et andet studie, som bl.a. bygger på, at folk er blevet spurgt, hvordan de vil ændre deres rejseadfærd, hvis der blev etableret et højhastighedstog mellem de nordiske hovedstæder.⁸ Dette studie finder, at antallet af flypassagerer på alle tre ruter vil blive reduceret med over 90 procent som følge af overflytning til højhastighedstoget. Dette estimat illustrerer, at der er betydelig usikkerhed forbundet med at forudsige ændringer i rejseadfærd. Selvom vi ikke vil udelukke, at et højhastighedstog kan give anledning til en så markant overflytning af passagerer, vurderer vi umiddelbart, at de empiriske analyser af faktisk observeret adfærd, jf. Figur 3 giver et bedre afsæt til at vurdere graden af overflytning.

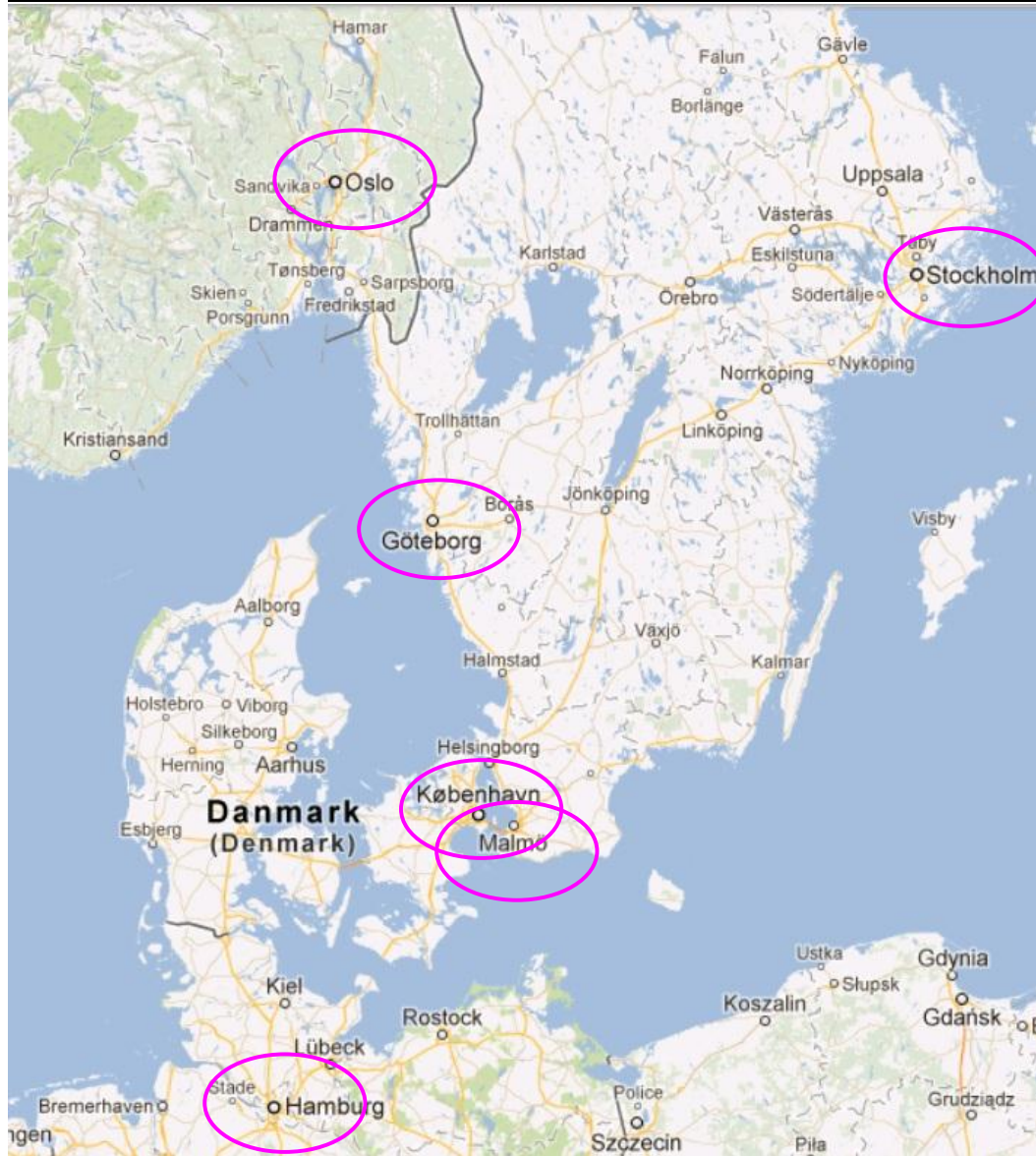
Flytrafik i Norden og Hamborg

For at vurdere, hvor mange færre flyrejser en højhastighedsbane vil give anledning til, skal vi kende den eksisterende flytrafik i Norden og Hamborg. Den forventede højha-

⁸ Se Atkins (2012)

stighedsbane vil få indflydelse på flytrafik fra lufthavnene i: København, Malmø, Göteborg, Oslo, Hamborg og Stockholm, jf. Figur 5.

Figur 5 Relevante større lufthavne



Kilde: Google Maps

Mellem disse nordiske lufthavne fløj der i 2011 6 millioner passagerer, jf. Tabel 2. Der fløj godt 1 mio. passagerer mellem hver ruterne København-Oslo, København-Stockholm, Oslo-Stockholm, og Stockholm-Göteborg, og i alt knap 2 millioner passagerer på de resterende ruter.

Tabel 2 Flytrafik i Norden og Hamborg i 2011

Destination	Afgange /ankomster per år**	Antal passagerer per år**
København - Oslo	10.700	1.226.000
København - Göteborg	4.000	307.000
København - Stockholm	10.600	1.237.000
Stockholm - Göteborg*	7.200	1.169.000
Stockholm - Malmö*	7.000	524.000
Stockholm - Oslo	11.100	1.162.000
Oslo - Göteborg	2.400	64.000
Göteborg - Malmö*	100	5.000
Stockholm - Hamborg	1.800	90.000
Oslo-Hamborg	2.000	100.000
København- Hamborg	2.900	140.000
		6.024.000

Note: For ruter med * har det ikke været muligt at få oplyst de faktiske passagerantal. Passagerantallet er for disse ruter estimeret ud fra data for antal afgange og belægningsgrad fra IATA

** Afrundede tal

Kilde: CPH lufthavn, Gardemoen lufthavn, Swedavia lufthavne og data fra IATA

Med udgangspunkt i den forventede overflytning af flypassagerer til højhastighedstog, som vi fandt i Figur 4, vurderer vi, at den samlede overflytning i 2020 vil være ca. 3,3 mio. årligt, jf. Tabel 3. Vi har her fremskrevet flytrafikken med den ventede trafikvækst fra 2011-2012.⁹

⁹ Vi følger her trafikvækstprognosen fra DTU (2007), hvilket medfører at trafikniveauet i 2020 og ca. 20 pct. større end i 2011. Det betyder f.eks., at overflytningen af passagerer fra f.eks. København-Göteborg er større i 2020 end den samlede passagermængde i 2011.

Tabel 3 Estimeret overflytning fra fly til højhastighedstog i 2020

Rute - fly	Overflytning af passagerer
København-Oslo	860.000
København - Göteborg	350.000
Göteborg - Oslo	70.000
Göteborg - Malmö	10.000
København - Stockholm	340.000
Göteborg - Stockholm	680.000
Malmö - Stockholm	130.000
Stockholm - Oslo	710.000
Stockholm - Hamborg	20.000
Oslo-Hamborg	30.000
København - Hamborg	90.000
I alt	3.290.000

Note: Vi antager, baseret på DTU (2007), at antallet af passagerer er ca. 20 pct. større i 2020 end i 2011.

Kilde: Copenhagen Economics egne beregninger baseret på Lundberg (2011) og data fra CPH lufthavn, Gardemoen lufthavn, Swedavia lufthavne, SAS og data fra IATA

1.4 Miljømæssige konsekvenser

De konventionelle transportformer vi kender i dag giver anledning til både udledninger af klimagasser, miljøskadelige partikler, og støj. Der er forskel på udledningen af disse stoffer ved forskellige transportformer. Udledningerne af både klimagasser og miljøskadelige partikler fra et elektrisk højhastighedstog i Norden og Hamborg vil være markant mindre fra flytransport, da toget kører på "ren Nordisk elektricitet", hvorimod flyet bruger fossilt brændstof. I det følgende vil vi beskrive de forskellige udledninger vi kan forvente fra hhv. fly og højhastighedstog og de miljømæssige omkostninger, der er forbundet med disse udledninger.

Klimarelaterede konsekvenser

Afbrænding af flybrændstof samt produktion af elektricitet giver begge anledning til udledninger af klimagasser som CO₂. En reduktion af CO₂ udledninger har en værdi for samfundet i form af lavere risiko for global opvarmning. Både flytrafik og produktion af elektricitet er imidlertid omfattet af det Europæiske kvotesystem for klimagasser (ETS). Dette indebærer, at en reduktion af bl.a. CO₂ udledninger i et europæisk land fører til, at der, så at sige, bliver kvoter til overs, som kan benyttes af andre europæiske virksomheder. En reduktion i udledninger i Norden og Hamborg vil dermed blive fuldt modsvaret af voksende udledninger i resten af Europa. Vi medregner derfor ikke værdien af reducerede klimagasser som en fordel ved at etablere et højhastighedstog i Norden og Hamborg.

Det skal dog bemærkes, at en række forskere påpeger, at udledningen af klimagasser ved flytransport er markant undervurderet i EU's opgørelsesmetode. Disse forskere påpeger,

at fly genererer såkaldte kondenssskyer når de kommer op i en tilstrækkelig højde, og at disse kondenssskyer er en betydeligt mere skadelig drivhusgas end CO₂.¹⁰ Der er endnu ikke konsensus om effekten af disse kondenssskyer, men hvis kondenssskyerne har en reel klimaeffekt, så vil etableringen af et højhastighedstog have en positiv effekt på klimaet, da EU's ETS ikke tager højde for disse udledninger

Miljø- og støjmæssige omkostninger ved flytrafik

Afbrænding af flybrændstof giver anledning til en række miljøskadelige udledninger, som NO_x, SO₂ og små partikler (PM_{2.5}). De miljøskadelige konsekvenser af disse udledninger er koncentreret omkring start og landing da udledninger i høje luftlag ikke har effekt på det lokale luftmiljø. Dette gælder også for den støjforurening, som er knyttet til flytrafik.

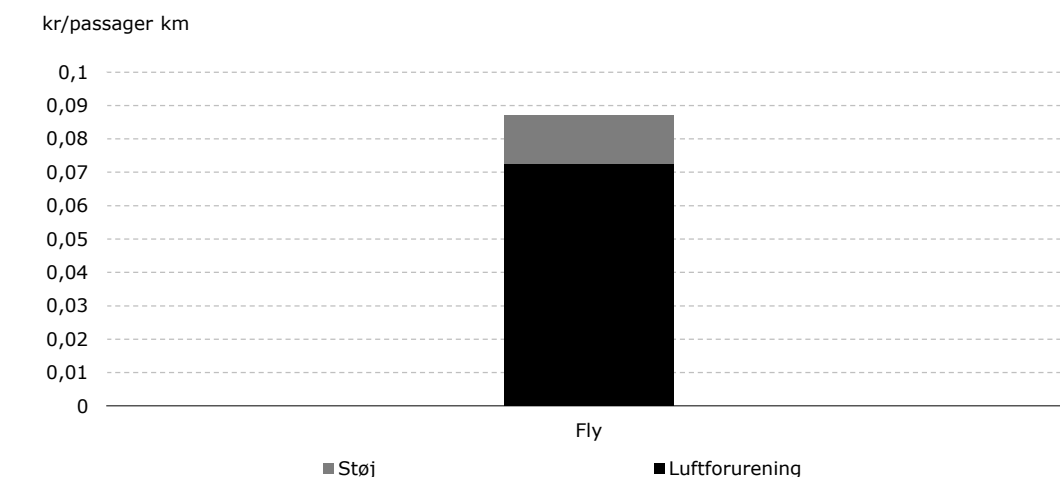
Når man skal vurdere de økonomiske konsekvenser ved miljøskadelige udledninger i Danmark, herunder støj, tager man typisk udgangspunkt i estimer lavet for Transportministeriet, de såkaldte 'Transportøkonomiske enhedspriser'.¹¹ Disse estimer giver et billede af den samfundsmæssige værdi af den omkostning, som kan undgås ved at reducere transporten med forskellige transportformer.

Anvender man Transportministeriets enhedsomkostninger, opgøres den miljømæssige omkostning ved at transportere en passager en kilometer med et gennemsnitligt fly til ca. 0,09 kr. pr. passagerkilometer, jf. Figur 6. Omkostningen ved luftforurening udgør ca. 0,07 kr. pr. passagerkilometer, og omkostningen relateret til støjgener udgør ca. 0,02 kr. pr. passagerkilometer.

¹⁰ Se f.eks. Dings et al (2003), der opgør de eksterne omkostninger ved flytransport til at være 14 gange så store, hvis man regner effekten af kondenssskyer med.

¹¹ Der findes tilsvarende estimer for Norge og Sverige, men for at få et konsistent estimat benytter vi de danske enhedsomkostninger for den samlede reduktion af emissioner.

Figur 6 Miljømæssige omkostninger ved flytransport



Note: Note: Alle enhedsomkostninger stammer fra TERESA bortset fra flystøj, der er værdisat ud fra Transportministeriet (2004). Belægningsgraden for fly er egne beregninger.

Kilde: TERESA, Transportministeriet (2004), CPH lufthavn, Gardemoen lufthavn, Swedavia lufthavne, SAS, data fra IATA og egne beregninger

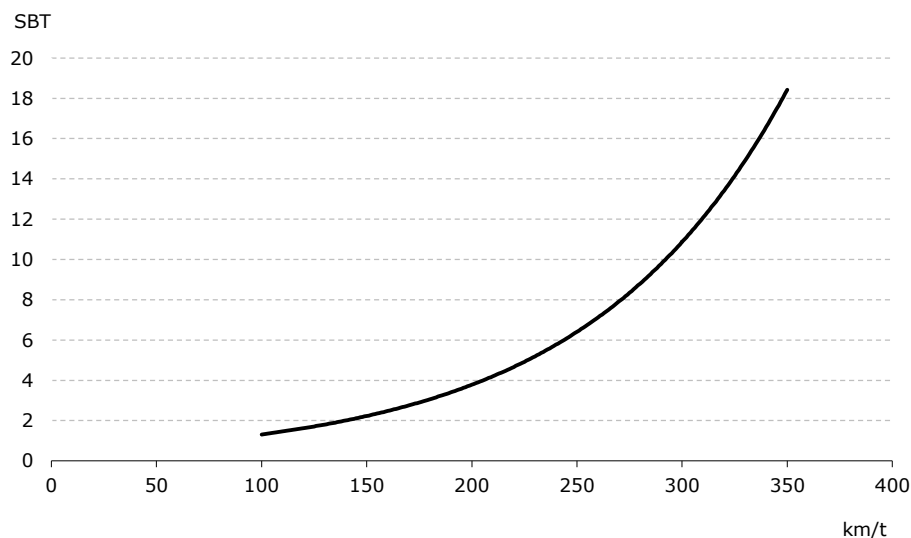
Miljø- og støjmæssige omkostninger ved højhastighedstog

Da et eventuelt højhastighedstog mellem de nordiske hovedstæder og Hamborg vil blive drevet af elektricitet, vil der ikke være nogen direkte miljøskadelig udledning per kørt kilometer. Derimod vil produktionen af strøm være forbundet med sådanne udledninger, da en del af el produktionen er baseret på fossile brændstoffer og biomasse. Herudover vil et højhastighedstog også medføre støjgener, som er relateret til skinnefriktion.

Støj

Støj forurener lokalområdet og har en omkostning for folk berørt heraf. For at vurdere disse omkostninger har vi taget udgangspunkt i Transportministeriet Transportøkonomiske enhedspriser, der knytter en samfundsøkonomisk omkostning til støj knyttet til passagertransport med tog. Disse omkostninger er beregnet for et dansk Intercity tog. Støjforureningen afhænger dog af, hvor hurtigt toget kører. Jo højere fart desto mere støj, jf. Figur 7.

Figur 7 Sammenhæng mellem fart og støjgener ved tog



Note: SBT (støjbelastningstal) er et mål for den belastning, der er knyttet til støj. Belastningen afhænger af lydniveauet målt i decibel, som afhænger af, hvor hurtigt toget kører.

Kilde: Copenhagen Economics baseret på Wee & Brink (2003)

Højhastighedstoget ventes at kunne køre med en topfart på 360 km/t, og vil derfor støje betydeligt mere end et IC tog. Dog vil toget kun kunne nå denne topfart i lavt befolkede områder, hvorimod farten i byområder næppe vil være meget højere end et almindeligt IC tog.

Vi har på den baggrund, og med udgangspunkt i de Transportøkonomiske enhedspriser, beregnet et estimat for støjomkostningen ved et højhastighedstog. Beregninger på baggrund af sammenhængen vist i Figur 7 estimerer, at støjomkostningerne forbundet med højhastighedstogets fart er ca. 5-6 gange så højt som et IC tog, der kører ca. 160 km/t. Da toget kun opnår denne fart uden for byområderne opjusterer vi de Transportøkonomiske enhedspriser for støjomkostningen ved passagertransport på land. Vi bevarer dog estimaterne for støjgener i byområdet, da højhastighedstoget ikke vil køre hurtigere her. Vi finder, at de omkostninger, der er knyttet til støj fra højhastighedstoget er ca. 0,67 kr. per kørt kilometer.

Miljøskadelige udledninger

Når vi skal beregne de miljøskadelige effekter af transport med højhastighedstog i Norden og Hamborg skal vi derfor vurdere udslippet af miljøskadelige udledninger fra elproduktion i de relevante lande. Man kan typisk vælge enten at betragte de udledninger, der er relateret til den marginale elproduktion eller relateret til den gennemsnitlige elproduktion. Dette kan gøre en betydelig forskel da det marginal kraftværk typisk er kul eller gasfyret, hvorimod den gennemsnitlige produktion også indeholder store mængder af vedvarende energi. I denne kontekst mener vi, at det er mest meningsfyldt at betragte den gennemsnitlige udledning i modsætning til den marginale udledning. Dette skyldes primært,

at en etablering af et højhastighedsnet vil være en stor, strukturel og forudsigelig investering, der vil ændre forretningsbeslutningen for kraftværksejere. Dette vil bl.a. give tilskyndelse til at etablere mere elproduktion, da efterspørgslen efter el vil stige markant. Vi uddyber valget i Boks 1.

Boks 1 Gennemsnitlig eller marginal produktion af strøm

Når man skal vurdere de miljømæssige udledninger relateret til at øge strømforbruget i Norden og Hamborg kan man typisk vælge at betragte den gennemsnitlige strømproduktion eller den marginale strømproduktion. Med den marginale strømproduktion mener vi, det produktionsanlæg som ville blive sat til at producere én ekstra KWh, hvis denne blev efterspurgt. Da det marginale kraftværk i Norden og Hamborg typisk er kulfyret (eller gasfyret) kan man argumentere for, at en øget efterspørgsel på én KWh vil medføre udledninger der svarer til det fra et kulfyret kraftværk.

Hvis man i dag satte et ekstra el baseret tog i brug, ville den ekstra strøm blive produceret af det marginale kraftværk, typisk et kulfyret kraftværk. Mængden af forårsaget luftforurening vil derfor være relativt høj da afbrænding af kul udleder en række miljøskadelige emissioner.

Elmarkedet og de eksisterende kraftværker forandrer sig dog i takt med den pågældende efterspørgsel efter el. Hvis der blev bygget en højhastighedsbane i Norden og Hamborg vil dette medføre en markant forøgelse af efterspørgslen efter el. Denne efterspørgsel vil ikke bare blive serviceret af at fyre mere op for de eksisterende marginal kulkraftværker, men vil i stedet blive mødt med en udbygning af kraftværker. Vi mener derfor ikke, at det er relevant at kigge på udledningen fra det nuværende marginale kulkraftværk.

Konkret betragter vi en situation, hvor det forventede input mix i elproduktionen i Norden 2020 parallelforskydes således, at andelen af hhv. kul, gas, olie og vedvarende energi forbliver konstant. Det betyder, at vi beregner de miljøskadelige emissioner fra kørsel med højhastighedstog ud fra den forventede gennemsnitlige udledning af nordisk elproduktion i 2020.

For at kunne estimere, hvor mange miljøskadelige udledninger, der vil være knyttet til elproduktionen skal vi vide, hvordan strømmen bliver produceret. Jo mere fossilt input i elproduktionen, desto mindre godt for miljøet vil det være at etablere en højhastighedsbane. Størstedelen af skinnenettet vil skulle ligge i Norden og dermed bruge strøm produceret i Norden. Da det nordiske elmarked er sammenkoblet, betragter vi elproduktion i Norden, som én helhed. Vi inkluderer desuden også en andel af tysk produceret strøm i det samlede strømmix, da ca. 10 pct. af det samlede skinnenet vil ligge i Tyskland.

En meget stor del af elproduktionen forventes i 2020 at være baseret på vedvarende energi. Eksempelvis ventes vandkraft (hydro) at blive brugt til 45 procent af elproduktionen i 2020, hvorimod kun 13 procent af strømmen vil blive produceret fra fossile brændsler, jf. Tabel 4.

Tabel 4 Inputsammensætning i elproduktion, 2020

Energisammensætning i elproduktion i Norden og Hamborg (pct.)				
Fossilt brændsel	Atomkraft	Vandkraft (hydro)	Biomasse	Andet VE
13	21	45	10	9

Kilde: IEA (2011), DG Energy (2010)

Note: Energiinputmixet fra Norden og Tyskland er sammenvægtet med andelen af skinnekilometer i Norden og i Tyskland. 90 pct. af det planlagte skinnenet vil være i Norden og de resterende 10 pct. i Tyskland.

Det er muligt at opgøre de miljøskadelige udledninger fra elproduktion baseret på de forskellige brændselsinput. Afbrænding af kul vil f.eks. give anledning til betydeligt mere luftforurening end vindmøllestrøm.

Ud fra inputsammensætningen givet i Tabel 4 kan vi estimere udledningen af miljøskadelige stoffer for den gennemsnitlige strømproduktion. Vi finder, at der udledes hhv. 103 og 264 gram SO₂ og NO_x, samt 4 g PM_{2.5} per MWh, jf. Tabel 5. Dette er de primære miljøskadelige udledninger fra strømproduktion. De skadelige effekter af disse emissioner er vel-dokumenterede, og de fleste lande har estimeret en økonomisk omkostning for udledning af disse stoffer.

Tabel 5 Udledning af miljøskadelige stoffer i nordisk el, 2020

	SO ₂ (g/MWh)	NO _x (g/MWh)	PM 2.5 (g/MWh)
Nordisk elektricitet	103	264	4

Note: Det er antaget at effektiviteten i nordiske kraftværker er den samme som for danske i 2009

Kilde: Copenhagen Economics baseret på data fra Energistyrelsen og IEA (2011)

Baseret på forventningen om, hvor meget strøm højhastighedstoget vil forbruge, og estimerne for omkostningen knyttet til støj, kan vi nu estimere den forventede miljømæssige omkostning ved, at højhastighedstoget tilbagelægger én kilometer. Vi finder at kørsel med højhastighedstog giver anledning til omkostninger på ca. 1,4 kr. per kørt kilometer, jf. Tabel 6. De miljøskadelige omkostninger udgør en ret lille del, hvilket primært skyldes, at der er meget lidt fossilt brændsel i elproduktionen, men også fordi nordiske kraftværker forurener relativt lidt, selv ved afbrænding af fossilt brændsel. Det ventes yderligere, at kraftværkerne bliver endnu mere effektive frem mod 2020, og at de miljørelaterede omkostninger ved at køre i højhastighedstog derfor bliver endnu mindre end de beregnede.

Tabel 6 Den miljømæssige omkostning ved højhastighedstog

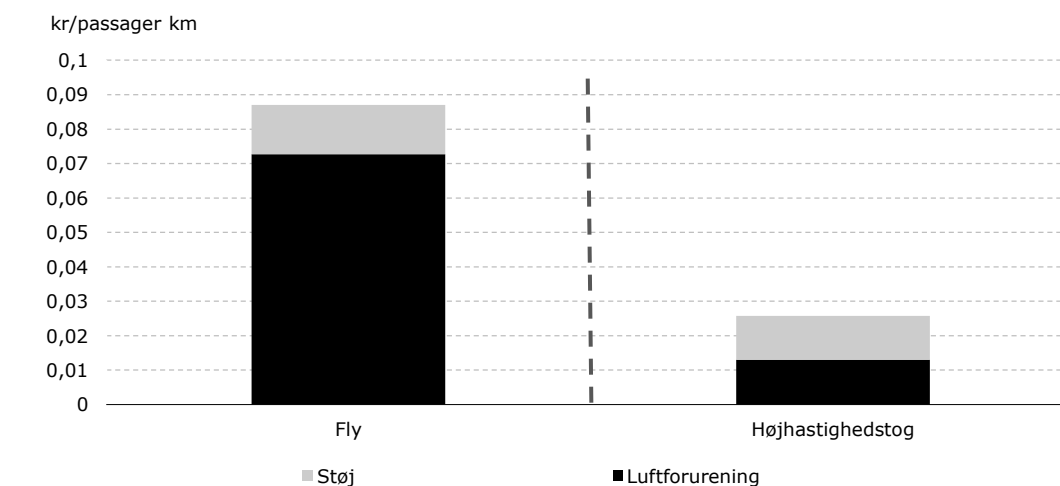
	El forbrug(kWh/km)	Emissioner (g/km)	Omkostninger (kr./km)
SO ₂	17,95	1,00	0,42
NO _x	17,95	2,58	0,27
PM 2.5	17,95	0,08	0,03
Støj		-	0,67
I alt			1,4

Note: Energibehovet for et højhastighedstog er antaget at være det samme som et fransk TGV Duplex tog.

Kilde: Jørgensen (1997), TERESA, Energistyrelsen (2009), TERESA, IEA (2011) og egne beregninger

Baseret på dette kan vi estimere den miljømæssige omkostning ved at transportere én passager én kilometer. Dette kaldes kr. per passagerkilometer og findes ved at dividere den samlede omkostning per kilometer med det forventede antal passagerer i toget. Vi finder, at et højhastighedstog giver anledning til omkostninger på godt 0,025 kr. per passagerkilometer, jf. Figur 8. Dette er betydeligt lavere end transport med fly, som giver anledning til en omkostning på ca. 0,09 kr. per passagerkilometer.

Figur 8 Miljømæssige omkostninger ved fly og højhastighedstog



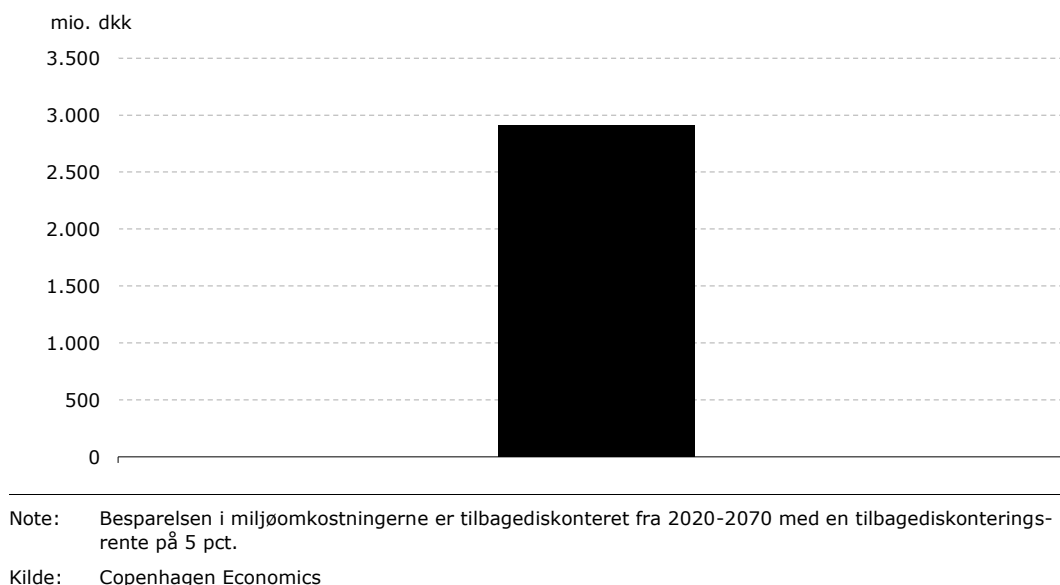
Note: Estimatet per passagerkilometer for højhastighedstog er et overkantsskøn, da vi benytter et konservativt estimat for antallet af passagerer per afgang. Dette gør passagerbelægningen per afgang mindre, og dermed omkostningerne per passagerkilometer højere. Dette betyder dog ikke noget for vores beregning af den samlede miljøomkostning, der antager et fast antal afgange baseret på eksisterende studier.

Kilde: Copenhagen Economics, baseret på TERESA, Transportministeriet (2004), Jørgensen (1997), IEA (2011), Wee and Brinck (2003), Energistyrelsen (2009), Lufthavnsstyrelsen.

Baseret på vores estimat af den samlede overflytning af passagerer fra flytransport til højhastighedstog, samt estimatet for de miljømæssige omkostninger ved de to transportformer, kan vi estimere reduktionen i de miljømæssige omkostninger. Da den miljømæssige gevinst vil være en vedvarende gevinst i fremtiden, beregner vi nutidsværdien af de

løbende fremtidige gevinster over en 50-årig periode, hvilket er almindelig praksis i litteraturen. Vi estimerer på den baggrund, at det nordiske samfund undgår miljømæssige omkostninger for knap 3 milliarder kr. ved, at en række flypassagerer vælger at rejse med højhastighedstog i stedet for fly, jf. Figur 9.

Figur 9 Samlet reduktion i miljøomkostninger



Udover denne effekt er der, som beskrevet i indledningen, yderligere to effekter, der gør sig gældende: 1) Overflytning af passagerer fra andre transportmidler til højhastighedstog, som f.eks. bil og bus, og 2) Stigning i den samlede passagermængde. Disse to effekter trækker i hver sin retning, og vi forventer a priori, at den første effekt vil være størst, hvilket vil føre til en yderligere reduktion i miljøomkostningerne. Dette skyldes primært, at de miljømæssige omkostninger ved højhastighedstoget er relativt lave, og at vi i regneeksemplet antager en relativt lav belægningsgrad på højhastighedstogene. Derfor vil en større mængde togpassagerer ikke nødvendigvis føre til flere togafgange. For at kunne estimere størrelsen af disse to effekter er det dog nødvendigt med en mere avanceret trafikmodel til at estimere passagerenes reaktion på et forbedret rejsealternativ, herunder deres vurdering af rejsetidsbesparelser mv.

Kapitel 2

Effekter på hovedstadens luftfart

Københavns lufthavn er knudepunktet i det skandinaviske lufttransportsystem og lufthavnen fungerer som hub for flyselskabet SAS. Herudover opererer en lang række andre flyselskaber et stort antal ruter ud af Københavns lufthavn. Den tilgængelighed til resten af verden, som flyruterne fra Københavns lufthavn giver hovedstaden og resten af Danmark har stor betydning for økonomisk vækst, jf. Copenhagen Economics (2009).¹²

Københavns lufthavn og de flyselskaber, der opererer i Københavns lufthavn vil blive påvirket af et højhastighedstog, som det foreslåede. Der vil være to modsatrettede effekter:

- **Udvidet opland:** Lufthavnen og flyselskaberne vil opleve et udvidet opland som følge af hastighedstoget, og dermed få mulighed for at tiltrække passagerer fra særligt en større del af det sydlige Sverige og det nordlige Tyskland.
- **Øget konkurrence:** Lufthavnen og flyselskaberne vil opleve en skærpet konkurrence fra toget, og flyselskaberne og lufthavnen vil miste passagerer særligt på rejser mellem København og Oslo, og i mindre grad mellem København og Stockholm, samt en smule mellem København og Hamborg.

Den første effekt (udvidet opland), vil være positiv for lufthavnen og flyselskaberne. Den anden effekt (øget konkurrence) vil være negativ. I det følgende vurderer vi størrelsen af disse to effekter, og vi vurderer konsekvenserne af det analyserede højhastighedstog projekt for Københavns lufthavn og for flyselskaberne.

2.1 Udgangspunktet

Cirka 75 procent af passagererne i Københavns lufthavn er lokalt afgangende. Det vil sige at de ankommer til lufthavnen via landjorden (bil, bus, tog eller gående/cyklende), eller også ankommer de med fly og skifter til et andet fly og foretager en såkaldt selv-transfer.¹³

Knap 25 procent af passagererne i Københavns lufthavn er derimod transferpassagerer, hvor passagererne rejser via Københavns lufthavn på en sammenhængende billet med samme flyselskab eller med et flyselskab indenfor samme alliance.¹⁴

En stor del af de lokalt afgangende passagerer har destination eller oprindelse i Østdanmark eller Sydsverige. Desuden er der også en stor del af transferpassagererne i Københavns lufthavn, som kommer fra samme opland, som det foreslåede højhastighedstog forventes

¹² Se rapporten "Der er noget i luften" om den internationale tilgængelighed udarbejdet for Region Hovedstaden, maj 2009.

¹³ Det vil sige, at de har købt to uafhængige billetter med et flyskifte i København.

¹⁴ Mange af de største flyselskaber indgår i såkaldte alliancer, hvor det er muligt at samarbejde om at sælge rejser og yder services til passagerer fra et andet flyselskab i alliancen. For eksempel er SAS medlem af STAR alliance, hvor også tyske Lufthansa indgår.

at betjene, f.eks. passagerer fløjet ind fra Göteborg eller Oslo. Nogle få transferpassagerer hentes via ruten til Hamborg.

2.2 Udvidelsen af oplandet

Københavns lufthavns opland defineres som det område hvorfra lufthavnen får størstedelen af deres udgående passagerer. Dette område er oftest også det samme område, hvor størstedelen af de indgående passagerer skal til.

Typisk opgøres en lufthavns opland som det antal indbyggere der kan nå lufthavnen indenfor en bestemt tid – f.eks. to eller tre timer.¹⁵ Et højhastighedstog, som det foreslåede, som stopper i Københavns lufthavn, vil udvide lufthavnens opland. Ved at etablere højhastighedstoget reduceres transporttiden til lufthavnen, og det tilgængelige passageropland øges.

Øget opland i Norden

Som det fremgår af kapitel 1 vil det foreslåede højhastighedsprojekt betyde, at to-timers grænsen for rejsetiden til Københavns lufthavn ville komme til at ligge nord for Göteborg, og at Oslo kan nås på ca. tre timer. Mod syd vil Hamborg kunne nås på cirka 2½ time.¹⁶

Med en to-timers afgrænsning vil oplandet for Københavns lufthavn således inkludere Göteborg, og borgere i og omkring Göteborg vil således opleve en markant forbedret adgang til Københavns lufthavn. Tilsvarende vil rejsende der skal til Göteborg og omegn finde det mere attraktivt end før, at benytte Københavns lufthavn og rejse videre med højhastighedstog.

Samtidig har Göteborg også sine egne to lufthavne. Dels Landvetter, der er Sveriges næststørste lufthavn med knap 5 mio. passagerer, beliggende ca. 20 kilometer sydøst fra Göteborg, hvorfra der i dag er seks daglige afgang til København med SAS. Dels Gothenburg City Airport, hvorfra to lavprisselskaber opererer 10-12 helårsdestinationer, samt nogle yderligere sæsonruter. SAS' rute mellem København og Göteborg vil være lukningstruet, hvis et hurtigtog kan bringe passagererne hurtigere til København og til Københavns lufthavn end SAS' fly.

For de ruter fra Göteborg, som ikke betjenes fra Københavns lufthavn, vil et hurtigtog ikke ændre meget, og de ruter hvor der måtte være overlap mellem Göteborg og København vil hurtigtoget kunne gøre en marginal forskel. For langt de fleste ruter fra Københavns lufthavn vil der dog ikke være et overlap med Göteborgs lufthavne, og på disse ruter vil hurtigtoget medvirke til at forøge antallet af passagerer for Københavns lufthavn.

Samtidig skal det holdes for øje, at befolkningen langs den svenske vestkyst omkring Göteborg også får bedre adgang til Oslo's lufthavne som følge af hurtigtoget. Oslo's opland vil derfor ligeledes blive udvidet sydover. Således vil der med tre timers rejsetid mellem Oslo og København opstå et overlap mellem de to oplande omkring Göteborg, hvor Oslo

¹⁵ I forbindelse med konkurrencesager opererer EU kommissionen med en opgørelse af overlappende oplande såfremt der er mindre end én times forskel på rejsetiden fra bycenteret til forskellige lufthavne.

¹⁶ Men en anden teknisk specifikation af banen, vil rejsetiden fra København til Hamborg kun tage 1½ time.

og Københavns lufthavne vil konkurrere om passagerernes gunst. Hvem der får gevinst af dette afhænger af hvem, der formår at tilbyde det bedste udbud af ruter og bedste priser til såvel flyselskaber som til passagerer. Der findes desuden studier, der peger på, at særligt ferierejsende lider af en "directional bias" således, at man hellere vil begynde en transferrejse med at rejse i "den rigtige retning" mod ende-destinationen. Som eksempel kan man forestille sig en passager fra Göteborg, som måtte være mere tilbøjelig til at rejse over København til f.eks. Barcelona, end at rejse "den forkerte retning" over Oslo, selvom den effektive rejsetid ikke nødvendigvis måtte være længere.

Øget opland i det nordlige Tyskland

Vi betragter to tekniske specifikationer af højhastighedsbanen over Femern Bælt. I hovedscenariet vil der, ifølge String (2012), opnås en rejsetid på 2½ time fra København til Hamborg. Samtidig peger rapporten fra String (2012) på, at rejsetiden teoretisk kunne bringes ned på 1½ time mellem København og Hamborg.

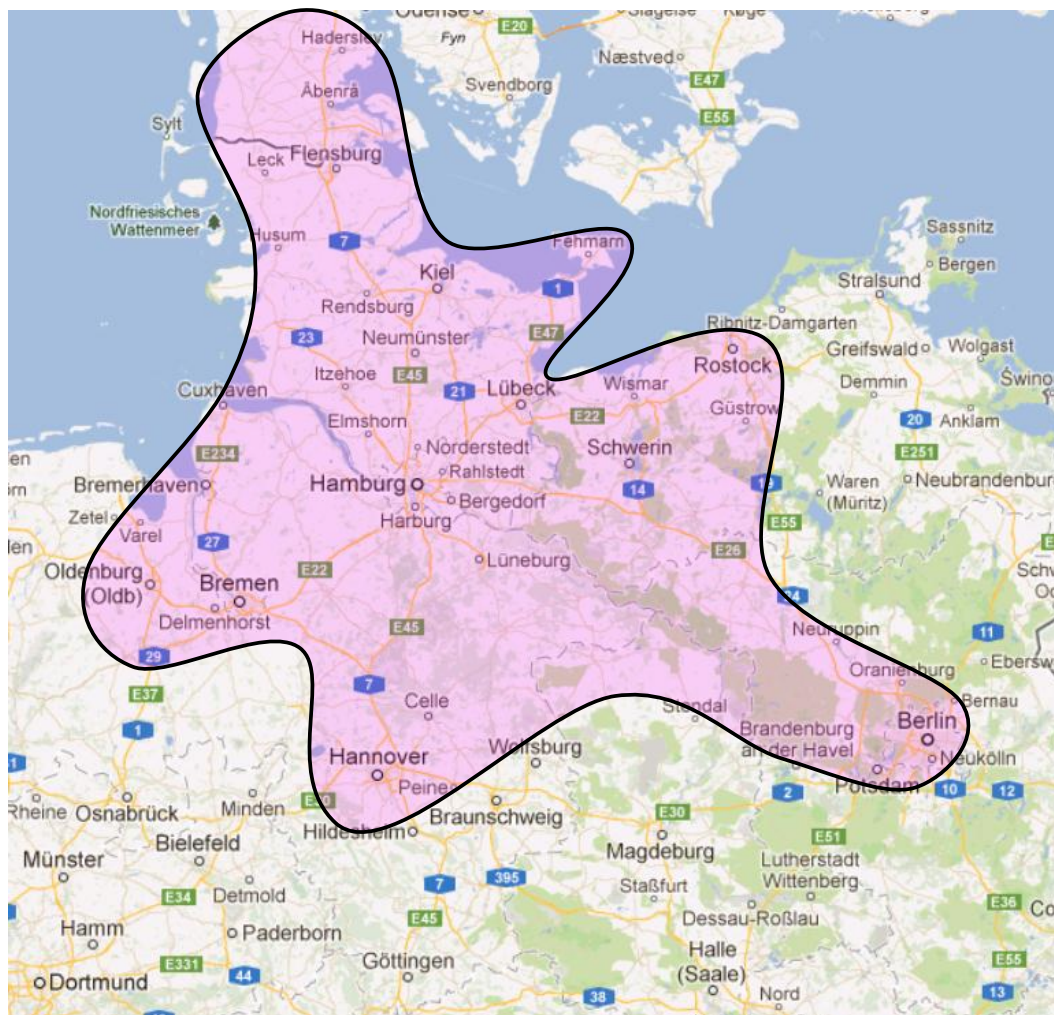
Vi vil i det følgende tage udgangspunkt i hovedscenariet med 2½ times rejsetid, men det viser sig, at det formentlig ikke gør den store forskel, om rejsetiden er 2½ eller 1½ time i forhold til Københavns lufthavns opland. I hovedscenariet stopper højhastighedstoget kun i Lübeck (67 km fra Hamborg eller ca. 35 minutter). Det betyder, at der vil være ca. 2 timers rejsetid fra Lübeck til København med hurtigtoget, og dermed vil området omkring Lübeck være inden for 2-timers oplandet til Københavns lufthavn. Der bor lidt over 1 mio. indbygger i og omkring Lübeck (inden for 30 minutters kørsel).

Området omkring Hamborg er derimod meget tæt befolket, og befolkningen i og omkring Hamborg (inden for 30 minutters kørsel) udgør ca. 3,7 mio. indbyggere.

Det er vores vurdering, at Københavns lufthavn, med et højhastighedstog vil få mulighed for at kunne konkurrere med andre lufthavne om at tiltrække passagerer fra området omkring Lübeck, hvor der er bosat ca. 1 mio. personer.

Det er samtidig vores vurdering, at Københavns lufthavn ikke vil udgøre et tidsmæssigt alternativ for den store del af befolkningen i og omkring Hamborg. Selvom der rent geografisk skabes adgang til et stort befolkningsopland på 3,7 mio. indbyggere, så vil denne markante forøgelse af Københavns opland ikke betyde meget for passagermængden i Københavns lufthavn. Det skyldes, at indbyggere i og omkring Hamborg har en række andre flyrejsealternativer. Der findes lufthavne i Hamborg, Bremen, Hannover og særligt Berlin, som kan nås fra Hamborg på under 2 timer, jf. Figur 10. Fra Hamborg hovedbanegård afgår et hurtigtoget med en rejsetid på 1 time og 40 minutter til Berlin hovedbanegård, og ca. 30 minutter til den nye lufthavn Brandenburger i Berlin således, at den samlede rejsetid bliver godt 2 timer. Sammenlignet med rejsetiden til København, så vil der altså fortsat være kortere til Berlin end til København fra Hamborg centrum og derfor vurderes det at en stor andel vil foretrække Berlin fremfor København som afrejselufthavn.

Figur 10 To timers rejsetid fra Hamborg



Kilde: Copenhagen Economics baseret på Google Maps

Københavns lufthavn kan naturligvis lettere konkurrere om passagerer fra området omkring Lübeck og Hamborg på de ruter som beflyves fra København, men ikke fra Hamborg eller Berlin. Hvis højhastighedstoget fra København til Hamborg etableres så det kan tilbagelægge strækningen på 1½ time, så vil København blive et mere, men stadig ikke tilstrækkeligt, alternativ for Hamborgs indbyggere.

Grunden til, at København formentlig ikke vil appellere meget til Hamborgs indbyggere er bl.a., at det etablerede rutenetværk, der allerede i dag kan nås fra Hamborg er ganske stort. Vi har analyseret hvilke destinationer der udbydes i dag fra hhv. København, Hamborg og Berlin og set på graden af overlap. Vi finder at 66 pct. af de ruter, der udbydes fra Københavns lufthavn også udbydes fra Hamborgs nærområde, hvoraf hele 62 pct. point er fra Berlin, jf. Tabel 7.

Tabel 7 Destinationsoverlap mellem København og lufthavne nær Hamborg

	Berlin	Hamborgs nærområde
Overlap (pct.)	62	66

Note: Overlappet er beregnet som andelen af ruter ud af CPH i 2011, som også serviceres af lufthavne i Hamborgs nærområde (Berlin, Hanover, Bremen og Hamborg). Vi har frasorteret ruter, som CPH aldrig ville kunne konkurrere om. F.eks. er det utænkeligt at folk vil rejse fra Hamborg til CPH for at flyve til Bremen.

Kilde: Data fra IATA

Af de ruter, der kun betjenes fra Københavns lufthavn afgår en række af ruterne til andre danske destinationer, som f.eks. Århus, Ålborg, Karup, og Billund, samt til nordiske provinser som Kristiansand, Linköping, Norrköping, Karlstad og Aalesund.

Dette er situationen i dag. I 2013 ventes dog åbnet en ny lufthavn i Berlin. Denne lufthavn ventes at have kapacitet til ca. 27 mio. årlige passagerer og kan opgraderes til ca. 45 mio. passagerer.¹⁷ Lufthavnen ventes at kunne betjene ca. 170 ruter sammenlignet med samlet set ca. 99 i dag fra både Tegel og Schönefeld. Dermed vil Berlin blive et endnu mere attraktivt alternativ for Hamborgs befolkning, hvilket vil gøre det endnu mere vanskeligt for Københavns lufthavn at konkurrere.

Herudover er der formentlig, som tidligere nævnt, en "directional bias" ift. at skulle rejse nordpå når det endelige rejsemål er sydpå, hvilket yderligere trækker ned i potentialet for, hvor mange passagerer Københavns lufthavn kan tiltrække fra Hamborg-området. Hertil kommer en mulig grænsebarriere, som også trækker i retning af at øge andelen i Danmark. For den gennemsnitlige tyske flypassager vil det være færre sproglige barrierer, og mere tryk forbundet med en tysk lufthavn end med en dansk.

I de efterfølgende beregninger af Københavns Lufthavns opland regner vi derfor *ikke* indbyggerne i Hamborg med, da det efter vores vurdering vil være meget vanskeligt for Københavns lufthavn at tiltrække disse passagerer til København. Til gengæld mener vi, at de ca. 1 mio. personer der er bosat i og omkring Lübeck vil overveje København som alternativ. København vil med en højhastighedsbane kunne nås på ca. 2 timer, mens Berlins lufthavn ligger ca. 3 timer væk.

CPH's opland med og uden højhastighedstog

Ved hjælp af rejsetidssimulationer kan det beregnes hvor mange ekstra passagerer, der vil være en del af Københavns Lufthavns opland ved udbygning med højhastighedstog under forudsætning af at toget stopper undervejs til Stockholm og til Oslo. Ved at etablere højhastighedstoget vil oplandet til Københavns lufthavn øges med 1,3 – 3,5 mio. personer, jf. Tabel 8, afhængigt af om man betragter et 2-timers eller et 3-timers opland. Disse beregninger inkluderer, som nævnt, ikke Hamborgs indbyggere, da vi ikke vurderer, at Køben-

¹⁷ <http://preview.berlin-airport.de/en/company/about-us/facts-and-figures/index.php>

havns Lufthavn vil være et særlig attraktivt alternativ for disse indbyggere uden særlige tiltag i forhold til f.eks. pris, reklame mv. fra CPH's side.

Tabel 8 Antal personer i CPH's opland

	2 timers transport	3 timers transport
Opland uden højhastighedstog*	3,5 mio.	4,6 mio.
Ekstra opland ved højhastighedstog	1,3 mio.	3,5 mio.
Total	4,8 mio.	8,1 mio.

Note: Med en højhastighedsforbindelse fra København vil det tage ca. 2 timer at køre til Göteborg. Området i nærheden af Göteborg inkluderes derfor i 2-timers oplandet.

Ved 3 timers transport inkluderes både Oslo, området nord for Göteborg samt de større byer mellem Göteborg og Stockholm, herunder Jönköping, Linköping og Norrköping.

Kilde: Copenhagen Economics pba. Cowi (2008), Nielsen & Landex (2009) og Statistiska centralbyrån.

Hvad bestemmer lufthavnens passagerpotentiale?

Det er naturligvis ikke kun transporttiden til en lufthavn, og dermed oplandet, der afgør hvor mange passagerer en lufthavn kan tiltrække. En række andre forhold spiller en mindst lige så stor rolle. For passagererne har følgende faktorer således også stor betydning: afgangsfrekvens, rutenetværket, priser, service i lufthavnen samt en række andre faktorer.

At andre faktorer end oplandets størrelse har betydning er tydeligt når man sammenligner København med f.eks. Hamborg. Der flyver mange flere passagerer fra København end fra Hamborg selvom Hamborgs opland er næsten dobbelt så stort, jf. Tabel 9. Her spiller særligt Københavns rolle som hub for SAS ind, samt Københavns ruteudbud.

Tabel 9 Oplandsstørrelse og årligt passagerantal

Lufthavn	mio. indbyggere	Passager antal
København	4,6	21,5*
Hamborg	7,5	13,6**

Note: * fra år 2010

** fra år 2011

Kilde: Data fra Københavns Lufthavn og Hamborg Lufthavn

En forøgelse af Københavns lufthavns opland, hvor man får mellem 1,3 mio. og 3,5 mio. flere personer inden for hhv. 2 og 3 timer har naturligvis en positiv effekt på passagermængden. Der findes studier, der forsøger at estimere sammenhængen mellem lufthavnens opland og mængden af passagerer, der benytter lufthavnen. Baseret på et sådant studie kan man udlede, at hvis oplandet øges med 1 mio. så øges den årlige passagermængde med ca. 180.000 passagerer.¹⁸ Dette estimat er naturligvis forbundet med usikkerheder, da det er vanskeligt at korrigere for alle de elementer, der måtte påvirke trafikmængden.

¹⁸ Grosche et al. (2007)

Anvendes dette estimat i forhold til den konkrete forøgelse af oplandet finder vi, at højhastighedstog kan medføre en forøgelse af det årlige passagerpotentiale med mellem 200.000 og 600.000 passagerer. Fremskrives disse tal til 2020, hvilket indebærer en forøgelse på ca. 20 procent,¹⁹ svarer det til mellem 300.000 og 700.000, jf. Tabel 10. Herfra skal fratrækkes den eventuelle effekt der hidrører fra at Oslo også udvider sit opland delvist ind i samme geografiske område omkring Gøteborg.

Tabel 10 Øget passagerpotentiale

Opland	Udvidet opland (mio. pass.)	Årligt øget passagerpotentiale 2011 (mio. pass.)	Årligt øget passagerpotentiale 2020 (mio. pass.)
2 timers transport	1,3	0,2	0,3
3 timers transport	3,5	0,6	0,7

Kilde: Copenhagen Economics baseret på bl.a. Cowi (2008) og Grosche et al. (2007)

2.3 Øget konkurrence for flytrafikken

Som det blev vist i kapitel 1, så vil flyselskaberne på ruterne mellem København og de tre største byer i højhastighedsnettet Oslo, Gøteborg og Stockholm miste en stor del af passagerne til hurtigtoget. Desuden vurderes det, at en stor del af passagererne på flyruten Hamborg- København overflyttes til tog. I alt viste vurderingen i kapitel 1, at overflytningen til tog kan medføre en beregnet reduktion i antallet af flypassagerer i 2020 på ca. 1,6 mio. passagerer, jf. Tabel 11.

Tabel 11 Beregnet reduktion i flypassagerer i 2020 for Kbh

Antal passagerer (2020)	
København - Oslo	Ca. 850.000
København - Gøteborg	Ca. 350.000
København - Stockholm	Ca. 350.000
København - Hamborg	Ca. 100.000
I alt, forventet reduktion i passagerer (inkl. transfer)	Ca. 1.600.000

Note: Estimerne er rundet af i forhold til tallene i Tabel 3.

Kilde: Copenhagen Economics baseret på bl.a. trafikdata fra de relevante lufthavne.

En del af disse passagerer vil være nuværende transferpassagerer, som i stedet for at ankomme til Københavns lufthavn med fly vil vælge at ankomme med tog for derfra at rejse videre ud i verden med fly fra Københavns lufthavn – eller ankomme med fly fra et sted ude i verden, og rejse videre til enten Oslo, Gøteborg, Stockholm eller Hamborg med tog. Dermed skal tog-transfer passagerer modregnes i reduktionen af passagerer, idet disse passagerer jo fortsat vil være passagerer for Københavns lufthavn. De vil blot være lokalt afgående passagerer i stedet for transfer passagerer. Det kan ikke uden videre forudsiges, hvorvidt de passagerer der overflytter fra fly til tog er transferpassagerer eller passagerer,

¹⁹ Dette estimat er baseret på trafikvækstprognosen fra DTU (2007)

der har København som endelig destination. Antages det at de overflyttede passagerer om bord på hurtigtoget fordeler sig på transfer og ikke transferpassagerer i samme forhold som de nuværende flypassagerer, vil ca. halvdelen på ruten Oslo-København og ca. 40 procent på ruten Stockholm-København være transferpassagerer.²⁰ Et tilsvarende tal kan antages for Göteborg. Med disse – ganske vist usikre – antagelser skal der modregnes ca. halvdelen af ovenstående reduktion – dvs. ca. 800.000 passagerer. Den samlede reduktion af passagerer fra Københavns Lufthavn er derfor ligeledes ca. 800.000.

2.4 Samlede konsekvenser for Københavns lufthavn

For Københavns lufthavn er der en række modsatrettede effekter. Vurderingen af størrelsen af disse effekter og dermed den samlede effekt er behæftet med betydelige usikkerheder. De umiddelbare vurderinger peger på følgende:

- På den ene side, vil en forøgelse af oplandet i 2020 kunne give anledning til ca. 700.000 ekstra passagerer
 - Størrelsen af effekten vil blandt andet bero på hvorvidt passagerer, som bor tættere på Oslo, Stockholm og Hamborg end på København vil være tilbøjelige til at benytte København for visse rejser, hvor København har et bedre ruteudbud.
- På den anden side, vil en reduktion i antallet af passagerer, som rejser på de berørte ruter kunne reducere den årlige passagemængde med ca. 800.000 passagerer.
 - Dette vil særligt være tab af by-til-by rejsende.
 - Transfer passagerer vil stadig rejse ud af CPH også selvom de kunne finde på at tage toget til CPH, hvis dette kan reducere den samlede rejsetid og/eller give mere komfort.

Dermed kan det ikke udelukkes, at de positive effekter på Københavns lufthavn i form af flere passagerer fra et større opland er nogenlunde lige så store som de negative effekter fra reduktionen på de berørte ruter. Det er derfor vanskeligt at sige noget entydigt om den samlede effekt, der både kan være positiv og negativ. Dette forhold må afgøres af mere detaljerede studier.

2.5 Konsekvenser for flyselskaber i Københavns lufthavn

For at analysere konsekvenserne for flyselskaberne er det nødvendigt at sondre mellem forskellige typer af flyselskaber. Vi sonder mellem fire typer:

1. Flyselskaber med hub i København (hjemligt netværksselskab)
2. Flyselskaber uden hub i København, men hub et andet sted (fremmed netværksselskab)
3. Punkt-til-punkt der ikke opererer et hub system, men som flyver på de ruter, der kommer i konkurrence med højhastighedstoget

²⁰ Dette er transferandelene for SAS på disse to ruter, jf. data fra Københavns Lufthavn.

4. Punkt-til-punkt flyselskaber der ikke opererer et hub system, og som *ikke* flyver på de ruter, der kommer i konkurrence med højhastighedstoget

I det følgende analyserer vi effekterne af højhastighedstoget for disse fire grupper af flyselskaber. I Figur 11 nedenfor er disse fire typer præsenteret, og der vises eksempler på nuværende flyselskaber i hver kategori. Det skal dog understreges, at det planlagte højhastighedsprojekt opererer med et starttidspunkt i 2020, og det til den tid kan være helt andre konkrete flyselskaber, der opererer disse ruter. De fire kategorier af flyselskaber vil dog også i 2020 være de relevante typer af selskaber til at belyse effekterne af et højhastighedstog.

Figur 11 Fire typer af flyselskaber påvirkes forskelligt

1. Netværksselskaber med hub i København (SAS)	2. Netværksselskaber uden hub i København (fx Emirates)
3. Punkt-til-punkt selskaber med berørte ruter (fx Norwegian)	4. Punkt-til-punkt selskaber uden berørte ruter (fx easyJet)

Kilde: Copenhagen Economics

I det foregående afsnit belyste vi en positiv oplandseffekt og en negativ konkurrenceeffekt. Mens oplandseffekten vil være positiv for alle typer af flyselskaber, så vil de negative konsekvenser for flyselskaberne af øget konkurrence fra toget være ganske forskellige fra selskab til selskab afhængig af de fire typer, jf. Figur 11. Derfor vil vi i det følgende belyse forskellene i konkurrence-effekter med udgangspunkt i de fire typer.

Type 1: Konsekvenser for netværksselskab med hub i København

Det hjemlige netværksselskab, som opererer et hub i Københavns lufthavn (aktuelt SAS) vil påvirkes i betydelig grad af den øgede konkurrence fra højhastighedstoget.

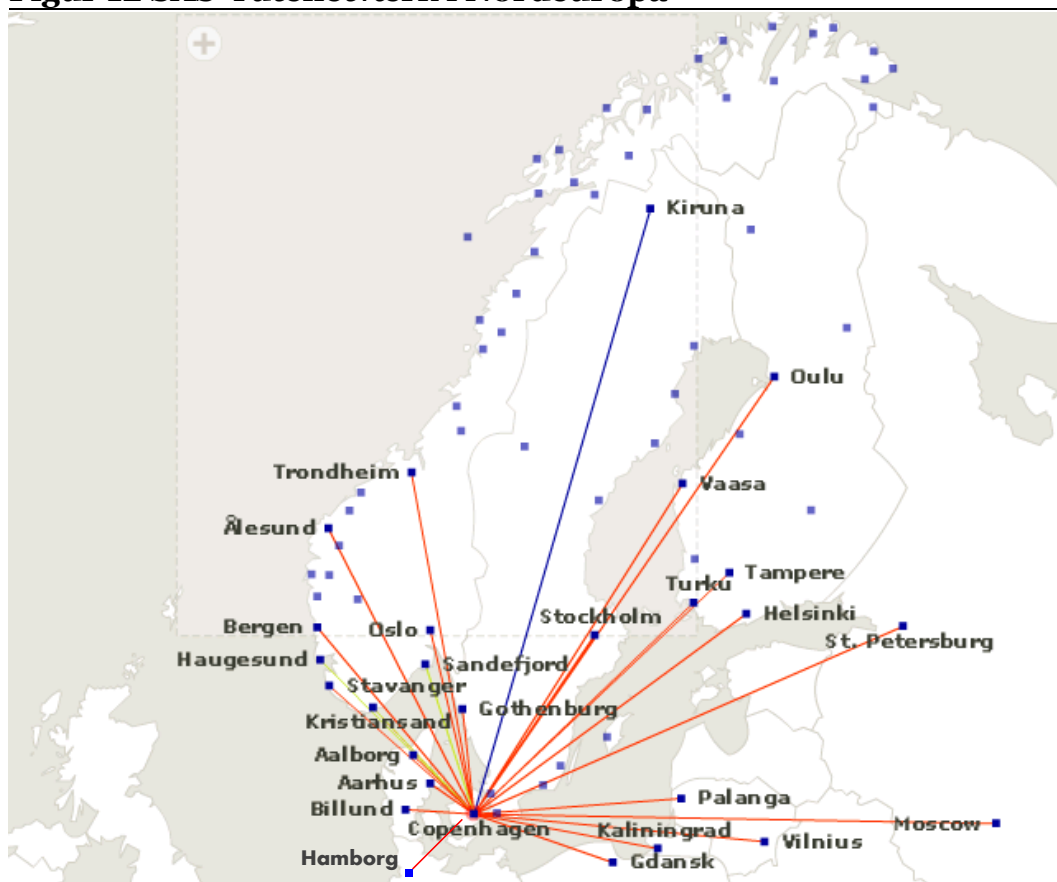
Ligesom de øvrige flyselskaber, vil det hjemlige netværksselskab opleve en fordel ved at oplandet forøges, idet selskabet kan tiltrække passagerer længere væk fra, og dermed få mulighed for at konkurrere om at få en andel af dette nye passagepotentiale. Den bedre adgang til oplandet vil gøre København mere attraktiv som destination og det vil gavne netværksselskabets trafikpotentiale.

Samtidig vil den forøgede konkurrence også påvirke netværksselskabets rutenetværk primært i Skandinavien. Netværksselskabet i København, SAS (og deres partnere Widerøe

og Blue1), opererer i dag 25 ruter (inkl. sæsonruter) til det nordeuropæiske område, og SAS får en stor del af sine transferpassagerer fra disse ruter, jf. Figur 12.

SAS opererer et hub i København, som i dag er udviklet til et fintmasket net af ruter i Skandinavien og det baltiske område, hvor der tilbydes en høj frekvens (mange daglige afgang) og hvor disse mange afgang er planlagt således at ankomsttider til København passer sammen med afgangstider videre ud i Europa og resten af verden med SAS eller deres alliance-partnere.

Figur 12 SAS' rutenetværk i Nordeuropa



Kilde: Baseret på SAS.dk/rejse/rutekort

Det planlagte højhastighedstog vil direkte påvirke mindst fem af SAS' ruter nemlig København-Oslo, København-Stockholm og Oslo-Stockholm samt København-Göteborg og København-Hamburg og muligvis flere.²¹ Som vist vil et højhastighedstog overflytte mellem 15 procent og 100 procent af flypassagerer på de berørte ruter.

²¹ Ruten København – Sandefjord/Oslo Torp påvirkes muligvis også. Ruten opereres af Widerøe med fire daglige afgang. Sandefjord Lufthavn ligger ca. 1½ times kørsel sydvest for Oslo centrum.

Ruterne København-Gøteborg og København-Hamborg vil formodentlig lukke som konsekvens af hurtigtoget.

På de to store skandinaviske ruter fra København til Oslo og fra København til Stockholm har SAS i dag konkurrence fra et eller flere flyselskaber på samme rute (f.eks. flyver Norwegian på begge ruter). Der vil højst sandsynligt også i fremtiden være mere end et flyselskab på disse to ruter på grund af det store trafikvolumen.

Med en kraftig reduktion af passagermængden, som forudset i kapitel 1, vil det samlede antal flyafgange blive reduceret for at tilpasse ruten til det lavere antal passagerer. Det er naturligvis umuligt at forudsige, hvorledes denne nye konkurrencesituation vil udspille sig. Det er muligt, at det ene af de to store flyselskaber på ruten vil trække sig fra ruten, ligesom det også er muligt, at det andet af de to store på ruten vil trække sig. Ligeledes kan det ikke udelukkes, at de to ruter fortsat vil beflyves af to eller flere selskaber, men givet fald vil det for begge selskaber betyde, at der opereres med færre daglige frekvenser. Der kan således opstilles tre stiliserede scenarier for SAS og de øvrige selskaber på de to skandinaviske hovedruter:

- a) SAS "vinder"
- b) SAS deler
- c) SAS "taber"

Scenarie a, hvor SAS "vinder" ruterne og muligvis blive eneste selskab på ruten, vil naturligvis være det mest positive for SAS, men vil formodentlig stadig betyde en nedgang i det samlede antal afgange eftersom mere end halvdelen af passagererne overflyttes, og dermed vil der ske en forringelse af SAS' feeder netværk. Scenarie c, hvor den forøgede konkurrence fra højhastighedstoget betyder at SAS trækker sig fra den ene eller begge af de to ruter, vil i høj grad påvirke SAS negativt og have betydelige negative afsmittende virkninger andre steder i SAS rutenetværk. Scenarie b, hvor ruten deles, men nedskaleres vil befinde sig mellem a og c.

Figur 13 Nuværende frekvenser på berørte SAS ruter

	SAS	Norwegian
København – Stockholm	15 daglige afgange	5 daglige afgange
København – Oslo	13 daglige afgange	5 daglige afgange
København – Gøteborg	6 daglige afgange	ingen
København – Hamborg	5 daglige afgange	ingen

Note: Antal daglige afgange på hverdage efteråret 2012.

Kilde: SAS hjemmeside

Som nævnt ovenfor, vil SAS fortsat få transferpassagerer fra oplandet mellem København og Oslo, når passagerer herfra skal videre ud i verden. Disse vil blot ankomme med tog.

Dermed kan noget af den tabte trafik på de tre feeder-ruter kompenseres ved, at SAS modtager transfer-passagerer fra hurtigtoget, som derved fungerer som feeder system til SAS' rutenetværk.

Men her skal man notere en væsentlig forskel. Hvor SAS i dag kontrollerer sit eget feeder-netværk, og hvor konkurrerende flyselskaber ikke har adgang, så vil et system, hvor feeder-systemet til Københavns lufthavn erstattes af tog, være tilgængeligt for alle flyselskaber, herunder de flyselskaber som konkurrerer med SAS i København. SAS' konkurrenter vil således få adgang til et avanceret og højfrekvent feeder-netværk til store dele af Skandinavien via toget. Det betyder, at i tillæg til ovenstående effekter af den forøgede konkurrence på København-Oslo og på København-Stockholm vil SAS også opleve en anden og helt ny konkurrence fra andre selskaber, som med toget pludselig får adgang til et feeder-system i en del af Skandinavien.

Type 2: Konsekvenser for netværksselskaber uden hub i København

Netværksselskaber *uden* hub i København vil typisk bruge Københavns lufthavn, som feeder-rute til sin egen hub, hvilket også vil tjene som endestation for en rute fra hubben. Som eksempel er København en feeder-rute for Emirates over hubben i Dubai til en stort udvalg af destinationer i f.eks. Afrika og Asien.

Der er flere ting, der taler for, at Københavns lufthavn bliver en mere attraktiv feeder-rute for udenlandske netværksselskaber. Den primære grund er, at der vil være en række passagerer, der i dag flyver til København for at fortsætte deres videre rejse ud i verden. Disse passagerer vil ofte vælge en transferrejse med f.eks. SAS fremfor at købe to separate point-to-point billetter med to forskellige flyselskaber, da dette ofte vil være en dyrere løsning. Med etableringen af et højhastighedstog, vil en del af de passagerer, der i dag føder ind til København via SAS' rutenetværk nu vælge at tage toget. Det medfører, at nogle af disse passagerer vil kunne vælge toget til den skandinaviske "ben" af rejsen. SAS vil derfor opleve en øget grad af konkurrence fra andre netværksselskaber på de ruter ud af København, der også kan være attraktive for øvrige selskaber.

Type 3: Konsekvenser for punkt-til-punkt selskaber med berørte ruter

Et punkt-til-punkt selskab, som f.eks. Norwegian, der opererer på de berørte ruter vil på den ene side opleve øget konkurrence fra toget, og effekterne for punkt-til-punkt selskabet vil på dette punkt være et spejlbillede af de konsekvenser der er beskrevet ovenfor for netværksselskabet i København. Effekten på disse ruter vil være negativt.

De punkt-til-punkt selskaber der opererer på de berørte ruter har også andre ruter. For disse andre ruter vil højhastighedstoget give en positiv effekt via oplandseffekten (se nedenfor).

I forhold til netværksselskabet i København, så har punkt-til-punkt selskaber lettere ved at omlægge ruter til nye destinationer. Det betyder også, at punkt-til-punkt selskabet lettere, om end ikke uden omkostninger, kan flytte kapacitet fra de ruter hvor de møder stor konkurrence, til ruter som er relativt mere lønsomme. Punkt-til-punkt selskaber er ikke i samme grad afhængig af et sammenhængende og koordineret rutenet, hvor tidstabeller

planlægges med indbyrdes afhængigheder, og derfor vil netværksselskaberne lettere kunne tilpasse forretningen til ændrede konkurrencevilkår. Denne type flyselskab vil således opleve et vist tab af trafik i en kortere eller længere periode som følge af den øgede konkurrence fra toget, men vil opleve en tilgang af trafik på linje med andre flyselskaber som følge af det forøgede opland.

Type 4: Konsekvenser for punkt-til-punkt selskaber uden nordiske ruter

Et punkt-til-punkt selskab, der ikke opererer berørte ruter, vil formentlig ikke mærke nogen negative konsekvenser af et nordisk højhastighedstog. Tværtimod vil nye ruter til København, Oslo, Stockholm og Hamborg muligvis blive mere attraktive, da højhastighedstoget udvider disse byers "bagland". Det vil sige; passagerer der flyver til f.eks. Stockholm, vil have bedre muligheder for at komme videre fra Stockholm til f.eks. Norrköping, Linköping, Jönköping eller Borås. Hvorvidt dette alene vil gøre en ny punkt-til-punkt rute til København, Oslo, Stockholm, Hamborg eller Göteborg fra f.eks. London tilstrækkelig attraktiv til at tiltrække en ny punkt-til-punkt operatør er tvivlsomt. Det vil dog bidrage positivt til sådanne overvejelser.

Litteraturliste

- Atkins (2011), Atkins, "Market Potential for HSR Services: Oslo – Copenhagen via Gothenburg, Oslo – Stockholm via Gothenburg Copenhagen – Stockholm via Gothenburg", 2012
- COINCO (2012), Ramböll, "COINCO – slutrapport" (intern arbejdsrapport), 2012
- Copenhagen Economics (2009), "Der er noget i luften", Rapport udarbejdet for Region Hovedstaden, 2009
- Cowi (2008), COWI, "Trafikal tilgængelighed til Københavns Lufthavn og dets nabolufthavne", 2008
- Dings et al (2003), Dings, J.M.W., R.C.N. Wit, B.A. Leurs, S.M. de Bruyn, M.D. Davidson, "External cost of aviation", CE, Solutions for environment, economy, and technology, 2003
- DTU (2007), Danmarks Tekniske Universitet, "Langsigtet fremskrivning af vejtrafik", 2012
- Energistyrelsen (2009), Energistyrelsen, Emissionskoefficienter, 2009
- EU Kommissionen – DG Energy (2010), EU Kommissionen – DG Energy, "Energy trends up to 2030 - update 2009", 2010
- Grosche et al (2007), Grosche, Tobias, Franz Rothlauf, Armin Heinzl, "Gravity model for airline passenger volume estimation", Journal of Air Transport Management vol 13 175-183, 2007
- IEA (2011), International Energy Agency, "Electricity Information", 2011
- Jørgensen (1997), Jørgen, Morten W, Spencer C. Sørensen, "Estimating emissions from railway traffic", Department of Energy Engineering, Technical University of Denmark, 1997

- Lundberg (2011), Lundberg, Anna-Ida, "Konkurrans och samverkan mellan tåg och flyg", KTH Arkitektur och samhällsbyggnad, 2011
- Nielsen & Landex (2009), Nielsen, Otto Anken og Alex Landex, "Højhastighedsbaner i Skandinavien", Præsentation, 2009
- String (2012), String, Status for High-Speed Networks in Northern Europe, 2012
- TERESA, Transport Økonomiske Enhedspriser, version 1.3
- Transportministeriet (2004), Danish Ministry of Transport, "External cost of transportation", 2004
- Wee and Brinck (2003), Wee, Bert van, Robert van den Brink, Hans Nijland, "Environmental impacts of high-speed rail links in cost-benefit analyses: a case study of the Dutch Zuider Zee line", Transportation Research Part D 8 (2003) 299–314, 2003