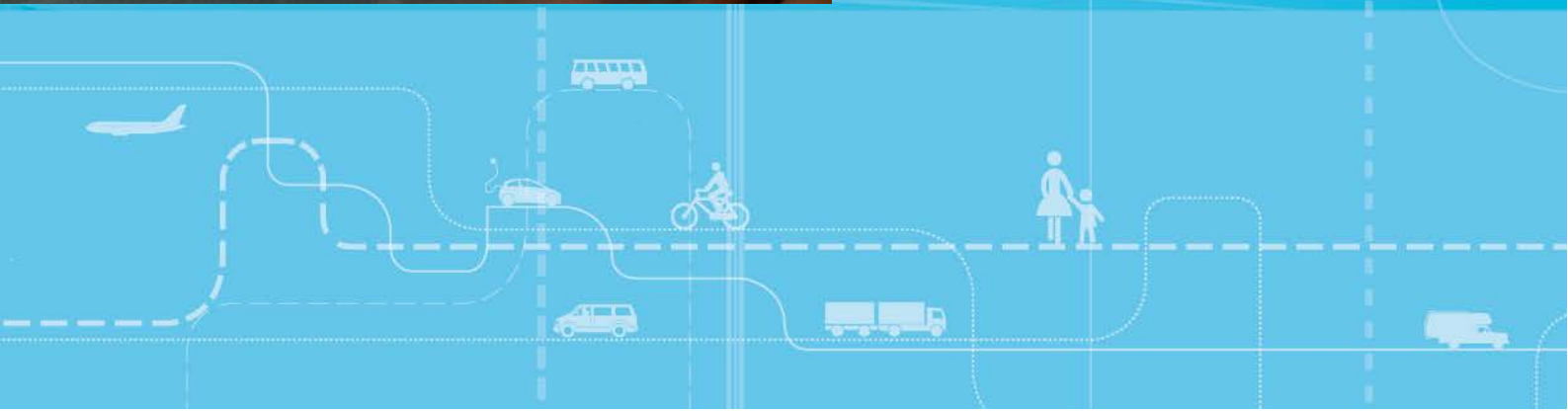


# Effekter av klimatiltak i norsk luftfart





# Effekter av klimatiltak i norsk luftfart

Niels Buus Kristensen  
Harald Thune-Larsen

Forsidebilde: Niels Buus Kristensen

Transportøkonomisk institutt (TØI) har opphavsrett til hele rapporten og dens enkelte deler. Innholdet kan brukes som underlagsmateriale. Når rapporten siteres eller omtales, skal TØI oppgis som kilde med navn og rapportnummer. Rapporten kan ikke endres. Ved eventuell annen bruk må forhåndssamtykke fra TØI innhentes. For øvrig gjelder [åndsverklovens](#) bestemmelser.

**Tittel:** Effekter av klimatiltak i norsk luftfart

**Forfattere:** Niels Buus Kristensen,  
Harald Thune-Larsen

**Dato:** 03.2022

**TØI-rapport:** 1878/2022

**Sider:** 53

**ISSN elektronisk:** 2535-5104

**ISBN elektronisk:** 978-82-480-1923-7

**Finansieringskilder:** NHO Luftfart, Norwegian, SAS,  
Widerøe

**Prosjekt:** 5142 – Luftfart Klimamodell

**Prosjektleder:** Niels Buus Kristensen

**Kvalitetsansvarlig:** Paal Breivik Wangsness

**Fagfelt:** Samfunnsøkonomiske analyser

**Emneord:** Klima, luftfart, politikktiltak,  
samfunnsøkonomi

#### Sammendrag:

Ambisiøse mål for CO<sub>2</sub> utslippskutt i norsk luftfart krever markante tiltak. Denne rapporten dokumenterer PACER-modellen. Modellen er et brukervennlig verktøy til å analysere effektene av forskjellige politiske tiltak for billettpriser, passasjerfall og CO<sub>2</sub>-utslipp for norske innenriks- og utenriksruter mot 2030. I tillegg beregner modellen konsekvensene for statsbudsjettet og kostnader for de reisende og luftfartsselskapene. Modellens egenskaper illustreres med seks ulike scenarier med innblanding av bærekraftig flydrivstoff (SAF) med og uten tilskudd til dette, økt CO<sub>2</sub>-avgift og økte passasjeravgifter. I praksis er SAF-innblanding nødvendig for å oppnå markante CO<sub>2</sub>-utslippskutt fra luftfarten i 2030. Kostnadsfordelingen avhenger av i hvilket omfang man bruker tilskudd og avgifter til å finansiere merkostnaden av SAF, og av hvilke antakelser man gjør om graden av overvelting av flyselskapenes kostnadsøkninger i billettprisene.

**Title:** Impacts of climate policy measures on Norwegian aviation

**Authors:** Niels Buus Kristensen,  
Harald Thune-Larsen

**Date:** 03.2022

**TØI Report:** 1878/2022

**Pages:** 53

**ISSN:** 2535-5104

**ISBN Electronic:** 978-82-480-1923-7

**Financed by:** NHO Luftfart, Norwegian, SAS,  
Widerøe

**Project:** 5142 – Aviation Climate Model

**Project Manager:** Niels Buus Kristensen

**Quality Manager:** Paal Breivik Wangsness

**Research Area:** Economic Models

**Keywords:** Aviation, climate change,  
economics, policy measures

#### Summary:

Ambitious CO<sub>2</sub> -reduction targets in Norwegian aviation will require significant measures. This report documents a user-friendly tool, the PACER model, for analysis of the impacts of various policy measures on ticket prices, passenger volumes and CO<sub>2</sub>-emissions from Norwegian domestic and international air routes toward 2030. In addition, the model calculates the cost distribution between the government budget, passengers and airlines. The features of the model are illustrated by six different scenarios with blending of sustainable aviation fuels (SAF) with and without subsidies, as well as increased CO<sub>2</sub>-tax and passenger taxes. In practice, SAF blending is necessary for achieving significant CO<sub>2</sub>-reductions from aviation in 2030. The allocation of costs between the government budget, passengers and airlines will depend on the degree of financing the SAF blending by subsidies and the use of taxes, but also on assumptions about the pass-through rate of airlines' cost increases to ticket prices.

**Language of report:** Norwegian

Transportøkonomisk Institutt  
Gaustadalléen 21, 0349 Oslo  
Telefon 22 57 38 00 - [www.toi.no](http://www.toi.no)

Institute of Transport Economics  
Gaustadalléen 21, N-0349 Oslo, Norway  
Telephone +47 22 57 38 00 - [www.toi.no](http://www.toi.no)

# Forord

Det grønne skiftet er en voldsom utfordring for luftfarten. Å oppnå markante reduksjoner i drivhuspåvirkningen fra norsk luftfart vil innebære omfattende investeringer i klimavennlige løsninger. Skal norsk luftfart gå i front i denne omstillingen og samtidig gjenreise seg fra pandemien krever politiske tiltak som er gjennomtenkte og forutsigbare for bransjen. Som bakgrunn for en dialog med norske myndigheter om dette har NHO Luftfart ønsket bistand til å modellere ulike utforminger og innretninger av norske klimapolitiske tiltak innenfor luftfarten.

TØI har på oppdrag fra NHO Luftfart i dette prosjektet utviklet en brukervennlig modell som kan beregne konsekvensene for billettpriser, passasjertall og CO<sub>2</sub>-utslipp som følge av forskjellige typer av tiltaksscenarier. Modellen, som kalles *PACER – Policies for Aviation CO<sub>2</sub> Emission Reductions*, illustrerer i tillegg byrdefordelingen i form av de økonomiske konsekvensene for henholdsvis statsbudsjettet, passasjerer og flyselskaper. En del av forutsetningene kan spesifiseres av brukeren gjennom inntastning av verdier for sentrale parametre.

Denne rapporten dokumenterer PACER-modellen og datagrunnlaget og presenterer resultatene for seks forskjellige tiltaksscenarier. Prosjektet er utført av Niels Buus Kristensen (prosjektleder) og Harald Thune Larsen. Paal Brevik Wangsness har stått for kvalitetssikring av rapport og modell, og Anne-Lene Sandberg har tilrettelagt rapporten for publisering..

Arbeidet har vært fulgt av en referansegruppe med representanter for NHO Luftfart (Torbjørn Lothe og Camilla Rise), Norwegian (Anders Fagernæs), SAS (Knut-Morten Johansen) og Widerøe (Terje Skram). Referansegruppen har kommentert på en foreløpig versjon, men både modellen og rapportens innhold er dog helt og fullt TØI's ansvar.

Oslo, mars 2022  
Transportøkonomisk institutt

*Bjørne Grimsrud*  
Direktør

*Kjell Werner Johansen*  
Avdelingsleder



# Innhold

## Sammendrag

### Summary

<b>1</b>	<b>Innledning</b> .....	<b>1</b>
1.1	Luftfarten og klimautfordringen .....	1
1.2	Internasjonale rammevilkår.....	2
1.3	Nasjonal klimaregulering av luftfarten .....	3
1.4	Formål.....	4
<b>2</b>	<b>Framskrivning av flytrafikken mot 2030</b> .....	<b>6</b>
2.1	Utviklingen i flyreiser til 2019.....	6
2.2	Framskrivingsmodell for flypassasjerer.....	11
2.3	Basisframskriving av flypassasjerer på innenriks- og utenriksruter 2030.....	15
<b>3</b>	<b>Effekter av kostnads- og prisendringer</b> .....	<b>20</b>
3.1	Drivstoff-forbruk og CO <sub>2</sub> -utslipp.....	20
3.2	Flyselskapenes kostnadsendringer og prisendringer.....	23
3.3	Effekten av prisendringer på antall flypassasjerer .....	25
3.4	Byrdefordeling mellom staten, luftfartsselskaper og flypassasjerer.....	28
<b>4</b>	<b>Policy-scenarier</b> .....	<b>29</b>
4.1	Scenarioanalyser av fire typer av virkemidler .....	29
4.2	Scenarier med kombinasjoner av virkemidler .....	38
<b>5</b>	<b>Referanser</b> .....	<b>42</b>
	<b>Vedlegg A: Modelldokumentasjon</b> .....	<b>45</b>





## Sammendrag

# Effekter av klimatiltak i norsk luftfart

TØI rapport 1878/2022

Forfattere: Niels Buus Kristensen, Harald Thune-Larsen

Oslo 2022 53 sider

*Ambisiose mål for CO<sub>2</sub> utslippskutt i norsk luftfart krever markante tiltak. Denne rapporten dokumenterer PACER-modellen. Modellen er et brukervennlig verktøy til å analysere effektene av forskjellige politiske tiltak for billettpriser, passasjertall og CO<sub>2</sub>-utslipp for norske innenriks- og utenriksruter mot 2030. I tillegg beregner modellen konsekvensene for statsbudsjettet og kostnader for de reisende og luftfarts-selskapene. Modellens egenskaper illustreres med seks ulike scenarier med innblanding av bærekraftig flydrivstoff (SAF) med og uten tilskudd til dette, økt CO<sub>2</sub>-avgift og økte passasjeravgifter. I praksis er SAF-innblanding nødvendig for å oppnå markante CO<sub>2</sub>-utslippskutt fra luftfarten i 2030. Kostnadsfordelingen avhenger av i hvilket omfang man bruker tilskudd og avgifter til å finansiere merkostnaden av SAF, og av hvilke antakelser man gjør om graden av overvelting av flyselskapenes kostnadsøkninger i billettprisene.*

## Sammendrag

Klimagassutslippet fra norsk luftfart har omtrent blitt fordoblet fra 1990 og fram til 2020, hvor covid-19 pandemien har gitt et bratt fall som følge av sterkt redusert reiseaktivitet, spesielt på utenriksreiser. Etter pandemien forventes veksten i etterspørselen etter flyreiser gradvis å vende tilbake, og denne rapportens basisframskriving gir en vekst på utenrikspassasjerer på ca. 30% i 2030 i forhold til 2019, men en langt svakere vekst på innenriksreiser.

Framover får vi mer drivstofføkonomiske fly og den operasjonelle driften vil fortsatt bli energieffektivisert. Men på globalt nivå forventes disse forbedringene å bare så vidt kompensere for den forventede veksten i etterspørselen framover. Signifikante samlede reduksjoner krever uten tvil vidtgående politiske tiltak.

Formålet med dette prosjektet er å stille opp en modell som kan kvantifisere konsekvensene av ulike innretninger av klimarelaterte politikktiltak i forhold til norsk luftfart i form av skatter og avgifter i luftfarten, samt finanseringen av merkostnaden for bærekraftig flydrivstoff sammenliknet med fossilt drivstoff. Modellen kalles PACER – *Policies for Aviation Carbon Emission Reductions*, og den skal brukes til å evaluere effekten av ulike scenarier sammenliknet med et basisscenario fram mot 2030.

## PACER-modellen

PACER-modellen er basert på data om antall avganger, setetilbud, CO<sub>2</sub>-utslipp og estimerte billettpriser for hver av de rundt 500 flyrutene internt i Norge og fra Norge til andre land. Med antatte overveltingsgrader gir kostnadsøkninger for flyselskapene som følge av klimatiltak anledning til høyere billettpriser. For hver rute beregnes etterspørselsendringene ut fra priselastisiteter som avhenger av om det er innenlands, europeiske eller interkontinentale ruter. Prisfølsomheten er høyst for innenlandske ruter og høyere for fritidsreiser enn for businessreiser. Det antas for enkelthets skyld at flyselskapenes tilpasning til endret etterspørsel bare skjer gjennom endringer i årlig antall avganger på ruten som

prosentvis svarer til den beregnede etterspørselsendring på ruten, så belegget på ruten er uendret. Beregnede prosentendringer i billettpriser, passasjertall og CO<sub>2</sub>-utslipp for de enkelte rutene summeres opp til samlede resultater for fem segmenter: FOT-, regionale, nasjonale, europeiske og interkontinentale ruter. I tillegg beregnes *byrdefordelingen* som følge av tiltaket, som er fordelingen av samlede kostnader på de reisende, flyselskapene og statsbudsjettet for hvert av årene til 2030.

## Fire scenarier for forskjellige typer av tiltak

I scenariene A til D analyseres fire typer av virkemidler:

- A. SAF-innblanding:** 0% i 2022 → 30% i 2030.  
SAF-prisen antas å være 2½ ganger fossil flydrivstoffpris.
- B. SAF-tilskudd:** 0% i 2022 → 30% SAF i 2030.  
SAF-merprisen finansieres av tilskudd fra staten.
- C. CO<sub>2</sub>-avgift:** 510 NOK/ton i 2022 → 1198 NOK/ton i 2030.  
(bare på innenriksruter)  
≈ 2.000 NOK minus ETS-kvotepriis (80 EUR/ton CO<sub>2</sub>)
- D. Passasjeravgift:** 75 hhv. 200 NOK i 2022 → 6-dobling i 2030.  
≈ eliminering av samlet passasjervekst på 12% fra 2019 til 2030 i Basisscenariet.

Andre nivåer av innblanding og avgifter kunne også være valgt, og dette kan spesifiseres av brukeren av PACER-modellen. Resultatene for scenariene avhenger derimot ikke bare av hvor vidtgående tiltakene er men også av en rekke sentrale parametere som også må spesifiseres av brukeren. Uansett kan det trekkes noen klare konklusjoner fra scenario-analyser med modellen:

- Innblanding av SAF vil i praksis være nødvendig for å oppnå markante reduksjoner av CO<sub>2</sub>-utslippet fra norsk luftfart i 2030 sammenliknet med nivået i 2019.
- Selv ganske store økninger av passasjeravgiften vil bare gi relativt små reduksjoner av reiseetterspørselen og dermed også av CO<sub>2</sub>-utslippet.
- Økning av CO<sub>2</sub>-avgiften kan gi incentiver til mer energieffektiv drift og flytyper på norske innenriksruter. Denne effekten er ikke inkludert i modellens resultater, men flyselskapene har i forveien betydelige insentiver til å energioptimere driften i kraft av drivstoffkostnadens betydelige andel av samlede kostnader.
- Bare hvis CO<sub>2</sub>-avgiften blir stor nok til at SAF-merkostnaden per liter elimineres vil flyselskapene ha økonomisk insentiv til å overgå til SAF, og 100% SAF vil da være kostnadsminimerende på innenriksruter. Men dette vil fortsatt ikke gi endringer i utenriksluftfarten som ikke kan pålegges CO<sub>2</sub>-avgifter med dagens EU-regelverk. Dette kan bli endret med EU-kommisjonen *Fit-for-55* forslag.

Ganske betydelig innblanding på 30% SAF gir bare moderate billettprisøkninger på 5-10%. Hvis 30% innblanding av SAF finansieres ved tilskudd gir modellen en ekstra utgift på statsbudsjettet på cirka 2,5 mrd. NOK i 2030 med antakelsene om fossil drivstoffpris og SAF-merkostnader. Utgiften er imidlertid sterkt avhengig av den fremtidige SAF-prisen. Hvis innblanding ikke finansieres kan den høyere drivstoffprisen gi problemer med insitamentene til tankering og færre direkte ruter til og fra Norge. Merkostnaden ved 30%

SAF svarer ganske godt til statens samlede proveny fra passasjeravgift og CO<sub>2</sub>-avgift i 2030 i basis-scenariet. Men provenyet inngår i forveien i statsbudsjettet til finansiering av andre offentlige utgifter, så tilskuddet må uansett finansieres av avgiftsøkninger enten innenfor luftfarten eller på andre områder, eller alternativt ved utgiftskutt på statsbudsjettet.

## To scenarier med kombi-tiltak

I forhold til byrdefordelingen ved innblanding av 30% SAF gir Scenario A og B de to ytterpunktene: I Scenario A deler flyselskaper og passasjerer kostnaden svarende til overveltingsgraden. I Scenario B betaler staten merkostnaden, mens flyselskaper og passasjerer på innenriksruter får en drivstoffbesparelse på SAF-andelen, som ikke betaler CO<sub>2</sub>-avgift.

Avslutningsvis beregnes konsekvensene av to kombiscenarier mellom ytterpunktene, hvor 30% SAF-innblanding skjer gjennom tilskudd, og hvor staten finansierer halvparten av innblandingen. Flyselskaper og passasjerer betaler den andre halvparten via økt passasjeravgift (Scenario E) eller via økt CO<sub>2</sub>-avgift og passasjeravgift (Scenario F):

**E. Kombi-scenario:** 30% SAF-innblanding. 15% betales av statsbudsjettet og 15% ved økning av passasjeravgiften (+63%)

**F. Kombi-scenario:** 30% SAF-innblanding. 15% betales av statsbudsjettet og 15% ved økning av CO<sub>2</sub>-avgiften (2.000 NOK/ton) supplert av økning av passasjeravgiften (+33%)

Begge kombi-scenariene gir en CO<sub>2</sub>-reduksjon på litt mer enn 30% og gjennomsnittlig billettprisøkning og passasjeredgang på cirka 2%. Den vesentligste forskjellen er, at med den høyere CO<sub>2</sub>-avgiften (Scenario F) skjer reduksjonen i høyere grad på innenriksruter. Det betyr at en større del av utslippet teller med i Norges nasjonale reduksjonsmål, men også at kostnaden i høyere grad tas av innenrikspassasjerene.



## Summary

# Impacts of climate policy measures on Norwegian aviation

TOI Report 1878/2022

Authors: Niels Buus Kristensen, Harald Thune-Larsen

Oslo 2022 53 pages Norwegian language

---

*Ambitious CO<sub>2</sub>-reduction targets in Norwegian aviation will require significant measures. This report documents a user-friendly tool, the PACER model, for analysis of the impacts of various policy measures on ticket prices, passenger volumes and CO<sub>2</sub>-emissions from Norwegian domestic and international air routes toward 2030. In addition, the model calculates the cost distribution between the government budget, passengers and airlines. The features of the model are illustrated by six different scenarios with blending of sustainable aviation fuels (SAF) with and without subsidies, as well as increased CO<sub>2</sub>-tax and passenger taxes. In practice, SAF blending is necessary for achieving significant CO<sub>2</sub>-reductions from aviation in 2030. The allocation of costs between the government budget, passengers and airlines will depend on the degree of financing the SAF blending by subsidies and the use of taxes, but also on assumptions about the pass-through rate of airlines' cost increases to ticket prices.*

## Summary

Greenhouse gas emissions from Norwegian aviation have doubled between 1990 and 2020, where the covid-19 pandemic has led to a steep fall due to heavily reduced travel activity, in particular on international trips. After the pandemic travel activity is expected to gradually catch up. The base projection in this project expects almost 30% more international passengers in 2030 compared to 2019, while growth in domestic passengers is expected to be weak.

In the future we will see more fuel efficient aircraft and more energy efficient flight operations but globally these improvements will expectedly lead to CO<sub>2</sub>-reductions that will only compensate the demand growth. Significant total reduction will undoubtedly require the use of far reaching policy measures.

The purpose of this project is to develop a model that can quantify the impacts of various climate oriented measures for Norwegian aviation in terms taxes and other means for financing the additional costs of sustainable aviation fuels (SAF) compared to fossil jet fuel. The model is named PACER – *Policies for Aviation Carbon Emission Reductions*, and it aims at assessing the impacts of policy scenarios compared to a base scenario toward 2030.

## The PACER model

The PACER model is based on data on departures, seat supply, CO<sub>2</sub>-emissions and estimated ticket prices for each of the about 500 air routes within Norway and from Norway to other countries. With assumptions about pass-through rates airlines' cost increases will lead to higher ticket prices. For each route demand reactions to price changes are calculated from price elasticities derived from existing models and literature. Price elasticities are differentiated on domestic and international routes, and price sensitivity is highest for domestic trips and higher for business compared to leisure trips. Simplistically,

it is assumed that airlines only adapt to demand changes through yearly departures on the route, which percentage-wise corresponds to the calculated demand change on the route which implicitly gives constant load factors. Calculated percentage changes in ticket prices, passenger volumes and CO<sub>2</sub>-emissions for the individual routes are aggregated to results for five route segments: Public Service Obligation (PSO), Regional, National, European and Intercontinental routes. In addition, the burden sharing of the policy scenarios in terms of cost distribution on the government budget, passengers and airlines are calculated for each year toward 2030.

#### Four scenarios for various types of measures

The scenarios A to D analyzes four types of policy measures:

- A. SAF-blending:**      **0% in 2022 → 30% in 2030.**  
SAF price is assumed to be 2½ times fossil jet fuel price.
- B. SAF-subsidy:**      **0% in 2022 → 30% SAF in 2030.**  
SAF price premium is financed by government subsidies.
- C. CO<sub>2</sub>-tax:**            **510 NOK/ton in 2022 → 1198 NOK/ton in 2030.**  
(only domestic routes)  
≈ 2.000 NOK minus ETS- quota price (80 EUR/ton CO<sub>2</sub>)
- D. Passenger-tax:**      **75 resp. 200 NOK in 2022 → 6-doubling in 2030.**  
≈ eliminating the total passenger growth of 12% from 2019 to 2030 in the Base Scenario.

The implementation of each measure could of course also have been scaled otherwise with impacts being scaled accordingly, and this can be specified in the PACER-model by the user. However, the results for the scenarios does not only depend on the degree of blending or the level of the tax rates but also on the assumptions regarding other core parameters which should also be specified by the user. Nevertheless, some clear conclusions can be drawn from the scenario.-analyses:

- Only SAF blending will in practice lead to significant CO<sub>2</sub> reductions from Norwegian aviation in 2030 compared to 2019.
- Even considerable increases of the passenger taxes will result in only relatively minor reductions of travel demand and, hence, CO<sub>2</sub>-emissions.
- Increasing the CO<sub>2</sub>-tax can raise incentives to more energy efficient operations and aircraft. This effect is not included in the model, but airlines already have significant economic incentives to energy optimize due fuel costs' considerable share of total costs.
- Only if the CO<sub>2</sub>-tax becomes big enough to eliminate the cost premium of SAF will airlines have economic incentives to shift to SAF, and 100% SAF will then be cost minimizing for domestic routes. Still, this will not induce changes on international routes since fuel taxes cannot be levied on international air routes according to EU legislation. However, this can be altered if the EU-commissions *Fit-for-55* proposal is adopted.

SAF-blending of 30%, which may be considered as quiet significant, will result in moderate price increases of 5-10%. If a 30% SAF-blend is financed by subsidies the PACER model

calculates an extra 2,5 bill. NOK expenditure on the government budget with the assumptions about the price premium of SAF. However, the amount is a

Highly dependent on the future SAF price. Without financing the SAF-blend the substantially higher fuel price will cause problems with incentives for tankering and fewer direct international routes from Norway. The total additional fuel costs correspond rather accurately to the total revenue from passenger and CO<sub>2</sub>-taxes. However, this revenue is already allocated to the overall government budget, implying that the subsidy will have to be financed from tax increases anyway, either from the aviation sector or other areas, or alternatively by budget cuts.

## **Two scenarios with combo-measures**

Concerning burden sharing of a 30% blend in Scenario A and B represents two extremes: In Scenario A airlines and passengers share the costs according the pass-through rate. In Scenario B the government budget finances the full cost premium, while airlines and passengers get a fuel cost saving on domestic routes because the SAF-share is not subject to CO<sub>2</sub>-tax.

Finally, we set up two combo-scenarios between the two extremes, where 30% the SAF-blend is financed by subsidies, and where the government budget pays half of the SAF-share. Airlines and passengers pays the other half via increased passenger taxes (Scenario E) or via increased CO<sub>2</sub>-tax supplemented by increased passenger taxes (Scenario F):

- E. Combo-scenario:** 30% SAF-blend. 15% financed by government budget and 15% by increased passenger taxes (+63%)
- F. Combo-scenario:** 30% SAF-blend. 15% financed by government budget and 15% by increased CO<sub>2</sub>-tax (2.000 NOK/ton) supplemented by passenger taxes (+33%)

Both Combo-scenarios obtain a CO<sub>2</sub>-reduction of a little more than 30% and an average ticket price increase and passenger volumes decrease of about 2%. The main difference is that with the increased CO<sub>2</sub>-tax (Scenario F) a larger share of the reductions take place on domestic routes. This in turn implies that a larger share of the CO<sub>2</sub>-reduction counts is accounted in achieving Norway's reduction targets, but also that domestic passengers bear a larger share of the financial burden.

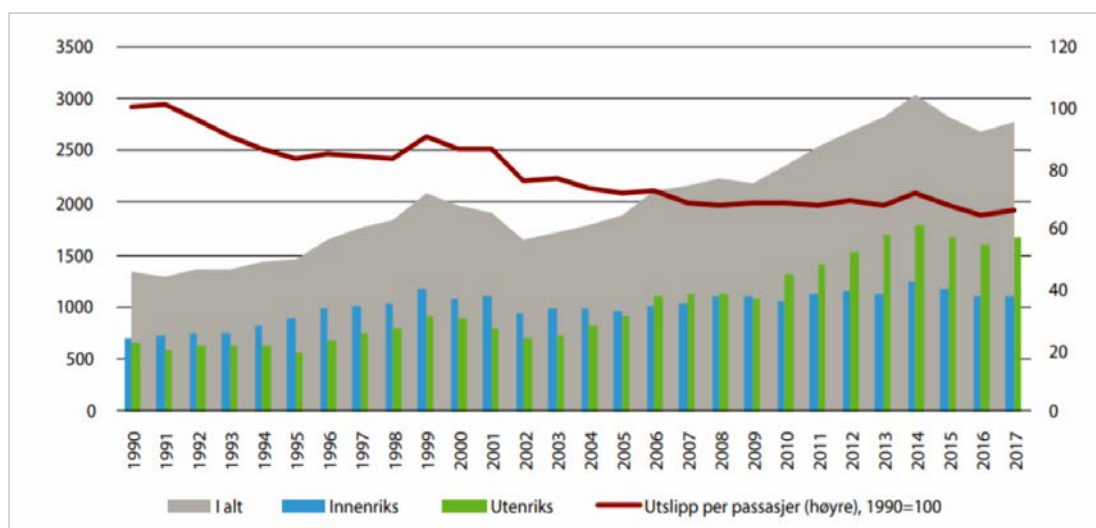




# 1 Innledning

## 1.1 Luftfarten og klimautfordringen

Sammenliknet med andre land har luftfarten i Norge særlig stor betydning for mobilitet og for å binde sammen landet og spiller en avgjørende rolle for norsk næringsliv. Luftfarten står for cirka halvparten (48% i 2014) av alle reiser over 300 km i Norge og er ansvarlig for 1,1 mill. tonn CO<sub>2</sub>, eller cirka 2% av det nasjonale klimagassutslippet. På internasjonale reiser har luftfarten enda større andel av passasjerene og er reelt det eneste alternative for personreiser på lange avstander. Utslippet fra utenriksluftfart på fly fra norske lufthavner er cirka 1,7 mill. tonn CO<sub>2</sub> og er dermed mer enn 50% større enn flyenes nasjonale utslipp.



Figur 1.1: Utslipp fra norsk luftfart 1990-2017 i 1000 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter (venstre akse) og utslipp per passasjer (høyre akse). Kilde Samferdselsdepartementet (2019).

Som det framgår av figuren ovenfor har luftfartens utslipp omtrent blitt fordoblet fra 1990 og fram til covid-19 pandemien, som har gitt et bratt fall som følge av sterkt redusert reiseaktivitet, spesielt på utenriksreiser. Økningen har skjedd til tross for at energieffektiviteten har økt og utslippet per passasjer derfor har blitt redusert markant med cirka en tredjedel. Årsaken til utslippøkningen er at reiseaktiviteten har økt mer enn energieffektiviteten, og at reisene har blitt lengere. De seneste tjue årene har især utenlandsreiser økt og i de seneste årene skyldes stigningen først og fremst utlendingers reiser til og fra Norge, mens nordmenns reiser har stagnert<sup>1</sup>.

Mer drivstofføkonomiske fly og energieffektivisering av den operasjonelle driften klarer bare å omtrent kompensere for den forventede veksten i reiseaktiviteten framover. Markante utslippskutt som steg på veien mot norsk luftfarts felles mål om fossilfrihet i 2050 krever derfor at fossilt flydrivstoff må erstattes av grønnere alternativer.

<sup>1</sup> Trafikkprognoser Avinor 2023-2050, TØI-Arbeidsdokument 51606, 2020 s. 16.

Elfly er under kraftig utvikling og kan på sikt antagelig erstatte konvensjonelle fly på korte ruter, det vil først og fremst si på deler av de nasjonale og nordiske rutenettet. Men langt mesteparten av drivstofforbruket er knyttet til de lengere rutene. Fram mot i hvert fall 2030 og antagelig lengere vil det primært bety at hovedparten av erstatningen av fossil drivstoff må komme fra gradvis økende anvendelse av bærekraftig drivstoff i konvensjonelle fly.

Stor andel av bærekraftig flydrivstoff vil gi vesentlig økte kostnader for flyselskapene, da bærekraftig flydrivstoff forventes å være markant dyrere enn fossil drivstoff også i framtiden. Samtidig er luftfarten internasjonalt sterkt konkurranseutsatt og har en enorm utfordring i å gjenreise seg etter covid-19 pandemien. Som konsekvens kan norsk luftfart ikke av egen kraft alene løfte ambisjonene om innfasing av bærekraftig flydrivstoff.

Realisering av markant bruk av bærekraftig flydrivstoff i 2030 krever derfor at rammebetingelsene for bransjen endres. Politiske tiltak må gi tilstrekkelige positive insentiver til at omstillingen kan skje i praksis. Dialog mellom bransje og myndigheter om ambisjonsnivå for innblanding, samt om hvordan avgifter og annen regulering må tilpasses for å oppnå dette er sentralt. Samtidig må det tas høyde for forventet utvikling i EUs kvotehandelsystem ETS, RED II og fremtidige EU reguleringer, jevnfør EU-kommisjonens forslag *RefuelEU Aviation*.

Dette kan legge grunnen for politiske avtaler som kan skape stabile og forutsigbare langsiktige rammevilkår, som er forutsetning for at flybransje og drivstoffleverandører vil investere i de storskala-produksjonsanlegg som er nødvendige både for å gi tilstrekkelig tilbud, og for å drive ned kostnaden per liter drivstoff.

## 1.2 Internasjonale rammevilkår

Norge har som de fleste andre land tilsluttet seg Paris-avtalen fra 2015 og har dermed en forpliktelse til å jobbe for å begrense den globale temperaturøkningen til godt under 2 grader celsius og tilstrebe å begrense den til 1,5 grader. Ifølge IPCCs framskrivninger betyr det i praksis, at det globale utslipp skal gå i 'netto-null' senest 2050. Norge har forpliktet seg innen 2050 til å omstille seg til lavutslippssamfunn, som innebærer at Norges utslipp skal være redusert med 90-95% sammenliknet med 1990. Fram mot 2030 har Norge meldt inn at man vil redusere klimagassutslippene sine med minst 50% og opp mot 55 %. Norge inngikk i oktober 2019 en klimaavtale med EU om felles oppfyllelse av utslippsmålet for 2030, som innebærer at Norge deltar i EUs klimaregelverk. For utslipp omfattet av EUs kvotesektor skjer oppfyllelsen gjennom EUs *Emission Trading System* (ETS).

Flygninger internt i og mellom EU/EØS-land er omfattet av ETS og har vært kvotepliktig siden 2012. Kvotepriisen har økt kraftig over det seneste året fra mellom 20 og 30 EUR per tonn CO<sub>2</sub> i 2019 og 2020 til rundt 80 EUR per tonn CO<sub>2</sub> per januar 2022. Som en del av regelverkspakken *'Fit for 55'* har EU-kommisjonen i sommeren 2021 framsatt forslag til å styrke ambisjonsnivået til ETS til å gi betydelig større utslippsreduksjoner fram mot 2030. Dette har antagelig vært medvirkende årsak til prisøkningen, og hvis forslaget blir vedtatt må kvotepriisen forventes å øke ytterligere.

EUs Energy Taxation Directive (Directive 2003/96/EC) fastsetter minsteavgifter som medlemslandenes må pålegge energi til blant annet transportformål. Men kommersiell luftfart er ikke omfattet, og faktisk forbyder direktivet å skattlegge flydrivstoff på utenriksluftfart. Landene kan skattlegge innenriksruter samt ruter til andre EØS-land gjennom bilaterale avtaler.

FNs luftfartsorganisasjon (ICAO) vedtok i 2016 å innføre et markedsbasert virkemiddel CORSIA (*Carbon Offsetting Reduction Scheme for International Aviation*) med henblikk på at

videre vekst i internasjonal luftfart etter 2020 ikke skal øke netto CO<sub>2</sub>-utslipp. CORSIA innebærer at luftfartsoperatørene må kompensere for eventuelle økte utslipp etter 2020 ved å kjøpe og slette utslippsenheter i andre sektorer. Deltakelse er frivillig til og med 2026, og EU forsøker å få ETS integrert i CORSIA.

### 1.3 Nasjonal klimaregulering av luftfarten

I klimaplanen legges det opp til å halvere utslippene fra transportsektoren gjennom innfasing av null- og lavutslippsløsninger i alle transportformene, økt bruk av biodrivstoff og en samordnet areal- og transportplanlegging. Sentrale virkemidler i klimaplanen er blant annet CO<sub>2</sub>-avgiften, omsetningskrav for biodrivstoff, ulike krav til bruk av null- og lavutslipsteknologi og *Enovas* støtteordninger.

Norge har i dag tatt i bruk flere økonomiske og regulatoriske virkemidler som bidrar til å redusere klimagassutslippene fra luftfart. I det følgende beskrives kort tre av dem: CO<sub>2</sub>-avgiften, flypassasjeravgiften og omsetningskrav til avansert biodrivstoff, basert på NOU 2019:22.

#### 1.3.1 CO<sub>2</sub>-avgift

I tillegg til ETS-kvotepreisen har Norge en CO<sub>2</sub>-avgift på fossil flydrivstoff til innenriksflytrafikk. I 2019 (referanseåret for denne analysen) var avgiften på 510 NOK per ton CO<sub>2</sub> (1,30 NOK/liter flydrivstoff) og avgiften justeres årlig. Regjeringen har intensjon om å

’auke CO<sub>2</sub>-avgifta på innanriks kvotepliktig luftfart i takt med auken i avgifta på ikkje-kvotepliktige utslepp, slik at den samla karbonprisen (avgift + kvotepris) i 2030 er om lag 2 000 kroner per tonn CO<sub>2</sub>, målt i faste 2020-kroner. Den totale karbonprisen skal ikkje overstige 2 000 kroner i perioden 2021–2030. [Klimaplan for 2021-2030.(2020)]

EU-regulering forhindrer som nevnt at internasjonal luftfart omfattes av drivstoffskattelegging. Men Regjeringen vil:

’ha ei ambisjon om, saman med andre nordiske land, å vurdere korleis utslappa frå internasjonal luftfart kan bli redusert fram mot 2030, irekna vurdere å fjerne avgrensinga på skattlegginga av drivstoff levert til internasjonal luftfart i den felles skandinaviske standard luftfartsavtalen?. [Klimaplan for 2021-2030.(2020)]

#### 1.3.2 Flypassasjeravgift

I 2016 innførte Norge en passasjeravgift på flyreiser med fiskal begrunnelse. I 2019 ble avgiften omlagt med differensiering etter reisens lengde med utgangspunkt i et miljøperspektiv. EU-regulering forhindrer differensiering innenfor EØS, hvilket i praksis betyr at passasjeravgiften bare har to nivåer: 75 NOK *hver vei* for reiser internt i Norge og likedan 75 NOK *til* EØS land og 200 NOK *til* land utenfor EØS, men ikke avgift på reiser *fra* utlandet. Passasjeravgiften har blitt midlertidig innstilt under covid-19 pandemien.

Ser vi på andre land i Skandinavia har også Sverige en passasjeravgift på omtrent samme nivå som Norge, men ikke Danmark og Finland. De nærmeste andre naboland, Tyskland og Storbritannia har også passasjeravgifter, og disse er noe høyere enn i Norge.

#### 1.3.3 Innblanding av bærekraftig flydrivstoff (SAF)

Oslo lufthavn ble i 2016 første internasjonale lufthavn til å innblande små mengder bærekraftig jet biodrivstoff i drivstoffanlegget. Fra 2020 har Norge vedtatt et generelt innblandingskrav på 0,5% biodrivstoff. Teknisk er det utformet som et omsetningskrav for alt flydrivstoff som selges i løpet av et år for å gi større logistisk fleksibilitet og dermed lavere

kostnader. Omsetningskravet for luftfarten er innrettet slik at bare avansert biodrivstoff kan brukes til å oppfylle kravet.

Nasjonal Transportplan legger opp til at omsetningskravet skal justeres med 2 års intervall med start fra 2022<sup>2</sup>. I Klimameldingen skriver regjeringen at den vil se an erfaringene med omsetningskravet for avansert biodrivstoff i luftfarten og deretter vurdere en mulig opptrapping<sup>3</sup>. Det er intensjonen at framtidige økninger i omsetningskravene for luftfart (og veitrafikk) i hovedsak skal skje med avansert biodrivstoff. Det må dog forventes at Norge også vil tillate syntetiske drivstoffer basert på hydrogen produsert fra bærekraftig strøm, når og hvis disse drivstoffer blir kommersielt tilgjengelige.

Sverige har fra juli 2021 innført en drivstoffregulering som er ganske lik det norske omsetningskravet, men det svenske system har en reduksjonsplikt som setter øvre grense for det samlede klimagassutslipp per MJ drivstoff sett i samlet livsløp. Det norske kravet går på volumen-andelen av drivstoffet. Den svenske reduksjonsplikten betyr at nødvendig mengde bærekraftig drivstoff for å oppfylle kravet blir mindre for biodrivstoff (eller syntetisk drivstoff) med lavere livsløputslipp). Det er planen at det svenske kravet gradvis økes mot 2030.

## 1.4 Formål

Formålet med dette prosjektet er å stille opp en modell som kan kvantifisere konsekvensene av ulike innretninger av klimarelaterte skatter og avgifter i luftfarten samt finansieringen av merkostnaden for bærekraftig flydrivstoff sammenliknet med fossilt drivstoff. Modellen kalles PACER – *Policies for Aviation Carbons Emission Reductions*.

PACER-modellen skal brukes til å evaluere effekten av ulike scenarier for endret regulering av luftfarten og klimarelaterte skatter og avgifter som kan fremme bruk av bærekraftig energi. Intensjonen er at modellen kan brukes som dialog-verktøy for drøftelser mellom luftfartsselskapene i Norge, myndighetene og andre interessenter om hensiktsmessige rammevilkår for en ambisiøs bærekraftig omstilling av luftfarten, samtidig som flyreiser fortsatt spiller en viktig rolle for mobiliteten i Norge.

Et viktig element i modellen er å ta høyde for effekten på etterspørselen under antagelser om hvordan kostnadsøkninger påvirker billettpriser og de reisendes reaksjon på prisendringer.

Modellen estimerer effekten av hvert spesifisert scenario for følgende sentrale størrelser:

- Totale CO<sub>2</sub>-utslipp fra norsk innenriksruter og utenriksruter med avgang fra norske lufthavner
- Norske myndigheters provenyinntekter fra CO<sub>2</sub>-avgift, passasjeravgift med fradrag til utgifter, som kan, om politisk ønskelig, finansiere merkostnaden for SAF i forhold til fossil flydrivstoff
- Flyselskapenes driftskostnader og eventuelle tap som følge av færre passasjerer
- Billettkostnaden for de reisende og nyttetap som følge av færre reiser

---

<sup>2</sup> Nasjonal Transportplan 2022-2033 s. 70.

<sup>3</sup> Avinor m.fl. (2021) s. 31.

Effektene beregnes i forhold til en basisframskriving for hvert år mot 2030 oppdelt på fem rutesegmenter. Selve effektberegningen av tiltakene foretas for 2030 og omsettes til hvert av årene fra 2023 til 2029 gjennom interpolasjon basert på en gradvis innfasing av tiltakene.

PACER-modellens resultater er forbundet med betydelig usikkerhet. Usikkerheten er ikke minst knyttet til:

- Utviklingen i antall flyreiser, herunder effekten av covid-19 pandemien og situasjonen i Ukraina
- Internasjonale rammevilkår, spesielt priser på fossilt flydrivstoff, SAF og EU ETS-kvoter og et eventuelt EU innblandingskrav.
- Effekten av prisendringer på de reisendes etterspørsel på de ulike ruter, og de innbyrdes avhengigheter som følge av at en del reiser er transfer-reiser<sup>4</sup>.
- Markedsforholdene på forskjellige deler av markedet. Konkurransesituasjonen og antall selskaper samt etterspørselens prisfølsomhet kan ha betydning for hvor stor en del av kostnadsøkninger som blir overveltet i prisen og på størrelsen av flyselskapenes dekningsbidragstap per passasjer, som følge av færre passasjerer.
- Muligheten for flyselskap til å øke egen drivstoffeffektivitet i respons til avgiftsøkninger.
- Kryssprisindeffekter dersom det blir ulike avgiftsøkninger mellom ulike rutesegmenter, f.eks. kan en høyere avgiftsøkning på interkontinentale reiser enn på intra-europeiske reiser gi, alt annet likt, en etterspørselsøkning på intra-europeiske reiser som blir relativt billigere.

Den betydelige usikkerheten innebærer at følsomhetsanalyser med forskjellige antakelser om ovennevnte sentrale parametere må være en sentral del av analyser med modellen. Modellen er derfor strukturert så dette er mulig på enkelt vis.

---

<sup>4</sup> *Transfer*-reiser er reiser, som involverer minst ett bytte av fly *Transitt*-reiser er reiser som har minst ett stopp underveis, men hvor passasjeren ikke bytter fly. I det følgende inkluderer vi *transitt*-reiser i *transfer*-reiser.

## 2 Framskriving av flytrafikken mot 2030

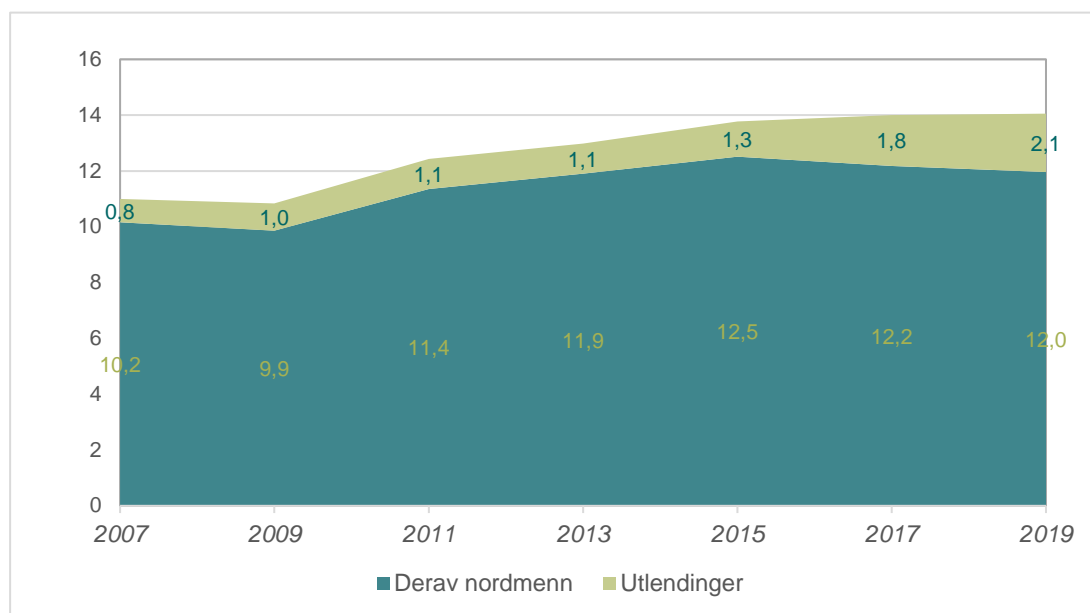
### 2.1 Utviklingen i flyreiser til 2019

2019 er (så langt) det siste året med flytrafikk som ikke er påvirket av den ekstraordinære situasjonen med restriksjoner og nedstenging i forbindelse med covid-19 pandemien. Pandemien reduserte trafikken dramatisk, men våre analyser viser at trafikkveksten var redusert og delvis avtagende allerede før pandemien.

#### 2.1.1 Innenlandsreiser

Statistikk fra SSB viser en økning i antall reiser med fly mellom lufthavner i Norge på 2 % per år fra 2009 til 2019. Ifølge Avinors reisevaneundersøkelser (RVU) ble det gjennomført ca. 14 millioner flyreiser (fra første til siste lufthavn) i Norge i 2019. I figur 2.1 er denne trafikken fordelt på nordmenn og utlendinger basert på RVU. Mens antall reiser totalt ifølge RVU økte med 2,1% per år, viser figuren at veksten i nordmenns reiser har vært 1,4% per år. Fordelt på antall innbyggere i Norge var veksten i nordmenns reiser per innbygger på kun 0,3% per år i 12-års perioden 2007-2019.

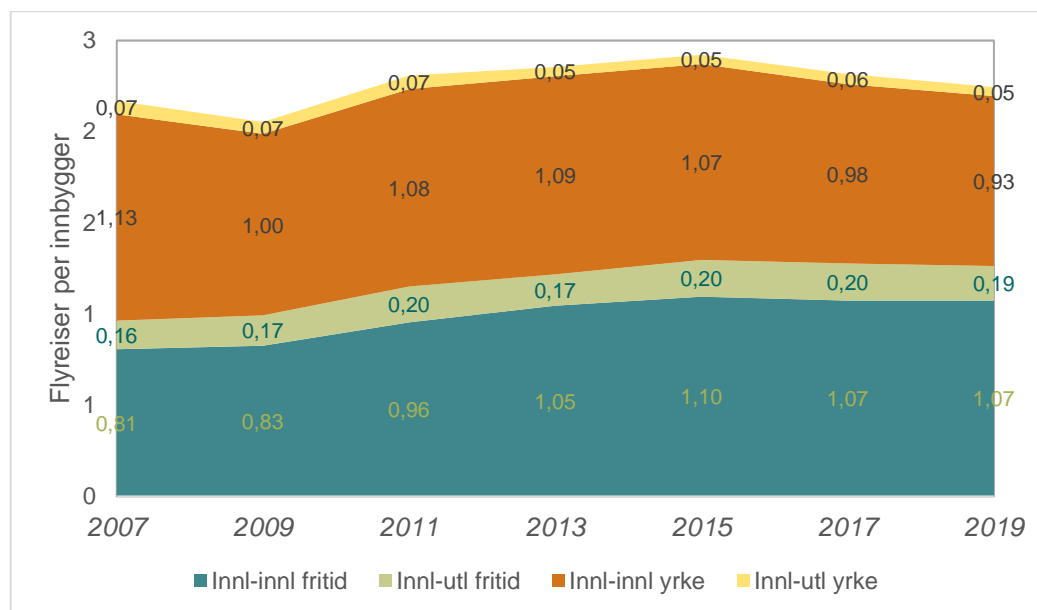
Til gjengjeld har utlendingers reiser innenlands i Norge økt med 8% per år. Utlendingenes andel av innenlandstrafikken har dermed økt fra 7% i 2007 til 15% i 2019 og har stått for 40% av trafikkveksten.



Figur 2.1: Innenlands flyreiser fordelt på nordmenn og utlendinger (passasjerer bosatt/ikke bosatt i Norge) ifølge RVU.

## Nordmenns flyreiser innenlands

I figur 2.2 er nordmenns innenlands flyreiser per innbygger splittet på yrke/fritid og på hvorvidt reisen er en del av en utenlandsreise.

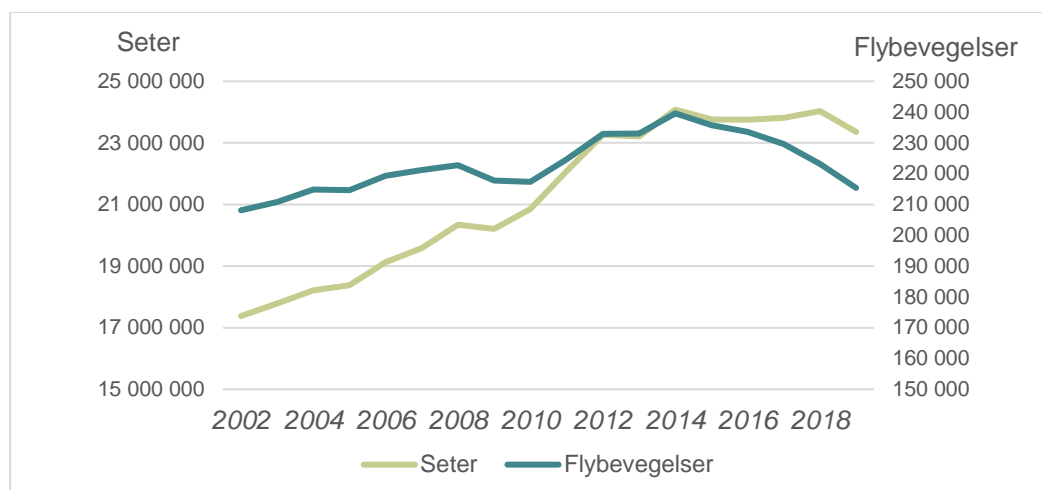


Figur 2.2: Innenlandsreiser per nordmann etter segment og år. Kilde: RVU.

De dominerende segmentene er naturlig nok innenlandstrafikken uten transfer til/fra utlandet som har økt med 0,3% per år justert for innbyggertall. I sum har norsk innenlandstrafikk per innbygger sunket med på 0,8% per år de siste 6 årene sammenlignet med en oppgang på 1,4% per år i forrige 6-års periode. I sum fløy nordmenn litt færre ganger innenlands i 2019 (2,25 ganger per nordmann) enn i 2011 (2,31 ganger). Et viktig trekk ved utviklingen er overgangen fra yrkes- til fritidstrafikk med 1,7% årlig nedgang i antall yrkesreiser per innbygger og 2,2% årlig økning i antall fritidsreiser per innbygger. Siden 2013/2015 har trafikken likevel stagnert for begge reiseformål.

Det er mest nærliggende å se stagnasjonen i nordmenns flyreiser innenlands i sammenheng med oljepris-kollapsen høsten 2014 og med de effektene dette fikk på norsk økonomi. Aktiviteten på norsk sokkel ble raskt redusert og antallet flyreiser direkte relatert til petroleumsutvinning falt parallelt med aktiviteten. Og mens makrofaktorer som konsum og BNP økte nesten som før ble veksten i både sysselsetting og realdisponibel inntekt for husholdningene halvert fra 2007-2013 til 2013-2019. Bransjespesifikke forhold har også hatt betydning.

I 2016 innførte Norge den omtalte flypassasjeravgiften, mens CO<sub>2</sub>-avgiften er økt gradvis gjennom flere år. Mens gjennomsnittlig reell billettpris for fritidsreiser innenlands ifølge RVU falt med 11% fra 2007 til 2011, så økte den med 8% fram til 2019. Fra 2014 stagnerte også antall tilbudte seter i innenlandsmarkedet etter solid vekst i mange år, mens tilbudet regnet i antall flybevegelser begynte å falle. I 2019 lå tilbudet regnet i antall flybevegelser på samme nivå som i 2004.

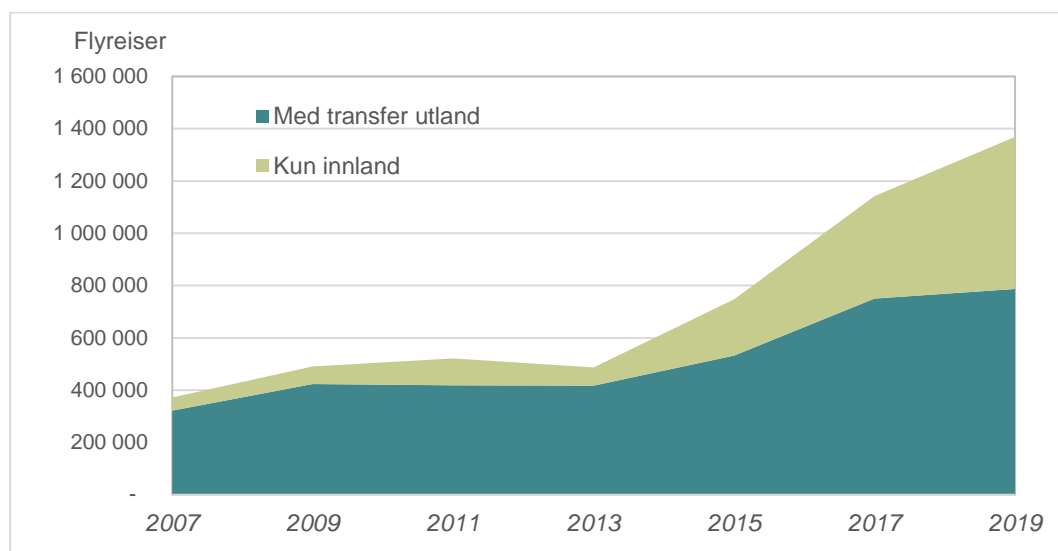


Figur 2.3: Setertilbud og antall flygninger innenlands (på Avinors lufthavner). Kilde: OAG.

Konklusjonen på vår analyse er at veksten i nordmenns innenlands flyreiser med fly fra 2007 til 2013 i hovedsak skyldes økt konkurranse og (som resultat) lavere billettpriser sammen med økonomisk vekst. Da den økonomiske veksten avtok, så opphørte også veksten i reisefrekvens innenlands. Videre vekst av betydning avhenger antagelig av økt kapasitet/lavere billettpriser i tillegg til økonomisk vekst.

### Utlendingers fritidsreiser innenlands

Antall fritidsreiser utført av utlendinger (personer bosatt utenfor Norge) holdt seg tilnærmet konstant fram til 2013, men har økt med nærmere 20% i året fra 2013 til 2019. Fra 2013 viser RVU i tillegg en vridning fra reiser med transfer til/fra utland til rene innlandsreiser, men flyselskapene i mindre grad har observert denne vridningen.

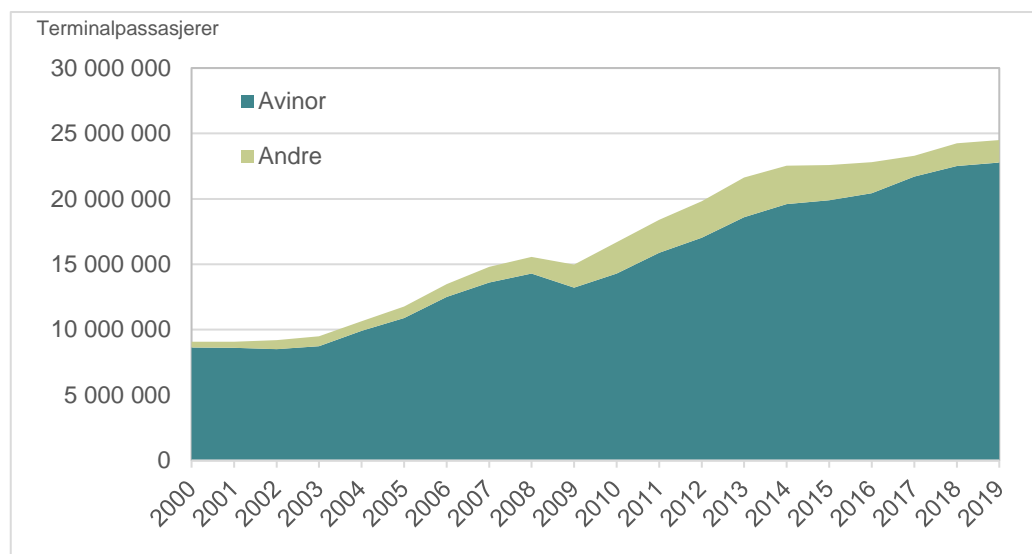


Figur 2.4: Utlendingers fritids flyreiser i Norge. Kilde: RVU.



## 2.1.2 Utenlandsreiser

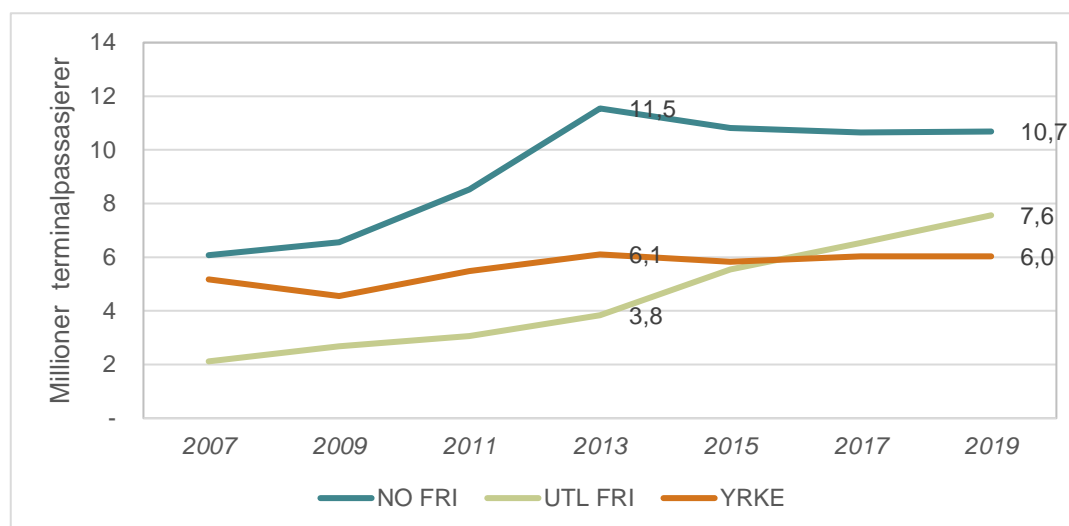
Utenlandstrafikken har økt med 5,4% per år fra 2000 til 2019. I perioden 2007-2019, som vi ser nærmere på, økte utenlandstrafikken med 4,3% per år.



Figur 2.5: Utenlands terminalpassasjerer Norge 2000-2019. Kilde: Statistikk fra Avinor.

Som for innlandstrafikken kom det et (så langt) varig skift i 2013 med vekst 2007-2013 på 6,5% per år og en vekst 2013-2019 på 2,1% per år.

RVU-data omfatter bare Avinors trafikk. Figur 2.6 viser all utenlandstrafikk til/fra Norge fordelt på segmenter gitt at fordelingen er som for Avinor unntatt på Rygge, der yrkesandelen er forutsatt å være halvparten av Avinors (og fritidsreiser tilsvarende økt siden tilbudet på lufthavnen primært var rettet mot fritidsreisemarkedet).

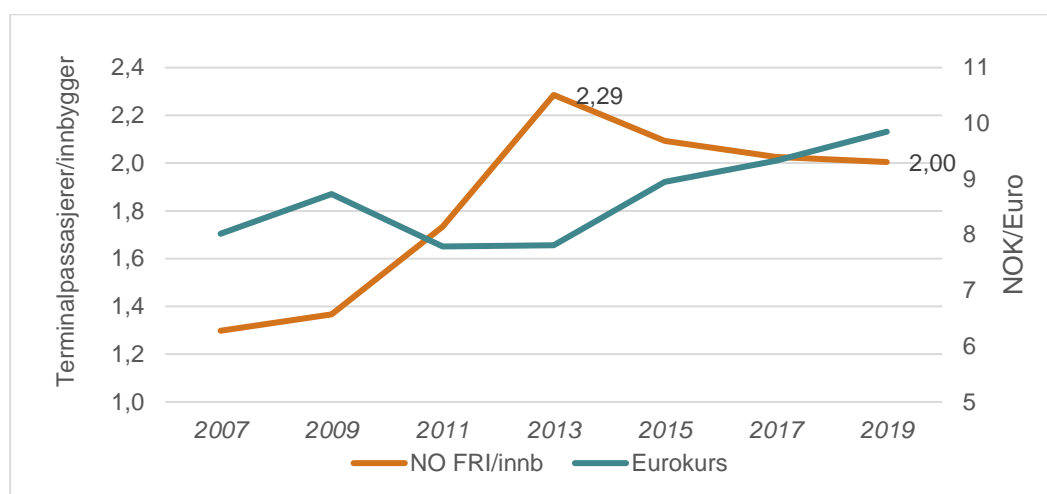


Figur 2.6: Utenlands terminalpassasjerer etter hjemsted og formål forutsatt samme fordeling som for Avinor (men halv yrkesandel for Rygge). Kilde: RVU.

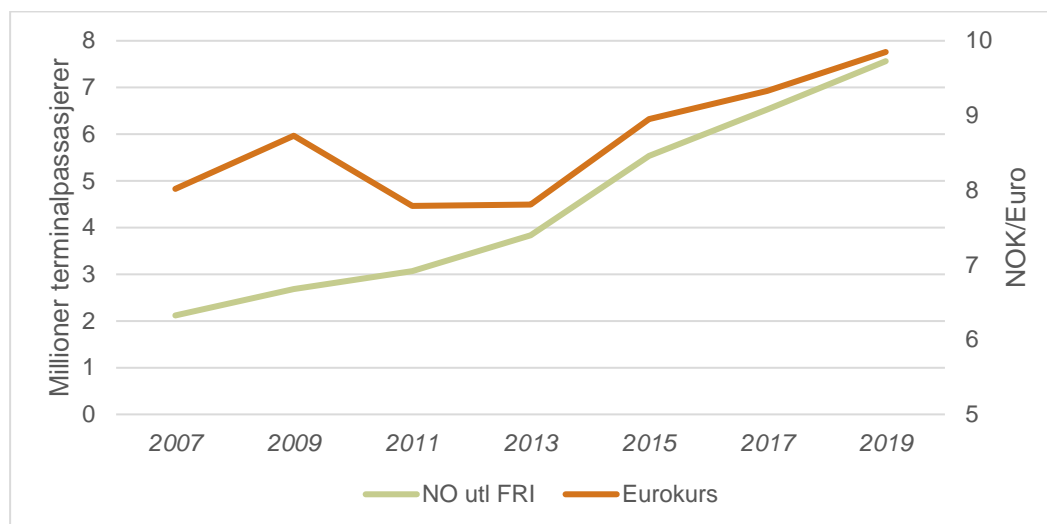
Også utlandstrafikken preges av at yrkesreisene stagnerte samtidig som veksten i nordmenns fritidsreiser bråstoppet rundt 2013. Til gjengjeld ble antall flybårne turister fra utlandet doblet fra 2013 til 2019.

Fra 2013 endret også prisen på utenlandsk valuta seg vesentlig. Kursen på euro økte med 26% fra 2013 til 2019 etter å ha falt med 10% i oppgangsperioden 2009-2013. En mulig tolkning av utviklingen i fritidsmarkedet er at veksten i prisen på utenlandsk valuta har vært omtrent høy nok til å utligne drivkrefter som vanligvis tilsier vekst i nordmenns fritidsreiser til utlandet, mens virkningen har vært motsatt for utlendingers fritidsreiser til Norge.

Figur 2.7 viser hvordan fritidsreiser med fly fra Norge per innbygger falt når prisen på euro økte, mens figur 2.8 viser hvordan veksten i fritidsreiser med fly fra utlandet til gjengjeld tiltok fra 2013.



Figur 2.7: Nordmenns utenlands fritidsreiser/innbygger for Avinor og anslått for Norge og valutakursen NOK/€. Kilde: RVU og SSB.



Figur 2.8: Fritidsreiser med fly til Avinor og Norge sammenlignet med eurokursen. Kilde: RVU og SSB.

## 2.2 Framskrivingsmodell for flypassasjerer

### 2.2.1 Framskrivingsmodell for flyreiser mellom Norge og utlandet

Framskrivningen av flytrafikken til utlandet til 2030 bygger på TØIs prognosemodell for internasjonal persontransport med fly. Første versjon av modellen ble utarbeidet på oppdrag fra Sekretariatet for Nasjonal transportplan i 2015. Siden er modellen blitt revidert i 2017 (Østli, 2017). Under beskrives modellen i korte trekk.

Prognosemodellen er basert på økonometriske beregninger basert på data fra:

- Reisevaneundersøkelser (RVU) gjennomført på norske lufthavner mellom 2003 til 2016
- Avinors statistikkdatabase (SIA)
- World Bank (WB)
- Statistisk Sentralbyrå (SSB)

Det ble estimert økonometriske modeller fordelt på to reisehensikter, og gjort et skille mellom reiser som starter i Norge og reiser som starter i utlandet. Det er dermed et sett av fire forskjellige reisehensikter som er tilknyttet hver enkelt modell:

- A. Fritidsreiser fra Norge
- B. Fritidsreiser fra utlandet
- C. Arbeidsbetingede reiser fra Norge
- D. Arbeidsbetingede reiser fra utlandet

De økonometriske beregningene er gjennomført separat for OSL og de ti største regionale lufthavnene som driftes av Avinor:

1. Oslo-modeller (OSL)
2. Regionale modeller som dekker følgende flyplasser:
  - Ålesund (AES)
  - Bergen (BGO)
  - Bodø (BOO)
  - Evenes (EVE)
  - Haugesund (HAU)
  - Kristiansand (KRS)
  - Molde (MOL)
  - Stavanger (SVG)
  - Tromsø (TOS)
  - Trondheim (TRD)

Som i den tidligere versjonen av prognosemodellen utgjøres tverrsnittsenhetene av ulike soner, som enten består av enkeltland eller grupperinger av land, alt ettersom hvilket aggregeringsnivå som synes å være mest hensiktsmessig. Den innledende grupperingen av land tar utgangspunkt i M49 metodologien for geografiske regioner som benyttes av FN. I de tilfeller vi har tilstrekkelig datagrunnlag til å disaggregere disse sonene ytterligere er dette gjort. I visse tilfeller er det også gjennomført aggregeringer av de geografiske områdene for å sikre at sonene blir tilstrekkelig store.

Tabell 2.1 viser en kort oversikt og forklaring over de ulike variablene som er benyttet i den økonometriske modelleringen. De fullstendige økonometriske modellspesifikasjonene er gitt i Kapittel 4 i Østli (2017).

Tabell 2.1: Oversikt over variabler som benyttes i framskrivingsmodellen ITM

Variabel	Frekvens	Kilde	Forklaring
PAX	Tertial	RVU	Aggregerte trafikkstrømmer mellom norsk lufthavn og utenlandsk sone.
PRIS_L	Tertial	RVU	Gjennomsnittlig billettpris per enhet distanse for fritidsreiser mellom norsk lufthavn og utenlandsk sone.
PRIS_B	Tertial	RVU	Gjennomsnittlig billettpris per enhet distanse for arbeidsreiser mellom norsk lufthavn og utenlandsk sone.
Ventetid	Tertial	SIA	Utregnet med bakgrunn i antall flyvninger mellom norsk lufthavn og utenlandsk sone.
Distanse			Distanse i kilometer mellom norsk lufthavn og utenlandsk sone.
Handel	Tertial	SSB	Samlet eksport/import tradisjonelle varer fra Norge til utenlandsk sone.
BNP_fastland	Årlig	SSB	Nasjonal fastlands-BNP.
Turisme	Årlig	WB	Antall turistbesøk med overnatting til en sone et gitt år.
PPP-rate	Årlig	WB	Kjøpekraftsparitet-faktor – antallet enheter lokal valuta som er nødvendig for å anskaffe samme mengde varer og tjenester i en sone som en US dollar gjør i USA. PPP-raten fremkommer deretter ved å dividere på valutakursen. Raten er et mål på sonespesifikke prisnivåer.
BNP	Årlig	WB	BNP totalt i utenlandsk sone. Målt i US dollar.
Befolkning	Årlig	WB	Befolkning i en utenlandsk sone.
Valutakurs	Årlig	WB	Nominell valutakurs som et veid gjennomsnitt mot utenlandske valutaer – dividert med en prisdeflator som angir kostnadsindeks.

Den avhengige forklaringsvariabelen i samtlige økonometriske modeller er PAX, eller trafikkstrømmer målt som antall reiser mellom regional lufthavn/OSL og utenlandsk sone. Både denne og de uavhengige forklaringsvariablene er spesifisert som logaritmer, slik at koeffisientene direkte kan tolkes som elastisiteter med hensyn til PAX. Billettprisen er utledet som et gjennomsnitt av de reisene som er gjennomført i Reisevaneundersøkelsen. I tilfeller der flere land inngår i en sone er billettprisen vektet etter antall reiser til de ulike landene innen sonen. Ventetid er utledet med bakgrunn i frekvens hentet fra SIA og er spesifisert per tertial mellom OSL/regionale lufthavner og utenlandske soner. Ventetiden er beregnet som  $16 \text{ timer} / 4 / \text{Frekvens per døgn}$ . Maksimal ventetid er satt til 6 timer. Variabelen fanger opp at bedre tilgang til direkteruter til en utenlandsk sone trolig bidrar til økt PAX til denne sonen. De ulike forklaringsvariablene benyttes i ulik grad i de forskjellige økonometriske modellene. En oversikt over elastisitetene som brukes for prognosemodellens flyreiser til utlandet gis i tabell 2.2.

Tabell 2.2: Egen- og krysspriselastisiteter samt inntektselastisiteter i framskrivingsmodellen ITM.

Variabel	OSL				Regional			
	Nordmenn		Utlendinger		Nordmenn		Utlendinger	
	Fritid	Arbeid	Fritid	Arbeid	Fritid	Arbeid	Fritid	Arbeid
log BNP Fastland	0.78			0.86	0.84			
log BNP Utland		0.24	0.51				0.50	
log PPP konverteringsrate	-0.58				-0.24			
log Valutakurs vektet		-0.59	1.40			-1.21	2.78	
log Handel		0.23		0.38		0.63		0.63
log Turisme	0.23				0.30			
log Befolkning					0.83		1.11	
log Billettpris	-0,70 <sup>(1)</sup>	-0.02	-0.66	-0.15	-0.70 <sup>(1)</sup>	-0.10	-0.70	-0.05
log Ventetid	-0.47	-0.21	-0.44	-0.19	-0.58	-0.18	-0.45	-0.24
log Distanse	-0.35	-0.68	-0.50	-0.90	-0.07	-0.13	-1.01	-0.43
lineær Lufthavner i OD med >10 avg. per tertial	0.06	0.003						
dummy Lufthavn						x		x
dummy Tertial	x	x	x	x	x			
dummy Kontinent	x	x	x	x				

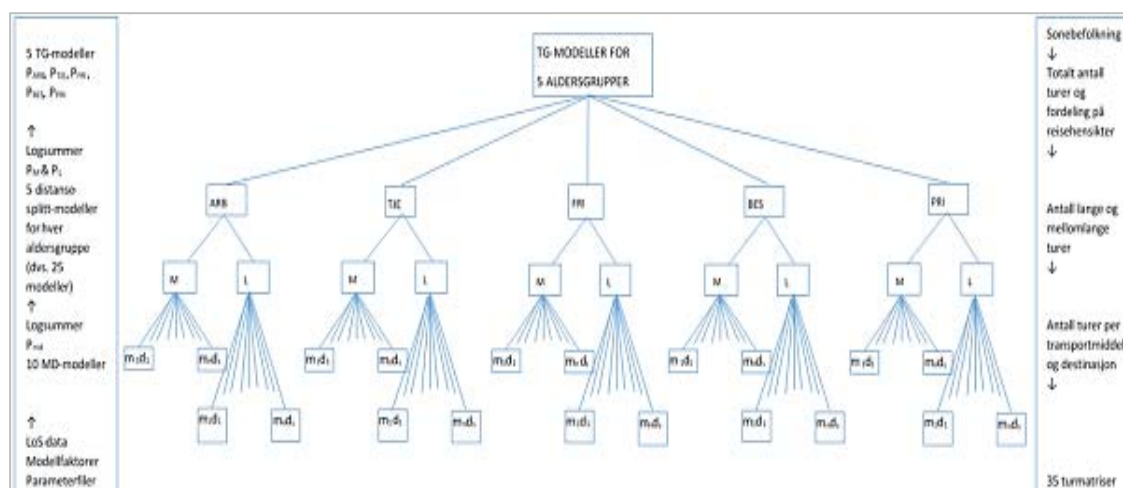
Kilde: Østli (2017)

(1) Kilden estimerer billettpriselastisiteter på empiriske data. For Nordmenns fritidsreiser er disse bare -0,12 og -0,36, som vurderes å være urealistisk lave (se diskusjonen i avsnitt 3.3.1). Til prognosebruk i ITM er disse derfor oppjustert samme verdi som for Utlendinger, dvs. -0,7.

## 2.2.2 Framskrivingsmodell for innenriksreiser med fly

Framskrivningen av nordmenns innlandsreiser med fly bygger på simuleringer med NTM6. NTM6 er estimert med utgangspunkt i den nasjonale reisevaneundersøkelsen (RVU) fra 2009 og benytter en sonelinndeling basert på i overkant av 1500 såkalte delområder, som er aggregater av grunnkretser. Med modellen kan man analysere effektene på etterspørselen av endringer som reisetid, reisekostnader, kollektivtilbud og andre forhold knyttet til transporttilbudet. Modellsystemet dekker innenlandsreiser lengre enn 70 km én vei, gjennomført av bosatte i Norge. Til modellsystemet hører nettverk for bil, fly og kollektivtransport. Selve etterspørselsmodellen består av 10 delmodeller for valg av transportmiddel og destinasjon. Det er modeller for 5 reisehensikter og for mellomlange (70-200 km) og lange reiser (200+ km).

NTM6 er dokumentert i Rekdal m fl (2014). For nærmere beskrivelse henviser til denne dokumentasjonen. Figur 2.9 fra rapporten illustrerer kompleksiteten i modellen.



Figur 2.9: Modellstruktur i Nasjonal Transportmodell NTM6.

I rapporten presenteres også beregnede elastisiteter. Tabell 2.3 oppsummerer de viktigste for flytransport.

Tabell 2.3: Direkte og krysspriselasititeter for fly samt inntektselasititeter i NTM6.

(a) Direkte- og krysspriselasititeter for flybillettpriser						(b) Direkte og krysspriselasititeter for flytid					
	CD	CP	BBT	AI	SUM		CD	CP	BBT	AI	SUM
ARB	0.04	0.05	0.01	-1.87	-0.39	ARB	0.01	0.02	0.01	-0.53	-0.12
TJE	0.03	0.04	0.05	-0.75	-0.14	TJE	0.02	0.02	0.03	-0.37	-0.07
FRI	0.03	0.04	0.08	-0.86	-0.02	FRI	0.01	0.02	0.03	-0.32	-0.01
BES	0.03	0.05	0.07	-0.45	-0.01	BES	0.02	0.03	0.03	-0.21	-0.01
PRI	0.03	0.04	0.06	-1.05	-0.03	PRI	0.01	0.01	0.02	-0.33	-0.01
SUM	0.03	0.04	0.06	-0.89	-0.07	SUM	0.01	0.02	0.03	-0.34	-0.03

(c) Direkte og krysspriselasititeter for flyventetid						(d) Inntektselasititeter.					
	CD	CP	BBT	AI	SUM		CD	CP	BBT	AI	SUM
ARB	0.00	0.00	0.00	-0.15	-0.03	ARB	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
TJE	0.00	0.01	0.01	-0.10	-0.02	TJE	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
FRI	0.01	0.01	0.02	-0.19	0.00	FRI	0.49	0.43	0.43	0.46	0.46
BES	0.01	0.02	0.02	-0.12	0.00	BES	0.08	0.01	0.01	0.03	0.04
PRI	0.01	0.01	0.01	-0.20	0.00	PRI	0.05	0.12	0.14	0.09	0.09
SUM	0.01	0.01	0.01	-0.14	-0.01	SUM	0.22	0.24	0.11	0.11	0.19

Note: CD=Bilfører; CP=Bilpassasjerer; BBT=Kollektivreiser; AI=Flyreiser, SUM = Alle reiser, ARB=Arbeidsreiser; TJE=Tjenestereiser; FRI=Fritidsreiser; BES=Besøksreiser; PRI=Andre private reiser. Kilde: Rekdal mfl.(2014).

Oppsummert betyr flypriser og til dels flytid mye for etterspørselen etter flyreiser i NTM6, mens frekvens og inntekt har mindre betydning. I dette prosjektet har bare inntektselasititeten betydning for grunnprognosen, hvor rutetilbud og priser holdes uendret.

Framskrivningen av innenlandsk flytrafikk til 2030 bygger på simuleringer med modellen, som er beskrevet nærmere i Madslie m.fl. (2019a) og Madslie m.fl. (2019b). NTM6 beskriver utelukkende nordmenns reiser mellom norske destinasjoner. For utlendingers reiser i Norge og tilknytningsreiser til utlandet er framskrivningen knyttet til utlandsmodellen referert i forrige avsnitt.

På en del lufthavner betyr oljevirkosomheten langt mer for flytrafikken enn det som fanges opp av en generell modell som NTM6. Her er det gjort egne vurderinger knyttet til forventet utvikling i oljeaktiviteten.

## 2.3 Basisframskriving av flypassasjerer på innenriks- og utenriksruter 2030

### 2.3.1 Framskrivning med prognosemodellen

PACER-modellens basisframskriving konstrueres i to trin: Først er etablert *grunnprognosen* som dernest korrigeres til *basisframskrivningen* ved å ta høyde endringer i forventet drivstoffpris for 2030 siden 2019.

#### 1. Grunnprognose uten prisendringer

Grunnprognosen for passasjertrafikken fullført i desember 2020 bygger på simuleringer med den i avsnitt 2.2 beskrevne framskrivingsmodellen for inn- og utlandstrafikk. De mest sentrale forutsetningene i årene fram mot 2030 er gjengitt i tabell 2.4. Forutsetningene knyttet til befolkningsvekst og økonomi bygger på de prognosene som var tilgjengelige i 2020. Prognosemodellene baserer seg på uendrede billettpriser i forhold til 2019. Forutsetningene knyttet til befolkningsvekst og økonomi bygger på de prognosene som var tilgjengelige i 2020.

Tabell 2.4: Forutsetninger i grunnprognosen. Prosentvis årlig vekst fra forrige periode unntatt for euro-kurs og effekt av digitalisering.

	2019	2019 - 2023	2023 - 2030
Privat konsum		2,1 %	2,4 %
BNP Fastland		1,8 %	2,5 %
Befolkning Norge		0,5 %	0,5 %
Oljeinvesteringer		-0,9 %	-1,9 %
Billettpriser		0,0 %	0,0 %
Valutakurs		-2,0 %	0,0 %
NOK/€	9,85	10,67	10,67
<u>Vekst i turisme</u>			
Interkontinental		- 2,5 %	2,9 %
Europa		0,0 %	2,9 %
Norden		-2,5 %	0,0 %
<u>BNP utland</u>			
Verden unntatt Europa		1,3 %	2,7 %
Europa unntatt Norden		0,5 %	1,8 %
Norden		1,0 %	1,9 %
<u>Norsk handel</u>			
Med verden unntatt Europa		1,1 %	2,7 %
Med Europa unntatt Norden		1,1 %	1,8 %
Med Norden		1,1 %	1,9 %

	2019	2019 - 2023	2023 - 2030
<u>Rutetilbud</u>			
Frekvens regionale		0,0 %	0,0 %
Frekvens interkont		-4,5 %	3,3 %
Frekvens Europa		-1,0 %	1,0 %
Antall direkte ruter interkont		-4,5 %	3,3 %
Antall dir. ruter OSL-Europa		-1,0 %	1,0 %
<u>Effekt av digitale møter etc</u>			
Oljerelaterte reiser		-5 %	-2,5 %
Annen pendling/service innland		-10 %	-5 %
Øvrige arbeidsreiser innland		-20 %	-10,0 %
Arbeidsreiser til/fra utland		-15 %	-7,5 %

Vurderingene av vekst i antall direkte ruter og frekvensvekst, dvs. antall flygninger, bygger på antagelser om at tilbudet vil falle fra 2019 til 2023 og deretter øke gradvis i årene etterpå. Pandemien har medført at svært mange fysiske møter er erstattet med digitale møter. Som konsekvens av dette er det skjønnsmessig lagt inn egne digitaliseringsfaktorer for yrkesrelaterte reiser. F.eks. vil pendling ekstraordinært reduseres med 10% fra 2019 til 2023 for deretter å øke til et nivå 5% under 2019-nivå i 2030. Samtidig vil økonomisk utvikling og andre forhold påvirke yrkesreisene.

Prisutviklingen for flyreiser er svært usikker og vil bli preget av forhold som konkurranse, avgifter og drivstoffpriser. I grunnprognosen er det forutsatt det uendrede realpriser på flybilletter etter 2019. Uten endringer i billettprisen blir resultatet en svært beskjeden vekst i terminalpassasjerer fra 2019 til 2030 på 2% for Avinors lokale lufthavner, 6% trafikken innenlands, 25% for trafikken til Europa og 30% for trafikken (direkte) til resten av verden.

## 2. Basisframskriving med endring i drivstoffpris 2030

På grunn av covid-19 pandemien gir prisutviklingen på flybilletter siden 2019 til i dag lite informasjon i forhold til utviklingen fram mot 2030. Men drivstoffkostnaden er en vesentlig del av flyselskapenes samlede kostnader og dermed også for billettprisene, i hvert fall på lang sikt. Vi betrakter den aktuelle drivstoffprisen som beste framskriving mot 2030. Ved starten av 2022 svarer prisen på flydrivstoff noenlunde til nivået gjennom 2019, og vi ser derfor ikke grunn til å korrigere grunnprognosen ut fra oljeprisen. Men luftfarten internt i Europa er del av ETS-kvotestystemet, derfor vil ikke bare oljeprisen, men også utviklingen i kvoteprisen til 2030 påvirke billettprisene. Som nevnt i Avsnitt 1.2 har ETS-kvotepriisen økt kraftig siden 2019 fra cirka 25 til cirka 80 EUR per ton CO<sub>2</sub> i starten av 2022 med det meste av økningen i løpet av det seneste året. Vi har valgt å korrigere grunnprognosen basert på 2019-data basert på framskrivingen i DNV(2021), som forventer en ETS-kvotepriis på 80 EUR pr ton CO<sub>2</sub>, altså nivået ved starten av 2022.

Utviklingen i *grunnprognosen* fra 2020 nedjusteres til modellens *basisframskriving* med den prosentvise forskjellen for hvert rutesegment (se avsnitt 2.3.2) i 2030 ved modellkjørsler med en kvotepriis per ton CO<sub>2</sub> på henholdsvis 25 EUR (som i grunnprognosen) og 80 EUR (som forventet i DNV(2021)). Da der er tale om en generell kostnadsøkning for alle internt europeiske reiser som skjer gradvis over åtte år, har vi forutsatt at denne kostnadsøkningen overveltes 100% i billettprisene.



### 2.3.2 Passasjerer 2019 – 2030 oppdelt på fem segmenter

Reduksjon av CO<sub>2</sub>-utslippet står jo som sentralt utgangspunkt for dette prosjektet. Derfor tas utgangspunkt i detaljerte data for antall faktiske flygninger på de enkelte rutene i Norge og fra Norge til utlandet. Grunndata er trukket fra OAG-databasen, som har registrert alle rutenflygninger med opplysning om flyets registreringsnummer, og derav er i databasen også avledet fordeling på flyselskaper og antall tilbudte seter på hver rute. For 2019 er det opplysninger om 518 ruter fra norske lufthavner, herav litt mer enn halvparten til utlandet (hver vei innenlands teller som en rute, men ruter fra utlandet til Norge er ikke med).

Rutene oppdeles på fem segmenter, dels av hensyn til å kunne se resultatene oppdelt på relevante grupper, og dels fordi de relevante tiltak og effektene herav avhenger av om rutene er nasjonale, europeiske eller interkontinentale, eller av om det er rent kommersielle ruter eller anbudsruiter.

- **FOT-ruter:** Ruter som mottar tilskudd gjennom offentlige anbud.
- **Regionale ruter:** Innenriksruter som ikke er FOT- eller nasjonale ruter (se neste)
- **Nasjonale ruter:** Store ruter med mer enn 1 mill. passasjerer (begge veier): OSL–BGO; OSL–SVG; OSL–TRD; OSL–BOO; OSL–TOS og BGO–SVG.
- **Europeiske ruter:** Fra Norge til EØS, Sveits og Storbritannia
- **Interkontinentale ruter:** Øvrige ruter.

Nøkkeltall for hvert segment for 2019 framgår av tabell 2.5. Det ses at FOT-rutene utgjør cirka halvparten av alle innenriksruter, men bare godt 10% av det samlede setetilbudet i 2019 på grunn av lavere frekvens og mindre fly.

Tabell 2.5: Nøkkeltall for 2019 oppdelt på fem rute-segmenter. Kilde: OAG.

	Avstand gj.snitt (km)	Avganger (per år)	Setetilbud (per år)	Avganger per uke	Seter per uke	Seter per fly
<b>Alle segmenter</b>	<b>850</b>	<b>518</b>	<b>320.496</b>	<b>39.555.494</b>	<b>12</b>	<b>123</b>
FOT	182	122	71.477	2.806.021	11	39
Regionale	522	110	83.786	9.563.919	15	114
Nasjonale	472	12	71.216	11.967.795	114	168
Europeiske	1.249	258	91.731	14.574.238	7	159
Interkontinentale	6.611	16	2.286	643.521	3	282

Gjennomsnittlige belegg for hvert segment må kjennes for å omsette antall seter til passasjertall. Til dette formålet har vi brukt SSB Statistikkbankens tall for passasjerer og seter mellom norske lufthavner og for utlandstrafikken. For interkontinentale avganger er brukt ICAO's forutsetning for fly mellom Europa og Nord-Amerika, som er den største andelen av direkte interkontinentale fly fra Norge. Modellens prosentvise belegg for hvert rute-segment er vist i tabell 2.6.

Tabell 2.6: PACER-modellens konstante prosentvise belegg for alle ruter oppdelt på segmenter.

Rutesegment	Belegningsgrad
<b>Total</b>	<b>69%</b>
FOT	58%
Regionale	64%
Nasjonale	70%
Europeiske	73%
Interkontinentale	83%

Kilde: Egne beregninger basert på SSB Statistikkbanken  
Tabell 08504, 085510 og 08511 samt ICAO.

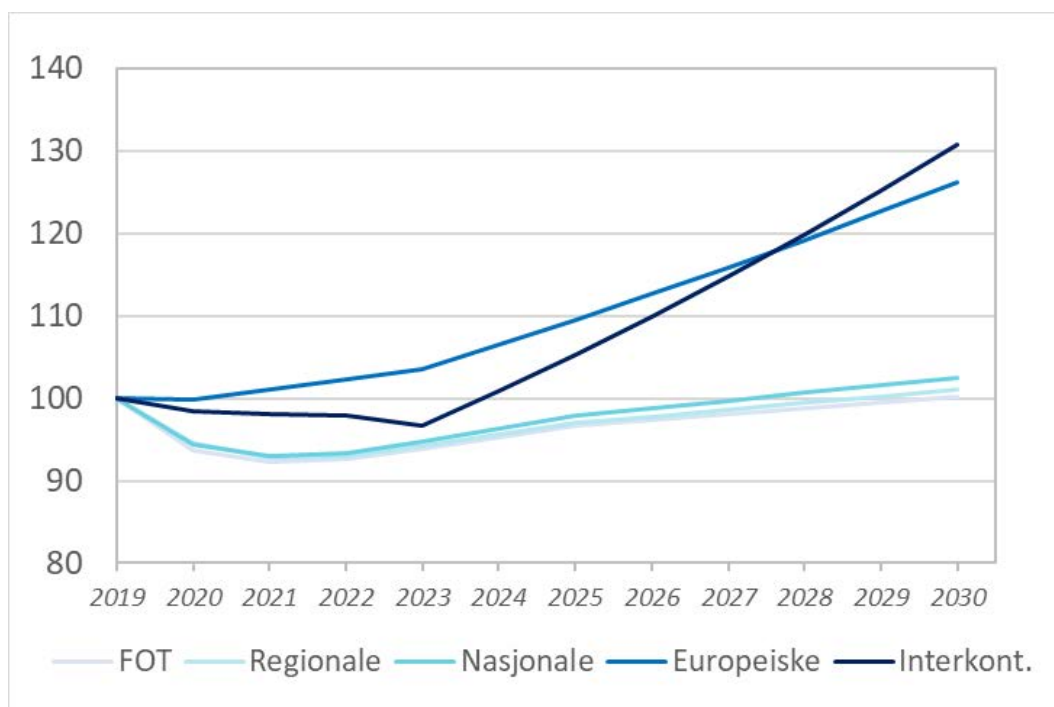
En viktig forenkling forutsetning i PACER-modellen er at belegget holdes konstant både over tid og ved forskjellige tiltak. Fortolkningen av dette er at flyselskapene tilpasser antall avganger per år nøyaktig svarende til endringen i etterspørselen på hver rute. For den enkelte rute er dette ikke realistisk. For det første kan ikke antall avganger tilpasses kontinuerlig, og for det annet vil reduksjon av passasjertallet for noen rute være forretningskritisk i forhold til om det fortsatt er lønnsomt å opprettholde ruten. Men som gjennomsnittsbetraktning for hvert rutesegment er det antakelig en brukbar forutsetning, som samlet sett gir rimelige resultater med hensyn til endringer i setetilbud, CO<sub>2</sub> -utslipp og kostnader.<sup>5</sup>

Basisframskrivingens passasjerer fra norske lufthavner er gjengitt i tabell 2.7 og veksten for hvert segment er illustrert i figur 2.10 under. For utland er resultatene fordelt på Europa og direkte interkontinentale destinasjoner i Avinors framskrivinger. For innland er veksten for FOT-ruter og kommersielle ruter som en tilnærming satt lik henholdsvis veksten for lokale lufthavner (lufthavner med kort rullebane pluss Andøya) og stamlufthavner (lufthavner med standard rullebanelengde).

Tabell 2.7: Antall millioner passasjerer om bord på rutefly fra norske lufthavner etter segment.

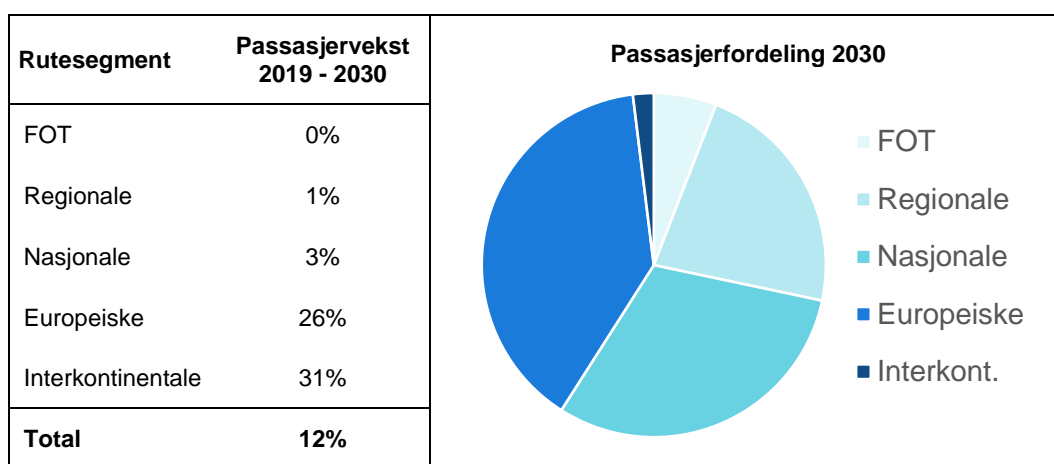
Rutesegment	2019	2023	2030
<b>Total</b>	<b>27,38</b>	<b>27,09</b>	<b>30,64</b>
FOT	1,61	1,52	1,62
Regionale	6,14	5,79	6,20
Nasjonale	8,41	8,0	8,62
Europeiske	10,68	11,1	13,49
Interkontinentale	0,53	0,52	0,70

<sup>5</sup> For FOT-ruter må det dog bemerkes, at disse er spesielt sårbare over for reduksjoner i passasjertallet, da de typisk er basert på en minimumsfrekvens. Betingelsene i konsesjonene har bestemmelser om hvordan flyselskapenes skal kompenseres for endrede rammebetingelse i konsesjonsperioden. Der er i modellen ikke tatt høyde for hvordan de særlige rammebetingelser for FOT-rutene påvirker billettprisene.



Figur 2.10: Basisprognose 2019-2030. Passasjerer på rutefly fra norske lufthavner. 2019 = 100.

Samlet passasjervekst og passasjerfordelingen på segmenter i 2030 er vist i figur 2.11. Veksten fram mot 2030 forventes å bli langt høyere på utlandstrafikken enn på innenlandske ruter.



Figur 2.11: Veksten i passasjerprognosen fra 2019 til 2030 og fordeling på segmenter i 2030.

## 3 Effekter av kostnads- og prisendringer

Politiske tiltak som gir substansielle steg i retning av bærekraftig luftfart, kan gi vesentlige endringer i de økonomiske rammevilkårene for luftfarten i Norge. Dette kan gi anledning til betydelige forandringer i flytyper og rutetilbud. En tilfredsstillende beskrivelse av hvordan flyselskapene kan tenkes å agere på dette krever kompleks modellering og data, som ligger langt ut over formålet til dette prosjektet. I stedet gjør vi en rekke forenklete antakelser som er brukbare, når vi bare fokuserer på de overordnede fem rutesegmenter og endringer i CO<sub>2</sub>-utslipp fra disse samt på de samlede økonomiske konsekvenser for passasjerene, flyselskapene og statsbudsjettet:

- Kostnadsendringene for flyselskapene skjer under antakelse av uendret rutetilbud, og at dagens flyflåte betjener rutene med samme fordeling som i dag.
- Alle kostnadsendringer gir anledning til endrede billettpriser, men ikke nødvendigvis med fullt overvelting. Endringene beregnes separat for hver rute.
- Økte eller senkede billettpriser gir anledning til motsatt rettede etterspørselsendringer. Disse endringene også beregnes for hver rute med segmentoppdelte priselastisiteter, som fastsettes ut fra tilgjengelige estimater fra litteraturen.
- Flyselskapene reagerer på færre eller flere passasjerer alene ved å tilpasse antallet avganger over året, så gjennomsnittlig belegg på hver rute er uendret.

Antakelsen om at flyselskaperes kostnadstilpasning bare skjer gjennom proporsjonal tilpasning av antall avganger til etterspørselsendringen er sterkt forenklete, men gir samtidig transparente resultater som alene uttrykker konsekvensen av lavere eller høyere etterspørsel samt eventuell bruk av SAF. I praksis har flyselskapene flere muligheter for å optimere kostnadene til den nye situasjon. Ikke minst kan de velge å lukke ned for ruter, hvor en kostnadsøkning eller passasjeredgang innebærer at det ikke lenger lønner seg å opprettholde tilbudet. Alt annet likt innebærer disse ikke inkluderte muligheter for å tilpasse kostnadene antagelig at modellen resultater vil gi en svak overvurdering av de samlede kostnader for flyselskapene.

I forhold til endringer av antall passasjerer og CO<sub>2</sub>-utslipp vil noen av de mindre rutene i virkeligheten kanskje bli lukket ned mens andre vil fortsette med uendret opplegg. For de store rutene med mange avganger per uke vil antakelig gi et noenlunde representativt bilde. Samlet sett vurderes det at de prosentvise endringene blir noenlunde rettvise, både totalt og oppdelt på de fem segmentene.

### 3.1 Drivstoff-forbruk og CO<sub>2</sub>-utslipp

Formålet med PACER-modellen er som nevnt å beregne konsekvensene av forskjellige tiltak på norsk luftfarts CO<sub>2</sub>-utslipp gjennom reduksjon av forbruket av fossil drivstoff. Modellen ser bort fra klimaeffekter fra andre utslipp og fra kondensstriper, som kan dannes ved flygning i stor høyde, når vanddamp oppstår ved forbrenning av flydrivstoff. Modellen ser også bort fra eventuelle endringer i de flytyper som brukes på de enkelte rutene og eventuelt andre energieffektiviseringstiltak selskapene kan foreta seg, og antar derfor at drivstofforbruket per flygning for hver rute er det samme i 2030 som i 2019.

Nøkkeltall for hver rute er CO<sub>2</sub>-utslippet per sete, som antas uendret over tid og av de tiltak som implementeres. Dette er naturligvis en forenkling. Spesielt kan økt CO<sub>2</sub>-avgifter påvirke hvor hurtig den eksisterende innenriksflyflåten blir utskiftet og erstattet av nye og mer energieffektive fly.

Grunndata er 'Passenger CO<sub>2</sub> per /journey (KG)' ved bruk av ICAO Carbon Emission Calculator. Kalkulatoren beregner et vektet gjennomsnitt for alle flygninger på ruten basert på trafikk tall for 2016. Det betyr at modellen ikke tar høyde for eventuelle endringer i flytyper på de enkelte ruter fram mot 2030. Dette må man derfor korrigere for med ytterligere beregninger med modellen hvor grunndata for utslippene på de relevante rutene endres. Kalkulatorens utslipp per passasjer omregnes til per sete ved bruk av forutsetningene om belegg som ICAO har anvendt. Forutsatt belegg og metoden for øvrig er dokumentert i ICAO(2018). Beregning av CO<sub>2</sub>-utslipp og CO<sub>2</sub>-avgiftens kostnader per passasjer skjer med segment-spesifikke belegg, jf. tabell 2.6.

One Way/Round Trip		Cabin Class		Number of Passengers		
One Way		Economy		1		
Leg	From City/Airport		To City/Airport			
1	OSL		CPH			
Delete All Location(s)		Delete Leg		Add New Leg		
Reset			Compute			
Metric (KG / KM)		Standard (LBS / MI)				
Total						
Dep Airport	Arr Airport	Number of passengers	Cabin Class	Trip	Aircraft Fuel Burn/journey (KG) <sup>ab</sup>	Total passengers' CO2/journey (KG) <sup>c</sup>
OSL	CPH	1	Economy	One Way	3203.7	66.0
Flight Stage Detail						
Dep Airport	Arr Airport	Distance (KM)	Aircraft	Aircraft Fuel Burn/leg (KG) <sup>a</sup>	Passenger CO <sub>2</sub> /pax/leg (KG)	
OSL	CPH	515.0	319, 320, 332, 738, 73G, 73H, 73W, CR9	3203.7	66.0	
a. Fuel Burn information provided are for 1 aircraft per leg						
b. Aircraft Fuel Burn/journey = $\sum$ Aircraft Fuel Burn/leg						
c. Total passengers' CO2/journey = $\sum$ Passenger CO2/pax/leg * Number of pax						

Figur 3.1: ICAO Carbon Emission Calculator [<https://applications.icao.int/icec/>].

Tabell 3.1 viser gjennomsnittlig CO<sub>2</sub>-utslipp per passasjer og per passasjerkilometer for hvert rutesegment og totalt. CO<sub>2</sub>-utslippet per passasjer øker som forventet på segmenter med lengere avstander (se tabell 2.5) og omvendt for utslippet per passasjer-kilometer. CO<sub>2</sub>-utslippet er spesielt lavt per passasjer-kilometer for interkontinentale ruter, især på grunn av større fly, men også på grunn av høyere gjennomsnittlig belegg.

Tabell 3.1: CO<sub>2</sub>-utslipp per passasjer og per passasjer-km oppdelt på de fem rutesegmentene.

Rutesegment	CO <sub>2</sub> per passasjer (kg)	CO <sub>2</sub> per passasjer-km (kg)
<b>Total</b>	<b>103</b>	<b>0,12</b>
FOT	55	0,30
Regionale	85	0,16
Nasjonale	72	0,15
Europeiske	136	0,11
Interkontinentale	288	0,04

Kilde: Egne beregninger basert på tall fra ICAO Carbon Emission Calculator for alle ruter fra norske lufthavner.

Videre er det interessant å sammenlikne gjennomsnittstallene for CO<sub>2</sub>-utslippet med passasjeravgiften. Utslippet for interkontinentale reiser<sup>6</sup> er 288 kg CO<sub>2</sub> per passasjer og kan beregnes til 99 kg CO<sub>2</sub> per passasjer for de andre segmentene til sammen, dvs. for intra-europeiske reiser. Forholdet  $288/99 = 2,9$  svarer noenlunde til forholdet mellom passasjeravgiftene:  $200/75 = 2,7$ . Men for innenriksreiser bør det bemerkes at passasjeravgiften pålegges hver vei og dermed er dobbelt så høy, og at der i tillegg er den nasjonale CO<sub>2</sub>-avgiften. Dette modifiseres, hvis destinasjonslandet pålegger passasjeravgifter den andre veien.

Den direkte emisjonsfaktoren for flydrivstoff er 3,16 kg CO<sub>2</sub> per kg fossil flydrivstoff. For SAF antas 0 kg CO<sub>2</sub> per kg drivstoff uansett om det er biodrivstoff eller syntetisk drivstoff. Biomasse antas CO<sub>2</sub>-neutral og kullstoff til syntetisk drivstoff antas å komme fra biomasse eller fra CO<sub>2</sub> fanget inn fra luften. For både fossil drivstoff og SAF ser vi bort fra 'upstream'-utslipp fra eventuell bruk av fossil drivstoff i produksjonen. De CO<sub>2</sub>-reduksjonene som beregnes med PACER-modellen kan derfor mere presist betegnes som *reduksjonen av CO<sub>2</sub> fra fossil flydrivstoff* (Se Box 3.I for en utdyppning).

Endringene av CO<sub>2</sub>-utslippet i tiltaksscenarioene beregnes forholdsmessig svarende til den prosentvise endringen i antall avganger per år for hver rute. I overensstemmelse med antakelsene først i kapitlet om konstant belegg vil dette tilsvare nedgangen i passasjertallet.

### Boks 3.I: Konkurransforhold på luftfartsmarkedet

Når vi her setter biodrivstoff som CO<sub>2</sub>-neutral og i PACER-modellen ser bort fra 'upstream'-utslippet for SAF, er det en sterkt forenklet antakelse, som spesielt er problematisk for drivstoff produsert fra biomasse med høy ILUC-risiko (Indirect Land Use Changes) og i mindre grad for avansert biodrivstoff, jvf. EU's reviderte *Renewable Energy Directive 2018/2001/EU (RED II) Annex IX*. Det er dog i samsvar med konvensjonene i de nasjonale CO<sub>2</sub>-reduksjonsmålsetningene i forhold til EU. RED II definerer en rekke bærekrafts- og CO<sub>2</sub>-reduksjonskriterier for innputtet av biomasse til flytende biodrivstoff i transportsektoren må oppfylle for å regnes som avansert biodrivstoff.

I denne rapporten går vi ikke nærmere inn i kriteriene for SAF eller de forskjellige produksjonsveiene bak. Derfor er det ikke mulig å gi bud på graden av CO<sub>2</sub>-fortrengning ved SAF i PACER-modellen. Når modellen beregner CO<sub>2</sub>-reduksjoner er det altså reduksjonen av de direkte utslipp fra fossilt flydrivstoff. Har man mer konkrete forutsetninger om hvilke type SAF som innblandes og 'upstream' emisjonene kan man beregne netto-drivhusgassfortrengningen utenfor modellen.

<sup>6</sup> Egentlig reiser til land utenfor Europa, men langt de fleste av disse er til USA og Asia.

## 3.2 Flyselskapenes kostnadsendringer og prisendringer

Modellen beregner kostnadsendringer som følge av endringer i CO<sub>2</sub>-avgift, passasjeravgift og/eller økt drivstoffpris ved innblanding av SAF. Hvis en ordning med SAF-tilskudd innføres, antas denne å finansiere hele forskjellen mellom SAF og fossil drivstoffpris inklusiv ETS-kvotepriis, men bare med den forutsatte innblandingsprosenten<sup>7</sup>. Nøkkeltall er kostnadsendring per kg drivstoff og kostnadsendring per passasjer, hvor den første er knyttet til CO<sub>2</sub>-avgift og SAF-%, mens den annen er knyttet til passasjeravgiften. De to nøkkeltallene omregnes til en kostnadsendring per passasjer for hver av de 518 ruter avhengig av drivstofforbruk og segment for ruten.

### Boks 3.II: Konkurransforhold på luftfartsmarkedet

Økonomisk teori tilsier, at i et marked med perfekt konkurranse vil en generell kostnadsøkning<sup>(a)</sup> bli 100% overveltet i prisen, men overveltingsgraden vil være mindre jo lavere grad av konkurranse<sup>(b)</sup>. Tilsvarende vil lav grad av konkurranse gi en større forskjell mellom pris og marginale kostnader, som innebærer et tap for flyselskapene ved at passasjerer faller bort ved en prisøkning. Dynamiske tregheter og kapitaltilpasning gjør at overveltingsgraden kan være lavere på kort sikt.

På bare cirka 25% av alle de 518 ruter i modellen er det flere enn én operatør. Men det er ikke hensiktsmessig å betrakte de resterende 75% som monopoler. Luftfartens konkurranseforhold er komplekse, da man kan betrakte hver enkelt rute som et marked, men rutene er i konkurranse med hverandre, og samtidig er bil, buss, båt eller tog alternativer på samme reise. Luftfartsmarkedet i Norge er liberalisert, så det ikke er formelle barrierer for andre selskaper å tilby seg som operatør på rutene. Teoretisk er det derfor mer nærliggende å betrakte luftfarten som monopolistisk konkurranse, hvor flere operatører vil trenge inn så lenge det er profitt å hente. Når det på ruter med én operatør ikke er to, og ruter med to ikke er tre operatører, kan man fra et teoretisk perspektiv legge til grunn at prisen i markedslivekten ikke vil kunne gi et dekningsbidrag som kan finansiere det minimum av faste kostnader som er nødvendig for en ekstra operatør på ruten. Selv på ruter med bare plass til én operatør og med dårlige muligheter med alternative transportformer kan man ikke bare betrakte det som monopol, da transfer-reiser ofte vil være et alternativ. For eksempel kan BFO-OSL-CPH være et alternativ til en direkte reise fra BGO til CPH. Regionale ruter i deler av landet med lav befolkningstetthet kan transfer-reisemulighetene være mindre relevante og bakketransport et dårligere alternativ, så vi kommer tettere på monopolsituasjonen.

- (a) Bemerk at det er avgjørende å skjelle mellom en *generell kostnadsøkning* som er ens for alle produsenter og en kostnadsøkning som bare rammer én produsent. I det siste tilfellet vil overveltingsgraden være langt mindre og nærmer seg null, når markedssituasjonen kommer tett på fullkommen konkurranse. Videre vil likevektseffekten av en generell kostnadsøkning (se for deg et negativt skift i tilbudskurven) mtp. nedgang i omsatt kvantum og nedgangen i både konsumentoverskudd og produsentoverskudd være avhengig av de respektive elastisitetene på henholdsvis tilbuds- og etterspørselssiden.
- (b) Under visse omstendigheter, med vesentlig avvik fra perfekt konkurranse og tilstrekkelig konkav etterspørselskurve, kan den enda være over 100%. (RBB Economics, 2014).

Da alle flyselskaper utsettes for den samme kostnadsendring for en gitt rute og tiltaket gjelder for alle ruter, vil en langt større andel av kostnadsendringen vil bli overveltet i billettprisene enn hvis kostnadsendringen bare rammer et enkelt flyselskap eller en enkelt rute. Overveltingen avhenger av graden av konkurranse i de relevante markedene (se Boks 3.II). Under visse simplificerende antakelser vil overveltingsgraden ligge mellom 50% og 100% og være lavest med monopol og maksimal med perfekt konkurranse. Tilpasningstreggheter kan gjøre at overveltingsgraden er lavere på kort enn på lang sikt. Duplantis(2011) finner ved empiriske studier en overveltingsgrad for økte drivstoffkostnader på bare 8% når kapasiteten ikke kan

<sup>7</sup> Med CO<sub>2</sub>-avgift på innenriksruter får vi, at SAF blir billigere enn fossilt drivstoff på innenriksrutene, når tilskuddet dekker forskjellen mellom SAF og fossilt drivstoff inklusiv ETS-kvotepriis, som gir prisparitet på utenriksruter. Flyselskapene får da insentiv til å bruke 100% SAF (om teknisk mulig). Forutsetningen om at tilskuddet bare betales for antatt innblandingsprosent sikres, at samme innblanding anvendes både på innenriks- og utenriksruter.

tilpasses, dvs. på kort sikt, men 89% på lang sikt og tilsvarende finner Toru (2011) overvelting tett på 100% når kapasiteten tilpasses. De høyere overveltingsgradene på lang sikt taler også for at overveltingen kan være høyere for forutsigbare kostnadsøkninger som følge av politisk endrede rammevilkår enn for endringer i drivstoffprisen, som i stor grad fluktuerer, og er svært vanskelig å vurdere om slike endringer er forbigående eller permanente og derfor bør gi anledning til kapasitetstilpasninger.

Generelt er det svakt og ikke-entydig empirisk evidens av overveltingen av generelle kostnadsendringer. Dette henger formodentlig sammen med vanskelighetene med å få adgang til gode data på sammenlignbare billettpriser. Det finnes en del studier, som har modellert effekten av ETS-systemet. Mange av disse har i mangel av brukbare empiriske estimater antatt 100% overvelting av kvotepris i billettprisene (Koopmans et al., 2016).

I praksis konkluderer vi at det ikke er mulig å ta fram pålitelige estimater for overveltingsgradene spesifikt for luftfartsmarkedet i Norge, men at de vurderes å ligge i intervallet 50-100% og i den høye ende på lang sikt. Brukeren av modellen må selv sette overveltingsgrader for hvert segment. Følsomhetsanalyser for disse parameterne kan illustrere hvordan høyere eller lavere overveltingsgrader påvirker de forskjellige resultatene. Det vil ha størst betydning for fordelingen av tiltakskostnadene på passasjerer og flyselskaper.

### 3.3 Effekten av prisendringer på antall flypassasjerer

Avhengig av flyselskapenes overvelting av kostnadsøkninger i billettprisene vil vi få en større eller mindre reduksjonen i etterspørselen og dermed færre passasjerer. Færre passasjerer vil gi mindre flytrafikk og dermed CO<sub>2</sub>-utslipp, og det vil også ha konsekvenser for statens proveny fra avgiftene på flypassasjerer og CO<sub>2</sub>-utslipp.

#### 3.3.1 Fastlegging av modellens priselastisiteter

Pris- og etterspørselsendringer estimeres for hver rute ved bruk av segmentspesifikke etterspørselselastisiteter, som også antas å være forskjellige for fritids- og business-reiser. Etterspørselselastisiteten med hensyn til pris på ruten (priselastisiteten) er definert som den prosentvise endringen i etterspørselen dividert med den prosentvise prisendringen (ved små prisendringer<sup>8</sup>).

Teoretisk betraktet vil vi forvente følgende om priselastisitetene:

- *Business-reisende er mindre prisfølsomme enn fritidsreisende*, fordi tidsverdiene er høyere for business-reiser, så fleksibilitet og avgangstidspunkt har relativt større betydning.
- *Prisfølsomheten avtar på lengere avstander*, hvor andre transportformer blir mindre relevante som alternativer.
- *Prisfølsomheten er større på lang sikt enn på kort sikt*, fordi det er flere muligheter for å endre atferd på lang sikt.

---

<sup>8</sup> Mer presist: egenpriselastisiteten

$$e = \frac{dQ}{dP} \times \frac{P}{Q} \quad Q = \text{etterspørselen og } P = \text{prisen.}$$

Vi antar, at etterspørselen er isoelastisk (dvs. har konstant elastisitet) på den relevante delen av etterspørselskurven, og kan da beregne den prosentvise etterspørselsendringen som

$$d\%Q = (1 + d\%P)^e - 1$$



- *Prisfølsomheten er mindre ved generelle prisendringer*, sammenliknet med hvis man bare ser på endringer på én rute eller et delmarked, fordi alternative ruter og alternative destinasjoner også blir dyrere, når prisendringene er generelle.

Disse sammenhenger bekreftees også i de fleste empiriske undersøkelser. Dette gjelder også for et interessant masters-prosjekt fra Høyskolen i Molde (Kucherenko & Dybvik, 2019), som foretar et meta-studie av priselastisiteter fra litteraturen og estimerer statistiske sammenhenger med en rekke forklarende variable basert på 443 priselastisiteter fra hele verden. Meta-analysen når fram til en priselastisitet for fritidspassasjerer i Europa på  $-0,76$  med standardavvikelse på  $\pm 0,17$ . For business-passasjerer er det et tillegg på  $+0,48$  ( $\pm 0,15$ ), og for estimater som eksplisitt er deklartert som *'long run'* elastisiteter et tillegg på  $-0,51$ . Studiet fant ikke signifikante sammenhenger med avstanden ('Short haul' < 1500 km < 'Medium haul' < 4000 km < 'Long haul').

Til bruk for modellen i denne rapporten legger vi følgende betraktninger til grunn for bruk av metastudiets resultater:

- Da vi ser på en situasjon med gradvis innfasing av politikk mot 2030, ønsker vi at modellen beregner etterspørselsendringen *på lang sikt*.
- Meta-studiet estimerer priselastisiteter for Europa, som er noe lavere enn hva Norske studier<sup>9</sup> har funnet. En mulig forklaring er at Norges høyere inntektsnivå enn gjennomsnittet for Europa gir mindre prisfølsomhet. Dette samsvarer med metastudiets resultat at prisfølsomheten blir svakt, men signifikant mindre over tid, hvor inkomstene øker på grunn av generell økonomisk vekst. En alternativ eller supplerende forklaring kan være, at Norges geografi gjør bakketransport til et mindre konkurransekraftig alternativ end i resten av Europa. Samlet sett legges til grunn, at antakelsen om en priselastisitet  $-0,7$  for europeiske fritidsreiser i Tabell 2.2 er i rimelig overensstemmelse med meta-studiet.
- Vi har i RVU observert priser oppdelt på business- og fritidsformål. I meta-studiets kilder skjernes ikke klart eller eksplisitt mellom det er 'business class' billetter eller business/leisure reisende. Det er overlapp, fordi noen business-reisende kjøper 'economy class' billetter og noen (få) fritids-reisende kjøper 'business class' billetter. Det må antas at de business-reisende, som ikke kjøper 'business class' billetter har høyere prisfølsomhet. Derfor antar vi en priselastisitet for business-reisende som avviker mindre fra fritids-reisende enn metastudiet tillegg på  $+0,48$ . *Konkret antar vi som 'at priselastisiteten for business-reiser skal tillegges  $+0,2$  for alle rutesegmenter.*
- Meta-studiet fant ikke at priselastisiteten avtar med avstanden. Dette kan skyldes at avstandsinndelingen er for grov: Det teoretiske argumentet om at alternative transportformer er mere brukbare på korte avstander især gjelder for avstander som er vesentlig kortere enn 1500 km, som er grensen for metastudiets korteste reiser ('short haul'). På grunnlag av svak dokumentasjon bruker vi som utgangspunkt bare en liten differensiering imellom på de fem rutesegmentene, med *litt mer* ( $-0,1$ ) følsomhet i de nasjonale rutesegmentene i forhold til det europeiske, og *litt mindre* i det interkontinentale rutesegmentet ( $+0,1$ ).

Ovenstående ligger til grunn for de priselastisitetene, som anvendes som 'default' i modellen, og som er presentert i tabell 3.2 Da usikkerheten på elastisitetene er ganske stor er det

<sup>9</sup> To av disse er referert i metastudiet: Fridström and Thune-Larsen (1989) [ $e=-0,89$ ] og Mueller (2015) [ $e=-0,22$ ]. Østli(2017) ligger for de fleste typer av flyreiser under  $-0,4$ , jf. tabell 2.2 (bemerk tabellens note 1).

mulig for brukeren selv velge disse. Forslag til moderat usikkerhetsintervall er elastisiteter for fritidsreiser er mellom -0,4 og -1,2 og et tillegg for business-reiser på mellom +0,2 og +0,5.

Tabell 3.2: PACER-modellens priselastisiteter, oppdelt på segment og på fritids- og business-reiser.

Rutesegment	Priselastisitet fritidsreiser	Priselastisitet businessreiser
<b>Total</b>	<b>-0,69</b>	<b>-0,53</b>
FOT	-0,8	-0,6
Regionale	-0,8	-0,6
Nasjonale	-0,8	-0,6
Europeiske	-0,7	-0,5
Interkontinentale	-0,6	-0,4

Kilde: Egne estimater basert på litteratur, spesielt (Østli V, 2017), (Kucherenko & Dybvik, 2019), (Rekdal m.fl., 2014) og (European Commission 2019).

Som nevnt antas endringene i etterspørselen å gi anledning til en tilsvarende reduksjon i antallet av avganger for hver rute. Det gir et litt dårligere tilbud til passasjerene, som burde tas høyde for i etterspørselsendringen. Da etterspørselsendringene typisk er små, vurderes effekten å være så liten at den ikke påvirker resultatene nevneverdig. Det bør understrekes at denne vurdering beror på antakelsen om at endringene i antallet av avganger prosentvis svarer til endringene i passasjertallet (se innledning til Kapittel 3).

### 3.3.2 Avinors reisevaneundersøkelse 2019 som prisgrunnlag

Bruk av priselastisitetene baseres på de prosentvise endringer i billettprisene. Det krever at vi i tillegg til de beregnede prisendringene også har prisene i utgangssituasjonen for hver rute.

Avinors reisevaneundersøkelse for 2019 (RVU2019) benyttes som grunnlag for gjennomsnittspriser på de enkelte ruter. Prisene på en gitt rute er ikke fast, men varierer med en lang rekke forskjellige faktorer, inklusiv tidspunkt på året, ukedag og avgangstidspunkt, samt hvor lang tid det er til avreise og hvor stor en andel av avgangens seter som allerede er solgt. Nøyaktigheten på gjennomsnittsprisen er derfor sterkt avhengig av et ganske stort og tidsmessig representativt antall observasjoner for hver rute. For mindre trafikkerte ruter blir usikkerheten derfor ganske stor, om man bare bruker tilgjengelige observasjoner på ruten fra RVU2019. I tillegg er det ikke samlet inn data for alle ruter.

For å håndtere denne usikkerheten fra få observasjoner estimerer vi på tvers av alle 518 ruter estimerer vi i stedet prisene ved regresjonsanalyse som funksjon av en rekke forklarende faktorer. Selv om dette reduserer usikkerheten fra tilfeldige utsving fra ruter med få observasjoner gir det på den annen side mulighet for feil, fordi ikke alle faktorer av betydning for billettprisen er observert. En rekke av disse faktorene er antagelig midlertidige, og andre relaterer til forhold på tilbudssiden som ikke nødvendigvis er til stede i 2030. Men vi vurderer samlet sett at denne tilgangen gir et mer internt konsistent bilde, når vi aggregerer over alle ruter, men gir ikke nødvendigvis et mer rettvise bilde for alle rutene hver især. Estimering av prisene er nærmere beskrevet i Vedlegg A.1.

Tabell 3.2 viser passasjer-vektede gjennomsnittlige tur/retur priser for de fem rutesegmentene og totalt. I tillegg er presentert pris per kilometer og business-andelen.

Tabell 3.3 Estimerte priser per passasjer (t/r) og per passasjer-km for de fem rutesegmentene.

Rutesegment	Pris per passasjer (NOK)	Pris per passasjer-km (NOK)	Andel med business-formål
<b>Total</b>	<b>2.522</b>	<b>2,97</b>	<b>36%</b>
FOT	2.034	11,15	43%
Regionale	2.125	4,07	40%
Nasjonale	2.091	4,43	42%
Europeiske	3.043	2,44	28%
Interkontinentale	6.788	1,03	15%

Kilde: Egne beregninger basert på grunndata fra Avinors RVU for 2019. Prisene er estimert på bakgrunn av avstand, businessandel og setetilbud. Ytterligere dokumentasjon i Vedlegg A.1

### 3.3.3 Transfer-reiser

Effekten av prisendringer på reisen kompliseres av at ikke alle reiser er direkte med et fly fra avreiselufthavn til destinasjonslufthavn. En del er transfer-reiser, som involverer bytte av fly underveis, så reisen omfatter to eller flere ruter. Det innebærer at etterspørselen på en gitt rute ikke bare avhenger av prosentvise prisendringer på den pågjeldende ruten, men også av pris og prisendringer på de forbindende ruter. Vi har ikke detaljerte opplysninger om disse transfer-reisene, men kan anvende opplysninger fra RVU2019 om transferandeler på de viktigste transfer-lufthavner til å korrigere etterspørselseffekten på hver rute for innflytelsen fra transfer. Metoden til dette er dokumentert i Vedlegg A.2.

Transfer-reiser påvirker også de samlede passasjeravgifter, da passasjeravgiften som betales for transfer-passasjerer kun betales én gang og bestemmes av den endelige destinasjonen. I tillegg betaler ikke passasjerer som ankommer Norge fra utenriksruter og er i transfer til enten norske innenriksruter eller ruter tilbake til utland passasjeravgift. Dette korrigerer PACER-modellen også for.

## 3.4 Byrdefordeling mellom staten, luftfartsselskaper og flypassasjerer

Tiltak som understøtter bærekraftig transformasjon av luftfarten vil ha økonomiske konsekvenser for de tre hovedgruppene av aktører: passasjerer, flyselskaper og staten. I modell-sammenheng kan dette tolkes som det norske samfunnet som helhet. Modellen inkluderer ikke beregninger av skattevridningskostnader som følge av endringer i statens proveny som en del av de samfunnsøkonomiske beregningene. I norske samfunnsøkonomiske analyser forutsettes det at netto proveny tap for myndighetene ved et prosjekt vil måtte motsvares av skatteøkninger ellers i samfunnet, med påfølgende effektivitetstap i økonomien, anslått til 20% av netto provenyendring (Direktoratet for Økonomistyring, 2018).

Avhengig av den samlede pakken av virkemidler vil disse konsekvensene være ulikt fordelt på aktørene. Klimamålene krever store endringer og dermed kraftige virkemidler, så de samlede kostnadene vil bli betydelige. Fordelingen av disse kostnadene, dvs. byrdefordelingen, mellom staten, flyselskaper og passasjerer vil derfor også være av stor betydning for de enkelte aktørene:

- For *staten* vil høyere avgifter gi større inntekter, mens finansiering av et SAF-tilskudd vil gi større utgifter. Disse utgiftene må dekkes enten av økte skatter og avgifter eller kutt av andre utgifter og i alle tilfelle være en kostnad for samfunnets borgere som helhet.
- For *flyselskapene* vil høyere avgifter tilsvarende gi større kostnader, og det samme vil være tilfellet med innblanding av SAF. Jo større andel av disse kostnader som overveltes i billettprisene, dess mindre blir flyselskapenes andel av avgiftsbetalingen. Omvendt blir nedgangen i passasjertallet større hvis overveltingsgraden er høy. Færre passasjerer kan gi et tap av dekningsbidrag til faste kostnader. Dekningsbidraget per mistet passasjer er forskjellen mellom billettprisen og de sparte variable kostnader. Dekningsbidraget vil være større på kort sikt enn på lang sikt, hvor mulighetene for tilpasning av flyflåten, personale mv. er større.
- For *passasjerene* vil økt billettpriser som følge av hel eller delvis overvelting av flyselskapenes økte kostnader naturligvis være et tap. Men i tillegg vil redusert antall reiser også være et tap, som kan ses som et uttrykk for de reisendes reduserte mobilitet som følge av de høyere priser. Dette tapet regnes normalt i velferdsøkonomien som halvparten av prisøkningen gange endringen i antall reiser (den såkalte «rule-of-half», eller trapesformelen), og det vil typisk være meget mindre enn det samlede direkte tapet fra større utgifter til billetter for de reisene som fortsatt reiser.

PACER-modellen beregner disse kostnads- og inntektsendringer oppdelt på de tre aktørene.

## 4 Policy-scenarier

I dette kapitlet anvender PACER-modellen til å analysere effekten av forskjellige politiske virkemidler som kan tas i bruk for å redusere CO<sub>2</sub>-utslippet fra norsk luftfart. Mer presist analyseres effekten på priser, passasjertall og CO<sub>2</sub>-utslipp for flyavganger med rutefly fra norske lufthavner. I tillegg illustreres byrdefordelingen mellom interessentene ved å beregnes de økonomiske konsekvensene for luftfartsselskapene, for staten og tapet for passasjerene. De generelle forutsetningene for modellen er beskrevet i Kapittel 3 og utvalgte deler i mer detalj i Vedlegg A.

Som beskrevet i avsnitt 3.2 og 3.5 avhenger især kostnadsfordelingen mellom passasjerer og flyselskaper av overveltingsgraden, men også statens avgiftsproveny, fordi billettprisøkning og dermed passasjeredgangen også øker med overveltingsgraden. Flyselskapene vil også ha et dekningsbidragstap ved passasjeredgang i det omfanget at 'markup'-prosenten er større enn null. Både overveltingsgrad og 'markup' skal velges av brukeren av PACER-modellen. Disse parameterne kan velges individuelt for hvert rutesegment. For å illustrere alle modellens egenskaper foretas beregningene med overveltingsgrader som er mindre 100% og en 'markup' som er større enn 0%. Konkret velges for alle rutesegmenter:

- en overveltingsgrad på 90% og
- en 'markup' på 10%, dvs. billettprisen for de passasjerer som faller bort er 110% av de marginale kostnader (inkludert avgifter)<sup>10</sup>.

I avsnitt 4.1 analyseres flere typer av virkemidler som tiltak hver for seg, mens avsnitt 4.2 ser på to pakker av virkemidler som kan gi en mer helhetlig tilgang til å nå målet om reduksjon av luftfartens klimabelastning.

### 4.1 Scenarioanalyser av fire typer av virkemidler

Modellen gir mulighet for å analysere fire typer av virkemidler og kombinasjoner herav. Tre av disse er allerede i bruk i Norge (1, 3, og 4.):

1. *Innblanding* av 0,5% avansert biodrivstoff, som er en del av SAF
2. *Finansiering av SAF-merprisen*, som ikke er i bruk i dag. Dette kan skje via statsbudsjettet eller av flyselskaper og passasjerer. Bransjen har foreslått dette i form av en SAF-fond etter samme prinsipper som NO<sub>x</sub>-fondet<sup>11</sup>.
3. *Passasjeravgift*, i 2019 var den 75 NOK for reiser med sluttdestinasjon i Norge og Europa, og 200 NOK for reiser med alle andre sluttdestinasjoner. Flypassasjeravgiften har vært midlertidig opphevet til 1. juli 2022 som følge av pandemien.
4. *CO<sub>2</sub>-avgift* på 510 NOK/ton CO<sub>2</sub> i 2019, men bare på innenriksruter.

<sup>10</sup> Med 'markup' på  $m$  blir dekningsbidragstapet  $[1 - (1+m)^{-1}] \times P$ , hvor  $P$  er billettprisen i basisscenario..

<sup>11</sup> Avinor m.fl.(2021), *Program for økt produksjon og innfasing av bærekraftig flydrivstoff*.

Alle fire virkemidler kan fastlegges på forskjellige nivåer, hvilket naturligvis vil gi anledning til tilsvarende grader av effekter. I innledningen til hver virkemiddelanalyse motiveres valget av nivå og øvrige forutsetninger.

#### 4.1.1 Scenario A: SAF innblanding på 30%

Dagens nivå av innblanding på 0,5% er veldig lav med derav følgende tilsvarende liten effekt på CO<sub>2</sub>-utslippet. På dette nivået gir virkemidlet mest mening som et første steg mot et betydelig høyere innblandingsnivå. *Nasjonal Transportplan 2018-2029* foreslo en gradvis økende innblandingsprosent på 30% i 2030. Dette nivået legger vi derfor her til grunn for innblandingsscenarioet.

For å forenkle presentasjonen ser vi i Basisscenario bort fra dagens innblanding på 0,5% og setter innblandingskravet i Basisscenario til 0,0%. Dette gjelder i sammenlikning med alle tiltaksscenarioer).

Et innblandingstiltak kan i praksis formuleres som et *omsetningskrav* for å gi drivstoffleverandørene mulighet for å optimere logistikk og andre utfordringer og dermed minimere kostnadsøkningen ved innblandingen.

En variant av omsetningskravet er et CO<sub>2</sub>-reduksjonsplikt, hvor man tar høyde for at ulike former for SAF kan ha varierende livssyklus-emisjoner, så høye 'upstream'-utslipp krever større innblanding. Denne tilgangen har man valgt i Sverige. I 2021 innførtes en reduksjonsplikt på 1% med annonsert gradvis økning til 27% i 2030. PACER-modellen kan håndtere begge varianter, men ikke belyse forskjellene ved valg av forskjellige typer av SAF. Da vi her ser bort fra CO<sub>2</sub>-utslippene fra produksjonsprosessen ('upstream') og dermed ser på alle typer av SAF under ett, vil dette ikke påvirke modellens resultater. For en oversikt over fordeler og ulemper ved innblandingskrav versus fortrenningskrav henvises til Ydersbond m.fl. (2020).

Sammen med innblandingsprosenten er merkostnaden per liter SAF i forhold til fossilt drivstoff avgjørende faktorer for resultatene for Scenario A, og også for scenariene B, E og F. Både pris på fossilt flydrivstoff og merkostnadsfaktoren for SAF kan i PACER-modellen velges av brukeren. Vi anvender i de konkrete beregninger for alle scenariene følgende forutsetninger i 2030:

- *Fossilt flydrivstoff: 0,56 EUR/liter.*  
Flydrivstoffprisen er tett knyttet til verdensmarkedsprisen på råolje, som det nesten per definisjon er vanskelig å framskrive pålitelig. Ofte anvendes aktuelle prisen, eventuelt som gjennomsnitt over seneste måned eller år, som forventet pris, og denne framgangsmåten anvendes også her, jf. avsnitt 2.3.1 med utgangspunkt i prisen i slutningen av 2019 avrundet til 75 USD/brl = 0,56 EUR/liter<sup>12</sup>.
- *SAF-pris: 2,5 ganger pris på fossil flydrivstoff.*  
Den fremtidige prisen på SAF er meget usikker og avhenger både av typen av drivstoff, den teknologiske utviklingen og ikke minst at det blir fullskalaproduksjon. I dag er produksjonskostnadene på de billigste bærekraftige flydrivstoff 2-3 ganger prisen på fossil flydrivstoff men de billigste er ikke skalerbare til å dekke vesentlige andeler av den globale luftfarten. Andre produksjonsprosesser har produksjonskostnader som er opp til sirka 10 ganger høyere enn fossil flydrivstoffpris (Avinor, 2021). Men det er ikke for forskjellige typer av SAF en egentlig verdensmarkedspris

---

<sup>12</sup> Platts prisstatistikk fra <https://jet-a1-fuel.com/average/2019>, som også er noenlunde mitt i prisvariasjonen for 2021: 60 – 88 USD/brl.

på samme måten som for fossil flydrivstoff, og mange produseres ikke i dag på fullskalaanlegg. Produksjonskostnadene for SAF vil antakelig langt fram i tiden fortsatt være vesentlig høyere enn for fossil flydrivstoff. Men for å få prisen markant ned kreves teknologisk utvikling, storskalaproduksjon og et konkurransepreget marked. I dag er usikkerhet om betalingsvilje for og etterspørsel etter SAF en betydelig risikofaktor for mulige investorer. Denne utviklingen må forventes også å bli drevet fram av andre land, men norske tiltak kan muligvis bidra til å framskynde utviklingen gjennom politiske vedtak nå som kan investorer gi rimelig sikkerhet om en gradvis økende etterspørsel fram mot et annonsert nivå i for eksempel 2030.

Med suksessrik teknologiutvikling, reduksjon av grønn elpris og fullskalaproduksjon vurderes det her, at SAF-prisen på den vinnende produksjonsmetoden å kunne komme ned på 2-3 gange prisen på fossil drivstoff. Den lave enden av dette intervallet svarer til optimistiske estimater for biodrivstoffer, som kan bli en meget knapp ressurs på sikt. Den høye enden er nærmere estimater for e-drivstoff, som også kan bli mere enn faktor 3 på fossilt flydrivstoff. Her benyttes 2,5 som midtpunktet av dette intervallet (og som 'default'-verdi i modellen).

Merkostnaden per liter blir da forskjellen mellom SAF-prisen og prisen på fossilt flydrivstoff inklusiv kvotepris og CO<sub>2</sub>-avgift. Merprisen blir med disse forutsetninger 7,39 NOK/liter for utlandsruter, men bare 6,10 NOK/liter for innlandsruter, da bare rutene disse er pålagt CO<sub>2</sub>-avgift.

Tabell 4.1: Endringer i priser, passasjerer og CO<sub>2</sub>-utslipp oppdelt på rutesegementer. **Scenario A:** 30% SAF-innblanding.

	Billettprisendring uten transfer (NOK)	Billettpris %-endring	Passasjerer %-endring	CO <sub>2</sub> -utslipp %-endring
<b>Total</b>	<b>94</b>	<b>3,6%</b>	<b>-2,5%</b>	<b>-32%</b>
FOT	67	3,4%	-2,4%	-32%
Regionale	104	4,3%	-3,1%	-32%
Nasjonale	88	4,0%	-2,9%	-32%
Europeiske	93	3,0%	-2,0%	-32%
Interkontinentale	197	3,2%	-1,9%	-31%

Det ses av tabell 4.1 at billettprisendringen (tur/retur) er 60-100 NOK inklusiv MVA for norske og europeiske ruter og knapp 200 NOK for interkontinentale ruter. Forskjellene avspeiler først og fremst de gjennomsnittlige avstandene i hver kategori. Den prosentvise økning i billettprisen blir bare 3-4%, hvilket gir endringer på 2-3% i passasjertallet. Derfor blir den samlede endringen i CO<sub>2</sub>-utslippet på 32%, bare 2%-poeng høyere end innblandingssatsen på 30%.

En viktig poeng er her at selv om SAF antas koste 2½ gange fossil drivstoff gir selv en stor innblanding bare gir en mindre billettprisøkning, fordi drivstoffkostnaden bare er en mindre del av flyselskapenes samlede kostnader (se Boks 4.I). Hvis SAF-prisen alternativt blir fire ganger høyere enn prisen på fossilt drivstoff økes endringen i billettprisen til cirka 10%.

**Boks 4.I: Prisøkning ved 100% innblanding**

Drivstoffkostnadenes andel av flyselskapenes samlede kostnader avhenger av flere faktorer, blant annet avstanden, men ligger i gjennomsnitt omkring en fjerdedel. Derfor gir selv 100% innblanding av SAF på norske utenriksflyvninger ikke voldsomme billettprisøkninger. Selv hvis vi antar at SAF-prisen er en faktor 3 (og ikke 2,5 som i scenariene i kapittel 4) og 100% overvelting av merkostnadene, vil vi få en **prisøkning på de europeiske ruter på omtrent 15%** og en resulterende nedgang i passasjertallet på cirka 10%. En av forklaringene er, at SAF bare innblandes på turen *fra* Norge og ikke *til* Norge, med mindre destinasjonslandet også innføre 100% innblanding. Så prisøkningen vil bli større for norske innenlandsruter. I Basisscenariet står utenlandsrutene for 62% av samlet CO<sub>2</sub>-utslipp fra ruteavganger fra norske lufthavner.

Da vi har antatt en overveltingsgrad på 90% betaler passasjerene størsteparten av merkostnaden til 30% SAF. Det framgår av tabell 4.2 at økte billettpriser samlet sett gir et tap for passasjerene på 2,015 mill. NOK per år pluss et tap på 26 mill. NOK, som er verdien av de reiser som ikke lengre foretas. Staten mister litt mer enn 30% av provenyet fra CO<sub>2</sub>-avgiften, fordi vi også får en tilsvarende nedgang i samlet antall avganger og drivstofforbruk. Dette avspeiles også i et lite tap på passasjeravgiften. Flyselskapene får et dekningsbidragstap på forskjellen mellom billettprisen og de variable kostnader på de passasjerer som faller bort. Brukeren skal som nevnt spesifisere denne 'markup', og i alle scenarier har vi antatt en 'markup' på 10%, som innebærer et dekningsbidragstap på cirka 9% av billettprisen i Basisscenario for hver passasjer, som mistes på grunn av høyere billettpriser (se note 10). I Scenario A gir denne antakelsen luftfartsselskapene et tap på 87 mill. NOK<sup>13</sup>. Totalt blir kostnaden for staten, passasjerer og flyselskaper på 2,6 mrd. NOK.

Tabell 4.2: Samfunnsøkonomiske endringer oppdelt på interessenter og kostnadskategorier. **Scenario A:** 30% SAF innblanding.

Samfunnsøkonomiske endringer	Mill. NOK i 2030
<b>Total</b>	<b>-2.606</b>
<b>Staten</b>	<b>-254</b>
CO <sub>2</sub> -avgift	-204
Passasjer-avgift	-50
SAF-tilskudd	0
<b>Passasjerene</b>	<b>-2.041</b>
Økt billettpriser	-2.015
Flere/færre reiser	-26
<b>Flyselskapene</b>	<b>-311</b>
CO <sub>2</sub> -avgift	18
Passasjer-avgift	0
SAF merkostnader	-242
Flere/færre passasjerer	-87

I dette scenario har vi sett bort fra at den økte drivstoffprisen ved innblanding av den dyrere SAF gir insentiver for flyselskapene til å tanke minst mulig drivstoff i Norge og i stedet tanke i lufthavner utenfor Norge, når tankkapasiteten tillater dette. Såkalt 'tankering'

<sup>13</sup> De sparte passasjeravgifter på de mistede passasjerer er medtatt under 'Flere/færre passasjerer'.



vil spesielt være mulig for fly på utenlandske ruter, og det vil gi anledning til at SAF-andelen av samlet drivstofforbruk vil være mindre. I tillegg vil høyere drivstoffpris gi insentiver til å reise via transfer i utlandet, som vil gi dårligere forbindelser direkte fra Norge og i mange tilfeller også økt drivstofforbruk, da mellomlandinger vil gi lengere distanser og med samme belegning også høyere CO<sub>2</sub>-utslipp per passasjerkilometer. Når vi ser på den relativt beskjedne billettprisøkning ved 30% iblanding vil effektene i form av flere transfer-reiser og endret rutenett antagelig være begrenset med mindre innblandingsprosenten blir ganske høy. Vi ser også bort ifra andre drivstoffeffektiviserende tiltak flyselskapene kan foreta i møte med høyere drivstoffkostnader.

#### 4.1.2 Scenario B: Finansiering av merkostnaden ved 30% SAF

De ovenfor beskrevne ulemper ved at drivstoffprisen blir høyere i Norge enn i andre land kan man unngå hvis merprisen for SAF-innblanding finansieres på annen vis, så markedsprisen på SAF-innblandet drivstoff er den samme som for fossil drivstoff. Dette er formålet med scenario B, hvor vi antar at merkostnaden til den 30% SAF-innblanding finansieres av statsbudsjettet. For å illustrere tiltaket i sin rene form, antar vi ikke kompensierende inntekter i form av økte avgifter i luftfarten (se Scenario E og F). På grunn av CO<sub>2</sub>-avgiften på innenriksruter er merprisen lavere her enn på utenriksruter. Vi antar at staten gir tilskudd svarende til SAF-merprisen på utenriksruter, det vil si SAF-pris minus fossil flydrivstoffpris inklusiv ETS-kvotepri. Siden CO<sub>2</sub>-avgiften kommer i tillegg til ETS-kvotepri på innenriksruter, innebærer dette at SAF blir billigere enn fossil flydrivstoff på innenriksruter og dermed kunne gi incitamenter til å bruke 100% SAF. Men som beskrevet ovenfor antar vi at tilskuddet bare gis til 30% innblanding.

Resultatene er vist i tabell 4.3 og tabell 4.4 på samme måte som for Scenario A.

Tabell 4.3: Endringer i priser, passasjerer og CO<sub>2</sub>-utslipp oppdelt på rutesegmenter. **Scenario B:** 30% SAF innblanding med statlig finansiering av merkostnadene.

	Billettprisendring uten transfer (NOK)	Billettpris %-endring	Passasjerer %-endring	CO <sub>2</sub> -utslipp %-endring
<b>Total</b>	<b>-13</b>	<b>-0,5%</b>	<b>0,4%</b>	<b>-30%</b>
FOT	-17	-0,8%	0,6%	-30%
Regionale	-26	-1,0%	0,8%	-29%
Nasjonale	-22	-0,9%	0,7%	-29%
Europeiske	0	0,0%	0,0%	-30%
Interkontinentale	0	0,0%	0,0%	-30%

Det ses av tabell 4.3 at billettprisendringen nå er negativ om enn beskjeden på innenlandsruter. Det skyldes at staten betaler merprisen på SAF, men at flyselskapene da sparer CO<sub>2</sub>-avgiften på de 30% SAF, hvorav mesteparten overveltes som billettprisreduksjoner. Derfor får vi små etterspørselsstigninger og marginalt mindre enn 30% reduksjon av CO<sub>2</sub>-utslippet.

SAF-innblandingens betales i dette scenariet av statsbudsjettet. Det ses av tabell 4.4 at dette gir en kostnad på 2,5 mrd. NOK for staten, som i tillegg får et tap på CO<sub>2</sub>-avgiften på 0,2 mrd. NOK på grunn av 30% lavere fossil drivstofforbruk. Vi poengterer igjen at det samfunnsøkonomiske skattevridningstapet av denne provenyreduksjonen ikke er tatt med i modellberegningene. Passasjerene får av samme årsak fordeler av lavere billettpriser og

flere reiser, og flyselskapene får økt dekningsbidrag fra flere passasjerer og de 10% av CO<sub>2</sub>-avgiftsbesparelsen som ikke overveltes.

Statens utgift på 2,5 mrd. NOK til finansiering av SAF-merprisen svarer stort sett nøyaktig til scenariets samlede inntekter fra både CO<sub>2</sub>-avgiften og passasjeravgiften i 2030. Dette resultatet om noenlunde balanse mellom det samlede avgiftsprovenyet og SAF-tilskuddet er robust over for antakelser om overveltingsgrad og 'markup', da endringen i CO<sub>2</sub>-avgiften på grunn av lavere bruk av fossil drivstoff bare har meget lite innflytelse på billettprisen. Derimot er merprisen for SAF naturligvis avgjørende, og usikkerheten om hvordan den ser ut i 2030 er markant.

Tabell 4.4: Samfunnsøkonomiske endringer oppdelt på interessenter og kostnadskategorier. **Scenario B:** 30% SAF innblanding med statlig finansiering av merkostnadene. **Scenario B:** 30% SAF innblanding med statlig finansiering av merkostnadene.

Samfunnsøkonomiske endringer	Mill. NOK i 2030
<b>Total</b>	<b>-2.471</b>
<b>Staten</b>	<b>-2.674</b>
CO <sub>2</sub> -avgift	-186
Passasjer-avgift	7
SAF-tilskudd	-2.494
<b>Passasjerene</b>	<b>172</b>
Økt billettpriser	172
Flere/færre reiser	-1
<b>Flyselskapene</b>	<b>-31</b>
CO <sub>2</sub> -avgift	19
Passasjer-avgift	0
SAF merkostnader	0
Flere/færre passasjerer	12

#### 4.1.3 Scenario C: Økning av CO<sub>2</sub>-avgift på fossil drivstoff

Som nevnt i avsnitt 1.3.1 har den forrige Regjeringen i Klimaplan for 2021-2030 uttrykt ambisjonsnivå om en CO<sub>2</sub>-avgift for innenriksluftfart i 2030 på cirka 2.000 NOK per tonn inklusiv ETS-kvotepriisen. Dette innebærer en CO<sub>2</sub>-pris på 1198 NOK per ton CO<sub>2</sub> i 2030 på norske innenriksruter mot 510 NOK i 2019. Omregnet til avgiftsøkning per liter flydrivstoff svarer dette til en økning fra 1,30 NOK/liter til 3,00 NOK/liter.

Resultatene er vist i tabell 4.5 og tabell 4.6 på samme måte som for de to foregående scenariene. Det ses av tabell 4.5 at billettprisen på direkte innenriksreiser i gjennomsnitt økes med cirka 100 NOK inkl. MVA per returreise, svarende til cirka 4%. For de lengste rutene mellom Nord-Norge og Sør-Norge blir merprisen opp mot 300 NOK. Selv om prisen ikke økes på utenriksruter, blir det likevel en minimal økning på 0,1% på utenriksreiser, fordi den mindre delen som er transfer-reiser får økt CO<sub>2</sub>-avgift på innenriksbeinet.

Samlet effekt på antall passasjerer og CO<sub>2</sub>-utslipp blir bare henholdsvis 1,7% og 1,3%. For 3% i 2030 sammenliknet med Basisscenario. Dette selv om CO<sub>2</sub>-avgiftsatsen mer enn fordobles.

Tabell 4.5: Endringer i priser, passasjerer og CO<sub>2</sub>-utslipp oppdelt på rutesegmenter. **Scenario C:** 30% SAF innblanding med statlig finansiering av merkostnadene.

	Billettprisendring uten transfer (NOK)	Billettpris %-endring	Passasjerer %-endring	CO <sub>2</sub> -utslipp %-endring
<b>Alle segmenter</b>	<b>59</b>	<b>2,3%</b>	<b>-1,7%</b>	<b>-1,3%</b>
FOT	76	3,7%	-2,7%	-2,8%
Regionale	118	4,4%	-3,2%	-3,5%
Nasjonale	100	3,9%	-3,0%	-3,3%
Europeiske	0	0,1%	-0,1%	-0,1%
Interkontinentale	0	0,2%	-0,1%	-0,1%

Det ses av tabell 4.6 at den vesentligste effekten på de samfunnsøkonomiske kostnader er en økning på 775 mill. NOK av statens proveny direkte fra CO<sub>2</sub>-avgiften. Betalingen fordeles på flyselskaper og passasjerer i overensstemmelse med antakelsen om overveltingsgradene, her 90%. Øvrige samfunnsøkonomiske endringer er små, fordi billettpris- og dermed atferdsendringene er små.

Tabell 4.6: Samfunnsøkonomiske endringer oppdelt på interessenter og kostnadskategorier. **Scenario C:** Økning av CO<sub>2</sub>-avgiften til 2.000 NOK per ton CO<sub>2</sub> inklusiv antatt ETS-kvotepriis i 2030.

Samfunnsøkonomiske endringer	Mill. NOK i 2030
<b>Total</b>	<b>-116</b>
<b>Staten</b>	<b>774</b>
CO <sub>2</sub> -avgift	804
Passasjer-avgift	-30
SAF-tilskudd	0
<b>Passasjerene</b>	<b>-756</b>
Økt billettpriser	-743
Flere/færre reiser	-13
<b>Flyselskapene</b>	<b>-135</b>
CO <sub>2</sub> -avgift	-83
Passasjer-avgift	0
SAF merkostnader	0
Flere/færre passasjerer	-52

Med de forutsatte antakelsene om fossil drivstoffpris (0,56 EUR/l), ETS-kvotepriis (80 EUR/tonn) og SAF-pris 2½ gange fossil) blir mer-prisen for SAF 6,10 NOK/liter, mens CO<sub>2</sub>-avgiften på 1198 NOK/tonn CO<sub>2</sub> svarer til 3,02 NOK/liter, altså cirka halvparten av merprisen for SAF. Antakelsene innebærer altså at CO<sub>2</sub>-avgiften skal opp på det dobbelte, cirka 2.400 NOK/tonn CO<sub>2</sub>, for at kostnaden for fossil flydrivstoff motsvarer SAF-prisene, og dermed gir flyselskapene tilstrekkelig økonomisk insitament til å skifte til SAF. Det er viktig å understreke, at dette bare gjelder fra en snever kommersiell betraktning. Sannsynligvis vil mange reisende ha en større eller mindre ekstra betalingsvilje for flybilletten, hvis flyreisen skjer med grønn drivstoff.

#### 4.1.4 Scenario D: Økning av flypassasjeravgiften

I Scenario D ser vi på en økning av passasjeravgiften. Man kan anlegge mange forskjellige betraktninger på hvilket nivå for denne avgiften, som det er relevant å se på. Politisk har vi ikke noen utmeldinger ut over gjeldende regler, hvor passasjeravgiften prisjusteres. Da vi her anvender faste 2019-priser vil det si uendrede priser.

En annen betraktning, som har vært fremme i den offentlige debatten, er at vi bør regulere luftfarten med avgifter, så flyreiseaktiviteten i hvert fall ikke økes over tid. Da vil mere energieffektive fly, nullutslippsteknologi eller innblanding av SAF kunne gi utslippsreduksjoner, som ikke motvirkes av det forventede økende passasjertall. Av figur 2.11 fremgår at antall passasjerer er beregnet til å øke med 12% i 2030, men økningen er ujevnt fordelt med stort sett uendrede innenriksreiser og henholdsvis 26% og 31% flere reiser til Europeiske og interkontinentale destinasjoner.

Som vi har sett i Scenario C vil det være praktisk talt umulig å oppnå en samlet reduksjon av passasjertallet på samlet sett 12% alene ved bruk av CO<sub>2</sub>-avgiften, da denne bare kan pålegges innenriksruter, som står for 60% av passasjerene men bare en tredjedel av CO<sub>2</sub>-utslippet. Anvender vi passasjeravgiftene og 6-dobler disse for både innenlandske, europeiske og interkontinentale reiser, til henholdsvis 450 og 1200 NOK per passasjer gir modellen akkurat en 12% reduksjon av det samlede antall passasjerer. Reduksjonen vil være ganske ulike fordelt med 15-20% for inlandsreiser og bare 6-7% for utenlandsreiser<sup>14</sup>. Innlandsreiser vil da ligge noe under 2019-nivået, mens utenlandsreiser fortsatt vil ligge vesentlig over. Den primære forklaring på forskjellen er utenlandsreiser bare får passasjeravgiftsøkningen på turen fra Norge, mens innenlandsreisende betaler avgift begge veier.

Resultatene fra Scenario D er vist i tabell 4.7 og tabell 4.8.

Tabell 4.7: Endringer i priser, passasjerer og CO<sub>2</sub>-utslipp oppdelt på rutesegementer. **Scenario D:** 6-dobling av passasjeravgiften til henholdsvis 450 og 1200 NOK per passasjer.

	Billettprisendring uten transfer (NOK)	Billettpris %-endring	Passasjerer %-endring	CO <sub>2</sub> -utslipp %-endring
<b>Total</b>	<b>584</b>	<b>18,5%</b>	<b>-12,1%</b>	<b>-10,0%</b>
FOT	756	30,8%	-18,4%	-16,7%
Regionale	756	23,1%	-15,4%	-14,8%
Nasjonale	756	25,5%	-17,2%	-16,7%
Europeiske	338	10,8%	-7,0%	-6,5%
Interkontinentale	900	10,4%	-6,0%	-5,9%

Det ses av tabell 4.8 at statens proveny fra passasjeravgiften økes med 9 mrd. NOK, hvorav mesteparten med den forutsatte overveltighetsgraden på 90% betales av passasjerene. Den markante avgiftsøkning betyr at endringen i antall passasjerer blir vesentlig større i dette scenariet. For staten gir det i tillegg til passasjeravgiften et mindre proveny fra CO<sub>2</sub>-

<sup>14</sup> Avgiften per passasjer på norske ruter øker med 375 NOK. 90% overveltes og der tillegges MVA, det vil si en samlet prisøkning på  $(1+12\%) \times 90\% \times 375 = 378$  NOK hver vei, eller 756 NOK t/r. Da utenriksluftfart ikke er pålagt MVA og bare betales én vei blir pristillegget bare 338 NOK t/r. og for interkontinentale reiser 900 NOK t/r.

avgiften på 0,1 mrd. NOK. Passasjerenes og flyselskapenes tap på færre reiser og passasjerer blir henholdsvis 0,5 og 0,4 mrd. NOK.

Tabell 4.8: Samfunnsøkonomiske endringer oppdelt på interessenter og kostnadskategorier. **Scenario D:** 6-dobling av passasjeravgiften til henholdsvis 450 og 1200 NOK per passasjer.

Samfunnsøkonomiske endringer	Mill. NOK i 2030
<b>Total</b>	<b>-1,270</b>
<b>Staten</b>	<b>8,965</b>
CO <sub>2</sub> -avgift	-101
Passasjer-avgift	9,066
SAF-tilskudd	0
<b>Passasjerene</b>	<b>-8,917</b>
Økt billettpriser	-8,376
Flere/færre reiser	-541
<b>Flyselskapene</b>	<b>-1,318</b>
CO <sub>2</sub> -avgift	0
Passasjer-avgift	-931
SAF merkostnader	0
Flere/færre passasjerer	-387

Det er dog her viktig å være oppmerksom på at med så store avgiftsendringer som er antatt i Scenario D blir modellens forenklede antakelser om flyselskapenes tilpasning mer problematiske. Dette gjelder ikke minst antakelsen om at flyselskapenes tilpasning skjer alene på antall avganger med uendret belegg på alle avganger. Det er klart at tap på over 1,3 mrd. NOK per år må gi anledning til store tilpasninger i rutetilbud og annet, og at prisene på noen av de mindre ruter kan øke med mer enn avgiften (overveltingsgrad på over 100%), hvis rutene skal opprettholdes, fordi driftsøkonomien blir vesentlig dårligere med færre passasjerer.

Av tabell 4.7 framgår at selv om den samlede passasjerveksten i Basisscenario på 12% fra 2019 til 2030 blir eliminert, så reduserer Scenario D bare CO<sub>2</sub>-utslippet med 10%. Til sammenlikning er veksten i CO<sub>2</sub>-utslippet fra 2019 til 2030 16% i Basisscenario. Årsaken til den relativt beskjedne CO<sub>2</sub>-reduksjon sammenliknet med avgiftsendringens størrelse er at utenlandsreisene forventes å stå for nesten to tredjedeler av norsk luftfarts samlede CO<sub>2</sub>-utslipp i 2030, og at Scenario D bare reduserer utenlandsreisene med 6% mens innenlandsreisene faller med 16%. Passasjeravgiften er således et relativt dårlig virkemiddel til å ta bort den veksten i flyreiser, som overveiende forventes å være på reiser til utlandet, mens reduksjonen på grunn av en høyere passasjeravgift primært skjer på innenlandsreiser.

Problemet med å målrette passasjeravgiften mot veksten er at den ikke kan variere mellom innenlands- og utenlandsruter på grunn av EU-regulering. Men man kunne hypotetisk forestille seg at det var mulig å øke passasjeravgiften og dermed prisene bare på utenlandsrutene. I så fall skulle de resulterende prisøkningene, som kunne ta igjen passasjerøkningen på europeiske ruter på 26% i 2030 være langt større enn de cirka 15% ved 100% SAF-innblanding. For en utdyping se Boks 4.II.

## 4.2 Scenarier med kombinasjoner av virkemidler

Av den ovenstående gjennomgang av modellens resultater for de fire scenarier står det klart, at bare innblanding av SAF vil i praksis kunne gi anledning til markante reduksjoner av CO<sub>2</sub>-utslippet fra norsk luftfart. Selv meget store økninger av passasjeravgiften vil bare gi relativt små reduksjoner av reiseetterspørselen og dermed også av CO<sub>2</sub>-utslippet. CO<sub>2</sub>-avgiften kan gi incentiver til mer energieffektiv drift og flytyper på norske innenriksruter. Denne effekten er ikke inkludert i modellens resultater, men flyselskapene har i forveien betydelige insentiver til å energioptimere driften i kraft av drivstoffkostnadenes betydelige andel av samlede kostnader. Bare hvis CO<sub>2</sub>-avgiften blir stor nok til at SAF-merkostnaden per liter elimineres vil flyselskapene ha økonomisk insentiv til å overgå til SAF, og 100% SAF vil da være kostnadsminimerende på innenriksruter. Men dette vil fortsatt ikke gi endringer i utenriksluftfarten som ikke kan pålegges CO<sub>2</sub>-avgifter med dagens EU-regelverk. Dette kan endres med EU-kommisjonen *Fit-for-55* forslag.

Scenario B viste, at 30% innblanding av SAF gir en samfunnsøkonomisk kostnad (ikke medregnet skattevridningskostnader) på cirka 2,4 mrd. NOK til finansiering av den antatte SAF-merprisen. Ved innblanding uten annen finansiering kan den høyere drivstoffprisen gi problemer med insitamentet til tankering og færre direkte ruter til og fra Norge. Merkostnaden ved 30% SAF svarer ganske godt til statens samlede proveny fra passasjeravgift og CO<sub>2</sub>-avgift i 2030 i scenariet. Men provenyet inngår i forveien i statsbudsjettet til finansiering av andre offentlige utgifter, så tilskuddet må uansett finansieres av avgiftsøkninger enten innenfor luftfarten eller på andre områder, eller alternativt ved utgiftskutt.

I dette avsnittet tar vi utgangspunkt i et mål om 30% SAF i 2030 med finansiering av merprisen gjennom tilskudd og ser på finansieringen av tilskuddet. Klimaplan 2021-2030 har som nevnt et mål om en økning av CO<sub>2</sub>-avgiften til 2.000 NOK/ton CO<sub>2</sub> inklusiv ETS-kvotepriis. Blant annet fordi CO<sub>2</sub>-avgiften bare gjelder for innenlandsruter kan merprovenyet ved denne økningen langt fra finansiere de samlede SAF-merkostnader, men nesten for innenlands-rutene. Avhengig av hvor stor en andel av merprisen som man ønsker å finansiere med avgiftsøkninger fra sektoren kan man da supplere med høyere passasjeravgifter.

Hvor stor en andel som skal finansieres av henholdsvis eksisterende og nye avgifter er i høy grad et politisk spørsmål om fordeling av kostnadene mellom flypassasjerer, flyselskaper og skattebetalerne, som vi ikke går videre inn i her. Vi velger den pragmatiske fremgangsmåten å analysere et kombinasjonsscenario, hvor halvparten av SAF-merkostnaden finansieres av proveny fra nye avgifter svarende til de første 15%, og den anden halvparten fra 15% finansieres av statsbudsjettet, som man kan velge å tolke som en del avgiftsprovenyet fra den nåværende passasjeravgiften. Vi ser på to varianter av dette kombi-scenariet:

- **Scenario E:** 30% innblanding, hvorav 15% finansieres ved samme prosentvis økning av økte flypassasjeravgiftene for intra-europeiske og interkontinentale reiser. De resterende 15% finansieres av det generelle statsbudsjettet.
- **Scenario F:** Som Scenario E, men en del av passasjeravgiftsøkningen erstattes av en økning av CO<sub>2</sub>-avgiften til 2.000 NOK per ton CO<sub>2</sub> inklusiv den forventede ETS-kvotepriis i 2030.

### 4.2.1 Scenario E: 30% SAF delvis finansiert av økt passasjeravgift

Tilskudd til innblanding av 15% SAF kan finansieres i dette scenariet ved en økning av passasjeravgiften til 123 NOK til norske og europeiske destinasjoner (327 NOK for interkontinentale reiser) svarende til drøyt 63%. Det gir et proveny til tilskuddet på 1,3 mrd.

NOK minus et tap på 0,1 mrd. NOK på CO<sub>2</sub>-avgiften som følge av færre reiser og avganger. Tilfeldigvis svarer den høyere avgiftssatsen stort sett nøyaktig til den tyske avgiften i 2021 for destinasjoner internt i Europa (125 NOK)<sup>15</sup> og litt lavere enn den britiske. For å nå fra 15% til 30% innblanding gis i tillegg et tilskudd fra statsbudsjettet på 1,3 mrd. NOK som gir et ytterligere 0,1 mrd. NOK i tapt CO<sub>2</sub>-avgift.

Resultatene er vist i tabell 4.9 og tabell 4.10 på samme måte som for Scenariene A - D.

Tabell 4.9: Endringer i priser, passasjerer og CO<sub>2</sub>-utslipp oppdelt på rutesegmenter. **Scenario E:** 30% SAF innblanding med statlig finansiering av halvparten av merkostnadene og økt passasjeravgift for resten.

	Billettprisendring uten transfer (NOK)	Billettpris %-endring	Passasjerer %-endring	CO <sub>2</sub> -utslipp %-endring
<b>Total</b>	<b>61</b>	<b>1,8%</b>	<b>-1,5%</b>	<b>-30,9%</b>
FOT	79	3,1%	-2,5%	-31,5%
Regionale	70	2,0%	-1,7%	-31,1%
Nasjonale	74	2,4%	-2,1%	-31,4%
Europeiske	43	1,3%	-1,0%	-30,6%
Interkontinentale	114	1,3%	-0,8%	-30,6%

Det ses av tabell 4.9 at billettprisendringen på norske ruter er omkring 75 kroner inklusiv MVA, og noe mindre på europeiske ruter, fordi avgiften bare legges på én vei og ikke betaler MVA, men til gjengjeld spares ikke CO<sub>2</sub>-avgift på de 30% SAF. For interkontinentale ruter blir økningen noe større på grunn av den markant høyere avgiftssatsen.

Når transfer-reiser tas med blir den prosentvise endring av billettprisene 1-3% på de forskjellige segmenter av ruter, mens gjennomsnittlig passasjeredgang varierer mellom 0,8 og 2,5%. De færre passasjerer antas å gi tilsvarende nedgang i antall avganger og derfor blir CO<sub>2</sub>-besparelse 1%-poeng større enn innblandingsprosenten på 30%.

De 31% CO<sub>2</sub>-besparelse på all norsk luftfart nås altså med beskjedne gjennomsnittlige prisøkninger og enda mindre nedgang i passasjertall. Av den knapt halvparten av kostnaden ved SAF-innblanding som staten ikke finansierer, betaler passasjerene hovedparten med antakelsen om 90% overveltingsgrad.

<sup>15</sup> Når man korrigerer for inflasjon fra 2019 til 2021.

Tabell 4.10: Samfunnsøkonomiske endringer oppdelt på interessenter og kostnadskategorier. **Scenario E:** 30% SAF innblanding med statlig finansiering av halvparten av merkostnadene og økt passasjeravgift for resten.

Samfunnsøkonomiske endringer	Mill. NOK i 2030
<b>Total</b>	<b>-2,553</b>
<b>Staten</b>	<b>-1,369</b>
CO <sub>2</sub> -avgift	-198
Passasjer-avgift	1,285
SAF-tilskudd	-2,456
<b>Passasjerene</b>	<b>-1,023</b>
Økt billettpriser	-1,016
Flere/færre reiser	-7
<b>Flyelskapene</b>	<b>-161</b>
CO <sub>2</sub> -avgift	19
Passasjer-avgift	-132
SAF merkostnader	0
Flere/færre passasjerer	-48

#### 4.2.2 Scenario F: 30% SAF delvis finansiert av økt CO<sub>2</sub>- og passasjeravgift

Den sektorbetalte halvparten av SAF-innblanding kan alternativt baseres primært på en økning av CO<sub>2</sub>-avgiften til 2.000 NOK per ton CO<sub>2</sub> inklusiv ETS-kvotepriis på 80 EUR/tonn CO<sub>2</sub>. Da dette ikke rekker til finansiering av en innblanding av 15% SAF økes passasjeravgiften også med 33% til 100 NOK og 260 NOK per passasjer på henholdsvis norske/europeiske og interkontinentale reiser. Begge endringer gir et proveny på cirka 0,6 mrd. NOK som til sammen motsvarer eksakt utgiftene til finansiering av merprisen for 15% SAF. Videre blir det et bortfall av CO<sub>2</sub>-avgift på 0,2 mrd. NOK, når SAF-innblanding økes til 30%, så statens samlede provenytapet blir 1,4 mrd. NOK.

Resultatene er vist i tabell 4.9 og tabell 4.10 på samme måte som for Scenariene A - E.

Tabell 4.11: Endringer i priser, passasjerer og CO<sub>2</sub>-utslipp oppdelt på rutesegementer. **Scenario F:** 30% SAF innblanding med statlig finansiering av halvparten av merkostnadene og økt CO<sub>2</sub>-avgift og økt passasjeravgift for resten.

	Billettprisendring uten transfer (NOK)	Billettpris %-endring	Passasjerer %-endring	CO <sub>2</sub> -utslipp %-endring
<b>Total</b>	<b>63</b>	<b>2,3%</b>	<b>-1,8%</b>	<b>-31,0%</b>
FOT	86	3,8%	-2,9%	-31,9%
Regionale	106	3,6%	-2,8%	-32,0%
Nasjonale	98	3,6%	-2,9%	-32,1%
Europeiske	22	0,8%	-0,5%	-30,4%
Interkontinentale	59	0,8%	-0,5%	-30,3%

Det ses av tabell 4.11 at samlet gjennomsnittlig billettprisøkning, passasjeredgang og



reduksjon av CO<sub>2</sub>-utslipp blir stort sett som i Scenario E. Den avgjørende forskjellen er fordelingen av kostnader og passasjeredgang, som nå blir noe større for innenlandske ruter. Grunnen til dette er at CO<sub>2</sub>-avgiften bare betales på disse rutene.

Tabell 4.12: Samfunnsøkonomiske endringer oppdelt på interessenter og kostnadskategorier. **Scenario F:** 30% SAF innblanding med statlig finansiering av halvparten av merkostnadene og økt CO<sub>2</sub>-avgift og passasjeravgift for resten. Oppdelt på interessenter og kostnadskategorier.

Samfunnsøkonomiske endringer	Mill. NOK i 2030
<b>Total</b>	<b>-2.569</b>
<b>Staten</b>	<b>-1.425</b>
CO <sub>2</sub> -avgift	378
Passasjer-avgift	649
SAF-tilskudd	-2.451
<b>Passasjerene</b>	<b>-981</b>
Økt billettpriser	-971
Flere/færre reiser	-10
<b>Flyselskapene</b>	<b>-164</b>
CO <sub>2</sub> -avgift	-40
Passasjer-avgift	-68
SAF merkostnader	0
Flere/færre passasjerer	-56

Av tabell 4.12 ses videre at også de samfunnsøkonomiske kostnadene (ikke medregnet skattevridningskostnader) blir omtrent de samme som i Scenario E, men staten betaler en marginalt større andel. Dette forklares av at staten mister et større proveny fra CO<sub>2</sub>-avgiften, når reduksjonen i CO<sub>2</sub>-utslippet som følge av passasjeredgang i høyere grad skjer på innenlandske ruter. Til gjengjeld betyr det at CO<sub>2</sub>-reduksjonene, som samlet sett svarer til Scenario E, i Scenario F bidrar litt mer til Norges internasjonale CO<sub>2</sub>-reduksjonsforpliktelse i 2030. Her har vi heller ikke tatt med eventuelle effekter fra drivstoffeffektivisering som økt CO<sub>2</sub>-avgift kan stimulere til, ettersom det ikke er inkludert i modellen.

## 5 Referanser

Avinor(2020): *Reisevaner på fly 2019*, Avinor 2020 [\[Link\]](#)

Avinor m.fl.(2021), *Program for økt produksjon og innfasing av bærekraftig flydrivstoff*. [\[Link\]](#)

DNV(2021): *Energy Transition Outlook 2021*. [\[Link\]](#)

Direktoratet for Økonomistyring. (2018). *Veileder i samfunnsøkonomiske analyser*. [\[Link\]](#)

European Commission (2018): *Renewable Energy Directive - Recast (RED II) 2018/2001/EU* [\[Link\]](#)

European Commission (2019): *Taxes in the Field of Aviation and their impact*, CE Delft and Amsterdam Economics. [\[Link\]](#)

European Commission (2021): *ReFuelEU Aviation – sustainable aviation fuels*, EC proposal July 2021 [\[Link\]](#)

Grünfeld L, Myklebust A, Underthun A, Elnæs H J og Thune-Larsen H (2019): *Rammebetingelser for norsk kommersiell luftfart*, Menon-rapport 13/2019 [\[Link\]](#)

ICAO (2018): *ICAO Carbon Emissions Calculator Methodology, Version 11* [\[Link\]](#).

Klima- og Miljødepartementet (2021): *Klimaplan for 2021-2030*, Meld.St. 13. [\[Link\]](#)

Koopmans C and Lieshout R (2016): *Airline Cost Changes: To what extent are they passed through to the passenger?* Journal of Air Transport Management vol 53.

Kucherenko A og Dybvik JS (2019): *Price elasticity of demand in air passenger transport markets: A meta-analysis*, Master's degree thesis at Molde University College. 2019. [\[Link\]](#)

Madslie A, Hulleberg N og Kwong C K (2019): *Framtidens transportbehov. Framskrivninger for person- og godstransport 2018-2050*. TØI rapport 1718/2019 [\[Link\]](#)

Madslie A, Hulleberg N, Hovi I B og Steinsland C (2019): *Framtidens transportbehov. Følsombetsberegninger av transportframskrivninger og transportutvikling i korridorer*. TØI rapport 1722/2019 [\[Link\]](#).

RBB Economics (2014): *Cost pass-through: theory, measurement, and potential policy implications*, a report prepared for Office for fair trading, UK.

Rekdal J, Hamre T N, Flügel S, Steinsland C, Madslie A, Hoff A, Zhang W og Larsen O I (2014): *NTM6 – Transportmodeller for reiser lengre enn 70 km*. Rapport 1414, Møreforskning Molde [\[Link\]](#).

Samferdselsdepartementet. (2019): *Fra statussymbol til allemannseie - norsk luftfart i forandring*, NOU 2019:22 [\[Link\]](#)

Thune-Larsen H (2020): *Trafikkprognoser Avinor 2023-2050*. TØI Arbeidsdokument 51696, Oslo 22.12.2020 [\[Link\]](#).

Thune-Larsen H, Bråthen S og Mork A G (2020): *Flyrutetilbudet mellom Namsos, Rørvik og Trondheim*, TØI-rapport 1785-2020. [\[Link\]](#)

Thune-Larsen H(2019): *Luftfartstilbudet i, til og fra Norge før og etter liberaliseringen*, TØI-rapport 1742/2019 [[Link](#)]

Thune-Larsen H, Bråthen S og Eriksen K S (2014): *Forslag til anbudsopplegg for regionale flyruter i Sør-Norge*, TØI-rapport 1331-2014 [[Link](#)].

Toru, T. (2011): *European air traffic facing raising fuel prices and carbon permits: an Empirical analysis*. Toulouse School Economics, working paper. [[Link](#)]

Wangsness P B, Ydersbond I M, Veisten K og Farstad E (2021): *Fremskyndet innføring av elfly i Norge - Mulige samfunnsmessige konsekvenser og virkemidler*, TØI-rapport 1851/2021 [[Link](#)]

Ydersbond I M, Kristensen N B og Thune-Larsen H (2020): *Nordic Sustainable Aviation*, TØI for Nordic Energy Research, Tema-Nord 2020:536. [[Link](#)]

Østli V og Thune-Larsen H (2015): *Prognosemodell for flyreiser mellom Norge og utlandet*, TØI-rapport 1442/2015 [[Link](#)]

Østli V og Thune-Larsen H (2015): *Prognosemodell for flyreiser mellom Norge og utlandet*. TØI-rapport 1442/2015 [[Link](#)].

Østli V (2017): *Dokumentasjon: Økonometriske modellering av utenlandstrafikk med fly*. TØI Arbeidsdokument 51232, Oslo 19.12.2017.



# Vedlegg A: Modelldokumentasjon

## A.1 Estimerte prisrelasjoner for hvert segment

Grunnlaget for prisene i modellen er Avinors Reisevaneundersøkelse (RVU) for 2019. Som forklart i Avsnitt 3.3 anvender modellen estimerte gjennomsnittspriser frem for gjennomsnitt av de faktisk observerte prisene. Dette vedlegget beskriver de estimerte priser for direkte reiser, mens prisberegningen for reiser, som involverer transfer er beskrevet i Vedlegg A.2.

Samme modell kan ikke beskrive prisene på alle dele av luftfartsmarkedet i Norge. Konkurransetilstandene er meget forskjellige på ulike typer av ruter, og det er markante, statistisk signifikante forskjeller på de estimerte parametrene. Vi har oppdelt i:

- Utlandsruter
- Kommersielle innlandsruter
- FOT-ruter<sup>16</sup>

I tillegg har det vært nødvendig å oppdele etter om opplyst formål med reisen er fritid eller forretning ('business').

Variabler som har inngått i de statistiske analysene er:

- *Avstand [km]*: Opplagt at avstanden påvirker billettprisen, da drivstoffkostnader øker med avstanden, og lengre avstand gir lengre flyvetid og dermed også høyere fly- og personalkostnader.
- *Setetilbud [Antall seter per år]*: Ruter med lavt setetilbud gir dårligere muligheter for stordriftsfordeler og også for konkurranse mellom flere flyselskaper på ruten.<sup>17</sup>
- *Business-andel [0;1]*: Hypotesen er at høy business-andel, gir større andel dyrere billetter med større fleksibilitet, og attraktive tidspunkter med høyere lufthavnsavgifter, som begge gir høyere kostnader for flyselskapene, og at dette også blir avspeilet i billettprisene for de som reiser med fritidsformål.

For variabelen *Setetilbud* går påvirkningen også den andre veien (variabelen er endogen). Men da vi her bare er interessert i å bruke den relasjonen deskriptivt for estimert pris i utgangssituasjonen og ikke estimerer pris- og etterspørselsendringer er dette av mindre betydning for regresjonene.

<sup>16</sup> FOT står for *Forpliktelser til Offentlig Tjenesteytelse*, og FOT-ruter drives med offentlig tilskudd etter anbud.

<sup>17</sup> H-indeks er ofte brukt indikator for konkurransen på et marked. Men denne variabel gir ringere statistisk forklaring og signifikans i forhold til antall seter.

$H = \sum S_i^2$ , hvor  $S_1 \dots S_I$  er markedsandelene for alle  $i$  virksomheter på markedet.

Alternative transformasjoner av variablene er forsøkt for å optimere modellenes tilpasning til data. Alle relasjoner er estimert i SPSS som *Weighted Least Square* med kvadratroten av antall observasjoner for ruten i RVU som vekt.

Der kan oppnås markant bedre modell for fritidsreiser i forhold til business-reiser. For businessreiser er det derfor er valgt en alternativ tilgang, hvor business-prisene i stedet estimeres på basis av prisen på fritidsreiser og business-andelen på ruten.

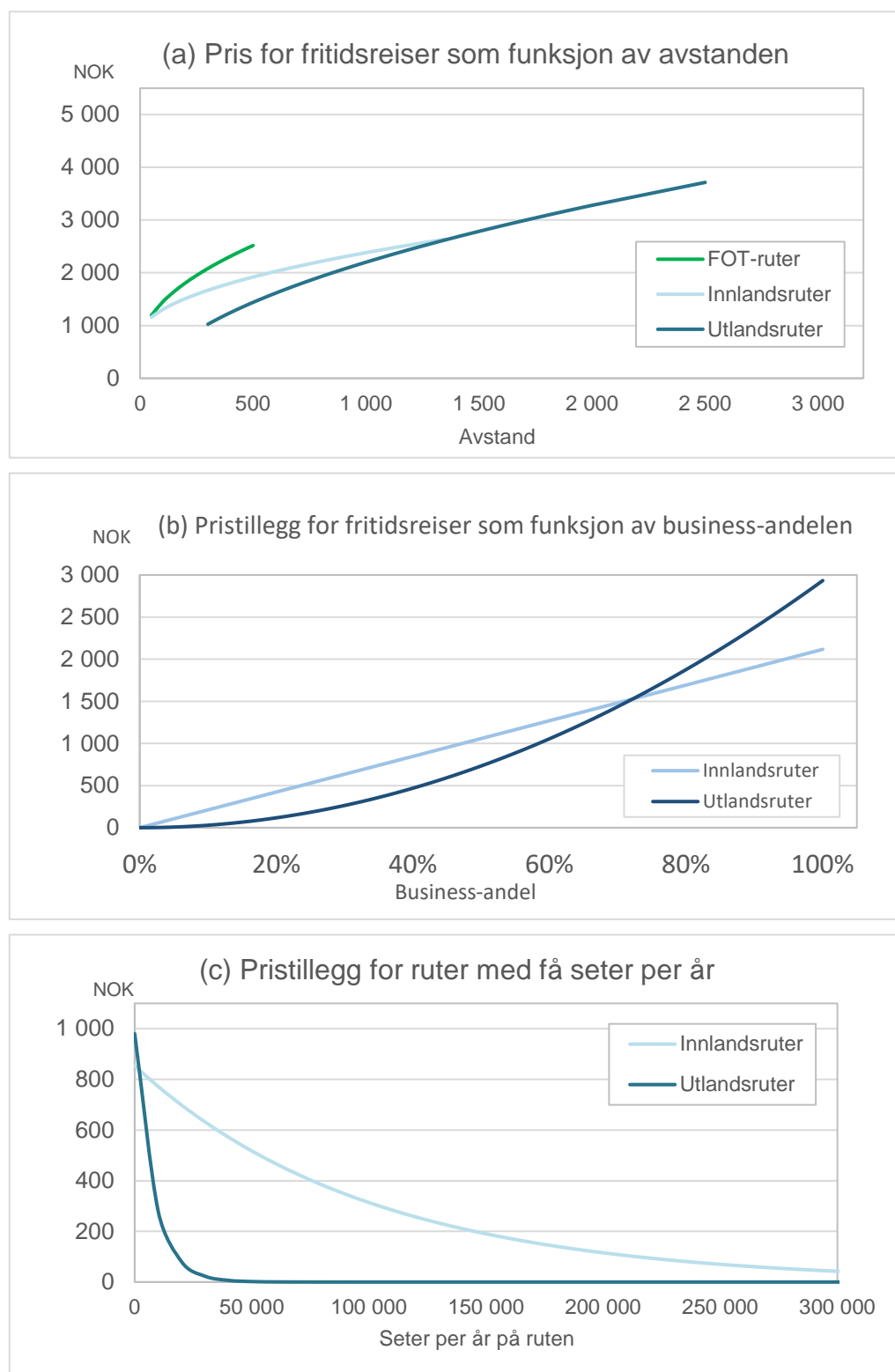
For FOT-rutene er der for få observasjoner til å gi bra estimater. Til gjengjeld har vi her bra statistikk fra Samferdselsdepartementet for gjennomsnittspriser for de enkelte FOT-rutene. Disse er derfor brukt som grunndata etter. Vi får da stort sett perfekt sammenheng med avstand, når der gis et fratrekk for at prisene på ruter i Finnmark<sup>18</sup>. For å oppnå konsistens mellom FOT-priser og innlands- og utlandsprisene legges til passasjeravgift og MVA og prisene differensieres etter business- og fritidsformål ut fra informasjonen i RVU-prisdata.

Tabel A.1 Estimerte prisrelasjoner for utlandsruter, innlandsruter og FOT-ruter

Utlandsruter
A. $\text{PrisF} = -633 + 82 \text{ Avstand}^{\frac{1}{2}} + 980 e^{-\text{Seter}/8.000} + 2933 \text{ B-andel}^2$
B. $\text{PrisB} = 1,115 (1 + \text{B-andel}) \text{ PrisF}$
Innlandsruter
C. $\text{PrisF} = 658 + 50 \text{ Avstand}^{\frac{1}{2}} + 853 e^{-\text{Seter}/100.000}$
D. $\text{PrisB} = \text{PrisF} + 2117 \text{ B-andel}$
FOT-ruter
E. $\text{PrisFOT} = 290 - 276 \text{ Finnmark} + 54 \text{ Avstand}^{\frac{1}{2}}$
F. $\text{PrisB} = 1,116 [ 2 \times 1,12 (75 + \text{PrisFOT}) ]$
G. $\text{PrisF} = 0,637 \text{ PrisB}$

<sup>18</sup> Ruten Oslo – Røros er tatt ut som 'outlier'. Teknisk sett er dette gjort ved å tilføye en dummy-variabel.

Figur A.1 Illustrasjon av (a) billettprisen som funksjon av avstanden og (b) tillegg som funksjon av business-andel og (c) lavt sete-tilbud på ruten



Note: I figur (a) er prisen med gjennomsnittlig antall seter per år og business-andel.

Tabell A.2 Koeffisienter, standardavvik og t-verdier fra statistiske analyser

Forklarende variable		Koeffisienter	Standardfeil	t-stat
<b>Utenlandsruter</b>				
<b>A. PrisF</b> $R^2_{adj} = 0,67$	Konstant	-632,997	201,222	-3,1
	KVROT(Avstand)	82,296	4,370	18,8
	EKSP(-Seter/8.000)	980,364	300,202	3,3
	Businessandel^2	2933,480	731,262	4,0
<b>PrisB</b>	PrisF	1,110	0,074	14,9
	Business-andel*PrisF	1,142	0,350	3,3
<b>B. PrisB</b> $R^2_{adj} = 0,50$	(1+B%)*PrisF	1,115	0,040	27,8
<b>Innenlandsruter</b>				
<b>C. PrisF</b> $R^2_{adj} = 0,69$	Konstant	658,628	122,840	5,4
	KVROD(Avstand)	49,883	5,341	9,3
	EKSP(-Seter/100.000)	853,252	122,038	7,0
<b>D. PrisB</b> $R^2_{adj} = 0,50$	PrisF	1,000	-	-
	Businessandel	2117,047	119,980	17,6
<b>FOT-ruter</b>				
<b>E. PrisFOT</b>	Konstant	289,618	44,491	6,5
	Finnmark-dummy	-275,999	19,814	-13,9
	OSL-RRS -dummy	-545,086	55,009	-9,9
	KVROT_Avstand	54,383	3,120	17,4
<b>F. PrisB</b>	PrisFOT (markedspris)	1,116	0,031	35,8
<b>G. PrisF</b>	PrisB	0,637	0,041	15,5

Note: Alle regresjoner utført med SPSS Weighted Least Squares med kvadratroten av 'Seter' som vekt. Alle parametere er signifikante med  $p < 0,001$  bortsett fra konstantleddet i relasjon A.



## A.2 Transfer-reiser: Priser og prisendringer

I beregning av etterspørselsendringer ut fra priselastisiteter må det tas høyde for at ikke alle reiser på en rute er direkte, men at noen er transfer-reiser hvor passasjerer skifter fly enten i avreiselufthavnen for ruten eller i ankomstlufthavnen. Dette øker kompleksiteten betraktelig og gir anledning til noen forenkling antakelser:

- En transfer-reise kan bare bestå av to bein, som vi kaller ‘Rute-beinet’ og ‘Transfer-beinet’.
- Transfer kan bare skje i de viktigste nasjonale og europeiske knutepunktene:

### Nasjonale hubs (6):

- Oslo (OSL)
- Bergen (BGO)
- Stavanger (STG)
- Trondheim (TRD)
- Tromsø (TOS)
- Bodø (BOO)

### Internasjonale hubs (8):

- København (CPH)
- Amsterdam (AMS)
- Stockholm (ARN)
- Frankfurt (FRA)
- Helsinki (HEL)
- München (MUC)
- London (LHR)
- Paris (CDG)

Disse 14 hubs dekker mer enn 95% av alle transfer-reiser.

- Transfer skjer i den av rutebeinet avgangs- og ankomstlufthavner, som er størst.
- Transfer-beinet går til/fra et generisk transfer-bein:
  - (Ingen transfer)
  - Regional
  - Nasjonal
  - Europeisk
  - Interkontinental
- For internasjonale hubs er ‘Regional’ og ‘Interkontinental’ ikke mulig på grunn av at de ikke inngår i data. I praksis er disse kombinasjoner også uten betydning.
- For hver kombinasjon av hub-lufthavn og generisk transfer-bein beregnes
  - Pris i 2019 lik 2030 Basisscenario. For internasjonale hubs er det prisen for den samlede reisen, mens det for nasjonale hubs bare er for transfer-beinet, som derfor skal legges til rute-beinet.
  - Endring i drivstoffkostnad i 2030 Tiltaksscenario ut fra gjennomsnittlig drivstofforbruk på generisk transfer-bein med avganger fra norske lufthavner
  - Endring i passasjeravgift for reiser i 2030 Tiltaksscenario korrigeres det for
    - at transfer-passasjerer ikke betaler avgift to ganger,
    - at transfer-bein fra utlandet betyr at det ikke betales passasjer-avgift
    - at reiser til utlandet bare betaler avgift én vei.
    - at avgiften endres fra europeisk til interkontinental avgift, hvis transfer-reisen er interkontinental.
  - Transfer-andeler, som brukes til å vekte sammen priser og prisendringer på tvers av de generiske transfer-beinene.

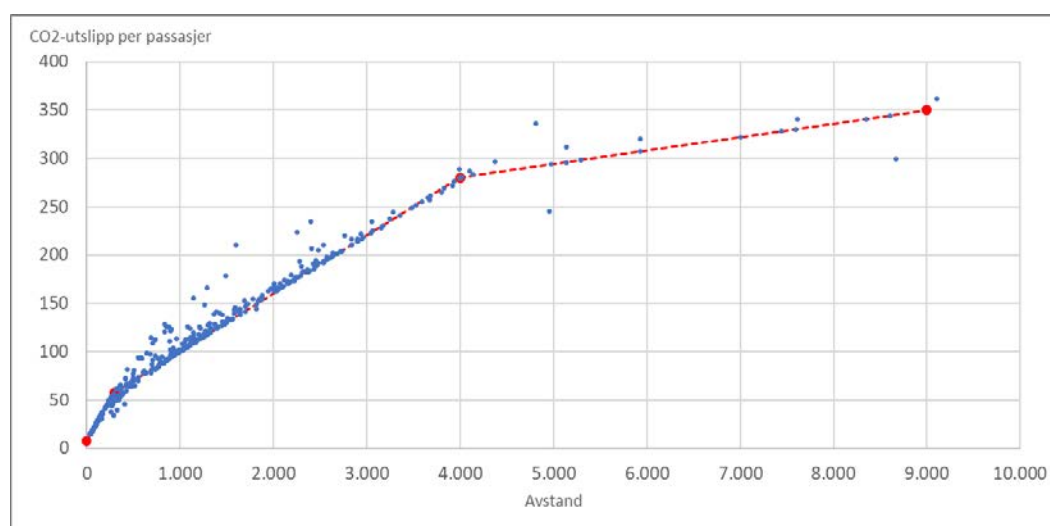
Beregningene skjer som gjennomsnitt for alle passasjerer på transfer-reiser via de definerte nasjonale og internasjonale hubs, idet det tas høyde for om rute-beinet er til/fra regional, nasjonal, europeisk eller interkontinental lufthavn.

Det bør bemerkes at forutsetningen for transfer-reiser via nasjonale hubs, om at den samlede billettprisen er summen av billettprisene for hvert bein, i en del tilfeller er en overvurdering av prisen. Denne forutsetningen er gransket ved en følsomhetsanalyse for alle scenarier, hvor det i stedet er forutsatt en rabatt på 50% på det billigste beinet. Konklusjonen er at for regionale ruter, hvor det har størst betydning, påvirker det bare de samlede pris- og etterspørselsendringene med cirka 10% i alle de undersøkte scenarier. Det vil si uten vesentlig betydning på resultatene i forhold usikkerhetene for øvrig i modellen. Dette skyldes overveiende at transfer-reisene via nasjonale hubs bare er en mindre andel av det samlede antall reiser.

### A.3 Håndtering av CO<sub>2</sub>-utslipp for ruter som ikke er med i ICAO Carbon Emission Calculator

På grunn av at ICAO Carbon Emission Calculator baserer seg på observasjoner fra 2017 og våre rute-data baserer seg på 2019, er det noen få ruter med beskjeden trafikk, hvor det ikke går an å beregne CO<sub>2</sub>-utslipp. Da vi har avstanden for disse rutene brukes den stykkevis lineære kurve (rød) i Figur A.2 som brukbart estimat.

Figur A.2 Plot av CO<sub>2</sub>-utslipp per passasjer for hver rute mot avstanden på ruten.



1. Segment				2. segment				3. segment			
0	8	Hældning	0,167	300	58	Hældning	0,060	4000	280	Hældning	0,014
300	58	Skæring	8	4000	280	Skæring	40	9000	350	Skæring	224

#### A.4 Eksempel på hvordan modellen beregner resultatene: Ruten Ålesund – Oslo [ AES – OSL ] i Scenario F

Dette vedlegget gjennomgår modellens beregninger for en enkelt rute, AES-OSL. Vi illustrerer beregningsgangen for Scenario F, det vil si med følgende forutsetninger:

- 30% SAF innblanding
- De første 15% av merkostnaden finansieres av
  - CO<sub>2</sub>-avgift økes fra 510 til 1.198 NOK per ton (svarende til 2.000 NOK per ton inklusiv en ETS-kvotepris på 80 EUR per ton CO<sub>2</sub>).
  - Passasjeravgiften økes med 33% fra 75 og 200 NOK til henholdsvis 100 og 266 NOK.
- De siste 15% finansieres av statsbudsjettet generelt.

Videre setter vi de bruker-spesifiserte parametrene overveltningsgrad [OVG] og Tapt dekningsbidrag [MKUP] til henholdsvis 90% og 10%, da vi dermed også får illustrert hvorledes OVG påvirker fordelingen mellom passasjerer og flyselskap og med MKUP hvordan færre passasjerer gir tap av dekningsbidrag til flyselskapene.

##### A. Beregning av seter og passasjertall i 2030 Basis og 2030 Tiltak

Antall seter for 2030 Basis beregnes ved å gange Antall seter i 2019 [SeterDATA\_19] med vekstfaktor [DPAX\_30B] for Segment 2 Regionale ruter. Antall seter i 2030 Tiltak beregnes ved å gange antall seter i 2030 Basis [SeterDATA\_30B] med den prosentvise endringen som følge av prisendringen (se avsnitt C.):

<b>Seter 2030 Basis:</b>	102% x 472.225	= 477.366 Seter per år
<b>Seter2030 Tiltak:</b>	(1 – 2,8%) x 480.086	= 464.089 Seter per år

Passasjerer i 2030 Basis og 2030 Tiltak beregnes med gjennomsnittlig belegg for Segment 2 (64,2%):

<b>Passasjerer 2030 Basis:</b>	64,2% x 477.366	= 306.422 Passasjerer per år
<b>Passasjerer 2030 Tiltak:</b>	64,2% x 464.089	= 297.899 Passasjerer per år

##### B. Beregning av CO<sub>2</sub>-utslipp i 2030 Basis og 2030 Tiltak

CO<sub>2</sub>-utslippet per år beregnes som CO<sub>2</sub> per passasjer (kg CO<sub>2</sub>/PAX) gange med ICAO Carbon Emission Calculators antatte belegningsgrad for reiser internt i Europa (82,3%) gange antall seter per år (fra avsnitt A.) For 2030 Tiltak korrigeres for at SAF-andelen (30%) antas ikke å ha CO<sub>2</sub>-utslipp:

<b>CO<sub>2</sub> 2030 Basis:</b>	55 x 82,3% x 477.366	= 21.647 ton CO <sub>2</sub> per år
<b>CO<sub>2</sub> 2030 Tiltak:</b>	(1-30%) x 55 x 82,3% x 464.089	= 14.732 ton CO <sub>2</sub> per år

Forskjellen i passasjertall for Basis og Tiltak framkommer som summen av forskjellene for hver rute som følge av prisendringen, se avsnitt D.

##### C. Pris i 2030 Basis og prisendring i 2030 Tiltak

Endringer i passasjertall i tiltaksscenario (Se avsnitt A.) beregnes ut fra prosentvise endringen på gjennomsnittsprisene. Prisene og prisendringene er forskjellige for direkte reiser på ruten og transfer-reiser, hvor ruten utgjør det ene beinet. Derfor beregnes passasjerendringen oppdelt på disse to kategorier. 28% av alle passasjerer er transfer-reiser.

Da transfer-reisende teller som (minst) to passasjerer er andelen av *de reisende* lavere (ca. 16%).

For passasjerer som reiser direkte har vi videre mulighet for å oppdele på fritidsformål og business-formål. Dette har betydning fordi business-reisende i gjennomsnitt betaler mer for billetten og fordi prisfølsomheten for disse reisende er lavere (dvs. priselastisiteten tettere på null).

### **Direkte reiser – pris og prisendringer**

**Prisene t/r** i 2030 Basis beregnes ved bruk av de estimerte relasjonene i A.1:

$$\text{Pris Fritids-reiser: } -633 + 82 (373 \text{ km})^{1/2} + 980 e^{-472.275/100.000} + 2933 (0,347)^2 = \mathbf{1.630 \text{ NOK}}$$

$$\text{Pris Business-reiser: } 1.630 \text{ NOK} + 2.117 \times 0,347 = \mathbf{2.365 \text{ NOK}}$$

**Prisendringene** i 2030 Tiltak er den samme for fritids- og business-reiser og består av to komponenter: **[DC.PAX]**, som er endringen som følge av endring i passasjeravgiften (+33%), og **[DC.kg]**, som er endringen per kg drivstoff som følge av endring i CO<sub>2</sub>-avgift og iblanding av SAF (30%). Da SAF-merprisen betales av tilskudd fra staten i dette scenariet ganges SAF-merprisen med 0. De 0,83 NOK/liter er derfor bare merprisen som følge av økt CO<sub>2</sub>-avgift:

$$\text{DC.PAX: } 90\% \times [(1+33\%) \times 75 \text{ NOK/pax} - 75 \text{ NOK/pax}] = \mathbf{22 \text{ NOK}}$$

$$\text{DC.kg: } 90\% \times [0,83 \text{ NOK/liter} \times 0,798 \text{ kg fuel/liter fuel}] = \mathbf{0,93 \text{ NOK/kg fuel}}$$

I begge formler er faktoren 90% overveltighetsgraden. Da AES-OSL er en innlandsreise gjelder endringen begge veier, så prisendringen ganges med 2 og tillegges 12% MVA.

Samlet får vi:

$$\text{Prisendring: } 2 \times 1,12 \times [22 \text{ NOK} + 0,93 \text{ NOK/kg fuel} \times 14 \text{ kg/sete/0,62 pax/sete}] = \mathbf{97 \text{ NOK t/r}}$$

$$\text{\%-endring fritids-reiser} = 97 \text{ NOK} / 1.630 \text{ NOK} = \mathbf{6,0\%}$$

$$\text{\%-endring business-reiser} = 97 \text{ NOK} / 2.365 \text{ NOK} = \mathbf{4,1\%}$$

### **Transfer-reiser – pris og prisendringer**

Pris for transfer-reiser er noe mere komplisert, men grunnleggende etter samme prinsipper. For reiser via de seks norske hubs er prisen for transfer-beinet beregnet som et tillegg til prisen for de direkte reiser<sup>19</sup>. Transfer-beinets pris er et vektet gjennomsnitt for de transfer-reisene som går til regionale, nasjonale, europeiske og interkontinentale destinasjoner for de pågjeldende hub, i dette tilfellet OSL. Gjennomsnittet er ytterligere oppdelt på om rute-beinet er regionalt (inkl. FOT), nasjonalt, europeisk eller interkontinentalt.

En ytterligere komplikasjon oppstår når ruten går mellom to hubs. Man må da ha en algoritme som definerer om transfer skjer i den ene eller den anden ende av ruten. Der er valgt følgende algoritme:

- Er den ene hub europeisk, så skjer transfer der.
- Mellom to norske hubs, så skjer transfer i den huben som er størst, dvs. har flest transfer-passasjerer.

<sup>19</sup> Dette er for noen ruter en overvurdering. Derfor er det for transfer-reiser via de otte europeiske hubs i stedet for hver av disse beregnet en samlet gjennomsnittspris basert på Avinors prisstatistikk for reiser via det pågjeldende hub.

AES-OSL er en regional rute, og for de som skal til/fra regional rute i OSL er andeler og gjennomsnittspriser for transfer-beinet vist i nedenstående tabell:

Tabell A.3 Fordelingen av reisende i OSL som involverer regional rute og segmentoppdelte billettpriser for reiser fra OSL. (Transfer-kode = 1).

	Ingen transfer	Regional rute	Nasjonal rute	Europeisk rute	Interkontinental rute
Andel til/fra:	52%	12%	14%	19%	4%
Billettpris til (NOK):	-	2,169	1,969	2,667	6,224

$$\text{Pris på transfer-bein: } 12\% \times 2.169 \text{ NOK} + 14\% \times 1.969 \text{ NOK} + 19\% \times 2.667 \text{ NOK} + 4\% \times 6.224 \text{ NOK} / (12\% + 14\% + 19\% + 4\%) = \mathbf{2.608 \text{ NOK}}$$

$$\text{Pris samlet transfer-reise: } [(1 - 0,347) \times 1.630 + 0,347 \times 2.365] + 2.608 = \mathbf{4.492 \text{ NOK}}$$

Prisendringen i 2030 Tiltak for transfer-beinet beregnes på samme måte som for rute-beinet. For drivstofftillegget må man ta høyde for at utlandsruter ikke har CO<sub>2</sub>-avgift (men det ligger i DC.kg for segment 4 og 5) og for innlandsruter at pristillegget også gjelder for retur-reisen. Gjennomsnittlig blir drivstofftillegget for transferbeinet 26 NOK.

$$\text{Prisendring i 2030 Tiltak: } 97 \text{ NOK} + 26 \text{ NOK} + (-8) \text{ NOK} = \mathbf{115 \text{ NOK}}$$

$$\text{Prosentvis prisendring: } 115 \text{ NOK} / 4.492 \text{ NOK} = \mathbf{2,6\%}$$

Endringen for passasjeravgiften er negativ, fordi 19%+4% av transfer-reisene er utenlandsreiser, hvor der ikke skal betales i passasjeravgift på returreisen, hvorimot rute-beinet har passasjeravgift på begge bein. Disse transfer-reisen får derfor ikke den 33% økningen av passasjeravgiften. Til gjengjeld skal passasjeravgiften for interkontinentale transfer-bein (4%) endres fra 100 til 266 NOK inkl. MVA. Samlet sett blir økningen i passasjeravgiften i gjennomsnitt 8 NOK (inkludert MVA) lavere på transfer-reisene enn på direkte reisene.

#### D. Prosentvis passasjerendringer i 2030 Tiltak

Prosentvis endring av passasjertall i 2030 Tiltak beregnes som nevnt oppdelt på direkte reiser, underoppdelt på fritid og business, og på transfer-reiser med bruk av priselastisiteter for det pågjeldende segmentet; -0,8 for fritid og -0,6 for business. For transfer-reiser brukes et business-andeler vektet gjennomsnitt.

$$\text{Direkte reiser: } (1 - 0,347) \times [1 + 6,0\%]^{-0,8} - 1 + 0,347 \times [1 + 4,1\%]^{-0,6} - 1 = \mathbf{-3,8\%}$$

$$\text{Transfer-reiser: } [1 + 3,6\%]^{-0,68} - 1 = \mathbf{-1,7\%}$$

$$\text{Samlet prosentvis pax-endring: } 52\% \times (-3,8\%) + (1 - 52\%) \times (-1,7\%) = \mathbf{-2,8\%}$$

Disse endringene brukes i avsnitt A ovenfor til beregning av endring i sete- og passasjertall for ruten i 2030 Tiltak.

## **Institute of Transport Economics (TØI) Norwegian Centre for Transport Research**

Established in 1964, the Institute of Transport Economics is an interdisciplinary, applied research centre with approximately 90 professionals. Its mission is to develop and disseminate transportation knowledge that has scientific quality and practical application.

A private, non-profit foundation, TØI receives basic funding from the Research Council of Norway. However, the greater part of its revenue is generated through contract research. An important part of its activity is international research cooperation, mostly in the form of projects under the Framework Programmes of the European Commission.

TØI participates in the Oslo Centre for Interdisciplinary Environmental and Social Research (CIENS) located near the University of Oslo. See [www.ciens.no](http://www.ciens.no)

TØI covers all modes of transport and virtually all topics in transportation, including road safety, public transport, climate change and the environment, travel behaviour, tourism, land use and urban planning, decision-making processes, freight and travel demand, as well as general transport economics.

Claiming copyright to its products, TØI acts independently of its clients in matters of scientific approach, professional judgment and evaluation. TØI reports are generally downloadable for free at [www.toi.no](http://www.toi.no).

**Visiting and postal address:**  
Institute of Transport Economics  
Gaustadalléen 21  
NO-0349 Oslo

+ 47 22 57 38 00  
[toi@toi.no](mailto:toi@toi.no)  
[www.toi.no](http://www.toi.no)