

Bærekraftig og samfunnsnyttig luftfart

Prosjektrapport



Oslo, 30. januar 2008

Innhold

1	Innledning	5
1.1	Utfordringen	5
1.2	Bærekraftig utvikling, bedrifters samfunnsansvar og næringslivets rolle	5
1.3	Organisering av prosjektet	6
1.4	Metodiske avklaringer	7
2	Sammendrag	9
2.1	Luftfartens samfunnsnytte	10
2.2	Miljøfakta	11
2.3	Trafikkprognoser og klimagassutslipp i perioden 2007-2020 uten tiltak	16
2.4	Bransjens planlagte tiltak for å redusere klimagassutslippene	16
2.5	Samfunnsrollen skal videreutvikles og miljøprestasjonen forbedres	24
3	Luftfartens miljøstatus	25
3.1	Luftfart og miljøproblemer	25
3.2	Luftfart og klima	25
3.3	Luftfartens andel av klimagassutslipp	34
4	Trafikkprognoser og klimagassutslipp i perioden 2007-2020 uten tiltak	41
5	Tiltak for å bedre luftfartens miljøprestasjon	45
5.1	Flyteknisk	45
5.2	Flyoperativt	49
5.3	Flysikringstjenesten	52
5.4	Lufthavndrift	57
5.5	Alternativt drivstoff til luftfartøy	63
5.6	Miljørelatert forskning og utvikling	64
5.7	Effekten av tiltakene	65
5.8	Trafikk og klimagassutslipp 1990-2020	68
6	Tilbringertjenesten – status og virkemidler	71
6.1	Det er et mål å øke kollektivandelen i tilbringertransporten	71
6.2	Formål og reisemiddelfordeling for reisende fra Stavanger lufthavn, Sola, Bergen lufthavn, Flesland og Oslo Lufthavn, Gardermoen	72
6.3	Nærmere om tilbringertransporten til de tre lufthavnene	72
6.4	Høyere kollektivandel vil medføre reduserte CO ₂ - utslipp	75
6.5	Generelt om mulige tiltak og virkemidler for å øke kollektiv tilbringertransport til lufthavn	76
7	Økonomiske virkemidler	77
7.1	Innledning	77
7.2	Forslag om å inkludere luftfart i EUs system for kvotehandel	77
7.3	Bransjens vurdering av økonomiske virkemidler	80
7.4	Carbon offsets – frivillig kvotehandel	80
8	Luftfartens samfunnsnytte og betydning for Norge	83
8.1	Luftfarten binder landet sammen	83
8.2	Stor betydning for sysselsetting, bosetting og distriktsutvikling	83
8.3	Avgjørende betydning for mange sektorer og aktiviteter	84
8.4	Viktigste kollektive transportmiddel for lange reiser	85
8.5	Begrensede alternativer til flytransport	85
8.6	Funn og konklusjoner fra casestudier	86

9	Scenarier – trafikk og samfunnsmessige konsekvenser	89
9.1	<i>Markedet.....</i>	89
9.2	<i>Næringslivet.....</i>	89
9.3	<i>Turisme</i>	90
9.4	<i>Klimagassutslipp</i>	91
9.5	<i>Oppsummering</i>	92
10	Samfunnsrollen skal videreutvikles og miljøprestasjonen forbedres	95
11	Litteraturliste.....	97

1 Innledning

1.1 Utfordringen

Luftfarten er en svært viktig del av norsk samferdsel. Sektoren har stor betydning for bosettingsmønster og næringsutvikling. Videre har flytransport blitt viktigere i Norge enn i andre land fordi landet ligger avsides til i Europa, har store avstander og vanskelig topografi. Kyst-Norge, spesielt i nord, er særlig avhengig av flytransport. I tillegg er mange eksportnæringer samt turisme- og oljeindustrien avhengig av god flytransport.

Luftfart medfører miljøulemper. Tidligere har det vært mest oppmerksomhet rundt støy og lokale utslipp til luft, vann og grunn, men de senere årene har de svært omfattende globale miljøutfordringene kommet i forgrunnen.

FNs klimapanel (IPCC) konkluderer i sin fjerde hovedrapport fra 2007 med at det er meget sannsynlig at menneskets utslipp av klimagasser har forårsaket mesteparten av den globale temperaturøkningen siden midten av 1900-tallet. Dersom utslippene ikke reduseres, vil den globale middeltemperaturen forsette å øke. De lokale utslagene av globale klimaendringer kan være langt kraftigere enn det globale gjennomsnittet. Det synes klart at livsbetingelsene for dyr og planter vil bli endret og at konsekvensene for menneskers bosetting, jordbruk og næringsvirksomhet kan bli omfattende, men at de vil variere mellom regionene.

Hovedårsaken til de menneskeskapte klimaendringene er utslipp av klimagasser fra forbrenning av fossile energiresurser. Sammen med energisektoren er transportsektoren en av de største kildene til de globale klimagassutslippene. IPCC anslår at klimagassutslippene fra transportsektoren er på 13,1 prosent og at utslippene globalt fra internasjonal luftfart er på litt over to prosent.

Det er en stor samfunnsmessig utfordring å løse klimaproblemet. For å lykkes er det avgjørende at alle bidrar. Det er forventet stor vekst i luftfarten frem mot 2020 og på lengre sikt. Samtidig er det i dag få enkle løsninger eller tilgjengelige teknologi som kan eliminere bransjens negative miljøpåvirkning. Dette gjør det særlig viktig at luftfarten både viderefører og iverksetter nye tiltak for å bedre egen miljøprestasjon. Bransjen har omfattende kunnskap om miljøpåvirkningen fra egen virksomhet og spiller dermed også en avgjørende rolle i arbeidet med å finne løsninger på miljøutfordringene.

1.2 Bærekraftig utvikling, bedrifters samfunnsansvar og næringslivets rolle

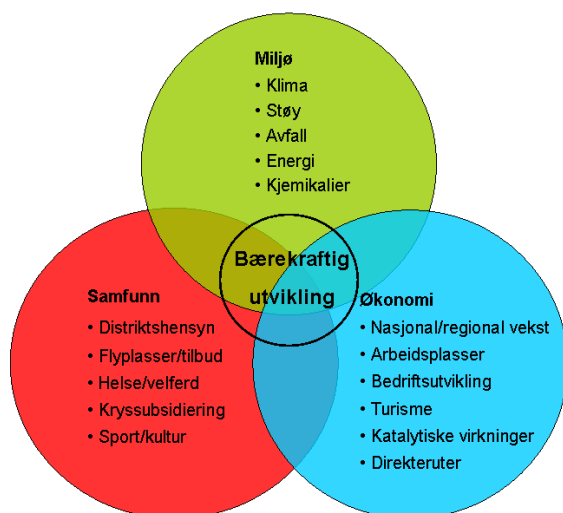
En bærekraftig og samfunnsnyttig luftfart er hovedmålet for dette prosjektet. Konseptuelt trekker en dermed veksler på en omfattende litteratur som drøfter bærekraftig utvikling, bærekraftig produksjon og forbruk og næringslivets rolle.

Det er naturlig å trekke linjene tilbake til Brundtlandkommisjonen fra 1987 og begrepet bærekraftig utvikling. Kjernerdefinisjonen av bærekraftig utvikling i Brundtlandkommisjonens rapport er "en utvikling som imøtekommer dagens behov uten å ødelegge mulighetene for at kommende generasjoner skal få dekket sine behov (WCED 1987, 43)". I kjernerdefinisjonen vises det videre til to nøkkelmomenter. Det ene er at å dekke essensielle behov for verdens fattige skal ha førsteprioritet. Det andre er ideen om begrensningene som dagens teknologi og sosiale organisering legger på miljøets muligheter til å imøtekomme dagens og fremtidens behov¹. Begrepet innebærer altså at økonomisk utvikling må foregå innenfor rammer som ivaretar miljømessige og sosiale forhold.

¹ For mer om dette, se for eksempel Lafferty og Langhelle (1995).

Et eget kapittel i Brundtlandkommisjonens rapport omhandler næringslivets rolle. Næringslivet blir ansett som en viktig aktør for å møte utfordringene, både som en viktig pådriver for økonomisk utvikling, og fordi næringslivet ved sin virksomhet har betydelig påvirkning på miljøet.

Næringslivets svar på utfordringen i Brundtlandkommisjonens rapport kan oppsummeres i konseptet bedrifters samfunnsansvar (CSR – Corporate Social Responsibility)². Med dette menes at næringslivet selv har et ansvar for å integrere økonomiske, miljømessige og sosiale forhold i sin virksomhet. Et kjernekonsept innenfor CSR er den tredelte bunnlinjen (the triple bottom line).



Figur 1.1: Den tredelte bunnlinjen og eksempler på tema som må ses i sammenheng når luftfart, samfunnsnytte og miljøutfordringer vurderes

Den tredelte bunnlinjen viser hvordan næringslivets resultatansvar ikke bare kan relateres til de finansielle resultater, men at næringslivet også har et ansvar for virksomhetens miljøpåvirkning og et sosialt og samfunnsmessig ansvar. Figur 1.1 illustrerer noen av temaene som må veies mot hverandre når norsk luftfart, miljøpåvirkning og samfunnsnytte drøftes.³

Denne rapporten omhandler i hovedsak norsk luftfarts samfunnsnytte, miljøkonsekvensene av norsk luftfart og tiltak for å redusere disse.

1.3 Organisering av prosjektet

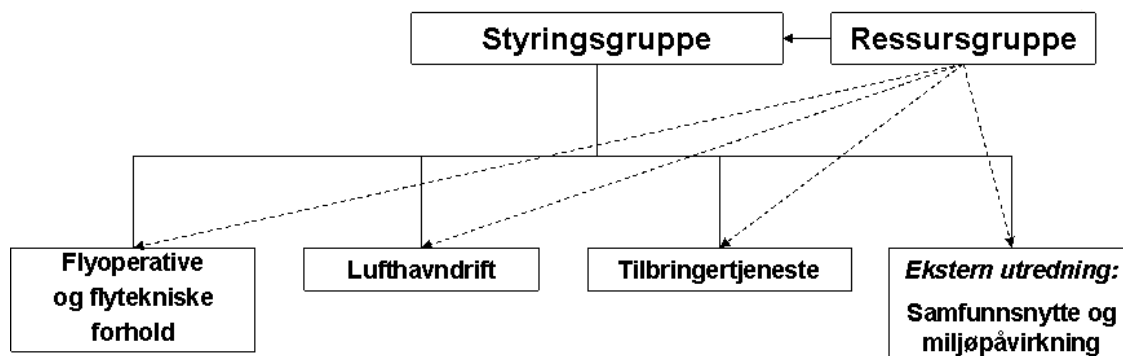
Prosjektet ble initiert av luftfartsbransjen i Norge våren 2007, og har hatt tre hovedmål. 1) Gi en fremstilling av og bidra til å klargjøre omfanget av luftfartens miljøpåvirkning, med særlig vekt på klimagassutslipp. 2) Beskrive en tiltakspakke for å bedre bransjens miljøprestasjoner. 3) Drøfte luftfartens samfunnsnytte og synliggjøre virkningen av ulike scenarier for trafikkvekst.

Prosjektet er initiert og ledet av Avinor, men det er den norske luftfartsbransjen som står bak og som er ansvarlig for prosjektet og denne rapporten. I arbeidet er det lagt opp til en bred prosess. En styringsgruppe (Figur 1.2) bestående av representanter fra NHO Luftfart, Avinor AS, Norwegian Air Shuttle AS og SAS Norge AS/SAS AB har koordinert arbeidet. For å sikre bred deltakelse, ble det opprettet en ressursgruppe som skulle gi innspill til arbeidet. I ressursgruppen har det sittet representanter for Statens forurensningstilsyn (SFT), Landsorganisasjonen i Norge (LO), Bellona, Framtiden i våre hender (FIVH) og Norges Naturvernforbund. Ressursgruppen har ikke noe ansvar for

² En viktig eksponent for CSR har vært WBSCD (World Business Council for Sustainable Development). Se for eksempel Schmidheiny (1992) og www.wbcsd.ch

³ I denne rapporten er ikke luftfart og utviklings- og fattigdomsproblematikken drøftet.

innholdet i rapporten eller noe annet skriftlig materiale som er fremkommet i løpet av prosessen, men har vært diskusjonspartnere i prosjektet.



Figur 1.2: Organisering av arbeidet – forenklet modell.

Arbeidet med å koordinere og finne frem til nye tiltak for å bedre bransjens miljøprestasjon har tatt for seg hele reisekjeden. Arbeidsgrupper for tilbringertjeneste, lufthavndrift og flyoperative og flytekniske forhold – selve flyreisen, har levert rapporter til styringsgruppen. Representanter for SAS Norge har ledet arbeidsgruppen "Flyoperative og flytekniske forhold", mens representanter for Avinor har ledet arbeidsgruppen "Lufthavndrift". Når det gjelder arbeidsgruppen "Tilbringertjeneste", har Avinor ledet arbeidet, mens Asplan Viak har levert underlagsmateriale for Bergen lufthavn, Flesland og Stavanger lufthavn, Sola (Asplan Viak 2007ab). Transportøkonomisk institutt (TØI) har levert underlagsmateriale for Oslo lufthavn, Gardermoen (Lian m fl, 2007b). Sistnevnte utredning går også inn i arbeidet med Forslag til Nasjonal transportplan 2010-2019. Videre har TØI og Cicero – Senter for klimaforskning, på oppdrag fra bransjen, utarbeidet en rapport som drøfter luftfartens samfunnsnytte og miljøpåvirkning (Lian m fl 2007a). Rapporten fra TØI/Cicero er publisert i sin helhet i TØIs rapportserie.

1.4 Metodiske avklaringer

Rapporten tar for seg utslippsreducerende tiltak i norsk luftfart frem mot 2020. En del tiltak som presenteres vil bli gjennomført på kort sikt, det vil si i perioden 2008-2011, mens andre tiltak vil bli iverksatt og gjennomført i perioden 2012-2020. Enkelte tiltak vil spenne over begge disse periodene.

Det er et mål for arbeidet å kunne si noe om hvor stor utslippsreducerende effekt tiltakene som iverksettes i luftfarten vil ha i de nevnte periodene. Disse beregningene må gjøres under et sett forutsetninger. Dette gjelder særlig for beregningene relatert til situasjonen i 2020. Dagens situasjon, trafikkvekst, flåtemiks, forventninger om teknologisk endring samt hvilke flyselskaper som opererer i norsk luftrom er bare noen forhold som har betydning.

Beregning av utslipp: For å beregne utslippene fra bransjen kan en rekke tilnærminger legges til grunn. Eksempelvis kan utslippene fra innenriks reiser brukes. Det er disse som brukes i forbindelse med Norges Kyotoforpliktelser. Videre kan alt salg av flydrivstoff i Norge brukes som utgangspunkt. En vil da i praksis omfatte all innenriks luftfart og luftfart til første destinasjon utenriks. En samlebetegnelse for denne beregningsmetoden er "bunkers". Til slutt kan utslipp fra nordmenns reiser brukes. En vil da måtte foreta beregninger som følger nordmenns reiser også mellom destinasjoner i utlandet. I dette prosjektet gjøres beregninger relatert til målsettinger i 2020 til "bunkers" samt innenriks trafikk.

Videre er det en debatt om omfanget av klimapåvirkningen fra luftfarten. Denne kan deles i direkte og indirekte påvirkning. Den direkte påvirkningen er relatert til utslippene av klimagasser⁴ fra forbrenningen av flydrivstoff. Det er stor enighet om disse effektene. En stor del av luftfartens

⁴ CO₂, CH₄, N₂O, HFC, PFC og SF₆

klimagassutslipp foregår i høye luftlag. Dette har en ytterligere indirekte oppvarmende effekt, men det er i dag vitenskapelig usikkerhet knyttet hvor store de er og dermed luftfartens faktiske totale klimapåvirkning. På bakgrunn av dette vil prosjektet i hovedsak måle effekten av tiltakene i utslipp av CO₂, men andre utslipp vil også bli kommentert⁵.

Ulike beregningsmåter for klimagassutslipp fra luftfarten og omfanget av klimapåvirkningen er drøftet i rapportens kapittel 3.

Vekstprognoser: Prosjektet tar utgangspunkt i TØIs prognose med en gjennomsnittlig årlig trafikkvekst på 2,8 prosent på norske lufthavner⁶ frem mot 2020. Denne er også brukt for luftfart i etatenes forslag til Nasjonal transportplan 2010 – 2019 (NTP), som ble lagt fram 17. januar 2008. Prognosen legger en rekke forutsetninger til grunn og tar blant annet hensyn til forventet vekst i BNP og befolkningsvekst. Vekstprognoser varierer sterkt for ulike deler av verden, og TØIs prognoser varierer også i fordelingen på både norske lufthavner og innenriks og utenriks i Norge. I prognosene mot 2020 forventes det en generell økning i direkte ruter fra norske lufthavner til utlandet også til interkontinentale destinasjoner. Dette medfører at veksten i passasjerkilometer og dermed klimagassutslippene er betydelig større enn trafikkveksten målt i antall reiser eller terminalpassasjerer. Dette forholdet er det tatt hensyn til i beregningene.

Prognoser frem mot 2020 vil nødvendigvis være heftet med usikkerhet. De viktigste faktorene som kan svekke/styrke effekten av bransjens tiltak er trafikkvekst, teknologisk utvikling, mulig innfasing av alternativ drivstoff og den generelle konkurransesituasjonen.

Flyselskaper i norsk luftrom: SAS Norge, Norwegian Air Shuttle og Widerøes flyveselskap er de største norske selskapene i norsk luftrom i dag. På innenriks flygninger er disse selskapene dominerende. De har også en dominerende posisjon på utenriksrutene. På utenriks flygninger opererer imidlertid i tillegg en rekke utenlandske flyselskap (med en samlet andel av solgt bunkers på om lag 25 prosent). I prognosene for utslipp i 2020 har man forutsatt at disse selskapene vil gjennomføre liknende tiltak som de norske flyselskapene og få utslippsreducerende effekt av andre nasjonale tiltak. Kun de nevnte norske flyselskapene⁷ er med i prosjektet, og prosjektets mål og resultater vil være basert på disse selskaperes tiltak der ikke annet er angitt. I denne omgang er ikke helikopterbransjen og Forsvaret med i prosjektet. De operative tiltakene Avinor innfører vil imidlertid kunne gjelde for alle flyselskaper i norsk luftrom.

Kontroll og etterprøving av funn: Prosjektet har lagt stor vekt på å være konkret i vurderingen av de enkelte tiltak som bransjen vil gjennomføre. Dette medfører til dels meget detaljerte beskrivelser. Hensikten med dette er å være åpen og illustrere potensialet for utslippsreduksjon i de ulike deler av bransjen. I rapporten er de viktigste tiltakene beskrevet enkeltvis. Mindre tiltak er samlet i relevante kategorier.

I den samlede vurderingen av effekten har prosjektet tatt hensyn til at det er usikkerhet knyttet til tiltak i et langsiktig perspektiv og at det vil være usikkerhet i forhold til å angi helt presise anslag. Prosjektet har derfor angitt potensielle utslippsreduksjon i intervaller.

Videre er det, for å oppnå en så lett tilgjengelig rapport som mulig, foretatt språklige forenklinger innenfor enkelte fagområder.

⁵ For eksempel er utslipp av NO_x ikke spesielt vurdert i denne rapporten, men det forventes større reduksjoner i NO_x-utslipp enn CO₂-utslipp pr passasjerkilometer i fremtiden, se for eksempel kapittel 5.6 i denne rapporten.

⁶ Regnet i terminalpassasjerer på Avinors lufthavner, hvor innland teller dobbelt. Hvis en tar utgangspunkt i antall reiser blir veksten noe over 3 prosent pr år.

⁷ Informasjon om blant annet flyflåtescenarier er også innhentet fra Lufttransport.

2 Sammendrag

Norsk luftfarts hovedoppgave er å bidra til en god utvikling av det norske samfunnet gjennom sikker, effektiv og miljøtilpasset lufttransport i alle deler av landet og legge forholdene til rette for at nasjonen kan delta aktivt i den globale utviklingen i nærings- og samfunnsliv. I Forslag til Nasjonal transportplan (2010-2019) er følgende overordnede politiske mål fastlagt for samferdselssektoren: ”Tilby et effektivt, tilgjengelig, sikkert og miljøvennlig transportsystem som dekker samfunnets behov for transport og fremmer regional utvikling”.

FNs klimapanel (IPCC) konkluderer i sin fjerde hovedrapport fra 2007 med at det er meget sannsynlig at menneskets utslipp av klimagasser har forårsaket mesteparten av den globale temperaturøkningen siden midten av 1900-tallet. Dersom utslippene ikke reduseres, vil den globale middeltemperaturen forsette å øke. Det er en stor samfunnsmessig utfordring å løse klimaproblemet. Luftfartens virksomhet medfører klimagassutslipp og bransjen har derfor et ansvar for å finne løsninger på miljøutfordringene.

Isolert sett kan målsettingene for bransjen trekke i forskjellige retninger, og det er en utfordring å balansere de ulike hensynene i forhold til hverandre. I samfunnsdebatten har det for eksempel vært fremmet krav om at trafikkveksten i luftfarten må stanses for å redusere klimagassutslippene. Samtidig fokuseres det ofte på hvor viktig luftfarten er for det norske samfunnet og at ønsket utvikling på mange områder nødvendiggjør betydelig flytrafikk. Eksempler på dette er målsettingen om økt turisttrafikk til Norge, behovet for en desentralisert næringsstruktur, befolkningens forventninger om tilgang til gode helsetjenester og akuttberedskap i hele landet samt oljeindustriens avhengighet av lufttransport.

Den samlede luftfartsbransjen i Norge erkjenner de ovennevnte utfordringene og ønsker å bidra positivt til samfunnsutviklingen. Våren 2007 ble det derfor startet et prosjekt for å fremme tiltak som bidrar til en bærekraftig og samfunnsnyttig luftfart. Prosjektet er initiert og ledet av Avinor.

Etter bransjens oppfatning er det to scenarier som bør unngås:

- En økning i utslipp i samsvar med veksten i flytrafikk, fordi de miljømessige konsekvensene blir for store
- En styrt begrensning av veksten i flytrafikk, fordi det vil gi negative samfunnsmessige konsekvenser

I prosjektet har Avinor og de norske flyselskapene utredet tiltak som styrker luftfartens evne til å møte både de samfunnsmessige og miljømessige utfordringene. Arbeidet har vært konsentrert om de områder som bransjen selv har ansvar for og kan påvirke, men prosjektet har også sett på tiltak innenfor tilgrensede områder, slik som tilbringertjenesten til lufthavnene.

Prosjektet har også hatt som mål å bidra til en samlet fremstilling av bransjens samfunnsnytte og miljøpåvirkning. Til dette har Transportøkonomisk institutt (TØI), Cicero – Senter for klimaforskning og Asplan/VIAK bidratt med grunnlagsmateriale.⁸

⁸ Lian m fl (2007a): Bærekraftig og samfunnsnyttig luftfart. TØI-rapport 921/2007; Lian m fl (2007b) *Transport til/fra Oslo Lufthavn i et langsiktig perspektiv*. TØI-rapport 902/2007; Asplan Viak (2007a) *Tilbringertjenesten til Stavanger Lufthavn, Sola*. Utgave: 01. Dato 2007-11-30 og Asplan Viak (2007b): *Tilbringertjenesten til Bergen lufthavn, Flesland*. Utgave 02. Dato 2007-12-13

2.1 Luftfartens samfunnsnytte

2.1.1 Norge er avhengig av et godt flytilbud

Lufthavndekningen er svært god i Norge, og luftfarten bidrar til å knytte landet sammen. Forvaltningen av landets ressurser og den politiske målsettingen om bosetting i distriktene har vært førende for byggingen og vedlikeholdet av lufthavnnettet. Det er dokumentert⁹ at to av tre innbyggere har tilgang til en lufthavn innenfor en times reise. Dekningen er særlig god på Vestlandet og i Nord-Norge. Betydningen kan også illustreres ved at 99,5 prosent av befolkningen kan nå et dagsopphold i Oslo og være tilbake på hjemstedet samme dag.

Bransjen bidrar til 60 000-65 000 arbeidsplasser og betydningen er spesielt stor i distriktene. Den samlede effekten av luftfarten tilsvarer 4 prosent av landets BNP.

Andre eksempler på bransjens betydning er:

- 13 prosent av alle innenriks flyreiser er knyttet til olje- og gassektoren, og det foretas 550 000 helikopterreiser årlig til installasjonene på sokkelen
- 30 prosent av alle innreisende turister kommer med fly, og denne transportformen øker mest. Flyturistenes forbruk i Norge er på om lag 13 milliarder kroner
- Årlig foretas 400 000 pasientreiser med rutefly. Betydningen for helsesektoren er særlig stor i Nord-Norge.
- Luftfarten muliggjør landsomfattende kultur- og sportsaktiviteter
- Bransjen tilbyr ledsagerhjelp til blant annet barn som reiser alene og for eldre og syke. Dette utgjør et viktig sosialt tilbud for familier i alle deler av landet og omfatter over 250 000 reiser årlig.
- Flyfrakt er avgjørende for næringslivet, helsesektoren m.m. Hoveddelen av fraktvolum og verdi er knyttet til funksjoner som er avgjørende for samfunnet
- En analyse av næringslivet i Stavanger dokumenterer flyets betydning for norsk næringslivs konkurranseevne i en globalisert verden.
- En tilsvarende analyse i Finnmark viser at luftfarten har en meget stor betydning for næringsliv og bosetting

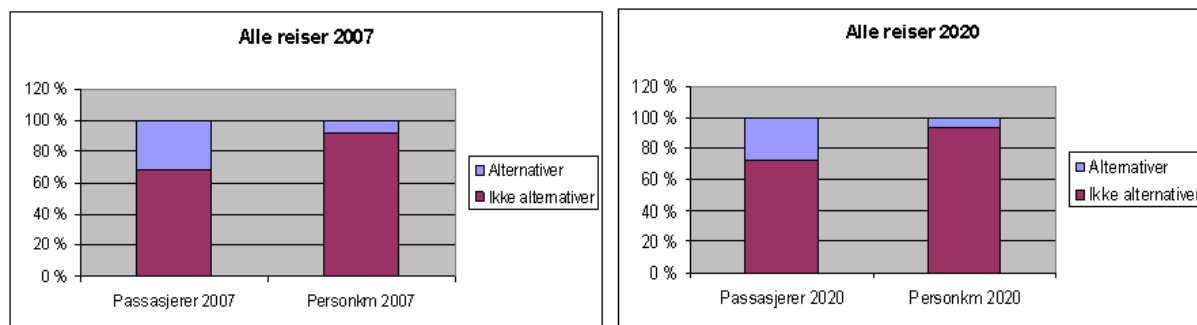
Det er sterke drivkrefter som vil lede til fortsatt vekst i flytrafikken i Norge. Noen av de viktigste er:

- Langsiktig økonomisk vekst
- Betydelig befolkningsøkning
- Fortsatt desentralisert bosettings- og næringsstruktur
- Forventet økning på flere hundre tusen personer med innvandrerbakgrunn
- Globaliseringen av næringslivet

2.1.2 Begrensede transportalternativer til luftfart

I en vurdering av luftfarten som transporttilbud må det tas hensyn til de alternative reisemåtene som eksisterer. Generelt kan det sies at på relativt korte flyreiser kan alternativene være tilfredsstillende, mens det på lange reiser ikke finnes reelle alternativer.

⁹ Lian m fl (2007): *Bærekraftig og samfunnsnyttig luftfart*. TØI-rapport 921/2007



Figur 2.1: Antall passasjerer og personkilometer i prosent i og til/fra Norge etter mulighet for alternativ transport 2007 og 2020.

Analysen fra TØI (Figur 2.1) viser at 32 prosent av dagens flyreiser kan ha et alternativ til reisemåte, men dette gjelder bare 8 prosent av transportarbeidet (som også tar hensyn til flydistansen). Alternativene finnes internt i Sør-Norge¹⁰ og mellom Norge og Danmark/Sverige. Det viktigste alternativet til fly er i dag personbil.

Frem mot 2020 vil andelene synke til henholdsvis 27 prosent og 6 prosent. Dette innebærer at i 2020 vil 94 prosent av transportarbeidet med fly ikke ha et reelt alternativ.

I praksis vil svært mange reiser bortfalle hvis flyet ikke lenger er et transportalternativ.

TØI har også vurdert potensialet for å overføre flytrafikk til et høyhastighetstog på aktuelle relasjoner internt i Sør-Norge og mellom Sør-Norge og Danmark/Sør-Sverige. TØI legger til grunn noe høyere andeler overført trafikk enn Jernbaneverkets utredning¹¹. Flytrafikk som kan tenkes overført til høyhastighetstog, utgjør i 2020 14 prosent av passasjerene og 3 prosent av passasjerkilometerne. Dette er inkludert i anslagene i figuren over.

2.2 Miljøfakta

2.2.1 Luftfartens klimapåvirkning – forskjellige beregningsmetoder

I mediebildet er klimagassutslippene fra luftfarten presentert på mange forskjellige måter. De årlige utslippene fra flytrafikken har vært tallfestet fra omtrent 1 million til omtrent 7 millioner tonn CO₂ og fra omtrent 2 til 15 prosent av de samlede norske utslipp. En hovedårsak til de ulike anslagene er at det brukes forskjellige beregningsmetoder.

Prosjektet har ønsket å bidra til en klargjøring av fakta vedrørende bransjens miljøstatus.

Luftfartens bidrag til norske klimagassutslipp har i hovedsak blitt fremstilt ved hjelp av tre forskjellige beregningsmåter¹²:

1) For det første beregnes utslipp fra innenrikstrafikken på grunnlag av drivstoff solgt til innenriks sivile formål. Prinsippene for metoden er fastlagt i Kyoto-protokollen og inngår i offisiell nasjonal utslippsstatistikk og rapportering om oppfølging av Kyoto-protokollens mål.

¹⁰ Iflg Tabell 4.5 i Lian m fl (2007) *Bærekraftig og samfunnsnyttig luftfart*. TØI-rapport 921/2007 var det i 1998 (siste gang det ble spurt om dette) mellom 9 og 23 prosent, avhengig av relasjon, som faktisk vurderte å benytte et alternativt transportmiddel selv om de hadde mulighet.

¹¹ Jernbaneverket/VWI (november 2007): *Høyhastighetstog i Norge. En mulighetsstudie*.

¹² Det finnes også andre beregningsmetoder. Se Lian m fl (2007).

2) Det er også vanlig med beregninger av utslipp fra alt flydrivstoff solgt i landet – ”bunkers”. Bunkers omfatter i praksis alle flygninger innenriks og til første destinasjon utenriks¹³. Summen av alle lands ”bunkerstall” er grunnlaget for beregningene av luftfartens samlede globale klimagassutslipp og sikrer således at alle utslipp blir med og at det ikke blir dobbeltregnskap.

3) En tredje beregningsmetode gir et anslag på utslippene fra flytrafikk fra det enkelte lands innbyggere. Slike beregninger søker å gi et bilde av innbyggernes ”klimafotavtrykk” relatert til flyreiser ved at en beregner utslippene fra reiser med fly både innenriks og utenriks, samt mellom og i tredjeland.

Det er mulig å beregne utslippene fra all reisevirksomhet for nordmenn med fly globalt (”fotavtrykk”) ved analyser av reisevaneundersøkelser, bruk av utslippskalkulatorer m.m. Dette er også gjort i prosjektet. Det er imidlertid ikke metodisk riktig å sammenlikne nordmenns totale globale utslipp fra flyreiser, med andre sektors bidrag i det nasjonale klimagassregnskapet. Dersom en slik andel skal beregnes, må en vurdere nordmenns globale klimagassutslipp fra luftfart i forhold til nordmenns globale klimagassutslipp ved alt forbruk, altså må import og eksport regnes inn. Et tilfredsstillende faglig grunnlag for å fastsette sikre anslag for dette foreligger ikke.

Videre er det grunn til å påpeke at:

- Beregningsmetode 3 ”fotavtrykk” brukes ikke i andre lands offisielle statistikk, noe som bl.a. skaper risiko for ”dobbel telling” av nordmenns flyreiser dersom en slik måte benyttes i Norge alene.
- Det finnes ingen fastlagt metode for å gjennomføre slike beregninger, og det er heller ingen fastlagt internasjonal registrering av dette.
- Eventuelle nye beregningsmåter må utvikles internasjonalt og tiltak/incentiver må fastlegges av internasjonale organer.
- Reiser mellom tredjeland foretas i hovedsak av utenlandske flyselskaper og under rammebetingelser som bestemmes av andre nasjoner. Denne reisevirksomheten kan bare påvirkes av norske myndigheter og flyselskaper til første destinasjon utenlands.

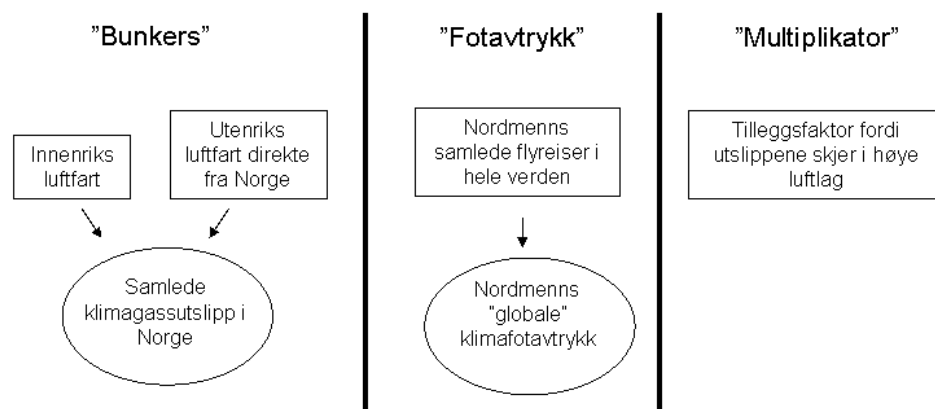
Norske myndigheter og norsk luftfartsindustri kan påvirke innenrikstrafikken og trafikken til første destinasjon utenlands (beregningsmåte 1 og 2). Det er videre dette som er med i ordinære offisielle statistikker nasjonalt og internasjonalt. Utgangspunktet for tiltakene i denne rapporten er derfor knyttet til disse kategoriene. Utslippstall for nordmenns samlede flyreiser i hele verden er likevel beregnet og drøftet.

Luftfartens miljøutfordringer er ikke bare knyttet til de direkte utslippene av CO₂. FNs klimapanel fastslår at luftfarten har spesielle utfordringer fordi utslippene av andre gasser i høye luftlag har en tilleggseffekt¹⁴, men det er usikkert hvor stor denne effekten er. Denne problemstillingen er imidlertid vesentlig for bransjen og er derfor drøftet grundig i prosjektarbeidet.

Nedenstående figur (Figur 2.2) illustrerer de ulike beregningsmetodene som oftest brukes i samfunnsdebatten om norsk luftfarts klimapåvirkning.

¹³ Dersom en skal regne på disse tallene i prosent av nasjonale utslipp, må bunkerstall for både luftfart og skipsfart inkluderes i nasjonale utslipp.

¹⁴ Dette er effekter som ikke reguleres av Kyoto-protokollen. Også andre bransjers virksomhet medfører klimapåvirkning som ikke reguleres av Kyoto-protokollen.

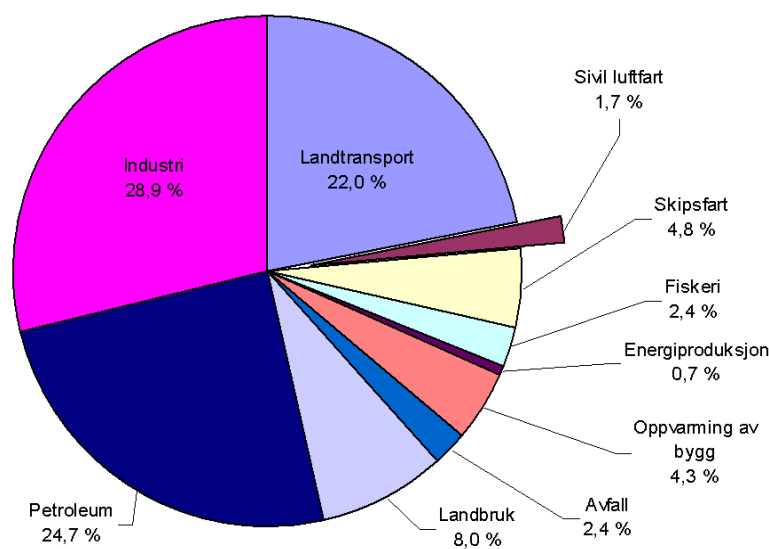


Figur 2.2: Illustrasjon av ulike beregningsmetoder for klimapåvirkningen fra norsk luftfart.

2.2.2 Sivil luftfart sto for 1,7-3,4 prosent av klimagassutslippene i Norge i 2005

Globalt står luftfarten for noe over 2 prosent av de samlede klimagassutslippene. Utslippene varierer imidlertid betydelig i ulike deler av verden.

Klimagassutslippet fra sivil innenriks luftfart var i 2005¹⁵ på omlag 940 000 tonn av totalt 54,2 millioner tonn CO₂-ekvivalenter¹⁶, det vil si omlag 1,7 prosent av de totale utslippene i Norge (Figur 2.3). Om lag ti prosent av dette er knyttet til helikoptertrafikken til og fra sokkelen¹⁷.



Figur 2.3: Utslipp av klimagasser i prosent i Norge i 2005 etter sektorvis fordeling. (Kilde: St.meld nr. 34 (2006-2007) *Norsk klimapolitikk*. Data for sivil luftfart er hentet fra annen SSB-statistikk.)

Hvis militær luftfart inkluderes er klimagassutslippet omlag 1,1 millioner tonn. Både sivile og militære utslipp skal rapporteres inn til FNs klimakonvensjon (UNFCCC) og dermed legges til grunn for de nasjonale forpliktelsene i Kyotoprotokollen.

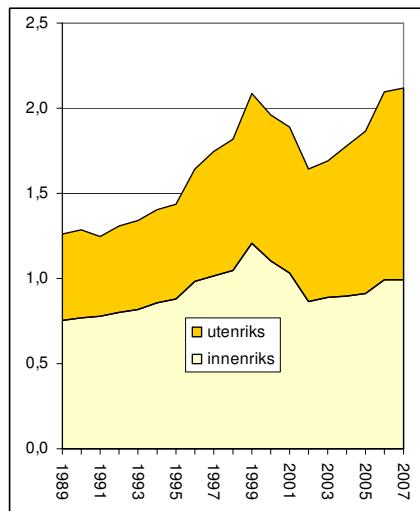
¹⁵ 2005-tallene er de siste offisielle tallene. Offisielle tall for 2006 publiseres av SSB i februar 2008. På grunn av trafikkveksten siste år er det sannsynlig at tallet er noe høyere for 2007.

¹⁶ CO₂ er den viktigste klimagassen fra luftfart. Øvrige klimagasser er regnet om til CO₂-ekvivalenter. I rapporten omtales også de samlede klimagassene både som klimagasser eller for enkelthets skyld som CO₂.

¹⁷ Tiltak vedr helikoptertrafikken er ikke vurdert i denne rapporten.

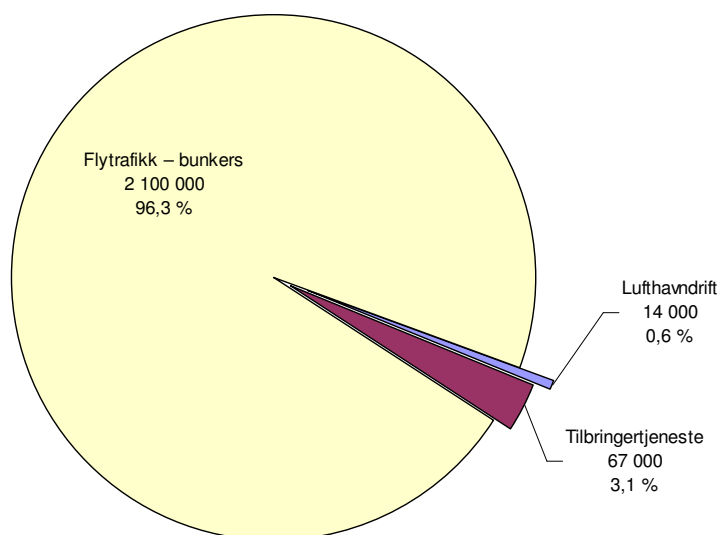
Dersom en tar utgangspunkt i alt flydrivstoff solgt i Norge (bunkers) i 2005 er klimagassutslippene fra sivil luftfart beregnet til 1,88 millioner tonn og andelen av de nasjonale klimagassutslippene om lag 3,4 prosent¹⁸. Dette innebærer i praksis at alle flygninger innenriks og alle flygninger til første destinasjon i utlandet inkluderes, også de som er foretatt av utenlandske flyselskaper. De norske flyselskaperes andel av solgt bunkers var i 2007 om lag 75 prosent.

Luftfartens utslipp målt i bunkerssalg i 2007 er utgangspunktet for de tiltak bransjen foreslår og beregner virkninger av i denne rapporten (Figur 2.4).



Figur 2.4: Utslipp av CO₂ i millioner tonn fra innenriks sivil luftfart og utenriks luftfart fra Norge (Bunkers)
Kilde: SSB salgsstatistikk, fordelt på innenriks og utenriks etter antall avreiste passasjerer. Utslipp for 2007 er foreløpig beregnet.

Nedenstående figur gir et totalbilde av utslippene fra de områdene som drøftes i prosjektet.



Figur 2.5: Klimagassutslipp fra luftfart i tonn og prosent, innenriks og utenriks, bunkers (estimert) (2007), lufthavndrift (Avinor og OSL) i Norge (2006) og tilbringertjeneste i Norge (estimert) (2007).

Flytrafikken utgjør den største andelen av utslippene fra bransjen (om lag 96 prosent). Utslippene fra lufthavndriften i Norge i 2006 er beregnet til omlag 14 000 tonn (mindre enn en prosent), mens TØI har beregnet at utslippene fra tilbringertransporten til norske lufthavner var på 67 000 tonn (om lag tre

¹⁸ Hvis samme kriterier legges til grunn for utenriks skipsfart, vil luftfartens andel bli noe lavere.

prosent) i 2007 (Figur 2.5). Utslippene fra lufthavndrift og tilbringertjeneste registreres ikke i statistikken over utslipp fra luftfarten, men omfattes av annen nasjonal statistikk, blant annet i utslipp fra landtransport (se f.eks Figur 2.3).

2.2.3 Utslipp i høye luftlag krever spesiell oppmerksomhet

FNs klimapanel fastslår at luftfarten har spesielle utfordringer fordi en stor del av utslippene fra flytrafikken skjer i høye luftlag. Det er betydelig usikkerhet knyttet til effekten av disse utslippene, men Cicero har anslått en mulig tilleggsfaktor på mellom 1,2 og 1,8 når tilleggseffekten beregnes konsistent med prinsippene i Kyoto-protokollen.¹⁹ Hovedårsakene til denne er klimaeffekten av blant annet vanndamp når det fører til langvarige kondensstriper og videre dannelse av cirrusskyer samt utslippene av NOx, som omdannes til Ozon²⁰.

For norsk luftfart må det i slike vurderinger også tas hensyn til at innenrikstrafikken i hovedsak opererer i lavere luftlag og at det er lite flyging om natten. Dette er forhold som kan bidra til å redusere tilleggsfaktoren. Det pågår omfattende forskning, blant annet i regi av World Meteorological Organization (WMO), som forventes å gi sikrere informasjon om temaet.

På grunn av betydelig vitenskapelig usikkerhet om hvor store disse effektene er, er de ikke inkludert i denne rapportens beregninger av mål og andeler av utslipp, men det er grundig redegjort for temaet i rapporten fra TØI og Cicero.

Bransjen erkjenner de spesielle utfordringene knyttet til utslipp i høye luftlag. Dersom denne effekten inkluderes, vil luftfartens ansvar for den samlede norske klimapåvirkningen bli større.²¹

2.2.4 Nordmenns reiser mellom destinasjoner i utlandet

Internasjonale flyreiser fra Norge foretas som regel via andre land. Etter første destinasjon utenriks skjer reisene hovedsakelig med utenlandske flyselskap, er underlagt ulike regulatoriske regimer og kan i liten grad påvirkes gjennom tiltak fra norsk luftfart eller norske myndigheter. Incentiver og regulatoriske tiltak overfor den internasjonale trafikken med utenlandske flyselskap må i tilfelle gjennomføres på global basis gjennom vedtak og prosesser i internasjonale fora.

TØI anslår nordmenns samlede utslipp fra disse flyreisene til ca 1,2 millioner tonn CO₂ i 2007²². De forventes å øke til 2,2 millioner tonn i 2020 dersom dagens utslipp fremskrives. Denne prognosen tar hensyn til at noe av dagens internasjonale trafikk blir håndtert direkte fra norske lufthavner i 2020²³. Dette betyr at en del av disse utslippene overføres til norsk bunkersstatistikk som norske flyselskap og norske myndigheter har mulighet til å påvirke. Økningen i interkontinentale reiser fra norske lufthavner er inkludert i de prognosene som er lagt til grunn i prosjektet. Den reelle utslippsøkningen er forventet å bli betydelig lavere fordi det også internasjonalt gjennomføres en rekke tiltak tilsvarende de som er aktuelle i Norge.

Reisene foretas med mer enn 200 ulike flyselskaper og det er ikke mulig å gi sikre anslag på effekten av de tiltakene som de berørte flyselskapene og myndighetene i de enkelte landene iverksetter.

Det er i forbindelse med disse reisene at utslippene fra nordmenns samlede reiser i hele verden har kommet opp i samfunnsdebatten (Figur 2.2). En legger da til utslippene fra nordmenns andel av utslippene fra innenriks luftfart og andelen fra nordmenns reiser til første destinasjon utenriks, samt

¹⁹ Målt ved GWP (Global Warming Potential)

²⁰ Lian m fl (2007): *Bærekraftig og samfunnsnyttig luftfart*. TØI-rapport 921/2007

²¹ Også andre bransjer har klimapåvirkning utover klimagassutslippene.

²² I dette tallet er det ikke trukket fra utslipp fra frakt i buken på flyet, som kan utgjøre opp mot 30 prosent av nyttelast på interkontinentale reiser.

²³ Data basert på grunnlagsmaterialet for beregningene av nordmenns "fotavtrykk" relatert til luftfart. Se Lian m. fl (2007) *Bærekraftig og samfunnsnyttig luftfart*. TØI-rapport 921/2007.

returen til Norge. TØI har beregnet at klimagassutslippene fra nordmenns samlede flyreiser i hele verden i 2007 var på om lag 3,4 millioner tonn. Som tidligere nevnt er det imidlertid ikke metodisk korrekt å relatere dette tallet til de samlede norske klimagassutslippene som er beregnet etter metoden fastlagt i Kyoto-protokollen.

2.3 Trafikkprognoser og klimagassutslipp i perioden 2007-2020 uten tiltak²⁴

For en vurdering av fremtidige klimagassutslipp er prognoser for trafikkvekst viktig. Trafikkveksten har variert historisk og vil variere betydelig fra år til år i perioden frem til 2020. For tiden er sektoren inne i en sterk vekst som ligger over både et historisk gjennomsnitt og forventet utvikling på lang sikt. Det må understrekes at prognoser for trafikkvekst er beheftet med stor usikkerhet.

Når det gjelder perioden frem mot 2020, har TØI utarbeidet en prognose med en gjennomsnittlig årlig trafikkvekst på 2,8 prosent på norske lufthavner²⁵. Innenriks forventes årlig vekst å være på 1,9 prosent og utenriks på 4,4 prosent. Det forventes sterkest vekst i fritidsmarkedet.

Ovennevnte prognose danner utgangspunktet for de beregninger som er gjort i prosjektet. Med økt direkte ruteføring til utlandet anslår TØI imidlertid at veksten i passasjerkilometer fra norske lufthavner kan bli om lag 75 prosent (Tabell 2.1) i perioden 2007-2020.

Tabell 2.1 viser også beregnede utslipp i 2020 uten bransjespesifikke tiltak. I dette ligger en fremskrivning av dagens klimagassutslipp per passasjerkilometer og forventet trafikkvekst uten energieffektiviserende tiltak. Som det fremgår, er passasjerveksten og utslippsveksten lavest innenriks, og høyest utenriks. Hovedårsaken til den beregnede sterke utslippsveksten utenriks er den omtalte økningen i direkteruter på europeiske og interkontinentale destinasjoner. Dette medfører at andelen av utslipp fra utenrikstrafikk som inngår i bunkersstatistikken, og dermed ansvarsområdet for norsk luftfart, øker sterkest.

Tabell 2.1: Trafikkutvikling i passasjerkilometer og beregnede utslipp av CO₂-ekvivalenter (uten helikopter og Forsvaret) fra bunkerssalg uten energieffektiviserende tiltak i 2007 og 2020 (Utarbeidet av TØI med data basert på Lian m. fl (2007)).

	1000 mill passasjerkm			Mill tonn CO ₂ -utslipp uten tiltak		
	2007	Vekst til 2020		2007	Vekst til 2020	
Innenlands fly	5,8	1,6	28 %	0,9	0,26	28 %
Utenlandsfly	10,2	10,4	102 %	1,12	1,13	101 %
Sum	16,0	12,0	75 %	2,02	1,39	69 %

2.4 Bransjens planlagte tiltak for å redusere klimagassutslippene

Prosjektet har gjennomført en kartlegging av mulige forbedringsområder innen flytekniske, flyoperative og lufthavnrelaterte områder. I alt foreslås mer enn 50 forbedringstiltak i perioden frem til 2020. Tiltakene er basert på kjent teknologi, for eksempel flytyper, forventet teknologiutvikling og nye tiltak synliggjort i prosjektet. De viktigste tiltakene er utviklet og er vedtatt eller vil bli vedtatt i løpet av 2008.

²⁴ Med "uten tiltak" forstås i denne rapporten "uten energieffektiviserende tiltak", dvs ulike tekniske, teknologiske og operative tiltak som bransjen kan iverksette. Prosjektets oppgave har vært å konsekvensberegne og sammenholde de vedtak som er fattet basert på eksisterende teknologi, samt utvikle og fremme nye tiltak.

²⁵ Regnet i terminalpassasjerer på Avinors lufthavner, hvor innland teller dobbelt. Hvis en tar utgangspunkt i antall reiser blir veksten noe over 3 prosent pr år.

2.4.1 Flytekniske og flyoperative tiltak

Det er de flytekniske og flyoperative tiltakene som vil gi størst utslippsreducerende effekt i norsk luftfart frem mot 2020. I Tabell 2.2 gis en oversikt over hovedgruppene av tiltak.

Tabell 2.2: Hovedgrupper flytekniske og flyoperative tiltak og utslippsreduksjon i norsk luftfart frem mot 2020

Tiltak	Utslippsreduksjon i prosent av total
Tiltak på eksisterende flåte	5-10 pst
Flåteutskifting	25-30 pst
Reduserte utslipp fra taksing	3-7 pst
Oslo ASAP samt "grønne" landinger og avganger på norske flyplasser	1-2 pst
Single European Sky (SES)	3-5 pst
Totalt ²⁶	30-40 pst
Mulig tilleggseffekt ved innblanding av alternativt drivstoff	10-20 pst

Tiltak på eksisterende flåte omfatter modifiseringer som ettermontering av winglets (forlengede vingetupper), motorspyling, utbedringer på flyskroget, optimalisering av flyoperative prosedyrer og oppgradering av planleggingsverktøy og datasystemer. Effekten av en del av disse tiltakene vil, på grunn av flyflåteutskifting, bare gjelde på kort sikt, mens andre også vil ha effekt i 2020.

Flyflåteutskifting forventes å gi reduserte klimagassutslipp på om lag 25-30 prosent i 2020 sammenliknet med 2007. Norwegian skal skifte ut hele sin gamle flåte Boeing 737 med siste generasjon kjent teknologi (Boeing 737-800), mens SAS Norge²⁷ allerede vil ha ca 70 prosent fly av denne typen i sin flåte i 2008, og planlegger å skifte ut deler av sin flyflåte med neste generasjons fly når disse er tilgjengelige, trolig rundt 2015. Disse forventes å ha omlag 30 prosent lavere CO₂-utslipp pr setekilometer enn dagens generasjon fly. I tillegg vil SAS gjennomføre andre tiltak på eksisterende flåte, for eksempel installasjon av nye seter, som gir lavere vekt og større setekapasitet.

Tiltak som reduserer taksetider og ny drivstoffeffektiv teknologi for flyenes bevegelse på flyplassen, antas å gi en samlet effekt på mellom tre og syv prosent.

Luftfartsmyndighetene i 30 europeiske land arbeider med en effektivisering av det europeiske luftrommet (Single European Sky – SES). Et mål for denne effektiviseringen er å redusere klimagassutslippene fra en gjennomsnittlig flygning med 10 prosent. Det er forventet at for de norske selskapene vil utslippsreduksjonene i praksis bli på mellom tre og fem prosent, blant annet fordi en del av trafikken opererer innenlands der SES vil ha liten effekt, blant annet fordi det er relativt liten trafikk i norsk luftrom og fordi potensialet for direkte ruteføringer i stor grad er utnyttet.

Videre er innføring av nytt trafikkavviklingssystem i Østlandsområdet (Oslo ASAP) og optimaliserte/"grønne" landinger og avganger på omlag 20 norske lufthavner er beregnet å gi en utslippsreduksjon på 1-2 prosent.

Basert på en totalvurdering av effekten av ovennevnte tiltak vil bransjen anslå at en utslippsreduksjon på 30-40 prosent er realistisk.

Til slutt antas det at en positiv utvikling på tilfanget av alternativt drivstoff og at innblanding av klimanøytralt drivstoff vil kunne gi utslippsreduksjoner på mellom 10 og 20 prosent²⁸. Disse anslagene er imidlertid usikre og omtales her kun som en illustrasjon på potensialet for ytterligere reduksjon av

²⁶ I tabellen er samlet effekt av tiltakene beregnet kumulativt. (Det er ikke korrekt å addere effekten av tiltakene.)

²⁷ Flåteplan for SAS, inkludert SAS Norge, forventes vedtatt av styret i løpet av sen vinteren 2008.

²⁸ Antatt reduksjon ved 50 prosent innblanding og tilgjengelighet på et begrenset antall flyplasser

klimagassutslippene fra bransjen, særlig etter 2020. Bransjen har som målsetting å delta i utprøvingen av alternativt drivstoff. Det er i dag mulig med en innblanding på opp til 50 prosent syntetisk drivstoff, som også kan fremstilles basert på biologisk materiale²⁹. Tilgang på alternativt drivstoff, pris og økonomiske incentiver vil være avgjørende for hvor raskt dette kan bli innført.

2.4.2 Tiltak i lufthavndriften

Klimagassutslippene fra lufthavndriften i Norge³⁰ er beregnet til omlag 14 tusen tonn i året. Generelt forventes det en økning i klimagassutslipp på 25 prosent i perioden 2007-2020 uten energieffektiviserende tiltak på grunn av trafikkvekst og utbygginger.

Avinor har beregnet at det er mulig å redusere klimagassutslippene fra egen virksomhet betydelig i 2020, selv med forventet trafikkvekst. Hovedtiltakene skisseres i Tabell 2.3.

Tabell 2.3: Tiltak og potensiell utslippsreduksjon på Avinors virksomhet på lufthavnene.

Tiltak	Utslippsreduksjon etter aktivitet
Fjernvarme og fornybare energikilder i egen varmeproduksjon*	80-90 pst *
Reduksjon i el-forbruk i Avinor	25 pst
Reduksjon i drivstofforbruk i egne kjøretøy	20-30 pst
Klimanøytralt drivstoff i egne kjøretøy*	80 -90 pst
Teknologiutvikling og div tiltak i tjenestereiser og ansattes reiser til/fra jobb	25-30 pst
Klimanøytralt drivstoff i reservekraft*	80-90 pst
Potensial for samlet utslippsreduksjon	30-35 pst

* Forutsetter at adekvat klimanøytralt drivstoff til varmeproduksjon, reservekraft og kjøretøy er tilgjengelig.

Tabellen viser et reduksjonspotensial på 30-35 prosent i Avinors samlede virksomhet. Det er imidlertid usikkerhet knyttet til effekten av enkelte av tiltakene. Avinor har derfor valgt å basere seg på en målsetting om at utslippene i 2020 skal være 25-35 prosent lavere enn de ville vært uten tiltak.

Alle store og mellomstore lufthavner i Norge har vannbåren varme, i dag hovedsakelig produsert i el- eller oljekjel. Avinor har som målsetting at varmeproduksjonen på disse lufthavnene i 2020 skal være basert på klimanøytral fjernvarme, sjøvannsvarmepumper eller biodrivstoff (f.eks flisfyring og biogass), slik at mellom 80 og 90 prosent av konsernets samlede varmeproduksjon er basert på klimanøytrale kilder. Avinor vil i 2008 initiere et omfattende Energi og Enøk-prosjekt med en målsetting om 20 prosent reduksjon i el-forbruket i løpet av en fem-årsperiode. Videre forventes ytterligere 5 prosentpoeng reduksjon i perioden frem mot 2020.³¹

Utskifting og modernisering av kjøretøyparken samt andre tiltak for å redusere drivstofforbruket, forventes å gi en drivstoffreduksjon på om lag 20-30 prosent i perioden. Videre har Avinor som målsetting at 80 prosent av drivstoffet som forbrukes i konsernet skal være klimanøytralt i 2020.

Oslo Lufthavn AS har besluttet å kompensere klimagassutslipp fra egen virksomhet fra og med regnskapsåret 2006 ved kjøp av FN-godkjente utslippsrettigheter og vil erklære driften

²⁹ Andre generasjon biodrivstoff – Syntetisk drivstoff, Bio to liquid (BTL)

³⁰ Mht til lufthavndrift er det bare Avinors lufthavner, inkl Oslo lufthavn, Gardermoen, som er vurdert i prosjektet.

³¹ Utslippstillene relatert til el-forbruk i 2006 er, i samråd med Det Norske Veritas (DNV), basert på at i underkant av 1 prosent av elektrisiteten i det norske markedet ble importert. Klimagassutslippene relatert til el-forbruk forventes imidlertid å variere fra år til år avhengig av blant annet nedbørssituasjonen i Norge

”klimanøytral”³². Avinor har som målsetting å erklære egen virksomhet klimanøytral gjeldende senest fra og med regnskapsåret 2008.

2.4.3 Tiltak i tilbringertjenesten

Tilbringertjenesten til lufthavnene står for betydelige utslipp av klimagasser. Ansvar for en god og miljøvennlig tilbringertjeneste ligger primært hos lokale og sentrale myndigheter og hos de aktuelle transportselskapene. Avinor støtter imidlertid en målsetting om at kollektivtrafikken må ta en økende andel av tilbringertjenesten til lufthavnene frem mot 2020, og vil bidra innenfor de rammer og med de virkemidler bedriften rår over.

Det er beregnet at det samlede utslippet fra tilbringertjenesten i 2007 er på om lag 67 000 tonn CO₂-ekvivalenter. Den største utslippskilden er personbilen. Blant de store lufthavnene i Norge er kollektivandelen høyest på Gardermoen og lavest på Sola og Flesland.

Det har vært gjennomført separate utredninger vedrørende tilbringertjenesten til Gardermoen, Sola og Flesland. Disse viser at det er mulig å sikre en god tilbringertjeneste til lufthavnene på lengre sikt og at kollektivandelen kan økes³³.

Det er også gjennomført en vurdering av den fremtidige bilparken, og hvilke konsekvenser dette vil ha for utslippene i tilbringertrafikken til lufthavnene. TØI har lagt til grunn at det vil være 23 prosent lavere klimagassutslipp per kilometer fra bil og 19 prosent lavere fra buss i 2020.³⁴

Tabell 2.4: Beregnet CO₂-utslipp i tonn fra tilbringertransport til OSL, Bergen og Stavanger lufthavn i 2007 og i 2020 med oppfylt kollektivmålsetting på hhv. 70, 32 og 30 prosents kollektivandel.

CO ₂ -utslipp 2007				Med oppfylt kollektivmålsetting 2020			
Oslo Lufthavn, Gardermoen	Bergen Lufthavn, Flesland	Stavanger lufthavn, Sola	Sum	Oslo Lufthavn, Gardermoen	Bergen Lufthavn, Flesland	Stavanger lufthavn, Sola	Sum
32 719	8 171	5 481	46 371	31 314	7 602	4 693	43 609

* Forutsetter et CO₂-utslipp i 2007 på 170 g/km for bil og 1350 g/km for buss.

Tabell 2.4 viser klimagassutslippene fra lufthavnene Gardermoen, Flesland og Sola. Tilbringertjenesten til disse lufthavnene står for omlag 70 prosent av de samlede utslipp fra tilbringertjenesten til norske lufthavner. Tabellen er basert på en kollektivandel på disse tre lufthavnene på henholdsvis 62, 21 og 11 prosent³⁵. Av tabellen framgår at en målsetting om henholdsvis 70, 32 og 30 prosents kollektivandel og mer miljøvennlig biltransport for de tre lufthavnene.

På Oslo Lufthavn er et godt og pålitelig togtilbud med konkurransedyktige priser helt avgjørende for å nå kollektivmålsettingen.

De viktigste tiltakene i Bergen og Stavanger er forbedret busstilbud (blant annet nye traseer og høyere frekvens). Dette er tiltak som primært lokale og sentrale myndigheter samt de aktuelle transportselskapene er ansvarlig for. Dersom kollektivandelen skal økes vesentlig må vegutbedringer, kollektivfelt, nye busstraseer og eventuelt bybaner realiseres. Det er derfor viktig at lokale og sentrale myndigheter tar det overordnede ansvaret for ambisjonen om en høy kollektivandel.

³² Klimaregnskapet er verifisert av Det norske veritas (DNV).

³³ Lian m fl (2007) *Transport til/fra Oslo Lufthavn i et langsiktig perspektiv*. TØI-rapport 902/2007; Asplan Viak (2007) *Tilbringertjenesten til Savanger Lufthavn, Sola*. Utgave: 01. Dato 2007-11-30 og Asplan Viak (2007): *Tilbringertjenesten til Bergen lufthavn, Flesland*. Utgave 02. Dato 2007-12-13

³⁴ Forutsetter 2,8 prosent årlig trafikkvekst målt i terminalpassasjerer og et CO₂-utslipp i 2007 på 170 g/km for bil og 1350 g/km for buss. Kilde Lian m fl (2007): *Bærekraftig og samfunnsnyttig luftfart*. TØI-rapport 921/2007

³⁵ Basert på tall fra Reisevaneundersøkelsen (RVU) første halvdel av 2007.

For å bidra i dette arbeidet, vil Avinor ta initiativ til etablering av tilbringerforum for økt kollektivandel i tilbringertjenesten til de store lufthavnene, i første omgang på Stavanger lufthavn, Sola og Bergen lufthavn, Flesland. Videre vil Avinor generelt tilrettelegge for buss med blant annet bedre fasiliteter, bedre trafikkinformasjon, og markedsføring på flyplassen. Det kan også være aktuelt å medvirke til at det er et kollektivtilbud på de store lufthavnene ved sent innkomne flygninger, samt tilpasse infrastrukturen på lufthavnen til etablering av nye bussruter. Avinor har for eksempel i 2008 innledet et samarbeid med HyNor, Knutepunkt Stavanger³⁶ om etablering av en mulig hydrogenbussrute som omfatter Stavanger lufthavn, Sola. Videre har Flytoget nå etablert senere avganger med økonomisk støtte fra Oslo lufthavn, Gardermoen, i en prøveperiode.

En stor del av klimagassutslippene fra tilbringertjenesten kommer fra personbiler og drosjer. For mange av de reisende finnes det ikke kollektive løsninger, og Avinor ønsker derfor å stimulere til mer klimavennlig drivstoff i kjøretøyparken. I dag er det egne gratisparkeringsplasser med ladepunkt for el-biler på Oslo lufthavn, Gardermoen. Slike vil også bli vurdert etablert på Sola, Flesland og andre større flyplasser. Det er også vurdert å gi andre kjøretøy med ”miljødrivstoff” gratis parkering, men foreløpig er det ikke aktuelt fordi det er vanskelig å skille slike kjøretøy fra ”vanlige” kjøretøy. På Gardermoen er det imidlertid pumper med Bioetanol (E85) og flytende naturgass tilgjengelig. Tiltak på lufthavnene for å stimulere til mer miljøvennlig bilpark i drosjenæringen vil også bli vurdert.

Avinor vil, sammen med næringsliv og kommunale myndigheter, også gjennomgå mulige tiltak på andre større lufthavner frem mot 2020.

2.4.4 Miljørelaterte FoU-prosjekter

Det gjennomføres omfattende forsknings- og utviklingsprosjekter, særlig i regi av EU og amerikanske myndigheter der formålet er å redusere klimagassutslippene fra fly mest mulig. I tillegg er det betydelig FoU-virksomhet hos flyprodusentene og deres underleverandører.

Avinor og norsk luftfartsbransje for øvrig vil i planperioden ta initiativ til enkelte større utviklingsprosjekter for å utvikle tiltak som bedrer bransjens miljøprestasjon. Det første prosjektet som vil bli vurdert, er knyttet til Arktis og overflygninger. Bransjen vil her søke å få økt kunnskap om de miljømessige konsekvensene av flytrafikk i høye luftlag i arktiske strøk samt hvilke tiltak som kan redusere negative effekter av disse flygningene. Prosjektet vil bli utformet i 2008 og det vil bli søkt etter offentlige og private samarbeidspartnere.

Norsk luftfartsbransje vil også delta aktivt i utprøvingen av miljøvennlig biodrivstoff for luftfart. Det pågår flere utviklingsprosjekter internasjonalt, og bransjen oppfordrer norsk industri til å igangsette og delta i FOU-arbeid innenfor dette området.

2.4.5 Økonomiske virkemidler kan bidra til utslippsreduksjon

I 2008 betaler norsk luftfart en fiskal CO₂-avgift på drivstoff brukt til innenriks flygninger på 65 øre pr liter – til sammen 270 millioner kr årlig. Dette tilsvarer en pris pr tonn CO₂ på om lag 234 kroner, som ligger over gjennomsnittlig kvotepris i EUs kvotehandelssystem frem til og med 2007. I tillegg betales en NO_x-avgift på 15,39 kroner pr kilo utslipp under 3000 fot, om lag 20 millioner kroner totalt. Bransjen støtter prinsippet om at forurenser skal betale, men har påpekt at særlig CO₂-avgiften er konkurransevridende. Bransjen ønsker primært at eventuelle virkemidler skal gjelde på internasjonal basis.

Utenriks flygninger er, på grunn av forpliktelsene i blant annet de bilaterale luftfartsavtalene som Norge har inngått, ikke omfattet av disse avgiftene. Norsk luftfart stiller seg positiv til at luftfarten blir integrert i EUs system for handel med utslippskvoter som erstatning for den særnorske CO₂-avgiften.

³⁶ HyNor – Hydrogenveien i Norge. www.hynor.no

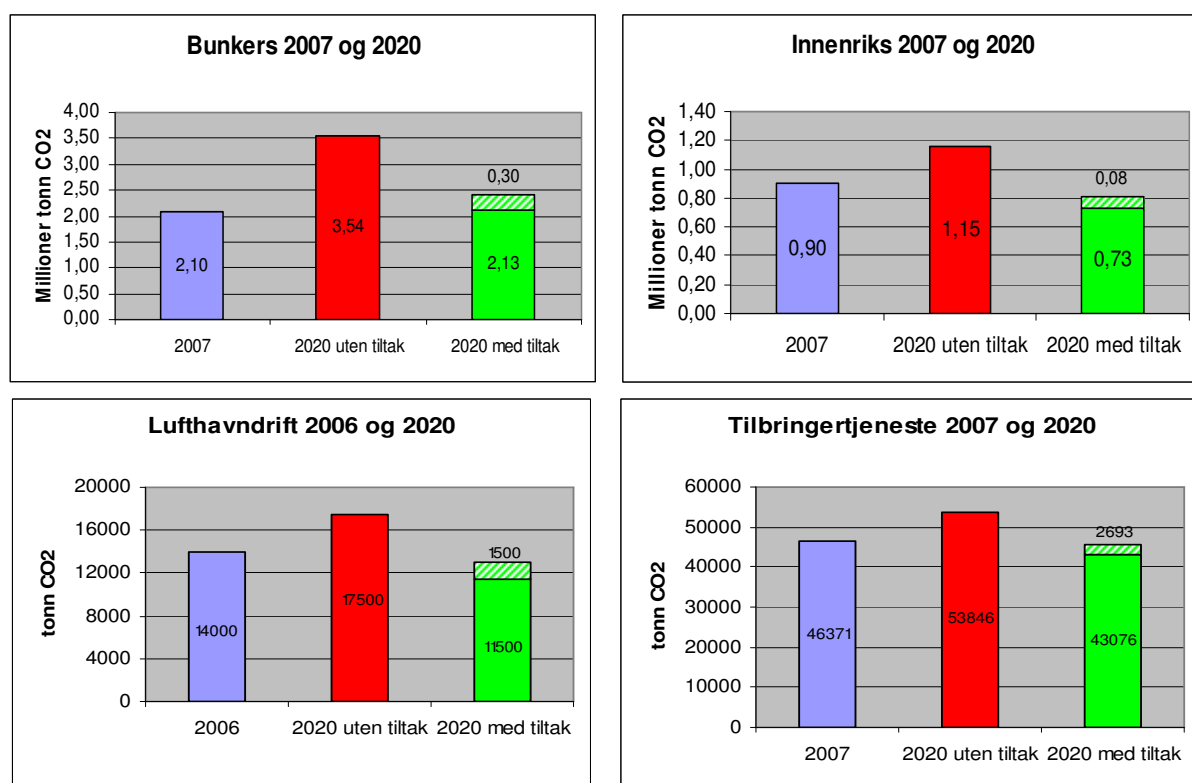
Det er fra EUs side foreslått at dette vil gjelde fra 2011. Systemet vil gjelde i EU-EØS området og tildelingen av kvoter vil sannsynligvis ta utgangspunkt i trafikkvolumet i perioden 2004-2006, men det er mange elementer som fortsatt ikke er på plass. På grunn av den løpende politiske prosessen er det pr januar 2008 ikke mulig å anslå hva som vil bli det endelige utfallet, og dermed hvor stor utslippsreducerende effekt virkemiddelet vil ha, eller hvilke kostnader det vil føre til for norsk luftfart. Det er ventet et endelig vedtak i EU senhøstes 2008. Ved inkludering av luftfart i EUs kvotehandelssystem vil bransjen betale for sine klimagassutslipp på samme måte som resten av europeisk industri og kraftproduksjon.

NOx-avgiften ble innført i 2007. Næringslivet har tatt initiativ til at det blir opprettet et miljøfond som alternativ til en fiskal avgift. Et miljøfond, der de norske fly- og helikopterselskapene vil delta, forventes å være etablert i løpet av 2008.

Avinor vil i løpet av 2008 vurdere ulike modeller for og erfaringer med miljødifferensierte avgifter innført på andre lufthavner i Europa. Bransjen mener at eventuelle virkemidler må være harmonisert i Europa og ses i sammenheng med bransjens øvrige rammebetingelser. Videre bør de ikke utformes som fiskale miljøavgifter, men innrettes mot å stimulere til teknologiutvikling og andre utslippsreducerende tiltak i bransjen.

2.4.6 Effekten av bransjens tiltak i 2020

Figur 2.6 oppsummerer effekten av tiltakene skissert og drøftet i prosjektet.



Figur 2.6: Oppsummert fremstilling av klimagassutslipp i 2007 (2006 for lufthavndrift) og 2020 med og uten energieffektiviserende tiltak. Merk forskjellig skala på y-aksen

Trafikkprognosene lagt til grunn for beregningene gir en utslippsvekst på 69 prosent dersom luftfartens utslipp beregnes basert på fremskrivninger av bunkerssalg uten tiltak. Tiltakene som er skissert, vil imidlertid gi en utslippsreduksjon på 30-40 prosent slik at klimagassutslippene fra bransjen i 2020 vil være på om lag samme nivå eller om lag 15 prosent høyere enn i 2007. Det vil si at

utslippene i 2020 vil ligge på mellom 2,04 og 2,33 millioner tonn i 2020, sammenliknet med 2,02 millioner tonn i 2007.

Fordi det forventes betydelig lavere vekst i innenriksmarkedet, 28 prosent, viser beregningene at en 30-37 prosent³⁷ mer energieffektiv luftfart³⁸ i 2020 vil gi klimagassutslipp som er mellom 10 og 22 prosent lavere enn i 2007, eller utslipp på mellom 730 000 tonn og 810 000 tonn i 2020, mot om lag 900 000 tonn i 2007.

Når det gjelder lufthavndriften, viser beregningene at klimagassutslippene vil være mellom 8 og 18 prosent lavere i 2020 enn i 2007, selv med betydelig trafikkvekst. Dette tilsvarer utslipp i 2020 på mellom 11500 og 13000 tonn, mot 14000 tonn i 2007.

Ansvar for en god og miljøvennlig tilbringertjeneste ligger primært hos lokale og sentrale myndigheter og hos de aktuelle transportselskapene, men Avinor vil også bidra til å redusere miljøbelastningen fra tilbringertjenesten innenfor de rammer og med de virkemidler bedriften rår over. Rapportene fra Asplan Viak og TØI indikerer at utslippene i tilbringertjenesten til Gardermoen, Sola og Flesland til sammen kan bli 19 prosent lavere i 2020 enn de ville vært uten tiltak. I prosjektet legges det opp til et mål om at utslippene skal være 15-20 prosent lavere dersom kollektivmålsettingene oppnås. Dette tilsvarer et utslipp på mellom 43 000 og 45700 tonn i 2020, sammenliknet med om lag 46 400 tonn i 2007.

Tiltakene skissert i prosjektet skal gjennomføres frem mot 2020. De respektive flyselskap og Avinor har ansvaret for gjennomføringen av disse i henhold til virksomhetenes ansvarsområde. Hvert tredje år frem mot 2020 vil bransjen evaluere effekten av tiltakene.

Prognoser frem mot 2020 vil nødvendigvis være heftet med usikkerhet. De viktigste faktorene som kan svekke/styrke effekten av bransjens tiltak er trafikkvekst, teknologisk utvikling, mulig innfasing av alternativ drivstoff og den generelle konkurransesituasjonen.

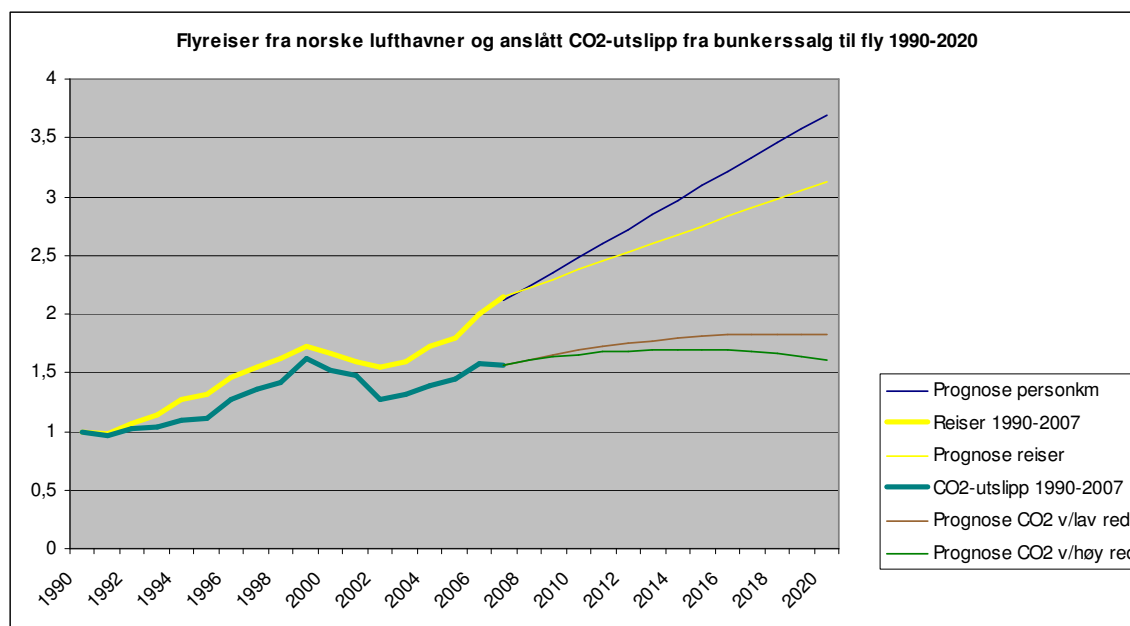
2.4.7 Trafikk og klimagassutslipp 1990-2020

Følgende figur viser sammenhengen mellom flyreiser³⁹ og CO₂-utslipp fra bunkerssalg i perioden 1990-2020.

³⁷ 30-37 prosent fordi effekten av SES faller bort på innenlands flygninger.

³⁸ Omfatter ikke helikopter.

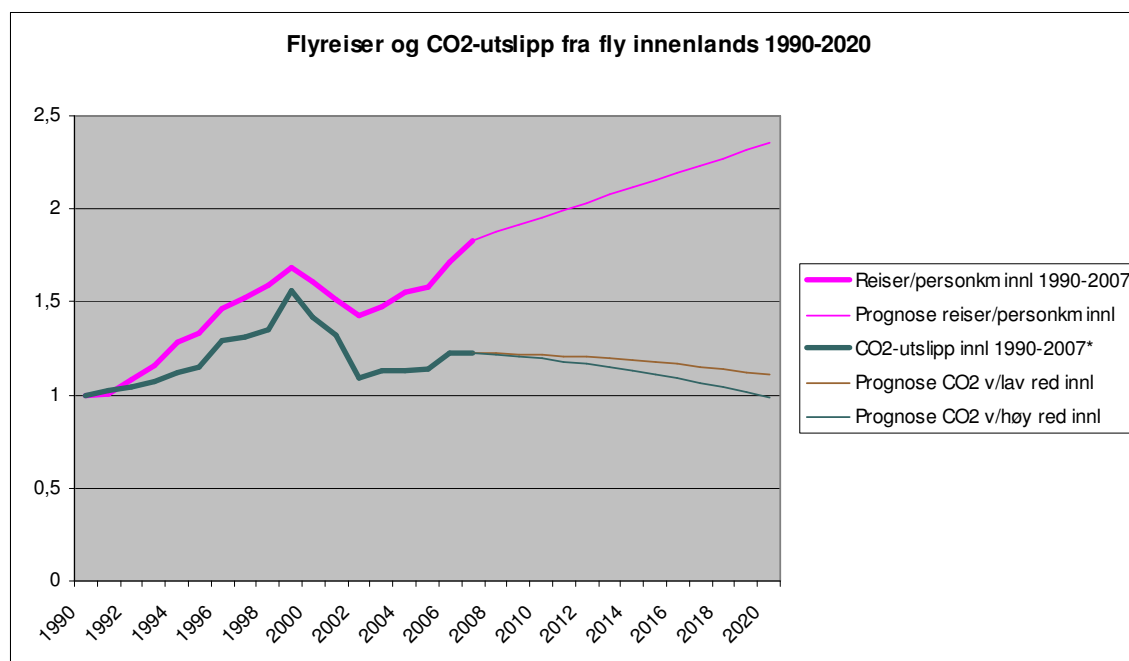
³⁹ Figuren viser bare den historiske utviklingen i antall reiser fordi det ikke finnes historiske data for passasjerkilometer. Prognosen for økning i passasjerkilometer er sterkere enn for reiser.



Figur 2.7. Flyreiser og co2-utslipp bunkerssalg i perioden 1990-2007 og prognoser for trafikkvekst, målt i reiser, og klimagassutslipp frem mot 2020 (indeksert).

I perioden 1990-2007 har det vært en gjennomsnittlig årlig vekst i flytrafikken fra norske lufthavner og CO₂-utslippene på henholdsvis 4,6 og 3,6 prosent (Figur 2.7). Dette innebærer at utslippene har vokst mindre enn trafikken. Effekten av bransjens tiltak medfører at denne trenden blir betydelig forsterket og at utslippene i 2020 vil være på om lag samme nivå som i 2007 eller noe høyere, til tross for fortsatt betydelig trafikkvekst.

Følgende figur viser sammenhengen mellom trafikkvekst og CO₂-utslipp innenlands i perioden 1990-2020.



*Forutsatt uendret distance per reise

Figur 2.8: Illustrasjon på forventet utvikling av trafikkvekst reiser/personkilometer og klimagassutslipp med og uten tiltak 2007-2020 (indeksert).

Figur 2.8 viser at også på innenriksmarkedet bedres bransjens miljøprestasjon i perioden frem til 2020 sett i forhold til den historiske utviklingen. Fordi veksten i innenlands flytrafikk er forventet å bli mindre enn for utenlandstrafikken, vil bransjens tiltak her føre til at utslippene vil være 10-22 prosent lavere i 2020 enn i 2007.

2.5 Samfunnsrollen skal videreutvikles og miljøprestasjonen forbedres

TØIs rapport⁴⁰ dokumenterer at Norge er helt avhengig av et velfungerende lufttransportsystem for å opprettholde bosetting og arbeidsplasser, samt for å sikre befolkning og næringsliv god kontakt med omverdenen. Dette behovet vil forsterkes ytterligere de kommende år.

Sterke virkemidler må til dersom veksten eventuelt skal opphøre. De samfunnsmessige konsekvensene vil i så fall bli store. Noen eksempler er:

- Dersom en velger økonomiske virkemidler, som betydelig avgiftsøkning, vil dette kunne påvirke flyprisene slik at en får sosial omfordeling blant forbrukerne og store avstandsulemper for næringslivet og befolkningen i distrikts-Norge
- Det finnes, i hovedsak, ikke alternative transportmåter til fly. Manglende tilbud vil derfor svekke mobiliteten i samfunnet
- Restriktive tiltak kan bidra til årlig reduksjon av inntekter fra flyturisme på 15 milliarder kroner i forhold til forventet vekst.
- Næringslivets konkurranseevne i et stadig mer globalisert marked vil bli negativt påvirket.

På den annen side er konsekvensene av de menneskeskapte klimaendringene den viktigste utfordringen både globalt og for Norge. Luftfarten må derfor ta sitt ansvar for å redusere klimapåvirkningen. Dette må gjøres ved at bransjen dekker kostnadene ved miljøulempene som påføres samfunnet (forurenser betaler-prinsippet) og ved at det gjennomføres tiltak som reduserer utslippene. Gjennom dette prosjektet har bransjen skissert konkrete tiltak som vil bedre bransjens miljøprestasjon betydelig. De fleste tiltakene er allerede besluttet gjennomført, og resten vil bli besluttet gjennomført når teknologien er tilgjengelig.

Målsettingen i klimameldingen⁴¹ er at utslippene fra transportsektoren i Norge ikke skal øke med mer enn 1-12 prosent i 2020 sett i forhold til 2007. Det kan være noe usikkerhet knyttet til de forutsetninger som Klimameldingens referansebane baseres på⁴². Med de tiltakene bransjen skisserer i denne rapporten vil utslippene fra innenriks luftfart være 10-22 prosent lavere i 2020 enn i 2007. Bransjen går med andre ord lengre i sine tiltak enn det legges opp til for transportsektoren i Klimameldingen.

Gjennom dette prosjektet har bransjen synliggjort at motsetningene mellom vekst i flytrafikken og de klimamessige utfordringene er sterkt redusert. Dermed legges forholdene til rette for at bransjen kan videreutvikle sin rolle i samfunnet, og samtidig gi et positivt bidrag til å oppfylle overordnede politiske målsettinger om at transportsektoren må ta et sterkere miljøansvar.

⁴⁰ Lian m fl (2007) *Bærekraftig og samfunnsnyttig luftfart*. TØI-rapport 921/2007

⁴¹ Slik den er referert i kapittel 7.3 i transportetatene og Avinors Forslag til Nasjonal transportplan, lagt frem 17. januar 2008.

⁴² I Forslaget til NTP (2010-2019) anbefales det at referansebanen i Klimameldingen for utslipp fra transportsektoren kvalitetssikres.

3 Luftfartens miljøstatus

Luftfarten påvirker miljøet både lokalt og globalt. Tradisjonelt har det vært mye fokus på luftfartens lokale miljøpåvirkning, særlig støy, men også lokale utslipp til luft, vann og grunn. Den senere tid har det imidlertid vært svært mye oppmerksomhet rundt luftfart og klima. Dette er et sammensatt og til dels omdiskutert tema og der faktagrunnlaget fortsatt delvis er under utvikling. Det har vært et viktig mål for prosjektet å gi en samlet og mest mulig nøktern og korrekt fremstilling av luftfartens bidrag til klimagassutslipp og effekten av disse. I dette kapitlet gis en kort presentasjon av lokale miljøproblemer innledningsvis, men det er lagt mest vekt på luftfart og klima.

Teksten er i svært stor grad basert på kapittel 3 "Norsk luftfart og global oppvarming" og kapittel 4 "Norsk luftfart – utslipp og alternativer" i TØI-rapporten "Bærekraftig og samfunnsnyttig luftfart" (Lian m fl (2007a). For en samlet fremstilling vises det derfor til nevnte rapport.

3.1 Luftfart og miljøproblemer

Det rapporteres regelmessig om status luftfartens lokale miljøpåvirkning i miljørapportene til Avinor og flyselskapene. Her er en kort presentasjon av de viktigste utfordringene.

Utslipp til vann og grunn: Avising av fly og rullebane medfører bruk av kjemikalier. Det brukes også kjemikalier ved gjennomføring av brannøvelser. Skadevirkningene er avhengig av resipientforholdene på stedet og utslippene er konsesjonspliktige etter forurensningsloven.

Støy: Luftfart generer støy, særlig ved landing og avgang. Luftfartens andel av de støyplagede (støyplageindeks – SPI) er 4 prosent (23 000 mennesker), men dette inkluderer også Forsvarets aktiviteter. SPI fra luftfart har gått ned med 26 prosent i perioden fra 1999 til 2006. Framover vil flytrafikken vokse samtidig som nye motorer som slipper ut mindre CO₂ også blir mer støysvake.

Luftkvalitet: Spredningsforholdene rundt norske lufthavner er så gode at konsentrasjonene av luftforurensninger er innenfor grenseverdiene i forurensningsforskriften. På Gardermoen vinterstid kan konsentrasjonene overskride de anbefalte grenseverdier, men beregninger viser at området rundt terminalen hvor flest mennesker oppholder seg er mest påvirket av veitrafikk.

3.2 Luftfart og klima

3.2.1 Typer klimaeffekter

Flytrafikk påvirker klima og luftkvalitet ved at den genererer utslipp av en rekke ulike gasser og partikler. Utslippene fra flytrafikk endrer dermed atmosfærens sammensetning av partikler og gasser, og mye av utslippene fra flytrafikk skjer i deler av atmosfæren som er lite forurensset. Endringene i atmosfærens sammensetning på grunn av flytrafikk endrer strålingsbalansen i jord- og atmosfæresystemet med påfølgende effekter på klima. I denne rapporten diskuteres kun effekter av subsoniske fly. Supersoniske fly med marsjhøyde på 17-20 km brukes i dag ikke i sivil luftfart, og det er heller ingen planer om dette.

Utslipp av gasser som *direkte* påvirker klima er karbondioksid (CO₂) og vanndamp (H₂O). De er begge drivhusgasser og virker oppvarmende. Den direkte klimaeffekten av vanndamp er imidlertid liten, men utslipp av vanndamp genererer kondensstriper og cirruskyer (fjærskyer) som har en potensielt sterk klimaeffekt. Av partikler og gasser som raskt danner partikler, slipper flytrafikken ut noe SO₂ på grunn av svovelinnholdet i drivstoffet (SO₂ danner sulfatpartikler). I tillegg er det små utslipp av sot og organisk karbon- (OC) partikler. Sulfat- og OC-partikler reflekterer solstråling og virker avkjølede på klima, mens sot absorberer solstråling og virker oppvarmende. I tillegg kan

utslipp av partikler ha en effekt på skydannelse. Utslipp av nitrogenoksider (NO_x)⁴³ påvirker klimaet gjennom kjemiske prosesser der de produserer eller bryter ned drivhusgasser.

Utslippene av CO_2 og H_2O er bare avhengig av drivstofforbruket. NO_x -utslippene er i tillegg avhengig av forbrenningstekniske forhold i motoren. Ved høy temperatur og trykk i flymotoren reagerer N_2 og O_2 fra luften, og nitrogenoksider dannes. Generelt vil høyere trykk og temperatur i motoren være fordelaktig for drivstofforbruket, men dette vil øke NO_x -utslippet. Det er imidlertid mulig å gjøre endringer i utformingen av motoren slik at NO_x -utslippene reduseres vesentlig (Wuebbles et al., 2007).

3.2.1.1 Karbondioksid (CO_2)

Menneskeskapte utslipp av CO_2 , i hovedsak fra forbrenning av fossilt brensel, har ført til at konsentrasjonen av CO_2 i atmosfæren har økt med 35 prosent siden før-industriell tid (IPCC 2007). CO_2 slipper igjennom kortbølget solstråling, men absorberer langbølget varmestråling som jorden sender ut. Noe av denne strålingen blir sendt tilbake mot jordoverflaten. Dette endrer strålingsbalansen til jorda, og temperaturen på jordoverflaten må øke for at strålingsbalansen skal gjenopprettes. Den økte mengden CO_2 i atmosfæren er det største menneskeskapte bidraget til global oppvarming (IPCC 2007).

CO_2 fjernes fra atmosfæren gjennom opptak i hav og biosfære. Naturen har bare klart å ta opp omlag halvparten av de menneskeskapte utslippene av CO_2 siden før-industriell tid (IPCC 2007). Den resterende mengden av CO_2 i atmosfæren vil avta på flere hundre års skala.

Levetiden for en forstyrrelse av CO_2 -konsentrasjon i atmosfæren (dvs. responstid) er altså lang. Derfor vil et tonn CO_2 sluppet ut fra luftfart ha samme effekt på klimaet uavhengig av hvor det slippes ut og ha samme effekt som tilsvarende mengde sluppet ut fra andre kilder.

3.2.1.2 Vanndamp (H_2O)

Naturlig forekommende vanndamp (H_2O) står for det største bidraget til jordas drivhuseffekt. Utslipp av vanndamp fra fly har imidlertid en neglisjerbar drivhuseffekt i forhold til vanndamp som finnes naturlig i troposfæren⁴⁴. Vanndamp blir fjernet ved nedbør, slik at oppholdstiden til vanndamp i troposfæren er kort. Noe av utslippene av vanndamp fra flytrafikk foregår i lavere stratosfære⁴⁵, men vanndampen kommer relativt raskt tilbake til troposfæren igjen.

Den direkte drivhuseffekten av vanndamp fra fly er altså meget liten - slik den er fra andre kilder. Klimaeffekten av vanndamputslippene fra fly kommer når vanndampen kondenser, se neste avsnitt.

3.2.1.3 Kondensstriper (contrails)

I tilstrekkelig kald luft dannes det kondensstriper, linjeformede isskyer bak flyet (Figur 3.1). Vanndamp som slippes ut fra flymotoren, kondenserer på sot- og sulfatpartikler fra eksosen eller på partikler i bakgrunnsatmosfæren. Dråpene fryser til is og ispartikler blir dannet. Kondensstriper er tynne skyer i store høyder, som reflekterer innkomne solstråler, men som også absorberer langbølget varmestråling fra bakken. Den oppvarmende effekten av skyer i store høyder er mye større enn den oppvarmende effekten av skyer i lave høyder. Dette er fordi temperaturforskjellen mellom bakken og det nivået der skyene absorberer varmestråling er avgjørende for hvor stor drivhuseffekten blir. Jo høyere temperaturforskjell, desto større er den oppvarmende effekten. Den avkjølende effekten av at kondensstripene reflekterer sollys foregår bare når solen skinner. Den oppvarmende effekten er derimot uavhengig om det er dag eller natt. Ved bruk av klimamodeller er det estimert at globalt sett er det den oppvarmende effekten som dominerer for kondensstriper (Ponater et al. 2002, IPCC, 2007; Stuber et al., 2006).

⁴³ Nitrogenoksider (NO_x) er en fellesbetegnelse for nitrogenmonoksid (NO) og nitrogendioksid (NO_2)

⁴⁴ Troposfæren er den nederste delen av atmosfæren (opp til 10-15 km høyde). Vertikalbevegelsen er stor, luftmassene er fuktige og temperaturen avtar med høyden i troposfæren.

⁴⁵ Stratosfæren er nivået i atmosfæren over troposfæren (fra 10-15 km og opp til 50 km høyde) og kjennetegnes ved liten vertikalbevegelse, tørre luftmasser og at temperaturen øker med høyden.

3.2.1.4 Cirrus (fjærskyer)

Hvis de meteorologiske forholdene ligger til rette, kan en kondensstripe utvikle seg til en cirrus sky. Luftmassene må være overmettet med hensyn til dannelsen av is-partikler. Is-partiklene vokser ved å ta opp vanndamp fra den omkringliggende luftmassen. På samme måte som kondensstriper, har cirrus skyer en oppvarmende effekt. Det er vanskelig å skille de naturlige cirrus skyene fra de som er dannet på grunn av flytrafikk. Derfor har det vært vanskelig å kvantifisere hvilken effekt cirrus skyer induisert av flytrafikk har på klima. En metode som har vært anvendt i flere studier er å analysere geografiske forskjeller i trender i cirrus skyer basert på satellittbilder og sammenholde dette med informasjon om trender i flyutslipp (Stordal et al., 2005). Resultatene antyder at klimaeffekten av økt mengde cirrus skyer på grunn av flytrafikk kan være betydelig, men det er fremdeles stor usikkerhet knyttet til disse estimatene.



TØI rapport 921/2007

Figur 3.1: Kondensstriper (Kilde: NOAA)

Vanndamputslipp fra fly kan altså generere kondensstriper, og etter hvert cirrus skyer, som begge globalt sett har en netto oppvarmende effekt som er svært usikker. Dannelsen av kondensstriper er avhengig av de fysiske forholdene, dvs. temperatur og fuktighet i luften der flyene flyr. Ved bruk av værvarslingsmodeller kan det varsles om forholdene ligger til rette for dannelsen av kondensstriper. I prinsippet kan flyene dirigeres slik at dannelsen av kondensstriper blir vesentlig redusert.

3.2.1.5 Sulfat (SO_4)

Sulfatpartikler påvirker klimaet ved at de sprer en del av innkomne solstråler tilbake til rommet. Dermed treffer mindre sollys bakken, og dette fører til en avkjøling. Oppholdstiden til sulfat er generelt kort (opptil et par uker), men er noe lengre når utslippene skjer i flyhøyde enn om utslippene skjer ved bakken. Dette er fordi avsetningen går raskere nær bakkenivå enn i øvre troposfære. Imidlertid er det en annen effekt som motvirker effekten av lengre levetid for sulfat ved utslipp i store høyder; sulfatpartiklene sveller når det er fuktig og blir da mer effektive til å spre lys. I flyhøyde er luften mye tørrere enn ved bakkenivå slik at nettoeffekten av sulfatpartikler blir lavere for flyutslipp enn for bakkeutslipp.

Sulfat har også en indirekte effekt på klimaet gjennom å endre skyenes egenskaper og utbredelse. Sulfatpartikler fungerer godt som kondensasjonskjerner, men i flyhøyde består skyene av is-partikler. Sulfatpartikler fungerer dårlig som frysekjerner til dannelsen av is-skyer, slik at en indirekte klimaeffekt av sulfat er liten.

3.2.1.6 Nitrogenoksider (NO_x) og ozon

Utslipp av NO_x, karbonmonoksid (CO) og flyktige organiske karbonforbindelser (VOC) er forløpere for ozon (O₃) som er en drivhusgass. Flymotorer har en effektiv forbrenning i flyhøyde slik at utslippene av CO og VOC er lave der.

For at ozon skal dannes trengs det lys og tilgang på NO_x som virker som katalysator. I flyhøyde produseres ozon hovedsakelig ved oksidering av CO.⁴⁶ I en relativt ren bakgrunnsatmosfære, som i øvre troposfæren (flyhøyde), fører utslipp av NO_x til at produksjonen av O₃ øker. I allerede forurensede områder med høye konsentrasjoner av NO_x vil et ekstra bidrag av NO_x ikke ha samme effekt på ozonproduksjonen som i store høyder med lav bakgrunnskonsentrasjon av NO_x.

Ozon som befinner seg høyt oppe i troposfæren (i flyenes cruisehøyde) er mer effektiv som klimagass enn ozon i lavere nivåer. Dette kommer av at det er en større temperaturforskjell mellom bakkenivå og nivået der O₃ absorberer.

Liten vertikalsirkulasjon og andre kjemiske forhold i øvre troposfære fører til at O₃ får en lengre oppholdstid enn i lavere høyder. Oppholdstiden til O₃ i øvre troposfære er på noen måneder. Dette er for øvrig ikke lenge nok til at konsentrasjonsøkningen av O₃ blir jevnt fordelt over hele kloden. Siden mesteparten av flytrafikken foregår på nordlige halvkule, begrenser følgelig endringene i ozonkonsentrasjon fra flytrafikk seg hovedsakelig til den nordlige halvkule.

I tillegg til en geografisk fordeling av ozon på grunn av flytransport, er det sesongvariasjoner i ozonkonsentrasjonen. Som nevnt er ozonproduksjonen avhengig av lys. Mesteparten av flytrafikken foregår på nordlige halvkule og ozonproduksjonen er mest effektiv om sommeren der. Imidlertid er tap av ozon høyere med større vertikalsirkulasjon. Vertikalsirkulasjonen på nordlige halvkule er også størst om sommeren. Modellsimuleringer har blitt gjort (bl.a. Berntsen og Isaksen, 1999; Stevensen et al. 2004) for å studere sesong og geografiske variasjoner til ozon produsert av NO_x-utslipp fra fly. Studiene viste at endringen i konsentrasjonen av ozon er størst om våren nord for 50 °N.

Utslipp av NO_x påvirker også konsentrasjonen av metan (CH₄) i atmosfæren. Metan er en drivhusgass med responstid i atmosfæren på omlag 12 år. NO_x-utslipp øker konsentrasjonen av hydroksylradikalet OH, som er den viktigste oksidanten i atmosfæren. OH reagerer kjemisk med metan, og større konsentrasjon av OH fører til redusert levetid for metan i atmosfæren. Dermed har utslipp av NO_x også en avkjølende effekt på klima i tillegg til den oppvarmende via ozon. Som følge av de ulike levetidene/responstidene er tidsskalaene for de to effektene forskjellige. Endringene i metankonsentrasjonen på grunn av flytrafikk blir jevnt fordelt på kloden, mens ozonendringene knyttet til luftfart er hovedsakelig begrenset til den nordlige halvkule.

3.2.1.7 Sot (BC)

Sot (eller såkalt *black carbon*, BC) er partikler bestående av karbon som absorberer solstråling. Sot har derfor en direkte oppvarmende effekt. Utslipp av sot kan også ha en indirekte effekt på klima gjennom modifisering av skyer og avsetning av sot på snø og is. Men den vitenskaplige forståelsen av de indirekte effektene fra utslipp av sot fra fly betraktes som mangelfull og er dårlig kvantifisert (IPCC 2007).

3.2.1.8 Tidsskalaer for klimaeffekter

De ulike gassene og partiklene som slippes ut fra flytrafikk har forskjellige oppholdstid i atmosfæren (Figur 3.2). Atmosfærisk CO₂ har en meget lang responstid. Av utslipp som skjer i dag vil fremdeles 35

⁴⁶ $\text{OH} + \text{CO} \rightarrow \text{H} + \text{CO}_2$

(1)

$\text{H} + \text{O}_2 + \text{M} \rightarrow \text{HO}_2 + \text{M}$

(2)

$\text{HO}_2 + \text{NO} \rightarrow \text{NO}_2 + \text{OH}$

(3)

$\text{NO}_2 + \text{sollys} \rightarrow \text{NO} + \text{O}$

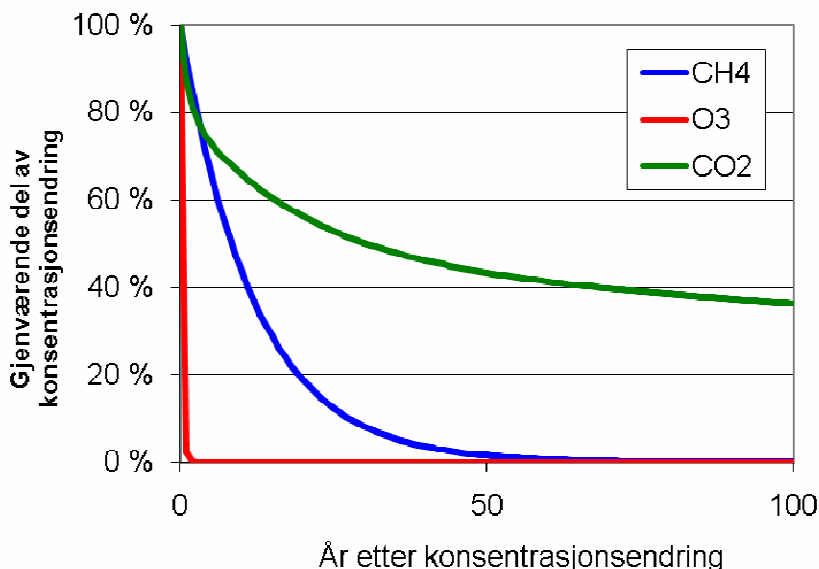
(4)

$\text{O} + \text{O}_2 + \text{M} \rightarrow \text{O}_3 + \text{M}$

(5)

Netto: $\text{CO} + 2 \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{O}_3$, (der M representerer en gass som N₂ eller O₂).

prosent være igjen i atmosfæren etter 100 år. Som nevnt har metan en responstid i atmosfæren på ca. 12 år, mens ozon har oppholdstid på opptil et par måneder. De resterende effektene fra flytrafikk har enda kortere levetid i atmosfæren og er ikke tatt med i figur 5⁴⁷. Temperaturendringen som følger av endringen i energibalansen vil ha en enda lengre levetid fordi mesteparten av energien er deponert i havet gjennom oppvarming av vann. Det er en betydelig treghet i opptak og avgiving av varme i dyphavene.



TØI rapport 921/2007

Figur 3.2: Prosentandel av CO₂, CH₄ og O₃ som er gjenværende i atmosfæren 0 til 100 år etter at en konsentrasjonsendring av gassene fant sted.

3.2.2 Luftfartens bidrag til klimaeffekter

Som beskrevet i avsnitt 3.2.1 er det flere effekter av utslipp fra flytrafikk som påvirker strålingsbalansen på jorda. En sammenlikning av nettoeffekt av flyutslipp (også i forhold til effekten av utslipp fra andre transportformer og sektorer) forutsetter at alle effektene kan måles på én felles skala. Effektene opptrer på ulike tidsskaler og har ulike romlige fordelinger. En sammenlikning av klimaeffektene av de ulike utslippene kan gjøres på flere måter avhengig av hvilket tidsperspektiv man anvender på betydningen av klimaendringer. Tidsperspektivet avhenger i betydelig grad av verdivalg med hensyn til vektlegging av raske nærstående endringer (for eksempel is-smelting i Arktis) i forhold til effekten av endringer som vil påvirke fremtidige generasjoner (for eksempel havnivåstigning). Dette betyr at sammenlikninger kan gjøres på et vitenskapelig grunnlag når man har bestemt seg for hvilket tidsperspektiv man vil benytte. Det blir som å sammenlikne epler og appelsiner; det er fullt mulig å gjøre det, men man må først bestemme hvilken parameter eller aspekt man er opptatt av (vekt, volum, næringsinnhold, salgsverdi osv.) .

Spørsmålet: "Hva betyr flyutslipp for klima?" kan oppfattes på (minst) tre ulike måter:

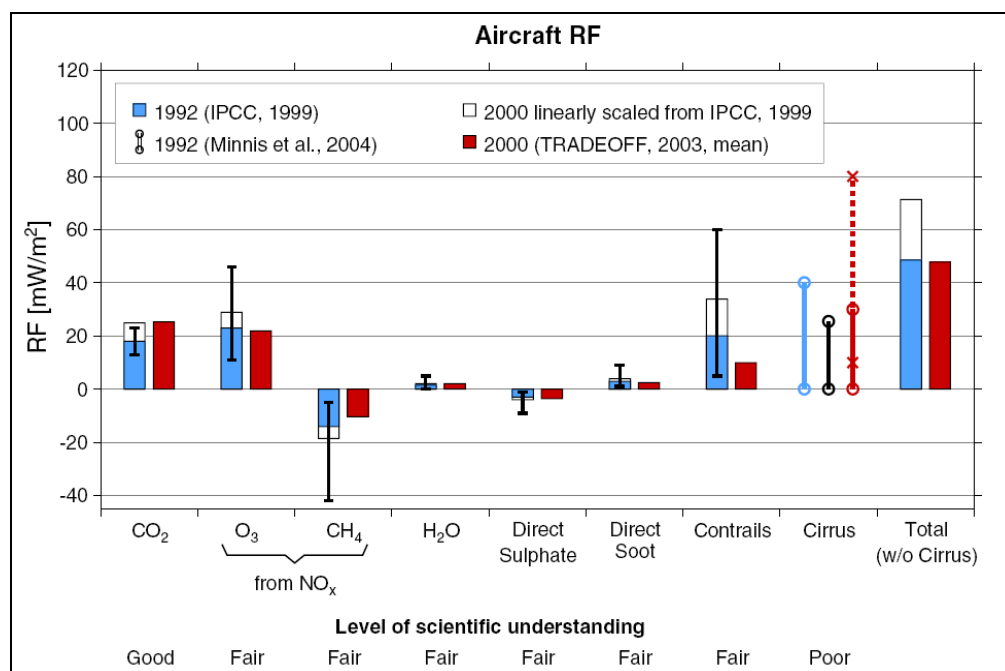
1. Hvor mye har historiske flyutslipp fram til i dag betydd for dagens klimaendringer?
2. Hvor mye betyr dagens utslipp for framtidige endringer?
3. Hvor mye betyr framtidige utslipp (fra i dag og framover; dvs. *scenarier*) for framtidige endringer?

⁴⁷ Figuren viser også over hvor lang tid strålingspådrivet virker som følge av utslipp/ produksjon av gassene (strålingspådrivet og konsentrasjonsendringen følger hverandre).

Som grunnlag for politikkutforming er alternativ 2 over mest relevant. Alternativ 1 er i stor grad bestemt av historisk utvikling i utslippene som vi uansett ikke kan påvirke med dagens politikk, mens alternativ 3 vil være influert i betydelig grad av usikre antagelser som ligger til grunn for utslippsscenarioer (økonomisk og teknologisk utvikling, befolkningsvekst, globalisering etc).

3.2.2.1 Hva betyr utslippene fra luftfart for klimaet?

I 1999 kom FNs klimapanel (IPCC) med en spesialrapport som omhandlet luftfart og klima (IPCC 1999). Denne rapporten viste bl.a. hvordan historiske utslipp fra flytrafikken har ført til endringer i strålingspådriv⁴⁸ siden før-industriell tid. Senere har det kommet en oppdatering av resultatene fra IPCC (Sausen et al., 2005). Figur 3.3 viser bidragene til strålingspådriv i 1992 og 2000 fra hele luftfartens historie fordelt på mekanisme. Denne sammenlikningen er konsistent med alternativ 1 over.



TØI rapport 921/2007

Figur 3.3: Strålingspådriv (mW/m^2) fra flytransport i 1992 og 2000 i forhold til førindustriell tid. Usikkerhetintervallet representerer 2/3 konfidensintervall. (Kilde Sausen et al. 2005)

De største positive strålingspådrivene fra flysektoren kommer fra CO₂, fra ozon (på grunn av NO_x-utslipp) og fra kondensstriper og cirrusskyer. Det er et betydelig negativt strålingspådriv på grunn av reduksjon av metan som følge av NO_x-utslipp. Den vitenskaplige forståelsen av de forskjellige mekanismene som gir et strålingspådriv varierer betydelig. Forståelsen er rangert gjennom begrepet "Level of Scientific Understanding (LOSU)". For CO₂ er LOSU "good", for effektene av NO_x-utslipp og kondensstriper er LOSU "fair", mens for cirrus er den vitenskaplige forståelsen dårlig (LOSU "poor").

For beslutningstakere generelt, og særlig i et kvotehandelssystem, er det dagens utslipp og klimaeffektene av dem, som er interessant. Klimakonvensjonen (UNFCCC) fastslår at det langsiktige målet er stabilisering i konsentrasjonen av drivhusgasser i atmosfæren på et nivå som vil forhindre farlig menneskeskapt påvirkning av klimasystemet, og da er det dagens og fremtidens utslipp man må fokusere på.

⁴⁸ Strålingspådriv ('radiative forcing' RF) er endring i energibalansen på grunn av en faktor som påvirker klima, og enheten for strålingspådriv er Watt per kvadratmeter. Det er vanlig å anta at temperaturendringen er proporsjonal med strålingspådrivet

For å vurdere totaleffektene av utslipp fra fly og for å kunne sammenlikne effektene av de ulike utslippene fra fly er det nødvendig med en "vekslingskurs" – en såkalt '*metric*' eller *vektfaktor* – for å *sammenligne utslipp*. Ofte blir klimaeffekten av ulike komponenter relatert til CO₂. Metric-verdien for utslipp av en bestemt gass muliggjør da en omregning til såkalt CO₂-ekvivalente utslipp⁴⁹.

Hensikten med en metric kan være å få gjort de mest kostnadseffektive utslippskuttene. Det som etter hvert har etablert seg som standard metric og som blant annet er brukt i Kyotoprotokollen, er *GWP* (Global Warming Potential) hvor effekten i form av endring i globalt strålingspådriv av 1 kg utslipp integreres (akkumuleres) over en tidshorisont og sammenlignes med effekten av 1 kg CO₂.⁵⁰

Siden klimaeffektene av ulike utslipp har svært ulik tidsskala, vil GWP-verdiene være forskjellige ved valg av ulike tidshorisonter. De kortlevede gassene og partiklene kan initielt ha et større strålingspådriv enn CO₂. Atmosfærisk CO₂ har imidlertid en lang justeringstid i forhold til de andre komponentene, og vil gi et strålingspådriv i flere hundre år etter at utslippet har skjedd (se Figur 3.2). Derfor vil CO₂ få en større betydning relativt sett jo lengre tidshorisonten blir.⁵¹

Et alternativ til GWP er Global Temperature Potential (GTP) som er forholdet mellom globalt midlet temperaturøkning av et 1 kg utslipp av komponent *i* ved et valgt tidspunkt *t* og den tilsvarende temperaturøkningen ved et utslipp på 1 kg CO₂ (Shine et al., 2005). Fordelen ved GTP er at den vil være mer konsistent med for eksempel EUs (og Norges) overordnede mål for klimapolitikken om å begrense temperaturøkningen til 2 grader over før-industrielt nivå⁵². GTP er på mange måter også et mer relevant mål siden den bruker global middeltemperatur og ikke integrert RF. Men samtidig vil verdiene være mer usikre fordi tidsskalaen i responsen i klimasystemet må inkluderes i beregningen. I tillegg er det heller ikke for GTP opplagt hvilken tidshorisont man skal velge.

3.2.2.2 Vektfaktorer for klimaeffekten av luftfart

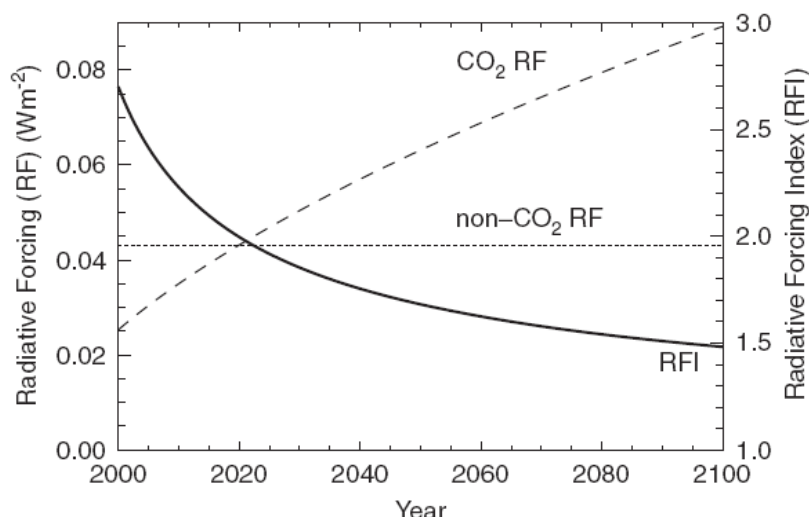
Det hevdes ofte at klimaeffekten av luftfart er over to ganger så høy som effekten av utslipp av CO₂. Dette er basert på en såkalt *Radiative Forcing Index* (RFI) definert av IPCC 1999. Det er en strålingspådrivindeks som er definert som totalt strålingspådriv fra flysektoren dividert med strålingspådrivet fra CO₂ fra flysektoren. Bruken av RFI som multiplikasjonsfaktor har blitt kraftig kritisert (Forster et al., 2006; 2007) fordi den er sterkt påvirket av utslippshistorien til de ulike komponentene (dvs. utslipp som allerede har funnet sted). Det vil igjen si at tidsaspektet som er diskutert over, er bestemt av tidsutviklingen i historiske utslipp og ikke av vurdering av fremtidige klimaendringer. Figur 3.4 er hentet fra (Forster et al., 2006) og viser at RFI vil avta fremover dersom man antar konstante utslipp fra flysektoren. Siden de ulike komponentene har svært ulik levetid/responstid, vil strålingspådrivet fra CO₂-utslippene øke utover århundret, mens utslipp med kort levetid/responstid i atmosfæren vil ha et konstant strålingspådriv. Forholdet mellom total RF og RF fra CO₂ – altså RFI – vil derfor avta og bruk av en *konstant* indeks som dette blir ikke korrekt.

⁴⁹ For mer om dette, se Lian et al (2007).

⁵⁰ For mer om dette, se Lian et al (2007).

⁵¹ For mer om dette, se Lian et al (2007)

⁵² <http://www.europa.eu/bulletin/en/200503/i1010.htm>



TØI rapport 921/2007

Figur 3.4: Strålingspådriv fra CO₂ (stiplet linje) og strålingspådriv fra andre gasser enn CO₂ (prikkete linje) som funksjon av tid fra konstante flyutslipp (år 2000). Tilhørende RFI er også vist (heltrukken linje). RFI er 2.7 i 2000 som er RFI fra IPCC 1999 rapporten. [Kilde Forster et al. 2006]

Som nevnt ovenfor er det dagens utslipp som beslutningstakere må ta hensyn til, og GWP-verdier kan være en mulig vektfaktor for forholdet mellom CO₂ og andre utslipp/mekanismer. GWP-konseptet har klare begrensninger og svakheter og har blitt kritisert i faglitteraturen, spesielt av økonomer. Likevel er dette et allment akseptert verktøy for å sammenligne utslipp og ligger til grunn for Kyotoprotokollens operasjonalisering av å inkludere flere gasser under ett reduksjonsmål. På pragmatisk grunnlag kan det argumenteres for bruk av GWP-konseptet i forbindelse med vurdering av effekter av utslipp fra fly. Dette ville være i overensstemmelse med gjeldende klimapolitikk.

Tabell 3.1 viser absolutte GWP-verdier for ulike klimaeffekter av flytrafikk samt en netto utslippsvektingsfaktor (EWF) for ulike valg av tidshorisont. EWF angir summen av AGWP verdiene for de ulike effektene dividert med AGWP for CO₂. Tabellen er hentet fra (Forster et al., 2007) og utvidet med egne beregninger basert på (Stordal et al., 2005) for cirrusskyer.

Vekt faktoren blir mindre jo lengre tidshorisonten blir pga avtagende effekt av de kortlevede komponentene. Siden politikerne har valgt et tidsperspektiv på 100 år i Kyotoprotokollen, kan det argumenteres for at en vekt faktor for den totale klimaeffekten av luftfart også bør ha dette tidsperspektivet. Forster et al. (2007) har beregnet en vekt faktor på 1.2 for et 100 års tidsperspektiv; se tabell 3.1. Basert på Stordal et al., 2005 har vi inkludert (den svært usikre) effekten av cirrusskyer, og da øker vekt faktoren til 1.8 for en tidshorisont på 100 år. Dette indikerer at gitt dagens kunnskapsnivå, ligger vekt faktoren på mellom 1 og 2 i forhold til utslippet av CO₂.

Tabell 3.1 Absolutte GWP verdier (pr. kg CO₂ utslipp) for ulike flyeffekter ved ulike tidshorisonter, og netto utslippsvektingsfaktor (EWF)

Tidshorisont	CO ₂	CH ₄ og O ₃	Kondensstriper	Cirrus	Alle faktorer
(2000 start)	AGWP	NET AGWP	AGWP	AGWP	EWF uten og med cirrus
1 år	0.25	1.9	1.8	5.4	16 (38)
20 år	2.65	0.34	1.8	5.4	1.8 (3.8)
100 år	9.15	-0.038	1.8	5.4	1.2 (1.8)
500 år	29.9	-0.038	1.8	5.4	1.1 (1.2)

TØI rapport 921/2007

Enheden til AGWP er 10⁻¹⁴ Wm⁻² kg CO₂⁻¹ år. Eget multiplikasjonsfaktor (EWF: Emission-Weighting Factor) for total klimaeffekt fra flysektoren ved en gitt tidshorisont er vist i siste kolonne. Dette er summen av alle AGWP verdiene dividert med AGWP-verdien for CO₂. [Kilde: Forster et al., 2007, AGWP for cirrus og netto EWF er basert på data fra Stordal et al. 2005]

Men et GWP-perspektiv er ikke konsistent med et temperaturmål som f.eks. EUs mål om at temperaturøkningen ikke skal overskride 2 grader Celsius i forhold til før-industriell tid (Manne og Richels, 2001). Da vil et GTP-perspektiv være mer hensiktsmessig (Shine et al., 2005; 2007). Tabell 3.2 viser Absolutte GTP-verdier for ulike klimaeffekter av flytrafikk ved ulike valg av tidshorisonter. EWF angir her summen av AGTP-verdiene for de ulike effektene dividert med AGTP for CO₂. Som nevnt over vil GTP-verdiene for komponenter med kort levetid være følsomme for valg av klimamodell. I beregningen av GTP-verdiene i Tabell 3.2 er det brukt en meget enkel modell basert på Shine et al. (2005) som nok undervurderer betydningene av kortlevde komponenter på lengre sikt. Likevel viser tallene en tydelig tendens til at vekt faktoren (EWF) blir lavere enn for et GWP-perspektiv for relevante tidshorisonter (dvs. alle utenom første år).

Dataene presentert i Tabell 3.1 og 3.2 er globale gjennomsnitt og er ikke gyldige for enkeltstrekninger. Når flygestrekningen øker vil en større andel av de totale CO₂-utslippene skje i cruise-fasen og flyet tilbringer mer tid i cruise-fasen. Fra Oslo til Bergen vil bare 20 prosent av CO₂-utslippet være i cruise og flyet tilbringer kun 5-10 minutter i cruise-fasen. På en tur fra Oslo til Tromsø vil tilsvarende tall være 46 prosent og 50 minutter, og fra Oslo til Bangkok 85 prosent og 9 timer. På generelt grunnlag kan vi derfor konkludere at på korte norske innenriksstrekninger vil flyet tilbringe mindre tid under forhold som er optimale for dannelse av kondensstriper og cirrus og at betydningen av andre effekter enn CO₂ dermed trolig er mindre. Det er imidlertid meget store usikkerheter i dette anslaget fordi klimaeffekten av kondensstriper og cirrus er nettoeffekten av et oppvarmende og et avkjølende bidrag som er omtrent like store. *Regionale meteorologiske forhold kan derfor ha meget stor betydning for hvor stor nettoeffekten blir.* Ikke minst er det forskjell mellom innenriks og europeiske flygninger som foregår på dagtid hvor skyer også har en avkjølende effekt pga refleksjon av sollys, og interkontinentale flygninger som ofte foregår om natten hvor slik avkjøling ikke finner sted.

Tabell 3.2: Absolutte GTP verdier (pr. kg CO₂ utslipp) ved ulike tidshorisonter, og netto utslippsvektingsfaktor (EWF)

Tidshorison (2000 start)	CO ₂ AGTP	CH ₄ og O ₃ NET AGTP	Kondensstriper AGTP	Cirrus AGTP	Alle faktorer EWF
1 år	1.3	11.5	9.8	29	40
20 år	8.5	-2.6	0.25	0.76	0.81 ⁵³
100 år	5.9	-0.017	0.0002	0.0006	1.0

TØI rapport 921/2007

Enheten til AGTP er 10⁻¹⁶K kg CO₂⁻¹. Egnede multiplikasjonsfaktorer (EWF: Emission-Weighting Factor) for total klimaeffekt fra flysektoren ved en gitt tidshorison er vist i siste kolonne. Dette er summen av alle AGTP verdiene dividert med AGTP verdien for CO₂.

Multiplikasjonsfaktoren (EWF) for nettoeffekten av utslipp har ikke vært studert i detalj for mange andre sektorer. Berntsen et al. (2006) gjorde modellberegninger for store varmekraftverk og fant faktorer mellom 0 og 1 for denne type utslipp. Grunnen til de lave faktorene er at utslipp av SO₂ fra kull gir sulfatpartikler som har en betydelig avkjølende effekt i seg selv og via modifisering av skydekket. Anslag for veitrafikk tyder på EWF faktorer opptil 1.25 p.g.a. ozondannelse via NO_x-, CO- og VOC-utslipp (mye større CO- og VOC-utslipp enn fra fly) og sotpartikler fra dieselmotorer.

⁵³ Årsaken til at man får en verdi mindre enn 1 for en tidshorison på 20 år, er at på denne tidsskalaen får effekten på metan relativt stor betydning. NO_x-utslipp reduserer metankonsentrasjonen og gir avkjøling noe som dermed bidrar til å redusere total klimaeffekt etter 20 år.

3.3 Luftfartens andel av klimagassutslipp

3.3.1 Prinsipper for å allokere luftfartsutslipp⁵⁴

Prinsipp for allokering av utenriks luftfart til land er et politisk spørsmål. I Kyotoavtalen er f.eks. ikke utenriks luftfart inkludert, kun innenriks luftfart telles med.

Det er imidlertid også en del praktiske hensyn å ta. Det må finnes data til å kunne følge opp overholdelse av avtaler og det må være tilgjengelige virkemidler for å redusere utslippene.

CE Delft (2007) har diskutert prinsippene for allokering i lys av myndighetenes muligheter til å gjennomføre tiltak. De deler mulige virkemidler inn i tre a) Teknologiske (subsidiar, teknologistandarder og ytelsesstandarder) b) Avgifter på drivstoff eller utslipp c) Kvotesystemer med utslippstak.

Tabell 3.3. Oversikt over statens virkemidler (fra CE Delft, 2007)

Virkemiddel	Kontrollerer	Knyttet til allokeringsoptjon
Forskning og utvikling	Teknologisk utvikling	Nasjonale selskap
Teknologi-standarder	Hastighet for å ta i bruk ny teknologi innenfor myndighetsområdet	Nasjonale selskap Fly som landet og tar av fra landet Destinasjonen til gods og passasjerer
Ytelses-standarder	Hastighet for å ta i bruk ny teknologi og reelle utslipp innenfor myndighetsområdet	Nasjonale selskap Fly som landet og tar av fra landet Destinasjonen til gods og passasjerer
Avgifter	Utslipp fra salg av drivstoff innenfor myndighetsområdet	Salg av drivstoff (bunkers og innenriks)
Avgifter på utslipp	Utslipp innenfor myndighetsområdet	Nasjonale selskap Fly som landet og tar av fra landet Destinasjonen til gods og passasjerer
Handel med utslippskvoter	Totalt utslipp innenfor området som er definert	Salg av drivstoff (bunkers og innenriks) Nasjonale selskap Fly som landet og tar av fra landet Destinasjonen til gods og passasjerer

TØI rapport 921/2007

Teknologikrav kan settes til nasjonal flåte, men også til en flåte tilhørende andre selskaper som trafikkerer landet. Avgifter kan benyttes innenfor området med myndighetsutøvelse og kan også anvendes på andre lands fly når de er innefor dette området. Et kvotesystem kan settes opp med ulike avgrensninger (nasjonale selskap eller innen for nasjonal region). Det vi si at et land sitter på virkemidler til å redusere utslipp fra nasjonale selskap/flyflåte og flygninger innen og til/fra landet.

Det er foreslått flere ulike allokeringssprinsipper for utslipp fra internasjonal luftfart. Noen av disse er:

1 Allokering av utslippene til det landet hvor drivstoffet er solgt

Fordel: data er lett tilgjengelige både nasjonalt og i databaser i regi av internasjonale organisasjoner. Salgslandet kan påvirke utslippet ved avgifter, regulering av teknologistandarder for fly som får lov til å lande og kvotehandel (for eksempel lagt på distribusjonsleddet).

Ulempe: kan gi uheldige tilpasninger dersom ikke virkemidlene harmoniseres internasjonalt.

2 Allokering av utslippet i henhold til nasjonaliteten til transportselskapet eller i henhold til hvor fartøyet er registrert

⁵⁴ Dette avsnittet er hentet fra kap 3.5 i Lian et al (2007a).

Denne opsjonen vil kreve nye rutiner for datainnsamling. Siden det er et begrenset antall flyselskaper ville det imidlertid ikke være helt umulig å skaffe verifiserbare data. Flyselskapene sitter også på virkemidler for å kunne redusere utslippene. Staten kan påvirke utslippene innen deres myndighetsområde gjennom kvotesystemer for utslipp og tekniske standarder.

Ulempe: dersom selskapet i stor grad driver eksporttrettet virksomhet (flyr andre lands passasjerer), vil villigheten til eierlandet til å sette inn harde virkemidler trolig være lav.

3 Allokering av utslippet til landet som er startpunkt eller destinasjonen til flyet

Denne opsjonen er trolig enkel med hensyn på datainnsamling. For luftfart er trolig resultatet tett opp til opsjon 1. Staten kan påvirke utslippene innen deres myndighetsområde gjennom kvotesystemer for utslipp, avgifter og tekniske standarder.

4 Allokering av utslippet til landet som er opprinnelse eller destinasjonen til gods eller passasjerer

Denne opsjonen er den mest krevende med hensyn på datainnsamling selv om data kan finnes i ulike registre. Ved direkte flygning er opsjon 4 lik opsjon 3. Ved nettverksflygning som er vanlig utenlands, vil det være vanskelig å få data og opprinnelseslandet har få virkemidler.

5 Allokering av utslippet til nasjonaliteten til de som reiser

Denne opsjonen vil kreve nye rutiner for datainnsamling og utfordringene vil trolig være større enn for opsjon 4. Mangel på virkemidler er et problem her som i opsjon 5. Samtidig reflekterer et slikt prinsipp nordmenns klimafotavtrykk, det vil si utslipp forårsaket av nordmenn, se avsnitt 3.3.6 i denne rapporten eller kapittel 4.3 i Lian m fl (2007a).

Allokering er kun nødvendig når man skal sette tak på utslippet til et land, for eksempel i forbindelse med en avtale slik som Kyoto. Allokeringsprinsipper er i mange år diskutert under klimakonvensjonen og disse diskusjonene vil fortsette for å få enighet mellom partene om et prinsipp. En workshop holdt i Oslo i oktober 2007 i regi av EUs miljøbyrå og Miljøverndepartementet konkluderte med at problemene med datatilgjengelighet kan løses, dvs at problemene knyttet til allokering er først og fremst politiske - og ikke tekniske.

Bruk av avgifter eller handel med utslippskvoter krever ikke at utslippet allokeres til enkeltland. Forslaget om å integrere luftfarten i EUs system for kvotehandel illustrerer dette.

3.3.2 Luftfartens klimapåvirkning – forskjellige beregningsmetoder i norsk samfunnsdebatt⁵⁵

Siste års mediefokus på luftfart og miljø i Norge har vært preget av meget store forskjeller i hvordan klimagassutslippene fra luftfarten tallfestes. De årlige utslippene fra flytrafikken har vært tallfestet fra omtrent 1 million til omtrent 7 millioner tonn CO₂ og fra omtrent 2 til 15 prosent av de samlede norske utslipp. En hovedårsak til de ulike anslagene er at det brukes forskjellige beregningsmetoder.

Luftfartens bidrag til norske klimagassutslipp har i hovedsak blitt fremstilt ved hjelp av tre forskjellige beregningsmåter:

1) For det første beregnes utslipp fra innenrikstrafikken på grunnlag av drivstoff solgt til innenriks sivile formål. Prinsippene for metoden er fastlagt i Kyoto-protokollen og inngår i offisiell nasjonal utslippsstatistikk og rapportering om oppfølging av Kyoto-protokollens mål.

2) Det er også vanlig med beregninger av utslipp fra alt flydrivstoff solgt i landet – ”bunkers”. Bunkers omfatter i praksis alle flygninger innenriks og til første destinasjon utenriks⁵⁶. Summen av

⁵⁵ Teksten i dette avsnittet er ikke hentet fra Lian m. fl (2007).

alle lands "bunkerstall" er grunnlaget for beregningene av luftfartens samlede globale klimagassutslipp og sikrer således at alle utslipp blir med og at det ikke blir dobbeltregnskap.

3) En tredje beregningsmetode gir et anslag på utslippene fra flytrafikk fra det enkelte lands innbyggere. Slike beregninger søker å gi et bilde av innbyggernes "klimafotavtrykk" relatert til flyreiser ved at en beregner utslippene fra reiser med fly både innenriks og utenriks, samt mellom og i tredjeland.

Det er mulig å beregne utslippene fra all reisevirksomhet for nordmenn med fly globalt ("fotavtrykk") ved analyser av reisevaneundersøkelser, bruk av utslippskalkulatorer m.m. Dette er også gjort i prosjektet. Det er imidlertid ikke metodisk riktig å sammenlikne nordmenns totale globale utslipp fra flyreiser, med andre sektors bidrag i det nasjonale klimagassregnskapet. Dersom en slik andel skal beregnes, må en vurdere nordmenns globale klimagassutslipp fra luftfart i forhold til nordmenns globale klimagassutslipp ved alt forbruk, altså må import og eksport regnes inn. Et tilfredsstillende faglig grunnlag for å fastsette sikre anslag for dette foreligger ikke.

Videre er det grunn til å påpeke at:

- Beregningsmetode 3 "fotavtrykk" brukes ikke i andre lands offisielle statistikk, noe som bl.a. skaper risiko for "dobbel telling" av nordmenns flyreiser dersom en slik måte benyttes i Norge alene.
- Det finnes ingen fastlagt metode for å gjennomføre slike beregninger, og det er heller ingen fastlagt internasjonal registrering av dette.
- Eventuelle nye beregningsmåter må utvikles internasjonalt og tiltak/incentiver må fastlegges av internasjonale organer.
- Reiser mellom tredjeland foretas i hovedsak av utenlandske flyselskaper og under rammebetingelser som bestemmes av andre nasjoner. Denne reisevirksomheten kan bare påvirkes av norske myndigheter og flyselskaper til første destinasjon utenlands.

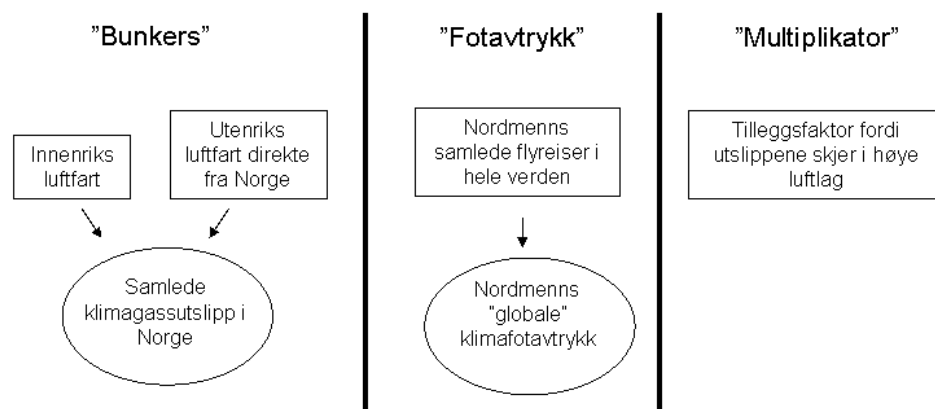
Norske myndigheter og norsk luftfartsindustri kan påvirke innenrikstrafikken og trafikken til første destinasjon utenlands (beregningsmåte 1 og 2). Det er videre dette som er med i ordinære offisielle statistikker nasjonalt og internasjonalt. Utgangspunktet for tiltakene i denne rapporten er derfor knyttet til disse kategoriene. Utslippstall for nordmenns samlede flyreiser i hele verden er likevel beregnet og drøftet.

Luftfartens miljøutfordringer er ikke bare knyttet til de direkte utslippene av CO₂. Som drøftet over fastslår FNs klimapanel at luftfarten har spesielle utfordringer fordi utslippene av andre gasser i høye luftlag har en tilleggseffekt⁵⁷, men det er usikkert hvor stor denne effekten er. Dersom tilleggseffekten beregnes ved hjelp av GWP konsistent med prinsippene i Kyoto-protokollen anslås det, gitt dagens kunnskapsnivå, at vekt faktoren ligger mellom 1,2 og 1,8 i forhold til utslippet av CO₂.

Figur 3.5 under illustrerer de ulike beregningsmetodene som oftest brukes i samfunnsdebatten om norsk luftfarts klimapåvirkning.

⁵⁶ Dersom en skal regne på disse tallene i prosent av nasjonale utslipp, må bunkerstall for både luftfart og skipsfart inkluderes i nasjonale utslipp.

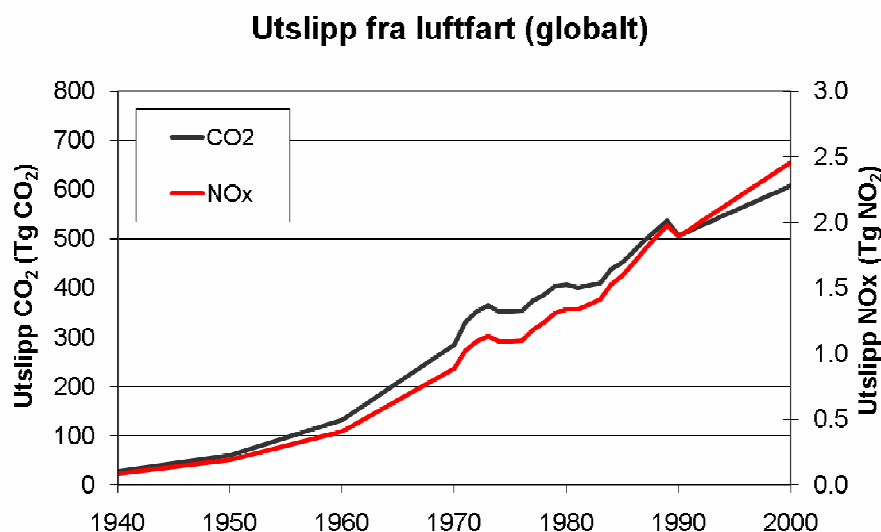
⁵⁷ Dette er effekter som ikke reguleres av Kyoto-protokollen. Også andre bransjers virksomhet medfører klimapåvirkning som ikke reguleres av Kyoto-protokollen.



Figur 3.5: Illustrasjon av ulike beregningsmetoder for klimapåvirkningen fra norsk luftfart.

3.3.3 Globale utslipp

Globalt økte CO₂-utslippene fra luftfarten med 50 prosent i perioden 1980 til 2000. Økningen i utslippene fra flysektoren har vært høyere enn økningen i totale globale menneskeskapte utslipp av CO₂ som i samme periode økte med 31 prosent (Olivier og Berdowski, 2001; Van Aardenne et al., 2001). I løpet av 1990-tallet gikk flysektoren forbi skipssektoren med hensyn på totale CO₂-utslipp. Flysektoren har i de siste tiårene hatt samme vekst i CO₂-utslipp som vegsektoren, men utslipp av CO₂ fra flysektoren utgjør bare 15 prosent av utslippene av CO₂ knyttet til vegsektoren.



TØI rapport 921/2007

Figur 3.6: Globale historiske utslipp av CO₂ og NO_x fra luftfart (kilde: EU-prosjektet Quantify).

Figur 3.6 viser også globale historiske utslipp av NO_x fra luftfart. Veksten i NO_x-utslippene var kraftigere enn utslippsveksten til CO₂ i perioden 1980 til 2000, da utslippene av NO_x økte med over 80 prosent. Årsaken til større vekst i NO_x-utslipp enn i CO₂-utslipp er endringer i motorteknologi som innebærer forbrenning under høyere trykk og temperatur. Dette har økt drivstoffeffektiviteten, og dermed redusert CO₂-utslippene, men har samtidig ført til økte utslipp av nitrogenoksider.

Disse dataene skiller ikke mellom innenriks og utenriks luftfart. Det internasjonale energibyrået (IEA) samler inn forbruksdata for flydrivstoff (jet parafin) for innenriks og utenriks luftfart separat. Globalt

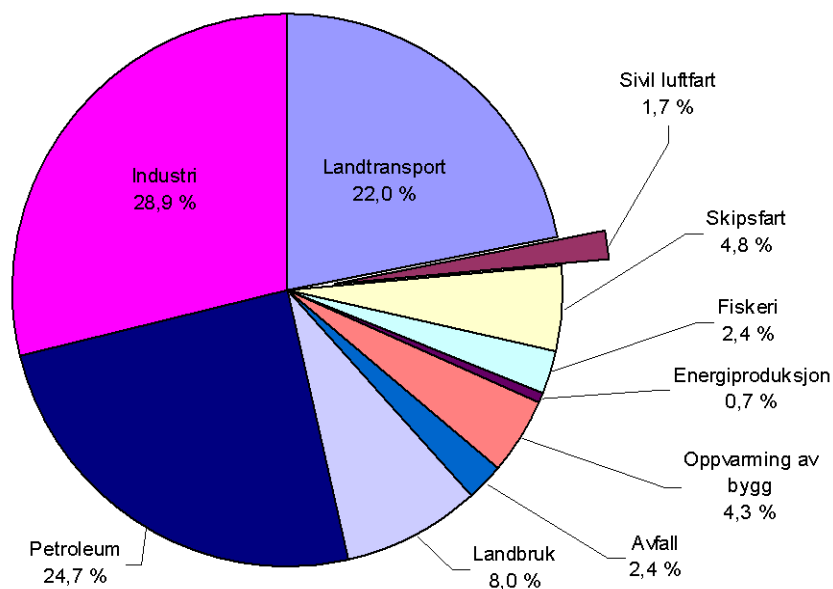
er 45 prosent av forbruket knyttet til innenriks luftfart, men med store variasjoner fra land til land. Kvaliteten på denne statistikken er ukjent.

I år 2000 var 2.2 prosent av de totale menneskeskapte CO₂-utslippene (uten bidrag fra arealbruksendringer) knyttet til flysektoren, og tilsvarende 1.9 prosent av totale utslipp av nitrogenoksider (Olivier og Berdowski, 2001; Van Aardenne et al., 2001).

3.3.4 Innenriks

CO₂-utslippene fra *norsk innenriks luftfart* økte med ca 60 prosent i perioden 1989 til 1999. Bakgrunnen var økning i lufttrafikken. I samme periode pågikk en kraftig utskifting av flyparken. DC9 og eldre Boeing 737 er erstattet med moderne og større flytyper. Fra 1999 til 2002 var det en nedgang i utslippene med rundt 25 prosent som følge reduksjon i antall flybevegelser. Deretter har det vært en svak økning innenriks. I perioden 2005-2007 har antall flybevegelser og setekilometer økt med ca 7 prosent.

Klimagassutslippet fra sivil innenriks luftfart var i 2005⁵⁸ på omlag 940 000 tonn av totalt 54,2 millioner tonn CO₂-ekvivalenter⁵⁹, det vil si omlag 1,7 prosent av de totale utslippene i Norge (Figur 3.7). Om lag ti prosent av dette er knyttet til helikoptertrafikken til og fra sokkelen⁶⁰.



Figur 3.7: Utslipp av klimagasser i prosent i Norge i 2005 etter sektorvis fordeling. (Kilde: St.meld nr. 34 (2006-2007) *Norsk klimapolitikk*. (Data for sivil luftfart er hentet fra annen SSB-statistikk.)

Hvis militær luftfart inkluderes er klimagassutslippet omlag 1,1 millioner tonn. Både sivile og militære utslipp skal rapporteres inn til FNs klimakonvensjon (UNFCCC) og dermed legges til grunn for de nasjonale forpliktelsene i Kyotoprotokollen.

⁵⁸ 2005-tallene er de siste offisielle tallene. Offisielle tall for 2006 publiseres av SSB i februar 2008. På grunn av trafikkveksten siste år er det sannsynlig at tallet er noe høyere for 2007.

⁵⁹ CO₂ er den viktigste klimagassen fra luftfart. Øvrige klimagasser er regnet om til CO₂-ekvivalenter. I rapporten omtales også de samlede klimagassene både som klimagasser eller for enkelthets skyld som CO₂.

⁶⁰ Tiltak vedr helikoptertrafikken er ikke vurdert i denne rapporten.

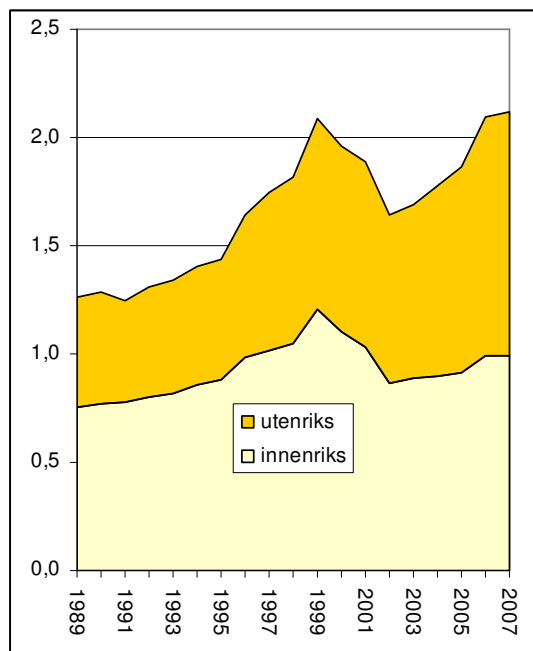
3.3.5 Utenriks – bunkers

CO₂-utslipp fra fly i *utenriksfart* var i 2005 like store som utslippene fra innenriks luftfart, men er ikke inkludert i Norges internasjonale miljøforpliktelser under klimakonvensjonen. Utslippene fra fly i utenriksfart som tanker på norske lufthavner økte med over 70 prosent i perioden 1989 til 1999 og med 25-30 prosent i perioden 1999-2007.

Salg av jetdrivstoff til både innenriks og utenriks luftfart økte kraftig fram mot 1999. I 2006 var salget til sivil luftfart på 0,666 millioner tonn drivstoff, dvs omtrent på nivå med 1999. Om lag 30 000 tonn (ca 5 prosent av totalsalget) var relatert til helikoptertrafikk.

Dersom en tar utgangspunkt i alt flydrivstoff solgt i Norge (bunkers) i 2005 er klimagassutslippene fra sivil luftfart beregnet til 1,88 millioner tonn og andelen av de nasjonale klimagassutslippene om lag 3,4 prosent⁶¹ (Lian m fl.2007: 58). Dette innebærer i praksis at alle flygninger innenriks og alle flygninger til første destinasjon i utlandet inkluderes, også de som er foretatt av utenlandske flyselskaper. De norske flyselskaperes andel av solgt bunkers var i 2007 om lag 75 prosent.

Luftfartens utslipp målt i bunkerssalg i 2007 (Figur3.8) er utgangspunktet for de tiltak bransjen foreslår og beregner virkninger av i denne rapporten.



Figur 3.8: Utslipp av CO₂ i millioner tonn fra innenriks sivil luftfart og utenriks luftfart fra Norge (Bunkers) Kilde: SSB salgsstatistikk, fordelt på innenriks og utenriks etter antall avreiste passasjerer. Utslipp for 2007 er foreløpig beregnet.

3.3.6 Nordmenns flyreiser – ”fotavtrykk”⁶²

Dessverre finnes ingen god statistikk for Nordmenns klimafotavtrykk. Lavutslippsutvalget gjorde et overslag og kom frem til at et slikt utslipp vil være litt lavere enn norske utslipp beregnet i henhold til Kyoto-prinsippet fordi vår eksport er utslippsintensiv (olje og gass og kraftkrevende industri). På grunn av forenklingene er dette fotavtrykket trolig underestimert. Senere undersøkelser antyder at importert CO₂-utslipp kan være 39 mill tonn (Reinvang og Peters, 2008). Det er mange forenklinger som gjøres ved beregning av en eller annen form for ”fotavtrykk”, enten det er for en nasjon eller en sektor, og det finnes ingen allment akseptert regel for hvordan slike forenklinger skal gjennomføres.

⁶¹ Hvis samme kriterier legges til grunn for utenriks skipsfart, vil luftfartens andel bli noe lavere.

⁶² Temaet er inngående drøftet i kapittel 4.3 i Lian m fl (2007a).

Ulike analyser vil derfor kunne få tildels svært forskjellige tall. Uansett er det viktig at de samme forenklinger gjøres på nasjonalt og sektornivå når sektorandeler av nasjonale utslipp skal anslås. Dette innebærer også at anslaget på nordmenns fotavtrykk gitt av Lavutslippsutvalget på rundt 50 millioner tonn CO₂ kan betraktes som svært usikkert.

TØI har beregnet at CO₂-utslippet i 2007 fra nordmenns flyreiser var i alt på 3,4 millioner tonn. Av dette var 0,83 millioner tonn innenlands, 0,12 millioner tonn på reiser til Norden, 1 millioner tonn på reiser til Europa ellers og 1,44 millioner tonn på reiser til øvrige verden⁶³ (Lian m fl. 2007a).

3.3.7 Oppsummering

Norsk luftfarts andel av totalt norsk klimagassutslipp avhenger av hvilket allokeringssprinsipp som legges til grunn. Det totale norske klimagassutslippet i henhold til *Kyoto-avtalens* beregningsprinsipper er på ca 54 millioner tonn CO₂-ekvivalenter. Av gassene som er inkludert i Kyoto-protokollen⁶⁴ er kun CO₂ viktig for luftfart. Dersom Kyoto-avtalens beregningsprinsipper legges til grunn, skal kun norsk innenriks luftfart telle med, det vil si alle turer mellom nasjonale lufthavner. Utslipet fra innenriks luftfart (inkludert Forsvaret) var i 2005 ca 1,1 million tonn CO₂. Den andelen av utslippet som er norsk ansvar i henhold til Kyoto-forpliktelsene utgjør altså ca 2 prosent. Uten Forsvaret er utslippet 0,93 millioner tonn CO₂, det vil si 1,7 prosent av norske utslipp. Om lag 10 prosent av dette er knyttet til helikoptertrafikken til/fra kontinentalsokkelen.

Dette er den beregningsmetoden som brukes i offisiell statistikk fra Statistisk sentralbyrå. Begrunnelsen for bruk av denne regnemåten er at myndighetenes muligheter for å anvende virkemidler er stor overfor disse utslippene. Det er derfor naturlig å la utslippene inngå i forpliktelsene sammen med andre sektorer. I de aller fleste land er det også mulig å samle inn utslippsdata av god kvalitet for sektorens innenriksaktivitet.

Under klimakonvensjonen har landene et ansvar for å rapportere utslipp fra *internasjonal bunkers* som er solgt i landet. Salg av bunkers bidrar til verdiskapning i salgslandet selv om forbruket og utslippene skjer i andre land. Myndighetene har virkemidler også ovenfor utenriks luftfart (salg av jetparafin eller andre reguleringer), men hensynet til internasjonale avtaler og eventuell konkurransevridding kan føre til at ensidig nasjonale virkemidler ikke tas i bruk. Salget av internasjonal bunkers reflekterer kun forbruket på reisen ut av landet, forbruket til returreisen vil bli allokert til landet man reiser fra. Om vi allokterer utslipp fra jetdrivstoff solgt i Norge til sivil luftfart til de norske utslippene, øker utslippet i 2005 til 1,88 millioner tonn CO₂ og andelen til 3,4 prosent⁶⁵.

For å oppsummere, var luftfartens andel av de totale norske utslippene i 2005:

- 1,7 prosent i forhold til Kyoto-målsettingen
- 3,4 prosent om vi tar med bunkers solgt i Norge

Utslipet fra bunkers solgt i Norge er beregnet til i alt 2,1 millioner tonn CO₂ i 2007, mens utslippet knyttet til nordmenns flyreiser totalt sett er 3,4 millioner tonn CO₂. En stor andel av dette er knyttet til reiser til land utenfor Europa.

⁶³ I dette tallet er det ikke trukket fra utslipp fra frakt i buken på flyet, som kan utgjøre opp mot 30 prosent av nyttelast på interkontinentale reiser.

⁶⁴ CO₂, CH₄, N₂O, HFC, PFC og SF₆

⁶⁵ For å komme frem til denne andelen har vi lagt til utslippet fra bunkers til Kyoto-avgrensningen.

4 Trafikkprognoser og klimagassutslipp i perioden 2007-2020 uten tiltak⁶⁶

For en vurdering av fremtidige klimagassutslipp er prognoser for trafikkvekst viktig. Trafikkveksten har variert historisk og vil variere betydelig fra år til år i perioden frem til 2020. For tiden er sektoren inne i en sterk vekst som ligger over både et historisk gjennomsnitt og forventet utvikling på lang sikt. Det må understrekes at prognoser for trafikkvekst er beheftet med stor usikkerhet.

Trafikkprognosene som ligger til grunn for vurderingene i prosjektet er utarbeidet av Transportøkonomisk institutt (TØI). De er i stor grad basert på scenarier som ble utviklet høsten 2006 i forbindelse med Avinors arbeid med en sektorplan tilknyttet Nasjonal transportplan (NTP).

Prognosen tar utgangspunkt i en relativt sterk underliggende økonomisk vekst i verdensøkonomien og med en forholdsvis sterk vekst i alle deler av verden. Veksten i BNP vil være anslagsvis 2-3 prosent pr år i Norge og 3 prosent internasjonalt. Det forventes CO₂-priser på linje med det som er kjent i EUs kvotehandelssystem (Euro 20-25 pr tonn CO₂, dvs 50 øre per liter drivstoff). Det skjer en økonomisk utjevning mellom de ulike verdensdeler. Internasjonale handelsavtaler bidrar til dette. Nye land arbeider seg inn i bransjer med avanserte teknologi og produkter, internasjonaliseringen øker og kulturskillene reduseres. TØI setter også som premiss at verken konflikter mellom verdensdeler eller terrorfaren øker.

Befolkningsveksten i Norge blir på 0,6-0,7 prosent pr år, det vil si at folketallet øker fra 4,7 millioner i dag til ca 5 millioner i 2020. Dette innebærer videre drøyt 6 millioner innbyggere i 2050, eller vel 30 prosent flere innbyggere i Norge enn i dag. Til dette tidspunkt er det også ventet en tredobling av antall personer med innvandrerbakgrunn (fra 365 000 til drøyt 1 million) fra både Europa og fjernere himmelstrøk.

Prognosen forutsetter at olje- og gassreservene fortsatt er tilstrekkelige. Dessuten skjer det en viss teknologiutvikling mht å utnytte andre energiformer (sol, vind, hydrogen). Til tross for sterk vekst blir resultatet at oljeprisene ikke stiger nevneverdig. Den vil ligge rundt 50 \$ per fat, men med sterke svingninger.

Prognosen viser markant økning i utenriks reiser i perioden, mens reisene innenriks vokser i mindre omfang. Det er særlig fritidsreisene som øker.

Med disse forutsetningene indikerer prognosene en årlig vekstrate på + 3,0 prosent regnet i antall reiser. Dersom det regnes i terminalpassasjerer, hvor innland teller dobbelt, blir veksten om lag 2,8 prosent per år på norske lufthavner⁶⁷. Innenriks forventes årlig vekst å være på 1,9 prosent og utenriks på 4,4 prosent. Det forventes sterkest vekst i fritidsmarkedet. Veksten foredeles seg som følger på lufthavnene:

- OSL: 3,2 prosent
- Store lufthavner: 2,0 - 2,5 prosent
- Mellomstore lufthavner: 1,5 - 2,0 prosent
- Regionale lufthavner: 0,5 prosent

Frem mot 2020 er norsk innenriks luftfart, målt i antall reiser, forventet å øke med 28 prosent, mens veksten blir anslagsvis 75 prosent på ruter til utlandet.

⁶⁶ Med "uten tiltak" forstås i denne rapporten "uten energieffektiviserende tiltak", dvs ulike tekniske, teknologiske og operative tiltak som bransjen kan iverksette. Prosjektets oppgave har vært å konsekvensberegne og sammenholde de vedtak som er fattet basert på eksisterende teknologi, samt utvikle og fremme nye tiltak.

⁶⁷ Regnet i terminalpassasjerer på Avinors lufthavner, hvor innland teller dobbelt. Hvis en tar utgangspunkt i antall reiser blir veksten noe over 3 prosent pr år.

Det antas imidlertid at det vil bli flere direkte ruteføringer til utlandet og 5-6 daglige interkontinentale avganger pr dag fra norsk lufthavner i 2020. Dette gir en samlet vekst i passasjerkilometer på om omtrent 75 prosent fra norske lufthavner i perioden 2007-2020 (Tabell 4.1).

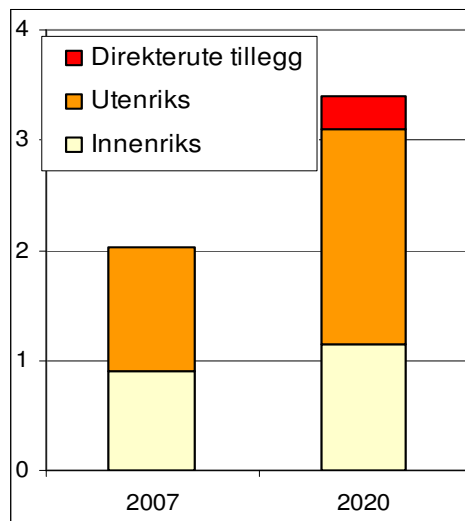
Tabell 4.1: Trafikkutvikling i passasjerkilometer og beregnede utslipp av CO₂-ekvivalenter (uten helikopter) fra bunkerssalg uten energieffektiviserende tiltak i 2007 og 2020 (Utarbeidet av TØI med data basert på Lian m. fl (2007a)).

	1000 mill passasjerkm			Mill tonn CO ₂ -utslipp uten tiltak		
	2007	Vekst til 2020		2007	Vekst til 2020	
Innenlands fly*	5,8	1,6	28 %	0,9	0,26	28 %
Utenlandsfly*	10,2	10,4	102 %	1,12	1,13	101 %
Sum	16,0	12,0	75 %	2,02	1,39	69 %

* 7 prosent av passasjerene på innenlandsflyene og 35 prosent av passasjerene på utenlandsflygningene fra norske lufthavner er ikke norske

Tabell 4.1 viser også beregnede klimagassutslipp i 2020 uten bransjespesifikke tiltak. I dette ligger en fremskrivning av dagens klimagassutslipp per passasjerkilometer og forventet trafikkvekst uten energieffektiviserende tiltak. Som det fremgår, er passasjerveksten og utslippsveksten lavest innenriks, og høyest utenriks. Hovedårsaken til den beregnede sterke utslippsveksten utenriks er den generelle økningen i direkteruter på europeiske og interkontinentale destinasjoner som øker klimagassutslippet fra norsk bunkerssalg med om lag 300 000 tonn ekstra. Dette medfører at andelen av utslipp fra utenrikstrafikk som inngår i bunkersstatistikken, og dermed ansvarsområdet for norsk luftfart, øker sterkest.

Prognosene for klimagassutslipp fra flydrivstoff solgt i Norge til innenriks og utenriks luftfart med uendret klimaeffektivitet er oppsummert i Figur 4.1 under.



TØI rapport 921/2007

Figur 4.1: Utslipp fra flydrivstoff solgt i Norge til innenriks og utenriks luftfart med uendret klimaeffektivitet.

Oppsummert er norsk innenriks luftfart forventet å øke med 28 prosent, mens veksten blir anslagsvis 75 prosent på ruter til utlandet frem mot 2020. I tillegg er et lagt inn en forventet økning i direkteruter fra Norge, blant annet 4-5 daglige direkte interkontinentale avganger fra norske lufthavner, som samlet gir en økning i klimagassutslipp på anslagsvis 0,3 millioner tonn i 2020, før energieffektiviserende

tiltak. Den sterkeste økningen i trafikken, målt i passasjerkilometer, vil skje på utenriks direkteiser fra norske lufthavner. Dette vil bidra til en viss omfordeling av utslippene fra nordmenns reiser registrert i andre lands bunkersstatistikk (inkludert i nordmenns "fotavtrykk") til norsk bunkersstatistikk. Dette er utslipp som norske myndigheter eller aktører i norsk luftfartsbransje kan påvirke.

5 Tiltak for å bedre luftfartens miljøprestasjon

I dette kapitlet redegjøres det for konkrete tiltak for reduksjon av klimautslipp fra luftfarten på kort (2008-2011) og noe lengre sikt (frem mot 2020). Disse omfatter tekniske løsninger, beskrivelse av dagens flyflåte og planene som foreligger for utskiftning av denne, flyoperative tiltak inkludert navigasjon og trafikkavvikling samt tiltak innen lufthavndrift. Til slutt drøftes alternative flydrivstoff og noen miljørelaterte forsknings og utviklingsprosjekter.

5.1 Flyteknisk

Flytekniske tiltak er relatert til motorteknologi og aerodynamiske egenskaper ved flykropp og vingeprofiler. Det er ved utvikling og forbedring av disse, samt ved bruk av alternativt flydrivstoff, at de største utslippsreducerende tiltakene ligger for luftfarten.

5.1.1 Flytekniske tiltak – 2008-2011

Både SAS og Norwegian gjennomfører omfattende programmer for å redusere drivstofforbruket i flyene som disponeres. Programmene⁶⁸ omfatter både flytekniske og flyoperative tiltak. SAS-gruppens ”Eco Fly”-prosjekt gjennomføres i hele konsernet og SAS Norge skal gjennomføre tiltak i løpet av 2008⁶⁹. (En nærmere omtale av programmene gis i kapittel 5.2, da hoveddelen av tiltakene som foreslås er flyoperative tiltak.)

For alle flyselskap er det et mål å oppnå et kostnadseffektivt vedlikeholdsprogram der flyene kortest mulig tas ut av trafikk. Det er derfor særlig viktig at utslippsreducerende tiltak blir systematisk identifisert og lagt inn i vedlikeholdsprogrammene.

I dette avsnittet omtales ettermontering av winglets, motorspyling og tiltak på flyskroget samt effekt av disse nærmere.

➔ Øvrige flytekniske tiltak i programmene⁷⁰ forventes å gi en utslippsreduksjon for SAS Norges flåte på mellom 2 og 3 tusen tonn CO₂ pr år med dagens trafikk tall og -mønster.

I tillegg har alle motorprodusenter løpende prosjekter for å forbedre sine produkter. Prosjektene går i stor grad ut på å introdusere teknologiske fremskritt i den operative flåten etter hvert som den nye teknologien blir tilgjengelig. Det gjøres i stor grad ved å sette inn nye, forbedrede deler når flyene er inne til vedlikehold. Forbedringene har positive effekter på utslipp, og er for de fleste fly- og motortyper beregnet til å kunne gi en utslippsreduksjon på opp mot fire prosent. Det tar tid å dokumentere effekten av tiltakene, som i stor grad vil være skrittvis. Tiltakene diskuteres ikke i denne rapporten.

5.1.1.1 Ettermontering av winglets

Beregninger tyder på at ettermontering av winglets er blant de tiltakene på eksisterende flåte som gir størst utslippsreducerende effekt. Winglets øker vingespennet og medvirker til å redusere luftmotstanden og dermed kraften som behøves for å skyve vingen gjennom luften.

⁶⁸ SAS’ ”Eco-Fly” og Norwegians ”Fuel Economy Optimization Program & Best Practices for Fuel and Environmental Management”

⁶⁹ I forbindelse med prosjektet har IATA beregnet potensielle utslippsreduksjoner for hele SAS-konsernet. SAS Norges andel av disse vil være 25-50 prosent, avhengig av tiltakene. Eksempelvis vil ettermontering av winglets gi større effekt på SAS Norges flåte enn i SAS Sverige og SAS Danmark fordi SAS Norge vil ha flere fly med winglets.

⁷⁰ Engine and APU SFC Build Standard, Airframe Drag Fuel Bias og Engine Fuel Bias.

Winglets må designes slik at de er tilpasset vingene de skal brukes på, og kan ikke monteres på alle fly. For Boeing 737 – som dominerer norske flyselskapers flåter – er effekten antatt å være god. Winglets har størst effekt når flyet er i underveisfasen (cruise). Best effekt oppnås derfor på lengre strekninger (eksempelvis mellom Sør- og Nord-Norge, eller til og fra Sør-Europa), mens kortere strekninger (typisk for operasjoner i Sør-Norge) gir mindre effekt. Winglets anslås å gi mellom en og fem prosent drivstoffreduksjon.

SAS Norge var det første norske flyselskapet som tok i bruk winglets da selskapet satte i drift to nye B737-700 sommeren 2007. Selskapet har i november 2007 vedtatt å installere winglets på ytterligere tolv B737-700 og vurderes for resterende flåte. Arbeidet starter tidlig i 2008.

Norwegian har installert winglets på ett av sine B737-300, besluttet installasjon på tre til og vurderer installasjon på resterende B737-300 flåte.

Alle de nye flyene Lufttransport skal benytte fra våren 2009 – Beechcraft King Air B200⁷¹ – skal leveres med winglets.

Ettermontering av winglets har stor effekt på kort sikt. I 2020 vil imidlertid Norwegian ha byttet ut alle sine fly med ettermonterte winglets. Effekten av winglets for SAS sin flåte i 2020 er inkludert i analysene vist til i avsnitt 5.1.2 i denne rapporten.

➔ *Det forventes en utslippsreduksjon på mellom 1 og 5 prosent pr flyindividue avhengig av distanse ved ettermontering av winglets på Boeing 737.*

5.1.1.2 Motorspyling

Motorspyling går ut på å begrense reduksjonen i effektivitet som alle motorer får over tid. En overhaldt motor bringes tilbake til fabrikkens spesifikasjon. Motorspyling bedrer luftgjennomstrømmingen og gir lavere intern "luftmotstand". Normalt gjennomføres motorvask kun ved tyngre vedlikehold, men SAS Norge har nå bestilt utstyr for dette og vil i løpet av 2008 legge motorspyling inn i de løpende vedlikeholdsprogrammene. Widerøe spyler sine motorer hver 500 flytime som en fast del av vedlikeholdsprogrammet. Effekten i form av reduserte utslipp er ikke kvantifisert.

➔ *Tiltaket antas å redusere klimagassutslippene fra SAS Norges flåte med ca 2,5-5 tusen tonn.*

➔ *Effekten er ikke kvantifisert hos Widerøe, men det forventes å være mindre enn hos jetoperatører fordi hastigheten til turbopropfly er lavere*

5.1.1.3 Tiltak på flyskroget, herunder vask og polering

Alle flyselskapene har program for utvendig vask og polering av flyene. Widerøe har krav om utvendig vask av flyene seks ganger i året og polering tre ganger i året. Tilsvarende finnes hos de andre flyselskapene. Fjerning/justering av ujevnheter på flyskroget har også en effekt. Eksempelvis vil en 5 millimeter ujevnheter i overgangen mellom hoveddøren og skroget gi økt drivstofforbruk på 9,100 liter pr år pr flyindividue for en B-737 i SAS Norges flåte.

➔ *Tiltaket forventes å redusere SAS Norges klimagassutslipp med 0,6-1,2 tusen tonn CO2 pr år*

5.1.2 Effekt av flåteutskifting

Dette avsnittet tar for seg planene for utskifting av norske flyselskapers flyflåter. Dette er det desidert viktigste utslippsreduserende tiltaket norske operatører kan gjennomføre og er derfor viet stor plass.

⁷¹ <http://www.hawkerbeechcraft.com/beechcraft/aircraft/turboprops/kaB200/>

Det er ved innkjøp av nye fly de største sprangene for utslippsreduksjon kan tas for norsk luftfart. For å dekke flyselskapenes behov for nytt materiell rundt 2015, må både fly- og motorindustrien foreta nødvendige beslutninger tas de kommende to år. Dette må skje i kombinasjon med at også flyselskapene definerer behov og stiller krav til produsentene.

Valg av tidspunkt for oppgradering og utskifting av fly har betydning for utslippene. Men flykjøp bør også tilpasses de ulike rutestrukturene. Visse flytyper er optimalisert for cruise og vil ha fortrinn på lange ruter. På kortbanenettet har fly med turbopropmotorer fortrinn, blant annet ved bedre utnyttelse av drivstoffet ved avgang.

Mange selskaper har som policy å skifte ut flåten raskere enn før.

Norwegian

Norwegian har inngått avtale om kjøp av 42 Boeing 737-800 med tech insertion engines (miljømessige forbedringer) og winglets (reduisert drivstofforbruk). Disse blir levert i perioden 2008 til 2014. I tillegg har selskapet inngått en leaseavtale på ytterligere 11 Boeing 737-800 av samme type. Det er forventet at disse beholdes i overskuelig fremtid. Selskapet har også en opsjon på ytterligere 42 fly med samme konfigurasjon.

I 2020 vil selskapet ha en flåte bestående av mellom 84 og 95 Boeing 737-800 fly av denne typen. Eksisterende flåte Boeing 737-300 vil være helt faset ut i 2020. Det er imidlertid mulig at marked og nasjonale begrensninger kan medføre rokkeringer av antall flyindivider mellom de AOC'er [Forklare] Norwegian innehar (FlyNordic, + evt andre).

Norwegian kan i dag regne med en kabinfaktor på 80 prosent i snitt og vil gjøre det samme i 2020. Forbruk per passasjerkilometer er 27-28 prosent lavere for flåten i 2020 (Boeing 737-800 med winglets) enn dagens flåte (Boeing 737-300).

➔ *Norwegians flåte vil være 27-28 prosent mer energieffektiv per passasjerkilometer i 2020 enn i 2007.*

SAS Norge

SAS Norge vil pr 1. juli 2008 ha en flåte bestående av 40 Boeing 737 NG, "Next Generation", (-600, -700 og -800) og 17 Boeing 737 Classic (-400 og -500). Med andre ord vil 70 prosent av flåten bestå av nye er NG. Videre vil 17 av SAS Norges Boeing 737 NG være utstyrt med winglets.⁷² I tillegg består flåten av seks turboprop Fokker 50. SAS-selskapenes flåte består til sammen av nærmere 200 fly fordelt på Norge, Danmark, Sverige og International, og nærmere 300 fly om alle SAS-konsernets fly tas med.

Fly av typen MD-80 og B737 "Classic", modellene -400 og -500 vil være byttet ut i god tid før 2020. Tidspunktet for lansering av en ny flytype fra Boeing og/eller Airbus er p.t. usikkert, men uansett vil SAS Norge's flåte, både pr 2015 og 2020 primært bestå av Boeing 737 NG i forskjellige versjoner.

I tillegg vil SAS gjennomføre andre tiltak på eksisterende flåte, blant annet installasjon av nye seter, som gir lavere vekt og større setekapasitet.

SAS har gjennomført analyser av konsekvensene av fortsatt vekst, revidert flåteplan og ny teknologi med tanke på utvikling av utslipp i 2020.

Et av de viktigste tiltakene for utslippsreduksjoner i forhold til dagens flyflåte er tilgangen på en ny generasjon fly med vesentlige forbedringer. Både Airbus og Boeing ser på muligheten for å erstatte dagens "B737-størrelse" fly. SAS forventer, og vil kreve av produsentene, at neste generasjon fly er 30

⁷² To Boeing 737-700 levert i 2007, tre Boeing 737-800 levert nye i 2008, samt 12 eksisterende Boeing 737-800 som blir bygget om.

prosent eller mer forbedret i forhold til dagens modeller. Boeing uttalte i desember 2007 at et slikt nytt fly kan tenkes tilgjengelig i 2015⁷³. SAS' beregning er gjort med basis i dagens flåte, som er en blanding av flere modeller og versjoner fra hovedsakelig Boeing og Airbus.

Det er lagt inn fortsatt vekst i analysen, som gjelder hele konsernet, med 4 prosent passasjervekst per år. Dette antas fordelt med noe høyere vekst internasjonalt enn innenlands. Ut fra antatt tilgjengelighet på ny teknologi, antatt flåteplan og med anslått trafikkvekst, gir analysen en svakt økende utslippsvekst i perioden frem mot 2015 og deretter utflating og reduksjon tilbake mot 2007-nivå rundt 2020. Selskapet anslår at med trafikkveksten som ligger i beregningene vil teknologi alene gi null-vekst i utslipp i perioden 2007-2020, og at andre tiltak vil gi en reduksjon i forhold til 2007-nivå.

Ny flåteplan for SAS, inkludert SAS Norge, forventes vedtatt av selskapets styre i løpet av sen vinteren 2008.

Sett i forhold til utviklingen av eksempelvis dagens Boeing 737 er det sannsynlig at også et fremtidig fly vil se en positiv utvikling, spesielt på motorsiden, med ytterligere reduksjoner av utslipp og støy.

➔ *SAS Norge anslår at flåten i 2020 vil ha en forbedring av energieffektiviteten på mellom 25-30 prosent per passasjerkilometer, dette hovedsakelig på grunn av utskifting av fly og endringer i setekapasitet*

Widerøe

Widerøe har pr januar 2008 totalt 28 fly av typen DHC-8 (5 stk Q400, 6 stk -300, og 17 -100). Flåten består av individer som er mellom null og femten år gamle. Flere av flyene er nye og utstyrt med det siste i teknologi og har fremragende prestasjoner når det gjelder energiutnytting. Også de eldre flyene er kontinuerlig modifisert til siste standard på instrumentering, navigasjonsutstyr og motoroppdateringer, noe som gir god miljøgevinst.

Flyparken har beste teknologi som finnes på markedet hva angår miljøprestasjoner. Det jobbes med å forlenge levetiden for flåten på kortbanenettet (DHC-8-100), da det ikke finnes naturlige arvtagere.

➔ *For flåten på selskapets kommersielle ruter, ventes ytterligere fornyelse i seg selv å føre til 5-10 prosent bedring av energieffektiviteten per setekilometer i 2020 sammenliknet med i dag.*

Lufttransport

Lufttransport AS operer totalt 19 luftfartøy. Selskapet har elleve Beech B200 og to Dornier 228 fly. Av helikoptre opereres ett Agusta Westland 139, to Agusta 109E, og tre Eurocopter 365 Dauphine.

Flyflåten byttes ut fortløpende med inngåelse av nye kontrakter. Selskapets Beech B200 byttes i helt nye fly, med blant annet winglets for å holde drivstoff forbruket på et minimum. Snittalderen på flåten er pr. dags dato om lag syv år. Det er store begrensninger på hvilke flytyper som kan brukes på grunn av Norges mange kortbaneplasser. Da det er lite utvalg av fly i dette segmentet, kommer besparelsene i all hovedsak fra ettermontering av winglets og at man flyr mer optimalt.

➔ *Lufttransport forventer at flåten vil være 7 prosent mer energieffektiv per setekilometer i 2020 enn i 2007*

⁷³ Se f.eks International Herald Tribune 6. desember 2007.

(<http://www.ihl.com/articles/ap/2007/12/06/business/EU-FIN-France-Boeing.php>). Boeing vil sannsynligvis lansere et erstatningsprogram for 737-produksjonslinjen sommeren. [I følge tidsskriftet *Flight International* 23-29 oktober 2007, vil to forskningsprosjekter under EUs syvende rammeprogram ha direkte føringer for Airbus A320 erstatning, planlagt ca 2015].

5.2 Flyoperativt

I dette avsnittet drøftes og beskrives tiltak operatørene kan iverksette for å redusere sin miljøbelastning *uten* motortekniske justeringer, med andre ord ved flyenes operasjonsmønster og karakteristika. I det følgende beskrives noen hovedgrupper av tiltak mer inngående, men en del er ikke ytterligere utdypet⁷⁴.

Organiseringen av luftrommet og lufttrafikkjenestens håndtering av dette er nærmere beskrevet i kapittel 5.3.

For å oppnå effektiv drift er det nødvendig å identifisere “minimum kost operasjoner”. For det flyoperative vil dette gjelde områder som prosedyrer i forbindelse med flyging, bruk av systemer ombord, valg og bruk av IT-systemer for planlegging og oppfølging av drift.

5.2.1 Flyoperative tiltak 2008-2011

SAS innførte i siste halvdel av 2005 tiltak for reduksjon i drivstofforbruk og klimagassutslipp. Dette har siden vært gjenstand for stadige forbedringer og prosjektet ble videreført og forsterket i 2006 gjennom koordinert deltakelse av arbeidsgrupper for alle relevante områder innen konsernet. Hensikten med arbeidet er å oppnå lavere operasjonelle kostnader og forbedre miljøprestasjonen gjennom å balansere effektiviteten i drivstofforbruket mot andre operasjonelle og kommersielle begrensninger.

Den kortsiktige målsettingen var å redusere SAS' drivstofforbruk med 40.000 tonn – tilsvarer 126 000 tonn CO₂ – i løpet av perioden 2006-2007, sammenliknet med 2005. SAS Norges andel av dette tilsvarte omlag ca 30-60 tusen tonn CO₂⁷⁵. Langsiktig målsetting er å strukturere tiltak for drivstoffbesparelse gjennom innføring av et fullt integrert “Fuel management information system” innen 1.januar 2009. Prosjektet starter opp i SAS Norge i februar 2008.

Norwegian har gjennom prosjektet “Fuel Economy Optimization Program & Best Practices for Fuel and Environmental Management” utdypet hvilke muligheter som er til stede for økonomiske og miljømessige besparelser og effektivisering. I tillegg vurderes operative elementer fortløpende for å oppnå effektivisering gjennom valg av korrekte og besparende prosedyrer.

➔ *Flyoperative tiltak i forbindelse med Eco-fly-prosjektet medfører for SAS Norge årlige utslippsreduksjoner på om lag 15-30 tusen tonn CO₂.*

➔ *Utslippsreduksjonene er ikke tallfestet for de andre flyselskaperes flåter.*

5.2.1.1 Oppgradering og utvikling av informasjonsteknologi

“Den stille IT-revolusjonen” brukes som samlebetegnelse på oppgradering og utvikling av utstyr om bord i flyene, planleggingsverktøy, samt i interaksjonen mellom fly og flygeledere. Det er et stort potensial for utslippsreduksjoner i alle ledd av flygingen ved implementering av forbedrede IT-

⁷⁴ Eksempler er: Total APU Savings; Low Noise-Drag Approach; No Alternate IFR; Engine Fuel Bias; Protected Contingency Fuel; Pilot Technique and Flight Management; Over Fuelling above Requested; Reduced Flap Landings & Take Off; ATC/Routing/SID/STAR Optimisation; Loading With Aft Center Of Gravity; No Bleeds Takeoff; Deleting Reduced Climb; Early Flap/Gear Extension; Minimizing Use Of “Descend Now” Function; Minimizing Use Of Flap 40 Landing; Minimizing Use Of Reverse Thrust; Takeoff Flap Selection; Avoiding Speed Above 250 Kias Below FL100; Approach Fuel Policy; Trip Fuel Bias. Bruk av Engine & Wing Anti Ice; Bruk av APU; Endring Av Climb/Cruise/Descend Profil.

⁷⁵ Oppnådde reduksjoner i 2007 tilsvarte 16 270 tonn drivstoff, eller 50 000 tonn CO₂ for SAS Airline totalt. Akkumulert for perioden 2006-2007 tilsvarte 24650 tonn drivstoff eller 77000 tonn CO₂. Akkumulert ble SAS Norges andel av dette 7213 tonn drivstoff, eller 22721 tonn CO₂. Dette tilsvarte 46 av målsettingen.

systemer og programvare. Bedre planleggingsverktøy og gate-to-gate planlegging kan eksempelvis redusere tid i venteposisjon og bidra til at selve flygingen foregår i optimal høyde⁷⁶.

Collaborative Decision Making (CDM) er et eksempel. Ved å tilrettelegge for deling av informasjon mellom de ulike aktørene dannes grunnlaget for mer optimale beslutninger i driftssituasjonen. Det gjennomføres prøveprosjekter på Heathrow og i München som kan vise til meget gode resultater. Utslippsreducerende effekter er blant annet kortere taksetider for avganger, redusert venting ved rullebanen og mer effektiv ressursbruk for handlingselskapene.

I Norge praktiseres metodikken allerede til dels ved Oslo Lufthavn, Gardermoen. Flyselskapene får bakkeradardata fra flyplassen og informasjon om flygingen fra kontrollsentralen i Røyken. Lufttrafikkjenesten mottar informasjon om antatt ankomsttid fra flyenes datasystemer, mens oljeselskapene på lufthavnen automatisk mottar drivstoffbestillinger. Dette er viktige elementer i beslutningsprosessen og optimaliseringen av driften som gir reduksjon i klimagassutslippene. I tillegg har OSL etablert rutiner for uregelmessigheter, i tett samarbeid med brukerne. Bransjen vil vurdere erfaringene som høstes i de internasjonale prøveprosjektene med sikte på nye initiativ i Norge.

IT-revolusjonen innebærer også at motorer og flysystemer kan overvåkes fra bakken under flygning eller på bakken. IT-baserte planleggings og diagnoseverktøy som systematisk lar en bruke erfaringsdata muliggjør kortere tid til vedlikehold. Bilder og film innvendig i motorer og systemer gir et bedre vurderingsgrunnlag når teknikere skal treffe tiltak, hvilket reduserer ressursbruken betydelig. Dette medfører bedre utnyttelse av flyindividen.

➔ *Effekten av SAS' løpende tiltak her er inkludert i de generelle flyoperative tiltakene beregnet under kap 5.2.1.*

➔ *Widerøe implementerer stadig ny it-teknologi som bedrer flyutnyttingen og teknisk-vurderingsgrunnlag og planlegger å investere i flere nye systemer. Beregning av påfølgende redusert utslipp er ikke utført.*

➔ *Eventuell effekt av hel eller delvis innføring av Collaborative Decision Making (CDM) er ikke beregnet.*

5.2.1.2 Taksing

Flyselskapene bruker en betydelig mengde drivstoff i forbindelse med taksing. Drivstofforbruket pr minutt ved taksing ligger på mellom 25 og 30 prosent av forbruket pr minutt i marsjhøyde (cruise level)⁷⁷. Gjennomsnittlig taksetid på typisk norsk rute er omlag 10 minutter ved uttaksing og omlag 5 minutter ved inntaksing. Denne kan være noe høyere når det er nødvendig med av-ising. Taksetiden utgjør med andre ord tidsmessig en relativt stor andel av selve flyturen. Ved norske lufthavner er den relative taksetiden kort sammenlignet med store lufthavner ellers i verden, der taksetid ved avgang kan være på mellom 45 og 60 minutter.

Betydelige forbedringer kan oppnås ved å etablere rutiner for både inn- og uttaksing med en motor ute av drift (engine-out taxiing). Det må imidlertid tas hensyn til både tekniske- og operative forhold, samt forhold på den enkelte lufthavn (trafikk tetthet, infrastruktur samt vær- og føreforhold). Når forholdene er tilrettelagt for "engine out taxiing" forutsetter dette at det enkelte flyselskap har etablert standardiserte operative prosedyrer og at piloter har fått trening i å utføre disse.

Potensialet er stort: Beregninger fra SAS viser at konsernets Boeing 737-flåte opererer med mer enn 150 000 bevegelser pr år. Erfaringstall tilsier at ett minutt med inn- og uttaksing for hele flåten gir

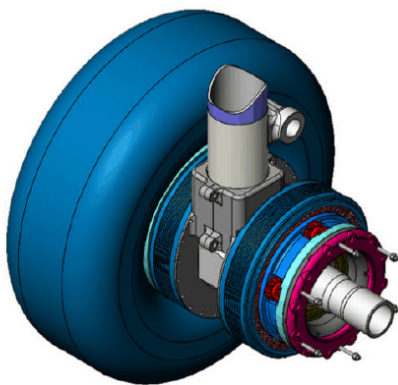
⁷⁶ Eksempler på rene IT-tiltak: FLT Plan Optimization Vertical; Pilot & Dispatcher Additional Fuel; Fuel Bias (Flight Planning System); Zero Fuel Weight Accuracy; RPL Optimization Lateral; Flight Level Optimisation; Electronic Flight Bag og Performance Verktøy

⁷⁷ Gjennomsnitt på SAS Airlines rutenett. Erfaringstall: Boeing 737 drivstofforbruk pr minutt i cruise omlag 37 kg. Pr minutt ved taksing omlag 12,5 kg.

utslipp av omlag 13 tusen tonn CO₂ pr år. Ved inn- og uttaksing med en motor ute av drift (for hele flåten) reduseres utslippene tilsvarende 6,5 tusen tonn CO₂ pr år for hvert minutt prosedyren gjennomføres for hele flåten.

Taksetiden kan også reduseres ved infrastrukturendringer på lufthavnene. Eksempelvis kan det legges til rette for hurtigavkjøringer, altså at flyene kan svinge av rullebanen i fart. Dette er planlagt på Oslo lufthavn, Gardermoen og på Stavanger lufthavn, Sola. Hurtigavkjøringer vil gi lavere "Runway Occupancy Time" som igjen vil føre til økt kapasitet på lufthavnene. Dette vil igjen kunne føre til mindre forsinkelser for ankomster i form av holding, vektorering og fartskontroll, og mindre venting på bakken før avgang. Taksetiden kan også reduseres ved optimalisert tildeling av gater i forbindelse med flyparkering og ved at flyene holdes ved gate til de kan takse direkte til avgangsposisjon.

Videre er det viktig med god kapasitet på av-isingsplattformene og de bør være plassert slik at taksetiden mellom dem og avgangsposisjonen reduseres til et minimum. Det ligger betydelige potensielle utslippsreduksjoner i avising ved gate, men dette krever store investeringer på lufthavnene. På kortbanenettet gjennomføres avising på park-stand før flyet starter opp. Når flyene må av-ises fylles ekstra drivstoff. Dette medfører dobbel negativ effekt ved at flyet forbrenner drivstoff i påvente av og under av-ising, samt at den ekstra drivstoffmengden som medtas ofte er større enn det som forbrennes før avgang, slik at flyet er tyngre og bruker mer drivstoff under selve flyturen. Erfaringsmessig medtas mellom 300 og 1000 kg ekstra drivstoff pr flygning på de dagene det er behov for av-ising.



*Advanced WheelTug prototype designs
integrate motors inside the hub of
nosewheels.*

Figur 5.1: Wheel Tug

Det finnes tekniske løsninger for å erstatte bruken av jetmotorer for fremdrift på bakken. Teknologi kan installeres på selve flyet. For eksempel kan installasjon av en elektrisk motor i nesehjulet slik at flyet kan takse for egen kraft uten jetmotorer til avgangsposisjon og til parkering etter landing (Figur 5.1). I juni 2005 ble det gjennomført en vellykket test av en prototype på en Boeing 767, og konseptutviklingen fortsetter⁷⁸. Elektrisitet til elektromotoren planlegges i første omgang levert fra flyets APU, og det må derfor påregnes noe utslipp. Det er usikkert om wheel tug vil bli godkjent for vinteroperasjoner. Det er også foreslått å la traktorer ("push back trucks") trekke flyene frem til avgangsposisjon, men også her er det knyttet usikkerhet til vinteroperasjoner.

➔ *Potensialet for reduksjon av klimagassutslipp fra taksing er anslått til å være mellom 3 og 7 prosent der maksimal effekt forutsetter alternativ teknologi for fremdrift på bakken.*

5.2.1.3 Thrust reverse vs bremsing ved landing

Ved oppbremsing av flyet etter landing reduseres drivstofforbruket og klimagassutslippet ved bruk av tomgangsreversering (Idle reverse) i stedet for thrust reverse. Tomgangsreversering benyttes i

⁷⁸ www.wheeltug.gi

kombinasjon med bremsene på flyets landingshjul. De fleste moderne fly kan utstyres med karbonbremses som gir mindre slitasje samt motstår høye temperaturer uten å miste effekt. Tomgangsreversering gir også mindre slitasje på motorene. Både SAS Norge og Norwegian har innført rutiner for dette. Bruk av tomgangsreversering må imidlertid vurderes opp mot blant annet vær- og føreforhold og rullebanelengde og kan derfor av sikkerhetshensyn ikke alltid benyttes.

➔ *Effekten ved dette tiltaket vil for SAS Norges flåte være på 0,4-0,8 tusen tonn CO₂ pr år.*

5.2.1.4 Reduksjon av vekt i flykabinen

Norske selskaper har gjennomført en rekke vektreduserende tiltak og følger opp dette fortløpende. For eksempel har både SAS og Norwegian redusert vannmengdene i sine fly (det er ikke nødvendig med fulle vanntanker på alle flygninger). SAS har montert nye og lettere seter som tar mindre plass i en del av sine fly. Tiltaket øker transportkapasiteten på eksisterende flytype og reduserer dermed klimagassutslippene per passasjerkilometer. SAS vurderer også tiltak i tilknytning til catering. Norwegian vurderer å utstyre sine nye fly med karbonbremseskiver som er om lag 260 kg lettere enn konvensjonelle bremses og reduserer behov for thrust reverse ved landing under normale forhold. Widerøe har tatt ut "galley" på DHC-100 flyene, hvilket ga en vektbesparelse på 72 kg pr fly, som tilsvarer én ekstra passasjer på samme drivstofforbruk. Videre er det besluttet å ta ut galley på Q400 og sette inn to seter i stedet.

➔ *De beregninger SAS Norge har gjort viser en utslippsreduksjon for egen flåte på 0,7-1,3 tusen tonn CO₂ pr år, men den samlede effekten av vektreduserende tiltak er større.*

5.3 Flysikringstjenesten

Flygelederens primære oppgave er å sørge for en effektiv og sikker trafikkavvikling – at luftfartøyer kan fly direkte og uhindret mellom avgangs- og landingssted. Ved stor trafikkmengde, kompleksitet eller støyhensyn kan det noen ganger være nødvendig å lede trafikk bort fra korteste rute. Med økende trafikk vil omfanget av restriksjoner og omrutinger som regel også øke. I slike situasjoner er tiltak som øker kapasiteten i luften viktige.

I dette avsnittet beskrives noen av de utslippsreduserende tiltakene som er aktuelle i flysikrings- og flynavigasjonstjenesten.

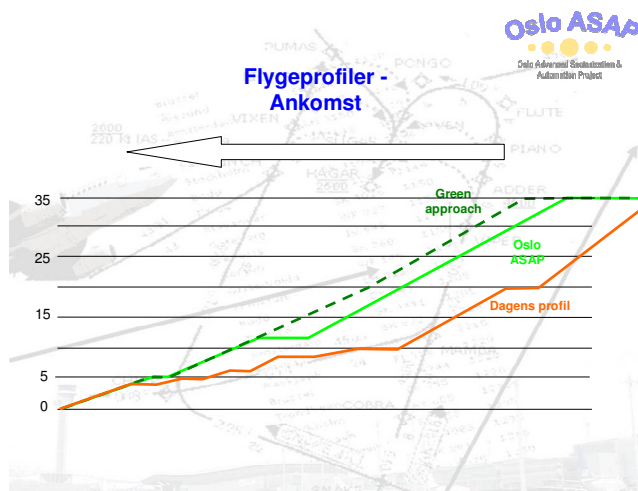
5.3.1 Ny organisering av luftrommet på Østlandet (Oslo ASAP)

Det har i løpet av de siste fem årene foregått en endring i trafikkstrømmer, innføring av nye flytyper og trafikkøkning som har resultert i endret fordeling av trafikken i Østlandsområdet. Sammen med blant annet et identifisert behov for en Arrival Manager (AMAN, automatisert sekvenseringssystem) og forestående implementering av "Ny forskrift om støyforebygging for Oslo Lufthavn Gardermoen" og identifiserte konfliktområder har dette ført til et behov for endring av dagens luftrom. Som følge av dette ble Oslo ASAP⁷⁹ etablert i mai 2006 for å utvikle og implementere en ny luftromsstruktur samt anskaffe og implementere et AMAN-system. Oslo ASAP skal etter planen implementeres våren 2011.

Innføring av AMAN vil gi et bedre planleggingsverktøy enn i dag slik at eventuelle forsinkelser kan absorberes på et tidligere tidspunkt og i høyere luftlag.

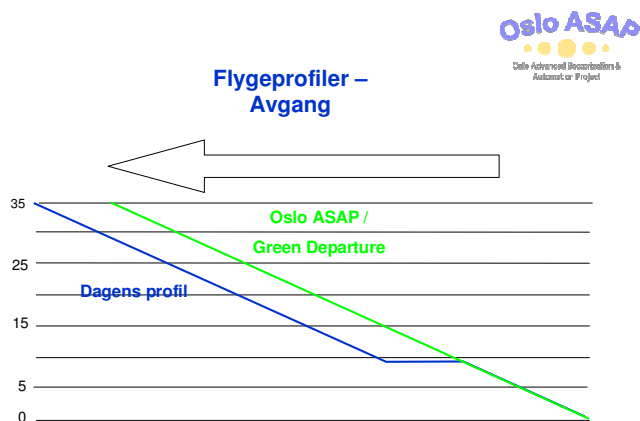
Det nye trafikkreguleringssystemet er basert på et Point Merge System der sekvensering foretas i midlere høyder (FL100-FL120) i motsetning til dagens luftrom hvor sekvensering foregår i lavere høyder (4000-7000 fot). Innføringen av systemet reduserer behovet for "utflatinger/level-offs" under innflygningen (Figur 5.2). Dette reduserer drivstofforbruket og klimagassutslippene. En viktig gevinst ved de nye innflygningsprosedyrene er at de muliggjør kontinuerlige klatring etter avgang.

⁷⁹ Oslo ASAP (Avansert Sektoriserings & Automatiserings Prosjekt) inkluderer også elementer som systemtilpasning og tekniske endringer, men disse er ikke omtalt her.



Figur 5.2: Flygeprofiler ved ankomst Oslo lufthavn, Gardermoen. Sammenlikning Oslo ASAP, dagens situasjon og en ideell "green approach". (Figuren er kun ment som en skisse og representerer ikke nødvendigvis eksakte verdier. Stiplet grønn linje er en tenkt helt optimal ankomst som i dagens luftrom vil kunne "benyttes" i lavtrafikkperioder, mens fullskala implementering ligger fram i tid).

Avganger med jetfly vil skje med kontinuerlig klatring til marsjhøyde (Continuous Climb Departure – CCD) (Figur 5.3). Omlag 25 prosent av alle avganger fra Oslo lufthavn, Gardermoen i dagens luftrom har en leveloff i ca 1-2 min i FL90 som følge av kryssende ankomster i FL100. I Oslo ASAP vil denne utflatingen kunne unngås, noe som medfører en betydelig utslippsreduksjon.



Figur 5.3: Flygeprofil ved avgang fra Oslo lufthavn, Gardermoen. Stilisert fremstilling av avgang etter innføring av Oslo ASAP og dagens profil. (Figuren er kun ment som en skisse og representerer ikke nødvendigvis eksakte verdier.)

Innføringen av ny luftromsstruktur vil, avhengig av destinasjon og avgangsplass, i noen tilfeller kunne medføre en noe lengre flydistanse, mens det i andre tilfelle vil være uendret. Den eventuelt økte flydistansen vil for det meste foregå i høyere luftlag. Det vil videre innebære at den aktuelle utfløyede distanse vil være mindre enn planlagt, mens det svært ofte er motsatt i dagens luftrom, hvor økt distanse ofte må foregå i lavere luftlag.

Endringene i luftromsstrukturen vil også kunne medføre kortere taksedistans før avgang og etter landing for trafikk til/fra Oslo lufthavn, Gardermoen⁸⁰.

⁸⁰ Vil til en viss grad påvirkes av hvilken utforming "Terminal 2" på OSL får.

➔ Samlet gir Oslo ASAP reduserte CO₂-utslipp på anslagsvis 20 000-30 000 tonn, pr år eller om lag 2-3 prosent av innenriks sivil luftfarts utslipp, med dagens trafikksituasjon (gitt en rekke forutsetninger).

5.3.2 Area Navigation (RNAV)

RNAV kan kort beskrives som et flys evne til å navigere uavhengig av bakkebasert utstyr (konvensjonell navigering). Kriterier for denne type navigering har en inndeling som skiller mellom de ulike fasene av en flyging. Det skilles mellom underveisnavigasjon, navigering i terminalområder (i nærheten av lufthavnen) og i forbindelse med inn- og utflyging. PBN-konseptet (se nedenfor) er en del av dette.

Performance based navigation approaches (PBN/RNP-AR)

SAS Norge startet i 2007 opp et prosjekt som ser på mulighetene for kortere inn- og utflygninger på en rekke lufthavner i Norge. Kombinert med "continuous descend-prinsippet" vil dette bidra til reduserte klimagassutslipp.

En PBN/RNP-AR-innflyging (heretter PBN) foretas ved hjelp av GPS-utstyr montert i flyene. Satellitter erstatter dagens metode som benytter signaler fra bakkebasert utstyr. Denne type navigasjon er vesentlig mer nøyaktig og bidrar også til øket tilgjengelighet, både i forhold til vær og topografi. Nettopp norsk natur og vær gjør at tiltaket har et stort potensial på en rekke lufthavner. Øket tilgjengelighet gir i tillegg mindre forsinkelser i luften, og færre overflygninger og returer. Den samme nøyaktigheten reduserer også utflyet distanse i forbindelse med avganger.

SAS regner med å gjennomføre den første testflygingen i løpet av 1. kvartal 2008. Haugesund lufthavn vil etter planen benyttes for uttesting av metoden i første omgang. Tromsø lufthavn, Langnes vurderes også for uttesting av metoden. Avinor og Luftfartstilsynet deltar også i prosjektet. Denne type operasjoner må godkjennes av luftfartsmyndighetene og er basert på en rekke forutsetninger. Flyenes utstyr må oppgraderes i forhold til gjeldende internasjonale krav⁸¹. Videre kan det ligge behov for teknologiinvesteringer (DME-dekning/radardekning) for å oppnå PBN ved en del av Avinors lufthavner. Opplærings- og treningsprogram for pilotene skal etableres og gjennomføres, og inn- og utflygingsprosedyrer skal konstrueres og godkjennes. Flyselskapet skal til slutt demonstrere at dette kan gjennomføres innenfor fastsatte krav. Alt skal inkluderes i godkjent manualverk.

Foreløpige beregninger gjort av SAS viser at 12 lufthavner i Norge har potensielle effekter av PBN på kort sikt, mens prosedyren kan innføres på ytterligere tre lufthavner på noe lengre sikt:

- | | |
|--------------------------------------|-----------------------------------|
| • Haugesund lufthavn, Karmøy | • Kirkenes lufthavn, Høybukthoen |
| • Tromsø Lufthavn, Langnes | • Svalbard lufthavn, Longyear |
| • Ålesund lufthavn, Vigra | • Sandefjord lufthavn, Torp |
| • Molde lufthavn, Årø | • Moss lufthavn, Rygge |
| • Kristiansand lufthavn, Kvernberget | |
| • Harstad/Narvik lufthavn, Evenes | På noe lengre sikt vurderes også: |
| • Alta lufthavn | • Trondheim lufthavn, Værnes |
| • Lakselv lufthavn, Banak | • Bodø lufthavn |
| | • Bardufoss lufthavn |

⁸¹ Gjennomføring av denne type innflyging er avhengig av navigasjonsutrustningen om bord og varierer mellom flyselskaper og deres flypark, og for de som leverer flysikringstjenester, fordi det til nå har det manglet et felles regelverk for denne type navigasjonskonsept. I løpet av 2008 vil ICAO få godkjent sin PBN-manual som vil føre til en global harmonisering og igangsette prosesser for fremtidens utforming av RNAV- og PBN-konsepter.

Potensialet for redusert utfløyet distanse for de fem antatt best egnede lufthavnene summerer seg til omlag 30 nautiske mil (NM) pr flyging, totalt 10712 flyginger (2005). Dette tilsvarer 2,6 tonn drivstoff, eller 8,2 tonn CO₂⁸².

➔ *Foreløpige beregninger antyder at innføring av PBN på fem lufthavner vil redusere klimagassutslippene gitt dagens trafikk med om lag 8 tonn CO₂ pr år.*

Continuous Descend Approaches (CDA) og optimalisert "grønn" innflygning

Continuous descend prinsippet kan kalles det vertikale elementet av PBN. CDA er en velkjent teknikk som til dels har vært benyttet av piloter opp gjennom årene. CDA kan uten videre, og med fordel, i større utstrekning innføres på en rekke lufthavner med relativt sett lav trafikk. Forutsetningen er et mer bevisst samspill mellom pilot og flygeleder hvor utstyret om bord benyttes til en mer planlagt konstant nedstigning. For ytterligere effekt vil en justering av det laterale elementet for innflygingsprosedyrer bidra til minimum drivstofforbruk.

Den optimale CDA, kjent som "grønn innflygning" forutsetter oppgradering av teknologien om bord i flyene og det utstyret som benyttes av lufttrafikktenesten. En grønn innflygning foretas ideelt fra marsjhøyde (dagens CDA gjennomføres fra lavere høyder/nærmere lufthavnen) og forutsetter at informasjon fra flyet gjøres tilgjengelig for lufttrafikktenesten (flygeleder). Flyet vil sende informasjon om antatt ankomsttid (ETA) og vil bli tildelt en ankomsttid fra lufttrafikktenesten.

Avinor vil i 2008 starte opp et prøveprosjekt for CDA på en eller to lufthavner. Prosjektet vil starte med en å utarbeide generelle prosedyrer for klarering av CDA-innflygninger til lufthavner hvor dette vil være mulig ut fra at trafikk tettheten i svært mange tilfeller tillater det. Etter prøveperioden tas det sikte på gradvis innføring etter hvert som prosedyrer for den enkelte flyplass blir etablert, og da i prinsippet tillatt brukt hvor som helst når trafikk tetthet tilsier det. Dette tiltaket krever i utgangspunktet ikke teknologiinvesteringer, men ressurser må settes av til å utarbeide prosedyren som må sikkerhetsanalyseres før iverksetting. Et viktig poeng i forhold til innføring av CDA, utelukkende basert på prosedyrer (ikke ny teknologi hos LTT i tillegg) er å sikre at tildeling av CDA til enkeltflyginger ikke medfører at andre flyginger får lengre flydistanse eller mindre gunstige høydeprofiler. De mest aktuelle lufthavner for innføring av CDA er:

- Oslo lufthavn, Gardermoen
- Moss lufthavn, Rygge
- Sandefjord lufthavn, Torp
- Kristiansand lufthavn, Kjevik
- Stavanger lufthavn, Sola
- Haugesund lufthavn, Karmøy
- Bergen lufthavn, Flesland
- Ålesund lufthavn, Vigra
- Molde lufthavn, Årø
- Kristiansund lufthavn, Kvernberget
- Trondheim lufthavn, Værnes
- Bodø lufthavn
- Harstad/Narvik lufthavn, Evenes
- Bardufoss lufthavn
- Tromsø lufthavn, Langnes
- Alta lufthavn
- Svalbard lufthavn, Longyear

Øvrige lufthavner vil bli vurdert på et senere tidspunkt.

➔ *Det er hittil ikke beregnet potensielle utslippsreduksjoner fra CDA i Norge. Effekten vil variere fra lufthavn til lufthavn og vil også være avhengig av trafikk tettheten. [Erfaringer fra Arlanda viser en reduksjon på gjennomsnittlig 100 kg drivstoff pr landing (om lag 300 kg CO₂) gitt en rekke forutsetninger.] Effekten for norsk luftfart vil bli beregnet som en del av prøveprosjektet.*

Continuous Climb Departure (CCD) og optimalisert avgangsfase ("grønne" avganger)

En optimal avgangsfase innbefatter kort taksedistanse fra gate til rullebane, lite venting (kø) før avgang og etter avgang bruk av mest mulig optimal stigeprofil uten "level-offs" og raskest mulig på

⁸² Faktor 3,15. Referanse er 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories – Volume 2 Energy

kurs mot destinasjon (se Figur 5.3 for en illustrasjon). Innsparingspotensialet vil være stort både på bakken hvor flyene forbrenner anslagsvis 12,5 kg pr minutt⁸³ og i luften. Et ”verktøy” kalt DMAN (Departure MANager) vil bidra til å få en optimalisert avgangsrekkefølge, spesielt på Gardermoen og andre større lufthavner, men er ikke nødvendig for CCD. En CCD vil ofte gi større utslippsreduksjon enn en CDA og kan også være lettere å oppnå.

Avinor vil i 2008 utarbeide informasjonsmateriell til lufttrafikkjenestens personell som kan bidra til å øke antallet CCD i Norge. En stor andel av flygingene i Avinors system oppnår en CCD, men tallet kan trolig forbedres med større bevissthet rundt dette. I slikt materiell vil også andre momenter i forhold til hvordan lufttrafikkjenesten kan bidra til reduserte klimagassutslipp tas inn.

➔ *Det er ikke beregnet utslippsreduksjoner som følge av CCD*

5.3.3 SCAT-I

SCAT-I er en forkortelse for Special Category I og er i verdenssammenheng et unikt satellittbasert innflygingssystem. Systemet nyttiggjør GPS-informasjon og gir med hjelp av en lokal bakkestasjon en posisjonsnøyaktighet på ca 10 cm. Systemet lager en virtuell innflygingstunnel som flyet følger, og en alarm går av dersom flyet avviker fra innflygingstunnelen.

Tradisjonelle instrumentlandingssystemer egner seg ikke på kortbanenettet, blant annet på grunn av topografiske forhold. Som følge av ulykker og alvorlige hendelser har et innflygingssystem for kortbanenettet stått høyt på samferdselsmyndighetenes og Avinors prioriteringsliste i mange år. Brønnøysund lufthavn, Brønnøy ble i slutten av oktober 2007 offisielt den første lufthavnen i verden som tar i bruk et satellittbasert landingssystem med lokal bakkestasjon. Avinor vil i årene fremover etablere systemet på 24 kortbanelufthavner.

SCAT-I vil bedre sikkerheten og regulariteten på norske kortbanelufthavner. I tillegg forventes reduserte klimagassutslipp som følge av ”grønne landinger”. Widerøe har installert nødvendig avionikk for å ta SCAT-I-systemet i bruk i til sammen 17 Dash 8 100 fly.

➔ *Det er ikke utarbeidet tallgrunnlag for å kunne si noe om i hvor stor utslippsreduksjon SCAT-I vil bidra til.*

5.3.4 Direkte ruteføringer (inkludert standard prosedyrer for inn- og utflyging)

Selv om ruteføringer i Norge i stor grad er direkte kan også disse optimaliseres for å korte ned distansene. Ved innføring av et felles etableringspunkt uavhengig av hvilken bane som er i bruk for avgang og landing, vil en rekke ruteføringer kunne reduseres.

➔ *Det er hittil ikke beregnet utslippsreduksjoner for direkte ruteføringer.*

5.3.5 Vær- og vinddata

Høydevindvarsler, såkalte høydevindkart, er noe av det viktigste for valg av flyhøyde og drivstoffforbruk. De mest brukte kartene blir utstedt ved World Area Forecast Center i Storbritannia, og er spesielt tilrettelagt for flyværtjeneste. Kartene oppdateres fire ganger i døgnet, utstedes for mange forskjellige flyhøyder og for alle verdensdeler. Kartene har høy kvalitet. I tillegg utstedes såkalte Nordenkart for høydevind. Disse har hatt varierende kvalitet, hovedsakelig fordi modellen ikke har fungert optimalt. Det jobbes kontinuerlig med forbedring av disse kartene.

➔ *Det er pt ikke mulig å kvantifisere utslippsreduksjoner som følge av eventuelle bedre høydevindsdata.*

⁸³ Gjennomsnitt på SAS Airlines rutenett. Erfaringstall: Boeing 737 drivstofforbruk pr minutt i cruise omlag 37 kg. Pr minutt ved taksing omlag 12,5 kg.

5.3.6 Forsvaret

Forsvarets bruk av luftrom til øvelser, både til seg selv men også gjestende nasjoner, gjør at det i perioder er betydelige restriksjoner på bruk av luftrommet i nord. I perioder kan deler av luftrommet være helt stengt. Dette kan medføre at det må flys omveier.

➔ *Konsekvensene for klimagassutslipp er ikke beregnet*

5.4 Lufthavndrift

Lufthavndrift omfatter i utgangspunktet den infrastruktur som er nødvendig for at fly kan lande og ta av fra lufthavnene. Dette kapitlet omfatter, tillegg til de rent praktiske sidene ved å holde rullebaner åpne, også drift av publikumsområder, parkeringsarealer osv.

I tillegg til Avinor AS og Oslo Lufthavn AS (OSL), som eier og driver de fleste lufthavnene i Norge, er det en rekke andre aktører som jobber tett opp mot fly og passasjerer, eller mer indirekte støttefunksjoner lokalisert på og rundt lufthavnen.

I det følgende kommenteres situasjon og tiltak for å redusere klimagassutslippene fra Avinor og Oslo Lufthavn sin virksomhet⁸⁴.

5.4.1 Klimagassutslipp fra lufthavndriften

Oslo Lufthavn AS (OSL) har i løpet av 2007 utarbeidet et klimaregnskap for 2006. Klimaregnskapet følger en internasjonal standard utviklet av The Green House Gas Protocol Initiative,⁸⁵ og tallfester utslipp av klimagasser tilknyttet OSLs virksomhet (inkl OSL Eiendom AS og 50 prosent av Oslo Lufthavn Tele og Data AS). Aktiviteter som representerer et direkte utslipp eller en indirekte miljøpåvirkning summeres eller beregnes som CO₂-utslipp.

Tabell 5.1: Utslippskilder som omfattes av klimagassregnskapet for Oslo Lufthavn AS

Direkte utslipp (Obligatorisk)	Indirekte utslipp (Obligatorisk)	Indirekte utslipp (Valgfrie andre kilder)
- o Egne kjøretøy - o Brannøvingsfelt - o Egen varmeproduksjon - o Reservekraft	o Produksjon av innkjøpt elektrisitet	- o Brannøvingsfelt – utleie - o Tjenestereiser - o Ansattes reiser til og fra jobb

Metodikken kan tilpasses alle typer virksomhet og skiller mellom direkte og indirekte utslipp av klimagasser. Alle direkte utslipp skal i følge metodikken være med i regnskapet. Det samme gjelder indirekte utslipp fra produksjon av innkjøpt elektrisitet. Det er imidlertid valgfritt å definere hvilke andre indirekte utslippskilder som skal inkluderes i regnskapet. Innkjøpt fjernvarme og gjenvunnet energi fra varmeveksling med grunnvannet er ikke beskrevet nærmere i denne rapporten.

I kategorien valgfrie indirekte utslipp har OSL valgt å inkludere utleie av brannøvingsfeltet, tjenestereiser, samt ansattes reiser til og fra jobb. På grunn av kompleksiteten i datainnsamlingen og usikkerhet i datagrunnlaget er ikke utslipp fra sluttbehandling av avfall eller forbruk av varer og tjenester inkludert.

Klimaregnskapet for drift av Avinors øvrige lufthavner er utarbeidet på et noe forenklet grunnlag der bidrag fra kontorbasert virksomhet i stabene ved hovedkontoret, samt flysikringsdivisjonen, ikke er beregnet. Regnskapet for de 45 lufthavnenhetene er basert på data for forbruk av elektrisitet og

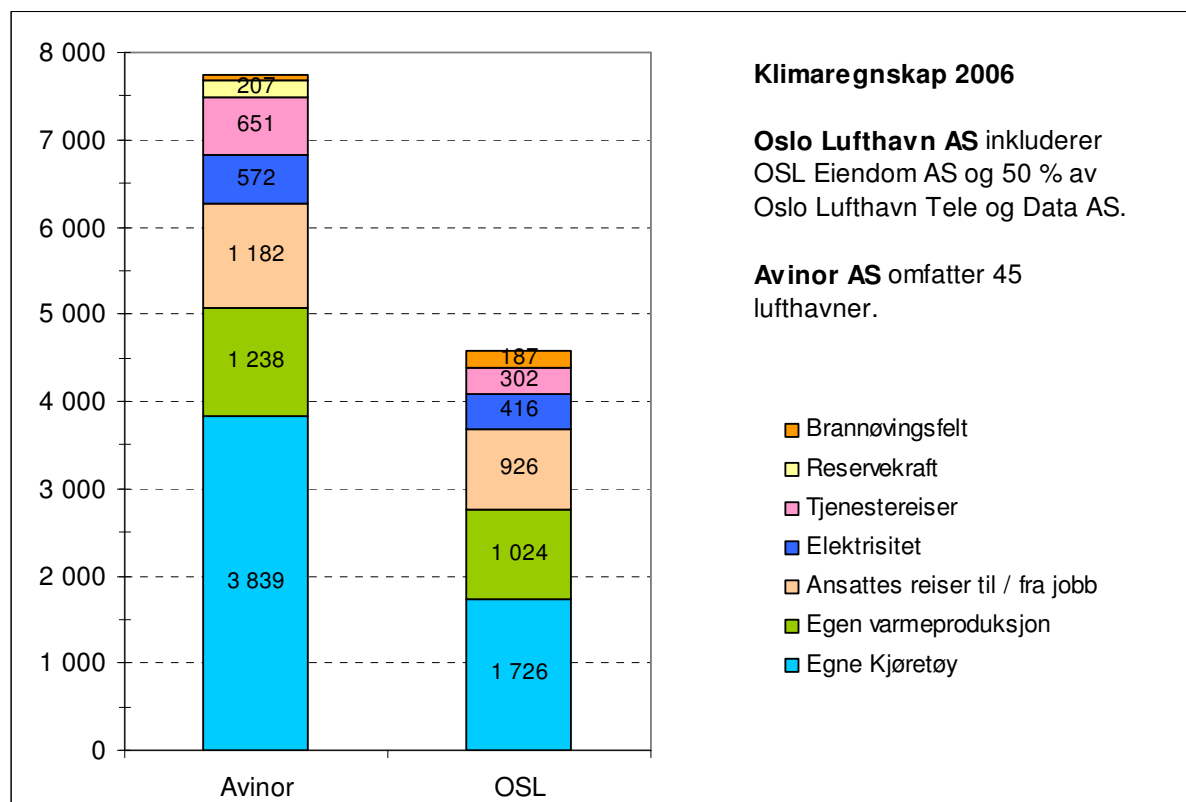
⁸⁴ Lufthavndriften ved Sandefjord lufthavn, Torp og Moss lufthavn, Rygge, omfattes ikke av denne rapporten.

⁸⁵ The Green House Gas Protocol Initiative ble opprettet i 1998 av World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) og World Resources Institute (WRI). Mer informasjon her: www.ghgprotocol.org.

kjøretøydrift, men det er ikke innhentet data for alle tjenestereiser eller ansattes reiser til og fra jobb. Overslag for disse er gjort basert på andelen i OSLs klimaregnskap.

Det er en metodisk utfordring å beregne klimagassutslippene fra produksjon av elektrisitet i Norge fordi elektrisitetsproduksjonen, og dermed også behovet for import av elektrisitet, i meget stor grad avhenger av de årlige nedbørsmengdene. I regnskapet for 2006 er utslippsfaktoren for CO₂ på Norges eksportbalanse det gjeldende året benyttet. Det vil si at netto import av elektrisitet tilordnes utslippsfaktoren for produksjon av kullkraft. Dette medfører at CO₂-utslippet relatert til forbruk av elektrisitet kan variere kraftig fra år til år i takt med eksportbalansen. Uavhengig av hvordan klimagassutslippene fra elektrisitetsforbruket beregnes, er det et viktig mål for Avinor å redusere forbruket.

Figur 5.4 viser klimaregnskapet for Avinor og Oslo Lufthavn i 2006.



Figur 5.4: Klimaregnskap for Avinors lufthavner og OSL, 2006.

De største utslippskildene i klimaregnskapet for lufthavndrift i 2006 (Figur 5.4) er relatert til drivstofforbruk i egne kjøretøy, egen varmeproduksjon, samt ansattes reiser til og fra jobb.

For Oslo Lufthavn AS viser klimaregnskapet for 2006 et samlet utslipp på om lag 4580 tonn CO₂. For Avinor AS er det for 2006 estimert et samlet utslipp av om lag 7750 tonn CO₂. Samlet klimagassutslipp for Avinor og OSL i 2006 anslås til i underkant av 14 000 tonn, når hovedkontoret og flysikringsdivisjonen inkluderes.

Klimaregnskapet er pr januar 2008 under verifikasjon av Det Norske Veritas, men det forventes ikke store endringer på resultatet.

Generelt forventes det en økning i klimagassutslipp på 25 prosent i perioden 2007-2020 uten energieffektiviserende tiltak på grunn av trafikkvekst og utbygginger. Dette er noe lavere enn de anslag som er gitt for vekst i terminalpassasjerer.

5.4.2 Kjøretøy

I underkant av 40 prosent av Avinor og OSL sine klimagassutslipp i 2006 kom fra bruk av kjøretøy. Mesteparten av det drivstoffet som ble forbrukt i 2006 var diesel, og mange av kjøretøyene er spesialkjøretøy som er kritiske i forhold til oppetid og driftssikkerhet på lufthavnene. Eksempler er snøfresere, brøytebiler og brannbiler. Disse kjøretøyene er tunge og har høyt drivstofforbruk, men er ikke så enkle å erstatte med miljøvennlige alternativer.

Det er særlig tre områder relatert til kjøretøy som gir rom for utslippsreducerende tiltak: drivstofftype, kjøretøytype og drivstofforbruk.

5.4.2.1 Drivstofftype

Tabellene under viser drivstofforbruket i OSL og Avinor sine kjøretøy i 2006. Grunnlaget for Avinor sine tall er ikke komplett, men oppskalert på bakgrunn av kjente data.

Tabell 5.2: Oversikt over drivstofforbruk i Oslo Lufthavns kjøretøy i 2006.

Drivstofftype	Forbruk 2006 [liter]	Forbruk 2006 [prosent]	CO ₂ -utslipp [tonn]
Farget (avgiftsfri) diesel	460 366	72,3	1264
Blank diesel	95 828	15,0	263
Bensin	81 226	12,7	194

Tabell 5.3: Oversikt over drivstofforbruk i Avinors kjøretøy i 2006.

Drivstofftype	Forbruk 2006 [liter]	Forbruk 2006 [prosent]	CO ₂ -utslipp [tonn]
Diesel	1 276 826	90,1	3506
Bensin	139 881	9,9	333

Tabellene (5.2 og 5.3) viser at om lag 90 prosent av klimagassutslippene kommer fra diesel, og at den klart største andelen av dette igjen er relatert til den avgiftsfrie dieselen som brukes inne på selve flyplassen.

Det satses mye på å utvikle teknologi for å produsere miljøvennlige alternative drivstoff, men per januar 2008 er mye av det alternative drivstoffet vanskelig å benytte seg av, eksempelvis er bioetanol (E85) og metan forbeholdt spesielle kjøretøy og ikke tilpasset snøfresere, brøytebiler og brannbiler. Det samme gjelder miljøvennlige alternativer med elektrisitet eller hydrogen som energibærere. På lufthavnene er imidlertid mange mindre kjøretøy elektrisk drevet, særlig hos handlingselskapene.

Det er utslippsreduksjoner relatert til diesel som vil gi størst effekt. Biodiesel kan i utgangspunktet benyttes på eksisterende kjøretøypark, men mange av kjøretøyprodusentene vil ikke garantere at deres kjøretøy kan benytte drivstoffet. Det er også rapportert problemer i forhold til kulde- og lagringsegenskaper. Dette gjør at terskelen blir høy for å benytte seg av dette drivstoffet. I dag er blank diesel tilgjengelig med inntil 5 prosent innblanding av biodiesel⁸⁶. Denne innblandingen er foreløpig

⁸⁶ I revidert nasjonalbudsjett (St.meld. nr. 2 (2006-2007)) og i klimameldingen (St.meld. nr. 34 (2006-2007)) foreslås det å innføre et krav om at en viss andel av omsatt mengde drivstoff til veitrafikken skal bestå av biodrivstoff. Forslaget innebærer at fra og med 2008 skal minst to volumprosent av årlig omsatt mengde drivstoff til veitrafikk bestå av biodrivstoff, økende til minst fem volumprosent fra og med 2009.

ikke tilgjengelig i forbindelse med avgiftsfri (farget) diesel, som det brukes mest av på lufthavnene. Avinor og OSL vil jobbe aktivt for å fremskaffe et slikt produkt for bruk på den eksisterende kjøretøyparken.

I tiden frem mot 2020 vil sannsynligvis miljøvennlige drivstoff, tilpasset kjøretøyparken, være tilgjengelig. Substitusjon av drivstoff vil dermed bli mer og mer aktuelt i tiden som kommer.

Avinor og OSL vil ta i bruk alternative drivstoff så snart som mulig, men det ligger på kort sikt en begrensning i de strenge kravene til driftssikkerhet som gjør at det bare er et lite utvalg kjøretøy som kan aksepteres brukt til uttesting av ny teknologi og drivstofftyper.

➔ *Avinors og OSLs målsetting er at 80-90 prosent av drivstofforbruket i egne kjøretøy i 2020 skal være basert på klimanøytralt drivstoff.*

5.4.2.2 Drivstofforbruk

Som hovedregel har nyere kjøretøy bedre drivstofføkonomi enn eldre kjøretøy. Dette kommer av den generelle teknologiske utviklingen, samt utslippskrav satt av myndighetene.⁸⁷

Holdninger og kjøreadferd har mye å si for drivstofforbruket. Undersøkelser viser at variasjonene er store mellom forskjellige sjåfører på samme kjøretøy. Kjøreskoler og andre aktører tilbyr kurs i såkalt ECO-driving. Dette er en kombinasjon av teori og praktisk kjøring med veiledere. I Avinor/OSL vurderes det å tilby slike kurs til ansatte, der teoridelen kan tas på den elektroniske plattformen som allerede finnes for intern opplæring. Erfaringer fra andre bedrifter viser et potensial på om lag 5 prosent lavere drivstofforbruk etter gjennomført opplæring.

Som en effekt av en mer miljøvennlig kjørestil vil Avinor/OSL også få lavere vedlikeholdsutgifter på kjøretøyene på grunn av blant annet redusert dekk- og bremseslitasje. En mer passiv kjørestil vil også redusere potensialet for ulykker, og det forventes at sjåførene vil ta med seg positive holdninger ut i trafikken også utenfor arbeidstid.

Erfaringsdata viser at deler av maskinparken på en lufthavn kan gå nesten like på tomgang som den benyttes til produktivt arbeid. Dette gir store og unødvendige utslipp. Tiltak for å begrense unødvendig tomgangskjøring synes fornuftig. Holdningsskapende arbeid og eventuelt ettermontering av elektronikk som reduserer tomgangskjøring vurderes.

En kartlegging av drivstofforbruk på det enkelte kjøretøy/sjåfør vil kunne danne grunnlag for ytterligere forbedringer. Det finnes i dag utstyr som kan registrere hvor kjøretøyet kjører, drivstofforbruk, tomgangskjøring og så videre på den enkelte sjåfør. Dersom slikt utstyr monteres på kjøretøyene som forbruker mest drivstoff, kan det gi store drivstoffreduksjoner. Videre er det sannsynlig at tiltak som bruk av motorvarmere, optimalisering av vedlikehold og forbedringer på kjøretøys aerodynamikk også kan gi redusert drivstofforbruk.

5.4.2.3 Kjøretøypark

Den teknologiske utviklingen av kjøretøy går fort og det er mange store nyvinninger på trappene. Miljømessig er det mye å hente på å skifte ut gamle kjøretøy med nye.

Avinor og OSL sin praksis med å kjøpe mesteparten av sine kjøretøy vil derfor bli vurdert. Et innkjøpt kjøretøy vil ha vesentlig lengre levetid enn en standard leasingavtale på 3 år. Mange av spesialkjøretøyene kan trolig ikke leases, men alle typer personbiler, varebiler o.l. vil være lett tilgjengelig på leasingmarkedet. Tre års leasingavtaler vil medføre en utskiftning av bilparken i en takt som sikrer lufthavnene moderne teknologi til enhver tid. I tillegg til at utslippene reduseres kan det også gi økonomiske besparelser i form av redusert drivstofforbruk og reduserte vedlikeholdskostnader,

⁸⁷ I Europa er dette EURO-normene for biler og STEG-normene for anleggsmaskiner

fordi det meste vil dekkes av leverandørens nybilgaranti. Leasingavtaler gir også større frihet til å prøve ut nye løsninger og teknologier.

➔ *I perioden frem mot 2020 forventes det at både drivstoff og kjøretøypark vil være mer miljøvennlig. I kombinasjon med en "grønnere" innkjøpspolicy og større fokus på drivstofforbruk forventes dette å gi en utslippsreduksjon på 20-30 prosent*

5.4.3 Varmeenergi, elektrisitet og reservekraft

Forbruk av elkraft, egen varmeproduksjon, og reservekraft sto for om lag 30 prosent av klimagassutslippene relatert til lufthavndrift i 2006. I tillegg kommer elektrisitetsforbruket ved hovedkontoret og i flysikringsdivisjonen.

Det samlede elektrisitetsforbruket ved OSL i 2006 var 74,5 GWh, fordelt på 63,0 GWh til elspesifikke anlegg, det vil si anlegg som bare kan drives med strøm, 4,5 GWh til elektrodekjelen og 6,9 GWh til energisentralens kompressorer, pumper, etc.

Elektrisitet er den klart største energikilden i Avinor, også til oppvarming og forbruket var i 2006 på 102 GWh. I tillegg brukes fyringsolje som tilsvarer om lag 5 GWh. Av de regionale lufthavnene er det imidlertid bare Røros lufthavn som har eget varmeanlegg basert på fyringsolje, men alle store og mellomstore lufthavner har egne varmeanlegg med både olje- og elektrokjel.

Per januar 2008 er det bare OSL og Svalbard lufthavn, Longyear⁸⁸ som er tilknyttet fjernvarmeanlegg, men det vurderes slik tilknytning på blant annet Trondheim lufthavn, Værnes. På grunn av lokasjon nær sjøen er det flere lufthavner som vurderer sjøvannsvarmepumper. Slike varmpumper skal installeres i det nye terminalbygget på Alta lufthavn.

I tiden frem mot 2020 må enkelte av oljekjelene på Avinors lufthavner byttes ut, samtidig som det forventes at det kommer flere biobaserte/klimanøytrale løsninger på markedet. Avinor vil aktivt søke å benytte slike i egen varmeproduksjon. Et eksempel er Stavanger lufthavn, Sola. Der planlegges ny energisentral og valget står mellom flisfyring og biogass fra Jæren. Ved forbrenning av biogass utnyttes metangass fra kompostering av søppel og husdyrgjødsel, en sterk klimagass som ellers ville ha sluppet ut til atmosfæren. Klimaeffekten ved bruk av biogass til oppvarming er derfor særlig god.

Avinor vil i første kvartal 2008 sette i gang et omfattende femårig Energi- og ENØK-prosjekt. Prosjektet skal vurdere Energi- og ENØK-tiltak på alle lufthavnene i konsernet, unntatt OSL som har egne ENØK-programmer. Et av de viktigste tiltakene er å implementere et energioppfølgingssystem (EOS) på alle lufthavnene. Erfaringsstall fra Enova tilsier at med en bygningsmasse lik den Avinor disponerer vil innføring av et slikt system alene kunne redusere energiforbruket med 10-15 prosent. Det forventes at et EOS vil være innført på alle Avinors lufthavner i løpet av 2009. Et velfungerende energioppfølgings- og energirapporteringssystem vil gi et godt grunnlag for å finne effektive energisparingstiltak på lufthavnene.

Flere av Avinors lufthavner står overfor omfattende utbygginger av både banesystemer og bygningsmasse i perioden. Dette kan føre til noe høyere elektrisitetsforbruk. Frem mot 2020 er det likevel et mål å redusere elektrisitetsforbruket med ytterligere 10 prosent.

Alle lufthavner er av sikkerhetshensyn underlagt krav om sikker strømforsyning, først og fremst av hensyn til flysikkerheten. Lufthavner har derfor egne nødstrømsaggregat for å produsere reservekraft. Disse er fyrt på fossilt drivstoff, og medfører følgelig utslipp av CO₂ ved bruk. Det er ikke ofte det er behov for å produsere strøm på denne måten, men for å sikre at utstyret fungerer testes disse anleggene

⁸⁸ Basert på spillvarme fra det kullfyrte kraftverket i Longyearbyen.

jevnlig. Avinor og OSL utreder om fornybare energikilder kan brukes i eksisterende reservekraftanlegg.

➔ *Elektrisitetsforbruket ved Avinors lufthavner (unntatt OSL) skal reduseres med 25 prosent innen 2020.*

➔ *Avinor har som målsetting at 80-90 prosent av varmeproduksjonen og reservekraftanleggene skal drives på klimanøytrale energikilder (som ikke er el-basert) i 2020.*

5.4.4 Tjenestereiser og ansattes reiser til og fra jobb

Klimagassutslipp fra ansattes reiser til og fra jobb utgjorde i 2006 i underkant av 25 prosent av klimagassutslippene fra Avinor og OSL. I tillegg kommer elektrisitetsforbruket ved hovedkontoret og i flysikringsdivisjonen.

Det forventes ikke at reiselengden til og fra jobb skal endres for konsernets ansatte i perioden frem mot 2020, men selv uten endring i reisemåte vil utslippene gå ned som følge av den forventede teknologiske utviklingen som vil redusere drivstofforbruket i så vel private kjøretøy som i offentlig transport.

Det er et mål at flere ansatte skal reise kollektivt til arbeidsplassen, men fordi svært mange av konsernets ansatte arbeider ved lufthavner uten et tilfredsstillende kollektivtilbud, er dette ingen enkel oppgave. Konsernet vil imidlertid vurdere ulike tiltak som kan føre til at de som har anledning benytter kollektiv transport.

For å spare tid og ressurser er telefonmøter utbredt ved kontakt mellom hovedkontoret og lufthavnene.

➔ *Utslippene fra tjenestereiser og ansattes reiser til og fra jobb forventes å bli redusert med 25-30 prosent som følge av generell teknologisk utvikling i bil- og flyflåten, samt stimulering til økt kollektivbruk.*

5.4.5 Brannøving

Selv om utslippene fra brannøvingsfeltene står for en relativt liten del av klimagassutslippene fra lufthavnene viser erfaring at disse utslippene kan reduseres signifikant ved anskaffelse av nye simulatorer. På Kristiansund lufthavn, Kvernberget er drivstofforbruket i det nye anlegget betydelig redusert sammenliknet med det gamle.

For å få best mulig utnyttelse av brannsimulatorene, øvingsteknisk og miljømessig, vil Avinor legge større vekt på opplæring av operatør samt begrense antall personer som autoriseres. "Korrekt" betjening og bruk av simulatoren vil redusere totalforbruket av fuel under øvelser samt redusere utslipp av uforbrent fuel.

I følge det regelverket lufthavnene er pålagt å følge⁸⁹ er det nå inntatt⁹⁰ at brann og redningstjenesten skal øve på drivstoff under trykk, men det åpnes for at det kan øves med bruk av andre brennbare stoffer enn flydrivstoff. Avinor vil i samarbeid med leverandøren av brannsimulatorene, diskutere/teste alternativt drivstoff til Jet A1, herunder muligheten for å øke fueltrykket, eventuelt bruke en annen type dyser, som igjen vil redusere totalforbruket av drivstoff, samt gi en renere/ bedre forbrenning.

➔ *Avinor har en målsetting om å halvere klimagassutslippene fra brannøving innen 2020.*

⁸⁹ Bestemmelser for sivil luftfart (BSL). Mer informasjon her: <http://www.luftfartstilsynet.no/regelverk/bsl/>

⁹⁰ BSL E 4-4 16.1

5.5 Alternativt drivstoff til luftfartøy

I tillegg til utskifting av flyflåtene er det nye drivstofftyper og eventuelt innblanding av ”miljøvennlig” drivstoff i konvensjonelt flydrivstoff, Jet A1, som kan gi størst utslippsreduksjon fra bransjen.

Klimagassutslippene fra bransjen genereres i hovedsak av forbrenning av flydrivstoff. I nær fremtid er det få kommersielle alternativer til jetmotoren. Internasjonalt jobbes det derfor intensivt med å tilpasse alternativt drivstoff til eksisterende motorteknologi. Det er særlig tre alternativer som er relevante:

- a) Fischer-Tropsch (F-T) raffinert syntetisk Jet A1 – synfuel – med basis i kull eller gass
- b) F-T raffinert syntetisk Jet A1 – synfuel – med basis i biomasse
- c) Syntetisk Jet A1 basert på alternative hydrogeneringsmetoder med basis i for eksempel alger (testprosjekt i Boeing-regi i 2008⁹¹)
- d) På lang sikt: Andre alternative drivstoff, herunder hydrogen.

Synfuel er et reelt alternativ i luftfarten allerede i dag og brukes eksempelvis i Sør Afrika med en 50/50 blanding av synfuel (fra kull) og Jet-A1.

Synfuel har samme egenskaper som konvensjonelt drivstoff og kan derfor brukes i eksisterende motorer. I og med at drivstoffet fremstilles syntetisk, det vil si bygges opp fra grunnen av, er en positiv sideeffekt at en kan la være å legge til de stoffene det ikke er behov for. Dette kan medføre reduserte utslipp av for eksempel sot og partikler som vil ha positiv klimaeffekt og trolig også redusere vedlikeholdsbehovet i flymotorene.

En ulempe hittil har vært at det såkalte ”well to wheel”-regnskapet for syntetisk drivstoff fra gass og kull har kommet ut negativt, det vil si at fremstilling og transport av drivstoffet har medført større klimagassutslipp pr liter enn forbrenning av konvensjonelt drivstoff. Mulig CO₂-håndtering i fremtiden vil kunne avhjelpe dette noe. Syntetisk drivstoff har til nå også vært relativt kostbart sammenliknet med konvensjonelt drivstoff, men med økte oljepriser og forbedret produksjonsteknologi for syntetisk drivstoff kan dette være i endring.

Det er særlig drivstoff basert på en fornybar ressurs som er relevant i et luftfartsperspektiv. Såkalt andre generasjons biodrivstoff – synfuel basert på for eksempel biomasse – synes mest nærliggende i tid. Ved inngangen av 2008 er det imidlertid store utfordringer knyttet til tilgang på tilstrekkelig mengde råstoff for slik produksjon og det er også knyttet klimamessige utfordringer til transporten av råstoffet. For fremtidens drivstoffproduksjon forskes det på å bruke blant annet alger i produksjon av syntetisk drivstoff.

I diskusjonene rundt biodrivstoff fremheves ofte mulige konflikter mellom matproduksjon og drivstoffproduksjon. Det er viktig for norsk luftfartsbransje å understreke at det er kun er biodrivstoff fra såkalte ”*non-food sources*” eller produksjon av drivstoff som ikke fortrenger areal til matproduksjon som er akseptabelt.

Det gjennomføres allerede tester i konvensjonelle flymotorer med ulik innblanding av biodrivstoff.

Med en positiv utvikling på tilfanget av alternativt drivstoff antas det at innblanding av klimanøytralt drivstoff vil kunne gi utslippsreduksjoner på mellom 10 og 20 prosent⁹² i 2020. Disse anslagene er imidlertid usikre og omtales her kun som en illustrasjon på potensialet for ytterligere reduksjon av klimagassutslippene fra bransjen, særlig etter 2020. Bransjen har som målsetting å delta i utprøvingen

⁹¹Se for eksempel pressemeldingen “ Air New Zealand Announces Bio Fuel Research Initiative” datert 28 september 2007. (<http://www.airnewzealand.co.nz/aboutus/mediacentre/pressreleases/default.htm>)

⁹² Antatt reduksjon ved 50 prosent innblanding og tilgjengelighet på et begrenset antall flyplasser

av alternativt drivstoff. Det er i dag mulig med en innblanding på opp til 50 prosent syntetisk drivstoff, som også kan fremstilles basert på biologisk materiale⁹³. Tilgang på alternativt drivstoff, pris og økonomiske incentiver vil være avgjørende for hvor raskt dette kan bli innført.

5.6 Miljørelatert forskning og utvikling

Det pågår en rekke internasjonale prosesser og FoU-tiltak som har som mål å redusere utslippene fra luftfarten. Det er forventet at resultatene fra mange av disse prosjektene vil kunne implementeres ca 2020. Det gjennomføres omfattende forsknings- og utviklingsprosjekter i både offentlig regi både i Europa og USA og en rekke andre land. Videre har alle motor- og flyprodusenter egne FoU-tiltak. Det ligger ikke innenfor denne rapportens mandat å drøfte alle relevante tiltak og forskningsprosjekter⁹⁴, men for å gi et inntrykk av den innsatsen som gjøres og de mål som settes vil vi se noe nærmere på ACARE, SESAR og Clean Nordic Sky.

5.6.1 ACARE

The Advisory Council for Aeronautics Research in Europe (ACARE) kan karakteriseres som en paraply for all EU-finansiert og -initiert fly- og motorteknologisk forskning. ACARE består av 40 medlemmer fra EUs medlemsland, kommisjonen, industrielle aktører og representanter fra academia og forskningsinstitusjonene. ACARE har et klart definert og vedtatt prosjektbeskrivelse ("terms of reference"), og har som hovedformål å etablere og implementere en strategisk forskningsagenda som skal koordinere og integrere nasjonale og EU-organiserte forskningsprogrammer i samsvar med de mål som er satt i "Vision 2020"⁹⁵.

Målene som er satt er ambisiøse:

- 50 prosent reduksjon i CO₂-utslipp gjennom drastisk drivstofforbruksreduksjon
- 80 prosent reduksjon i NO_x-utslipp
- 50 prosent reduksjon i støy

Et eksempel på et forskningsprosjekt som skal bidra til å nå disse målene er "The Clean Sky Joint Technology Initiative" et omfattende forskningsprogram med et budsjett på 1,7 milliarder Euro. "Clean Sky" består blant annet av noen av de største aktørene i luftfartsindustrien i Europa, Airbus, Dassault Aviation, Eurocopter, Liebherr-Aerospace Lindenberg GmbH, Rolls-Royce plc, Safran og Thales. Flyselskapene deltar også gjennom IATA og AEA

➔ *Det forventes at erfaringer og resultater fra ACARE vil bli benyttet i den nye generasjonen fly som kommer i produksjon fra ca 2015.*

5.6.2 Single European Sky og SESAR

Der ACARE og underliggende prosjekter fokuserer på fly og motortekniske forbedringer er Single European Sky (SES) og Single European Sky ATM Research Program (SESAR) relatert til organisering av det europeiske luftrommet.

SES er en fellesbetegnelse for arbeidet som ble satt i gang i 2004 for å redusere det fragmenterte europeiske luftrommet og sikre mer effektiv trafikkavvikling. SES-arbeidet inkluderer nå alle de 37 landene i "the European Common Aviation Area".

⁹³ Andre generasjon biodrivstoff – Syntetisk drivstoff, Bio to liquid (BTL)

⁹⁴ For en god oversikt over prosjekter, se f.eks PMI (2007).

⁹⁵ Mer om ACARE her: <http://www.acare4europe.org/html/index.asp>

SESAR er den teknologiske siden av SES, EUs program for ATM (Air Traffic Management)-modernisering, og har som mål å tilpasse luftrommet i Europa til forventet trafikkvekst. Målene for prosjektet er:

- Redusere miljøpåvirkningen fra hver flygning med 10 prosent
- Øke sikkerheten med faktor 10
- Halvere enhetskostnadene for ATM,

Prosjektet er pr 2007 i en defineringsfase som alene har et budsjett på 60 millioner Euro, finansiert av EU, Eurocontrol og the European Organisation for the Safety of Air Navigation. FoU-fasen har et budsjett på 2,1 milliarder Euro og skal blant annet utvikle og samordne ny teknologi for gate to gate planlegging og mer effektiv lufthavndrift. Implementeringsfasen skal etter planen starte i 2016 og avsluttes i 2020+.

Norsk forsknings- og luftfartsindustri deltar også i enkeltprosjekter.

➔ *For flygninger gjennomført av norske selskaper forventes 3-5 prosent utslippsreduksjon som følge av SES. Effekten er noe mindre på innenriks flygninger.*

5.6.3 Clean Nordic Sky

Clean Nordic Sky er et nordisk initiativ som kan karakteriseres som et SES/SESAR i miniatyr. En forstudie gjennomført av nordisk ATM-industri er nå avsluttet og hovedformålet er å få en bedre forståelse av de elementer som inngår i de nordiske og baltiske lands flysikrings- og navigasjonstjenester, lufthavner og flyselskapers behov for en mer effektiv og miljøvennlig ATM (Air Traffic Management). Et annet hovedmål har vært å etablere et nettverk for bedret samarbeid i de nordiske og baltiske landene og posisjonere seg som blokk for eventuell deltakelse i et større prosjekt. Både SAS og Avinor har deltatt i forstudien.

Selv i et relativt begrenset geografisk område som Norden/Baltikum har forstudien vist at det er betydelige forskjeller i blant annet teknologivalg. Videre har prosjektet avdekket en rekke organisatoriske utfordringer som må løses for å få etablere et eventuelt felles Nordisk/Baltisk luftrom. Prosjektet illustrerer de utfordringer en står overfor i Europa, men har også bidratt til at samlede nordiske perspektiver og erfaringer kan frontes overfor SES/SESAR.

5.6.4 Nye norske bransjespesifikke miljørelaterte FoU-tiltak

Avinor og norsk luftfartsbransje for øvrig vil i planperioden ta initiativ til enkelte større utviklingsprosjekter for å utvikle tiltak som bedrer bransjens miljøprestasjon. Det første prosjektet som vil bli vurdert, er knyttet til Arktis og overflygninger. Bransjen vil her søke å få økt kunnskap om de miljømessige konsekvensene av flytrafikk i høye luftlag i arktiske strøk samt hvilke tiltak som kan redusere negative effekter av disse flygningene. Prosjektet vil bli utformet i 2008 og det vil bli søkt etter offentlige og private samarbeidspartnere.

Norsk luftfartsbransje vil også delta aktivt i utprøvingen av miljøvennlig biodrivstoff for luftfart. Det pågår flere utviklingsprosjekter internasjonalt, og bransjen oppfordrer norsk industri til å igangsette og delta i FOU-arbeid innenfor dette området.

5.7 Effekten av tiltakene

Prosjektet har gjennomført en kartlegging av mulige forbedringsområder innen flytekniske, flyoperative og lufthavnrelaterte områder. I alt foreslås mer enn 50 forbedringstiltak i perioden frem til 2020. Tiltakene er basert på kjent teknologi, for eksempel flytyper, forventet teknologiutvikling og nye tiltak synliggjort i prosjektet. De viktigste tiltakene er utviklet og er vedtatt eller vil bli vedtatt i løpet av 2008. Her gis en oppsummering av tiltakene presentert i kapitlet,

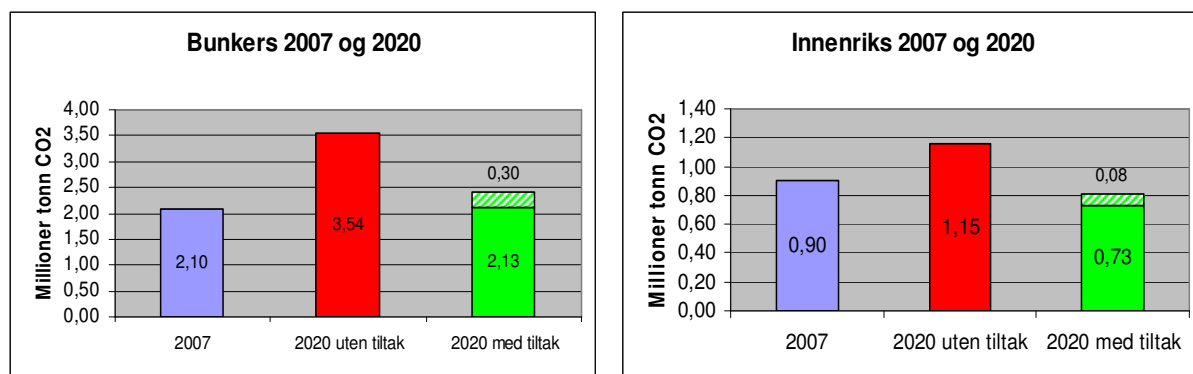
Det er de flytekniske og flyoperative tiltakene som vil gi størst utslippsreducerende effekt i norsk luftfart frem mot 2020. Tabell 5.4 oppsummerer de flytekniske og flyoperative tiltakene og inkluderer også Single European Sky (se avsnitt 5.6.2).

Tabell 5.4: Hovedgrupper flytekniske og flyoperative tiltak og utslippsreduksjon i norsk luftfart frem mot 2020

Tiltak	Utslippsreduksjon i prosent av total
Tiltak på eksisterende flåte	5-10 pst
Flåteutskiftning	25-30 pst
Reduserte utslipp fra taksing	3-7 pst
Oslo ASAP samt "grønne" landinger og avganger på norske flyplasser	1-2 pst
Single European Sky (SES)	3-5 pst
Totalt ⁹⁶	30-40 pst
Mulig tilleggseffekt ved innblanding av alternativt drivstoff	10-20 pst

Basert på en totalvurdering av effekten av tiltakene vil bransjen anslå at en utslippsreduksjon på 30-40 prosent er realistisk. En mulig tilleggseffekt ved innblanding av alternativt drivstoff er ikke inkludert i det anslaget.

Effekten i tonn er gjengitt i Figur 5.5 under for henholdsvis innenriks trafikk og all trafikk fra norske lufthavner (bunkers).



Figur 5.5: Oppsummert fremstilling av klimagassutslipp i 2007 og 2020 for Bunkers og innenriks, med og uten energieffektiviserende tiltak

Trafikkprognosene lagt til grunn for beregningene gir en utslippsvekst på 69 prosent dersom luftfartens utslipp beregnes basert på fremskrivinger av bunkerssalg uten tiltak. Tiltakene som er skissert, vil imidlertid gi en utslippsreduksjon på 30-40 prosent slik at klimagassutslippene fra bransjen i 2020 vil være på om lag samme nivå eller om lag 15 prosent høyere enn i 2007. Det vil si at utslippene i 2020 vil ligge på mellom 2,04 og 2,33 millioner tonn i 2020, sammenliknet med 2,02 millioner tonn i 2007.

Fordi det forventes betydelig lavere vekst i innenriksmarkedet, 28 prosent, viser beregningene at en 30-37 prosent⁹⁷ mer energieffektiv luftfart⁹⁸ i 2020 vil gi klimagassutslipp som er mellom 10 og 22 prosent lavere enn i 2007, eller utslipp på mellom 730 000 tonn og 810 000 tonn i 2020, mot om lag 900 000 tonn i 2007.

⁹⁶ I tabellen er samlet effekt av tiltakene beregnet kumulativt. (Det er ikke korrekt å addere effekten av tiltakene.)

⁹⁷ 30-37 prosent fordi effekten av SES faller bort på innenlands flygninger.

⁹⁸ Omfatter ikke helikopter.

Klimagassutslippene fra lufthavndriften i Norge⁹⁹ er beregnet til omlag 14 tusen tonn i året. Generelt forventes det en økning i klimagassutslipp på 25 prosent i perioden 2007-2020 uten energieffektiviserende tiltak på grunn av trafikkvekst og utbygginger.

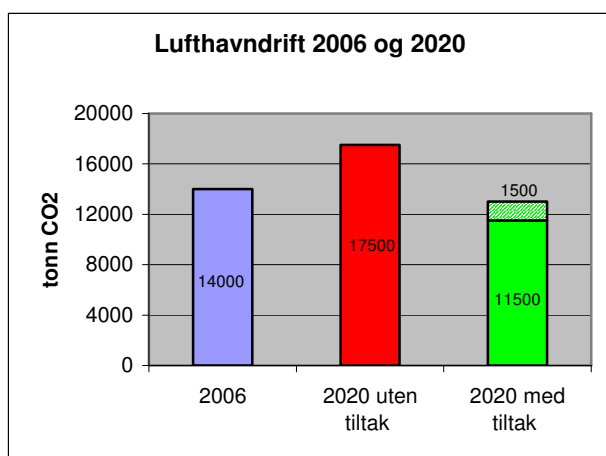
Avinor har beregnet at det er mulig å redusere klimagassutslippene fra egen virksomhet betydelig i 2020, selv med forventet trafikkvekst. Hovedtiltakene skisseres i Tabell 5.5.

Tabell 5.5: Tiltak og potensiell utslippsreduksjon på Avinors virksomhet på lufthavnene.

Tiltak	Utslippsreduksjon etter aktivitet
Fjernvarme og fornybare energikilder i egen varmeproduksjon*	80-90 pst
Reduksjon i el-forbruk i Avinor	25 pst
Reduksjon i drivstofforbruk i egne kjøretøy	20-30 pst
Klimanøytralt drivstoff i egne kjøretøy*	80 -90 pst
Teknologiutvikling og div tiltak i tjenestereiser og ansattes reiser til/fra jobb	25-30 pst
Klimanøytralt drivstoff i reservekraft*	80-90 pst
Potensial for samlet utslippsreduksjon	30-35 pst

* Forutsetter at adekvat klimanøytralt drivstoff til varmeproduksjon, reservekraft og kjøretøy er tilgjengelig.

Tabellen viser et reduksjonspotensial på 30-35 prosent i Avinors samlede virksomhet. Det er imidlertid usikkerhet knyttet til effekten av enkelte av tiltakene. Avinor har derfor valgt å basere seg på en målsetting om at utslippene i 2020 skal være 25-35 prosent lavere enn de ville vært uten tiltak.



Figur 5.6: Oppsummert fremstilling av klimagassutslipp i 2006 og 2020 med og uten energieffektiviserende tiltak.

Beregningene viser at klimagassutslippene vil være mellom 8 og 18 prosent lavere i 2020 enn i 2007, selv med betydelig trafikkvekst. Dette tilsvarer utslipp i 2020 på mellom 11500 og 13000 tonn, mot 14000 tonn i 2007 (Figur 5.6).

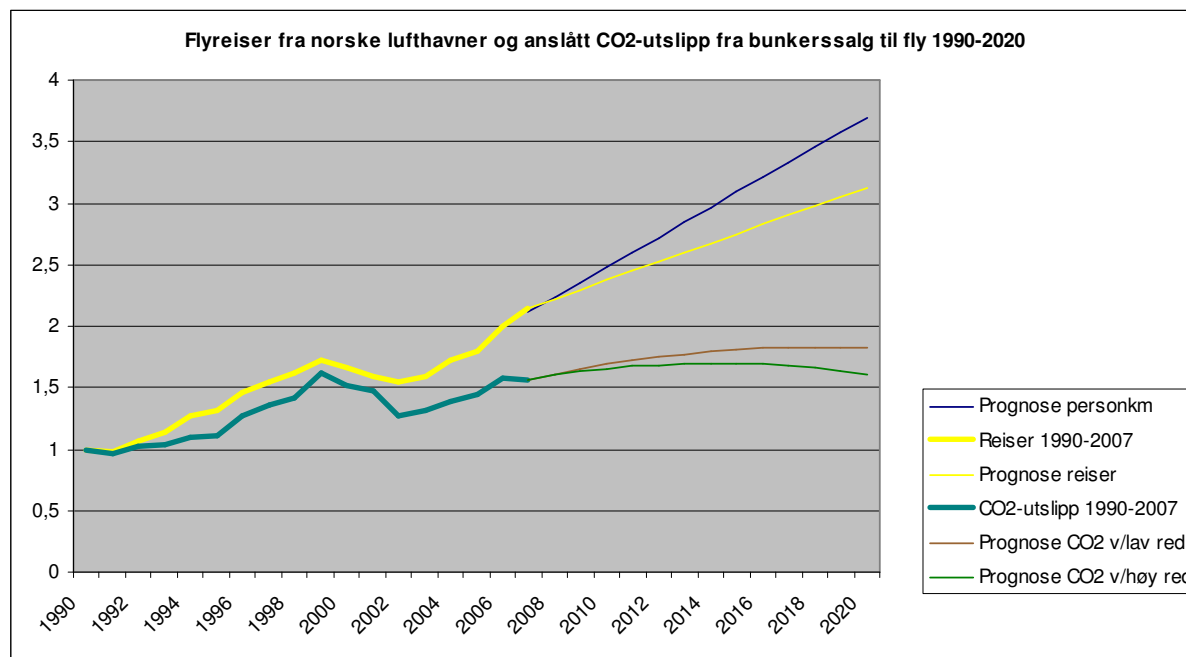
Tiltakene skissert i prosjektet skal gjennomføres frem mot 2020. De respektive flyselskap og Avinor har ansvaret for gjennomføringen av disse i henhold til virksomhetenes ansvarsområde. Hvert tredje år frem mot 2020 vil bransjen evaluere effekten av tiltakene.

⁹⁹ Mht til lufthavndrift er det bare Avinors lufthavner, inkl Oslo lufthavn, Gardermoen, som er vurdert i prosjektet.

Prognoser frem mot 2020 vil nødvendigvis være heftet med usikkerhet. De viktigste faktorene som kan svekke/styrke effekten av bransjens tiltak er trafikkvekst, teknologisk utvikling, mulig innfasing av alternativt drivstoff og den generelle konkurransesituasjonen.

5.8 Trafikk og klimagassutslipp 1990-2020

Følgende figur viser sammenhengen mellom flyreiser¹⁰⁰ og CO₂-utslipp fra bunkerssalg i perioden 1990-2020.

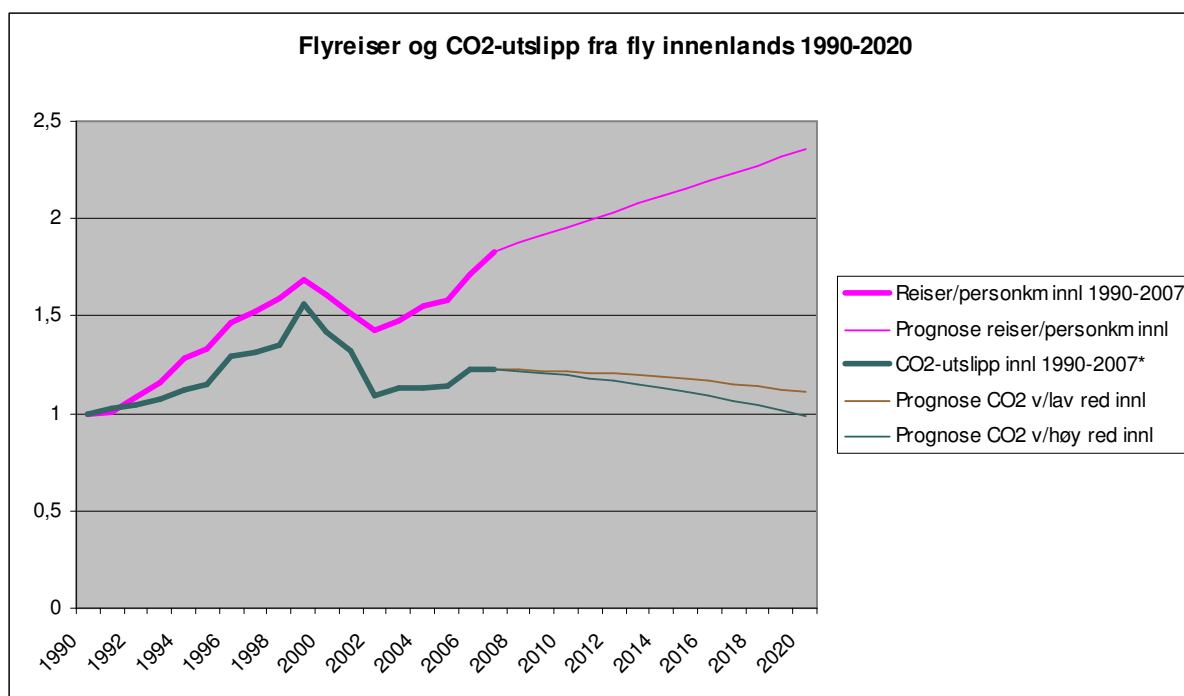


Figur 5.7. Flyreiser og co2-utslipp bunkerssalg i perioden 1990-2007 og prognoser for trafikkvekst, målt i reiser, og klimagassutslipp frem mot 2020 (indeksert).

I perioden 1990-2007 har det vært en gjennomsnittlig årlig vekst i flytrafikken fra norske lufthavner og CO₂-utslippene på henholdsvis 4,6 og 3,6 prosent (Figur 5.7). Dette innebærer at utslippene har vokst mindre enn trafikken. Effekten av bransjens tiltak medfører at denne trenden blir betydelig forsterket og at utslippene i 2020 vil være på om lag samme nivå som i 2007 eller noe høyere, til tross for fortsatt betydelig trafikkvekst.

Følgende figur viser sammenhengen mellom trafikkvekst og CO₂-utslipp innenlands i perioden 1990-2020.

¹⁰⁰ Figuren viser bare den historiske utviklingen i antall reiser fordi det ikke finnes historiske data for passasjerkilometer. Prognosen for økning i passasjerkilometer er sterkere enn for reiser.



*Forutsatt uendret distanse per reise

Figur 5.8: Illustrasjon på forventet utvikling av trafikkvekst reiser/personkilometer og klimagassutslipp med og uten tiltak 2007-2020 (indeksert).

Figur 5.8 viser at også på innenriksmarkedet bedres bransjens miljøprestasjon i perioden frem til 2020 sett i forhold til den historiske utviklingen. Fordi veksten i innenlands flytrafikk er forventet å bli mindre enn for utenlandstrafikken, vil bransjens tiltak her føre til at utslippene vil være 10-22 prosent lavere i 2020 enn i 2007.

6 Tilbringertjenesten – status og virkemidler

6.1 Det er et mål å øke kollektivandelen i tilbringertransporten

Luftfart er svært viktig for de reisende på lange reiser, og et effektivt tilbringersystem til lufthavnene har stor betydning for framkommeligheten totalt sett. Tilbringersystemet omfatter kvalitet og kapasitet i veg- og banesystemene, holdeplasser og parkering på lufthavnene, samt selve tilbringertjenesten i form av transport til og fra lufthavnene.

Det er særlig tre forhold som bestemmer hvordan flypassasjerene reiser til/fra lufthavnene. For det første skiller bosatte i lufthavnområdet seg fra besøkende flypassasjerer. De første har tilgang til egen bil, mens de andre ikke har det. For det andre er lufthavnenes avstand fra de byene de betjener av stor betydning. Jo større avstand, desto mer viktig er kollektivtransport. Jo kortere avstand til byen, desto høyere er taxiandelen. For det tredje har kvaliteten og prisen på tilbringertransporten betydning.

Den sterke økningen i flytrafikken medfører økt tilbringertransport. Med få unntak er bilen det dominerende transportmidlet i tilbringertransporten. Dette representerer en miljøutfordring i form av bl.a. utslipp av klimagasser. Det er derfor et mål å øke kollektivandelen for tilbringertransporten. I første rekke vil kollektivtransporten skje med buss. Per i dag er det skinnegående transport til lufthavn ved Oslo lufthavn (OSL) og Trondheim lufthavn. I tillegg er skinnegående tilbringertransport til lufthavnene under planlegging både i Stavanger og Bergen.

Tabell 6.1 nedenfor viser status for reisemiddelfordelingen ved de større lufthavnene.

Tabell 6.1: Reisemåte til lufthavn 1. halvår 2007. Prosent. Kilde: Reisevaneundersøkelsen for fly.

	Taxi	Leiebil	Bil	Kjørt av andre	Buss	Annet/tog	Flytog	Sum
Oslo	6	2	16	12	18	2 / 7	37	100
Kristiansand	29	5	23	30	13			100
Stavanger	35	3	16	33	11	2		100
Bergen	31	3	17	26	21	2		100
Ålesund	9	5	22	22	42			100
Trondheim	18	4	21	15	37	5		100
Bodø	55	2	11	25	7			100
Tromsø	49	2	5	27	17			100

Oslo Lufthavn, Trondheim lufthavn og Ålesund lufthavn har den høyeste kollektivandelen, mens Bodø og Tromsø, hvor avstanden fra by til lufthavnen er liten, har den høyeste taxiandelen. Det er grunn til å vie spesiell oppmerksomhet mot den høye andelen "kjørt av andre", særlig med tanke på returen for slik transport. Flytoget gjør kollektivandelen ved OSL unik, med en kollektivandel på over 60 prosent.

For hovedtyngden av tilbringertransporten starter reisen i by og nærmeste omegn. Høyest er andelen i Tromsø, hvor over 80 prosent kommer fra Tromsø by. Lavest andel har foruten OSL, med noe over 40 prosent, Kristiansand og Bodø med noe over 50 prosent. Legges omegnkommunene til øker andelen med ca. 10 prosentpoeng.

6.2 Formål og reisemiddelfordeling for reisende fra Stavanger lufthavn, Sola, Bergen lufthavn, Flesland og Oslo Lufthavn, Gardermoen

Avinor har i tre prosjekter sett nærmere på tilbringertjenesten ved lufthavnene i Stavanger, Bergen og Oslo, samt vurdert tiltak og virkemidler som kan bidra til å øke kollektivandelen i tilbringertransporten. Rapportene for Stavanger og Bergen er utarbeidet av Asplan Viak AS (Asplan Viak 2007ab) og for Oslo av Transportøkonomisk Institutt (TØI) (Lian m fl, 2007b). Alle rapportene er offentlige.

6.2.1 Reisens formål

Første halvår i 2007 var det om lag 1,5 millioner passasjerer (kommet + reist) ved Sola, 2 millioner passasjerer ved Flesland og ca. 9 millioner ved OSL, alle eksklusive transfer/transit. Ved Stavanger og Bergen er om lag 70 prosent av reisene innenlands og 30 prosent er utenlandsreiser. For OSL er disse tallene hhv. 37 prosent og 63 prosent. Forretningsreisene utgjør størst andel av innenlandsreisene, med ca. 60 prosent ved begge lufthavnene. Dette er i samsvar med reisevaneundersøkelse for flyreiser gjort i 2005 (TØI 2006), som viser at 52 prosent av alle innenlandsreiser ved alle lufthavner var forretningsreiser. På utenlandsreiser er fritidsreisene viktigere, med over 60 prosent av reisene ved Flesland og nesten 50 prosent ved Sola. Gjennomsnitt for hele landet var 60 prosent i 2005.

6.2.2 Reisemiddelfordeling

Tabell 2.1 viser reisemiddelfordelingen til Oslo, Stavanger og Bergen lufthavn. Oslo er unik på grunn av flytoget og den høye kollektivandelen. I alt benytter om lag 60 prosent av de flyreisende buss eller tog, mens 40 prosent anvender bil.

For de øvrige lufthavnene er personbil og taxi viktigst for reisen til lufthavn, kollektive transportmidler er mindre viktige på tilbringerreisene ved Sola og Flesland. Ved Flesland bruker 31 prosent taxi på reisen til lufthavn, omtrent 27 prosent blir kjørt av andre og nesten 20 prosent bruker egen bil og parkerer på lufthavnen. 21 prosent bruker buss. Ved Sola bruker 37 prosent av passasjerene taxi, 16 prosent egen bil parkert på lufthavnen og over 30 prosent blir kjørt av andre. 11 prosent bruker buss. Langt flere bruker buss til Flesland enn til Sola.

6.3 Nærmere om tilbringertransporten til de tre lufthavnene

6.3.1 Tilkomst og kapasitet

De fleste tilkomstvegene til Stavanger lufthavn har rundkjøring i de største kryssene og kapasiteten er foreløpig akseptabel de fleste stedene inn mot lufthavnen. Det er likevel en del køer i rushtiden, spesielt er vegen langs Strømmevågen, nord for flystripen, i ferd med å nærme seg kapasitetsgrensen.

Det er flybussen og rute 9 som utgjør det reelle kollektivtilbudet til lufthavnen. Flybussen går hvert 20. min. på dagtid i begge retninger, og rute 9 går hvert 30. min. i begge retninger.

Hovedforbindelsen mellom Bergen lufthavn og Bergen sentrum er Søndre innfartsåre. Søndre innfartsåre har i dag noe forsinkelser i rush. Alternativ hovedforbindelse mellom sentrum og Flesland er via Straume/ Fyllingsdalen. Denne strekningen har stedvis dårlig vegstandard og høy trafikkbelastning i rushperiodene.

Det går i dag to bussruter mellom Bergen sentrum og Flesland. Den ene går i Bergensdalen, mens den andre går via Fyllingsdalen. Frekvensen er 30 min. for begge rutene.

Vegnettet fra Oslo har motorvegstandard med 2-3 felt i hver retning. På E6 ved Furuset er andelen trafikk til og fra OSL på 5 prosent i maksimaltiden om morgenen. Tilsvarende tall om ettermiddagen

er 7 prosent. Ved Skedsmovollen har andelen OSL-trafikk økt til 13 prosent. I Oslopakke 3 er det beregnet at biltrafikken vil øke med 26 prosent i perioden 2005-2025. Kjøretiden i morgenrushet inn til Oslo ventes å øke med 10 minutter fra 2003 til 2025. Dersom denne utviklingen fortsetter vil trafikken i 2040 være 50 prosent høyere enn i 2005. I Oslopakke 3 foreligger det imidlertid ingen planer om å øke vegkapasiteten nordover.

Analysene konkluderer med at det er behov for økt vegkapasitet på E6 mellom Oslo og Gardermoen før 2030. Med uendret vegnett vil vi få svært lange rushtidsperioden med store forsinkelser, og det vil ikke være mulig å avvike de beregnede trafikkmengdene.

OSL er helt avhengig av et godt og pålitelig togtilbud. Oslotunnelen har en kapasitet på 24 tog per time og retning. I tillegg til veksten i lufthavnrelatert trafikk, vil politisk satsing på tog gi en ytterligere økning i trafikken både på passasjer- og godssiden.

I prinsippet kan økt toglangde tilfredsstillende de kapasitetsbehov som oppstår frem mot 2040. Det er mulig å sette inn togsett med opp til 4-5 ganger så mange seter som dagens enkle flytogsett. Videre er det mulig å planlegge rutetilbudet slik at antall frekvenser gjennom Oslo-tunnelen utnyttes bedre. Oslotunnelen kan imidlertid bli en flaskehals dersom alle ønsker om sportilgang skal tilfredsstilles. Per i dag innebærer NSBs og Flytogets ønsker en økning på fire tog per time. I tillegg er det ønsket om å kjøre godstog med stive ruter også på dagtid. I framtida kan det bli nødvendig med en strengere prioritering både av hvilke tog som skal slippe gjennom tunnelen, og når på døgnet godstogene skal fremføres. Dette for å unngå en omfattende og kostnadskrevende utbygging av økt tunnelkapasitet.

6.3.2 Bruk av reisemiddel varierer for forretningsreiser og fritidsreiser

Bruk av reisemiddel varierer med reisens formål. Blant de forretningsreisende som reiser fra Stavanger lufthavn, bruker nesten halvparten taxi, resten bruker privatbil, enten kjørt av andre eller egen bil. Det er lite bruk av kollektivtransport til Sola blant de forretningsreisende, kun 8 prosent bruker buss. De som er på fritidsreiser blir i stor grad kjørt til lufthavnen, 44 prosent blir kjørt av andre. Om lag 20 prosent bruker egen bil når de er på fritidsreise, og 22 prosent bruker buss.

Til Bergen lufthavn bruker 48 prosent av de forretningsreisende taxi, mens de som er på fritidsreiser i stor grad blir kjørt av andre (39 prosent) eller tar buss (27 prosent). Bruk av egen bil parkert på lufthavnen brukes like mye for begge reiseformål, i underkant av 20 prosent.

Ved OSL er mønsteret forskjellig fra Stavanger og Bergen i og med at de forretningsreisende tar flytoget (over 40 prosent), men de fritidsreisende i større grad tar billigere kollektive transportmidler eller blir kjørt av andre. Buss og kjørt av andre representerer til sammen ca 40 prosent.

6.3.3 Hvor passasjerene kommer fra/ skal til

66 prosent av de reisende til/fra Sola er hjemmehørende i Rogaland, og 34 prosent er på besøk. De fleste reiser til/fra Nord-Jæren, 75 prosent av de som er hjemmehørende i Rogaland og nesten 90 prosent av de som er på besøk reiser til/fra Nord-Jæren. 6 prosent skal til Sør-Jæren, 2 prosent til Dalane, 3 prosent til Haugaland, 3 prosent til Ryfylke, 1 prosent til andre kommuner og 6 prosent til områder utenfor Rogaland.

67 prosent av passasjerene ved Flesland er hjemmehørende i Hordaland, resten er besøkende. De fleste (84 prosent) kommer fra Bergen og Bergensregionen. Nesten 10 prosent reiser til/fra områder utenfor Hordaland, og resten kommer fra øvrige deler av Hordaland, 2 prosent fra Voss, 3 prosent fra Sunnhordland og 1 prosent fra Hardanger.

Ca 57 prosent av passasjerene ved OSL er hjemmehørende i regionen, resten er besøkende. De fleste kommer fra Oslo, men likevel ikke mer enn 43 prosent. Dernest følger Romerike, Asker og Bærum, Østfold og Drammensområdet som de største områdene i regionen.

Om lag 78 prosent av tilreisende nordmenn og utlendinger skal til Oslo.

6.3.4 De ansattes arbeidsreiser foretas med bil

Virksomheter på eller like ved lufthavnen sysselsetter et betydelig antall ansatte, nærmere 2000 ansatte i Stavanger og hele 12000 på OSL (2005). Arbeidsreisene foretas i hovedsak med bil. Det anslås at ca. 80 prosent av de ansatte bruker bil både ved Stavanger og Bergen lufthavn. Ved OSL bruker ca. 70 prosent bil til arbeid. Ved Stavanger lufthavn representerer arbeidsreiser ca. 20 prosent av trafikken til/fra lufthavnen. Hele 40 prosent av biltrafikken til og fra OSL foretas av ansatte eller besøkende. En stor del av de ansatte bor på Romerike, særlig øvre Romerike.

6.3.5 Trender og analyser

Rogaland er en av de sterkeste vekstregioner i landet, og spesielt gjelder dette Nord-Jæren. Prognosene for trafikkutviklingen fram mot 2020 viser en vekst på ca. 42 prosent, noe som representerer en økning på ca. 1,75 mill. passasjerer. Dette medfører også behov for en økning fra 2500 parkeringsplasser (2005) til 3750 i 2020, dersom det ikke skjer endringer i reisemiddelfordelingen.

Prognosene for trafikkveksten ved Bergen lufthavn viser en sterk vekst i antall passasjerer. Trafikkveksten fram mot 2020 er beregnet til ca. 1,73 millioner passasjerer, noe som representerer en økning på ca. 44 prosent. Antall parkeringsplasser vil øke betydelig, fra 3367 til 4250 i 2020 dersom det ikke skjer endring i tilbringertransporten.

For Stavanger og Bergen er det videre foretatt analyser av konkurranseflaten mellom bil-kollektivtransport, kundegrunnlag og kundepotensiale, samt nye bussruter til lufthavnen som grunnlag for forslag til tiltak.

OSL har beregnet en trafikkvekst på ca. 52 prosent fram mot 2020. Dette tilsvarer en økning på i underkant av 9,0 mill. passasjerer. Trafikkøkningen vil medføre betydelig økning i behovet for antall parkeringsplasser dersom det ikke skjer endringer i tilbringertransporten. Parkeringssituasjonen på Gardermoen er preget av stor konkurranse. OSL eier 13.300 plasser, mens 40 prosent av tilbudet eller 8.200 plasser disponeres av private aktører. Dette kan gjøre det vanskelig å øke prisene kun på OSL sine plasser for å fremme kollektivtransportandelen til lufthavnen.

6.3.6 Målsetting, virkemidler og forslag til tiltak

Med bakgrunn i de vurderinger av virkemidler og tiltak som er foretatt er det fastsatt målsettinger for kollektivandelen i tilbringertransporten i 2020.

Det er foreslått en kollektivandel på 30 prosent ved Stavanger lufthavn i 2020, 32 prosent ved Bergen lufthavn og 70 prosent ved OSL. Dette er ambisiøse målsettinger som vil kreve systematisk arbeid med flere virkemidler.

Med bakgrunn i analyse av kundegrunnlag og potensiale foreslås det to nye bussruter til Stavanger lufthavn:

- Sandnes – Forus – Stavanger lufthavn
- Stavanger sentrum – Hillevåg – Stavanger lufthavn

Med bakgrunn i analyse av kundegrunnlag og potensiale er det skissert fem nye traseer for mulige bussruter til Bergen lufthavn. Disse er:

- Åsane
- Landås
- Arna
- Osøyro
- Straume/Kleppestø

Det foreslås både for Stavanger og Bergen lufthavn å etablere en samarbeidsgruppe med Avinor, fylkeskommunen, kommunen, vegvesenet og bussoperatør/ flybussen for koordinering og gjennomføring av tiltak.

Det er videre foreslått en rekke tiltak som er aktuelle for alle lufthavnene, knyttet til fysisk infrastruktur, organisatorisk infrastruktur og å redusere privatbilens relative attraktivitet. Fysisk infrastruktur er i første rekke tiltak knyttet til holdeplasser – merking og oppgradering, traseer, utbedring av vegnettet, kollektivfelt og bybane/ baneløsning til lufthavnene (Stavanger/ Bergen). Organisatorisk infrastruktur er i første rekke knyttet til markedsføringstiltak for flybuss, online info, sanntids info, overgangs- og rabattordninger, nye bussruter, jf. ovenfor, kollektivtilbud til alle flyavganger/-adkomster, samt tilleggstjenester på flybuss.

For å redusere privatbilens relative attraktivitet foreslås det å øke parkeringsavgiften på lufthavnene.

For OSL er et godt og pålitelig togtilbud helt avgjørende. Foruten økt toglengthe, må også flere andre virkemidler tas i bruk, jf. ovenfor. Videre vil tiltak som fremskutt innsjekking, vegprising eller begrenset vegkapasitet og en aktiv og helhetlig parkeringspolitikk være aktuelle.

6.4 Høyere kollektivandel vil medføre reduserte CO₂- utslipp

Det er satt ambisiøse mål for kollektivandelen ved Stavanger lufthavn, Bergen lufthavn og OSL i 2020, hhv. 30, 32 og 70 prosent. Med bakgrunn i beregnet utvikling fram mot 2020 og målsettingen for kollektivandelen, har TØI har beregnet CO₂-utslippene fra tilbringertransporten i 2020 med uendret reisemiddelfordeling og med kollektivmålsettingen oppfylt.

Tabell 6.2: Beregnet CO₂-utslipp i tonn fra tilbringertransport i 2007 og i 2020 ved uendret fordeling av tilbringertransporten og med oppfylt kollektivmålsetting

Antatt distanse	CO ₂ -utslipp 2007*			CO ₂ -utslipp 2020**			Med oppfylt kollektivmålsetting 2020		
	50 km	20 km	14 km	50 km	20 km	14 km	50 km	20 km	14 km
	OSL	BGO	SVG	OSL	BGO	SVG	OSL	BGO	SVG
Taxi	4 427	2 497	1 587	5 318	2 632	1 730	4 174	2 260	1 353
Leiebil	1 230	191	116	1 510	194	126	1 185	166	99
Bil som blir parkert	10 107	1 267	713	12 130	1 361	748	9 522	1 169	585
Bil som blir returnert ***	15 743	4 062	3 019	18 855	4 369	3 220	14 801	3 753	2 518
Buss	1 212	154	46	1 439	166	48	1 632	254	138
Sum	32 718	8 171	5 481	39 252	8 721	5 873	31 314	7 602	4 692

* Forutsetter et CO₂-utslipp i 2007 på 170 g/km for bil og 1350 g/km for buss.

** Forutsetter 2,8 prosent årlig trafikkvekst for Avinor og en reduksjon i CO₂-utslipp/km på 23 prosent for bil og 19 prosent for buss.

*** Her regnes det dobbelt distanse

Med uendret reisemiddelfordeling vil det for de tre lufthavnene være en økning i CO₂-utslippene i 2020 i forhold til i dag på 6 534 tonn for OSL, 550 tonn for Bergen og 392 tonn for Stavanger, totalt 7 476 tonn (Tabell 6.2).

Med oppfylt kollektivmålsetting vil det i 2020 være en reduksjon i CO₂- utslippene i forhold til utslippene med uendret kollektivandel (referansesituasjonen) i 2020 på 7 938 tonn for OSL, 1 119 tonn for Bergen og 1 181 tonn for Stavanger, totalt 10 238 tonn, eller 19 prosent. I forhold til 2007 vil reduksjonen være omlag 2 750 tonn totalt, eller 6 prosent. Dette til tross for trafikkøkningen. TØI har beregnet at sum utslipp ved tilbringertransport til/fra norske lufthavner i 2007 er på 67 250 tonn. OSL, Bergen og Stavanger lufthavn står dermed for 69 prosent av CO₂ utslippene i 2007.

Det er ikke satt mål og definert tiltak for de øvrige lufthavnene. Avinor vil sammen med næringsliv og kommunale myndigheter også gjennomgå tiltak for andre større lufthavner.

6.5 Generelt om mulige tiltak og virkemidler for å øke kollektiv tilbringertransport til lufthavn

Det kan tenkes ulike type tiltak og virkemidler som kan bidra til å øke kollektivandelen til lufthavnene. Tiltakene vil være av ulik karakter og kompleksitet og dermed også ha ulikt tidsperspektiv. For Avinor er det også viktig å innse at Avinor i mindre grad influerer over virkemidler på området. I første rekke vil disse styres av fylke, kommuner, statlige infrastrukturmyndigheter, transportører m.v. Dette innebærer at Avinor i sin strategi for å oppnå høyere kollektivandeler må etablere samarbeid med relevante organer på lokalt og regionalt nivå.

De mest langsiktige virkemidlene er knyttet til ”tyngre” infrastrukturtiltak i veg- eller banesystemer. På disse områdene har Avinor begrenset innflytelse, men som tilrettelegger av transportinfrastrukturen vil Avinor medvirke i planleggings- og beslutningsfasen. Baneprosjekter er under planlegging i Stavanger, Bergen og Trondheim. Det samme gjelder forbedring av vegsystemene omkring de større byene. I den grad disse er relevante for lufthavnene, er det viktig at Avinor deltar både i sentrale, bl.a. gjennom NTP, og i lokale prosesser.

Når det gjelder transportørene, vil det på kort sikt (bortsett fra OSL), være mest hensiktsmessig å rette oppmerksomheten mot busstransport til lufthavnene. Trafikkveksten vil øke det potensielle kundegrunnlaget vesentlig. Flybussene er kommersielt baserte, mens rutebusser som går innom lufthavnene, mottar kommunal/ fylkeskommunal støtte. Markeds- og konkurransegrunnlaget for nye bussruter, flybuss eller rute, må vurderes.

For busstransport er det aktuelt å forbedre servicen på bussen som trafikkinformasjon, rabatterte overgangsbilletter til andre transportmidler, etc. Aktuelle tiltak er også knyttet til holdeplassene, både mht. merking, leskur og at traseene er godt kjent.

Der det er næringsklynger med høy reisefrekvens, som for eksempel Forus, vil et aktuelt virkemiddel være å etablere busstransport til lufthavn som alternativ til drosje. Det kan også være et potensiale for å etablere arbeidsbuss fra lufthavn. Bosettingsmønster og forskjellig arbeidstid må kartlegges for å få opp potensialet. I dag kjører de fleste ansatte bil til lufthavnen.

Avinors egne virkemidler vil primært være knyttet til selve lufthavnen. Holdeplass avgang/ ankomst for buss, parkeringsordninger både for reisende og egne ansatte og ordninger med taxi. Det er reist ulike problemstillinger rundt våre parkeringsarealer, skal vi være restriktive eller skal vi tilby det markedet etterspør. Det antas at dersom lufthavna ikke har nok parkeringsplasser, kan dette medføre reduksjon i flytrafikken. Prismekanismen kan brukes, men dette vil i begrenset grad være effektivt der det er andre/ konkurrerende parkeringsselskap i lufthavnens nærhet. Det kan også reises spørsmål ved at egne ansatte har gratis parkering.

Avinor vil også ha sterkere virkemidler dersom en går inn i finansieringsordninger. I utgangspunktet må de respektive ansvarlige også være ansvarlig for finansiering av de ulike tiltakene. Imidlertid bør det kunne vurderes om Avinor skal være med å finansiere eventuelle bussruter, for eksempel arbeidsbuss for de ansatte.

Ordninger knyttet til biler og drivstoff fremstår som et virkemiddel både på kort og lang sikt. I Sverige (Arlanda) får ”grønne” taxier stå foran på drosjeholdeplass på lufthavnen. Det kan videre være ordninger med miljørettet prisdifferensiert parkeringsavgift, og at det er pumpe for biodrivstoff tilgjengelig på lufthavnene. Det bør videre initieres at lufthavndrosjene tar med flere passasjerer.

7 Økonomiske virkemidler

7.1 Innledning¹⁰¹

For å redusere klimagassutslipp kostnadseffektivt, det vil si til lavest samlet kostnad for samfunnet, finnes det to markedsbaserte instrumenter; avgifter og kvotehandel. Disse instrumentene utløser utslippsreducerende tiltak der det er billigst uavhengig av sektorer, geografi og klimagasser. De innebærer en ekstra kostnad ved utslipp av klimagasser som legges til prisen på varen eller tjenesten slik at prissignalet kan nå alle ledd utover i økonomien.

Ved en avgift påvirkes prisen, mens effekten på bedriftenes eller folks etterspørsel ikke kan bestemmes på forhånd, men kun observeres etter en viss tid etterpå. Ved et kvotesystem fastsetter regulator den samlede mengde utslipp som ligger fast¹⁰², mens prisen på kvotene bestemmes av tilbud og etterspørsel i et marked, og kan bare observeres etter at handelen har kommet i gang.

I teorien skal begge virkemidler gi samme pris og kvantumseffekt. Kvotesystem egner seg best dersom det er viktig å være sikker på at utslippene holdes under en viss terskel, mens avgifter har et fortrinn dersom den største bekymringen er hvor stor kostnaden ved å gjennomføre klimapolitikken blir. I tillegg til markedsbaserte instrumenter kan tekniske krav/ standarder og subsidier til miljøvennlige alternativer som ikke er konkurransedyktige i dag, være egnede virkemidler.

7.2 Forslag om å inkludere luftfart i EUs system for kvotehandel¹⁰³

7.2.1 Regulering av luftfart: Kyotoprotokollen og forslag om tilknytning til EUs kvotehandelssystem

I følge artikkel 2.2 i Kyotoprotokollen er internasjonal luftfart sammen med internasjonal skipsfart unntatt fra klimaregulering i første omgang, men det skal arbeides med reduksjon av utslippene gjennom 'International Civil Aviation Organization' (ICAO) og 'International Maritime Organization' (IMO).

EU Kommisjonen har foreslått å inkludere luftfart innen regionen fra 2011, mens luftfart til og fra EU-regionen tas med fra 2012. I forslaget tildeles flyselskapene gratiskvoter lik gjennomsnittet av utslippene i perioden 2004-2006 basert på 'Revenue Tonn Kilometre' som er fløyet (definert som tonn-kilometer frakt pluss vekt av passasjerer transportert over en distanse målt i kilometer), mens vekst i utslippene etter dette må dekkes av kvotekjøp i EUs kvotesystem, eller gjennom de fleksible mekanismene i Kyotoprotokollen innenfor de begrensingene som ligger i det enkelte medlemslands 'national allocation plan'.

Felles for alle sektorer er at tildelingen av gratiskvoter i fase to av kvotesystemet (2008-2012) blir mer sentralisert enn det som var situasjonen i fase 1 (2005-2007). I den andre fase av EUs kvotesystem (2008-2012) legger EU kommisjonen opp til en viss auksjonering av kvoter. Inntektene skal brukes til reduksjon av klimagassutslipp og tilpassing til klimaendringene, samt til å dekke administrative utgifter ved kvotesystemet. Den foreslåtte tilknytningen til kvotesystemet for luftfarten og betingelsene for sektoren ligger nært opp til måten andre sektorer er behandlet på. Flyselskapene må

¹⁰¹ Teksten i dette avsnittet er i hovedsak hentet fra kapittel "3.6 Klimapolitiske virkemidler og integrering av luftfarten i EUs kvotesystem" i Lian m fl (2007a).

¹⁰² Forutsetter kraftige sanksjoner ved overskridelser. EU har fastsatt et gebyr til € 100 /tonn for fase 2 i sitt kvotehandelssystem (2008-2012).

¹⁰³ Teksten i dette avsnittet er i hovedsak hentet fra kapittel "3.6 Klimapolitiske virkemidler og integrering av luftfarten i EUs kvotesystem" i Lian m fl (2007a).

overvåke sine utslipp og rapportere dem årlig og rapportene må verifiseres. Nasjonal og internasjonal luftfart behandles likt.

EU Parlamentet stemte i midten av november for en tilstramming av kommisjonens forslag. Deres forslag innebærer at all luftfart til og fra EU-regionen inkluderes alt fra 2011, utslippene reduseres med 10 prosent, 25 prosent av kvotene auksjoneres, og at det brukes en vektfaktor på to i forhold til utslippet av CO₂ (med mindre kommisjonen innfører ny lovgiving for å regulere klimaeffekten av NO_x-utslippene fra fly). En utredning om regulering av NO_x vil komme i 2008.

EU-kommisjonens forslag vil kunne påvirke konkurransen i luftfartsbransjen og i noen grad favorisere de etablerte selskapene som får "bestefarsrettigheter" til utslipp, mens de selskapene som vokser sterkt må kjøpe kvoter for sin ekspansjon.

Rådet behandlet EU ETS og luftfart den 20. desember. Hovedpunktene fra rådets konklusjon er at all luftfart (både intra-EU og til/fra EU) skal inkluderes fra og med 2012. Videre legges det opp til en cap på 100 prosent på gjennomsnittlige utslipp i perioden 2004-2006, og at 10 prosent av kvotene skal auksjoneres bort. Det forslås også at det skal settes av en egen reserve av utslippsrettigheter for selskaper som har vokst svært fort siden 2004-2006 (tas fra den opprinnelige 2004-2006-cap'en). Vedtaket i Rådet vil bli sendt tilbake til Parlamentet for andre lesing i løpet av våren 2008. Direktivet skal etter planen vedtas innen utgangen av 2008.

Det vil trolig bli vanskelig for EU å utvide kvoteplikten til å gjelde alle flyselskaper som flyr til og fra europeiske flyplasser. Etter påtrykk fra USA har ICAO vedtatt at land som innfører kvotehandel (eller andre markedsbaserte virkemiddel) må få samtykke fra alle flyselskaper som trafikkerer deres luftrom. Dersom ikke holdningen til flyselskapene og andre land endrer seg de nærmeste årene risikerer EU at dette blir en sak for WTO og de internasjonale luftfartsorganisasjonene.

Det finnes noen studier av konsekvenser av å inkludere luftfart i EU kvotesystem. FitzGerald og Tol (2007) analyserer innlemmelse av luftfart i EUs kvotesystem, nærmere bestemt internasjonal turisttrafikk, men finner at det vil ha minimal effekt på utslippene og at gratiskvoter betyr en stort subsidie til flyselskapene på bekostning av passasjerene. Andre hevder at det kan bli en betydelig økning i kvoteprisen i EU dersom luftfart inkluderes fordi flyselskapene vil bli avhengig av å kjøpe en stor mengde kvoter (ICF 2007).

Faber et al. (2007) drøfter konsekvensene av tildeling av gratiskvoter basert på ulike standarder. De argumenterer med at det er liten forskjell på standarder ('benchmark') basert på input, output eller alderen på flyflåten. I alle tilfeller vil slike standarder føre til høyere effektivitet enn gratiskvoter basert på tidligere utslipp ('grandfathering').

Selv om flyselskapene vil få en del gratiskvoter vil de bli avhengig av å kjøpe kvoter. I følge Ernst & Young (2007) kan flyselskapene få en årlig utgift til kvotekjøp på € 2,306 mill. i 2012 og € 3,772 mill. i år 2015 ved en kvotepris på € 30/tonn CO₂ på grunn av antatt vekst i trafikken og auksjonering av kvotene (3 prosent auksjonering i 2012 og 20 prosent i 2015).

Et viktig spørsmål blir da hvor stor del av denne ekstrakostnaden som kan veltes over på kundene gjennom billettprisen. Ernst & Young (2007) argumenterer med at bare en mindre del av kostnadsøkningen kan belastes kundene fordi deres priselastisitet er relativt stor, mens EU i sitt forslag legger til grunn at mesteparten kan overveltes kundene. A priori er det vanskelig å forutsi om kostnadene for passasjerene vil øke mest på ruter med mye eller lite konkurranse.

7.2.2 *Behandling av klimaeffekten av luftfart i kvotehandelssystemet*

EUs kvotesystem omfatter foreløpig bare CO₂. I prinsippet kunne kvotesystemet omfatte alle gassene omfattet av Kyoto-protokollen¹⁰⁴ og vil antagelig omfatte flere gasser på lengre sikt.

Det har også vært diskutert om hele klimaeffekten ved luftfart, også effekt ved utslipp i høye luftlag, burde tas hensyn til ved innlemming av luftfarten i EUs kvotehandel. Miljøorganisasjonene har argumentert for multiplikasjon med en faktor på 2 for å ta høyde for klimaeffekter i tillegg til CO₂ og noen argumenterer for å benytte en enda høyere faktor. I november 2007 vedtok Europaparlamentet et forslag hvor luftfartens CO₂-utslipp skal multipliseres med en faktor på 2 når kvotene beregnes.

Parlamentets forslag om å en tilleggsfaktor på 2 ble ikke stående etter behandlingen i Rådet den 20. desember 2007.

Et argument som brukes for å inkludere hele klimaeffekten fra luftfart i kvotesystemet er at prisen som betales for flyreisen bør reflektere den skaden flyreisen påfører klimaet. Men det finnes også argumenter mot å inkludere hele klimaeffekten i et kvotesystem. For det første er det få argumenter for å behandle en sektor (her luftfart) annerledes enn andre sektorer med hensyn til hvilke utslipp og effekter som skal inkluderes og valg av tidshorisont. I neste omgang kan det for eksempel da argumenteres imot å inkludere sjøfart i kvotehandelssystemet siden sektoren på kort sikt virker netto avkjølende på klimaet pga sulfatpartikler.

For det andre er sammenveilingen av klimaeffekten av CO₂ med kortlivede komponenter med dagens kunnskap både kontroversiell og usikker. Det er knyttet mange usikkerheter til bruk av utslippsbaserte metrics som GWP og GTP, og en studie konkluderer med at det er for tidlig å inkludere ikke-CO₂ effekter fra flytrafikk i kvotehandelssystem (Forster et al., 2006; 2007). Argumentene er at det er knyttet usikkerheter til de ulike klimaeffektene fra flytrafikk. Effekten CO₂-utslipp har på klima er godt kjent, mens cirrusdannelse på grunn av flytrafikk er dårlig forstått.

For det tredje må det vurderes om det å inkludere hele klimaeffekten av luftfart i kvotesystemet ved bruk av en enkelt vektfaktor gir riktige incitament til å redusere klimaeffekten fra sektoren. Klimaeffekten av utslipp av gasser og partikler med kort levetid i atmosfæren, vil være avhengig av hvor utslippet finner sted. For at en kondensstripe skal dannes må de meteorologiske forholdene ligge til rette, og en kondensstripe om natten har en mer oppvarmende effekt enn en kondensstripe om dagen (Stuber et al. 2006). Metric-verdiene vil derfor være forskjellig avhengig av hvor og når utslippene skjer. Flyet kan også velge ruter eller flytider hvor kondensstriper ikke dannes. Om flyet flyr lavere vil det slippe ut mer CO₂, men det dannes også mindre kondensstriper. Om en avgift på CO₂ fører til produksjon av mer energieffektive fly så resulterer dette gjerne i høyere utslipp av NO_x (slik man har sett tidligere).

7.2.3 *Fremtidige kvotepriser*

Virkninger for luftfarten framover må man ta utgangspunkt i de kvoteprisene som finnes i dag samt scenarier for priser videre framover. Ultimo november 2007 ligger kvoteprisen på 'forward' kontrakter for leveranse i desember 2008 i EUs kvotesystem på 23,7 €/tonn CO₂. De lengste prissignalene som finnes i dag går fram til leveranse i 2012, og da er prisen 26,2 €/tonn CO₂. Videre framover er vi avhengig av scenarier fordi ingen vet hvilken klimapolitikk og avtaler som vil komme etter utløpet av Kyoto-protokollen i desember 2012.

I høy vekst scenariet i kapittel 5 antar vi at kvoteprisen framover vil holde seg på dagens nivå (dvs ca € 25 pr tonn). Med antakelser om en relativt stram internasjonal klimapolitikk vil kvoteprisen kunne bli 50 €/tonn CO₂ i 2030. Det er selvsagt mulig med enda høyere priser i 2030, men det mer sannsynlig at prisen blir lavere som følge av politiske vansker med tilstrekkelig innstramning i

¹⁰⁴ CO₂, CH₄, N₂O, HFC, PFC og SF₆

kvotene. Kvotepriser på €25-50 / tonn CO₂ tilsvarer 0,5-1 kr per liter jetdrivstoff og vil ha liten innvirkning på omfanget av luftfart.

7.3 Bransjens vurdering av økonomiske virkemidler

I 2008 betaler norsk luftfart en fiskal CO₂-avgift på drivstoff brukt til innenriks flygninger på 65 øre pr liter – til sammen 270 millioner kr årlig. Dette tilsvarer en pris pr tonn CO₂ på om lag 234 kroner, som ligger over gjennomsnittlig kvotepris i EUs kvotehandelssystem frem til og med 2007. I tillegg betales en NO_x-avgift på 15,39 kroner pr kilo utslipp under 3000 fot, om lag 20 millioner kroner totalt. Bransjen støtter prinsippet om at forurensere skal betale, men har påpekt at særlig CO₂-avgiften er konkurransevridende. Bransjen ønsker primært at eventuelle virkemidler skal gjelde på internasjonal basis.

Utenriks flygninger er, på grunn av forpliktelsene i blant annet de bilaterale luftfartsavtalene som Norge har inngått, ikke omfattet av disse avgiftene. Norsk luftfart stiller seg positiv til at luftfarten blir integrert i EUs system for handel med utslippskvoter som erstatning for den særnorske CO₂-avgiften. Det er fra EUs side foreslått at dette vil gjelde fra 2011. Systemet vil gjelde i EU-EØS området og tildelingen av kvoter vil sannsynligvis ta utgangspunkt i trafikkvolumet i perioden 2004-2006, men det er mange elementer som fortsatt ikke er på plass. På grunn av den løpende politiske prosessen er det pr januar 2008 ikke mulig å anslå hva som vil bli det endelige utfallet, og dermed hvor stor utslippsreducerende effekt virkemiddelet vil ha, eller hvilke kostnader det vil føre til for norsk luftfart. Det er ventet et endelig vedtak i EU senhøstes 2008. Ved inkludering av luftfart i EUs kvotehandelssystem vil bransjen betale for sine klimagassutslipp på samme måte som resten av europeisk industri og kraftproduksjon.

NO_x-avgiften ble innført i 2007. Næringslivet har tatt initiativ til at det blir opprettet et miljøfond som alternativ til en fiskal avgift. Et miljøfond, der de norske fly- og helikopterselskapene vil delta, forventes å være etablert i løpet av 2008.

Avinor vil i løpet av 2008 vurdere ulike modeller for og erfaringer med miljødifferensierte avgifter innført på andre lufthavner i Europa. Bransjen mener at eventuelle virkemidler må være harmonisert i Europa og ses i sammenheng med bransjens øvrige rammebetingelser. Videre bør de ikke utformes som fiskale miljøavgifter, men innrettes mot å stimulere til teknologiutvikling og andre utslippsreducerende tiltak i bransjen.

7.4 Carbon offsets – frivillig kvotehandel

Carbon offsets eller frivillig kvotehandel er en annen måte å redusere klimagassutslipp på. Den senere tid har det særlig dukket opp initiativ som er innrettet slik at privatpersoner og bedrifter kan kompensere for utslipp fra flyreiser, men en kan også kompensere for klimagassutslipp fra andre kilder. Utslippsreduksjonene kan gjennomføres på en rekke måter, men mest vanlig er treplanting, skogvern og produksjon av fornybar energi. Ideen om at man kan kjøpe utslippsreduksjoner et annet sted eller i et annet land er tett knyttet til ideen om handel med utslippsrettigheter. Sistnevnte er imidlertid som regel ikke frivillig og er ofte regulert gjennom et formelt juridisk rammeverk.

Det er mange aktører på dette markedet. De mest kjente er trolig initiativene gjennom Kyotoprotokollen som har et system der både nasjoner og private selskaper kan kjøpe og selge utslippsrettigheter/kvoter i kvotemarkedene. Kyotoprotokollen etablerte de såkalte fleksible mekanismene for å kompensere for utslipp i I-landene i U-landene. Gjennom blant annet Den grønne utviklingsmekanismen (CDM) er det utviklet et system med verifisering og kontroll av kvotene i markedet for å sikre at de faktisk gir den pålydende utslippsreduksjonen.

En rekke miljøorganisasjoner og flere flyselskaper, også SAS, tilbyr sine kunder å kjøpe kvoter som skal kompensere for utslippene fra flyreisen, men foreløpig er bruken av frivillige kvotehandel

beskjeden. Enkelte reiseselskaper har imidlertid innført nye virkemidler for miljøkompensasjon av flyreisen. Eksempelvis innfører Star Tour et system der kunden kan velge å betale fem kroner ekstra som en del av bestillingen. For hver femkrone kunden betaler vil Star Tour betale det samme. Det forventes at halvparten av kundene vil velge denne muligheten slik at tiltaket vil generere seks millioner kroner i året til tiltak innen ny fornybar energi og energieffektivisering.

8 Luftfartens samfunnsnytte og betydning for Norge

I Norge er flytrafikken svært viktig på grunn av store avstander, spredt bosetting, utfordrende topografi og vår geografiske plassering i Europas utkant. Dette avsnittet går gjennom forskningsresultater som beskriver samfunnsnyttene knyttet til norsk luftfart, primært en analyse som TØI har utarbeidet i forbindelse med prosjektet (Lian m fl, 2007a).

8.1 Luftfarten binder landet sammen

Lufthavndekningen er svært god i Norge, og luftfarten bidrar til å knytte hele landet sammen, og. To av tre har tilgang til lufthavn innenfor en time med bil. På Vestlandet og i Nord-Norge, hvor alternative transportmuligheter er relativt sett dårligere, har hele to tredeler av befolkningen mindre enn en halvtimes reiseveg. Utbyggingen av kortbanenettet har bidratt sterkt til dette. Lengst reisetid til lufthavn har befolkningen i Hedmark, Oppland og Buskerud.

Undersøkelser viser at reisetid til Oslo er av betydning for utviklingen i en kommune. Reisetid synes også å være en bedre forklaringsfaktor for utkantulemper enn avstand målt i kilometer. Den gode lufthavndekningen og det omfattende rutenettet i Norge bidrar sterkt til å redusere utkantproblemene. Dette kan illustreres ved at det i dag er mulig å reise fram og tilbake på dagen og gjennomføre et møte i Oslo av drøyt fem timers varighet fra omtrent hele landet (eller for 99,5 prosent av befolkningen). Unntaket er Finmarkskysten øst for Mehamn.

I 2007 blir det foretatt omlag 11 millioner flyreiser innenlands og 13 millioner flyreiser til/fra Norge. Dette er en økning på henholdsvis 14 prosent og 25 prosent fra 2005. Denne veksten skyldes i hovedsak et konjunkturelt oppsving, og viser at utviklingen i flymarkedet er svært inntektsavhengig. Dersom vi legger til grunn at det fortsatt blir en inntektsvekst i Norge, vil med andre ord flyreiser i økende grad bli etterspurt.

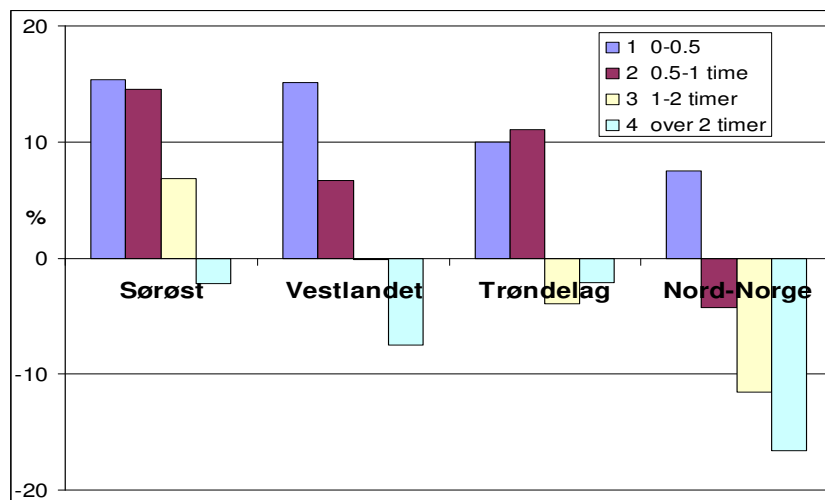
Utviklingen i antall flypassasjerer er også i stor grad avhengig av konkurransen flyselskapene i mellom. Stor konkurranse gir høy kapasitet og lave priser, og dermed mer trafikk.

8.2 Stor betydning for sysselsetting, bosetting og distriktsutvikling

Luftfarten sysselsatte i 2005 20 000 personer direkte (flyselskaper, lufthavner og hjelpetjenester). Disse gav opphav til ytterligere 15 000 sysselsatte med indirekte leveranser og forbruk av inntektene fra direkte og indirekte sysselsatte. Luftfarten bidrar i tillegg med såkalte katalytiske effekter, dvs. lokaliseringseffekter, virkninger på reiseliv og handel og på produktivitet og investeringer. Internasjonale undersøkelser tyder på at slike effekter utgjør et tillegg på 80 prosent, dvs 28 000 arbeidsplasser. I sum gir dette 60-65 000 arbeidsplasser. Undersøkelser viser at slike virkninger trolig er vesentlig større i distriktene enn i sentrale strøk.

Luftfartens samlede effekt på BNP, via investeringer og faktorproduktivitet, er på 4prosent.

I Norge er befolkningsutviklingen forskjellig både fra landsdel til landsdel, og innen hver landsdel. Særlig på Vestlandet og i Nord-Norge, er imidlertid veksten klart sterkest i lufthavnnære kommuner. Selv om en kontrollerer for forskjeller i næringsstruktur og sentralitet gjelder denne sammenheng. Figuren nedenfor viser befolkningsutvikling i kommunene 1990-2005 etter landsdel og avstand til lufthavn.



TØI rapport 807/2005

Figur 8.1: Befolkningsutvikling i kommunene 1990-2005 etter landsdel og avstand til lufthavn.

Undersøkelser viser også at lufthavnene er:

- Avgjørende for landets konkurranseevne i en global verden
- Av stor betydning for totalforsvar og beredskap

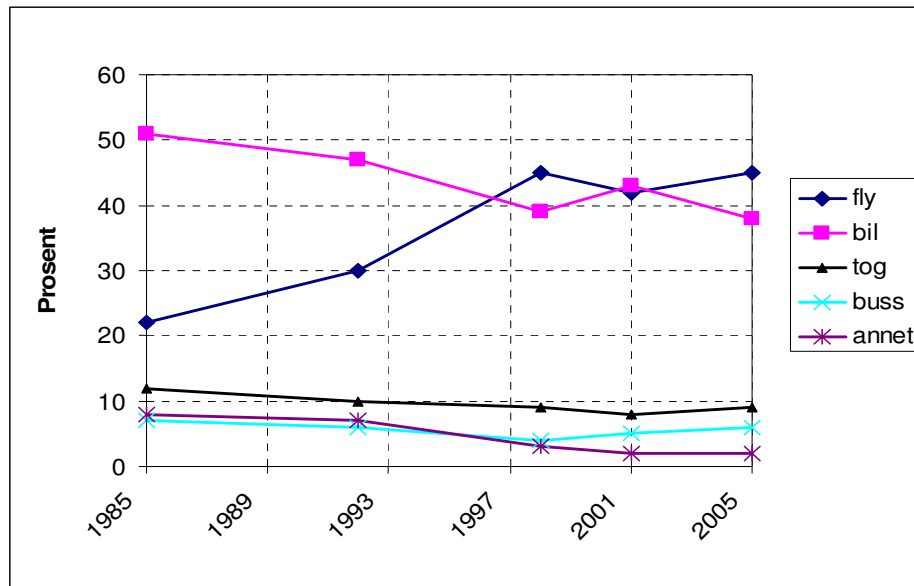
8.3 Avgjørende betydning for mange sektorer og aktiviteter

Innenlands er halvparten av flyreisene forretningsreiser, halvparten fritidsreiser. På utenlandsreisene er drøyt 60 prosent av reisene fritidsreiser. Mange virksomheter og næringer er avhengig av god flytransport. Følgende eksempler kan illustrere dette:

- Olje- og gasssektoren står for en stor andel av flytrafikken:
 - 13 prosent av alle flyreiser (eller 21 prosent av alle forretningsreiser) innenriks er knyttet til denne sektoren
 - I tillegg ble det i 2007 foretatt ca 550 000 helikopterreiser til og fra installasjonene på sokkelen
- Turisttrafikken til Norge fra utlandet er helt avhengig av luftfarten:
 - 30 prosent av alle innreisende turister kommer med fly (dobling fra 2001)
 - Innkommende flyturister tilbrakte nær 10 millioner gjestedøgn i Norge, mens flyturistenes forbruk var på i alt 13 mrd.kr
- Helsesektoren, særlig i Nord-Norge, er en viktig bruker av flytransport:
 - Årlig foretas 400 000 pasientreiser med rute-fly. I tillegg kommer en rekke oppdrag med helikopter og ambulansefly
 - Medisinske reiser utgjorde 2,6 prosent av alle flyreiser for hele landet, og 13 prosent for reiser innen Nord-Norge.
 - 20 prosent av reisene med Widerøe til/fra Bodø og Tromsø er medisinske
- Luftfart muliggjør landsomfattende kultur- og sportsaktiviteter:
 - Denne virksomheten står for 5 prosent av alle innenriksreiser
 - F.eks er det vanskelig å tenke seg lag fra Nord-Norge i Tippeligaen uten et godt flytilbud
- Bransjen tilbyr ledsagerhjelp til blant annet barn som reiser alene og for eldre og syke:
 - Dette utgjør et viktig sosialt tilbud for familier i alle deler av landet og omfatter over 250 000 reiser årlig.

8.4 Viktigste kollektive transportmiddel for lange reiser

På reiser over 300 km er bil og fly hovedkonkurrentene. Dette går tydelig frem når en studerer utviklingen over tid. Figur 8.2 under viser transportmidlenes markedsandeler for reiser over 300 km de senere år.



Figur 8.2: Transportmidlenes markedsandeler for reiser over 300 km 1985-2005. .

I perioder da flyets markedsandel øker, går bilens andel ned og omvendt. Transportmiddelvalget avhenger også i stor grad av reiseformålet. Fly benyttes på 80 prosent av yrkesreisene og om lag halvparten av fritidsreisene.

Reisefrekvensen med fly er høy når alternative reisemuligheter er relativt sett dårlige, og avstanden til lufthavn kort. Reisefrekvensen innenriks er høyest i Nord-Norge med 4 enkeltreiser per innbygger per år, og lavest på Østlandet med drøyt 1 reise. Bildet er omvendt for utenlandsreiser. Bosatte på Østlandet har en tur-retur reise til utlandet med fly per år, mens Nord-Norge har under halvparten av dette. En kartlegging av trafikk mellom landsdelene viser at flyet har høye markedsandeler mellom Oslo / Akershus og alle andre deler av landet unntatt Østlandet. For eksempel foregår nær 90 prosent av alle reiser mellom Oslo /Akershus og Nord-Norge med fly.

Undersøkelser viser også at nordmenn reiser mer med fly innenriks enn befolkningen i andre Europeiske land.

8.5 Begrensede alternativer til flytransport

En viktig dimensjon i vurderinger av luftfarten er hvilke alternativer som eksisterer. På relativt korte flyreiser kan alternativene være tilfredsstillende, mens det på lange reiser ikke finnes reelle alternativer.

Tabell 8.1.: Flyreiser i og til/fra Norge etter mulighet for alternativ transport 2007, 2020.

Relasjon	2007		2020	
	Pax	Pkm	Pax	Pkm
Internt i Sør-Norge	25	6	19	4
Øvrig innland	22	9	20	6
Sum Innland	47	14	38	9
Sør-Norge – Danmark/Sør-Sverige	6	3	7	3
Øvrig Europa	38	37	43	36
Interkontinentalt	9	44	12	51
Sum utland	53	84	62	89
Trafikk m/ alternativer	31	8	26	6
Trafikk u/alternativer	69	92	74	94
Sum	100	100	100	100

Analysen fra TØI (Tabell 8.1) viser at 31 prosent av dagens flyreiser kan ha et alternativ, men dette gjelder bare 8 prosent av transportarbeidet (som også hensyntar flydistansen). Alternativene finnes internt i Sør-Norge og mellom Sør-Norge og Danmark/Sør-Sverige.

Frem mot 2020 vil andelene synke til henholdsvis 26 prosent og 6 prosent. Dette innebærer at i 2020 vil 94 prosent av transportarbeidet med fly ikke ha et reelt alternativ.

På relasjoner der høyhastighetstog kan være aktuelt (mellom de store byene i Sør-Norge, samt videre mot Sør-Sverige og Danmark), finnes også i dag reelle alternativer til fly. TØI har anslått at 60 prosent av trafikken internt i Sør-Norge eventuelt kan overføres til høyhastighetstog. Tilsvarende tall for relasjoner mellom Sør-Norge og Danmark / Sør-Sverige er på 90 prosent. Disse andelene gjelder både for passasjerer og passasjerkilometer. Totalt sett er om lag 20 prosent av flypassasjerene og 6 prosent av passasjerkilometer med fly i 2007 tilknyttet strekninger hvor det er aktuelt med høyhastighetstog. Andelene forventes å bli lavere i 2020 siden det er utenrikstrafikk utenom Skandinavia som forventes å øke mest.

TØI har også utredet markedet for høyhastighetstog i Norge. Hovedkonklusjonen er at toget kan ta 80 prosent av det relevante punkt-til-punkt markedet og 40 prosent av det utenlandske transfermarkedet over Oslo lufthavn, Gardermoen. I sum utgjør dette om lag en tredel av samlet innenrikstrafikk og 8 prosent av samlet utenlandstrafikk (målt i passasjerer). Tallene er noe høyere enn i Jernbaneverkets utredning fra november 2007¹⁰⁵.

Det er beregnet at dersom 10 prosent av innenlandsk luftfart skulle overføres til biltransport, ville dette innebære et velferdstap på om lag 2 mrd. kroner for de reisende som følge av tapt tid.

For de fleste flyreisene finnes det ikke relevante alternative transportformer. Alternativet vil derfor som regel være å ikke reise.

8.6 Funn og konklusjoner fra casestudier

I tilknytning til prosjektarbeidet er det gjennomført tre casestudier, et i Stavanger-området, et i Finnmark, og et relatert til flyfrakt. Dette arbeidet er i stor grad basert på intervjuer med ledelse i bedrifter og kommuner. Videre er det gjennomført en vurdering av flyfrakts betydning. Følgende konklusjoner ble trukket:

¹⁰⁵ Jernbaneverket/VWI (november 2007): *Høyhastighetstog i Norge. En mulighetsstudie*.

8.6.1 Næringslivet i Stavanger er avhengig av internasjonal luftfart

For å hevde seg i den internasjonale konkurransen er globale relasjoner og flytransport avgjørende. I Stavanger-regionen er næringslivet i stor grad internasjonalt rettet med et betydelig innslag av olje- og gassindustri og petroleumsrelatert leverandørindustri, som i økende grad har sitt marked utenlands. Bedrifter i leverandørindustrien i Stavanger/Sandnes-området har drøyt 30 000 sysselsatte, dvs nær en tredel av all sysselsetting i bransjen. Bransjen er svært internasjonal med nær 50 prosent av omsetningen utenlands.

Mange teknologiske nisjebedrifter er avhengig av å bygge relasjoner og ekspandere til nye internasjonale markeder. Personlige møter er nødvendig i forbindelse med forhandlinger, etablering av nye markeder og kontakter med FoU-miljøer i utlandet. Uten et godt flytilbud, ville det ikke være mulig å betjene kunder, delta i prosjektgrupper om teknologiutvikling eller å utføre service og konsulentoppdrag. Videre ville det være problematisk å rekruttere internasjonal ekspertise og vanskelig for oljeindustrien å forflytte arbeidskraft.

Selv om ikke flytilbudet i Stavanger er årsaken til at foretakene opprinnelig ble lokalisert til regionen, er deres nåværende virksomhet og framtidig utviklingsmuligheter i høy grad avhengig av et godt flytilbud. Det er særlig utvalget av direkteruter, frekvens og pålitelighet som er viktig for næringslivet. Det er også på disse områdene man tilsynelatende er minst fornøyd i dag. For ansatte med familie som reiser mye er kvaliteten på flytilbudet særlig viktig. For bedriften fins det ingen alternativer til fly fordi tidsbruk knyttet til reiser er så kritisk. Et høyhastighetstog til Oslo må ned på tre timers reisetid før flertallet sier at de vil benytte et slikt tog som alternativ til fly.

8.6.2 Luftfart i Finnmark er nødvendig, men stopper ikke befolkningsnedgangen

Lufthavnnærhet er ikke tilstrekkelig for å unngå befolkningsnedgang på Finnmarkskysten. Nedgangen skyldes blant annet nedgang i fisket og foredlingsindustriens råstofftilgang. Vi har studert betydningen av lufthavnen i Mehamn nærmere. For fiskeindustrien er lufthavnen viktig fordi den muliggjør besøk fra kunder og transport av reservedeler. Lufthavnen er nødvendig også i produktsammenheng fordi vann- og produktprøver sendes med fly for analyse i akkrediteringslaboratorier.

For turismen spiller luftfarten en stadig mer sentral rolle. Det utvikles opplevelsesturisme (snøscooter-safari, jakt, isfiske, laksefiske eller havfiske) for turister med mye penger og lite tid. Uten lufthavnen ville det ikke vært mulig med denne type turister til Mehamn.

For kommunen er deltakelse på møter nasjonalt og i fylket viktig. Her er lufthavnen avgjørende. Lufthavnen er også viktig for at kvalifisert arbeidskraft som leger, lærere, sykepleiere og ingeniører skal rekrutteres til kommunen. De høye billettprisene virker imidlertid dempende på reiseaktiviteten, og oppleves i dag som det største problemet ved flytilbudet.

Likevel oppleves fly først og fremst et velferdstilbud til befolkning pga de store avstandene. Det tar fem timer med bil til lufthavnen i Alta og fire til Kirkenes (i blant vinterstengt). Lufthavnen er avgjørende for å kunne komme til sykehusbehandling og beredskapen gir trygghet i befolkningen. Tilgang på ambulansefly er viktig ved f.eks fødsler, hjerteinfarkter eller ulykker.

På et åpent spørsmål om hva lufthavnen betyr, svarer de reisende "alt" eller "helt avgjørende". Andre sier at den er bestemmende for at de kunne bosette seg her, eller for lokaliseringen av deres bedrift. Flere legger vekt på kort reisetid til sykehus og muligheten for familiebesøk. Flere fremhever også at de høye billettprisene virker begrensende på reiseaktiviteten.

8.6.3 Betydningen av flyfrakt er økende

Flyfrakt øker relativt sterkt på verdensbasis. I norsk utenrikshandel utgjør flyfrakten 7 prosent av transporterte varer målt i verdi. Klær, maskiner, apparater og utstyr dominerer i import med fly. For disse

varene brukes flytransport pga høy vareverdi og krav om rask leveranse (f eks reservedeler, eller teknologi/mote hvor tidsforsprang er viktig).

I eksport med fly dominerer fiskevarer. Flyfrakt gjør det mulig å ta bedre betalt for et bedre produkt (eksempel fersk vs frosset fisk) som langt overstiger kostnaden ved flyfrakt, og som tilfaller produsenten og det norske samfunnet. Fiskeeksporten går fra ulike nordiske lufthavner, i stor grad til Østen.

Også innenriks er flyfrakt viktig. Særlig gjelder dette for reservedeler og andre varer med høye tidskostnader. Mottakerne er svært avhengige av flytransport fordi alternativ transport vil ta lang tid pga store avstander. Dette er særlig viktig i distriktene. For mange kan avbruddskostnadene være store, og flyfrakttilbudet har gjort det mulig å redusere kapitalbinding i lager av reservedeler. Flyfrakt er også viktig innen helsesektoren i forbindelse med transport av organer, blodprøver mv.

9 Scenarier – trafikk og samfunnsmessige konsekvenser

Transportøkonomisk Institutt har i Lian m fl (2007a) formulert to ulike scenarier fram mot 2020 og 2050: Styrt nullvekst og fortsatt høy vekst i luftfarten. I begge scenariene forutsettes høy økonomisk vekst og en betydelig befolkningsvekst i Norge. TØIs hovedkonklusjoner er:

- I scenariet med høy trafikkvekst antas innlandstrafikken å bli 40-50 prosent høyere i 2020 enn i dag, mens utlandstrafikken blir dobbelt så stor. I 2050 er innen- og utenrikstrafikken henholdsvis 2-3 og 4-5 gangere høyere enn i dag. Turismen blomstrer og næringslivet blir stadig mer internasjonalt. Avstandsulempene for distriktene blir mindre pga et stadig bedre luftfartstilbud.
- Scenarioet med styrt nullvekst krever enten svært kraftige prisvirkemidler (50 prosent høyere realpriser i 2020, tredoble i 2050), eller en eller annen form for regulering (absolutte kvoter for personer/ bedrifter / flyselskaper eller at kapasiteten ikke utvides). Høy underliggende etterspørselvekst og sterke ønsker om å reise er bakgrunnen for at så vidt drastiske virkemidler kreves for å realisere nullvekst.

Scenariene er rendyrkede ytterpunkter som primært må vurderes som mulige utviklingstrekk. Usikkerheten er imidlertid meget stor.

Hovedpunktene fra scenariene oppsummeres i kapittel 9.5. Eksempler på sentrale områder som drøftes i rapporten er markedet, næringslivet, turisme og klimagassutslipp. Viktige utviklingstrekk innenfor disse områdene sammenfattes i dette kapitlet. For en fullstendig fremstilling av scenariene, se Lian m fl (2007a).

9.1 Markedet

I scenariet med høy trafikkvekst vokser alle markeder, men veksten er særlig sterk for private reiser. Rundt 2020 vil antall yrkesreiser totalt ha passert 15-16 millioner, mens fritidsreisene har økt til drøyt 27 millioner.

Høyt volum gir flere direkteruter og mindre behov for et knutepunkt i København. Dessuten gir svært god overflatetransport i Europa større valgfrihet mht hvilken flyplass man ønsker å lande på. Dette gjør sekundære flyplasser mer attraktive. Stadig flere nye ruter åpnes, ikke bare fra OSL, men også flere andre stamflyplasser får nye utenlandsruter. OSL får flere interkontinentale ruter.

I scenariet med styrt nullvekst vil høye kvotepriser /avgifter på utslipp ramme bransjens konkurranseevne. Drivstoffutgiftene utgjør en større andel av kostnadene. Billigbilletter og private reiser faller i større grad bort, mens det i hovedsak blir forretningsreisende som får råd til å reise. Omfanget av, og behovet for forretningsreiser øker fortsatt noe som følge av fortsatt internasjonalisering og næringsendringer. I dette scenariet synker fritidstrafikken både innenlands og utenlands. Dette innebærer at flytransport mister sitt preg av å være et kollektivt transportmiddel for alle. Luftfartens sosiale profil endres kraftig da prisutviklingen reduserer transportmuligheten for mange.

9.2 Næringslivet

I scenariet med høy trafikkvekst vil et bedre og billigere flytilbud forsterke den økonomiske veksten. Dette er særlig viktig for Norge med vår avhengighet av luftfart i forhold til det tett befolkede europeiske kontinentet som har gode alternativer i raske tog og motorveger.

Avstandsurempene for norsk næringsliv reduseres og bidrar dermed til å øke vår konkurranseevne i forhold til landene på det europeiske kontinentet. Oslo, Stavanger og Bergen vil framstå som mindre perifere for lokalisering av kontorer for større internasjonale bedrifter.

Også for næringslivet i distriktene reduseres avstandsurempene. Mange avganger og lavere priser gjør det lett å reise ut. Bedre flytilbud gir en stimulanse til lokalt næringsliv. Det blir også lettere å rekruttere nøkkelpersonell. Suksessrike bedrifter og internasjonalt orienterte bedrifter får dermed ikke transportmessige intensiv til å flytte virksomheten når omsetningen øker. Kontakt til marked og FoU-miljøer kan ivaretas godt likevel. Dessuten vil telekommunikasjoner underveis på reisen redusere elementet av tidsspille på reisen.

Stadig flere byer får direkte utenlandsforbindelser. Det blir også lettere å rekruttere utenlandsk arbeidskraft, og denne vil lettere kunne få besøk fra hjemlandet og også kunne reise hjem selv. Dette sammen med økt turisme bidrar til større utveksling med og forståelse av andre kulturer, noe som på lang sikt kan ha positive økonomiske og politiske konsekvenser.

Hvis vi forutsetter at både inntektselastisiteten og priselastisiteten er omtrent like store (f eks 1), vil 2,5 prosent årlig økning i BNP medføre en tredobling av luftfarten fram til 2050. I alternativet med styrt nullvekst må dette motvirkes av en tilsvarende *tredobling av prisene*. Hvis priselastisiteten er lavere (slik det er estimert i transportmodeller), må prisene økes enda mer. En tredoblet pris innebærer avgifter/kvotepriser på 2600 kr pr enkeltreise innenlands og 4000 kr på utland (2007 kroneverdi). Videre påvirkes næringslivet og befolkningen i distriktene og i Nord-Norge sterkt pga høye reisekostnader og reduserte tilbud. Mange vekstbedrifter vil omlokalisere, eller flytter administrasjons- og utviklingsavdelinger til Oslo (eller en annen stor by). Vekst og nyetableringer konsentreres dermed i svært sentrale strøk. Dessuten blir rekruttering av kvalifisert arbeidskraft vanskeligere i distriktene. Spesielt vil dette være tilfelle for utenlandsk arbeidskraft.

9.3 Turisme

I scenariet med høy trafikk legger nye direkteruter og lave priser til rette for en sterk økning også i innkommende turisme. Reiselivet er i stor grad en distriktsnæring hvor opplevelse av unik natur er en viktig ingrediens.

Nye flyruter og økning i utenlandstrafikken, øker også turisttrafikken ut av landet. Det er imidlertid ikke nødvendigvis kun relevant å studere netto turisttrafikk. For det første har inn- og utstrømmene lite med hverandre å gjøre. Det ligger vidt forskjellige reisemotiver og drivkrefter bak trafikken. For det andre vil nordmenn med en fortsatt økonomisk vekst i landet, ønske å benytte noe/ en økende del av denne inntekten til å reise ut. For det tredje skaper innkommende turisme verdier som ellers ikke ville blitt skapt her i landet. For det fjerde skapes disse verdiene i ”distrikter / utkanter” som ellers lett ville blitt rammet av den vridning i næringsstrukturen som økonomisk vekst forutsetter. Dermed blir økning av innkommende turisme i seg selv et politisk og økonomisk mål.

Dessuten vil økt turisme i land som mottar norske turister bidra til en økonomisk utvikling i disse landene. Spesielt viktig er dette i mindre utviklede land. Økt reiseomfang vil også i seg selv bidra til en bredere kulturforståelse av andre samfunn og mer samhandling.

Fra 2001 til 2005 økte antall utenlandske ankomster med overnatting som reiste med fly fra 1 million til 1,56 millioner, mens ankomster med andre transportmidler kun økte fra 2,1 til 2,3 millioner. 0,9 millioner av ankomstene med fly var ferie- og fritidsreisende, mens 0,66 millioner var forretningsreisende. Antall gjestedøgn for ankomende med fly var 11 millioner i 2005, fordelt med 8,3 millioner gjestedøgn på feriereiser og 2,7 millioner på yrkesreiser. Gjennomsnittlig oppholdstid var 9,2 gjestedøgn på feriereiser, 4 gjestedøgn på yrkesreiser og 7 gjestedøgn totalt.

Dersom innkommende turisme med fly øker i samme omfang som utenlands fritidstrafikk, får Norge i 2050 4,5 millioner ferieankomster med fly og 41,5 millioner gjestedøgn. Flyturistene brukte i 2005 gjennomsnittlig 1110 kr per reisedøgn i 2005, mens yrkesreisende brukte 2100 kr per reisedøgn.

I alternativet med styrt nullvekst vil norsk reiseliv oppleve en markedssvikt fordi det generelt blir dyrere å reise, og spesielt med fly. Reiselivet er i stor grad en distriktsnæring hvor opplevelse av unik natur er en viktig ingrediens. Antall utenlandske turister som kommer med fly reduseres fra om lag 0,9 millioner i 2005 til 0,5 millioner i 2050. Antall gjestedøgn reduseres fra 8,3 millioner til 5 millioner. Samlet turistforbruk blir 5,5 mrd kr (2005-nivå), mot 46 mrd kr i vekstscenariet. Antall sysselsatte blir på 4000, mot 33 000 i vekstscenariet. I 2020 vil antall gjestedøgn for innkommende flyturister være redusert til 7,2 millioner. Dette gir en omsetning på om lag 8 mrd kr mot 22 mrd kr i vekstscenariet. Sysselsettingen i innkommende flyturisme blir hhv 6 000 og 16 000 i de to scenariene.

I tillegg vil kurs- og konferansemarkedet rammes i områder som er avhengig av flytransport for å få kundene inn (hovedsakelig nasjonale kunder).

Fokus rettes mot bærekraftige ferier med kvalitet. Spørsmålet er da om gode nok tilbud kan utvikles lokalt eller i nærheten av steder som kan nås med tog. Også utgående turisme reduseres kraftig og bidrar til å redusere handelslekkasjen. Det innebærer imidlertid også redusert velferd for befolkningen. Samtidig vil mottakerlandene, spesielt mindre utviklede land som er særlig avhengig av økende turistinntekter, ikke få del i den velstandsøkning økt turisme kunne gitt.

Reiseliv omfatter også en betydelig andel besøksreiser med fly, både nasjonalt og internasjonalt. Familiebesøk kan bli vanskeligere å realisere hvis prisene tredobles. Dette vil særlig ramme dem med dårligst råd. Eldre personer og skilte foreldre med barn som skal besøke mor/far i en annen del av landet kan oppleve tapt velferd som følge av de svært høye flyprisene.

9.4 Klimagassutslipp

I scenariet med høy trafikkvekst vil utslippene av klimagasser øke betydelig mot 2020 dersom tiltak ikke gjennomføres. Dette må imidlertid vurderes opp mot de mange tiltak som bransjen planlegger, og som er nærmere omtalt i foreliggende prosjektrapport

I et nullvekstscenariet med forbedret flyflåte og andre tiltak (jf kapittel 5 i denne rapporten), vil de absolutte utslippene fra norsk luftfart kunne reduseres sterkere. Det er imidlertid vanskelig å fastslå potensialet for slik reduksjon fordi dette blant annet vil avhenge av bransjens evne til fornyelse i en situasjon med et stagnert marked.

9.5 Oppsummering

9.5.1 Oppsummering av scenarier 2020

	Høy uhindret vekst (3 prosent)	Styrt nullvekst
Luft- fart	Fritidstrafikken øker sterkt, yrkestrafikk øker noe - Innland: fra 11 til 16 million - Utland: fra 13 til 27 million Flypriser reduseres med 10 prosent Lavkost fanger opp nesten all veksten Nye direkteruter, inn- og utland Økning i antall frekvenser	Fritidstrafikken avtar, yrkestrafikk øker svakt - Yrkesreiser: 11 til 13 million totalt - Innland: 11 mill, utland 13 mill som i dag Billettpris på fly øker med 50 prosent Lavkost avtar, nettverk øker svakt Korte ruter reduseres, regional nett diskuteres Raske togforbindelser til store byer planlegges
Avinor	God økonomi Store utbygginger av kapasitet Lavere luftfartssavgifter Forsøk med differensiert servicenivå Økt lekkasje på noen regionale lufthavner, ellers vekst	Dårligere økonomi Vedlikehold, teknisk oppgradering Subsidiebehov /høye avgifter Økende "peak"-belastning 1-2 regionale lufthavner forsvinner
Sysse- lsetting	Direkte luftfartssysseisseting 30 000 Indirekte sysseisseting 24 000 Sterk rasjonalisering og produktivitetsvekst	Direkte luftfartssysseisseting 18 000 Indirekte sysseisseting 14 000 Fortsatt rasjonalisering og produktivitetsvekst
Nærings- liv	Reduserte avstandsulempen, gode forbindelser Redusert reisetid, 3 millioner yrkestimer spart Økende internasjonalisering i næringslivet Lettere å rekruttere utenlandsk arbeidskraft	Store avstandsulempen for Norge og distriktene/ N-Norge Yrkesreiser dyrere: 12 mrd 2007-kr Mindre internasjonalt næringsliv Vanskelig å rekruttere utenlandsk arbeidskraft
Sam- funn	Reell globalisering i samfunnsliv og turisme Sentralisering, vekst i vellykkede byer Økt kontakt mellom ulike deler av landet Bedre utveksling/forståelse av andre kulturer	Samfunnsmessig tap som følge av trafikkbortfall, 2 mrd kr innland og 8 mrd kr utland (2007-kr) Tiltakende sentralisering Uendret kontakt mellom landsdelene Mindre turisme og utvikling i uland
Turisme	Flyturisme: 20 millioner gjestedøgn i Norge Flyturisme: 22 mrd 2005-kr omsetning i Norge Flyturisme: 16 000 ansatte i Norge Kurs/konferanse i distriktene øker Turismen i utviklingsland vokser	Flyturisme: 7,2 millioner gjestedøgn i Norge Flyturisme: 8 mrd 2005-kr omsetning i Norge Flyturisme: 6 000 ansatte i Norge Kurs/konferanse konsentreres til store byer Mindre turisme og kulturutveksling mellom land
Velferd	Nye ruter, reduserte priser Stadig flere har råd til å fly	Bortfall av fritidstrafikk et velferdstap Færre får råd til å fly til private formål
Miljø	CO ₂ -utslipp øker med 69 prosent uten energieffektiviserende tiltak (se kap 4 i denne rapporten) Med tiltak: se kapittel 5.7 i denne rapporten Ingen endring i antall støyutsatte	Reduksjon i CO ₂ -utslipp Reduksjon av antall støyutsatte

9.5.2 Oppsummering av scenarier 2050

	Høy uhindret vekst (3 prosent)	Styrt nullvekst
Luft-fart	Fritidstrafikken øker sterkt, yrkestrafikk øker noe - Innland fra 11 til 27 million - Utland fra 13 til 59 million Flypriser reduseres med 30 prosent Lavkost fanger opp nesten all veksten Mange nye direkteruter, inn- og utland Minst dobling i antall frekvenser	Fritidstrafikken avtar, yrkestrafikk øker svakt - Yrkesreiser 11 til 16 million totalt - Innland 11 million, utland 13 million som i dag Minst tredobling av billettpris på fly Lavkost avtar, nettverk øker noe Korte ruter forsvinner, regional nett reduseres Raske togforbindelser til store byer er etablert
Avinor	God økonomi Store utbygginger av kapasitet Lavere luftfartssavgifter Differensiert servicenivå Økt lekkasje på noen regionale lufthavner, ellers vekst	Svak økonomi Vedlikehold, teknisk oppgradering Subsidiebehov /høye avgifter Stor "peak"-belastning Færre regionale lufthavner
Sysse- lsetting	Direkte luftfartssysse lsetting 55 000 Indirekte sysse lsetting 45 000 Sterk rasjonalisering og produktivitetsvekst	Direkte luftfartssysse lsetting 16 000 Indirekte sysse lsetting 12 000 Fortsatt rasjonalisering og produktivitetsvekst
Nærings- liv	Små avstandsulemper, gode forbindelser Redusert reisetid, 6 millioner yrkestimer spart Sterk internasjonalisering i næringslivet Lett å rekruttere utenlandsk arbeidskraft	Store avstandsulemper for Norge og distriktene/ N-Norge Yrkesreiser dyrere: 60 mrd 2007-kr Mindre internasjonalt næringsliv Vanskelig å rekruttere utenlandsk arbeidskraft
Sam- funn	Reell globalisering i samfunnsliv og turisme Sentralisering, vekst i vellykkede byer God kontakt mellom ulike deler av landet Bedre utveksling/forståelse av andre kulturer	Samfunnsmessig tap som følge av trafikkbortfall, 24 mrd kr innland og 106 mrd kr utland (2007-kr) Kraftig sentralisering Relativt mindre kontakt mellom landsdelene Mindre turisme og utvikling i uland
Turisme	Flyturisme: 40-42 millioner gjestedøgn i Norge Flyturisme: 46 mrd 2005-kr omsetning i Norge Flyturisme: 33 000 ansatte i Norge Oppblomstring av kurs/konferanse i distriktene Turismen i utviklingsland blomstrer	Flyturisme: 5 millioner gjestedøgn i Norge Flyturisme: 5,5 mrd 2005-kr omsetning i Norge Flyturisme: 4 000 ansatte i Norge Kurs/konferanse konsentreres til store byer Mindre turisme og kulturutveksling mellom land
Velferd	Nye ruter, reduserte priser "Alle" har råd til å fly	Bortfall av fritidstrafikk et velferdstap Kun de rikeste kan fly til private formål
Miljø	Doblet CO₂-utslipp uten tiltak Med tiltak: ikke beregnet Ingen endring i antall støyutsatte	Opptil 50 prosent reduksjon i CO₂-utslipp Halvering av antall støyutsatte

10 Samfunnsrollen skal videreutvikles og miljøprestasjonen forbedres

TØIs rapport (Lian m fl, 2007a) dokumenterer at Norge er helt avhengig av et velfungerende lufttransportsystem for å opprettholde bosetting og arbeidsplasser, samt for å sikre befolkning og næringsliv god kontakt med omverdenen. Dette behovet vil forsterkes ytterligere de kommende år.

Sterke virkemidler må til dersom veksten eventuelt skal opphøre. De samfunnsmessige konsekvensene vil i så fall bli store. Noen eksempler er:

- Dersom en velger økonomiske virkemidler, som betydelig avgiftsøkning, vil dette kunne påvirke flyprisene slik at en får sosial omfordeling blant forbrukerne og store avstandsulemper for næringslivet og befolkningen i distrikts-Norge
- Det finnes, i hovedsak, ikke alternative transportmåter til fly. Manglende tilbud vil derfor svekke mobiliteten i samfunnet
- Restriktive tiltak kan bidra til årlig reduksjon av inntekter fra flyturisme på 15 milliarder kroner i forhold til forventet vekst.
- Næringslivets konkurranseevne i et stadig mer globalisert marked vil bli negativt påvirket.

På den annen side er konsekvensene av de menneskeskapte klimaendringene den viktigste utfordringen både globalt og for Norge. Luftfarten må derfor ta sitt ansvar for å redusere klimapåvirkningen. Dette må gjøres ved at bransjen dekker kostnadene ved miljøulempene som påføres samfunnet (forurenser betaler-prinsippet) og ved at det gjennomføres tiltak som reduserer utslippene. Gjennom dette prosjektet har bransjen skissert konkrete tiltak som vil bedre bransjens miljøprestasjon betydelig. De fleste tiltakene er allerede besluttet gjennomført, og resten vil bli besluttet gjennomført når teknologien er tilgjengelig.

Målsettingen i klimameldingen¹⁰⁶ er at utslippene fra transportsektoren i Norge ikke skal øke med mer enn 1-12 prosent i 2020 sett i forhold til 2007. Det kan være noe usikkerhet knyttet til de forutsetninger som Klimameldingens referansebane baseres på¹⁰⁷. Med de tiltakene bransjen skisserer i denne rapporten vil utslippene fra innenriks luftfart være 10-22 prosent lavere i 2020 enn i 2007. Bransjen går med andre ord lengre i sine tiltak enn det legges opp til for transportsektoren i Klimameldingen.

Gjennom dette prosjektet har bransjen synliggjort at motsetningene mellom vekst i flytrafikken og de klimamessige utfordringene er sterkt redusert. Dermed legges forholdene til rette for at bransjen kan videreutvikle sin rolle i samfunnet, og samtidig gi et positivt bidrag til å oppfylle overordnede politiske målsettinger om at transportsektoren må ta et sterkere miljøansvar.

¹⁰⁶ Slik den er referert i kapittel 7.3 i transportetatene og Avinors Forslag til Nasjonal transportplan, lagt frem 17. januar 2008.

¹⁰⁷ I Forslaget til NTP anbefales det at referansebanen i Klimameldingen for utslipp fra transportsektoren kvalitetssikres.

11 Litteraturliste

- Asplan Viak (2007a) Tilbringertjenesten til Stavanger Lufthavn, Sola. Utgave: 01. Dato 2007-11-30
- Asplan Viak (2007b): Tilbringertjenesten til Bergen lufthavn, Flesland. Utgave 02. Dato 2007-12-13
- Berntsen, Terje, Jan S. Fuglestad, Gunnar Myhre, Frode Stordal and Tore F. Berglen, (2006):
“Abatement of greenhouse gases: Does location matter?”. *Climatic Change*, 74 (4): pp. 377-411.
- CE Delft (2007) Jasper Faber, Bart Boon (both CE), Marcel Berk, Michel den Elzen, Jos Olivier (all MNP) and David Lee (MMU). *Aviation and maritime. transport in a post-2012 climate policy regime* Delft, 2006 (December)
- Ernst & Young (2007), Analysis of the EC proposal to include aviation activities in the emissions trading system, Report, June 1st, York Aviation.
- Faber, J., G. van de Vreede, and D. S. Lee (2007), *The impacts of the use of different benchmarking methodologies on the initial allocation of emission trading scheme permits to airlines*, Final report to DfT Aviation Environmental Division and the Environment Agency, CE Delft and Manchester Metropolitan University.
- FitzGerald, J. and R. S. Tool (2007), Airline emissions of carbon dioxide in the European trading system, CESifo Forum No. 1.
- Forster, P. M. D., et al. (2006), It is premature to include non-CO₂ effects of aviation in emission trading schemes, *Atmospheric Environment*, 40, 1117-1121.
- Forster, P. M. D., et al. (2007), It is premature to include non-CO₂ effects of aviation in emission trading schemes (vol 40, pg 1117, 2006), *Atmospheric Environment*, 41, 3941-3941.
- IPCC, 1999, Aviation and the global atmosphere. A special report of IPCC working groups I and III. J.E. Penner, D.H. Lister, D.J. Griggs, D.J. Dokken and M. McFarland (eds.).
- IPCC, 2007: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 996 pp.
- Lafferty, William M. and Oluf Langhelle (1995): “Bærekraftig utvikling som begrep og norm” in Lafferty og Langhelle *Bærekraftig utvikling*. Oslo: ad Notam Gyldendal
- Lian m fl (2007a): Bærekraftig og samfunnsnyttig luftfart. TØI-rapport 921/2007
- Lian m fl (2007b) Transport til/fra Oslo Lufthavn i et langsiktig perspektiv. TØI-rapport 902/2007;
- Manne, A. S., og R. G. Richels (2001), An alternative approach to establishing trade-offs among greenhouse gases, *Nature*, 410, 675-677.
- Olivier, J.G.J. og J.J.M. Berdowski (2001) Global emissions sources and sinks. In: Berdowski, J., Guicherit, R. and B.J. Heij (eds.) *"The Climate System"*, pp. 33-78. A.A. Balkema Publishers/Swets & Zeitlinger Publishers, Lisse, The Netherlands. ISBN 90 5809 255 0.

- PMI (2007): Aviation Growth and Global Warming. An independent analysis of the aviation industry's initiatives to de-couple air traffic growth from greenhouse gas emissions. PMI Media Limited, May 2007 (www.pmi-media.com)
- Reinvang, R og Peters G (2008): *Norwegian Consumption, Chinese Pollution*. (Tilgjengelig på http://assets.wwf.no/downloads/wwffrapport_jan2008_norsk_klimaavtrykk_i_kina_1.pdf)
- Schmidheiny, Stephan (1992): *Changing Course. A Global Business Perspective on Development and Environment*. Cambridge, Massachusetts og London: The MIT Press
- Sausen, R., et al. (2005), Aviation radiative forcing in 2000: An update on IPCC (1999), *Meteorologische Zeitschrift*, 14, 555-561.
- Shine, K. P., et al. (2005), Alternatives to the global warming potential for comparing climate impacts of emissions of greenhouse gases, *Climatic Change*, 68, 281-302.
- Shine, K. P., et al. (2007), Comparing the climate effect of emissions of short- and longlived climate agents, *Philosophical Transactions of the Royal Society a-Mathematical Physical and Engineering Sciences*, 365, 1903-1914.
- St.meld nr. 34 (2006-2007) *Norsk klimapolitikk*.
- Stordal, F., et al. (2005), Is there a trend in cirrus cloud cover due to aircraft traffic?, *Atmospheric Chemistry and Physics*, 5, 2155-2162.
- Stuber, N., et al. (2006), The importance of the diurnal and annual cycle of air traffic for contrail radiative forcing, *Nature*, 441, 864-867.
- Van Aardenne, J.A., Dentener, F.J., Olivier, J.G.J., Klein Goldewijk, C.G.M. and J. Lelieveld (2001): A 1 x 1 degree resolution dataset of historical anthropogenic trace gas emissions for the period 1890-1990. *Global Biogeochemical Cycles*, 15(4), 909-928.
- WCED (1987): *Our Common Future*. World Commission on Environment and Development. Oxford: Oxford University Press.
- Wuebbles, D., M. , et al. (2007), Evaluating the Impacts of Aviation on Climate Change, *Eos Trans.* , 88, 157.