

TØI rapport 1851/2021

Paal Brevik Wangsness
Inga Margrete Ydersbond
Knut Veisten
Eivind Farstad

tøi Transportøkonomisk institutt
Stiftelsen Norsk senter for samferdselsforskning

Fremskyndet innfasing av elfly i Norge

Mulige samfunnsmessige konsekvenser og virkemidler



Fremskyndet innfasing av elfly i Norge

Mulige samfunnsmessige konsekvenser og virkemidler

Paal Brevik Wangsness

Inga Margrete Ydersbond

Knut Veisten

Eivind Farstad

Forsidebilde: Unsplash

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: Fremskyndet innfasing av elfly i Norge: mulige samfunnsmessige konsekvenser og virkemidler

Forfattere: Paal Brevik Wangsness
Inga Margrete Ydersbond
Knut Veisten
Eivind Farstad

Dato: 10.2021

TØI-rapport: 1851/2021

Sider: 137

ISSN elektronisk: 2535-5104

ISBN elektronisk: 978-82-480-2393-7

Finansieringskilde: Start Norge AS c/o Aircontact Group

Prosjekt: 4984 – Elfly

Prosjektleder: Paal Brevik Wangsness

Kvalitetsansvarlig: Askill Harkjerr Halse

Fagfelt: Samfunnsøkonomiske analyser

Emneord: Elektrifisering, Luftfart, Klimapolitikk, Bærekraftig reiseliv

Title: Accelerating the phase in of electric aircraft in Norway - Possible societal impacts and policy instruments

Authors: Paal Brevik Wangsness
Inga Margrete Ydersbond
Knut Veisten
Eivind Farstad

Date: 10.2021

TØI Report: 1851/2021

Pages: 137

ISSN: 2535-5104

ISBN Electronic: 978-82-480-2393-7

Financed by: Start Norge AS c/o Aircontact Group

Project: 4984 – Elfly

Project Manager: Paal Brevik Wangsness

Quality Manager: Askill Harkjerr Halse

Research Area: Economic Models

Keywords: Electrification, Norwegian aviation, climate policy, Sustainable Transport

Sammendrag:

Gitt de ambisiøse klimamålene Norge har satt for seg, og gitt at man skal opprettholde den ønskede reiseaktiviteten, er det nødvendig å starte utskiftingen av konvensjonelle fly med nullutslippsfly i løpet av de neste ti årene. Gitt at det skal gjøres et forsøk på fremskyndet innfasing av elfly på en rute i Norge, peker strekningen Bergen–Stavanger (BGO–SVG) seg ut som en lovende case. Rapporten konkluderer med at det å satse på en demonstrasjonscase for elfly mellom Bergen og Stavanger kan forventes å ha større netto samfunnsnytte enn ikke å satse.

Summary:

Given the ambitious climate goals set by Norwegian authorities, and given the desire to maintain current air travel activity, one of the solutions for achieving the goal may be to start replacing conventional aircraft with zero-emission aircraft over the next ten years. With an attempt to speed up the phasing in of electric planes on a route in Norway, the Bergen–Stavanger (BGO–SVG) seems like a promising case. The report concludes that investing in a demonstration case for electric planes between Bergen and Stavanger can be expected to have greater net benefits than not investing.

Language of report: Norwegian

Transportøkonomisk Institutt
Gaustadalléen 21, 0349 Oslo
Telefon 22 57 38 00 - www.toi.no

Institute of Transport Economics
Gaustadalléen 21, N-0349 Oslo, Norway
Telephone +47 22 57 38 00 - www.toi.no

Forord

Transportøkonomisk institutt (TØI) har på oppdrag fra Start Norge AS c/o Aircontact Group AS gjennomført utredningen «Fremskyndet innfasing av elfly i Norge: mulige samfunnsmessige konsekvenser og virkemidler».

Oppdraget er blitt utført av forskergruppen bestått av Paal Brevik Wangsness (prosjektleder), Inga Margrete Ydersbond, Knut Veisten og Eivind Farstad. Kapittel 1 og 2 er skrevet av Paal og Inga, kapittel 3 er skrevet av Paal, kapittel 4 er skrevet av Knut og Eivind, kapittel 5, 6, 7 og 8 er skrevet av Paal, kapittel 9 og 10 er skrevet av Inga og kapittel 11 er skrevet av Paal og Inga. Kollegaer Harald Thune-Larsen og Kjell Werner Johansen ved TØI har bidratt med verdifulle innspill og kommentarer underveis.

Kontaktpersoner fra Start Norge AS har vært Arne Martin Gilberg og Arne Gytri. De har løpende mottatt utkast av kapitler til kommentering gjennom prosjektperioden og mottatt et komplett utkast til kommentering før ferdigstilling. Vi takker for et fint samarbeid, gode møter og konstruktive tilbakemeldinger.

- Takk til Flemming Dahl som har kommet med forslag til språkvasking av sammendrag
- Takk til Trond Ydersbond, som har lest og kommentert kapittel 9 og 10
- Takk til Amund Lie som har lest og kommentert kapittel 9
- Takk til Dag Falk Petersen, som har lest og kommentert hele rapporten
- Takk til de ti informantene som stilte opp på forskningsintervju
- Takk til informantene som stilte opp på gruppeintervjuer
- Takk til de 1000 personene som stilte opp i vår survey

Forskningsleder Askill Harkjerr Halse har vært ansvarlig for kvalitetssikring, og Trude Kvalsvik og Anne-Lene Sandberg har tilrettelagt rapporten for publisering.

Oslo, oktober 2021

Transportøkonomisk institutt

Bjørne Grimsrud
Direktør

Kjell Werner Johansen
Avdelingsleder

Innhold

Sammendrag

Summary

1	Innledning	1
1.1	Hva mener vi når vi snakker om elfly?.....	3
1.2	Behovet for nullutslippsløsninger.....	3
1.3	Hvorfor fremskyndet innføring av elfly kan være en viktig del av løsningsbildet .	7
2	Case: Elflyrute mellom Stavanger og Bergen	12
2.1	Referansescenarioet.....	13
2.2	Fremskyndingsscenarioet	15
2.3	Drøfting av scenarioene	15
2.4	Hovedlinjene for casen SVG–BGO-2025.....	16
3	Metodetilnærming og analyse	17
4	Oppfatninger om fremtidig elfly-alternativ	18
4.1	Elfly-preferansene for et utvalg av reisende mellom Bergensområdet og Stavangerområdet	19
4.2	Virksomhetsrepresentanters oppfatninger og preferanser mht. elfly for strekningen Bergen–Stavanger.....	37
4.3	Fokusgruppesamtaler om elfly.....	45
5	Reduserte miljøkostnader og andre eksterne kostnader	48
5.1	Verdsetting av miljøbelastning	48
5.2	Skadekostnader fra en reise mellom Bergen og Stavanger.....	53
5.3	Miljøgevinstene gjennom demonstrasjonsperioden	55
5.4	Miljøgevinstene av fremskyndet fullelektrifisert innenriks luftfart.....	56
6	Kostnader	59
6.1	Merkostnader knyttet til investeringer i og drift av elfly.....	59
6.2	Merkostnader knyttet til investeringer i infrastruktur	64
7	Ikke-prissatte virkninger av fremskyndet innføring av elfly	66
7.1	Positive nyttevirksomheter.....	67
7.2	Kostnader og negative virkninger.....	71
8	Samfunnsøkonomisk analyse sammenstilt	75
9	Fordeler og ulemper for næringslivet i Norge generelt og i Bergen–Stavangerregionen spesielt ved fremskyndet innføring av elfly	77
9.1	Metoder.....	77
9.2	Introduksjon: en stor mulighet for Norge	78
9.3	Fordeler for næringslivet i Bergen–Stavangerregionen ved å være foregangsregion.....	84
9.4	Diskusjon.....	85
10	Virkemidler for fremskyndet innføring av elfly i Norge generelt og mellom Stavanger og Bergen spesielt	87

10.1 Sette politiske målsettinger på ulike nivåer: regionalt, nasjonalt, i Norden og på EU-nivå.....	87
10.2 Skape et nasjonalt og et nordisk marked for elfly	90
10.3 Støtte til forskning og utvikling.....	95
11 Oppsummering, konklusjon og anbefalinger.....	97
Referanser	105
Vedlegg	115
Vedlegg A – mer om de statistiske analysene	115
A.1 Faktoranalyser.....	116
A.2 Analyser av elfly-preferansene	120
Vedlegg B – oversikt over norske flyruter under 200 km.....	131
Vedlegg C – Kvalitativ metode	134
C.1 Intervjuguide elflyrute SVG–BGO.....	134
C.2 Henvendelse til intervjuobjekter	135

Sammendrag

Fremskyndet innfasing av elfly i Norge

Mulige samfunnsmessige konsekvenser og virkemidler

TØI rapport 1851/2021

Forfatter: Paal Brevik Wangness, Inga Margrete Ydersbond, Knut Veisten og Eivind Farstad

Oslo 2021 137 sider

Gitt de ambisiøse klimamålene Norge har satt for seg, og gitt at man skal opprettholde flyreiseaktiviteten, kan én av løsningene for måloppnåelse være å starte utskiftingen av konvensjonelle fly med nullutslippsfly i løpet av de neste ti årene. Gitt at det skal gjøres et forsøk på fremskyndet innfasing av elfly på en rute i Norge, peker strekningen Bergen–Stavanger (BGO–SVG) seg ut som en lovende case. Rapporten konkluderer med at det å satse på en demonstrasjonscase for elfly mellom Bergen og Stavanger kan forventes å ha større netto samfunnsnytte enn ikke å satse.

Norske myndigheter har i flere internasjonale avtaler forpliktet seg til drastiske utslippskutt og har i tillegg satt seg nasjonale mål for slike kutt. Vi tar utgangspunkt i at norske myndigheter har intensjoner om å overholde disse forpliktelsene. Det er et viktig premiss for hele rapporten at nåværende og fremtidige regjeringer skal holde løftene om utslippskutt.

For å oppnå de ambisiøse klimamålene Norge, med opprettholdt reiseaktivitet, er det foreslått å starte utskifting av konvensjonelle fly med nullutslippsfly i løpet av de neste ti årene. For Norge ser batterielektriske elfly som et lovende nullutslippsalternativ.

Gitt at det skal gjøres et forsøk på fremskyndet innfasing av elfly på en rute i Norge, peker strekningen Bergen–Stavanger (BGO–SVG) seg ut som en lovende case. Det er flere grunner til det:

- 1) Kort strekning – kun 160 kilometer i luftlinje (med tanke på at første generasjons batterielektriske fly ligger an til å ha ca. 350–400 km effektiv rekkevidde)
- 2) Relativt stort kundegrunnlag – cirka 550 000 passasjerer årlig
- 3) Fly er svært konkurransedyktig tidsmessig – alternativene tar lang tid

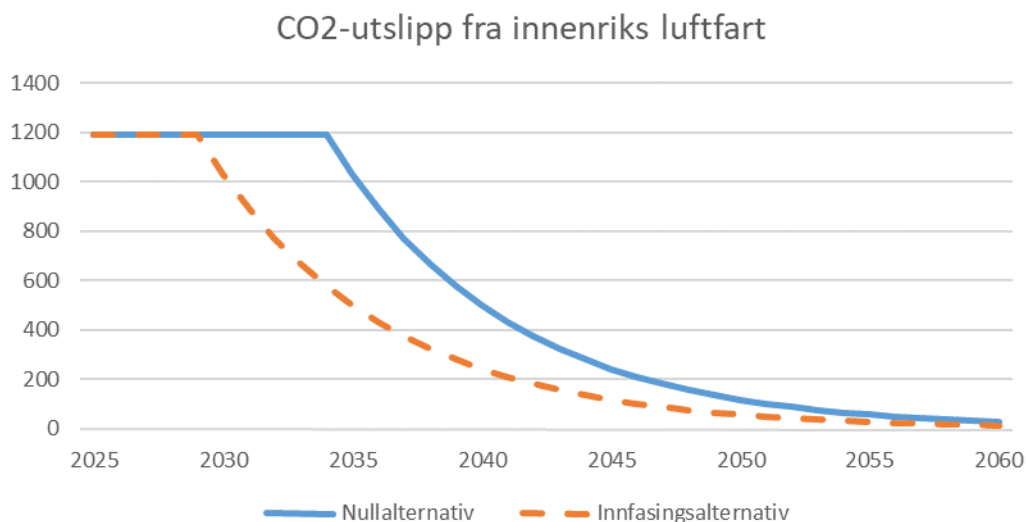
Gitt at det fases inn elfly på strekningen Bergen–Stavanger, så vil det bli investert i infrastruktur og opparbeides erfaringer tidligere enn det ellers ville gjort. Det er rimelig å forvente at dette vil føre til at innfasingen av elfly ellers i landet, og kanskje også i andre land, vil begynne tidligere, sammenlignet med det som vil tvinge seg fram før eller siden på grunn av stadig strammere klimapolitikk både nasjonalt og internasjonalt. Nøyaktig hvor mye tidligere innfasingen av elfly i ordinær passasjertransport vil begynne hvis det opprettes en elflyrute BGO–SVG, og om det ville vært noen forskjell i innfasingstakten, er umulig å slå fast. Det vi kan gjøre er å forsøke å konkretisere et plausibelt referansescenario og et plausibelt fremskyndingsscenario, og å gjøre noen grove beregninger utfra det.

Vi tar utgangspunkt i målsettingene satt av Avinor og Luftfartstilsynet (2020): 1) Innen 2030 skal de første ordinære innenriks ruteflygninger være elektrifiserte. 2) Innen 2040 skal all sivil innenriks luftfart i Norge være elektrifisert, slik at klimagassutslippene blir redusert med minst 80 % sammenliknet med 2020.

Hvis utslippsutviklingen i innenriks luftfart er flat gjennom 2020-tallet, og 80 % av utslippskuttene skal tas gjennom innfasing av elfly på 10 år, må gjennomsnittlig reduksjonsrate i årene 2030–2040 være på ca. 13,5 % per år. Dersom det ikke gjøres vellykkede demonstrasjonscase med elfly på 2020-tallet, virker innfasing av elfly fra og med 2030 svært optimistisk.

I referansebanen (REF), i fravær av en vellykket demonstrasjonscase, antas dermed innføringen av elfly å begynne i 2035, med 13,5 % reduksjon av klimagassutslipp per år etter dette. Sammenlignet med den norske luftfartens 2019-utslipp vil dermed utslippene i 2040 være 58 % lavere, ikke 80 %, som er målet.

I fremskyndingsscenarioet (FREM) tar vi utgangspunkt i at de første erfaringene med elfly på strekningen BGO–SVG blir vellykkede og at aktører i markedet for innenriks luftfart vil starte den samme innføringen av elfly som i REF, men 5 år tidligere, dvs. i 2030. Innføringstakten i FREM forutsettes forøvrig identisk med den i REF, med en årlig reduksjonsrate på 13,5%.



Figur 1.1: To fremtidsscenarioer for CO₂-utslipp fra innenriks luftfart. Nullalternativ (REF) og Innføringalternativ (FREM), 1000 tonn per år.

Implikasjonene fra disse antagelsene er at over perioden fra innføringen begynner i FREM til innføringen ville vært fullført i REF, vil FREM totalt innebære reduserte klimagassutslipp tilsvarende 5 år med utslipp fra hele sektoren før innføringen av elfly (arealet mellom heltrukken og stiplet linje i figuren). Med videreføring av utslippsnivået fra årene før pandemien, vil dette tilsvare cirka 6 millioner tonn CO₂ ekvivalenter (MtCO₂e).

Hvordan vil reisende og bedrifter oppfatte et slikt framtidig elfly-alternativ?

Et utvalg av transportbrukere på strekningen mellom Bergen og Stavanger (i perioden 2019–2021) er blitt spurt om reiseaktivitet, holdninger og preferanser for et framtidig elfly-alternativ på denne strekningen. Dette utvalget på 1000 personer forventes å reflektere synspunkter for den bakenforliggende populasjonen av transportbrukere mellom Bergensområdet og Stavangerområdet.

Flertallet i utvalget stiller seg positivt til et framtidig elfly-alternativ. Den negative effekten av en økning i flytiden på 10 minutter, på villigheten til å velge elfly-alternativet, var relativt liten. Respondenter under 30 år stilte seg mest positive til elfly som et framtidig transportalternativ mellom Bergen og Stavanger, mens de over 50 år var minst positive.

Det flertallet som stilte seg positivt til elfly som alternativ transportform mellom Bergen og Stavanger, vil ikke nødvendigvis være villig til å betale mer for et elfly-alternativ enn for et konvensjonelt fly. Dette er å forvente, da mange har økonomiske forhold som viktigste

faktor for hvorfor de velger ett transportalternativ fremfor et annet. Noen respondenter tilkjennegir imidlertid høy betalingsvillighet. Blant de som stilte seg positive til elfly, får vi et estimert gjennomsnitt for villighet til å betale en prisøkning opp mot 20 prosent for elfly per se. Flertallet av de som i utgangspunktet stiller seg positive til å fly med elfly er imidlertid *ikke villige* til å betale mer for å reise med elfly enn for å reise med andre fly.

I det mindretallet som stilte seg negativt eller ubestemt til elfly som alternativ transportform mellom Bergen og Stavanger, vil antakelig en andel kunne «fristes» med lavere pris til å reise med elfly fremfor med andre fly («kompensasjonskrav»). Likevel, selv med 90 % relativ prisreduksjon, altså prisreduksjon i en flybillett med elfly BGO–SVG sammenliknet med en flybillett med et ordinært fly SVG–BGO, vil omtrent halvparten ikke velge elfly-alternativet. Det gjennomsnittlige kompensasjonskravet for passasjerene blir dermed stort – vi estimerer en betalingsvillighet for elfly som er 60–70 prosent lavere enn for konvensjonelle fly.

Ser vi på hele utvalget i sammenheng, de positive så vel som de negative/ubestemte, vil vi finne at (en vektet) gjennomsnittlig betalingsvillighet knapt nok er høyere enn 0 %. Dersom de reisende *får valget* mellom elfly og konvensjonelt fly, vil de med høyere betalingsvillighet for elfly kunne selv-selektere seg til elfly. Dette forventer vi, alt annet likt, vil bidra til en forbedring i de reisendes konsumentoverskudd.

Vi gjennomførte også en spørreundersøkelse for 16 virksomheter i Bergensområdet og Stavangerområdet. Hovedfunnet fra denne undersøkelsen peker mot en positiv innstilling til utvikling av en elflyrute på denne strekingen. Den største utfordringen er å dokumentere og overbevise dette virksomhetsmarkedet om at elflyreiser er sikre og problemfrie, å få elflyreising sikkerhetsgodkjent som trygg transportmåte hos virksomhetene, samt å tydeliggjøre positive miljøeffekter.

Hovedkonklusjon

Ettersom utviklingen av elfly er på et såpass tidlig stadium, er det store utfordringer forbundet med å verdsette kostnadsvirkninger og nyttevirksomheter av en framskyndt innføring av elfly i Norge. Derfor er den samfunnsøkonomiske analysen mer kvalitativ enn det som er vanlig ved f.eks. veiutbygging, og den blir presentert som en såkalt multikriterieanalyse, med både prissatte og ikke-prissatte virkninger.

Multikriterieanalysen er oppsummert i kapittel 8. Vi vurderer størrelsesordenen på de verdsette miljøgevinstene, samt antall og størrelsesorden på de ikke-prissatte positive virkningene, opp mot antall og størrelsesorden på de ikke-prissatte kostnadene og negative virkningene. Vi følger veiledningen fra Statens vegvesen Vegdirektoratet (2018) på hvordan vi skal plassere nettoeffekten på skalaen fra Kritisk negativ konsekvens til Stor positiv konsekvens.

Vi konkluderer med at å igangsette demonstrasjonscasen SVG–BGO2025 som vil vesentlig øke sannsynligheten for realisering av FREM-scenariet framfor REF-scenariet kan forventes å ha:

Positiv konsekvens – Alternativet vil være bedre enn referansealternativet

Skala
Kritisk negativ konsekvens
Svært stor negativ konsekvens
Stor negativ konsekvens
Middels negativ konsekvens
Noe negativ konsekvens
Ubetydelig konsekvens
Positiv konsekvens
Stor positiv konsekvens



Med andre ord, vi forventer at det å satse på et demonstrasjonscase for elfly mellom Bergen og Stavanger vil ha større netto samfunnsnytte enn å ikke satse. Dette er rapportens hovedkonklusjon.

Tabell S.1: Samfunnsøkonomisk analyse sammenstilt i en multikriterietabell med kilder i parentes.

Nyttekomponent	Verdsetting (nåverdi)/ vurdering av ikke-prissatte virkninger
Utslippskutt CO ₂ og NO _x fra demonstrasjonscasen SVG–BGO2025 (kap. .5)	Opptil 2 mill. NOK
Utslippskutt CO ₂ i FREM-scenario (kap. .5)	Opptil 13 670 mill. NOK
Kutt i øvrige klimaeffekter i FREM-scenario (kap. .5)	Opptil 10 940 mill. NOK
Utslippskutt NO _x i FREM-scenario (kap. .5)	Opptil 323 mill. NOK
Forsikring mot worst case framtidige klimatiltakskostnader (kap. 7)	++/+++
Forsikring mot manglende politisk vilje og evne til å sette nødvendig karbonpris i Norge (kap. 7)	++/+++
Gevinster av støyreduksjon – reduserte helsekostnader og land-value capture (kap. 7)	+
Elfly er en umoden teknologi og det er lite erfaringer på kommersielle ruter, så det vil være behov for RD&D. Vellykket demonstrering og raskere oppskalering kan bidra til å raskere skape et marked for nullutslippsteknologier globalt. (kap. 7)	+ / ++
Nyttevirkninger for framtidig elflytilbud fra andre flyplasser – nettverksfordeler (kap. 7)	+
Utvidet verktøykasse for distriktpolitikken, som også kan avlettede behovet for investeringer i vei og jernbane (kap. 7)	+ / ++
Økning i konsumentoverskudd (kap. 4 og 7)	0 / +
Kostnadskomponent (og negative nyttevirkninger)	Vurdering av ikke-prissatte virkninger
Merkostnader ved overgang til elfly fra konvensjonelt fly i demonstrasjonscasen (kap. 7)	-
Merkostnader knyttet til fem år fremskyndet innføring av elfly (kap. 7)	---
Merkostnader knyttet til fem år fremskyndet bygging av ladeinfrastruktur (kap. 7)	--
Skattekostnader av netto provenyrtap for det offentlige (kap. 7)	- / --
Mer forurensende ressursbruk i produksjon av elfly (kap. 7)	-

En større utredning på et senere tidspunkt med mer kunnskap og erfaring med den voksende elflysektoren kan gi en mer konkretisert presentasjon av netto nytte. Konklusjonen fra multikriterieanalysen gir derimot et grunnlag for å igangsette tiltak som aktivt støtter fremskyndingen av nullutslippsfly og/eller gjør konvensjonelle flyreiser dyrere.

Et viktig forbehold med konklusjonen er at selv om en demonstrasjonscase av typen SVG-BGO2025 igangsettes, er det ingen garanti for at alle de gjennomgåtte nyttevirkningene fra et FREM-scenario vil bli realisert. Det er alltid en risiko for at man kan sitte igjen med mer på kostnadssiden og mindre på nyttesiden. På den andre siden kan usikkerheten også trekke i motsatt retning. Det er også mulighet for at netto nytteeffekten blir enda større enn skissert her, hvis f.eks. teknologiutviklingen av elfly og nødvendig infrastruktur går raskere enn forventet.

Fordeler og ulemper for næringslivet i Norge generelt og i Bergen–Stavanger-regionen spesielt ved fremskyndet innføring av elfly

Mange av aktørene i økosystemet rundt luftfarten mener de kan dra nytte av en grønn omstilling der ulike typer elfly i stadig større grad blir benyttet. For eksempel hevder de at elflysatsning vil kunne bidra til å støtte opp om grønn turisme, bærekraftige arbeidsreiser og nye forretningsmuligheter for bedrifter som utvikler teknologi. Næringsaktørene tror også at elfly vil gjøre det raskere og billigere å frakte tidskritiske varer til og fra nær- og fjerntliggende områder, sammenlignet med lastebil. Representanter for mange småbyer og tettsteder som i dag har kortbaneflyplasser ser for seg at passasjerruter med elfly kan bidra til å gi bedre forhold for næringslivet og samfunnet der ellers, fordi det på sikt kan gi flere avganger og lavere priser på frakt av personer og varer, samt mer turisme.

I småflysegmentet, hvor små elfly vil kunne ha samme antall seter som et konvensjonelt småfly, forventer aktørene at elfly vil ha kostnadsfordeler i form av lavere energikostnader, uten at den taper skalafordeler. På korte(re) strekninger ser aktørene for seg at elfly vil kunne utgjøre en type «taxibuss», spesielt basert på elsjøfly som kan betjene byer og tettsteder nær vann og dermed gjøre elfly ekstra nyttige for blant andre forretningsreisende med høy betalingsvillighet og stramme tidsskjemaer. Det kan også åpne seg et marked for elfly «on demand» for et markedssegment med høy betalingsevne.

Aktørene tror at satsning på elfly på strekningen Bergen–Stavanger spesielt kan bidra til at luftfarten i Norge, flyselskaper og leverandørindustri, kan kapre nisjer i luftfartsmarkedet også internasjonalt. Argumentasjonen er at dette kan skje gjennom at de ulike aktørene i «økosystemet» rundt flytransporten får tidlig kompetanse og at det tidlig gjøres investeringer i ulike typer infrastruktur som senere kan oppskaleres, slik som infrastruktur for lading og vedlikehold. Aktørene mener at ulike bedrifter i området vil kunne dra nytte av samarbeid rundt teknologien som kan gi opphav til merverdiskapende klyngeeffekter.

Aktørene vi har intervjuet indikerer at de største vinnerne ved en storskala introduksjon av elfly vil være næringslivet i de regionene som har elfly-strekninger og operatørene av elfly. Hvis elfly blir betydelig subsidiert kan også deler av de reisende få lavere generaliserte kostnader, at de som allerede flyr får lavere billett-kostnader (som mer enn kompenserer for evt. økt flyreisetid) og de som kan skifte fra bil/tog/ferge/buss til fly vil i tillegg forventes å få redusert reisetid til sine destinasjoner. De gruppene som kan tape på fremskynding/subsidiering av elfly, er operatører av tog-, ferge- og busstrekninger som får konkurranse fra elfly, inkludert de som foretrekker tog/ferge/buss om rutetilbudet reduseres/fjernes. Leverandører av konvensjonelt flydrivstoff vil også møte ekstra utfordringer.

Virkemidler for fremskyndet innfasing av elfly i Norge generelt og mellom Stavanger og Bergen spesielt

For å kunne fremskynde innfasing av umodne teknologier som elflyteknologiene, vil det først måtte etableres konkrete, tidfestede, overordnede politiske målsettinger, med tilhørende konkrete strategier på nasjonalt nivå, og helst også nordisk og europeisk nivå. Slike målsettinger må evt. finnes nedfelt i styringsstrategier som Nasjonal transportplan, regjeringens klimaplaner, og den fremtidige planlagte luftfartsstrategien. På nordisk nivå kan det være nødvendig at slike målsettinger er nedfelt i planene til Nordisk ministerråd. I Norge finnes ikke, per 2021, vedtatte nasjonale mål for elektrifisering av luftfarten. En mulighet er at de norske myndighetene gjør målene som Avinor og Luftfartstilsynet allerede har foreslått, til nasjonale mål.

At det settes konkrete nasjonale mål for fremskyndet innfasing av elfly i Norge kan i seg selv være viktig for måloppnåelse nasjonalt. Men det vil sannsynligvis gi et sterke politisk pådytt om de nordiske regjeringene *sammen* lager felles mål og strategier for elektrifisering av luftfarten enn om kun ett av landene gjør det. Dersom de nordiske landene kan vise til en fremskyndet innfasing av elektrisk luftfart, så kan det forventes å inspirere til å sette tilsvarende mål om elektrisk luftfart på EU-nivå.

Fremskyndet satsning på elfly krever blant annet at det må lønne seg bedriftsøkonomisk for flyselskapene å operere elfly, og at produsentene av elektriske passasjerfly føler seg sikre på at det er et framtidig marked for dem, slik at de satser de ressursene som skal til for å gå gjennom den krevende prosessen å få elflyene sertifisert og utvikle teknologien videre etter sertifiseringen.

Norsk elbilpolitikk har vist at betydelige avgiftsfritak (subsidiert) kan bidra til å fremskynde bruken av batteribaserte alternativer. Økonomiske virkemidler for å *støtte driften* av elfly kan inkludere at elflyene fritas fra avgifter som passasjeravgift, startavgift og landingsavgift på norsk, nordisk og eventuelt også europeisk nivå i en innfasingsperiode frem til 2040. Fritak for merverdiavgift (MVA) på billetter for nullutslippsfly til 2040 er et annet tiltak som informantene mente at ville være viktig.

Økonomiske virkemidler som *støtter opp om anskaffelser* av elfly kan ligge i at staten, via Enova¹, Innovasjon Norge eller andre, gir støtte til kjøp av nye elfly, eller eventuelt kjøper nye elfly og låner dem ut til flyselskapene. Dette kan være løsninger som gjør det enklere for flyselskapene å satse på denne nye teknologien i en tidlig fase.

Informantene var svært positive til *en kombinasjon av virkemidler*, slik som krav til elfly på FOT²-ruter i kombinasjon med investeringsstøtte, restverdigarantier og økt kontraktslengde. *Ladeinfrastruktur* for batterielektriske elfly var også noe informantene mente kunne trenge økonomisk støtte, da det er en vesentlig anskaffelseskostnad å etablere slik ladeinfrastruktur på landets flyplasser.

I tillegg til støttende virkemidler, vil lønnsomheten til elfly også avhenge av avgiftstrykket på konvensjonelle flytyper. En omlegging av virkemiddelapparatet for å stimulere til utvikling og bruk av lav- og nullutslippsfly kan være en anledning til å ta tak i en del av de eksisterende skjjevhetene i bruken av avgifter i luftfarten, bl.a. underbeskatningen av flygninger inn i og ut av EU-ETS området. Den norske flypassasjeravgiften for reiser ut av Europa er vesentlig lavere enn utslippskostnaden ved slike flyreiser, med gjeldende verdsetting av CO₂-utslipp, noe som gjør at lengre flyreiser favoriseres i langt større grad enn relativt korte reiser innenfor

¹ Slik som via deres nullutslippsfond.

² Betyr forpliktelse til offentlig tjenesteyting.

Europa. Dette er samfunnsøkonomisk ineffektivt. Det er med andre ord god grunn til å vurdere å øke flypassasjeravgiften for reiser ut av Europa, slik at det blir mer samsvar mellom de private insentivene og samfunnets. Anbefalingene fra rapporten *Nordic Sustainable Aviation* om å legge avgiften for reiser ut av Europa på tysk nivå (ca. 58 Euro) vil et stykke på vei bøte på denne skjevheten. Økt avgiftsinnbetaling (proveny) for bruk av konvensjonelle fly kan vurderes brukt til finansiering av virkemidler for å stimulere til lav- og nullutslippsfly, for eksempel gjennom et klimafond (ideelt sett på nordisk nivå). Øremerking av avgifter til å stimulere fram grønne teknologier kan bidra til at aksepten for avgifter øker.

Et norsk/nordisk klimafond for elfly og andre former for lav- og nullutslippsluftfart kan organiseres på ulike vis. Det kan også være fristilt fra eksisterende institusjoner, dvs. være uavhengig. Midlene i fondet kan brukes til å utvikle ulike klimaløsninger i luften, det være seg gjennom betaling av differansen mellom konvensjonelt flydrivstoff og avansert biodrivstoff/e-fuels, eller gjennom en satsning på elektrifisering. Fondet vil også kunne brukes til å stimulere til forskning og innovasjon for redusert klimagassutslipp fra luftfarten og evt. også støtte den omliggende næringsaktiviteten til flytransporten. Fondet kunne også brukes til å finansiere et innovasjonssenter for elfly, som Avinor, Luftfartstilsynet, SINTEF og Norsk Industri har foreslått, og fondet og senteret kunne trekke på kunnskap fra hverandre og gi synergier.

Anbefalinger

Gitt at norske myndigheter ønsker å satse på fremskyndet innfasing av elfly i Norge, så kan følgende punkter være relevante:

- **Nasjonale mål** for utslippskutt i luftfartssektoren og for innfasing av nullutslippsfly vil gi den viktigste politiske rammen for å fremskynde omstillingen. Målsettingene foreslått av Avinor og Luftfartstilsynet (2020) kan danne utgangspunkt for slike nasjonale mål.
- Hvis den planlagte luftfartsstrategien signaliserer at **CO₂-avgiften** for innenriks luftfart skal fortsette å stige etter 2030, i takt med en karbonprisbane nødvendig for å overholde Parisavtalen, så vil det styrke luftfartens eget incitament for omstilling.
- En annen vridning til fordel for elflyenes konkurransekraft er **fritak for flypassasjeravgift for nullutslippsfly** over en lengre periode. Avgiften er dessuten delvis motivert av klimahensyn. Detaljreguleringen av dette (inkludert hvordan man skal holde seg innenfor reglene om offentlig støtte) må utredes nærmere.
- Nasjonal verdsetting av klimagassutslipp taler dessuten for å (gjeninnføre og) **øke flypassasjeravgiften for flygninger ut av Europa for konvensjonelle fly**, slik at billettprisen bedre skal sammenfalle med CO₂-kostnadene som påføres (slik det i større monn har vært for flygninger innen Europa, før pandemien). Dette er for øvrig også anbefalt i *Nordic Sustainable Aviation*.
- Det kan vurderes om provenyet fra flypassasjeravgiften skal brukes til å finansiere et **klimafond** for luftfart, enten nasjonalt eller kanskje helst på nordisk nivå. Et slikt fond vil kunne brukes til å støtte de tiltakene som gir mest utslippskutt og teknologiutvikling for pengene. Dette kan være innen biodrivstoff, elektrifisering, herunder støtte til både anskaffelse og drift, samt forskning og utvikling. Det kan også inkludere et innovasjonssenter for elfly. Detaljreguleringen av dette måtte evt. utredes nærmere.

- Offentlig **støtte til utbygging av ladeinfrastruktur** for elfly på norske flyplasser gir nettverksfordeler, så det er også relevant å vurdere som tiltak for å fremskynde innføringen. Detaljreguleringen av dette må evt. utredes nærmere.
- Et annet element er de **utslippskravene som luftfartsmyndighetene setter for FOT-rutene**; der strenge krav kan øke innføringstempoet av ny teknologi. Luftfartsmyndighetene bør grundig følge opp erfaringene som gjøres med ny teknologi. Detaljreguleringen av dette må evt. utredes nærmere.
- Vi finner at fremskyndet innføring av elfly gjennom en vellykket demonstrasjonscase for strekningen Bergen–Stavanger forventes å ha en positiv nytteeffekt, jfr. kap. 8. Det kan tale for **offentlig støtte for en slik demonstrasjonscase**, blant annet offentlig finansiering av ladeinfrastrukturen.

Summary

Accelerating the phase in of electric aircraft in Norway

Possible societal impacts and policy instruments

TØI Report 1851/2021

Author: Paal Brevik Wangsness, Inga Margrete Ydersbond, Knut Veisten & Eivind Farstad
Oslo 2021 137 pages Norwegian language

Given the ambitious climate goals set by Norwegian authorities, and given the desire to maintain current air travel activity, one of the solutions for achieving the goal may be to start replacing conventional aircraft with zero-emission aircraft over the next ten years. With an attempt to speed up the phasing in of electric planes on a route in Norway, the Bergen–Stavanger (BGO–SVG) seems like a promising case. The report concludes that investing in a demonstration case for electric planes between Bergen and Stavanger can be expected to have greater net benefits than not investing.

In several international agreements, the Norwegian authorities have committed to drastic emission cuts and have also set national targets for such cuts. We assume that the Norwegian authorities have intentions to comply with these obligations. It is an important premise for the entire report that current and future governments should keep their promises of emission cuts.

To achieve the ambitious climate goals Norway, with sustained travel activity, it is proposed to start replacing conventional aircraft with zero-emission aircraft over the next ten years. For Norway, battery-electric aircraft seems as a promising zero-emission option.

With an attempt to speed up the phasing in of electric planes on a route in Norway, the Bergen–Stavanger (BGO–SVG) seems like a promising case, for several reasons:

- 1) Short distance – only 160 kilometers by air (considering that first generation battery electric aircraft are estimated to have approximately 350–400 km of efficient range)
- 2) Relatively large customer base – approx. 550 000 passengers annually
- 3) Aircraft are highly competitive in terms of time – the options take a long time

Given that electric planes are being phased in on the Bergen–Stavanger route, experience will be invested in infrastructure and experience will be gained earlier than would otherwise have been the case. It is reasonable to expect that this will lead to the phasing in of electric planes elsewhere in the country, and perhaps also in other countries, will begin earlier, compared to what will force its way sooner or later due to increasingly tight climate policies both nationally and internationally. Exactly how much earlier phasing in of electric aircraft in ordinary passenger transport will begin if an electric flight BGO–SVG is established, and whether there would be any difference in the phase-in rate is impossible to establish. What we can do is try to concrete a plausible reference scenario and a plausible acceleration scenario, and to make some rough calculations based on that.

We base ourselves on the objectives set by Avinor and the Civil Aviation Authority (2020): 1) By 2030, the first ordinary domestic scheduled flights will be electrified. 2) By 2040, all civil domestic aviation in Norway will be electrified, reducing greenhouse gas emissions by at least 80% compared to 2020.

If emissions trends in domestic aviation are flat through the 2020s, and 80% of emission cuts are to be made through the phasing in of electric aircraft in 10 years, the average reduction rate in the years 2030–2040 must be about 13.5% per year. If there are no successful

demonstrations with electric planes in the 2020s, the phasing in of electric planes from 2030 onwards seems very optimistic.

Thus, in the reference scenario, in the absence of a successful demonstration case, the phasing in of electric planes is expected to begin in 2035, with a 13.5% reduction in greenhouse gas emissions per year thereby. Compared to Norwegian aviation's 2019 emissions, emissions in 2040 will thus be 58% lower, not 80%, which is the target.

In the acceleration scenario, we assume that the first experiences with electric aircraft on the BGO–SVG route will be successful and that players in the domestic aviation market will start the same phasing in of electric aircraft as in the reference scenario, but 5 years earlier, i.e. in 2030. The phase-in rate in the acceleration scenario is also assumed to be identical to that in the reference scenario, with an annual emission reduction rate of 13.5%.

The implications of these assumptions are that over the period from the time the phase-in begins in the reference scenario to the phasing-in would have been completed in this scenario, the acceleration scenario will in total entail reduced greenhouse gas emissions equivalent to 5 years of emissions from the entire domestic aviation sector before the phasing in of electric planes. With the continuation of the emission level from the years before the pandemic, this will correspond to approximately 6 million tons CO₂ equivalents (MtCO₂e).

How will travelers and businesses perceive such an alternative with electric aircraft?

A sample of transport users traveling between Bergen and Stavanger (in the period 2019–2021) have been asked about travel activity, attitudes and preferences for a future electric plane option on this route. This sample of 1,000 people is expected to reflect the views of the underlying population of transport users between the Bergen area and the Stavanger area.

The majority of the sample is positive about a future electric plane alternative. The negative effect of an increase in flight time of 10 minutes, on the willingness to choose the electric option, was relatively small. Respondents under the age of 30 were most positive about electric planes as a future transport option between Bergen and Stavanger, while those over the age of 50 were the least positive.

The majority who took a positive approach to electric planes as an alternative mode of transport between Bergen and Stavanger will not necessarily be willing to pay more for an electric plane alternative than for a conventional aircraft. This is to be expected, as many have economic conditions as the main factor for why they choose one transport option over another. However, some respondents express a high willingness to pay. Among those who were positive about electric planes, we get an estimated average willingness to pay a price increase up to 20 per cent for electric planes per se. However, the majority of those who initially make a positive approach to flying electric planes are *not willing* to pay more to travel by electric plane than to travel on other aircraft.

In the minority who set themselves negatively or undecided to electric planes as an alternative mode of transport between Bergen and Stavanger, a share will probably be "tempted" with a lower price to travel by electric plane rather than with other aircraft. Nevertheless, even with a 90% relative price reduction, i.e. price reduction in an electric plane ticket BGO–SVG compared to a plane ticket with an ordinary aircraft SVG-BGO, about half will not choose the electric plane option. The average compensation requirement for passengers will thus be large – we estimate a willingness to pay for electric planes is 60-70 per cent lower than for conventional aircraft.

If we look at the entire sample in context, the positive as well as the negative/undecided, we will find that (a weighted) average willingness to pay is barely higher than 0%. If travelers *are*

given the choice between electric and conventional aircraft, those with a higher willingness to pay for electric planes will be able to self-select themselves for electric planes. We expect this, all else being equal, will contribute to an improvement in travelers' consumer benefit.

We also conducted a survey for 16 businesses in the Bergen area and the Stavanger area. The main finding from this survey points to a positive attitude towards the development of an electric flight route on this route. The biggest challenge is to document and convince this business market that electric flights are safe and hassle-free, to have electric flight safety approved as a safe mode of transport by, as well as to clarify positive environmental effects.

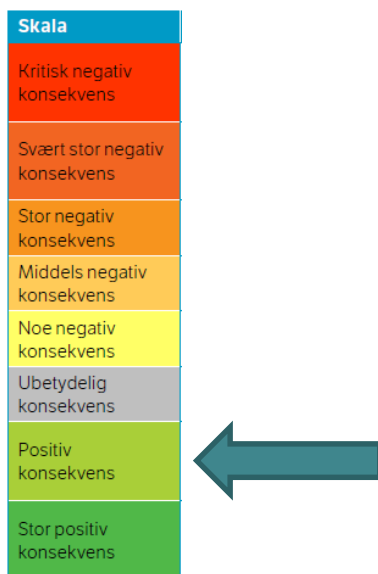
Main conclusion

Since the development of electric planes is at such an early stage, there are major challenges in value the cost effects and benefits of an accelerated phasing in of electric planes in Norway. Therefore, the cost-benefit analysis is more qualitative than is usual in e.g. road development, and it is presented as a so-called multi-criteria analysis, with both priced and non-priced effects.

The multi criteria analysis is summarized in Chapter 8. We assess the magnitude of the valued environmental benefits, as well as the number and magnitude of the non-priced positive effects, against the number and magnitude of the non-priced costs and negative effects. We follow the guidance from the Norwegian Public Roads Administration (2018) on how to place the net effect on the scale from Critical negative consequence to Great positive consequence.

We conclude that initiating the SVG–BGO2025 demonstration case, which will significantly increase the likelihood of realizing the acceleration scenario rather than the reference scenario, can be expected to have:

Positive consequence – The option will be better than the reference option



In other words, we expect that investing in a demonstration case for electric planes between Bergen and Stavanger will have greater net benefit than not investing. This is the report's main conclusion.

Table S.2: Multi-criteria table with sources in parentheses.

Nyttekomponent	Valuation (present value)/ assessment of non-priced effects
Emission cuts CO ₂ and NO _x from the SVG–BGO2025 demonstration chapter (Chapter . 5)	Up to NOK 2 million
Emission cuts CO ₂ in acceleration scenario (Ch. .5)	Up to NOK 13,670 million
Cuts in other climate effects in the acceleration scenario (Chapter . 5)	Up to NOK 10,940 million
Emission cuts NO _x in the acceleration scenario (Chapter . 5)	Up to NOK 323 million
Insurance against worst case future climate action costs (Chapter 7)	++/+++
Insurance against a lack of political will and the ability to set the necessary carbon price in Norway (Chapter 7)	++/+++
Benefits from noise reduction – reduced health costs and land-value capture (Chapter 7)	+
Electric aviation is an immature technology and there is little experience on commercial routes, so there will be a need for RD&D. Successful demonstration and faster upscaling can help to faster create a market for zero-emission technologies globally. (Chapter 7)	+/++
Benefits for future electric flights from other airports – network benefits (Chapter 7)	+
Extended toolbox for regional policy, which can also reduce the need for investments in road and railways (Chapter 7)	+/++
Increase in consumer surplus (Chapters 4 and 7)	0/+
Cost component (and negative benefits)	Assessment of non-priced effects
Additional costs when shifting to electric aircraft from conventional aircraft in the demonstration case (Chapter 7)	-
Additional costs related to five years accelerated phasing in of electric aircraft (Chapter 7)	---
Additional costs related to five years accelerated the construction of charging infrastructure (Chapter 7.)	--
Cost of public funds (Chapter 7)	-/--
More polluting use of resources in the production of electric aircraft (Chapter 7)	-

A larger study at a later date with more knowledge and experience with the growing electric aircraft sector may provide a more concrete presentation of net benefits. The conclusion of the multi criteria analysis, on the other hand, provides a basis for initiating measures that actively support the advancement of zero-emission aircraft and/or make conventional flights more expensive.

An important caveat to the conclusion is that even if a SVG-BGO2025 demonstration case is initiated, there is no guarantee that all the reviewed benefits from an acceleration scenario will be realized. There is always a risk that you may be left with more on the cost side and less on the benefit side. On the other hand, uncertainty can also pull in the opposite direction. There is also the possibility that the net benefit effect will be even greater than outlined here, if, for example, the technology development of electric planes and the necessary infrastructure goes faster than expected.

Advantages and disadvantages for the business sector in Norway in general and in the Bergen–Stavanger region especially by accelerated phasing in of electric planes

Many of the players in the aviation ecosystem believe that they can benefit from a green transition where different types of electric aircraft are increasingly being used. For example, they argue that electric airlines will be able to help support green tourism, sustainable work

trips and new business opportunities for companies developing technology. Industry players also believe that electric planes will make it faster and cheaper to transport time-critical goods to and from near and far areas, compared to trucks. Representatives of many small towns and villages that currently have short-haul airports envision that passenger routes by electric plane can help to provide better conditions for the business community and society there, because in the long term it can result in more departures and lower prices for the transport of people and goods, as well as more tourism.

In the small aircraft segment, where small electric planes will be able to have the same number of seats as a conventional small aircraft, the players expect electric planes to have cost advantages in the form of lower energy costs, without losing scale advantages. On short distances, the players envision that electric planes could constitute a type of "taxi bus", especially based on electric sea planes that can serve towns and cities close to water, thus making electric planes extra useful for business travelers with a high willingness to pay and tight schedules. A market for electric planes "on demand" may also open up for a market segment with high ability to pay.

The players believe that investment in electric planes on the Bergen–Stavanger route in particular can help the Norwegian aviation sector, airlines and the supplier industry to achieve niches in the electrified aviation market internationally as well. The argument is that this can be achieved by giving the various actors in the "ecosystem" around air transport early expertise and making early investments in different types of infrastructure that can later be scaled up, such as charging and maintenance infrastructure. The players believe that different companies in the area will benefit from cooperation around the technology that can give rise to value-added industry cluster effects.

The agents we have interviewed indicate that the biggest winners in a large-scale introduction of electric aircraft will be the business sector in the regions that have electric flights and the operators of electric planes. If electric planes are significantly subsidized, some of the travelers may also receive lower generalized costs, meaning that those who already fly will receive lower ticket costs (which more than compensate for any increased flight time) and those who can switch from car/train/ferry/bus to aircraft will also be expected to have reduced travel time to their destinations. The groups that may lose out on the acceleration/subsidy of electric planes are operators of train, ferry and bus lines that receive competition from electric planes, including those who prefer trains/ferries/buses if the route is reduced/removed. Conventional aviation fuel suppliers will also face additional challenges.

Instruments for expedited phasing in of electric planes in Norway in general and between Stavanger and Bergen in particular

In order to accelerate the phasing in of immature technologies such as electric aircraft technologies, concrete, overarching political objectives, with associated specific strategies at the national level, and preferably also Nordic and European levels, will first need to be established. Such objectives must be enshrined in management strategies such as the National Transport Plan, the Government's climate plans, and the future planned aviation strategy. At the Nordic level, it may be necessary that such objectives are enshrined in the plans of the Nordic Council of Ministers. In Norway, as of 2021, national targets for electrification of aviation are not adopted. One possibility is that the Norwegian authorities are making the targets that Avinor and the Civil Aviation Authority have already proposed to national targets.

The fact that specific national targets are set for the accelerated phasing in of electric aircraft in Norway may in itself be important for achieving targets nationally. But it is likely to give a

strong political boost if the Nordic governments *together* create common goals and strategies for electrification of aviation than if only one of the countries does. If the Nordic countries can point to an expedited phasing in of electric aviation, it can be expected to inspire the setting of similar goals for electric aviation at EU level.

The accelerated investment in electric aircraft requires, among other things, that it must pay for the airlines to operate electric aircraft, and that the manufacturers of electric passenger aircraft feel confident that there is a future market for them, so that they invest the resources needed to go through the demanding process of getting the electric planes certified and developing the technology further after the certification.

Norwegian electric car policy has shown that significant tax exemptions can help speed up the use of battery-based alternatives. Economic instruments to *support* the operation of electric planes may include exempting electric planes from taxes such as passenger duty, starting fees and landing fees in Norwegian, Nordic and possibly also European levels for a phase-in period up to 2040. Exemption from value added tax on tickets for zero-emission aircraft until 2040 is another measure that the informants believed would be important.

Economic instruments that support *the procurement* of electric planes may lie in the state, via Enova, Innovation Norway or others, providing³ support for the purchase of new electric planes, or possibly buying new electric planes and lending them to airlines. These may be solutions that make it easier for airlines to invest in this new technology at an early stage.

The interviewed agents were very positive about *a combination of instruments*, such as requirements for electric planes on public service air routes in combination with investment support, residual value guarantees and increased contract length. ⁴*Charging infrastructure* for battery-electric aircraft was also something the interviewees believed could need financial support, as it is a significant acquisition cost to establish such charging infrastructure at the country's airports.

In addition to supportive instruments, the profitability of electric aircraft will also depend on the tax pressure on conventional aircraft. A restructuring of the policy instruments to stimulate the development and use of low- and zero-emission aircraft may be an opportunity to address some of the existing bias in the use of taxes in aviation, including the under-taxation of flights into and out of the EU-ETS area. The Norwegian air passenger tax for travel out of Europe is significantly lower than the emission cost of such flights, with the current valuation of CO₂ emissions, which means that longer flights are favored to a much greater extent than relatively short journeys within Europe. This is economically inefficient. In other words, there is good reason to consider increasing air passenger tax for travel out of Europe, so that there is more consistency between the private incentives and society's. The recommendations of the *Nordic Sustainable Aviation* report on imposing the fee for travel out of Europe at the German level (approx. 58 Euro) will some way on the way remedy this bias. Increased tax revenue for the use of conventional aircraft may be considered to finance instruments to stimulate low- and zero-emission aircraft, for example through a climate fund (ideally at the Nordic level). Earmarking the revenue to stimulate green technologies can contribute to an increase in acceptance of taxes.

A Norwegian/Nordic climate fund can be used to develop different climate solutions in the air travel sector, be it through payment of the difference between conventional aviation fuel and advanced biofuels/e-fuels, or through stimulating electrification. The fund may also be used to stimulate research and innovation to reduce greenhouse gas emissions from aviation

³ As with their zero-emission fund.

⁴ Means commitment to public services.

and possibly also support the surrounding commercial activity of air transport. The fund could also be used to finance an innovation center for electric aircraft, as proposed by Avinor, the Civil Aviation Authority, SINTEF and the Federation of Norwegian Industries.

Recommendations

Given that the Norwegian authorities wish to focus on expedited phasing in of electric aircraft in Norway, the following points may be relevant:

- **National targets** for emission cuts in the aviation sector and for phasing in zero-emission aircraft will provide the most important policy framework for speeding up the transition. The objectives proposed by Avinor and the Civil Aviation Authority (2020) may form the basis for such national goals.
- If the planned aviation strategy signals that the **carbon tax** for domestic aviation will continue to rise after 2030, in line with a carbon price path necessary to comply with the Paris Agreement, then it will strengthen aviation's own incentive for transitioning.
- Another shift in favour of the competitiveness of electric planes is **the exemption from air passenger duty for zero-emission aircraft** over an extended period of time. The tax is also partly motivated by climate change considerations. The detailed regulation of this (including how to stay within the rules on public funding) must be investigated further.
- Applied national CO₂-values imply **increasing air passenger duty for flights out of Europe for conventional aircraft**, so that the ticket price should better coincide with the CO₂-costs incurred (as has been the case for flights within Europe before the pandemic). This is also recommended in *Nordic Sustainable Aviation*.
- It can be considered to use the tax revenue from the air passenger tax to fund a **climate fund** for aviation, either nationally or perhaps preferably at the Nordic level. Such a fund could be used to support the measures that provide the most emission cuts and technology development for the money. This may be in biofuels, electrification, including support for both procurement and operations, as well as research and development. It may also include an innovation center for electric aircraft. The detailed regulation of this may need to be investigated further.
- Public support for **the development of charging infrastructure** for electric aircraft at Norwegian airports provides network benefits, so it is also relevant to consider as measures to accelerate the phase-in. The detailed regulation of this may need to be investigated further.
- Another element is the **emission requirements set by the aviation authorities for the FOT routes** (public service routes); where strict requirements can increase the pace of new technology phasing in. The aviation authorities should thoroughly follow up the experiences made with this new technology. The detailed regulation of this may need to be investigated further.
- We find that accelerated phasing in of electric planes through a successful demonstration case for the Bergen–Stavanger route is expected to have a positive net benefits. This could imply **public support for such a demonstration case**—including public funding of the charging infrastructure.

1 Innledning

This Agreement, [...], aims to strengthen the global response to the threat of climate change, in the context of sustainable development and efforts to eradicate poverty, including by:

(a) Holding the increase in the global average temperature to well below 2°C above pre-industrial levels and pursuing efforts to limit the temperature increase to 1.5°C above pre-industrial levels, recognizing that this would significantly reduce the risks and impacts of climate change

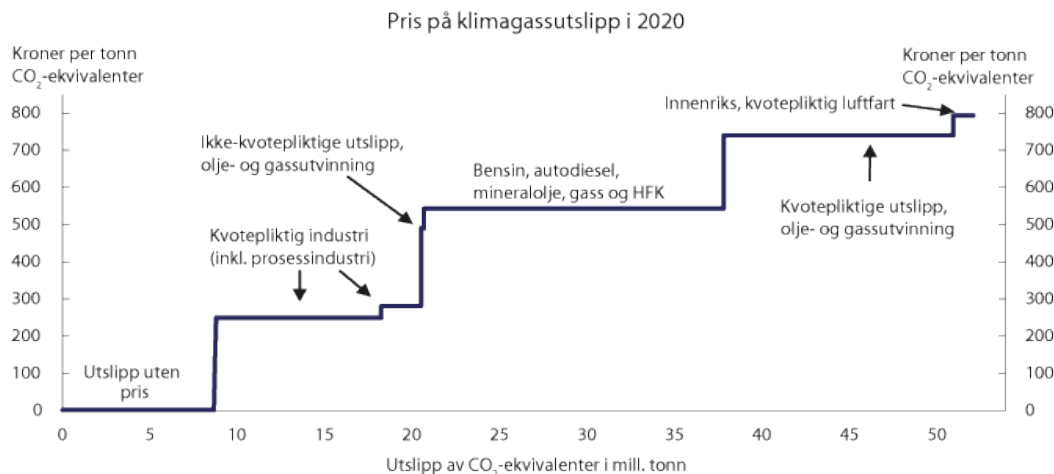
- Artikkel 2 av Parisavtalen

Slik lyder kjernebudskapet fra Parisavtalen⁵ fra desember 2015, som Norge ratifiserte i 2016. Overholdelse av Parisavtalen innebærer svært ambisiøse mål som vil innebære store omstillinger i verdens økonomier og samfunn, både på kort og lang sikt. Vi kommer tilbake til hvordan disse målene er konkretisert.

Å begrense global oppvarming innebærer at verden har et utslippsbudsjett, hvor det er verdens totale utslipp av klimagasser over tid som gir utslag i form av ødeleggende klimaendringer. Hvert tonn CO₂-ekvivalent gjør like mye skade, uavhengig av hvor i verden den kommer fra. Men skal det totale utslippsbudsjettet overholdes for å nå maksimalt 2 graders, og helst 1,5 graders oppvarming, må dramatiske utslippskutt skje i alle land og sektorer. Hvis noen sektorer unnlater å gjennomføre relativt billige utslippskutt, vil andre sektorer bli nødt til å gjennomføre flere og relativt dyrere utslippskutt. Dette vil drive opp samfunnets totale kostnader for å overholde utslippsbudsjettet, som er kostbart nok som det er. I tillegg rører det ved sentrale rettferdighetsspørsmål hvis noen sektorer skulle skånes for tiltak, mens andre måtte påta seg mer.

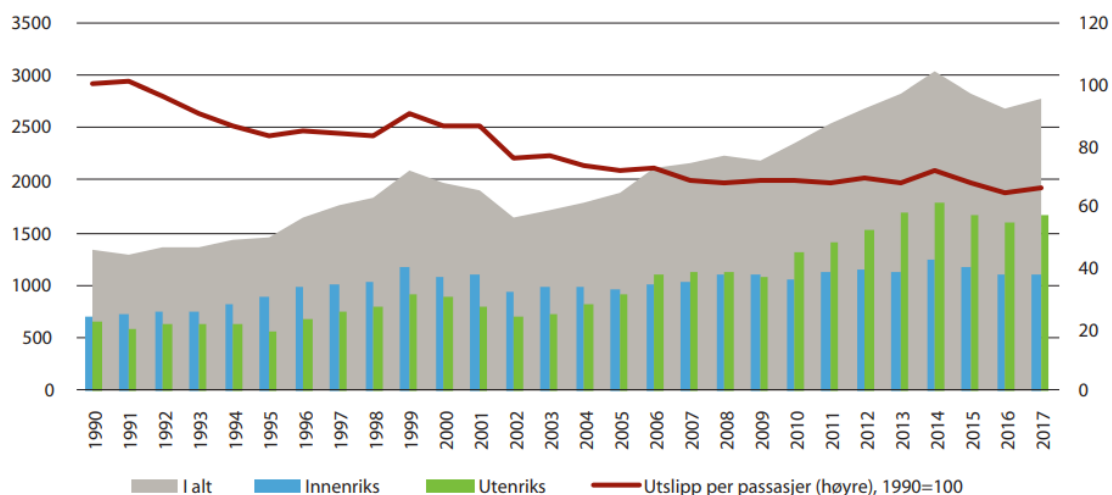
Luftfartssektoren er underlagt flere tiltak som gir insentiver til utslippskutt, og deler av sektoren, nemlig innenriks luftfart, har et vesentlig sterkere CO₂-avgifts- og kvotetrykk enn andre deler av norsk økonomi. I figur 1.1 ser vi at summen av CO₂-avgiften og kvoteprisen vil tilsi en karbonpris på ca. 800 kr per tonn CO₂.

⁵ [ADOPTION OF THE PARIS AGREEMENT - Paris Agreement text English \(unfccc.int\)](https://unfccc.int/paris_agreement/text)



Figur 1.1: Pris på utslipp av klimagasser i ulike sektorer. Avgiftsnivå i kroner per tonn CO₂-ekvivalenter i 2020 og kvotepris på 250 kroner per tonn CO₂. Utslippstallene er fra 2018. Hentet fra Prop. 1 LS - Skatter, avgifter og toll (Finansdepartementet, 2020).

Utenriks lufttransport møter i mindre grad en pris på CO₂-utslipp. Flyving internt i EØS er underlagt EUs kvoteregime, men det gjelder ikke for flygninger som kommer fra utenfor EØS-området, eller flyr ut av EØS-området. Vi ser at utslipp fra innenriks luftfart har holdt seg relativt stabile de siste tiårene, mens utslippene fra utenriks luftfart har steget (se figur 1.2). Samtidig har det vært en utslippseffektivisering over de siste tre ti årene, med vesentlig fallende utslipp per passasjer.



Figur 1.2: Utslipp fra norsk luftfart 1990–2017 i 1000 tonn CO₂-ekvivalenter (venstre akse) og utslipp per passasjer (høyre akse). Hentet fra Samferdselsdepartementet (2019a), som har brukt data fra SSB, Miljødirektoratet og Avinor.

Effektiviseringer til tross, for å overholde ambisiøse klimamål, så er det ikke nok med et par prosentpoeng med årlig utslippseffektivisering, selv om den er kjærkommen. Gitt de ambisiøse klimamålene, og gitt at man skal opprettholde den ønskede aktiviteten, så er det nødvendig å starte å skifte ut konvensjonelle fly med nullutslippsfly i løpet av de neste tiårene. For Norge ser per nå det mest lovende nullutslippsalternativet ut til å være batterielektriske elfly. Derfor vil vi konsentrere oss om slike typer elfly i denne rapporten.

1.1 Hva mener vi når vi snakker om elfly?

I denne rapporten kommer vi i all hovedsak til å bruke betegnelsen elfly når vi snakker om nullutslipps- eller lavutslippsfly med en eller flere elektriske motorer til fremdrift. Dette er samme definisjon som er brukt i rapporten *Forslag til program for introduksjon av elektrifiserte fly i kommersiell luftfart* av Avinor og Luftfartstilsynet (2020). De har en anvendbar klassifisering av løsninger som faller inn under definisjonen som vi gjengir i tabell 1.1.

Tabell 1.1: Hvordan elfly defineres i denne rapporten.

	Batterielektrisk	Seriehybrid	Parallellhybrid	Brenselcelle
Motor	Elektrisk	Elektrisk	Elektrisk + konvensjonell	Elektrisk
Energi-lagring	Batteri	Batteri & turbogenerator eller brenselcelle (hydrogen)	Batteri + flytende drivstoff (+ evt. turbogenerator)	Brenselcelle (+ evt. batteri)

Fra tabellen ser vi altså at et elfly kan ha strøm, hydrogen, eller en kombinasjon av strøm og hydrogen som energibærer. Fly som har ulike typer energilagring og derfor kalles hybridfly kan både være nullutslippsfly og lavutslippsfly. I kombinasjonen med en parallellhybrid motor vil flyet gi utslipp fra forbrenning av flytende drivstoff, da også avansert biodrivstoff i dag har utslipp forbundet med seg.

1.2 Behovet for nullutslippsløsninger

Menneskeskapte klimaendringer er en enorm, global trussel mot liv og helse for mennesker, dyr og natur. Framtidige generasjoners velferd (og kanskje til og med eksistens) betinger at klimaendringene begrenses fra de svært katastrofale utfallene som kan inntreffe ved veldig høye temperaturøkninger. Det er bred politisk enighet om å anerkjenne denne trusselen. Derfor har norske myndigheter forpliktet seg på flere hold til å gjøre store kutt i sine nasjonale klimagassutslipp. Forpliktelsene er gjort i eller i samarbeid med forskjellige internasjonale organisasjoner, inklusive FN og EU, samt sektorspesifikke forpliktelser.

Norske forpliktelser globalt

De fleste land i verden, inkludert Norge, har tilsluttet seg Parisavtalen. Den har som mål å begrense den globale temperaturøkningen til godt under 2 grader celsius og tilstrebe å begrense den til 1,5 grader. Norge har ratifisert Parisavtalen i henhold til kongelig resolusjon av 17. juni 2016 etter vedtak i Stortinget 14. juni 2016⁶⁷.

Landene tilknyttet Parisavtalen bestemmer selv og melder inn hvilke utslippskuttforpliktelser de vil påta seg. Norge har meldt at landet forplikter seg til å redusere klimagassutslippene sine med minst 50 % og opp mot 55 % innen 2030 sammenliknet med 1990-nivået. Dette er en oppjustering av de opprinnelige forpliktelsene satt i 2016. Oppfyllelse av disse forpliktelsene vil være avgjørende for Norges omstilling til et lavutslippssamfunn innen 2050. Med lavutslippssamfunn menes at Norges utslipp skal være redusert med 90 %-95 %, slik

⁶ <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/norge-har-ratifisert-parisavtalen/id2505365/>

⁷ https://lovdata.no/dokument/TRAKTAT/traktat/2015-12-12-32/KAPITTEL_1#KAPITTEL_1

det er presisert i regjeringens Klimamelding i 2021 (Klima- og Miljødepartementet, 2021). Klimameldingen presiserer at dette må bety lave utslipp i alle sektorer, inkludert luftfarten.

Norske forpliktelser på europeisk nivå

Norges utslippsforpliktelser er også konkretisert som forpliktelser til EU, som bygger opp om EU/EØS sine ambisjoner om å overholde Parisavtalen. Disse forpliktelsene kan deles inn i kvotepliktig og ikke-kvotepliktig sektor. Kvotepliktig sektor, som omfatter energi, industri og luftfart, faller inn under kvotesystemet EU Emissions Trading System (EU ETS). De totale utslippsstillatelsene, dvs. kvotetaket, for alle disse sektorene vil bli redusert med 43 % sammenlignet med 2005. Mellom 2020 og 2030 vil det årlige kvotetaket senkes med en faktor på 2,2 % i året («den lineære reduksjonsfaktoren»).

I ikke-kvotepliktig sektor har Norge forpliktet seg til et 40 % kutt i utslipp sammenliknet med 2005 i sin klimaavtale med EU. Den norske regjeringen erklærte i Granavold-plattformen at den planlegger å overoppfylle denne forpliktelsen med å trappe opp utslippskuttene til 45 % innen 2030. Denne intensjonen er formalisert i *Norway's National Plan related to the Decision of the EEA Joint Committee* (Klima- og Miljødepartementet, 2019).

Norske forpliktelser på nordisk nivå

I tillegg har Norge forpliktet seg til å jobbe mot karbonnøytralitet sammen med de fire andre nordiske landene i deres Declaration on Nordic Carbon Neutrality (Sipilä et al., 2019). Denne erklæringen inkluderer også felles nordisk satsning på å avkarbonisere transportsektoren. Dette skal kombineres med nordisk klimadiplomati i internasjonale fora for å til løsninger som får ned globale utslipp.

Norske forpliktelser for luftfartssektoren

Den norske luftfartssektoren er underlagt EUs kvotesystem. I praksis betyr det at alle flygninger innad i EØS-området er kvotepliktige⁸. Utslippene fra luftfarten faller inn under det totale kvotetaket i EU ETS, men luftfartssektoren har fått tildelt gratis kvoter under *EU aviation allowances*. Tildelingen til den enkelte luftfartøysoperatør for perioden 2012-2020 er basert på aktivitetsdata for 2010 målt i tonn-kilometer. Behøves flere kvoter for å dekke utslippene må de kjøpes på kvotemarkedet. Har de mindre behov for å dekke utslipp kan de selge på kvotemarkedet (Miljødirektoratet, 2021). Så selv om luftfartssektoren får en særbehandling som energisektoren og industrien ikke får, så vil utslipp alltid ha en alternativkostnad som gir insentiver til å økonomisere med utslippene.

I oktober 2016 vedtok generalforsamlingen i FNs luftfartsorganisasjon (ICAO) å innføre et markedsbasert virkemiddel for å sørge for karbonnøytral vekst, dvs. at videre vekst i internasjonal luftfart etter 2020 ikke skal øke netto CO₂-utslipp. Dette virkemiddelet kalles CORSIA (Carbon Offsetting Reduction Scheme for International Aviation). Norge er blant 79 land, inkludert EU-landene, som så langt har meldt at vi ønsker å delta i den frivillige fasen fra 2021 til 2026 CORSIA. Dette resulterte i endringer i klimakvoteloven i 2019 (Lovdata, 2019). I praksis betyr dette at også internasjonal luftfart som flyr til eller fra Norge utenfor EØS (til andre frivillige deltagere) er underlagt en form for kvoteregime, hvor

⁸ Det er gitt noen unntak fra kvoteplikten, f.eks. fartøy under 5,7 tonn, politi og redningsflyvninger og midlertidige unntak for flyvninger som kommer inn til og ut fra EØS, samt for flygninger til fjerntliggende regioner i EØS, som Kanariøyene.

luftfartøysoperatørene må kompensere for eventuelle økte utslipp etter 2020 ved å kjøpe og slette utslippsenheter (emission units/carbon credits). ICAO gir en oversikt over en håndfull godkjente programmer for kjøp og sletting av utslippsenheter (ICAO, 2020).

Anbefalte mål fra Luftfartstilsynet of Avinor

Rapporten *Forslag til program for introduksjon av elektrifiserte fly i kommersiell luftfart* av Avinor og Luftfartstilsynet (2020), skrevet på oppdrag fra Samferdselsdepartementet, kommer med følgende anbefalinger til mål for elektrifiseringen av den norske luftfartssektoren:

- Norge skal være pådriver og arena for utvikling, testing og tidlig implementering av elektrifiserte fly
- Innen 2030 skal de første ordinære innenriks ruteflygninger være elektrifiserte
- Innen 2040 skal all sivil innenriks luftfart i Norge være elektrifisert, slik at klimagassutslippene blir redusert med minst 80 % sammenliknet med 2020.

Mål fra regjeringens klimaplan for 2021-2030

Oppsummert fra Regjeringens Klimaplan for 2021-2030 (Klimameldingen) har regjeringen følgende planer for å kutte utslipp i luftfartssektoren. Regjeringen vil, sitert fra Klimameldingen:

- *«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*
- *auke CO₂-avgifta på innanriks kvotepliktig luftfart i takt med auken i avgifta på ikkje-kvotepliktige utslipp, slik at den samla karbonprisen (avgift + kvotepris) i 2030 er om lag 2 000 kroner per tonn CO₂, målt i faste 2020-kroner. Den totale karbonprisen skal ikkje overstige 2 000 kroner i perioden 2021–2030.*
- *føre vidare samarbeidet mellom EASA (European Aviation Safety Agency) og Luftfartstilsynet om tidleg introduksjon av låg- og nullutslippsfly*
- *halde fram med arbeidet for eit høgare ambisjonsnivå både for EU-ETS og CORSIA*
- *leggje til rette for at Noreg skal bli ein arena for testing og utvikling av låg- og nullutslippsfly, og be Luftfartstilsynet og Avinor om å bidra til at bakkebasert infrastruktur og luftrom blir tilgjengelege*
- *nytte eksisterande verkemiddel, til dømes Enova, for å forsere utviklinga og innføringa av utslppsreducerande teknologi*
- *stimulere til at låg- eller nullutslippsteknologi kjem i bruk for deretter eventuelt å stille krav om dette når teknologien er moden»*

Videre sier Klimameldingen at anbefalingene fra Luftfartstilsynet og Avinor skal tas med til videre vurdering for å fremme lav- og nullutslippsluftfart.

Oppsummert om behovet for nullutslippsløsninger

Som vi nå har gjennomgått, så har norske myndigheter forpliktet seg til drastiske utslippskutt i flere instanser. Vi tar utgangspunkt i at norske myndigheter har intensjoner om å overholde forpliktelsene de har satt for seg. Det er et viktig premiss for hele rapporten at nåværende og fremtidige regjeringer skal holde sine løfter om utslippskutt.

Den overordnede forpliktelsen, Parisavtalen, innebærer karbonnøytralitet innen 2050. Det betyr at eventuelle gjenværende CO₂-utslipp må motsvares av opptak i hav, biologisk masse

eller ved karbonfangst og lagring. I andre halvdel av århundret må klimagassutslippene være netto negative. Da må opptak i hav, biologisk masse eller lagre være større enn eventuelt gjenværende utslipp. Det er en formidabel utfordring. Og dersom Norge og resten av verden skulle havne på etterskudd i overholdelse av forpliktelsen på kort og mellomlang sikt, så vil det bli vesentlig vanskeligere og dyrere å overholde dem på lengre sikt.

Utslippsmålene i Norge og EU på kort og mellomlang sikt henger grovt sett sammen med de langsiktige målene. Dermed framkommer det temmelig klart hva som må bli de årlige utslippskuttene de neste ti årene for å ikke havne på etterskudd.

For kvotepliktig sektor vil det være nødvendig å kontinuerlig kutte utslipp med en årlig rate på 2,2 % for å opprettholde en konstant andel av tillatte utslipp. I realiteten kommer denne utslippsreduksjonen til å variere stort mellom sektorer og land. Utslippskutt vil skje fortere noen sektorer ved at de er mer omstillingsdyktige til klimaeffektiv drift (og/eller ved at forurensende virksomhet skaleres ned/avsluttes). Disse sektorene responderer mer på kvoteprisen enn andre sektorer hvor utslippskuttene dermed blir lavere. Men det viktigste for EU ETS er at det totale kvotetaket overholdes, og til lavest mulig kostnad.

For ikke-kvotepliktig sektor legger Klimameldingen opp til et årlig utslippsbudsjett fra 2021 til 2030. Utslippsbudsjettet som Norge har forpliktet seg til (40 % reduksjon) innebærer at årlige utslipp i sektoren i snitt må falle med 4,1 % per år gjennom tiåret. Med utslippsbudsjettet som Norge tilstreber (45 % reduksjon) vil den årlige reduksjonen være på ca. 5 % i året.

For å overholde forpliktelsene på mellomlang sikt, så er denne reduksjonstakten nødt til å opprettholdes. Per 2021 ser det ut som det kommer til å bli vanskelig for Norge å overholde sine utslippsforpliktelser. Som det framkommer i DNV GLs rapport Energy Transition Norway 2020, så ligger Norge dårlig an (DNV GL, 2020). I deres framskrivninger er det mest sannsynlig at Norge kun klarer å kutte utslippene med 23 % sammenlignet med 1990-nivå, noe som er langt under de innmeldte forpliktelsene til Parisavtalen.

Klimameldingen gir et uttrykk for hvor sterke virkemidler nåværende regjeringen er villig til å bruke for å få ned landets klimagassutslipp. Meldingen om at CO₂-avgiften skal trappes opp til 2000 kr per tonn i 2030 er et signal om en kraftig opptrapping av innsatsen. At den prisen vil gjelde for både ikke-kvotepliktig og kvotepliktig sektor (for sistnevnte vil det bli en avgift som kommer på toppen av kvoteprisen som dekker mellomlegget) viser privatpersoner og næringsliv hva utslipp må koste gitt at Norge skal overholde sine forpliktelser.

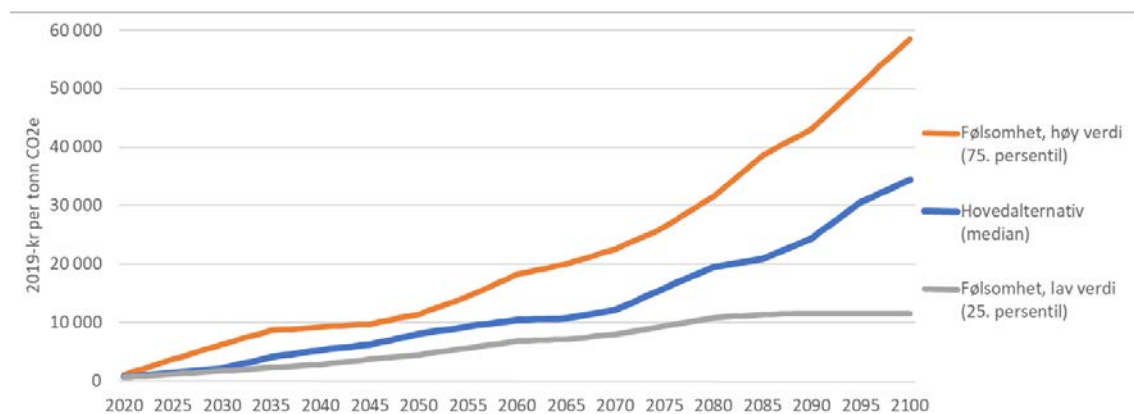
En opptrapping mot 2000 kr per tonn CO₂ (tCO₂) i 2030 *kan* være nok til å holde utslippsbudsjettet de neste ti årene, men det er ikke sikkert. Det er gjort en mengde modellberegninger for hva slags karbonprisbaner som vil sikre at Parisavtalen overholdes til lavest mulig kostnad. Disse er samlet hos Huppmann et al. (2018). Disse prisbanene spriker stort, som indikerer hvor stor usikkerhet det er om hvordan fremtiden vil se ut, bl.a. på hvor dyrt det vil være å utvikle og rulle ut nullutslippsteknologier. 2000 kr per tonn i 2030 er innenfor den normale spredningen i karbonprisbaner, men den er i den nedre halvdel av modellberegningene, se Figur 1.3. Sagt på en annen måte; mer enn halvparten av de beregnede karbonprisbanene som er tatt med av FN's Klimapanel (IPCC, 2018) tilsier at det vil bli dyrere. Internasjonal handel med utslippskvoter sørger i prinsippet for at utslippskutt gjøres på billigst mulig vis, men kostnadene av utslippskutt utenfor kvotepliktig sektor kan forventes å bli høyere, spesielt i et høykostland som Norge. Dette bygger opp om indikasjonene på at selv om regjeringen trapper opp innsatsen for å få ned utslippene, så er det langt ifra sikkert at det er nok for å overholde forpliktelsene.

Oppsummert, Norge må se for seg mange tiår med vedvarende nedtrapping av utslipp. Dette betyr at dyrere og dyrere tiltak må gjennomføres, etter hvert som de billigste tiltakene er

utnyttet. Det gjenspeiler seg i de modellerte karbonprisbanene gjengitt i Figur 1.3, hvor tiltakskostnadene nødvendige for å overholde Parisavtalen kan forventes å komme opp til ca. 5300 kr per tCO_{2e} i 2040 og ca. 8000 kr i 2050. Dersom klimaforpliktelsene skal nås og et visst aktivitetsnivå også skal opprettholdes, vil det etter hvert bli svært vanskelig å overholde utslippsbudsjettet dersom ikke innfasingen av nullutslippsløsninger begynner i løpet av dette tiåret. Dette gjelder også for luftfartssektoren.

1.3 Hvorfor framskyndet innfasing av elfly kan være en viktig del av løsningsbildet

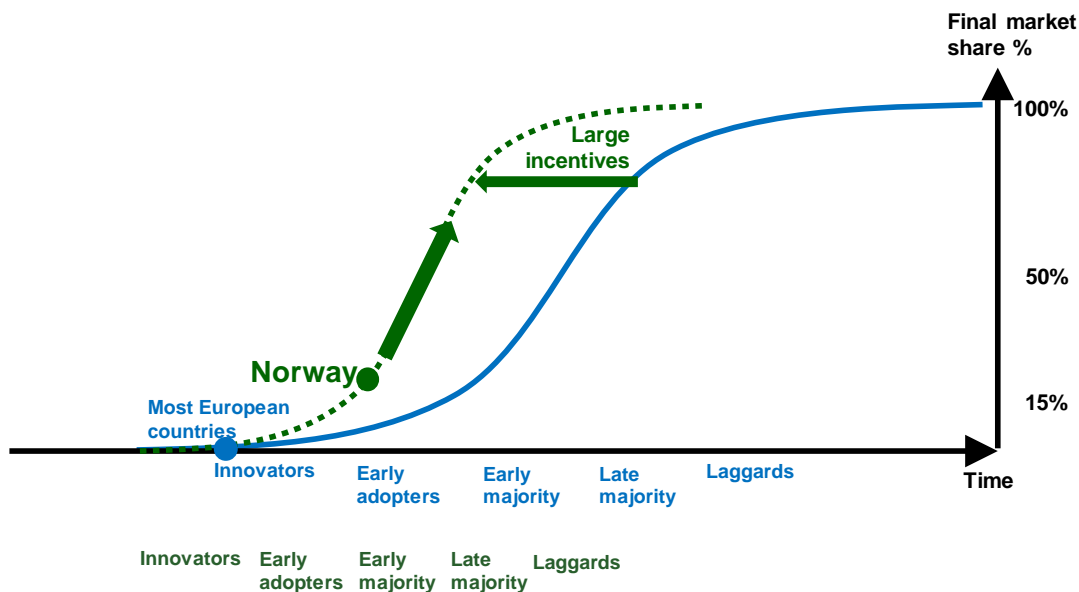
Gitt at Parisavtalen og europeiske og nasjonale utslippsmål skal overholdes, vil de nødvendige karbonprisene for å overholde Parisavtalen (se Figur 1.3) stige kraftig over tid. Før eller siden vil karbonprisen gjøre det bli tvingende nødvendig at nullutslippsfly blir konkurransedyktige med konvensjonelle fly.



Figur 1.3: Karbonprisbaner konsistent med overholdelse av Parisavtalen basert på 50 forskjellige modellberegninger benyttet av IPCC (2018).

Spørsmålet en da kan stille seg er da: Har det da noen hensikt å legge inn noen innsats rettet mot innfasing av elfly utover det som er rasjonell tilpasning til nåværende og framtidig forventet karbonpris?

Boks 1: Kroneksemplet på innsats som har gitt innføring av nullutslippsteknologi utover det som er rasjonell tilpasning til karbonprisen – norsk elbilpolitikk



Figur 1.4: Prinsippskisse for hvordan Norge omstiller bilparken til nullutslippsbiler tidligere enn resten av Europa, og vil nå en 100 % markedsandel på et mye tidligere tidspunkt. Hentet fra Figenbaum et al. (2019)

Blant passasjerbiler utgjør nå elbiler over 12 % av bilparken (Norwegian Electric Vehicle Association, 2021), som betyr at Norge er landet med høyest biltetthet i verden (DNV GL, 2020). Dette har skjedd gjennom svært kraftfull bruk av politiske virkemidler, som enten eksplisitt eller implisitt gir høye priser på CO₂. Blant de viktigste er drivstoffavgiften (både CO₂-komponenten og veibrukskomponenten), CO₂-komponenten i engangsavgiften, vektcomponenten i engangsavgiften og mva-fritaket for nullutslippsbiler. Fridstrøm (2020) kommer fram til at den gjennomsnittlige CO₂-belastningen per tonn CO₂ for nye personbiler er på ca. 12 500 kr. Det er tiltakskostnader som de fleste modellberegningene gjengitt i Figur 1.3 ikke finner nødvendig for utpå 2050-tallet. Men disse kraftige virkemidlene har gitt svært merkbare resultater, og det har vært bred politisk oppslutning om dem. Og Alvik og Bakken (2020) argumenterer for at det fremskyndede innføringen av elbiler i Norge har bidratt til å stimulere elbilmarkedet internasjonalt, som i så fall vil innebære større utslippsreduksjoner enn målt i Norge, og således er tiltakskostnadene lavere.

Det er flere prinsipielle grunner til at svaret kan være ja. Noen er generelle, og andre er av spesiell viktighet for norske forhold.

Generelle styrker ved tidlig innføring av elfly utover forventede effektive utslippsreduksjoner:

1. **Forsikring mot worst case framtidige tiltakskostnader:** Som vist i Figur 1.3 er det stor usikkerhet knyttet til hvor dyrt det vil være å overholde utslippsmålet i Parisavtalen, men usikkerheten er størst i negativ retning. De mest pessimistiske modellberegningene gir en langt høyere prisøkning, enn de mulige prisreduksjonene man kan få i de mest optimistiske modellberegningene. Ved å starte innføring tidlig av nullutslippsteknologier, kan man «kjøpe seg tid» i tilfelle verden skulle vise seg å være nærmere de pessimistiske modellberegningene.

2. **Forsikring mot manglende politisk vilje og evne til å sette nødvendig karbonpris:** Dette er beslektet med det første punktet. Det er ingen garanti for at nåværende og framtidige myndigheter vil ha politisk evne og vilje til å sette den nødvendige karbonprisen på alle sektorer, til riktig tid. Det er mange eksempler på at effektiv miljøpolitikk har vist seg ikke gjennomførbart på grunn av motstand fra opposisjonen, bl.a., da Willoch-regjeringen ble felt i 1986 på grunn av forslaget om å heve drivstoffavgiftene (Wikipedia, 2021), eller hvordan rushtidsprisingen i bomsystemet i Nord-Jæren ble stoppet etter mye politisk motstand opp mot lokalvalget i 2019 (Pedersen, 2019). Hvis den politiske innsatsen/evnen er lav på et tidlig tidspunkt (som DNV GL (2020) antyder at den er), så vil det bli dyrere å overholde klimabudsjettet senere. Og hvis noen sektorer blir vernet fra nødvendig innsats for å få ned klimagassutslippene (f.eks. jordbrukssektoren), kan det dermed bli nødvendig med mer innsats i andre sektorer. Og mer tidlig innsats i andre sektorer kan i så måte være en forsikring mot manglende framtidig politisk vilje og evne. Dette er også en grunn til at tidlig innføring av nullutslippsteknologier i noen sektorer er en måte å «kjøpe seg tid» på.
3. **Elfly kutter flere klimagassutslipp enn det som er med i utslippsregnskapet:** *Klimaeffekten* er imidlertid mye større enn de direkte CO₂-utslippene grunnet dannelsen av cirruskyer, kondensstriper, sot og aerosoler. For å finne klimaeffekten av luftfart ganger man ofte med 1,9 (IPCC, 1999), og noen ganger høyere, avhengig av hvilken kilde man bruker (se McKinsey, 2020). I en ny rapport fra EASA er anslaget at klimaeffekten av flygninger er rundt tre ganger høyere enn det som er forbundet med klimagassutslippene (EASA, 2020; Lindquist, 2020). Disse aspektene er inkludert i den miljøøkonomiske analysen vår.
4. **Elfly kutter flere miljøkostnader enn bare klimagassutslipp.** I gjennomgangen av miljøkostnader fra luftfart i Rødseth et al. (2020), trekkes sektorens utslipp av svoveldioksid (SO₂), flyktige organiske forbindelser (NMVOC), karbonmonoksid (CO) og nitrogenoksid (NO_x) fram. I tillegg er sektoren en viktig kilde til støy rundt flyplasser fra takeoff og landinger. Dette inkluderes i den miljøøkonomiske analysen. Videre er det verdt å nevne allerede her at beregnede kostnader fra eksponeringen mot støy og utslipp ved flyplasser kan underdrive disse kostnadene. Det er fordi reguleringer sørger for at det er mindre bebyggelse rundt flyplasser, nettopp for å hindre denne eksponeringen. Det betyr at det er potensielt svært attraktive arealer som ikke er tillatt utnyttet, på grunn av støy og lokale utslipp. Dette er samfunnskostnader som kommer i tillegg til den direkte eksponeringen. Elfly og de potensielle støyreduksjonen rundt flyplasser muliggjør frigjøring av disse arealverdiene, såkalt land-value capture.
5. **Elfly er en umoden teknologi hvor det vil være behov for forskning, utvikling og utprøving (research, development and demonstration – RD&D).** RD&D er har trekkene til et kollektivt gode. Det at noen bruker av kunnskapen er ikke et hinder for at andre kan bruke den (ikke-rivaliserende), og det er fullt mulig å bestemme at kunnskapen skal være ikke-ekskluderende, dvs. at alle som ønsker kan få tilgang til kunnskapen. Og når erfaringene øker og mer modne versjoner av teknologien blir tilgjengelig, så blir mer kunnskap tilgjengelig for hele sektoren, og hele sektoren vil gagne fra RD&D-innsatsen. Å sørge for at denne kunnskapen er tilgjengelig for alle relevante aktører har en verdi utover de direkte reduksjonene i klimagassutslipp.

6. **Store deler av internasjonal luftfart vil ikke møte noen form for pålagt karbonpris det nærmeste tiåret.** En større del av internasjonal luftfart vil framover møte visse karbonprisinsentiver gjennom CORSIA, men det kommer til å være frivillig gjennom pilotfasen (2021-2023) og førstefasen (2024-2026). Det blir ikke obligatorisk for IACO medlemmer å delta i CORSIA før i andre fase (2027-2035), og da med unntak for noen land (f.eks. små øystater). Videre vil karbonprisene under CORSIA-regimet kun reflektere et mål om nullvekst i utslipp, ikke mål om utslippskutt i tråd med Parisavtalen. Karbonprisene under CORSIA vil antagelig dermed være lavere enn det som vil gi effektiv oppfyllelse av Parisavtalen.
7. **Bidra til å raskere skape et marked for nullutslippsteknologier:** Jo raskere markedet for nullutslippsteknologier etableres og vokser, jo raskere blir innovasjonstakten (Geels et al., 2017). Det finnes noen analyser som tilsier at Norge har bidratt til å skape et marked for elbiler internasjonalt som har gjort at klimaeffekten av de norske klimatiltakene har vært mye større enn den direkte effekten av reduserte utslipp på norsk jord (Alvik & Bakken, 2020).
8. **Flyplassinfrastruktur for elfly kan regnes som et nettverksgode.** Andre flyplasser som vurderer elflyinfrastruktur, vil dra nytte av at SVG og BGO oppretter denne infrastrukturen, siden det utvider deres potensielle nettverk. Det er en nytteeffekt utover de direkte reduksjonene i klimagassutslipp.

Styrker ved tidlig innføring av elfly utover utslippskuttene, særskilt for Norge

1. **Distriktpolitikk** har lange tradisjoner og har sterk slagkraft i den politiske dagsordenen og ved valg. En del av distriktpolitikken er å opprettholde en del flyplasser på ikke-kommersiell grunnlag, siden det stimulerer til spredt bosetning. Derfor har Norge hele 25 kortbaneflyplasser, hvorav 20 ligger mellom 39 og 170 km. fra hverandre. Med tanke på at disse rullebanene er korte, vil både elflyenes motorer være gunstige med rask akselerasjon, men også øvrig aerodynamiske løsninger for elfly bidra til at de vil være velegnet på korte rullebaner. Til disse flyplassene er det en høy andel FOT-ruter, relativt få passasjerer, og enklere å få introdusert de første elflyene, som forventes å være relativt små. Disse flyplassene sørger for en vesentlig nedkorting av reisetid, og dermed en styrking av transporttilbudet. Dette er ikke mulig med andre transportmidler, bl.a. på grunn av store avstander, fjorder og fjell. Elfly kan gjøre at distriktpolitiske mål i mindre grad kommer i konflikt med klimapolitiske mål.
2. **Potensielt avlettede behovet for større investeringer vei og bane:** Beslektet med det forrige punktet, er hvordan andre hensyn enn samfunnsøkonomisk lønnsomhet er styrende i valg av samferdselsprosjekter (Halse & Fridstrøm, 2018). Store avstander, fjord og fjell, samt ønske om å imøtekomme ønsker i områder med relativt lav trafikkgrunnlag er med på å drive opp infrastrukturkostnader og redusere lønnsomheten i prosjektene. Forholdene bidrar også til at hastigheten i vei- og jernbanenettet er relativt lav, som gir fly et konkurransefortrinn. Med elfly i transportporteføljen, kan det være flere muligheter til å imøtekomme transportønsker i tynt befolkede områder uten svært dyre infrastrukturprosjekter.

3. **Utskifting av flyflåten som flyr på FOT-ruter:** Mange av flyrutene på kortbanenettet er såkalte FOT-ruter⁹ (forpliktelser til offentlige tjenesteytelser), fordi de ikke er kommersielt lønnsomme og frakter få passasjerer. Derfor får de statsstøtte (Samferdselsdepartementet, 2019b). Siden de første elflyene i kommersiell drift vil være små og derfor ikke kunne frakte så mange personer, passer dette godt med et slikt passasjergrunnlag. Operatøren på de fleste av FOT-rutene, Widerøe, skal uansett skifte ut store deler av flyflåten sin, og da vil være viktig å ikke «låse» seg til teknologi som ikke er lav- eller nullutslipp (Lorentzen, 2019b).
4. **Gitt en prioritering av tidlig innfasing, så har Norge visse fordeler:** Et vesentlig komparativt fortrinn Norge har for tidlig innfasing av elfly er et relativt godt strømnnett, lave strømpriser og kraftproduksjon hovedsakelig basert på vannkraft gjør det attraktivt å elektrifisere transportsektoren. Norge er videre ledende på elektrifisering av transportsektoren i verden med blant annet elektrifisering av bilparken og elektrifisering av passasjerferjene. I tillegg er det svært godt trafikkgrunnlag på innenriksflyruter, for eksempel er Oslo-Bergen, Oslo-Trondheim og Bergen–Stavanger tre av de 20 mest trafikkerte innenriksrutene i Europa (SSB, 2019; Wikipedia, 2019a). Dette vil gjøre det enklere å introdusere ny teknologi, gitt at ikke alle vil tørre å prøve fly med nye teknologier. Videre er nordmenn generelt reiseglade og har høy betalingsvilje for å fly, noe som aller oftest gjøres for å dra på ferie (Farstad et al., 2018; Thune-Larsen & Farstad, 2018).
5. **Strategisk interesse av å få inn norske behov tidlig i elflymarkedet:** Ettersom elflyindustrien er i støpeskjeen kan Norge ha en strategisk interesse av at design og produksjon tar hensyn til behovene i det norske luftfartsmarkedet. Avinor og Luftfartstilsynet trekker fram at det kan være en risiko for at null- og lavutslippsflyene som utvikles ikke blir tilpasset norske vinterforhold og rullebanelengdene på kortbanenettet. I tillegg til denne interessen på etterspørselssiden, så vil norske aktører ha interesse av mulighetene for å bygge opp kompetanse og posisjoner i verdikjeden for elflysegmentet av luftfartssektoren, som kan være en potensiell vekstindustri.

Denne innledende drøftingen viser at det er god grunn til å vurdere framskyndet innfasing av elfly som et tiltak. I samråd med oppdragsgiver har vi definert en eksplisitt case som aktuell for å synliggjøre nytte- og kostnadsaspekter med en tidlig innfasing. Den valgte casen er strekningen mellom Bergen og Stavanger, heretter omtalt som BGO–SVG.

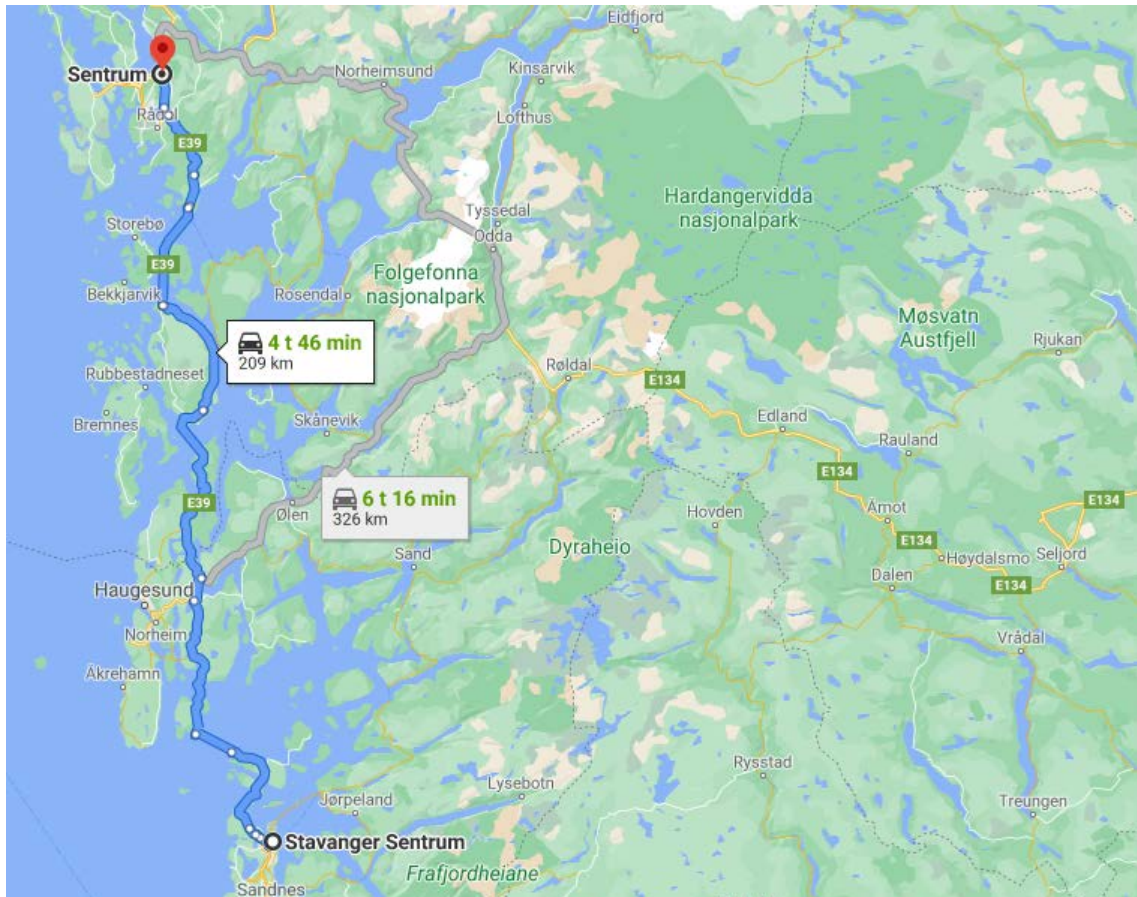
⁹ [Statlig kjøp av flytransport - regjeringen.no](https://www.regjeringen.no)

2 Case: Elflyrute mellom Stavanger og Bergen

Gitt at det skal gjøres et forsøk på frømskyndet innfasing av elfly på en rute i Norge, så peker strekningen BGO–SVG seg ut som en lovende case. Det er flere grunner til det:

1. **Kort strekning:** Mellom Sola og Flesland er det ca.160 km i luftlinje. Første generasjons batterielektriske fly ligger an til å ha ca. 350–400 km effektiv rekkevidde (Avinor & Luftfartstilsynet, 2020). Med strenge sikkerhetsstandarder i luftfarten vil det være fornuftig å starte på en strekning hvor avstanden er godt innenfor sikkerhetsmarginen.
2. **Relativt stort kundegrunnlag:** I perioden 2016-2019 hadde strekningen ca. 550 000 passasjerer årlig, og selv i unntaksåret 2020 hadde strekningen over 315 000 passasjerer (Statistisk Sentralbyrå, 2021). Mye av dette var arbeids- og tjenestereiser, som ofte har høy betalingsvillighet for tidsbesparelser (Flügel et al., 2020).
3. **Fly er svært konkurransedyktig tidsmessig:** Med utgangspunkt i en reise fra Bergen sentrum til Stavanger sentrum ser vi vesentlige forskjeller i reisetid mellom transportalternativene. Flyturen tar 35-45 minutter, og så bør man legge til 15-25 minutters reise med bil til og fra flyplassene (noe lengre med kollektivtransport). Alternative transportmidler tar lang tid¹⁰. Å reise med bil eller buss tar nesten 5 timer. Reisen med ferge tar 5,5 timer.

¹⁰ <https://www.visitbergen.com/praktisk-informasjon/bergen-lett-a-na/reise-til-bergen/hvordan-komme-seg-fra-stavanger-til-bergen>



Figur 2.1: Reisetid med bil mellom Bergen sentrum og Stavanger sentrum. Kilde: Google Maps.

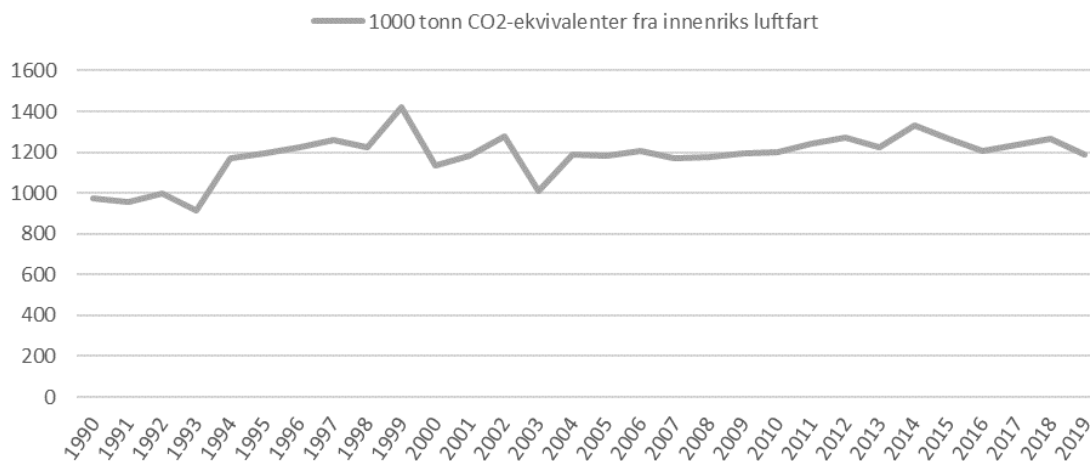
Gitt at det fases inn elfly på strekningen Bergen–Stavanger, så investeres det i infrastruktur og opparbeides erfaringer tidligere enn det ellers ville gjort. Det er rimelig å forvente at dette vil føre til at innfasingen av elfly ellers i landet vil begynne tidligere, sammenlignet med det som vil tvinge seg fram før eller siden på grunn av stadig strammere klimapolitikk både nasjonalt og internasjonalt. Hvor mye tidligere innfasingen vil begynne og om det ville vært noen forskjell i innfasingstakten, er umulig å slå fast. Det vi kan gjøre er å forsøke å konkretisere et plausibelt referansescenario og et plausibelt fremskyndingsscenario, og gjøre noen grove beregninger utfra det.

Oppdragsgiver har skissert hovedlinjene for referansescenariot og fremskyndingsscenariot, og så har vi i samråd med oppdragsgiver forsøkt å konkretisere dem. Det er likevel viktig å merke seg at andre ruter vil kunne gi lignende resultat.

2.1 Referansescenariot

I referansescenariot (heretter REF) tar vi utgangspunkt i at innfasingen av nullutslippsfly begynner i 2035. Dette er i tråd med EUs målsetting om kommersielt tilgjengelige elfly i deres siste klimastrategi (European Commission, 2020), samtidig som norske operatører (f.eks. Widerøe) er nødt til å fornye flåten sin over de neste tiårene uansett og ikke vil låse seg til gammel teknologi (Lorentzen, 2019b). Fram til elflyinnfasingen begynner tar vi utgangspunkt i prognosearbeidet gjort i Thune-Larsen (2021), som tilser en gjennomsnittlig vekstrate i innenriks luftfart på 0,9 % i referansealternativet. Samtidig tar vi utgangspunkt i Fleming og Lépinay (2019) sin vurdering av årlig (maksimal) utslippseffektivisering fram mot 2050, på

1,37 % per år. For enkelthets skyld så vil vi anta at effektiviseringsraten holder tritt med trafikkvekstraten etter at markedet er tilbake i en normal når koronapandemien er tilbakelagt. Da vil utslippet fra innenriks luftfart holde seg konstant fram til innfasingen av nullutslippsfly begynner. Dette vil grovt sett sammenfalle med erfaringene vi har hatt i Norge siden 2004, hvor utslippene fra innenriks luftfart har holds seg relativt stabilt, mellom 1,16 og 1,33 millioner tonn CO₂-ekvivalenter (MtCO₂e), til tross for at setevolumet har økt.



Figur 2.2: Utslippshistorikk fra norsk innenriks luftfart. Årlige 1000-tonn CO₂-ekvivalenter. Kilde: SSB.

Når innfasingen av nullutslippsfly først begynner, så vil et sentralt spørsmål være: Hvor mange år vil det ta før flyflåten som brukes til innenriks luftfart vil være nullutslipp?

Vi tar utgangspunkt i målsettingene gitt i Avinor & Luftfartstilsynet (2020): 1) Innen 2030 skal de første ordinære innenriks ruteflygninger være elektrifiserte. 2) Innen 2040 skal all sivil innenriks luftfart i Norge være elektrifisert, slik at klimagassutslippene blir redusert med minst 80 % sammenliknet med 2020.

Hvis utslippsutviklingen i innenriks luftfart er flat gjennom 2020-tallet, og 80 % av utslippskuttene skal tas gjennom innfasing av elfly på 10 år, må gjennomsnittlig reduksjonsrate fra 2030-2040 være på ca. 13,5 % per år. Det er svært ambisiøst. Og dersom det ikke gjøres vellykkede demonstrasjonscase med elfly på 2020-tallet, virker innfasing av elfly fra og med 2030 optimistisk.

Referansebanen, i fravær av en vellykket demonstrasjonscase, antas dermed å begynne innfasingen av elfly i 2035, med 13,5 % reduksjon av utslipp per år. Sammenlignet med 2019-utslipp vil dermed utslippene i 2040 være 58 % lavere, og ikke 80 % som er målet.

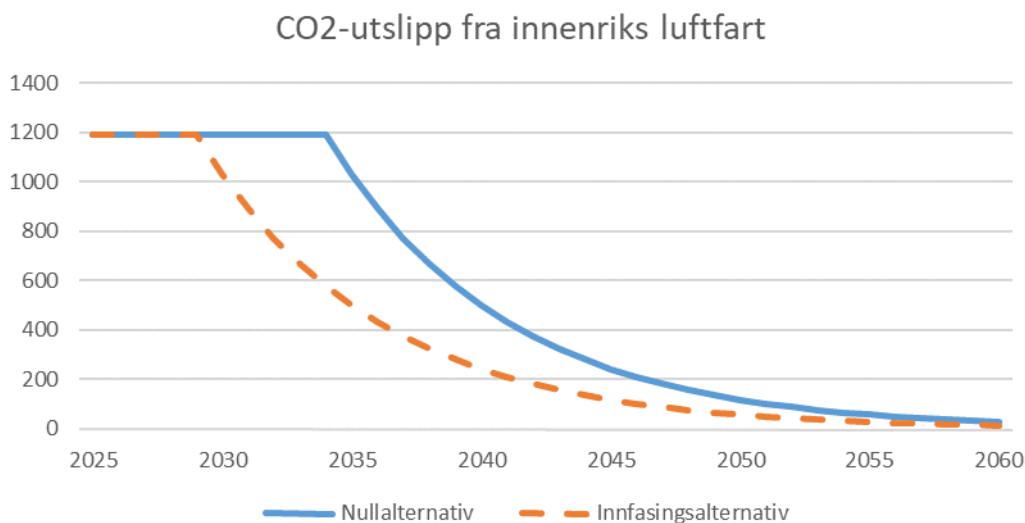
Vi anser dette som en plausibel utslippsbane, men som selvfølgelig er beheftet med svært stor usikkerhet. Det ville vært en relativ rask utskifting, men det ville fortsatt vært over 100 000 tonn årlige CO₂e i 2050, hvor både Norge og EU har en målsetting om karbonnøytralitet.

For enkelthets skyld vil vi videre anta at innfasingen vil skje på et vis som vil føre til at de årlige utslippene vil falle med en fast rate per år på 13,5 %. Man kan se for seg at de «enkleste» rutene vil få innslag av elfly først, og den initielle veksten vil være der. Etter hvert som teknologien blir bedre og billigere, og produsentene får utnyttet skalaeffekter, vil det være mulig å erstatte konvensjonelle fly med elfly også på de mindre enkle rutene. Etter hvert vil elflymodeller, for et gitt avgiftsregime, være konkurransedyktig på de fleste innlandsrutene

og dominere hele innenriksmarkedet. På 2050-tallet vil det i et slikt scenario kun være de aller «vanskeligste» strekningene som fortsatt vil ha CO₂-utslipp.

2.2 Fremskyndingsscenarioet

I fremskyndingsscenarioet (FREM) tar vi utgangspunkt i at de første erfaringene med elfly på strekningen BGO–SVG blir vellykkede og at aktører i markedet for innenriks luftfart vil starte den samme innføringen av elfly som i REF, men 5 år tidligere. Innføringstakten i FREM forutsettes for øvrig identisk med den i REF, med en årlig reduksjonsrate på 13,5%.



Figur 2.3: To framtidsscenarioer for CO₂-utslipp fra innenriks luftfart. Nullalternativ (REF) og Innføringsalternativ (FREM), 1000 tonn per år.

Implikasjonene fra disse antagelsene er at over perioden fra innføringen begynner i FREM til innføringen ville vært fullført i REF, så vil FREM totalt innebære reduserte klimagassutslipp tilsvarende 5 år med utslipp fra hele sektoren før innføringen av elfly (arealet mellom heltrukken og stiplet linje i figuren). Med videreføring av utslippsnivået fra årene før pandemien, vil dette tilsvare ca. 6 millioner tonn CO₂ ekvivalenter (MtCO₂e).

Det er nettopp denne reduksjonen i utslipp som vil være det mest håndfaste målet for å starte en tidligere innføring av elfly gjennom casen SVG–BGO 2025. Som drøftet i kapittel 1, er det flere grunner enn bare klimagassutslipp for hvorfor det kan være hensiktsmessig med en tidlig innføring av elfly i Norge, men et slikt utslippskutt, som vil avlette Norge og EUs totale utslippsbudsjett, er et stort og klart mål.

2.3 Drøfting av scenarioene

Hva som kommer til å bli den reelle utslippsbanen, både med en vellykket innføring for casen SVG–BGO på 2020-tallet, eller om et slik innføring uteblir, er høyst usikkert. Vi anser det som plausibelt at en vellykket innføring for casen SVG–BGO vil resultere i at den nasjonale innføringen av elfly vil både begynne og fullføres tidligere. Det er en viss sannsynlighet for at den nasjonale innføringen ikke vil bli framskyndet som følge av en vellykket case (dvs.

casen har null effekt), men det er også en viss sannsynlighet for at den nasjonale innføringen vil bli fremskyndet med langt over fem år (dvs. casen har svært sterk effekt).

Både referansescenarioet og fremskyndingsscenarioet har stadig strammere klimapolitikk som før eller siden vil gjøre elfly konkurransedyktig, men vi forutsetter at en vellykket case fører til en fremskynding som gjør at deler av luftfartssektoren i raskere grad kan dra nytte av den strammere klimapolitikken. I diskusjonen gjennom denne rapporten vil vi ta utgangspunkt i at en vellykket case vil lede til en fremskynding nasjonalt på fem år. Som nevnt er det et høyst usikkert tall, men det vil gi et anker til diskusjonen, og gi en plausibel størrelsesorden å vurdere casens nytte og kostnader opp mot.

2.4 Hovedlinjene for casen SVG–BGO-2025

Vi tar utgangspunkt i at casen vil benytte seg av 19-seters fly. Avinor og Luftfartstilsynet (2020) vurderer at *med dagens batteriteknologi og sertifiseringsstandarder, synes inntil 19 seter og om lag 350–400 km effektiv rekkevidde (>500 km faktisk rekkevidde på grunn av energireserve) å være mest relevant for første generasjon batterielektriske fly.*

Mellom Bergen og Stavanger var gjennomsnittlig setekapasitet per fly på 128 seter i 2019. Flyselskapet med de minste flyene hadde en gjennomsnittlig setekapasitet på 72 seter. Det er klart at første generasjon elfly vil ha en utfordring med konkurransedyktigheten når setekapasiteten er såpass lav. Det er dermed nærliggende å forvente at de første elflyene som fases inn i denne casen først og fremst vil være supplerende. De vil bli brukt til å håndtere topper i etterspørselen, ikke-planlagt bortfall av kapasitet, eller en slot med lav etterspørsel, slik at man kjører en full 19-seter, framfor et 40 % full 50-seter. Det vurderes som plausibelt på normale dager at hvert elfly det første året vil gjennomføre 0-3 flyturer (tur-retur), som vil øke til 2-4 turer per dag det tredje året. Hovedlinjene i casen er skissert i tabell 2.1.

I casen antas en gradvis vekst i antall elfly som betjener strekningen. Etter hvert vil noen av slotene benyttes av elfly, som dermed vil erstatte noen av turene som kjøres med konvensjonelle fly. Etter 3 år antas det at 1 tur (tur-retur) med konvensjonelle fly vil bli erstattet per dag.

Tabell 2.1: Hovedlinjene i demonstrasjonscasen Elfly SVG–BGO-2025.

	2025	2026	2027
Hvor mange 19-setere	2	3	3
Elflyets rolle	Supplerende	Supplerende/ Erstattende	Supplerende/ Erstattende
Hvor mange flyturer (tur-retur) per dag normalt per elfly	0-3	1-3	2-4
Gjennomsnittlig antall flyturer per dag per elfly	1	2	3
Hvor mange konvensjonelle flyturer (tur-retur) erstattes per dag i gjennomsnitt	0	0,5	1

3 Metodetilnærming og analyse

Denne rapporten er en omfattende gjennomgang av potensielle effekter av å tidlig iverksette casen BGO–SVG, hvordan dette øker sannsynligheten for en fremskyndet innføring av elfly i norsk innenriks luftfart, og de potensielle effektene av dette. Ettersom dette er et såpass nytt tema, er det behov for å angripe problemstillingen fra et bredt sett med metoder. Disse metodene inkluderer:

- Spørreundersøkelse om oppfatninger om fremtidig elfly-alternativ
- Betalingsvillighetsanalyser av spørreundersøkellesdata
- Fokusgrupper
- Dybdeintervjuer
- Bruk av flykostnadsmodeller
- Litteraturstudier
- Samfunnsøkonomisk analyse i henhold til norske veiledere som Direktoratet for Økonomistyring (2018) og Statens vegvesen Vegdirektoratet (2018)

Vi gir metodebeskrivelser i de kapitlene hvor metodene er brukt for å sette det i direkte kontekst med de enkelte analysene og for å hindre for mye repetisjon i rapporten.

4 Oppfatninger om fremtidig elfly-alternativ

Det er samlet inn informasjon om ulike gruppers oppfatninger om et kommende skifte til elfly.

- Det er gjennomført en større spørreundersøkelse (survey) av et utvalg reisende mellom destinasjoner i Bergen- og Stavangerområdet. Deltakerne ble rekruttert fra Norstats internettpanel, der kravet for inkludering i undersøkelsen var bosted i de nevnte to bykommunene eller enkelte nabokommuner, samt reising mellom byområdene i løpet av de siste tre årene. Utvalget omfatter tusen respondenter med komplette survey-besvarelser.
- Et tilsvarende spørreskjema ble benyttet for å samle inn elfly-oppfatninger fra virksomhetsrepresentanter som har innflytelse over reisebestillingene. Også disse representantene var lokalisert primært på Nord-Jæren og i Bergensområdet. Virksomhetsrepresentantene besvarte spørreundersøkelsen via Norstats websurvey-løsning, og de fikk stort sett samme spørsmål som respondentene i Norstat-panelet.
- Deler av spørsmålene i internettskjemaene ble først vurdert kvalitativt i såkalte fokusgrupper, der et fåtall personer har en uformell samtale om temaer som ønskes belyst. Fokusgruppene ble ledet av en «moderator», som hadde en intervjuguide med spørsmål/stikkord, og det ble også vist utdrag av foreslåtte spørreskjemaelementer om elfly-preferanse. Det ble gjennomført to forenklede fokusgruppesamtaler – én med transportforskere og en annen med representanter fra et reisebyrå som de rekrutterte virksomhetene benytter for reisebestillinger.

I dette kapitlet vil vi gjennomgå resultatene fra disse tre kildene for innhenting av oppfatninger om elfly-alternativ på strekningen Bergen–Stavanger.

4.1 Elfly-preferansene for et utvalg av reisende mellom Bergensområdet og Stavangerområdet

4.1.1 Litt om de tusen respondentene

Bostedskommuner og reiseaktivitet

Respondentene ble rekruttert fra Norstats internettpanel, på bakgrunn av deres bostedskommuner. Bostedskommuner ble valgt ut på bakgrunn av den gjennomsnittlige flyreise-frekvensen mellom Flesland og Sola, dvs. mer enn 0,5 reiser med fly i året i kommunens befolkning. Det ble tatt med et par kommuner i tillegg, som hadde gjennomsnitt så vidt under 0,5, fordi de ligger geografisk mellom storbyene og kommunene med over 0,5 reiser. Hovedutvalget, som besvarte internettskjemaet i mai 2021, omfattet 1000 personer.¹¹ Følgende tabell gir en oversikt over respondentenes bostedskommuner.

Tabell 4.1: Respondentenes bostedskommune (kommune for 1/1 2020 i parentes), med områdefordeling og fylkesfordeling.

Kommune (før 2020)	Respondenter			Fylke (før 2020)
Bergen	437			
Askøy	38			
Øygarden (Fjell)	20	79	516	Vestland (Hordaland)
Bjørnafjorden (Os)	15			
Alver (Lindås)	6			
Stavanger	244			
(Rennesøy)	6			
Sandnes	100	386		
(Forsand)	1			
Sola	19			
Randaberg	16	484		Rogaland
Time	29			
Gjesdal	23			
Hå	21	98		
Klepp	8			
Eigersund	17			
Sum respondenter	1000	1000	1000	

Det er omtrent like store delutvalg fra Vestland (Hordaland) fylke og Rogaland fylke. I delutvalget fra Bergen og omland er Bergen dominerende. I delutvalget fra Rogaland (Jæren) har Sandnes sammen med Stavanger en stor andel, og hele Nord-Jæren har omtrent tre ganger så mange respondenter som de sørlige jærkommunene (pluss Eigersund).

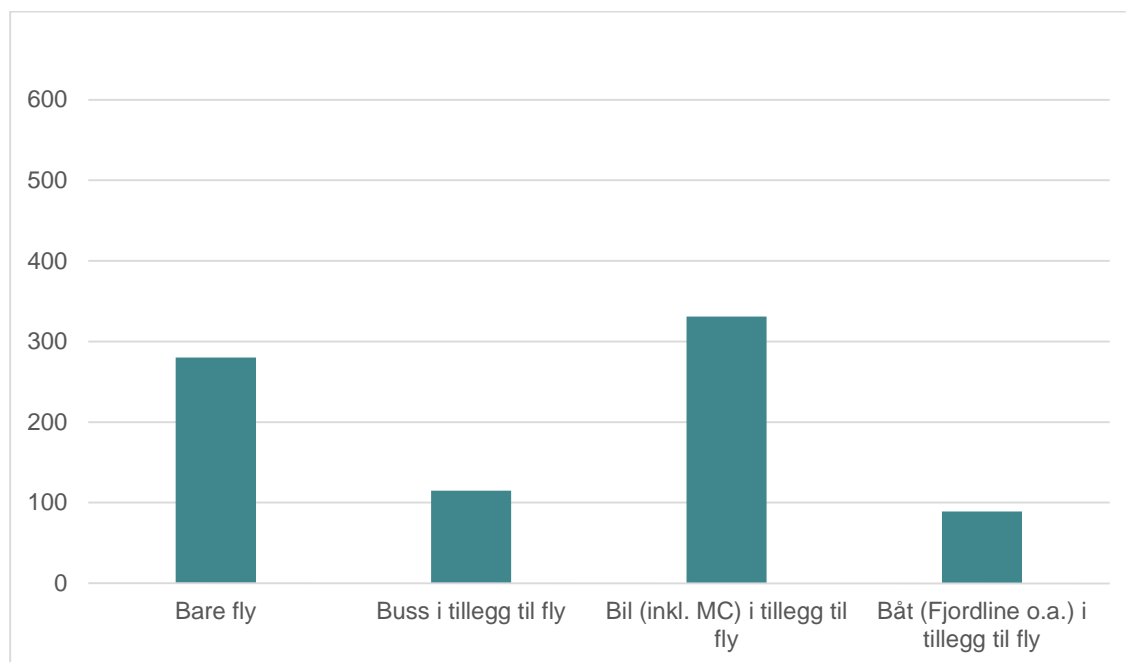
¹¹ Spørreskjemaet ble utviklet i løpet av vinteren og våren 2021. I tillegg til innspill fra oppdragsgiver ble deler av skjemainnholdet testet i fokusgruppene (som er beskrevet i delkapittel 4.3). I april 2021 ble det gjennomført en pilottest av en ferdig spørreskjema-versjon, som så ble justert bittelite før gjennomføring av hovedstudien i mai 2021. Dette spørreskjemaet (for hovedstudien) er gjengitt i Vedlegg A4.

For å «kvalifisere» til utvalget måtte de rekrutterte oppgi minst én reise mellom Bergensområdet og Stavangerområdet i perioden 2019-2021. Det var her satt omtrentlige minstekvoter for ulike transportmiddel, dvs. ca. 70 % for fly og minimum 10 % for øvrige transportmiddel (buss, bil og båt/ferge). Størparten av de tusen respondentene har reist med flere enn ett transportmiddel mellom de to byområdene i perioden 2019-2021. Følgende tabell gir en oversikt over respondentenes oppgitte reiseaktivitet og transportmiddelbruk mellom det vi heretter benevner som «Bergensområdet» og «Stavangerområdet».

Tabell 4.2: Respondentenes oppgitte reiseaktivitet og transportmiddelbruk mellom Bergensområdet og Stavangerområdet, perioden fra og med 2019 til første del av mai 2021.

Transportmiddel brukt mellom Bergensområdet og Stavangerområdet i perioden 2019-2021	Respondenter	Prosent av utvalget
Fly	673	67,3 %
Buss	165	16,5 %
Bil (inkl. MC)	602	60,2 %
Båt (Fjordline o.a.)	161	16,1 %

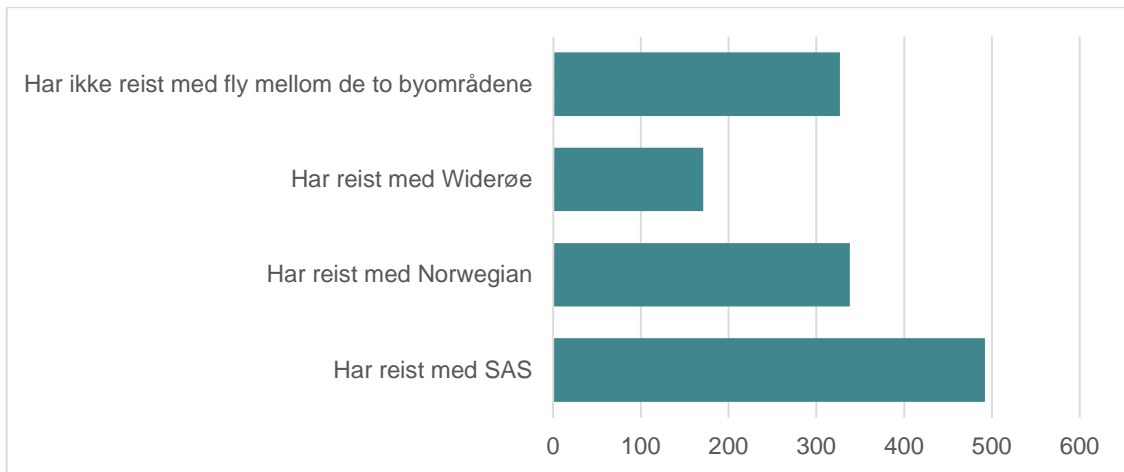
Som nevnt har respondentene i stor grad reist med flere enn ett transportmiddel mellom de to byområdene, det vil si flere turer med forskjellige transportmidler, som følgende figur viser for de som oppga flyreiser.



Figur 4.1: Andre transportmiddel brukt mellom de to byområdene i perioden 2019-2021, for de som har flydd (n=673). Dette gjelder reisen til og fra flyplassen, men en selvstendig reise uten flygning.

Det er et litt større antall respondenter som har reist med bil i tillegg til fly mellom de to byområdene enn antallet som bare har reist med fly. (Noen respondenter har brukt flere enn to av disse fire transportmidlene.)

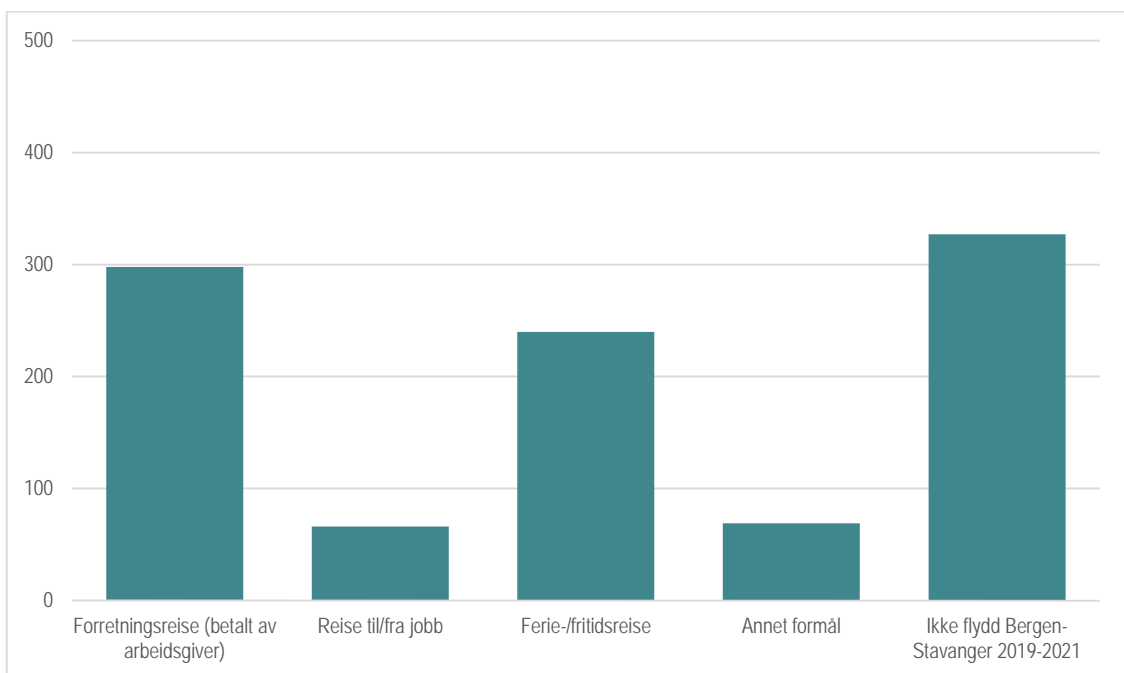
Følgende figur viser flyselskapene som ulike andeler av respondentene har benyttet. Hver respondent kan ha hatt flere turer, og kan ha brukt flere flyselskaper.



Figur 4.2: Flyselskap brukt mellom Bergen/Flesland og Stavanger/Sola de siste to-tre årene (n=1000).

Nesten tre fjerdedeler av de som hadde flydd mellom de to byområdene de siste to årene (n=673) hadde brukt SAS, halvparten hadde brukt Norwegian, og en fjerdedel hadde brukt Widerøe.

Følgende figur viser oppgitte reisemål for den siste flyreisen mellom Bergen og Stavanger.



Figur 4.3: Reisemål med den siste flyreisen mellom Bergen og Stavanger (n=1000).

Det var en forholdsvis stor andel som oppga forretningsreise (tjenestereise) som formål med den siste reisen mellom Bergensområdet og Stavangerområdet, dvs. 44 % av de 673 som hadde reist med fly (eller 30 % av de 1000).

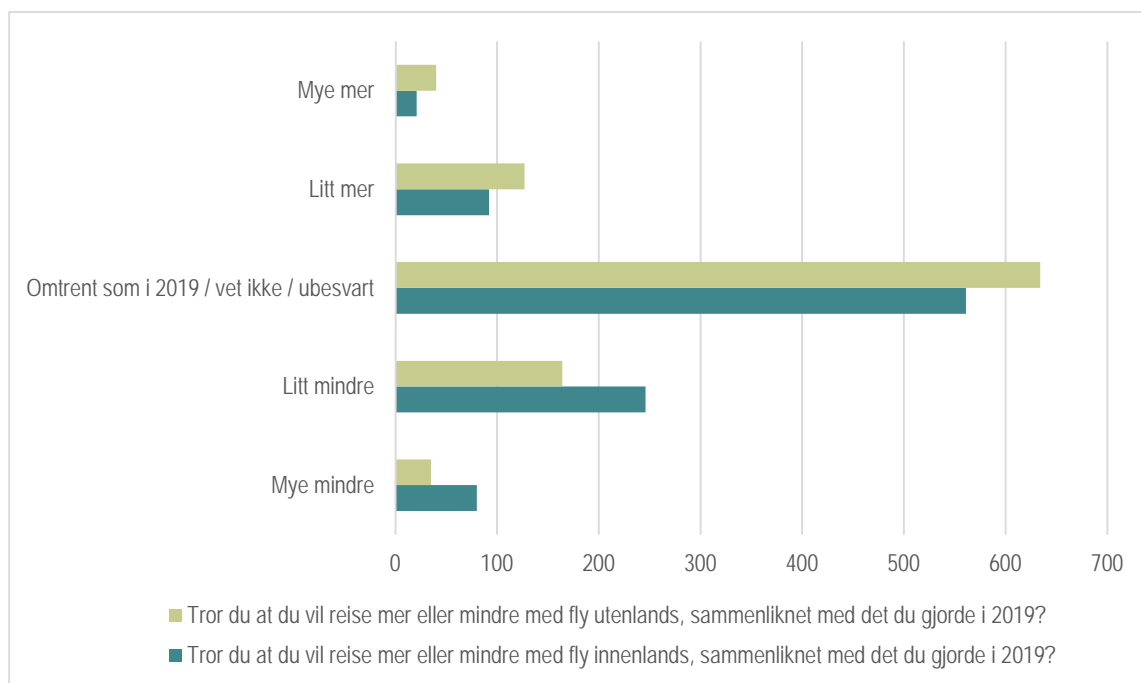
Det kan her tilføyes at 61 % av de med flyreise mellom Bergen og Stavanger (37 % av de 1000) ikke hadde betalt for denne reisen selv. Men 86 % av hele utvalget (n=1000) oppgir at de selv bestiller sine flyreiser mellom de to byene.

Følgende tabell oppsummerer oppgitt reiseomfang i utvalget i 2019, med ulike transportmiddel mellom Bergen og Stavanger og med fly innenlands og utenlands.

Tabell 4.3: Respondentenes oppgitte antall reiser (én vei) i 2019, flyreiser generelt og reiser med ulike transportmiddel mellom Bergensområdet og Stavangerområdet (n=1000).

Antall reiser i 2019 (enkeltreiser)	Median	Gjennomsnitt	Maksimum
Utenlandsreiser med fly	4	5,19	200
Innenlandsreiser med fly	6	11,49	560
Reiser med fly mellom Bergen og Stavanger	1	3,69	480
Reiser med buss mellom Bergen og Stavanger	0	0,41	20
Reiser med bil mellom Bergen og Stavanger	0	1,91	120
Reiser med ferge mellom Bergen og Stavanger	0	0,29	12

Utvalget har hatt en relativt høy reisefrekvens med fly i 2019. Og følgende figur viser svarfordeling på spørsmålene om forventet framtidig reisefrekvens, relativt til 2019.



Figur 4.4: Forventet framtidig flyreisefrekvens sammenliknet med 2019 – utenlands og innenlands.

I denne figuren er også de som ikke kunne svare satt til midtpunkt-kategorien (framtidig flyreisefrekvens omtrent som før pandemien). For innenlandsreiser er det flere som oppga «(mye) mindre» enn «(mye) mer», mens det er ganske jevnt (mellom forventet økning og forventet reduksjon) når det gjelder utenlandsreiser.

Andre bakgrunnsvariabler

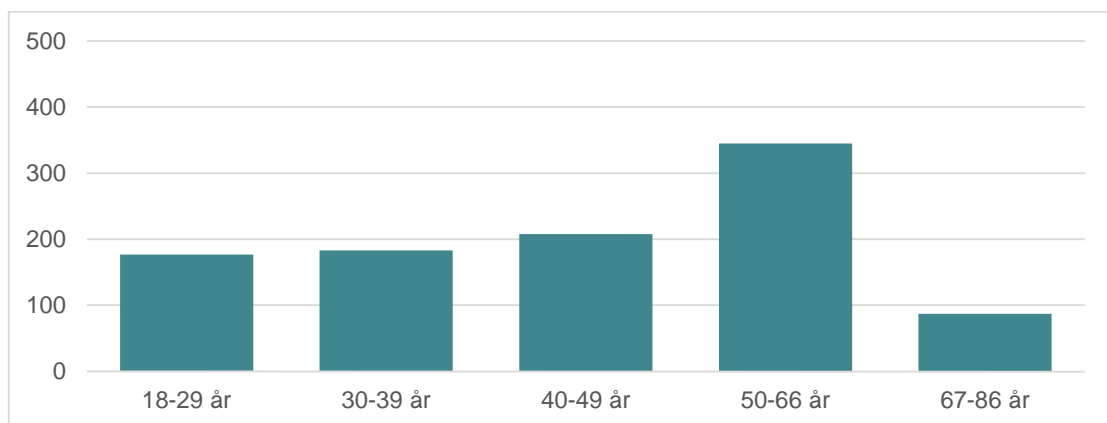
Følgende tabell oppsummerer fordelingen av noen kontinuerlige variabler for individene i utvalget. Inntekt står i antall tusen kroner.

Tabell 4.4: Alder, inntekt og husholdningen.

Demografiske og sosioøkonomiske variabler	Median	Gjennomsnitt	Maksimum	Antall respondenter
Alder	46	45,9	86	1000
Personlig inntekt (midtpunkt fra intervaller)	650	705	1250	831
Husholdningens inntekt (midtpunkt fra intervaller)	1250	1113	2250	815
Antall i husholdningen	2	2,6	13	1000

Gjennomsnittsalderen i utvalget er nær gjennomsnittet i den voksne befolkningen i de inkluderte byområdene/kommunene.¹² Aldersfordelingen er vist i Figur 4.5.

Den estimerte husholdningsstørrelsen er også litt høyere enn i gjennomsnittsbefolkningen (i de to byområdene). Inntektsmålene er basert på bruk av midtpunktet fra respondentenes indikerte inntektsintervall, og median- og gjennomsnittsestimatene ligger relativt høyt sammenliknet med en gjennomsnittlig nordmann. Dette er for så vidt som forventet, med kvotebaserte rekrutteringen fra ulike kommuner, prioritet av flyreiser mellom Bergen og Stavanger, høy flyreiseaktivitet i utvalget, samt at utvalget har en betydelig andel forretningsreisende. Flyreiser har vært et «luksusgode» (se f.eks. (Aasness & Larsen, 2003), og i global sammenheng er det å reise med fly fortsatt noe for de få, se f.eks. Gössling og Humpe (2020), og det kan nok også i norsk sammenheng fortsatt forventes en positiv korrelasjon mellom flyreisefrekvens og inntekts-/velstandsnivå. I vårt utvalg har 17 % ikke avkrysset gitt beløpsintervall for personlig inntekt, og for husholdningens inntekt er andelen enda litt høyere (19 %). Det å ikke ville oppgi inntektsintervall kan ha flere årsaker (se f.eks. Epland og Kirkeberg (2002)).

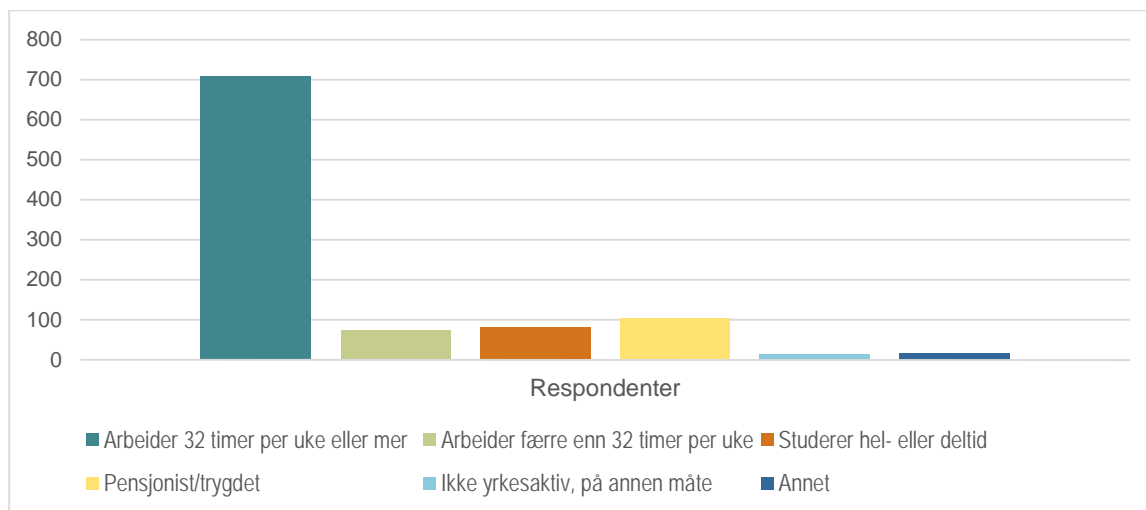


Figur 4.5: Aldersgruppenes størrelse.

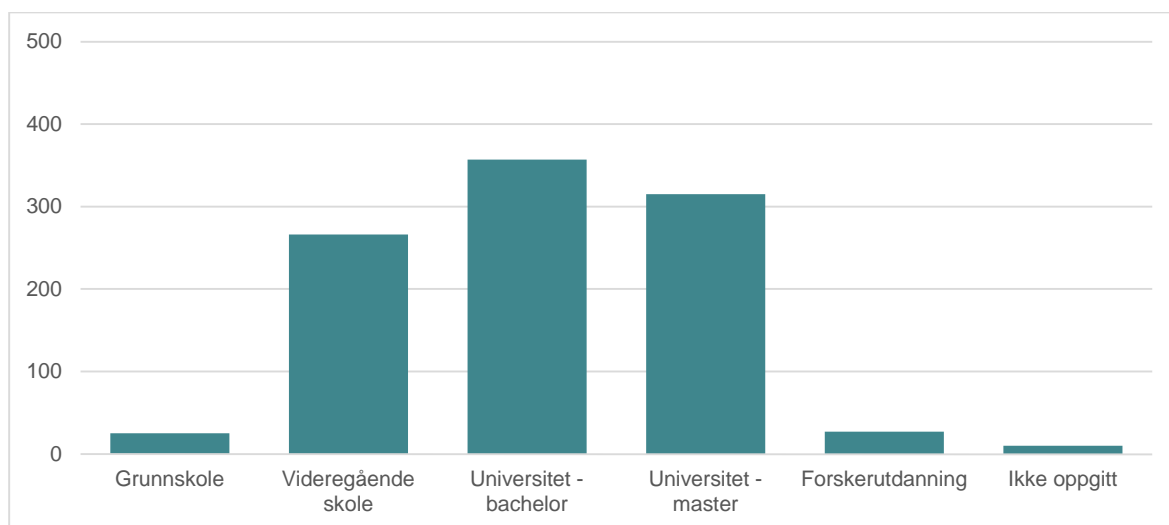
¹² Dette kan verifiseres ved å bruke tall fra Statistisk sentralbyrå: <https://www.ssb.no/statbank/table/07459/>.

Det er relativt jevn fordeling av tiårsgruppene i studerende/yrkesaktiv alder, mens de aller eldste er litt underrepresentert.¹³

De følgende figurene gir en oversikt over sysselsetting og utdanning.



Figur 4.6: Det daglige virke.



Figur 4.7: Utdanningsnivå.

Det kan påpekes mht. utdanningsnivået at ca. 70 % har minst en lavere grad fra universitet/høgskole, noe som er cirka dobbelt så høyt som i befolkningen for øvrig (SSB, 2021). For øvrig kan det tilføyes at utvalget har en liten overvekt av menn, dvs. 58,5 %. Videre oppgir ca. 90 % av utvalget tilgang på bil, og over halvparten av disse (snaut 47 % av utvalget) har tilgang til elbil.¹⁴

¹³ I de videre statistiske analysene bruker vi aldersgruppe-dummys: «under 30 år» (n=177) og «over 50 år» (n=432). Referansegruppen er i begge tilfeller «alle andre aldersgrupper».

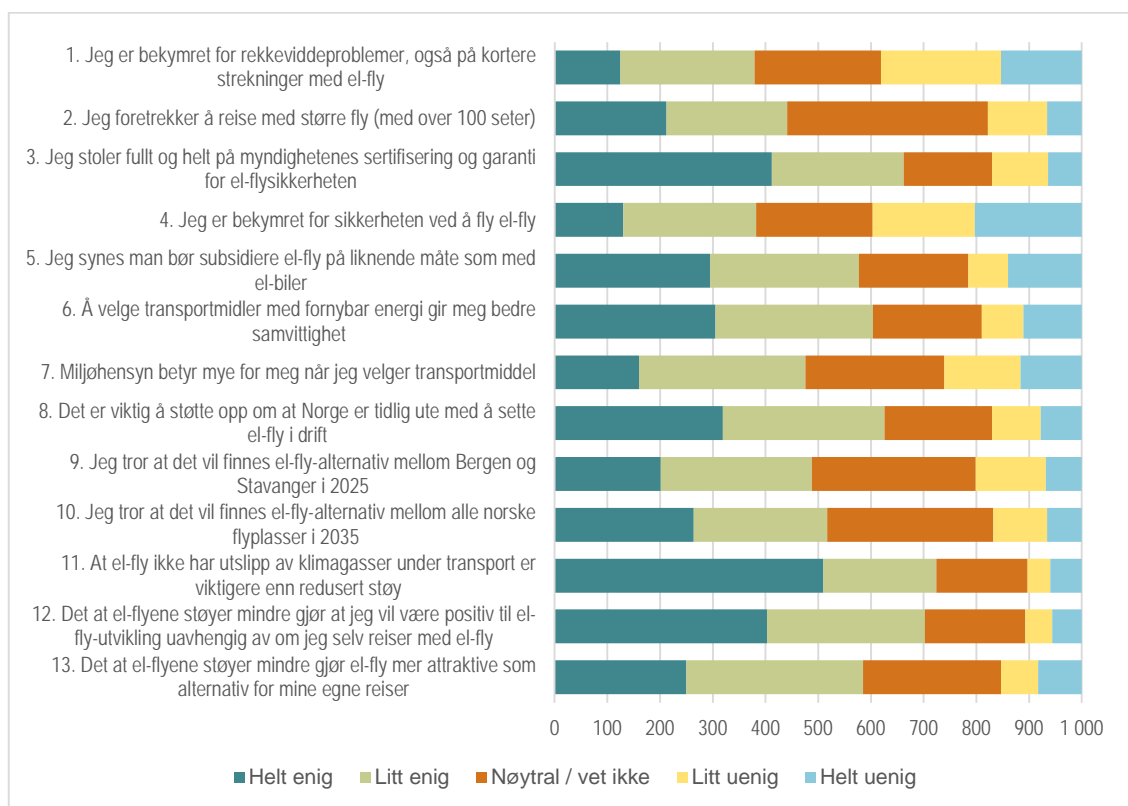
¹⁴ I de statistiske analysene bruker vi en dummy for kjønn, lik 1 for kvinner (n=415). Vi bruker også en høyere-utdanningsdummy (n=699). Dessuten bruker vi en dummy for tilgang til el-bil (n=466).

4.1.2 Holdninger til elektrisk-drevne transportmiddel, miljøeffekter og ny teknologi

Utsagn om elfly

Spørsmål om holdninger stilles ofte som utsagn, og man ber respondenten oppgi hvor enig eller uenig han/hun er. Vi inkluderte tre utsagn om det som primært gjaldt elfly og støyforhold, og deretter kom til utsagn som omhandlet både oppfatninger rundt det å bruke elfly og det med tiltak for å framskynde introduksjonen av elfly i Norge.

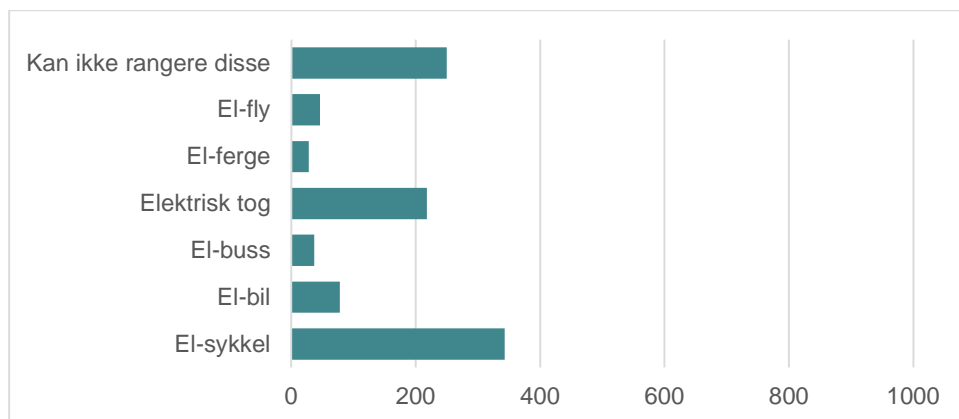
Følgende figur oppsummerer svarfordelingene på disse 13 utsagnene om elfly, med de tre første spørsmålene om støy plassert til slutt, 11 - 13. De ti øverste utsagnene (1 - 10) hadde randomisert rekkefølge, slik at ulike respondenter fikk ulike rekkefølger av disse ti utsagnene.



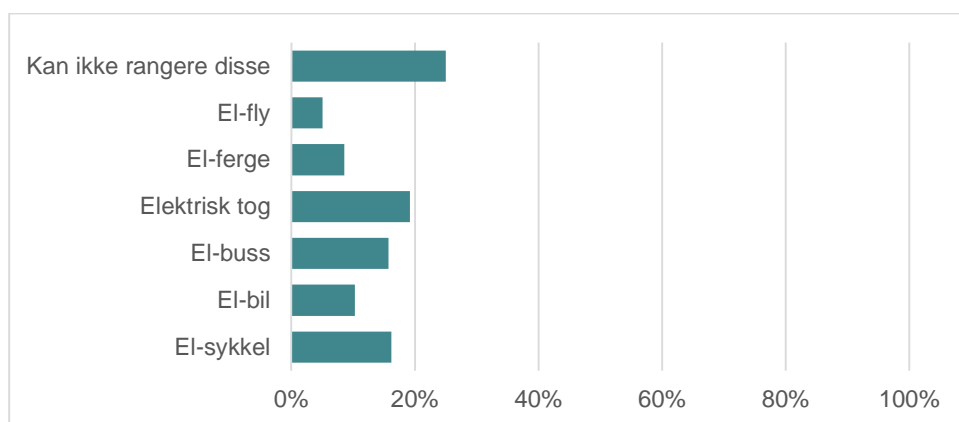
Figur 4.8: Graden av enighet med utsagn om introduksjon av elfly i Norge.

Det er noenlunde balanse mellom enighet og uenighet i utsagn om rekkeviddefrykt (1) og generell sikkerhetsbekymring (4), samt betydningen av miljøhensyn ved transportmiddelvalg (7). For de øvrige utsagnene, som er stilt positivt i forhold til elfly-introduksjon eller elfly-effekter, er enighet dominerende.

Et forhold ved holdningen til elektrisk motordrift er hvorvidt dette og CO₂-utslipp i transport vurderes som eneste relevante miljøeffekt, eller om dette inngår som én av flere miljørelaterte komponenter. Dette er i seg selv et omfattende tema, men vi inkluderte et spørsmål om hvorvidt respondentene kunne rangere seks ulike elektrisk-drevne transportmiddel mht. deres miljøvennlighet samlet sett. Følgende figurer viser svarfordelingen for hvilken transportform som ble rangert som den mest miljøvennlige, samt hvilke gjennomsnittlige andeler av første-, andre- og tredje plasser de ulike transportformene oppnådde i rangeringen.



Figur 4.9: Hvilken transportform er mest miljøvennlig samlet sett?



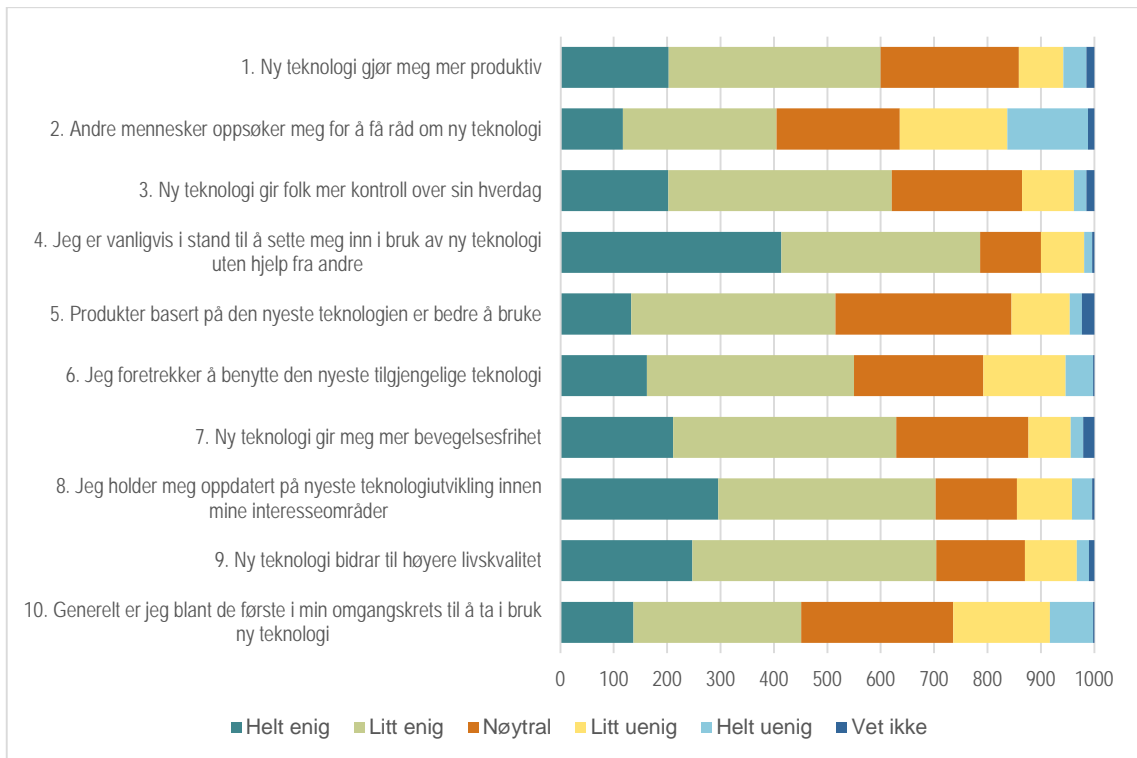
Figur 4.10: Gjennomsnittlige andeler første-, andre- og tredjerangeringer mht. miljøvennlighet samlet sett.

Det er el-sykkel (34 %) og (elektrisk-drevet) tog (22 %) som de største utvalgsandelene rangerer som mest miljøvennlige samlet sett (Figur 4.9). For gjennomsnittlig andel «topp-tre»-rangeringer, så er det tog (19 %) som ligger høyest, med el-sykkel og el-buss (16 %) på de neste plassene (Figur 4.10). Elfly oppnår flere første-rangeringer enn el-buss og el-ferge, men har lavest gjennomsnittlig andel topp-tre-rangeringer. Det kan være flere ulike grunnlag for å rangere det ene før det andre (som f.eks. miljømessige livsløpsvurderinger av kjøretøyene, andre miljømessige forhold rundt bruken enn CO₂-utslipp, eller kanskje transportmidlenes betydning i en større sammenheng). En fjerdedel av utvalget kunne ikke rangere el-transportmidlenes miljøvennlighet; noe som enten kan indikere at de vurderer CO₂-utslipp under transport som det avgjørende, at det med transportmidlenes drivstoff ikke oppfattes som interessant/viktig, eller at rangering simpelthen ble vurdert som vanskelig.¹⁵

Utsagn om ny teknologi

Flere typer elektrisk-drevne transportmiddel er blitt tatt i bruk de siste årene, men elfly i ordinær passasjertransport representerer fortsatt en ikke-implementert, ny teknologi. Vi ønsket å teste hvordan ulike dimensjoner ved holdningen til ny teknologi kan samvariere med elfly-preferansene. Følgende figur viser svarfordelingene på utsagn om holdninger til og vurderinger av ny teknologi.

¹⁵ Med våre data kan vi teste om gruppen som ikke kan rangere tenderer mot det å være relativt positiv/interessert i elfly eller relativt negativ/uinteressert.



Figur 4.11: Graden av enighet med utsagn om ny teknologi

Det er (litt) enighet og nøytralitet som er dominerende reaksjoner til utsagnene om ny teknologi. Med bruk av såkalt (eksplorerende) faktoranalyse vil besvarelsene fordele seg langs to hoveddimensjoner, som kan benevnes som «teknologi-optimisme» og «teknologi-innoverende». «Teknologi-optimister» vurderer ny teknologi som positivt for menneskers liv, mens «teknologi-innoverende» er gjerne de første til å ta i bruk ny teknologi og finner det lett. Det er slike latente variabler vi vil bruke i analysene.¹⁶

4.1.3 Generell preferanse for elfly som alternativt transportmiddel

Surveydeltakerne ble presentert et framtidsscenario med innføring av elfly på strekningen mellom Bergen og Stavanger:

Etter 2025 forventes de første flyene med kun batterielektrisk framdrift (elfly) å bli satt inn på ruten mellom Bergen (Flesland) og Stavanger (Sola).

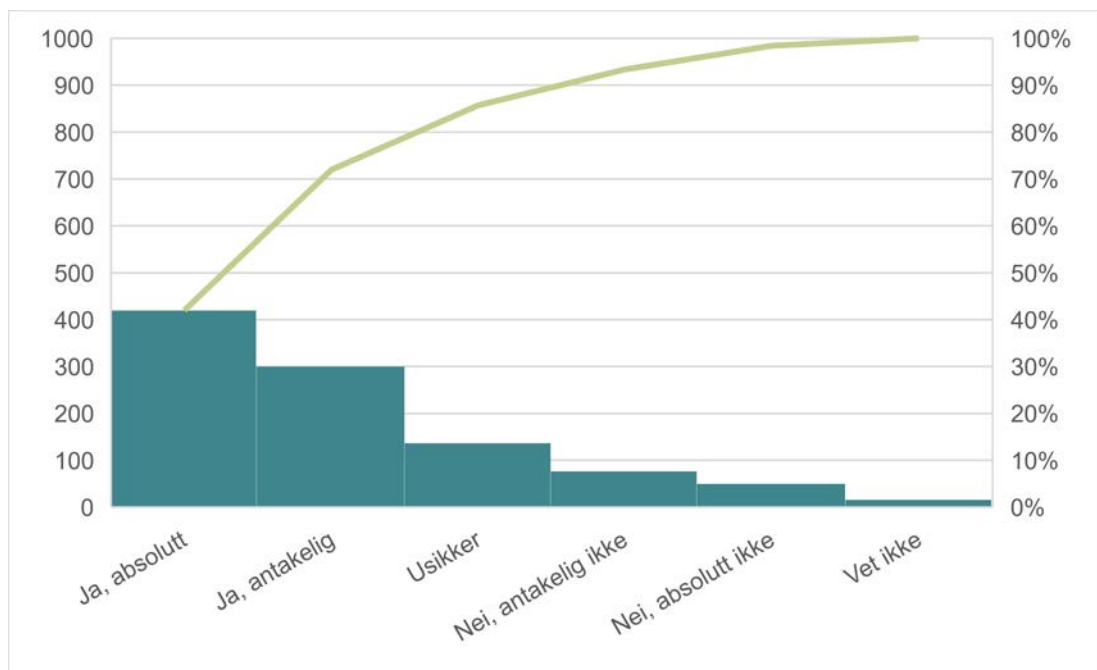
De elflyene som blir satt i drift vil ha vært gjennom omfattende testing og vil være like sikre som konvensjonelle fly.

De nye elflyene vil bli operert av de samme flyselskapene som tilbyr reise mellom de to byene i dag (Widerøe, Norwegian, SAS).

Vil du vurdere elfly som et transportalternativ mellom Bergensområdet og Stavangerområdet/Jæren når dette blir tilgjengelig?

¹⁶ Utsagnene om ny teknologi er hentet (og oversatt) fra Parasuraman, A. & Colby, C. L. (2015). An updated and streamlined technology readiness index: TRI 2.0. *Journal of service research*, 18(1), 59-74. I et appendiks (Vedlegg A4) viser vi resultater av den eksplorerende faktoranalysen og av en konfirmerende faktoranalyse. To hoveddimensjoner (latente variabler), «teknologi-optimisme» og «teknologi-innoverende» ble identifisert, og det er som forventet, basert på ibid..

Følgende figur oppsummer svarfordelingen blant de tusen respondentene.



Figur 4.12. Hvorvidt elfly ville vurderes som et transportalternativ mellom Bergen og Stavanger (når det blir tilgjengelig) – søylene viser antall respondenter i hver svarkategori og kurven viser den kumulative andelen

Et stort flertall (72 %) svarte «ja» («ja, absolutt» eller «ja, antakelig») på spørsmålet om de ville vurdere elfly som et alternativ for reising mellom de to storbyområdene.

Vi har analysert sammenhengen mellom «ja»-svar på dette spørsmålet og egenskaper ved respondenten i en logistisk regresjonsanalyse.¹⁷ Denne modellen indikerer at det er

- økt sannsynlighet for «ja»-svar (til å ville vurdere elfly som et transportalternativ mellom Bergen og Stavanger) med
 - alder under 30 år,
 - universitets-/høgskoleutdanning,
 - tilgang til el-bil,
 - husstandens inntekt (på naturlig logaritmisk skala),
 - flyreisefrekvens utland (på naturlig logaritmisk skala),
 - reising med SAS/Norwegian mellom Bergen og Stavanger, og
 - formålet for siste flyreise Bergen–Stavanger – at dette var forretningsreise eller ferie-fritidsreise (i motsetning til andre reisemål og det å ikke fly);
- og at det er redusert sannsynlighet for «ja»-svar med
 - alder over 50 år og
 - flyreisefrekvens Bergen–Stavanger (på naturlig logaritmisk skala).

Svargivingen, ja versus ikke-ja, ble brukt som grunnlag for hvordan respondenten ble spurt om villighet til å velge elfly ved prisendring.

¹⁷ Den logistiske regresjonsanalysen er nærmere beskrevet i Vedlegg A4.

4.1.4 Betalingsvillighet for elfly versus konvensjonelt fly

Relativ prisøkning versus relativ prisnedgang

For de påfølgende tre spørsmålene¹⁸ om betalingsvillighet ble utvalget delt i to mht. spørsmålsstillingen:

- De som hadde svart «ja» (dvs. at de svarer enten «ja, absolutt» eller «ja, antakelig») fikk spørsmål om villigheten til å betale en høyere pris for elfly enn for konvensjonelt fly (720 respondenter).
- De som *ikke* hadde svart «ja» (dvs. at de svarer enten «nei, absolutt ikke», «nei, antakelig ikke», «usikker», «vet ikke») fikk spørsmål om villigheten til å velge elfly gitt at de skulle betale en lavere pris for elfly enn for konvensjonelt fly (280 respondenter).

Villighet til å velge elfly per se

Det første spørsmålet om hhv. betalingsvillighet og kompensasjon hadde følgende ordlyd, der de ordene som varierte mellom de to spørsmålstypene (prisøkning og prisnedgang) er satt i klammeparenteser:

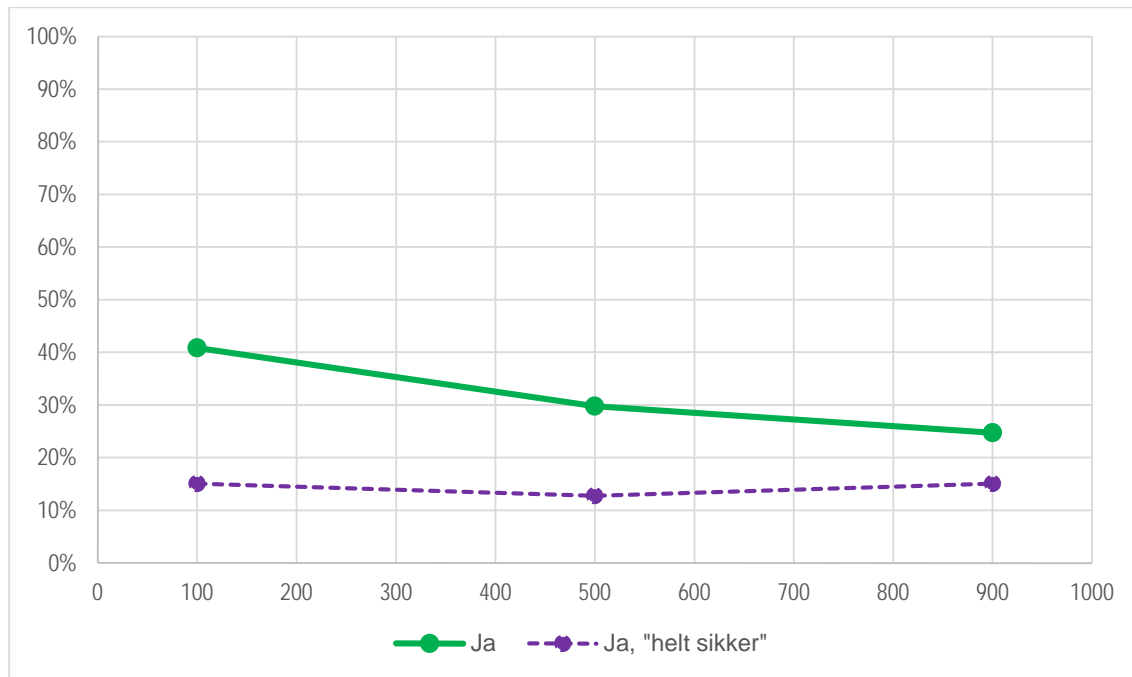
Billettprisene for direktefly mellom Bergen og Stavanger varierer mye, avhengig av reisetidspunkt og billettype, fra under 500 kroner til over 3000 kroner én vei.

Anta at billettene med elfly ville være 50 % [høyere][lavere] enn med konvensjonelle fly, for eksempel [1500][500] kroner i stedet for 1000 kroner.

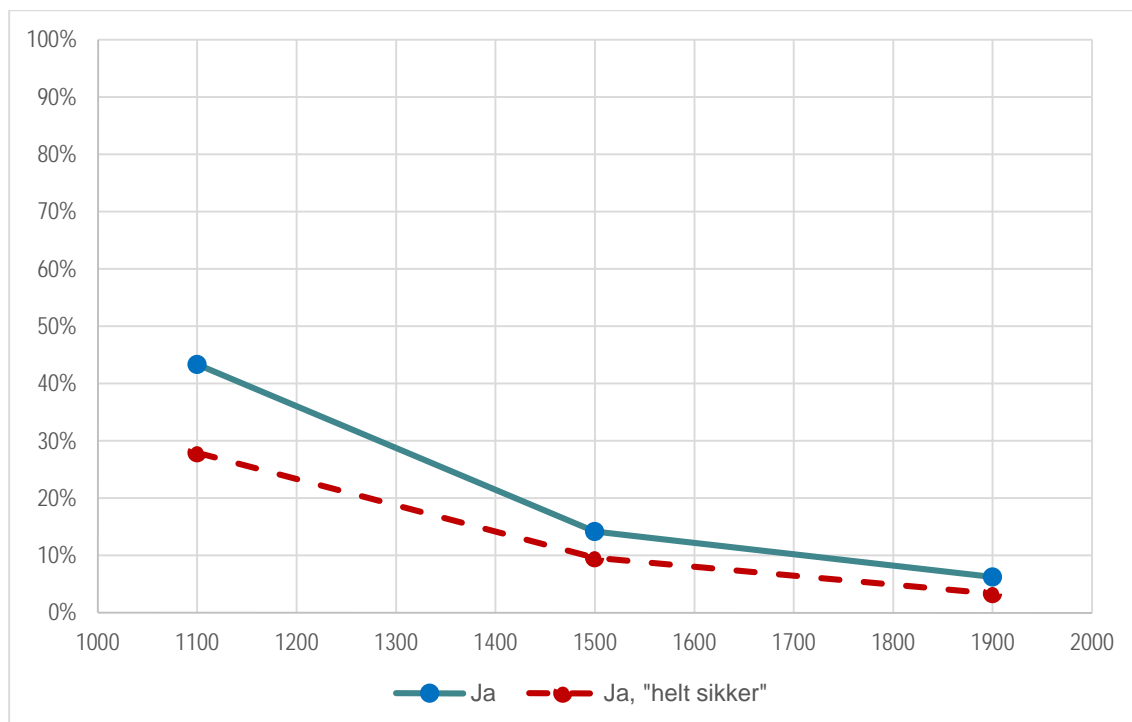
Om elfly var et alternativ i dag, ville du valgt elfly i stedet for konvensjonelt fly om elfly hadde 50 % [høyere][lavere] billettpris?

Respondentene fikk (tilfeldig) enten 50 % prisendring eller 10 % eller 90 %. Svaret de ga, «ja» eller «nei» (eller evt. «vet ikke», som vi tolker som «nei»), var forventet å avhenge av denne prosentvise prisendringen. De følgende figurene oppsummerer andelene «ja» til elfly-alternativet for hhv. prisreduksjon (n=280) og prisøkning (n=720).

¹⁸ Resultatene fra statistiske analyser er vist i Vedlegg A4.



Figur 4.13: Andeler (loddrett akse) blant mindretallet som initielt stilte seg negative eller ubestemte til elfly som alternativ transportform, som «lar seg friste», dvs. svarer «ja» og «ja, helt sikker» til elfly-alternativ for oppgitt pris (vannrett akse), gitt at reise med konvensjonelle fly koster 1000 kr – 280 respondenter totalt – Gjennomsnittlig kompensasjonskrav, «ja»-svar: -67 %.



Figur 4.14: Andeler (loddrett akse) blant flertallet som initielt stilte seg positive til elfly som alternativ transportform, som svarer «ja» og «ja, helt sikker» til elfly-alternativ for oppgitt pris (vannrett akse), gitt at reise med konvensjonelle fly koster 1000 kr – 720 respondenter totalt – Gjennomsnittlig betalingsvillighet, «ja»-svar (maks 2200): 24 % / «helt sikre ja»-svar (maks 2100): 17 %.

Den enkelte respondent vurderte altså kun ett beløp (enten 10 %, 50 % eller 90 % prisøkning/-nedgang i forhold til 1000 kr for «ikke-elfly»). Vi kan derfor vurdere det slik at respondentene gjennomgående har «svart ordentlig» – at de har tatt hensyn til prisen på elfly-reise når de har svart.

For valg av elfly-alternativ ved prisøkning er at som teorien prediker. Lavere andeler svarer «ja» til en relativ prisøkning til 1500 kr for elfly (versus 1000 for konvensjonelle) sammenliknet med andelen «ja» til 1100 kr for elfly, og vi får enda lavere andel «ja» til 1900 kr (figur 4.14).

Hvis vi ekstrapolerer kurvene i figuren, og antar 100 % ja til 0 % prisendring (1000 kr), samt viderefører ja-kurven lineært nedover for beløp over 1900 kr, til 2200 (avrundet) for «ja» og 2100 for «helt sikre ja», så gir dette hhv. 24 % (1240 kr) og 17 % (1170 kr) i estimert (ekstra) betalingsvillighet for elfly.¹⁹

Vi får noenlunde tilsvarende forhold når det gjelder «kompensasjonskrav», at jo billigere elfly blir i forhold til konvensjonelle, jo større andel av de i utgangspunktet mindre interesserte svarer «ja» til å velge elfly-alternativet likevel. Men for «helt sikre ja» får vi en tilnærmet flat kurve, som om prisreduksjonen ikke har noen betydning (Figur 4.13). Hvis vi ekstrapolerer «ja»-kurvene i figuren, med 100 % ja til gratis elfly (0 kr) og maksimum lik 1000 kr, så gir dette en estimert redusert betalingsvillighet for elfly (versus ikke-elfly) lik -67 % (333 kr for elfly vs. 1000 kr for konvensjonelle). Dette utgjør et betydelig estimert billettpris-kompensasjonskrav for den gruppen som i utgangspunktet ikke stiller seg positive til elflyreise mellom Bergen og Stavanger.

Betalingsvillighet for å reise med et illustrert 19-seters elfly

Som introduksjon til det neste betalingsvillighetsspørsmålet ble respondentene vist en illustrasjon av en elfly-prototype (Heart Aerospace ES-19), og de fikk nye spørsmål om betalingsvillighet og kompensasjonskrav:

Her er en illustrasjon av det som kan bli de første elflyene som settes inn mellom Flesland og Sola:



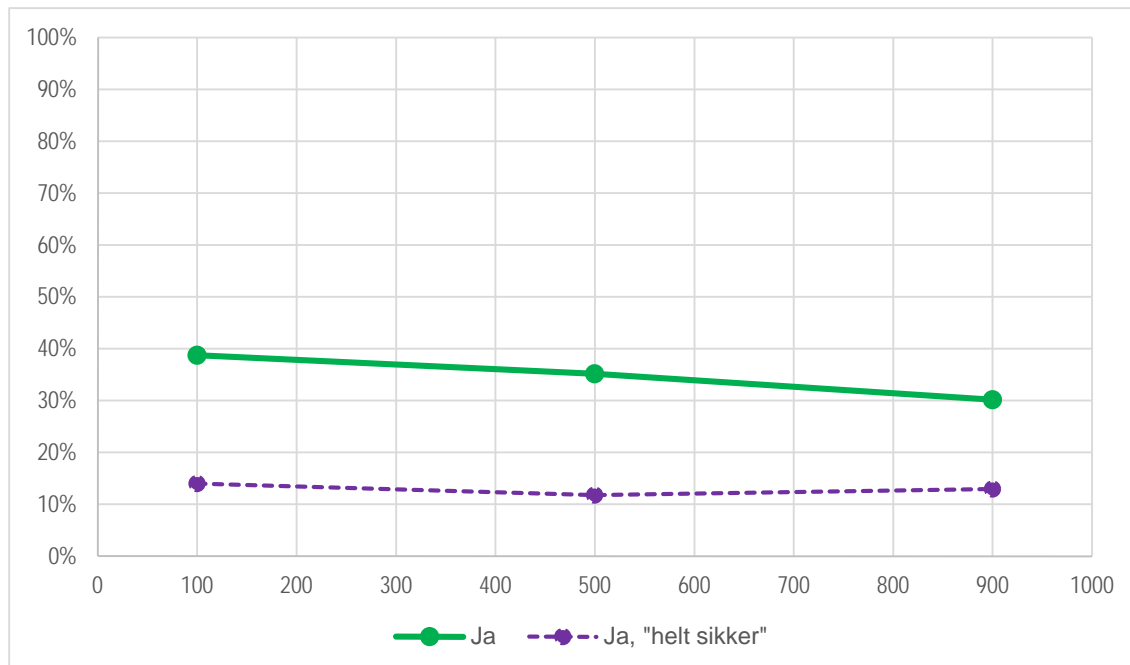
Heart Aerospace ES-19. Foto: Heart Aerospace

Du svarte [?] på spørsmålet om du var villig til å betale 50 % [høyere][lavere] billettpris for å reise med elfly i stedet for konvensjonelt fly.

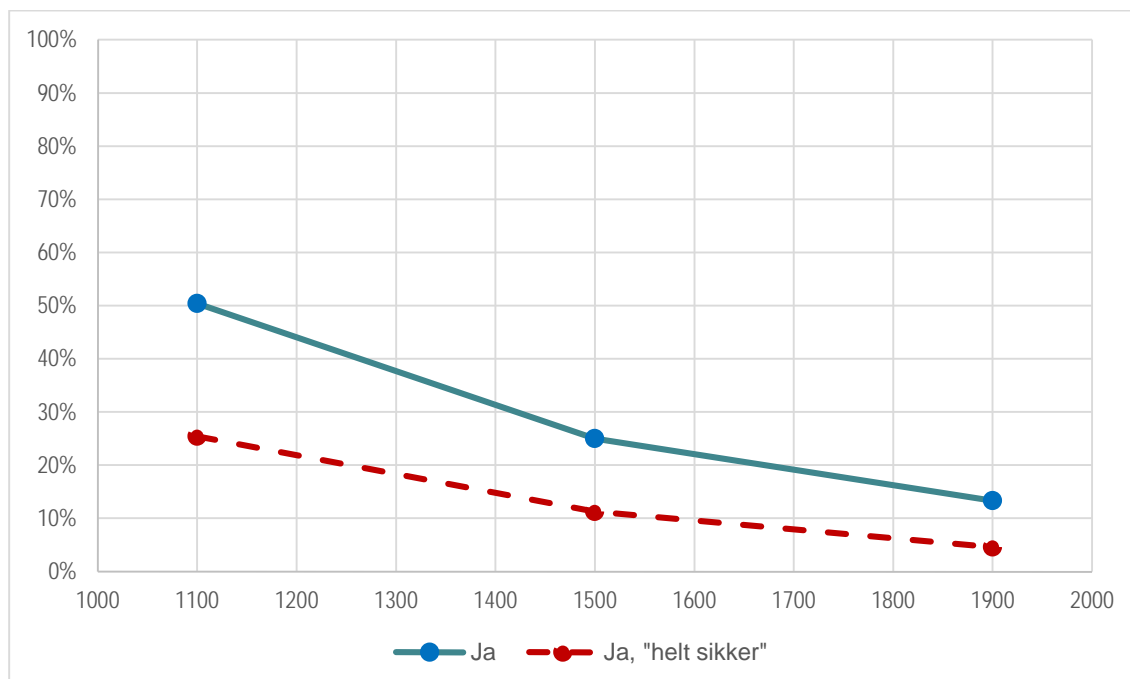
Ville du valgt elfly i stedet for konvensjonelt fly og betalt 50 % [høyere][lavere] billettpris gitt at dette var den eneste tilgjengelig elflytypen?

¹⁹ Vi har her benyttet den metode for beregning av gjennomsnitt fra ja-andeler til ulike prisøkninger som er beskrevet av Kriström, B. (1990). A non-parametric approach to the estimation of welfare measures in discrete response valuation studies. *Land economics*, 66(2), 135-139. .

Respondentene fikk her samme (prosentvise) prisendring som gitt (tilfeldig) i foregående betalingsvillighetsspørsmål. De følgende figurene oppsummerer andelene «ja» (vs. «nei» og «vet ikke») til det 19-seters elfly-alternativet for hhv. prisreduksjon (n=280) og prisøkning (n=720).



Figur 4.15: Andeler (loddrett akse) «ja» og «ja, helt sikker» til illustrert 19-seters elfly-alternativ for oppgitt pris (vannrett akse) gitt at reise med konvensjonelle fly koster 1000 kr – 280 respondenter totalt – Gjennomsnittlig kompensasjonskrav, «ja»-svar: -64 %.



Figur 4.16: Andeler (loddrett akse) «ja» og «ja, helt sikker» til illustrert 19-seters elfly-alternativ for oppgitt pris (vannrett akse), gitt at reise med konvensjonelle fly koster 1000 kr – 720 respondenter totalt – Gjennomsnittlig betalingsvillighet, «ja»-svar (maks 2400): 34 % / «helt sikre ja»-svar (maks 2200): 18 %.

Svarfordelingene for det illustrerte 19-seters elflyet har noenlunde samme form som den vi fant for det første betalingsvillighetsspørsmålet (om «el *per sø*»), med avtakende «ja» for økende beløp. Men for valg av et slikt spesifisert elfly-alternativ ved prisøkning så er ja-kurven flyttet litt oppover (figur 4.16). Hvis vi ekstrapolerer kurvene i figuren, til 100 % ja til 0 % prisendring (1000 kr), samt lineært nedover for beløp over 1900 kr, til 2400 for «ja» og 2200 for «helt sikre ja», så gir dette hhv. 34 % (1340 kr) og 18 % (1180 kr) i estimert (ekstra) betalingsvillighet for elfly.

Når det gjelder «kompensasjonskrav», så får vi her en noe flatere for «ja»-kurve, men dog strengt avtakende (Figur 4.15). Hvis vi ekstrapolerer «ja»-kurven til 100 % ja til gratis elfly (0 kr) og maksimum lik 1000 kr, så gir dette en estimert redusert betalingsvillighet for elfly (versus ikke-elfly) lik -64 % (362 kr for elfly vs. 1000 kr for konvensjonelle). Dette betyr at blant dem som var positive til å fly elfly, var de villige til å betale noe mer etter at de hadde sett et bilde av et elfly som er planlagt. For de som i utgangspunktet ikke var positive til elfly som alternativ, kan vi ikke finne noen betydelig endring i respons som følge av illustrasjonen.

Betalingsvillighet for å reise med et illustrert 19-seters elfly som vil ha ca. 10 min. lengre flytid Bergen–Stavanger

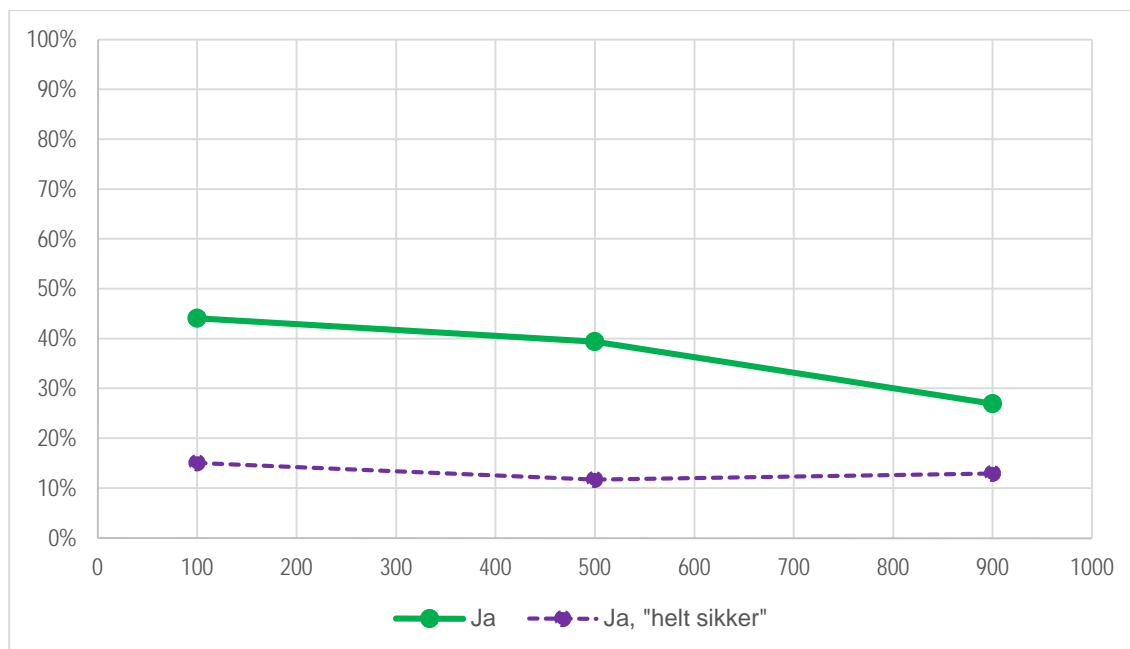
I introduksjonen til det siste spørsmålet om villigheten til å velge elfly-alternativ for gitt prisendring, så ble det påpekt at elflyene av den illustrerte typen ville ha litt lengre flytid mellom Bergen og Stavanger:

Det 19-seters elflyet som du har sett illustrert vil ha cirka 10 minutter lengre flytid mellom Flesland og Sola (ca. 45 min. i stedet for ca. 35 min.).

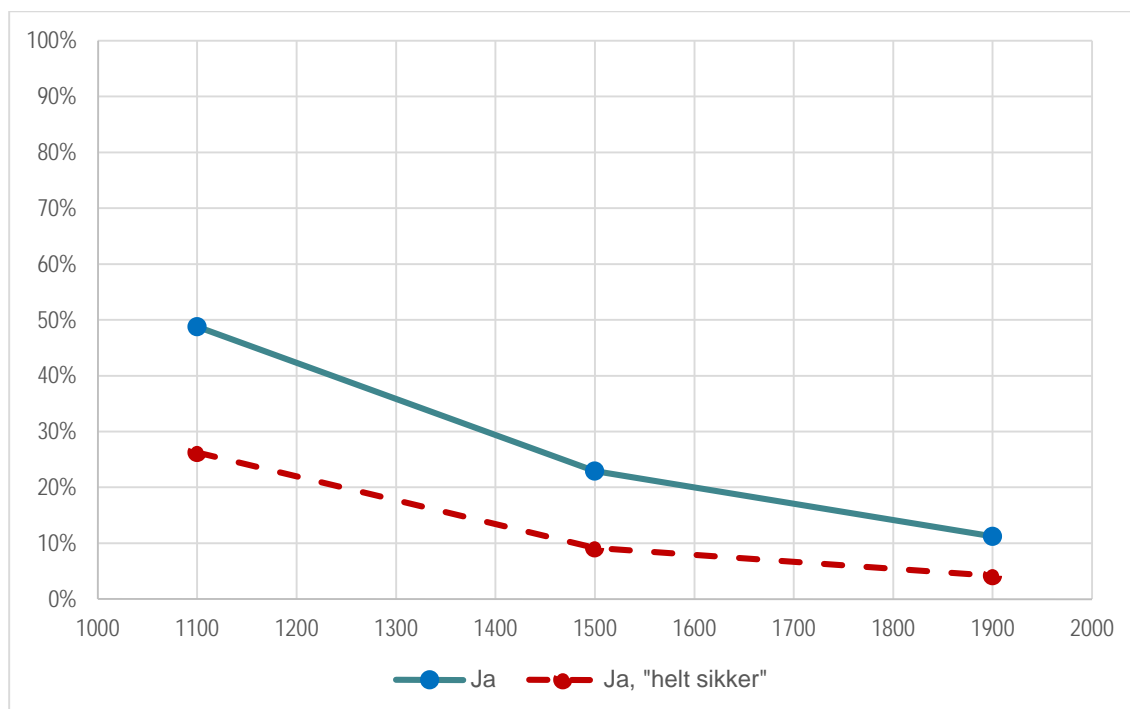
Ville du valgt elfly i stedet for konvensjonelt fly og betalt 50 % [høyere][lavere] billettpris gitt at et 19-seters fly med 10 minutter lengre flytid var den eneste tilgjengelig elflytypen?

Respondentene fikk også her samme (prosentvise) prisendring som gitt (tilfeldig) i det første betalingsvillighetsspørsmålet. De følgende figurene oppsummerer andelene «ja» (vs. «nei» og «vet ikke») til det 19-seters elfly-alternativet med 10 min. lengre flytid, for hhv. prisreduksjon (n=280) og prisøkning (n=720).²⁰

²⁰ Det var bare de som svarte ja i det foregående betalingsvillighetsspørsmålet om det illustrerte 19-seters elflyet, som fikk dette oppfølgingsspørsmålet der økt flytid ble trukket fram. De som ikke fikk spørsmålet er tilordnet samme svar som i foregående, altså «nei» eller «vet ikke». Det forutsetter implisitt at de ikke har positiv preferanse for lengre flytid, en forutsetning som vi ikke finner urimelig.



Figur 4.17: Andeler (loddrett akse) «ja» og «ja, helt sikker» til illustrert 19-seters elfly-alternativ med 10 min. lengre flytid for oppgitt pris (vannrett akse), gitt at reise med konvensjonelle fly koster 1000 kr – 280 respondenter totalt – Gjennomsnittlig kompensasjonskrav, «ja»-svar: -62 %.



Figur 4.18: Andeler (loddrett akse) «ja» og «ja, helt sikker» til illustrert 19-seters elfly-alternativ for oppgitt pris (vannrett akse), gitt at reise med konvensjonelle fly koster 1000 kr – 720 respondenter totalt – Gjennomsnittlig betalingsvillighet, «ja»-svar (maks 2400): 34 % / «helt sikre ja»-svar (maks 2200): 18 %.

Hvis vi ekstrapolerer kurven i figur 4.18, til 100 % ja til 0 % prisendring (1000 kr), samt lineært nedover for beløp over 1900 kr, til 2300 for «ja» og 2200 for «helt sikre ja», så gir dette hhv. 31 % (1310 kr) og 17 % (1170 kr) i estimert (ekstra) betalingsvillighet for elfly. Punkt-estimatene går altså litt ned igjen med tilleggsinformasjonen om økt flytid, men gjennomsnittene forblir høyere enn de var med det første spørsmålet (om elfly *per se*, uten spesifisering/illustrasjon).

Med tilsvarende for «kompensasjonskravet» (figur 4.17) – hvis vi ekstrapolerer «ja»-kurven til 100 % ja til gratis elfly (0 kr) og maksimum lik 1000 kr, så gir dette en estimert redusert betalingsvillighet for elfly (versus ikke-elfly) lik -62 % (385 kr for elfly vs. 1000 kr for konvensjonelle).

Betalingsvillighet og reiseformål

Vi har estimert lineær-logistiske modeller for ulike markedssegmenter, basert på oppgitt formål for siste flyreise mellom Bergen og Stavanger. De segmentene vi har tatt ut er forretningsformål (n=229) og ferie-/fritidsformål (n=195). Vi kjørte også ut samme modell for den gruppen som ikke hadde reist med fly mellom de to byene i perioden 2019-21 (n=207). Dette er kun de andelene som hadde vurdert elfly som et framtidig alternativ for reiser mellom Bergen og Stavanger (som summerer seg til 720 om vi legger til de 89 som enten hadde reist til-fra jobb eller oppga annet reiseformål). Testen ble basert på det første betalingsvillighetsspørsmålet – «ja»-svar til ekstra betalingsvillighet for elfly per se.²¹

Basert på denne statistiske analysen kan vi sammenlikne konfidensintervallene for den estimerte betalingsvilligheten – på tvers av segmentene. Resultatet er at alle konfidensintervaller er klart overlappende. Vi finner ingen statistisk signifikante forskjeller mellom segmentenes ekstra betalingsvillighet, basert på denne testen. Vi kan dermed ikke påvise at det er noe forskjell i ekstra betalingsvillighet for elfly mellom fritidsreisende og forretningsreisende, eller andre typer reisende for den saks skyld.

Samvariasjon mellom betalingsvillighet/kompensasjonskrav, bakgrunnsvariabler og teknologiholdninger

Vi har også estimert lineær-logistiske regresjonsmodeller med inkludering av individkarakteristika. I disse modellene har vi analysert sammenhengen mellom «ja»-svar på spørsmålet om valg av elfly-alternativet gitt en prisendring. Vi har gjort dette for alle tre betalingsvillighetsspørsmålene – og både for det flertallet som ble spurt om å velge elfly for relativt høyere pris (n=720) og det mindretallet som ble spurt om å velge elfly for relativt lavere pris (n=280).²²

For det å velge elfly til høyere pris enn for konvensjonelle (n=720) så viser modellene svært få signifikante samvariasjoner med individkarakteristika.

- Det er i noen modeller funnet økt sannsynlighet for «ja»-svar (til å velge elfly til relativt høyere pris) med
 - universitets-/høgskoleutdanning (for illustrert 19-seters fly, ikke elfly per se),
 - reising med buss mellom Bergen og Stavanger de siste to-tre år (kun for illustrert 19-seters fly med lengre flytid), og
 - «teknologi-optimisme» (ikke for illustrert 19-seters fly med lengre flytid).
- Det er i noen modeller funnet redusert sannsynlighet for «ja»-svar (til å velge elfly til relativt høyere pris) med
 - fulltidssysselsetting (ikke for illustrert 19-seters fly med lengre flytid).

For det å velge elfly til lavere pris enn for konvensjonelle (n=280) så viser modellene svært blandede resultater.

²¹ En tabell med resultatene fra denne lineær-logistiske modelleringen er vist Vedlegg A4.

²² Den lineær-logistiske regresjonsanalysen med individkarakteristika er nærmere beskrevet, med tabeller, i Vedlegg A4.

- Det er i noen modeller funnet økt sannsynlighet for «ja»-svar (til å velge elfly til relativt lavere pris) med
 - alder under 30 (for elfly per se og for illustrert 19-seters fly med lengre flytid),
 - naturlig logaritme av husstandsinntekt (kun for elfly per se),
 - reising med buss mellom Bergen og Stavanger de siste to-tre år (kun for elfly per se), og
 - «teknologi-optimisme» (kun for illustrert 19-seters fly, ikke elfly per se).
- Det er i noen modeller funnet redusert sannsynlighet for «ja»-svar (til å velge elfly til relativt lavere pris) med
 - alder over 50 (kun for elfly per se) og
 - reising med SAS/Norwegian mellom Bergen og Stavanger de siste to-tre år (for elfly per se og for illustrert 19-seters fly med lengre flytid).

Resultatene viser relativt svake sammenhenger mellom respondentens tilkjennegitte atferdsintensjon (velge elfly-alternativ) og respondentens karakteristika²³. For villigheten til å betale relativt høyere pris for elfly, er det prisøkningen som «styrer» svargivningen. Denne villigheten til å betale en relativt høyere pris er fordelt relativt jevnt mellom respondentene, at det er ingen segmenter som sterkt skiller seg ut statistisk sett.

Det er for så vidt interessant at det er «teknologi-optimisme», ikke «teknologi-innoverende», som samvarierer positivt med betalingsvilligheten for å velge elfly.²⁴

4.1.5 Kort oppsummering av resultatene fra Norstat-panel-surveyen

Et utvalg av transportbrukere på strekningen mellom Bergen og Stavanger (i perioden 2019-2021) er blitt spurt om reiseaktivitet, holdninger og preferansen for et framtidig elfly-alternativ på denne strekningen.

Dette utvalget på 1000 personer forventes å kunne reflektere synspunkter for den bakenforliggende populasjonen av transportbrukere mellom Bergensområdet og Stavangerområdet. Men vi kan likevel ikke påberope oss at utvalget er «representativt», gitt utgangspunktet med internettpaneltilhørighet og kvotebasert sampling basert på reiseaktiviteten Bergen–Stavanger 2019-2021, samt at de hadde klart høyere inntekt og utdanning enn gjennomsnittet i den norske befolkningen..

Det var noenlunde jevnbyrdig deltakelse av bosatte i Bergensområdet og i Stavangerområdet. Utvalget har relativt høy utdanning, høy tilgang til el-bil, og menn er i flertall. 30 % av utvalget oppga at siste flyreise mellom Bergen og Stavanger var en forretningsreise.

Flertallet i utvalget stiller seg positive til et framtidig elfly-alternativ. Illustrasjon av el-småflyet fra Heart Aerospace (ES-19) hadde en viss positiv effekt på villigheten til å velge elfly-alternativet for en gitt prisøkning. Og den negative effekten av en økning i flytiden på 10 minutter, på villigheten til å velge elfly-alternativet, var relativt liten.

Respondenter under 30 år stilte seg mest positive til elfly som et framtidig transportalternativ mellom Bergen og Stavanger, mens de over 50 år var minst positive. De som var positive til

²³ I andre modelleringer, for villighet til å betale økt pris for elfly *per se*, fant vi negativt koeffisientfortegn for respondentens oppgitte antall utenlandsflyreiser.

²⁴ Vi testet og fant at «positive» og «negative» elfly-holdninger (som er beskrevet i Vedlegg A4) gjennomgående samvarierer helt som forventet med betalingsvilligheten for elfly. Videre fant vi at de som ikke ville rangere de ulike el-transportmidlenes miljøvennlighet (25 % av hele utvalget) fikk negativt koeffisientfortegn i modellene for valg av elfly til endret pris.

elfly som framtidig transportalternativ hadde ellers høyere andel med universitetsutdanning og høyere andel med el-biltilgang. De som hadde reist med mindre fly på strekningen (Widerøe) var mindre positive til å vurdere elfly som alternativ.

Det flertallet som stilte seg positive til elfly som alternativ transportform mellom Bergen og Stavanger, vil ikke nødvendigvis være villige til å betale mer for et elfly-alternativ enn for et konvensjonelt fly. Noen tilkjenner høy betalingsvillighet og vi får et estimert gjennomsnitt for villighet til å betale en prisøkning opp mot 20 prosent, for elfly per se, og ca. 30 prosent for det illustrerte 19-seters elflyet (om vi sammenholder ja-andeler og priser). Men flertallet av de som i utgangspunktet stiller seg positive er ikke villige til å betale mer for å reise med elfly enn for andre fly.

I det mindretallet som stilte seg negative eller ubestemte til elfly som alternativ transportform mellom Bergen og Stavanger, vil antakelig en andel kunne «fristes» med lavere pris for å reise med elfly enn for å reise med andre fly («kompensasjonskrav»). Men, selv med 90 % relativ prisreduksjon så ville omtrent halvparten likevel ikke velge elfly-alternativet. Det gjennomsnittlige kompensasjonskravet blir dermed stort – vi estimerer en betalingsvillighet for elfly som er 60-70 prosent lavere enn for konvensjonelle fly.

Ser vi på hele utvalget i sammenheng, de positive så vel som de negative/ubestemte, så vil vi finne at (en vektet) gjennomsnittlig betalingsvillighet knapt nok er høyere enn 0 %. Den vil være så vidt lavere enn 0 % om vi tar utgangspunkt i estimatene for elfly per se, og så vidt høyere enn 0 % med grunnlag i det illustrerte 19-seters elflyet. Dersom de reisende får valget mellom elfly og konvensjonelt fly, vil de med høyere betalingsvillighet for elfly kunne selv-selektere seg til elfly. Dette forventer vi, alt annet likt, vil bidra til en forbedring i de reisendes konsumentoverskudd.

Vi finner bare enkelte svake sammenhenger mellom villigheten til å velge elfly for en gitt prisendring og respondentenes kjennetegn. Ingen individkarakteristika forblir entydige gjennom modelleringen av de tre betalingsvillighetsspørsmålene (elfly per se, illustrert 19-seters, lengre flytid), verken for prisøkning (n=720) eller prisnedgang (n=280) relativt for elfly versus konvensjonelle. Vi finner noe positiv samvariasjon mellom betalingsvillighet for elfly og en «teknologi-optimisme»-holdning, men ikke tilsvarende for en «teknologi-innoverende»-holdning.

En enkel sammenlikning av splittede flyreisesegmenter bekrefter for så vidt samme tendens. Det blir ikke funnet forskjell i betalingsvillighet mellom forretning-/tjenestereiseformål, ferie-/fritidsreiseformål og andre formål for siste flyreise Bergen–Stavanger.

Den målte prissensitiviteten (priskoeffisientens negative størrelse og statistiske signifikans) var betydelig, i alle segmenter. Prissensitiviteten var spesielt sterkt for det flertallet som ble presentert prisøkninger, men prisen på elfly-alternativet hadde også en viss effekt på det mindretallet som ble presentert prisreduksjon. Dette kan delvis forklares med spennet i de prisendringene som ble brukt (10 %, 50 %, 90 %), men det må også kunne tilskrives det at respondentene har vurdert elfly-scenariet vårt som troverdig.

4.2 Virksomhetsrepresentanters oppfatninger og preferanser mht. elfly for strekningen Bergen–Stavanger

I dette avsnittet presenteres gjennomføring av og resultater fra den nettbaserte virksomhetsundersøkelsen om elfly.

4.2.1 Gjennomføring av spørreundersøkelsen

I tillegg til panelundersøkelsen presentert i det foregående avsnittet og fokusgruppene (jf. avsnitt 4.3) ble det i mai-juni 2021 gjennomført en mindre spørreundersøkelse blant et utvalg av virksomheter som er kunder hos det aktuelle reisebyrået. Vi kan anta at disse virksomhetene er noenlunde representative for virksomheter som har ansatte som flyr på den aktuelle strekningen. Reisebyrået bisto oss med å sende en epost-forespørsel om å delta i den nettbaserte undersøkelsen til et utvalg virksomheter som varierer i størrelse, lokalisering og type hovedvirksomhet. Den ble sendt til et utvalg av kontaktpersoner i virksomhetene som enten står for bestillinger av flyreiser for de ansatte (hr-personell, økonomi/admin., sekretærer e.l.) eller som på annen måte kan antas å ha god oversikt over virksomhetene og ansattes prosedyrer, behov, og preferanser mht. valg og bestilling av flyreiser på denne strekningen. De inviterte personene kunne deretter besvare undersøkelsen ved å klikke på en lenke i invitasjonseposten for å besvare et nettbasert spørreskjema administrert av Norstat. Dette spørreskjemaet var en liknende, men virksomhetstilpasset variant av skjemaet i panelundersøkelsen blant reisende på strekningen. Respondentene ble bedt om å besvare spørreskjemaet på vegne av virksomheten på de spørsmålene hvor det var aktuelt, og på vegne av seg selv på spørsmål om personlige oppfatninger og holdninger.

Undersøkelsen resulterte i 16 fullførte besvarelser fra inviterte virksomhetsrepresentanter, etter utsendelse i mai og 1-2 runder med oppfølging av reisebyrået. Antallet besvarte skjema var dermed en del lavere enn forventet, hvor en del høyere svarinnngang hadde vært ideelt. Dette antallet er dermed for lavt til å kunne gjøre noenlunde gyldige statistiske analyser, og nedbrytning i undergrupper etter type virksomhet og størrelse osv. På basis av dette begrensede tallgrunnlaget kan vi heller ikke presentere resultater fra valgekspperimentet om billettprisindeks ved bruk av elfly vs. konvensjonelt fly slik det er omtalt i presentasjonen av resultatene av panelundersøkelsen i avsnitt 4.1.4. Likevel kan resultatene gi noen indikasjoner mht. faktaopplysninger om virksomhetene, samt tendenser i representantenes oppfatninger, holdninger og vurderinger som gjelder de temaene vi er interessert i her. I presentasjonen av resultatene er det supplert med opplysninger fra fokusgruppene hvor det er relevant. Vi vil derfor i hovedsak presentere og kommentere resultatene i mer kvalitativ form, som «flertallet mener...» «to av tre er enige i...» osv. i stedet for å presentere eksakte andeler/prosenttall, gjennomsnitt, eventuelle sammenhenger og andre statistiske parametere et større svarutvalg ville ha tillatt

4.2.2 Utvalget av virksomheter og deres reisevirksomhet

Blant de 16 virksomhetene representantene har besvart på vegne av, har knapt halvparten av dem hovedvirksomheten innen olje, gass og energi-sektoren eller servicenæringer tilknyttet denne. I tillegg er det enkeltvirksomheter innen næringene bank og finans, investeringer, bygg og anlegg, ingeniør, transport, redningstjenester, rekruttering, samt offentlig sektor.

Omtrent to av tre virksomheter har sitt hovedkontor i Norge lokalisert i Stavanger, Sandnes eller omegnskommunene. De øvrige lokalisert andre steder på Vestlandet. Knappt halvparten består av en eller flere enheter lokalisert i Bergensområdet og stavangerområdet/Jæren, en firedel med flere enheter lokalisert andre steder i Norge og firedel med andre typer lokalisering (for eksempel med én enhet i Norge kombinert med én eller flere enheter i utlandet).

Virksomhetene har mellom 2 og 4600 ansatte i Bergen og Stavanger-områdene, så det er ganske stor variasjon i størrelsen målt i antall ansatte. Medianen var 86 ansatte (den midterste observasjonen, som gir mer mening å se på enn gjennomsnittet her). Av de 16 har 6 inntil 50 ansatte, mens 4 har 1500 eller flere. I alt har ca. halvparten under 100 ansatte, omtrent en

tre deler har mellom 100 og 400 ansatte, og de resterende over 400 ansatte. Det er altså en del variasjon i type virksomhet, lokalisering, og størrelse målt i antall ansatte, som antakelig kan gi oss et bilde av noenlunde «gjennomsnittlige» virksomheter med ansatte som reiser med fly på strekningen - selv sagt med et forbehold pga. det lave antallet svarresponser i undersøkelsen.

Respondentene ble bedt om å anslå omtrent hvor mange reiser (enkeltreiser) virksomhetens ansatte hadde til sammen med fly på strekningen mellom Bergen og Stavanger i 2019, som var siste normalår før (COVID-19) pandemien. Medianen var 100 reiser. I overkant av halvparten anslo at virksomheten hadde 50 eller færre reiser, en firedel mellom 100 og 300 og en knapp firedel mellom 600 og 2500 reiser med fly på strekningen.

De ble også spurt om hvilke flyselskaper virksomhetens ansatte har flydd med mellom Bergen og Stavanger de siste to-tre årene. Samtlige 16 oppga SAS, 15 av disse oppga Norwegian, og 10 Widerøe. SAS ble anslått av nesten alle (15) som det flyselskapet virksomhetens ansatte reiste oftest med. I 6 av virksomhetene er som oftest de ansatte selv som ordner med sine reiser mellom Bergen og Stavanger, mens i de 10 resterende er det andre (arbeidsgiver, reisebyrå, eller andre) som gjør det.

Omfanget av fremtidige flyreiser (når alt blir gjenåpnet og alle reiserestriksjoner i Norge er borte) sammenlignet med før pandemien vil også kunne ha betydning for markedet for elflyreiser. Respondentene ble derfor bedt om å anslå om virksomhetens ansatte vil reise mer eller mindre med fly innenlands i årene fremover, sammenliknet med det de gjorde i 2019. Av de 14 som besvarte spørsmålet var det hele 9 som anslo at de ansatte ville reise litt eller mye mindre med fly innenlands enn før, 4 like mye og bare 1 mer. Når det gjaldt spørsmål om utenlandsreiser på samme måte, anslo 6 at det ville reises mindre med fly, 5 omtrent like mye og 2 litt mer. Dette kan tyde på at mange av virksomhetene ser for seg at de vil redusere flyreisevirksomheten i årene etter pandemien, noen vil opprettholde den på nivået det var før pandemien, mens bare et fåtall vil øke den. Samlet sett kan i så fall bety at det vil kunne redusere etterspørselen etter flyreiser både innenlands og utenlands noe, også etter pandemien.

Det kan tyde på at reisevirksomheten generelt vil reduseres (mer bruk av f.eks. hjemmekontor eller videomøter) i kjølvannet av pandemien, men det kan også bety at man velger andre transportmåter enn fly. Den mest åpenbare konkurrerende transportmåten på denne strekningen er reise med bil, og vi kartla derfor de ansattes tilgang på bil som kan benyttes i tjenesten. Halvparten av virksomhetene svarte at de fleste ansatte har tilgang til privatbil de kan bruke i tjenesten til bruk på den aktuelle strekningen. Blant virksomhetene disponerer 4 bensin- eller diesebil de ansatte kan bruke til yrkesreiser, og 3 har elbil og 1 har annen type bil (varebil e.l.) mens 5 svarte at de ansatte normalt ikke har tilgang til kjøretøy de kan bruke på slike yrkesreiser. Kombinasjonen av at mange har privatbil de kan benytte, og at virksomhetene disponerer kjøretøy for tjenestebruk på yrkesreiser, gjør at veitransport kan bli et reelt alternativ til fly. Det kan særlig når veinettet mellom de to byregionene forbedres, og flere vil ha tilgang til elbil med lavt utslipp og reduserte avgifter og med lang rekkevidde i årene fremover.

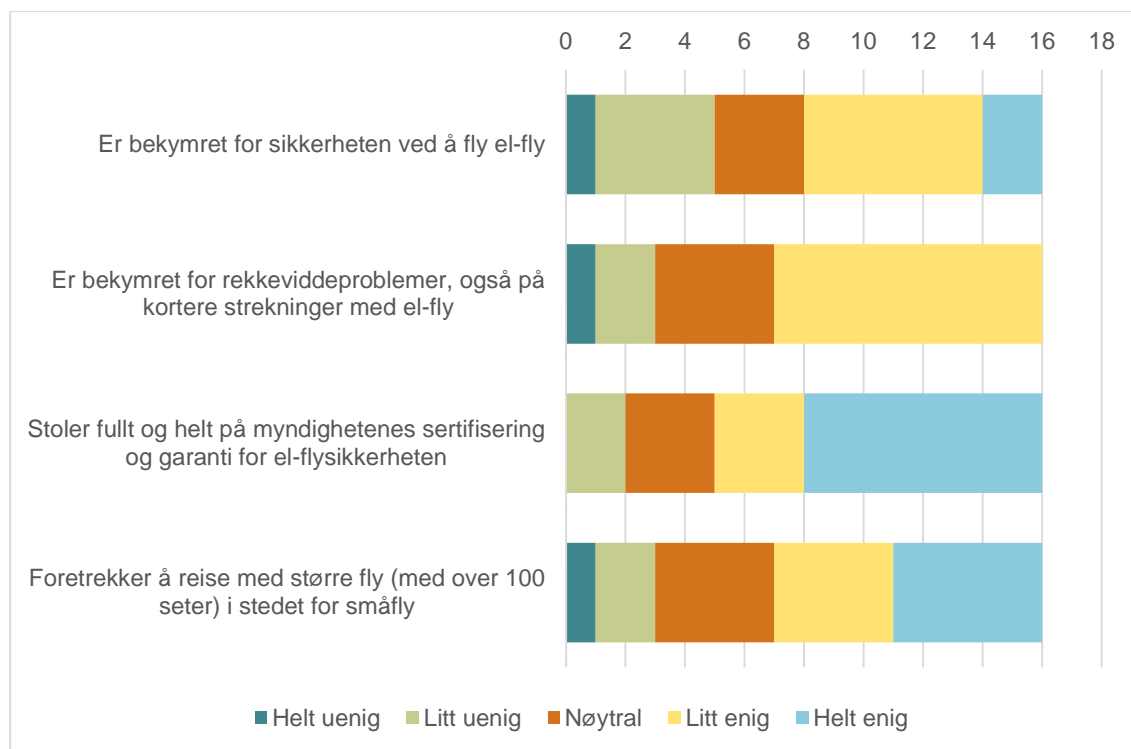
4.2.3 Oppfatninger av fremtidig bruk og tilgjengelighet av elfly

Respondentene ble deretter bedt om å vurdere elfly som et aktuelt transportalternativ mellom Bergensområdet og Stavangerområdet/Jæren for virksomhetens ansatte når dette blir tilgjengelig. Hele 14 av 16 anså dette som absolutt eller antakelig ja, mens kun 2 var usikre eller ikke visste. Det er altså en oppfatning blant nesten alle virksomhetsrepresentantene at elfly vil kunne vurderes som et reelt transportalternativ i framtiden.

Det er også interessant hvordan man anser det sannsynlig eller ikke at elfly vil være i operativ rutetrafikk i nærmeste framtid. Respondentene ble derfor spurt om de var enige eller uenige i en påstand om at det vil finnes elfly-alternativ mellom Bergen og Stavanger i 2025, hvorav 10 av 16 var helt eller litt enige i det, mens 6 var nøytrale eller visste ikke. På samme måte ble de spurt om de var enige i det vil finnes elfly-alternativ mellom alle flyplasser i Norge i 2035. Så mange som 12, eller 3 av 4, var enige i påstanden, og bare 4 var nøytrale eller visste ikke. Det er med andre ord ganske stor tiltro til at det vil finnes et elfly-rutetilbud mellom de to byene allerede innen 2025, mens flertallet også tror på en rutedekning over hele landet innen 2035. I alt tyder det på en ganske positiv innstilling blant virksomhetsrepresentantene til elfly som framtidig transportalternativ innenlands.

4.2.4 Oppfatninger om sikkerhet ved reise med elfly

I fokusgruppene ble betraktninger rundt betydningen sikkerhet mht. problemer og ulykker løftet fram som en av de viktigste aspektene for aksepten av elfly som transportalternativ, og at det kommer til å bli tatt i bruk av for reisende i yrkessammenheng. Vi ba derfor respondentene indikere om de var enige eller uenige i noen påstander i forbindelse med slik sikkerhet. Svarene er vist i figur 4.19 nedenfor.



Figur 4.19: Oppfatninger om sikkerhet ved bruk av elfly. Antall respondenter som har markert ulike svaralternativ.

På spørsmål om man er enig eller uenig i om man er bekymret for sikkerheten ved bruk av elfly ser vi fra figuren ovenfor at halvparten er enige i påstanden, mens bare 5 er uenige i det (3 nøytrale). Det er altså flere som er bekymret for sikkerheten enn de som ikke er det.

Videre er et flertall (9) bekymret for rekkeviddeproblemer, også på kortere strekninger som den aktuelle her, mens bare 3 ikke er det. Samtidig er et klart flertall enige i at de stoler helt på myndighetenes sertifisering og garanti for elflysikkerheten, og kun 2 er litt uenige i at de gjør det.

Flystørrelse påvirker nødvendigvis ikke sikkerheten ved å fly, selv om noen kan ha formeninger om at større flystørrelse assosieres med sikrere fly. Vi har derfor valgt å ta med spørsmål om man er enig i at man foretrekker større fly over 100 seter, vist i figuren over. Flertallet (9) er enige at de foretrekker større fly framfor småfly, som elfly vil være i begynnelsen, mens bare 3 er uenige i det.

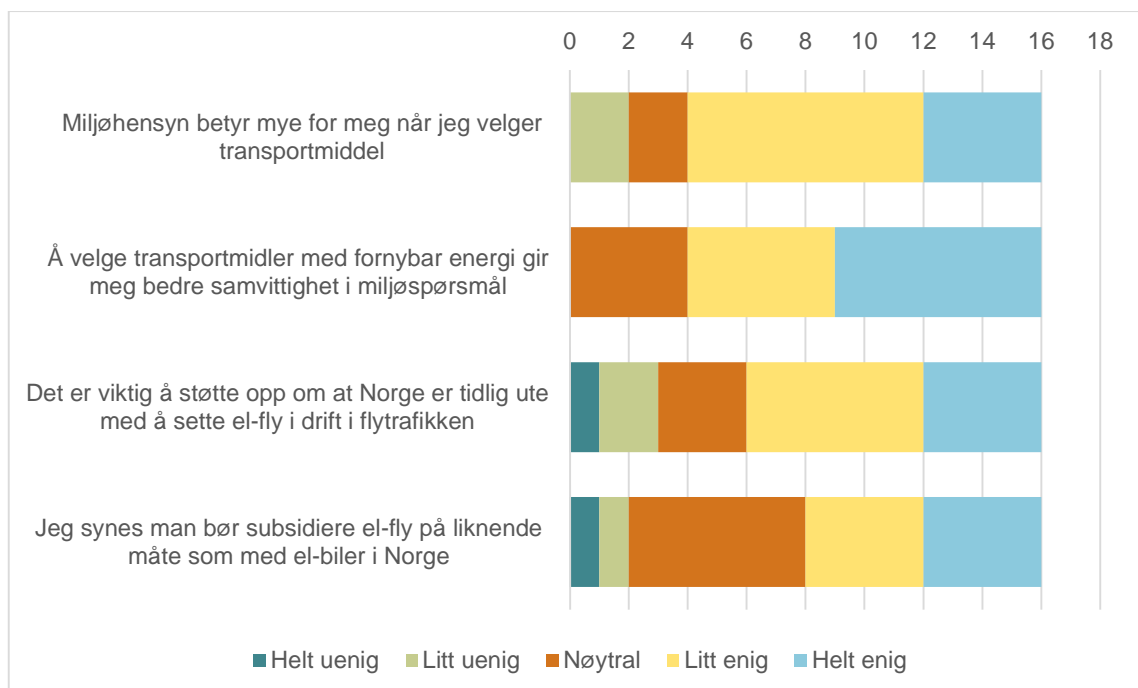
Vi ser blant oppfatingene blant virksomhetsrepresentantene i undersøkelsen at de uttrykker en bekymring for både sikkerhet og rekkevidde for elfly. De fleste foretrekker større fly, noe som til en viss grad taler imot aksepten for små elfly i starten. Samtidig er tiltroen til et sertifiserings- og garantisystem for elfly fra myndighetene side stor.

Dette sammenfaller godt med resultatene fra de to fokusgruppene (jf. avsnitt 4.3) – det vil være helt avgjørende for aksepten at virksomhetene, de reisende og de som bestiller flyreiser på vegne av dem er overbevist om at elflyreisen kan gjennomføres sikkert og uten problemer. Dokumentasjon på sikkerhet fra operatøren og uavhengige kilder og sertifisering fra myndighetene vil være essensielt. Det vil også være nødvendig for at elfly som reisemåte og operatøren skal kunne bli godkjent hos virksomhetenes sikkerhetsavdeling- eller ansvarlig, og eventuelt inkluderes som godkjent alternativ i virksomhetenes retningslinjer for reiser når det er aktuelt.

4.2.5 Oppfatninger om miljøhensyn og fremmede tiltak mht. elfly

Miljøhensyn, utslipp- og energibesparelse er blant de viktigste hovedargumentene for å starte opp flyvinger med elfly i Norge. Dette blir også poengtert i fokusgruppene, hvor det blant annet kommer fram at det er viktigere og viktigere for virksomhetene å kunne dokumentere og vise til at de bidrar til mindre utslipp og et bedre miljø, i dette tilfellet mht. de ansattes yrkesreiser.

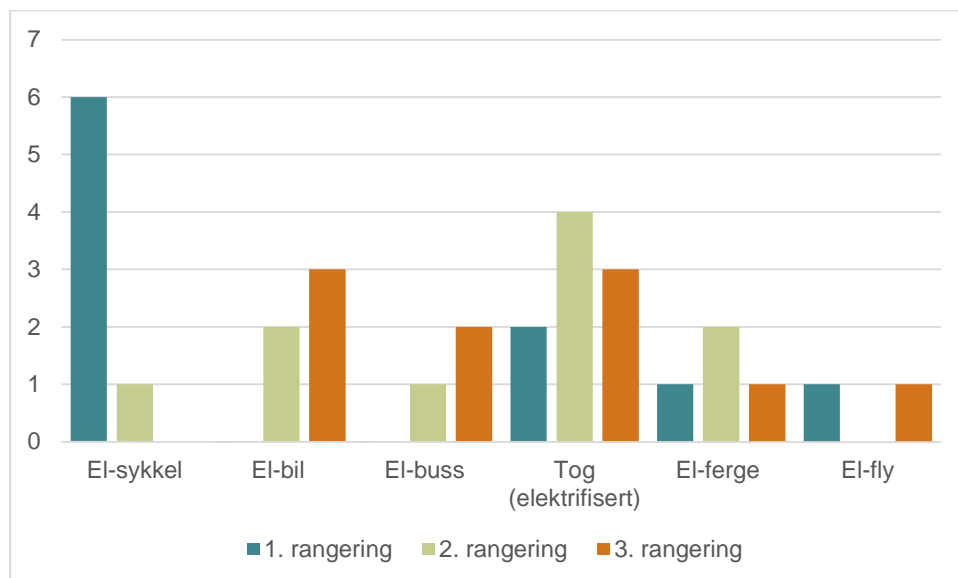
Respondentene ble derfor spurt om de var enige eller uenige i påstander relatert til miljøspørsmål og flyreiser, og til eventuelle elflyfremmede tiltak.



Figur 4.20: Oppfatninger om miljøhensyn og fremmede tiltak mht. elfly. Antall respondenter som har markert ulike svaralternativ.

Figur 4.20 viser at 12, eller 3 av 4, er litt eller helt enige i at miljøhensyn betyr mye for vedkommendes valg av transportmiddel, og kun 2 er uenige i det. Valg av transportmiddel med fornybar energi (som elfly representerer) gir også 12 av dem bedre samvittighet i miljøspørsmål. Det reflekteres til dels også ved at flertallet (10) er enig i at det er viktig å støtte opp om at Norge er tidlig ute med å sette elfly i drift i rutetrafikken, eller at man bør subsidiere elfly på samme måte som man har gjort med elbiler i Norge (8 enige). I sistnevnte tilfelle er det imidlertid 6 som er nøytrale, mens bare 2 er uenige. (Det kan selvsagt være at noen er mer nøytrale eller uenige i subsidieringen av elbiler i Norge, slik at det kan ha påvirket hvordan man har svart mht. elfly.)

Hvordan man oppfatter miljøgevinsten ved bruk av elfly kan også påvirkes av hvor miljøvennlig man oppfatter elfly å være sammenlignet med andre elektrifiserte transportmidler. Respondentene ble bedt om å ta stilling til 6 ulike transportmidler og rangere dem etter hva de mente var det mest miljøvennlige. 1. rangering her betyr mest miljøvennlig, 2. rangering nest mest miljøvennlig osv. Figur 4.21 nedenfor viser resultatene av denne rangeringen. Bare 10 av de 16 respondentene gjennomførte denne rangeringen, mens de øvrige var usikre eller av annen grunn ikke kunne rangere dem, så datagrunnlaget er særlig begrenset på dette spørsmålet.



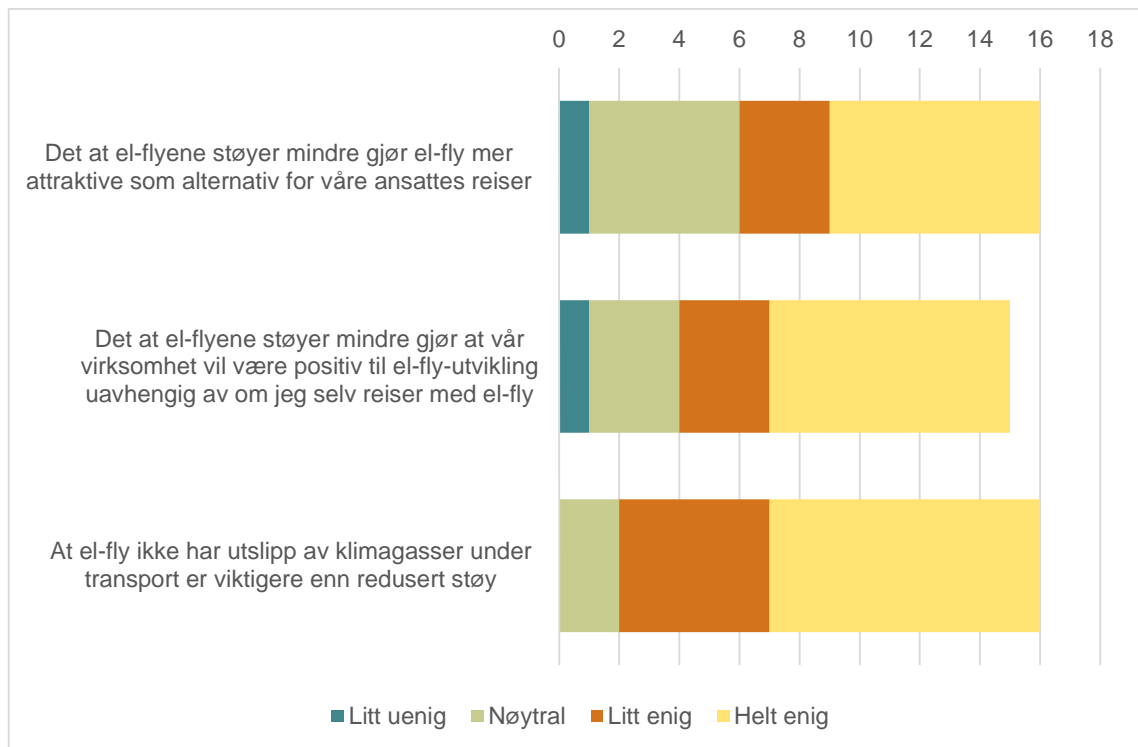
Figur 4.21: Rangering av ulike de transportformene man personlig mener er mest miljøvennlig samlet sett. Antall respondenter.

Som det fremgår av figuren er elsykkel sett på som det mest miljøvennlige av 6 av de 10, 1 rangerte det som nest mest og ingen 3. mest. Elektrifisert tog ble rangert høyest av 2, men også nest høyest av 4, og 3. høyest av 3, dvs. blant de 3 høyest rangerte av 9 av 10 respondenter. Det er i praksis bare tog som er et reelt transportalternativ på denne strekningen av de to topprangerte, men elsykkel er tatt med her også for å kunne sammenligne med svarene fra panelundersøkelsen. Elbil kommer også relativt høyt. Elfly kommer interessant nok ikke særlig høyt i rangeringen sammenlignet med de andre transportformene i figuren, med bare 1 førsterangering, og ble lavest eller nest lavest rangert av 7 av de 10 svargiverne. Selv om datagrunnlaget her er ganske begrenset og basert på kun 10 svar, og som man må ha i tankene når svarene tolkes, kan det tyde på at mange ikke anser elfly som å være den aller mest miljøvennlige transportformen som kan tenkes benyttet på denne strekningen i fremtiden. Det betyr *ikke* at man ikke anser elfly for å være miljøvennlig, heller at oppfatningen er at det finnes mer miljøvennlige transportformer enn elfly.

4.2.6 Vurderinger om utslipp og støy ved elfly-drift

Lavere utslipp og mindre flystøy enn ved bruk av konvensjonelle fly er begge gevinster ved sette elfly inn på rutenettet. Deltagerne i undersøkelsen ble derfor bedt om å ta stilling til påstander om støy og utslipp, og ble i dette tilfellet bedt å svare på vegne av sin virksomhet. Figur 4.22 viser hvordan svarene fordelte seg vedrørende denne tematikken.

Blant deltagerne var 10 av 16 helt eller litt enige i at mindre støy fra elfly gjør dem mer attraktive som alternativ til vanlige fly for de ansattes flyreiser, og kun 1 var (litt) uenig i det. 11 var også enige i at mindre støy gjør at virksomheten deres vil være positiv til elfly-utvikling (uavhengig av om de selv reiser med elfly).



Figur 4.22: Vurdering av betydningen av redusert utslipp og støy mht. elfly, på vegne av virksomheten. Antall respondenter som har markert ulike svaralternativ.

Når redusert støy blir stilt opp mot mindre utslipp, er det likevel nesten alle (14) som mener at utslipp av klimagasser er viktigere enn redusert støy. Lavere støy vurderes altså som en viktig miljøfaktor som kan påvirke virksomhetenes innstilling til elfly, men det er likevel underordnet det reduserte utslippet av klimagasser.

4.2.7 Oppfatninger ved å ta i bruk ny teknologi og elfly-drift

Om man er positivt innstilt til å akseptere, imøtekomme, ta i bruk eller mestre ny teknologi kan ha påvirkning på hvordan man vil stille seg til å ta i bruk ny teknologi i elfly-sammenheng. For å få en indikasjon på det ba vi respondentene ta stilling til en rekke påstander som kan indikere hvor villig og kapabel man er til å ta i bruk ny teknologi. Vi gjør oppmerksom på at dette er respondentens egne personlige oppfatninger, som ikke nødvendigvis sammenfaller helt med de rådende oppfatninger og praksiser i virksomhetene de representerer. Men forhåpentligvis kan det gi et visst bilde på om virksomheten, eller dens «bedriftskultur», er positivt orientert mht. å ta i bruk ny teknologi. Vi gjør oppmerksom på at resultatene i tabellen er basert på kun 16 svar, som gjør at de må tolkes med forsiktighet.

Tabell 4.5 nedenfor viser andelen som er enig i de ulike påstandene. Påstanden er formulert positivt, altså at de beskriver aspekter som er positive for å akseptere og bruke ny teknologi. Tabellen viser at flertallet, 9 eller flere, er enige i samtlige påstander. Jevnt over er 3 av 4 enige i de ulike påstandene. De som aller flest er enige i, er at man holder seg oppdatert på ny teknologi innen sine interesseområder (15), at teknologi bidrar til høyere livskvalitet (13), gir mer bevegelsesfrihet (14) og at produkter basert på den nyeste teknologien er bedre å bruke (13). Færrest er enig i at de er først ute med å ta i bruk ny teknologi (9), og at andre oppsøker dem for å få råd om ny teknologi (8).

Tabell 4.5: Oppfatninger om ny teknologi. Antall respondenter av i alt 16 som har markert at de er litt eller helt enige i påstanden, samt gjennomsnittscore.

Påstand	Antall litt/helt enige i påstanden
Generelt er jeg blant de første i min omgangskrets til å ta i bruk ny teknologi	9
Ny teknologi bidrar til høyere livskvalitet	13
Jeg holder meg oppdatert på nyeste teknologiutvikling innen mine interesseområder	15
Ny teknologi gir meg mer bevegelsesfrihet	14
Jeg foretrekker å benytte den nyeste tilgjengelige teknologi	11
Produkter basert på den nyeste teknologien er bedre å bruke	13
Jeg er vanligvis i stand til å sette meg inn i bruk av ny teknologi uten hjelp fra andre	11
Ny teknologi gir folk mer kontroll over sin hverdag	13
Andre mennesker oppsøker meg for å få råd om ny teknologi	8
Ny teknologi gjør meg mer produktiv	12
Gjennomsnitt	12

Alt i alt viser utvalget av representanter for virksomhetene gjennomgående en positiv innstilling til å akseptere, mestre og ta i bruk ny teknologi. Dette er som nevnt kun personlige oppfatninger. Men gitt at disse personene til en viss grad er beslutningstakere eller påvirkere mht. de ansattes reiser, kan det gi indikasjoner på om virksomhetene er teknologivennlige heller enn teknologiskeptiske i betydningen å ta i bruk ny teknologi i reisesammenheng. Dette kan man, dog med forbehold som nevnt, tolke som positivt for implementeringen av ny teknologi, som i dette tilfellet med elfly som transportmiddel på strekningen.

4.2.8 Oppsummering av virksomhetsundersøkelsen

Følgende punkter kan oppsummere resultatene fra virksomhetsundersøkelsen:

- Om lag halvparten av virksomheten har hovedvirksomhet i, eller i tiknytning, til olje- og energisektoren. Mye av hovedvirksomheten foregår på Vestlandet, og ellers noe internasjonalt. Medianen er 86 ansatte i Bergen- eller Stavanger-regionene.
- Det reises mye med fly på strekningen, medianen er anslått til 100 reiser per virksomhet med fly siste år før pandemien. De aller fleste benytter SAS eller Norwegian, men også om lag 2 av 3 bruker Widerøe.

- Det anslås likevel at virksomhetens ansatte vil reise mindre med fly enn før pandemien både innen- og utenriks, noe som kan ha betydning for etterspørselen i elflymarkedet også. De fleste virksomhetene har ansatte som har privatbil som kan brukes på yrkesreiser på strekningen, eller disponerer selv kjøretøy til slik bruk.
- Langt de fleste mener at elfly vil kunne være et aktuelt alternativ på strekningen Bergen–Stavanger for deres virksomhet. De fleste tror også at det vil finnes elfly i rutetrafikk på strekningen i 2025 og på hele innenlandsnettet i 2035.
- Likevel er det en viss skepsis mht. elflysikkerhet og rekkeviddeproblemer, og flertallet er bekymret for det. Man vil imidlertid stole på myndighetenes sikkerhetssertifiseringer. De fleste foretrekker også større fly (100 seter), noe som kan tale imot valg av små elfly som transportmiddel.
- Miljøhensyn og lavutslipp er viktig for de fleste ved valg av transportmiddel, og det gir dem også bedre samvittighet å velge miljøvennlig. Det er også god vilje til å støtte opp om elflyutvikling og subsidiering for å få elfly i rutedrift.
- Elfly rangeres derimot ikke som det mest miljøvennlige elektrifiserte transportmidlet som kan tenkes å bli tilgjengelig på strekningen. Både elektrisk tog, bil, buss og ferge kommer høyere i rangeringen, dog basert på svar fra kun 10 respondenter.
- Redusert støy ved bruk av elfly anses viktig for virksomhetene ved valg av transportmiddel. Redusert utslipp fra flytrafikk er likevel viktigere enn redusert støy.
- Virksomhetsrepresentantene ble også bedt om å vurdere en del påstander som kan gi indikasjoner på holdninger, villighet og evne til å til i bruk ny teknologi generelt, som også kan ha betydning for aksepten av ny teknologi som elfly representerer. De aller fleste er gjennomgående positive til ny teknologi og mente seg i stand til å mestre og ta den i bruk. Det er altså en positiv innstilling til ny teknologi, heller enn teknologiskepsis, som kan tale i positiv retning for opptak av ny elflyteknologi.
- Alt i alt peker dette mot en positiv innstilling til utvikling av en elflyrute på denne strekningen. Den største utfordringen er å dokumentere og overbevise dette virksomhetsmarkedet at elflyreiser er sikkert og problemfritt, og få det sikkerhetsgodkjent som trygg transportmåte hos virksomhetene, samt å tydeliggjøre positive miljøeffekter i konkurranse med annen fremtidig miljøvennlig transport og ny transportteknologi.

4.3 Fokusgruppesamtaler om elfly

I forkant av spørreundersøkelsen blant virksomheter ble det utført to fokusgruppesamtaler ledet av en forsker fra TØI. Den første ble gjennomført blant en gruppe på fem transportforskere i en av forskningsgruppene ved TØI. Forskerne reiser en del innenriks i forbindelse med prosjekter, møter, konferanser og annet, og kan dermed ha forutsetninger for å «ta de yrkesreisendes briller på». Deltagerne ble derfor bedt om å forholde seg til elfly og temaene i prosjektet i rollen som yrkesreisende på den aktuelle strekningen, eller kortdistanse innenriks for de som ikke har erfaring med å fly på den. I tillegg kunne transportforskerne komme med innspill og forslag til metoden og opplegget for spørreundersøkelsen.

Den andre fokusgruppen ble utført med tre medarbeidere med kundesegmentansvar i et reisebyrå, som har kunder blant virksomheter med ansatte som flyr relativt ofte på strekningen Bergen–Stavanger/Bergen–Stavanger. Deltagerne i denne fokusgruppen ble bedt om

å svare så godt de kunne på vegne av sine kunder, siden de reisebyråansatte kan antas å ha god innsikt i kundenes behov og preferanser. De ble også bedt å gi innspill til spørreskjemaet til og den praktiske gjennomføringen av virksomhetsundersøkelsen. I avsnittene nedenfor er det en punktvis oppsummering av hovedtemaene som ble diskutert i de to fokusgruppene.

4.3.1 Transportforskere

Fokusgruppen med transportforskerne kan oppsummeres som følger:

- Sikkerhet vil være klart viktigst. Pris på flybilletten har lite å si om man ikke kan være trygg på at man kommer opp i lufta eller lander trygt. Man kan være villig til å betale for eksempel 100 kr ekstra for å spare miljøet ved å bruke elfly, men da må man være sikker på at det er trygt.
- Noen vil være teknologioptimister og ønsker å prøve ny teknologi, men andre vil være skeptikere og se an hvordan det går med andre før de prøver selv. Noen vil ha behov for en ekstra sikkerhet, for eksempel at det settes inn en hjelpemotor som kan få flyet trygt ned om batteriene skulle svikte. Noen som per i dag ikke flyr kan tenkes å bytte fra andre transportmidler (bil e.l.) pga. miljøgevinsten, men det er i så fall en liten andel.
- Det vil også bli krav om å dokumentere testflygningsinformasjon, for eksempel antall feil/ulykker per 1000 km og etter at flyene har vært i drift en stund for eksempel etter x antall tusen km.
- At flyene opereres av en kjent operatør/flyselskap med god sikkerhetshistorie, vil være meget viktig.
- Støy er først og fremst en del av miljøaspektet, mer enn et komfortspørsmål.
- Mange vil måtte overbevises om at de små flyene er like komfortable som de store.
- Flytid er mest relevant om reisen er kort. På en 30-40 minutters tur har det betydning, men sikkert ikke på en 50-60 minutters tur. Men selvsagt om det kan bety noe fra eller til om man rekker en videre flygning eller ikke av den grunn. At av- og påstiging kan skje raskere på mindre fly vil være en fordel.
- Ellers kom det en del innspill til metode, tematikk og innhold i virksomhetsundersøkelsen som vi tok hensyn til i utformingen av denne.

4.3.2 Representanter for reisebyråer

Fokusgruppen med de reisebyråansatte kan oppsummeres slik:

- Å dokumentere miljøeffekter vil være viktig. Det er nå viktigere og viktigere for virksomhetene å vise til og å dokumentere at de er med å redusere miljøbelastningen. For eksempel hvor mye de har kuttet i utslipp ved et å implementere et gitt tiltak (som ved å bytte til reiser med elfly).
- Mange av bedriftene og de ansatte er styrt av virksomhetens (globale) policy, dvs. hva man kan gjøre innenfor denne policyen. Det kan f.eks. være bestemt av hovedkontoret i Houston hvordan de ansatte skal reise, hva som er tillatt og skal legges vekt på ved valg av reisemåte, så da betyr det lite hva enheten lokalt eller den individuelle ansatte/forretningsreisende måtte mene. Altså vil det være viktig å få elfly skrevet inn som foretrukket reisemåte i bedriftenes policy.

- Sikkerhet med tanke på ulykkesrisiko vil være helt avgjørende og det viktigste kriteriet for at elfly skal kunne godtas som transportmåte. For eksempel vil reisemåten/elfly i mange tilfeller måtte godkjennes av den sikkerhetsansvarlige i virksomheten før det blir tillatt for den reisende å velge det. Bedriften kan ikke tillate seg å miste noen ansatte, og ikke minst nøkkelpersonell, for eksempel i en flyulykke. Virksomheten har i den sammenheng ansvar for både den ansattes sikkerhet på reise, men også overfor de ansattes familier.
- Mange virksomheter følger med på ulykkesstatistikk via IATA om hvilke flyselskaper som har lav ulykkesrisiko og som de vil tillate ansatte å fly med. Derfor det blir viktig at operatøren og elfly som transportmåte blir godkjent hos virksomhetenes sikkerhetsavdeling/ansvarlige. Da blir det svært viktig å dokumentere resultater fra tester, godkjenninger fra myndighetene og annen sikkerhetsdokumentasjon.
- For en del virksomheter er det viktig å vise at de er fremoverlent og tidlig ute med å ta i bruk ny teknologi, og vil derfor være positive til å være tidlig ute med å ta i bruk elfly. Andre igjen vil heller la andre prøve det ut først og se hvordan det går med de bedriftene som prøver det først, litt analogt med utrulling av corona-vaksinen. Det vil også være viktig hvordan sikkerhet med elfly framstilles fra myndighetenes side og i media.
- Det er ganske ens oppfatning om at 10 minutter lenger flytid ikke har særlig betydning for de reisende. Mange flyr såpass mye at 10 minutter fra eller til ikke spiller noen rolle.
- Pris er heller ikke avgjørende og er akseptabelt om det der noenlunde på nivå med øvrig (konvensjonelle) tilbud. Incentiver som ekstra bonuspoeng, preferert check-in eller annet av personlige fordeler har også lite å si.
- Mindre støy fra elfly enn andre fly vil også telle positivt – kanskje mest viktig som en miljøfaktor for virksomheten enn komfort for de reisende selv.
- Det som kan ha betydning er størrelsen på flyene. Noen foretrekker større fly fortrinnsvis på grunn av oppfattet komfort som benplass, setestørrelse osv. (Unntaket er nok de som flyr mye helikopter offshore, som er vant til små luftfartøy). Det blir derfor viktig å kunne kommunisere at komforten vil bli like god som på større fly. At elflyene er nye og ser moderne ut, er selvsagt en fordel.
- Det er noe varierende hvor mye de ansatte/reisende bestiller selv eller om det er andre som gjør det for dem. Noen store firma kan bestille blokker av reiser på for eksempel 1000 flyreiser som de ansatte kan benytte seg av. Berg-Hansen har en egen bestillingsportal med rabatter osv. som kundene kan logge seg inn på og bestille selv, som mange bruker. Det er fortsatt noen som vil ringe, sende mail eller chatte inn sin bestilling direkte til reisebyrået, eller at de vil la en HR-ansatt, sekretær e.l. gjøre det for dem. Det er også analogt med utrulling av elektroniske billetter for noen år siden, hvordan noen var tidlig ute med å akseptere selvbetjening og elektroniske billetter, mens andre fortsatt ville ha det på «gamlemåten» med manuell bestilling og billett på papir.

5 Reduserte miljøkostnader og andre eksterne kostnader

Det vil oppstå en rekke miljøgevinster hvis et konvensjonelt fly byttes ut med et elektrisk fly på en strekning, i form av redusert miljøbelastning. De miljøbelastningene vi kommer til å fokusere på i denne rapporten er klimagassutslipp, NO_x og støy. Dette er vurdert som de viktigste miljøbelastningene fra flytrafikk i Norge, og er verdsatt i TØI-rapporten *Eksterne kostnader ved transport i Norge* (Rødseth mfl., 2020). Første delkapitlet vil gå igjennom kalkulasjonsprisene som brukes i samfunnsøkonomisk analyse for disse miljøbelastningene. Deretter ser vi spesifikt på miljøgevinstene knyttet til å erstatte konvensjonelle fly med elfly på demonstrasjonscasen SVG–BGO. Deretter vil vi se på hva slags størrelsesorden det kan være på miljøgevinstene med en femårig fremskynding av innfasingen av elfly på norsk innenriks luftfart.

5.1 Verdsetting av miljøbelastning

Hvor store de eksterne kostnadene er for én flytur avhenger av lengden på flyturen og hva slags fly det er, dvs. størrelse og hvorvidt det er jet eller turboprop. Generelt ser vi at jo større fly, jo større utslipp generert per LTO (landing & takeoff) og per flykilometer. Og generelt vil jetfly generere mer støy rundt flyplassen per LTO, enn det et turbopropfly vil. I tillegg til å generere høyere CO₂-utslipp på grunn av flere flykilometer, vil lengre flyturer som kommer opp i større høyder bidra til ytterligere klimapåvirkning gjennom bl.a. kondensstriper.

Luft- og støyforurensingen som flyturen genererer, må verdsettes i den miljøøkonomiske analysen. Vi kommer til å verdsette og drøfte klimagassutslipp, NO_x-utslipp og støy.

5.1.1 Klimagassutslipp

Verdsetting per CO₂-ekvivalent

Rødseth mfl. (2020) anbefaler å verdsette klimagassutslipp utfra den modellberegnete prisen som sørger for at verden på kostnadseffektivt vis overholder Parisavtalen. Det innebærer en stigende karbonpris over tid som gjenspeiler at etter hvert må det dyrere og dyrere tiltak til for å overholde karbonbudsjettet. Det er mye usikkerhet om hva som er den «riktige» karbonprisen. Forfatterne baserer seg på 50 forskjellige modellerte karbonpriser som er gjengitt i IPCC (2018), basert på IAMC-databasen (Huppman mfl., 2018), og anbefaler medianverdien på karbonprisen til bruk samfunnsøkonomiske analyser. Ettersom det er mye usikkerhet i disse verdiene anbefaler forfatterne at 25. prosentil og 75. prosentil av verdiene bør brukes til følsomhetsanalyser. Karbonprisbanen vi bruker i denne rapporten er gitt i tabell 5.1.

Tabell 5.1: Anbefalt karbonprisbane med interkvartil usikkerhetsspenn, basert på Rødseth mfl. (2020). Priser oppgitt i 2021-kr.

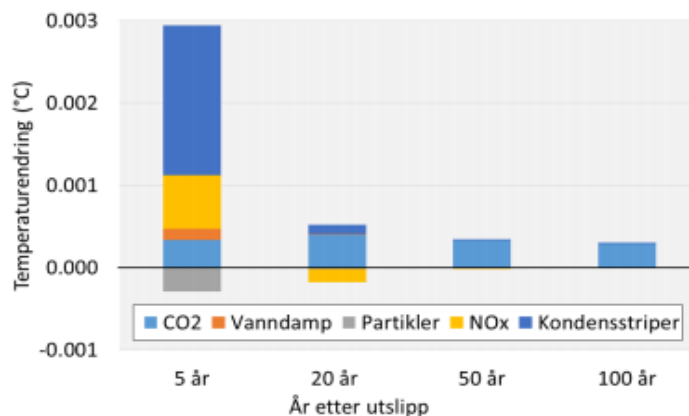
	2021	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055	2060
Anbefalt karbonpris	824	1 437	2 202	4 159	5 367	6 325	8 158	9 532	10 599
75. persentil	1 592	3 738	6 422	8 805	9 433	9 905	11 642	14 683	18 568
25. persentil	741	1 186	1 742	2 298	2 848	3 743	4 559	5 745	6 931

Øvrige utslipp med klimapåvirkning fra luftfart

Som forklart tidligere er luftfartens utslipp av CO₂ en vesentlig bidragsyter til klimaendringer. Imidlertid er ikke CO₂ de eneste utslippene fra luftfart med direkte eller indirekte klimapåvirkning. Ifølge CICERO-rapporten *Luftfart og klima - En oppdatert oversikt over status for forskning på klimaeffekter av utslipp fra fly* (Lund et al., 2016) så har luftfarten en påvirkning på klima gjennom komplekse fysiske og kjemiske prosesser i atmosfæren. Dette kommer gjennom flere mekanismer:

- Utslipp av vanndamp, som har en oppvarmende effekt
- Utslipp av NO_x som gir endringer i ozon og metan, som har en netto oppvarmende effekt
- Dannelse av kondensstriper og utvikling av disse til cirrusskyer, som har en netto oppvarmende effekt
- Utslipp av forløpere til sulfat- og nitratpartikler, som har en avkjølede effekt
- Utslipp av sotpartikler, som har en oppvarmende effekt
- Indirekte effekt av partikler på cirrusskyer, som potensielt har en betydelig klimaeffekt, men det er usikkerhet knyttet til både størrelsen på effekten og hvorvidt effekten er netto oppvarmende eller avkjølede

Særlig kondensstriper trekkes fram som en viktig tilleggsbidragsyter til klimapåvirkningen. Imidlertid er effekten fra kondensstriper, ozon og endringer i cirrusskyer relativt kortvarig sammenlignet med effekten av CO₂. De gir en kraftig oppvarmende effekt på kort sikt, mye kraftigere enn det CO₂ gjør, men denne effekten vil avta etter få tiår. Lund mfl. (2016) illustrerer dette i figur 5.1. Hvor mye man vektlegger disse effektene, relativt til CO₂, vil bl.a. avhenge av hvilket tidsperspektiv man legger til grunn. Jo dårligere tid man har til å nå et klimamål, jo mer vil man vektlegge disse intense, men kortlivede klimaeffektene.



Figur 5.1: Temperatureffekten (°C) etter 5, 20, 50 og 100 år som følge av globale utslipp fra luftfart i 2005. Beregningene er basert på ett års globale utslipp fra fly; etter dette antas ingen utslipp. Beregningene tar utgangspunkt i klimapåvirkning fra dagens luftfart og er gjort med en enkel klimamodell (indirekte effekter av partikler er ikke inkludert). Hentet fra Lund et al. (2016).

Hvor kraftig de ulike mekanismene vil påvirke klima er svært avhengig av de meteorologiske og kjemiske forholdene i atmosfæren. Det betyr at hvor flygningene finner sted, og i hvilke høyder, har stor betydning. Det vil kreve detaljerte modellberegninger for å gi en god tallfesting av hvilken effekt dagens norske luftfartssektor har gjennom disse mekanismene, og så langt er ikke dette blitt gjort (Lund mfl., 2016).

For å lage anslag på hvor mye klimapåvirkning de ulike mekanismene har i tillegg til CO₂-utslippene, er det blitt beregnet multiplikatorer, dvs. at totale utslipp er CO₂-utslippene ganget med en multiplikator som representerer tilleggseffektene. Lund mfl. (2016) gjengir resultatene fra en rekke modellberegninger for en slik multiplikator. Det er stor usikkerhet i denne multiplikatorverdien, med store sprik mellom modellberegningene. Hvis man bruker modellgjennomsnittet, og vektlegger utslippene på samme måte som Kyotoprotokollen og nasjonale utslippsregnskap, dvs. GWP(100)²⁵, får man en multiplikator på 1,8. Det betyr at man legger på et påslag på 80 % på toppen av CO₂-utslippene fra luftfarten.

I tillegg til den generelle usikkerheten i beregningene, så er det argumenter som tilsier at multiplikatoren burde være høyere så vel som lavere. Innenriks luftfart i Norge holder ofte lavere høyder enn langdistanseflygninger, som mye å si for dannelsen av kondensstriper. Isolert sett trekker dette mot en noe lavere multiplikator for norske forhold. På den andre siden har Parisavtalen en tidshorison mot 2100, som er 80 år fra nå, og ikke 100. I tillegg har Norge en rekke kortsiktige klimamål. Isolert sett trekker dette mot en noe høyere vektlegging av de kortsiktige klimaeffektene og dermed en noe høyere multiplikator.

For demonstrasjonskasen SVG–BGO vil introduksjon av elfly ha en minimal innvirkning på kondensstriper og de øvrige klimavirkningene, ettersom flyene i liten eller ingen grad kommer opp i høyder hvor slike effekter inntreffer.

5.1.2 NO_x-utslipp

Verdsettingen av NO_x-utslipp følger en effektkjedelogikk. Utslipp av NO_x i tettsteder bidrar til høyere konsentrasjoner av NO_x som mennesker puster inn. Økning i konsentrasjoner fører til økninger i risikoen for skadelige helseutfall. De viktigste helseutfallene som er tatt med i verdsettingen av NO_x-utslipp er hjerte- og karsykdommer, lungesykdommer, bronkitt

²⁵ Global Warming Potential (akkumulert strålingspådriv) med en 100-årig tidshorison

hos barn, sykehusinnleggelse for luftveislidelser og personer som er sterkt plaget av NO_x-forurensing (Rosendahl, 2000; WHO, 2013).

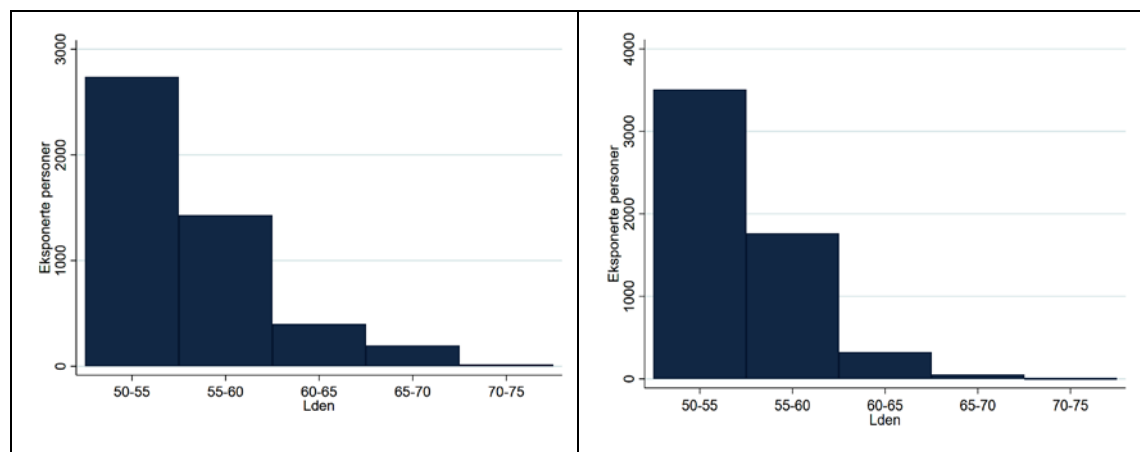
Hvor skadelig en gitt økning av i NO_x-konsentrasjonen er, vil avhenge av hvor mange som blir eksponert. Dette vil henge sammen med tettheten og størrelsen på tettstedet berørt av utslippet. For mer spredtbygde strøk er eksponeringen for luftforurensing fra trafikk ansett som relativt liten, og det er ikke gjort inngående analyser på helsekostnadene i slike områder. På samme måte er eksponeringen for NO_x-utslipp fra luftfart også ansett som relativt liten, både rundt flyplasser og fra flyene når de er i luften (Rødseth mfl., 2020).

Norge har imidlertid forpliktet seg til utslippsreduksjoner, bl.a. for NO_x, gjennom Gøteborgprotokollen. De siste årene har Norge ligget godt an med å innfri sine forpliktelser innen NO_x-utslipp, så Rødseth mfl. (2020) vurderer den marginale tiltakskostnaden for å overholde Gøteborgprotokollen for NO_x til å være relativt lav sammenlignet med helsekostnadene i tettsteder, og tilgjengelige beregninger peker at den ligger omtrent på samme nivå som gjeldende NO_x-avgift. Kalkulasjonsprisen kan derfor for analyseformål settes lik den foreliggende NO_x-avgiften på 23,48 kr per kg. Denne kalkulasjonsprisen forutsettes kun å vokse over tid i takt med konsumprisindeksen.

5.1.3 Støy

Langvarig eksponering for støy er en kilde til helseplager hos mennesker. Slike helsekostnader kommer i form av hjerte- og karsykdommer, søvnproblemer om natten, og generelt redusert livskvalitet av å være sterkt plaget av støy. Selv å være lettere plaget av støy er også en samfunnskostnad.

Luftfart, spesielt flybevegelsene på og rundt flyplasser er en viktig kilde til støy. Hvor store helsekostnader en slik støykilde påfører henger sammen med hvor mange personer som bli eksponert og hvor sterk eksponeringen er. Beregninger som Rødseth mfl. (2020) fikk fra Avinor, gjort med verktøyet Nortim, gir en følgende fordeling for støystyrken og antall eksponerte på Sola og Flesland flyplass i 2019.

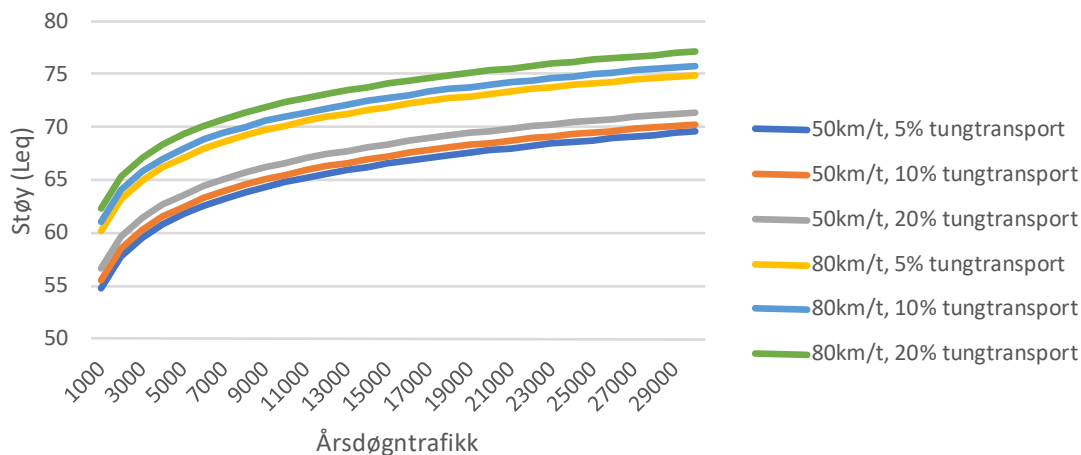


Figur 5.2: Antall eksponerte personer og støystyrken de eksponeres for ved flyplassene Flesland (venstre) og Sola (høyre). Basert på beregninger gjort i forbindelse med rapporten til Rødseth mfl. (2020).

Som det fremkommer av figurene over så er det flere personer som eksponeres for støy fra Sola enn Flesland (legg merke til at figurene ikke har samme skalering på y-aksene). Det er flere flybevegelser til og fra Flesland, men Sola er plassert nærmere tettbebyggelse.

Støy som miljøkostnad har noen særegenheter som skiller en fra andre miljøkostnader som f.eks. utslipp til luft. Jo større støyproduksjonen i et område (f.eks. en flyplass) er, jo mindre blir støybidraget av å øke med en ekstra støyhendelse (f.eks. en flyavgang). Med andre ord,

marginal støykostnad er høyere når støyen i området i utgangspunktet er lav, og motsatt når støyen i utgangspunktet er høy. Figur 5.3 fra Rødseth mfl. viser forenklet hvordan støyproduksjonen henger sammen med veitrafikk. Støyproduksjonen stiger bratt ved trafikkøkninger fra et lavt nivå, men stiger langt slakere etter hvert som trafikkmengden vokser. I tillegg er det verdt å merke seg at lydstyrken er målt i desibel, som er en logaritmisk skala. Det betyr at 60 dB er dobbelt så høyt som 50 dB og 70 dB er fire ganger så høyt som 50 dB²⁶.



Figur 5.3: Støyproduksjon fra veitrafikk som en funksjon av fart, trafikkmengder og andel tungtransport, basert på Statistisk Sentralbyrås forenklete støyberegningsverktøy. Beregninger gjort ifm. rapporten til Rødseth mfl. (2020).

Den viktige implikasjonen av dette er at mindre reduksjoner i flyaktivitet ved allerede høytrafikkerte flyplasser vil gi lite uttelling i form av reduserte støykostnader. Det samme vil utskiftninger av et fåtall konvensjonelle fly til noe mindre støyende elfly.

Det er verdt å presisere at man tar hensyn til at støy har en mer skadelig effekt på kveldstid og på nattetid, enn den har på dagtid. Dette er både fordi kveldstid og nattetid som regel er mindre støyende i utgangspunktet og at det kan gi mer utslag i søvnforstyrrelse og på den måten ha sterkere negative konsekvenser enn det har hvis støyen kommer på dagtid.

I tabell 5.2 gjengir vi fra Rødseth mfl. (2020) estimater for marginal støykostnad for en ekstra avgang fra forskjellige norske flyplasser. De tar innover seg hvor mange flere mennesker som blir eksponert og hvor intenst, og hvor mye belastningen øker på de som allerede var eksponert. Estimaten skiller mellom turboprop og jet, ettersom det er vesentlige forskjeller i støyproduksjon. De skiller også mellom dagtid og nattetid, ettersom det har mye å si for hvor stort det marginale støybidraget blir, samt for hvor mye det verdsettes.

Tabell 5.2: Marginale skadekostnader fra støy fra 5 norske flyplasser, dvs. verdsetting av støy (2019-kr) fra én ekstra avgang, beregnet ifm. rapporten til Rødseth mfl. (2020).

	DAG		NATT	
	TURBOPROP	JET	TURBOPROP	JET
Flesland	0,000	1,839	0,325	18,866
Gardermoen	0,000	0,136	0,068	1,883
Langnes	2,195	6,831	3,457	51,629
Sola	0,066	3,311	0,186	35,175
Værnes	0,000	0,699	0,357	6,903

²⁶ <https://www.chem.purdue.edu/chemsafety/Training/PPETrain/dblevels.htm>

Tallene kan oppfattes som relativt små. Dette henger sammen med at én støyhendelse (flyavgang) vil ha et svært lite bidrag til støyen gjennom døgnet på en trafikkert flyplass. Men forfatterne understreker at disse beregningene er beheftet med en del usikkerhet, og at det er ønskelig med en utbedring av datagrunnlaget.

Skadekostnadene som ligger inne i disse estimatene henger sammen med verdsetting av helseplager og redusert trivsel som følge av støy. Det at støy kan forårsake slike virkninger fører til atferdsendringer som påvirker ulike markeder. Av særlig interesse er eiendoms-markedet. Arealer som ved lavere støynivåer ville vært svært attraktive står relativt underutnyttet. Dette fordi folk velger å avstå fra å bruke disse arealene for å unngå skader fra støyeksposeringen, og/eller så er de regulert slik at de ikke kan brukes, av hensyn til å hindre folk å bli støyeksposert. Skadekostnadene av støy er med andre ord ikke bare verdien av personene som utsettes for helseplager og redusert trivsel. De totale skadekostnadene inkluderer også verdien som går tapt av ressurser (her arealer) som står underutnyttet på grunn av støy.

For å kunne frigjøre verdiene i disse støyutsatte arealene rundt flyplasser, så vil det kreves større nedgang i støy enn det man får ved å redusere noen få avganger om dagen, eller erstatte dem med elfly. På grunn av støyens særegenheter som en miljøkostnad trengs det vesentlige reduksjoner i støyproduksjon for å få tilstrekkelige reduksjoner i støyeksposering. En kan derimot forvente vesentlige reduksjoner i støyproduksjon dersom godt over halvparten av alle flybevegelsene på en gitt flyplass kommer fra elfly. Funn fra en artikkel av Andreas W Schäfer et al. (2019) tilsier at arealet med høy støybelastning reduseres med 36 %. Dette vil vi komme tilbake til senere i kapitlet.

5.2 Skadekostnader fra en reise mellom Bergen og Stavanger

I dette delkapitlet vil vi presentere estimert miljøeffekt av å fjerne én flytur mellom SVG og BGO, og den tilhørende estimerte skadekostnaden – dvs. den marginale skadekostnaden. Her tar vi med de marginale skadekostnadene fra utslipp til luft fra flyreisen, og fra støy, som i hovedsak oppstår ved LTO (landing & takeoff). Vi benytter oss av 2021-verdsettingen av de eksterne kostnadene, men det er verdt å merke seg at prisbanen for klimagassutslipp vil være sterkt stigende over de neste tiårene. Vi kommer til å presentere dette for 8 forskjellige flytyper. Legg merke til at skadekostnadene per flytur er stigende i flystørrelse (men skadekostnader per setekilometer er ikke nødvendigvis stigende i flystørrelse).

Til slutt presenterer vi estimerte eksterne kostnader for alternative framkomstmidler for reisen mellom Bergen og Stavanger. Vi presenterer de eksterne kostnadene for en gjennomsnittlig personbil (gjennomsnitt av den norske bilparken bestående av bensinbiler, dieslbiler, hybridbiler og nullutslippsbiler), en gjennomsnittlig langdistansebuss (dieseldrevet) og for en cruiseferge. For å sammenligne eksterne kostnader per passasjerkilometer, må man gjøre antagelser om passasjerbelegg.

Tabell 5.3: «Prisliste» av skadestrukturer for en tur mellom Bergen og Stavanger med ulike framkomstmidler.

Hvis 1 tur mellom Bergen og Stavanger med følgende transportmiddel fjernes.....Reduseres miljøbelastningen med følgende....	...Som i kroner og øre er verdsatt til følgende
Dash-8-100	1,0 tonn CO ₂ 3,6 kg NO _x Støybelastning, mest ved LTO, dagtid/nattestid	860 kr 81 kr 0,07 kr / 0,52 kr
Dash-8-300	1,2 tonn CO ₂ 4,4 kg NO _x Støybelastning, mest ved LTO, dagtid/nattestid	1020 kr 101 kr 0,07 kr / 0,52 kr
Dash-8-400	1,9 tonn CO ₂ 6,5 kg NO _x Støybelastning, mest ved LTO, dagtid/nattestid	1593 kr 148 kr 0,07 kr / 0,52 kr
737-600	4,1 tonn CO ₂ 14,5 kg NO _x Støybelastning, mest ved LTO, dagtid/nattestid	3399 kr 329 kr 5,15 kr / 54,04 kr
737-700W	4,2 tonn CO ₂ 16 kg NO _x Støybelastning, mest ved LTO, dagtid/nattestid	3409 kr 364 kr 5,15 kr / 54,04 kr
737-800W	4,5 tonn CO ₂ 18,9 kg NO _x Støybelastning, mest ved LTO, dagtid/nattestid	3741 kr 429 kr 5,15 kr / 54,04 kr
Gjennomsnittlig personbil	31 kg CO ₂ 65 g NO _x 7 g PM ₁₀ fra eksos og veistøv Støybelastning, ulykkesrisiko, kø, slitasje	26 kr 3 kr 4 kr 64 kr
Gjennomsnittlig langdistansebuss	159 kg CO ₂ 524 g NO _x 52 g PM ₁₀ fra eksos og veistøv Støybelastning, ulykkesrisiko, kø, slitasje	107 kr 27 kr 29 kr 181 kr
Cruiseferge	33,7 tonn CO ₂ ²⁷ Ulykkesrisiko	27 773 kr 418 kr

²⁷ Hentet fra <https://mrv.emsa.europa.eu/#public/emission-report>. Vi har ikke hatt anledning til å finne utslipp av NO_x og PM₁₀ fra en LNG-drevet cruiseferge, da dette faller utenfor kategoriene i Rødseth mfl. (2020)

5.3 Miljøgevinstene gjennom demonstrasjonsperioden

Hovedlinjene i demonstrasjonscasen presentert i kapittel 2 er oppsummert i Tabell 5.4.

Tabell 5.4: Hovedlinjene i demonstrasjonscasen Elfly SVG–BGO-2025.

	2025	2026	2027
Hvor mange 19-setere	2	3	3
Elflyets rolle	Supplerende	Supplerende/ Erstattende	Supplerende/ Erstattende
Hvor mange flyturer (tur-retur) per dag normalt per elfly	0-3	1-3	2-4
Gjennomsnitt per dag per elfly	1	2	3
Hvor mange konvensjonelle flyturer (tur-retur) erstattes per dag i gjennomsnitt	0	0,5	1

Med tanke på den miljøøkonomiske analysen, så er det mest sentrale hvor mange konvensjonelle flyturer som erstattes, og hva slags fly som erstattes. Vi tar utgangspunkt i at det er flyturer med 78-seters DASH-8-400 som erstattes. De estimerte utslippene fra denne flytypen på strekningen SVG–BGO er gitt i tabell 5.3.

Ettersom det i casen kun er forutsatt at konvensjonelle flyturer blir erstattet i 2026 og 2027 regner vi bare utslippskutt for de årene. Under disse forutsetningene vil selve casen resultere i følgende utslippskutt:

- 1058 tonn CO₂
- 3556 kg NO_x

Med utgangspunkt i prisbanene skissert i delkapittel 5.1 vil disse utslippskuttene mellom 2025 og 2027 ha en ikke-diskontert verdsetting på ca. **1,9 millioner kroner**.

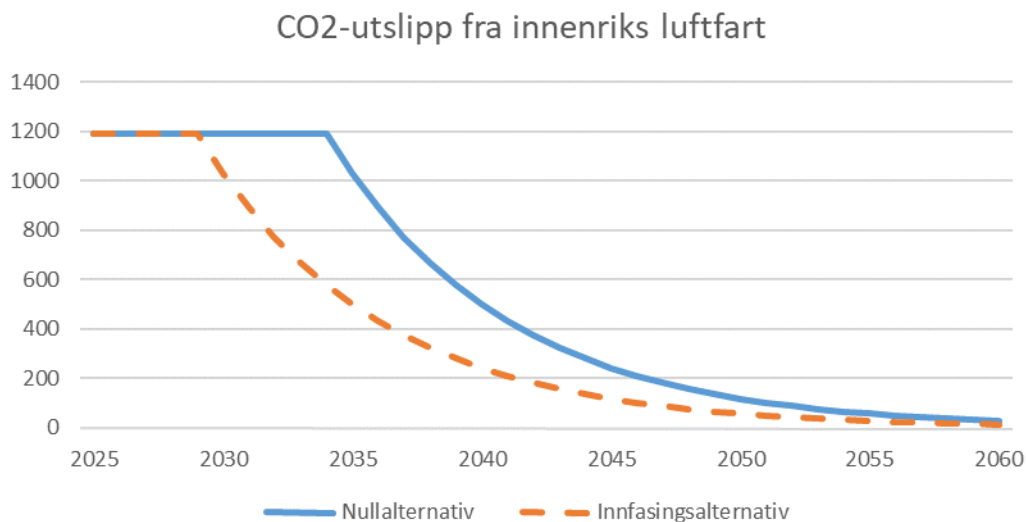
Som det fremkommer i Tabell 5.3 så er verdsettingen av støy per avgang relativt liten. Samtidig er det usikkert hva nettoeffekten er av at man reduserer gjennomsnittlig antall turer per dag med konvensjonell turboprop med én, men øker antall turer med 19-seters elfly med ni. Om det er en netto økning eller reduksjon i støy fra flyplassen er usikkert, men verdien av endringen vil uansett være vurdert som svært liten, så vi setter verdien til null i denne analysen.

Vi bemerker også at de beregnede utslippsreduksjonene for CO₂ er *brutto reduksjoner*. Det kan hende at netto reduksjoner er lavere, avhengig av tilstanden og reguleringen til EUs kvotemarked ETS er i caseperioden. Dersom kvotetaket i markedet er tilnærmet bindende, så vil bare en liten andel av brutto utslippsreduksjoner resultere i netto utslippsreduksjoner. Dette er den såkalte vannseng-effekten (Perino, 2018). Men dersom brutto reduksjoner fører til at det blir flere ubrukte kvoter som blir slettet gjennom markedsstabiliserings-mekanismen («lekkasje i vannsengen»), eller at framtidige faser i kvotemarkedet blir mer ambisiøse (kvotetaket senkes), så vil netto reduksjoner være nærmere eller helt lik brutto reduksjoner. Våre beregnede brutto reduksjoner kan vurderes som et øvre estimat på CO₂, men de vil være lik netto reduksjoner for NO_x-utslipp og øvrige klimagasser (som ikke er kvotebelagt).

5.4 Miljøgevinstene av fremskyndet fullelektrifisert innenriks luftfart

Demonstrasjonscasen er av et såpass beskjedent omfang at de forventede miljøgevinstene vil være små. Miljøgevinster av vesentlig betydning vil først oppstå dersom demonstrasjons-casen medfører en fremskynding av elflyinnfasingen, som gjør at utskiftingen av den konvensjonelle flyflåten begynner før, og man kommer ned til null utslipp på et tidligere tidspunkt. I kapittel 2 argumenterte vi for at innfasingen kan bli fremskyndet med 5 år hvis demonstrasjonscasen er vellykket. Det fungerer som et plausibelt utgangspunkt for å forankre analysen.

I dette delkapitlet kommer vi til å lage et grovt anslag på den miljøøkonomiske verdien av en femårig fremskynding av elflyinnfasingen. Dette er representert gjennom differensen mellom scenarioene REF og FREM som ble gjennomgått i kapittel 2 og også vises i figur 5.4. FREM innebærer faktisk oppnåelse av målsettingen i Avinor og Luftfartstilsynet (2020) med 80 % lavere utslipp fra innenriks luftfart innen 2040, noe som vil være viktig for å nå det nasjonale målet om å være et lavutslippssamfunn innen 2050. REF er i så måte en 5 års forsinkelse. Vi spør: **Hvor verdifulle er de 5 årene?**



Figur 5.4: To framtidsscenarioer for CO₂-utslipp fra innenriks luftfart. Nullalternativ (REF) og Innfasingsalternativ (FREM), 1000 tonn per år.

CO₂-utslipp

Basert på disse antagelsene vil FREM totalt innebære reduserte klimagassutslipp tilsvarende nesten 5 år med utslipp fra hele sektoren før innfasingen av elfly. Med forutsetningene (som vi understreker er svært usikre) gjort i scenarioene vil den totale reduksjonen i CO₂ mellom 2030 og 2060 i FREM sammenlignet med REF være 5,86 millioner tonn CO₂, med de største reduksjonene i perioden 2030 til 2040. Når disse reduksjonene er verdsatt etter karbonprisbanen i kapittel 5.1, summerer disse verdiene (ikke-diskontert) seg opp til 28 milliarder kroner. Nåverdien av denne strømmen av utslippsreduksjoner er **13,7 milliarder kroner**.²⁸

²⁸ Det brukes en kalkulasjonsrente på 4 %, som er standard for samfunnsøkonomiske analyser i Norge (Finansdepartementet, 2014).

Øvrige klimaeffekter

I tillegg kommer de øvrige klimaeffektene beskrevet i kapittel 5.1.1. En gradvis utskifting av konvensjonelle fly med elfly vil innebære en reduksjon i kondensstriper og andre klimapåvirkende mekanismer utover CO₂. Det er en del usikkerhet knyttet til hvor stort påslaget på CO₂-utslippene dette skal utgjøre, men gjennomsnittsestimatet fra CICERO-rapporten til Lund mfl. (2016) er satt til 80 %. Det betyr at den ikke-diskonterte verdien av disse utslippene kommer på 22,3 milliarder kroner. Nåverdien av denne strømmen av fremskyndede utslippsreduksjoner er **11 milliarder kroner**. Her er det verdt å påpeke at det er noen forhold som vil trekke verdsettingen nedover. Sannsynligvis vil de flyturene med lengst strekninger og som tilbringer mest tid i høyder over 8000 meter være blant de siste som erstattes med elfly. Reduksjonene av disse typer utslipp vil dermed finne sted lengre inn i fremtiden og dermed ha en lavere nåverdi.

NO_x-utslipp

Som det framkommer i Tabell 5.3, så er verdien av NO_x-utslippene fra innenriks luftfart relativt beskjedne sammenlignet med verdsettingen av CO₂-utslippene. Det er likevel verdt å gjøre et anslag på verdien av sparte NO_x-utslipp ved en femårig fremskyndet innføring av elfly. Med antagelsen om at NO_x-utslippene kommer til å følge samme nedtrappingstakt som CO₂ i henholdsvis REF og FREM, så vil reduksjonene i NO_x summere seg opp til ca. 26000 tonn over perioden 2030-2060. Med prisingen av NO_x anbefalt i Rødseth mfl. vil disse utslippsreduksjonene være (ikke-diskontert) verdsatt til 612 millioner kroner. Nåverdien av denne strømmen av utslippsreduksjoner er **323 millioner kroner**.

Støy

Som argumentert i forrige delkapittel så vil det kreve enten store reduksjoner i flytrafikk, eller stor overgang fra konvensjonelle fly til elfly, før man får vesentlige gevinster i form av redusert støy. Studien *Energy, Economic, and Environmental Prospects of All-Electric Aircraft* (Andreas W Schäfer et al., 2019) gjennomgår resultater fra simuleringer hvor konvensjonelle fly erstattes av elfly med tilnærmet lik utforming. De forventer at den reduserte motor- og viftestøyen vil redusere det støyutsatte arealet med 50 % ved takeoff, som er den mest støyende delen av en flybevegelse. For landinger forventer forskerne derimot at det bli mer støyende. Siden et elfly vil, for et gitt antall seter, være tyngre enn et konvensjonelt fly på grunn av behovet for en stor batteripakke (som heller ikke bli lettere i løpet av flyturen), så vil støyen fra flybevegelsene medføre at det støyutsatte arealet blir 15 % større ved landinger. Forfatterne estimerer at det totale støyutsatte arealet, når man tar både takeoff og landinger i betraktning, vil bli redusert med 36 %.

Hvor mye areal som kan frigjøres som følge av at innenlandsk luftfart blir elektrifisert vil variere fra flyplass til flyplass. Flyplasser som også flere tiår inn i fremtiden vil ha utlandstrafikk med større jetfly, vil ikke kunne oppnå samme støyreduksjonsgevinster. Hvor tett bebyggelsen rundt flyplassen er i utgangspunktet varierer også stort mellom flyplasser.

En annen stor usikkerhet er ikke bare hvor mye areal som kan frigjøres ved redusert støy, det er også hvor verdifull dette er. Flyplassene rundt de største byene vil, alt annet likt, som regel ha høyere tomtepriser. Men det er mange andre forhold som vil avgjøre hvor verdifulle de eventuelt frigjorte arealene vil være. Hvis det kan utvikles bolig- og næringslokaler som drar nytte av nærheten av et sentralt knutepunkt som en flyplass, vil det være av svært høy verdi og styrke den regionale utviklingen. Det kan stimulere til en mer effektiv arealregulering som gir bedre utnyttelse av kollektivtrafikk, sykkel og gange, og mindre avhengighet av

privatbil. Verdien av flyplassen vil i tillegg øke ved at befolkningen med kort reisetid til og fra flyplassen vil øke.

Videre så er det viktig å påpeke at forskjellen i verdien av FREM istedenfor REF på verdien av frigjort areal dreier seg om *5 år med avkastning* på det frigjorte arealet. Arealet forventes frigjort i REF også, bare 5 år senere.

Det er til slutt viktig å påpeke at dette er en grov gjennomgang av de miljømessige fordelene av å fremskynde innføringen av elfly, og nyttekomponentene skissert er representerer brutto nytte. For å få en bedre vurdering av netto nytte, må man gå inn på merkostnadene en slik fremskynding vil pådra seg. Det kommer vi nærmere inn på i neste kapittel.

6 Kostnader

På nåværende tidspunkt er det ikke mulig å gjøre en detaljert kostnadskalkyle av anskaffelse og drift av elfly og tilhørende infrastruktur. Elfly til passasjertransport er ikke kommersielt tilgjengelig med offentlige listepriker, og det finnes ikke erfaringstall for drift og vedlikehold av dem. De eneste elflyene som per 2021 foreløpig er sertifiserte er små 2-seters fly av typen Pipistrel Velis Elektro. Fra litteraturen kan vi hente fram generelle trekk i hva som vil drive prisforskjeller mellom elfly og konvensjonelle fly. Videre kan vi gjøre noen grove eksempelberegninger som kan gi indikasjoner på størrelsesordener. Disse eksempelberegningene fokuserer merkostnadene for casen BGO – SVG med et 19-seters batterielektrisk elfly sammenlignet med et 39-seters konvensjonelt fly.

6.1 Merkostnader knyttet til investeringer i og drift av elfly

Det overordnede bildet er at vi kan forvente relativt høye kostnader per setekilometer fra elfly sammenlignet med konvensjonelle fly i de første (ti)årene av innføringen. Kostnadsforskjellen kan forventes å falle over tid ettersom både produksjon og driften av elfly vil dra nytte av stordriftsfordeler, konkurranse og læringseffekter. Reimers (2020) gir en nyttig gjennomgang av de viktigste driverne av kostnadsbildet for elfly, som kan oppsummeres med følgende:

- **Produksjonskostnader/anskaffelseskostnader:** Materialkostnadene for å produsere et elfly trenger ikke i seg selv være vesentlig høyere enn kostnadene for å produsere et konvensjonelt fly av tilsvarende kapasitet, men å måtte ta hensyn til vekten av batteriet vil nok drive kostnadene noe oppover. Derimot vil det ligge store kostnader knyttet til forskning og utvikling av de første elflyene som må hentes inn, og med relativt lave produksjonsvolumer de første årene vil det være med på å øke anskaffelseskostnadene (Reimers, 2020).
- **Batterikostnader:** Elfly vil trenge batterier med så høy kapasitet som mulig, som veier så lite som mulig, dvs. ha høyest mulig energitetthet. Slike batterier vil representere en vesentlig kostnad som ikke gjelder konvensjonelle fly. Batteriene vil også sannsynligvis måtte skiftes ut flere ganger gjennom flyets levetid. Antall ladesykluser før batterikapasiteten drives ned til ca. 80 % av kapasiteten som ny, vil sannsynligvis bli gjennomført lenge før alle flytimene gjennom flyets levetid er gjennomført. Hvis batteriet etter utskifting kan selges videre til et annenhåndsmarked der det er mindre krav til energitetthet, kan dette begrense nettokostnadene knyttet til batterier. For øvrig er den teknologiske utviklingen i batteriindustrien svært sterk, med stadig høyere energitettheter. Stordriftsfordelen i markant økt batteriproduksjon globalt til ulike typer elektriske fremkomstmidler vil også komme elflyutviklingen til gode (Deloitte, 2021; Roland Berger, 2017).
- **Energikostnader:** Energiforbruket per setekilometer vil være vesentlig lavere for elfly enn for tilsvarende konvensjonelt fly ettersom energieffektiviteten i en elektrisk motor er vesentlig bedre enn i en forbrenningsmotor. Målt i kWh kan vi ifølge Reimers (2020) forvente at elmotoren vil gi rundt tre ganger så mye drivkraft

sammenliknet med forbrenningsmotoren. Videre er strømprisene i Norge gjennomgående lavere enn i de fleste land i Europa, som igjen vil gi en stor kostnadsfordel for elfly når det kommer til energikostnader (Eurostat, 2021).

- Vedlikeholdskostnader: Deloitte (2021) og flere andre trekker fram at på sikt bør det forventes at vedlikeholdskostnadene for elfly vil bli vesentlig lavere enn for konvensjonelle fly siden antall bevegelige deler i motorene reduseres drastisk og kompleksiteten i fremdriftssystemet reduseres. Dette gjelder generelt for fremkomstmidler med elmotorer sammenliknet med tilsvarende fremkomstmidler med forbrenningsmotorer. Reimers (2020) fremhever at muligheten for mer effektive sensorsystemer med elfly også vil muliggjøre bedre sanntidsovervåking av elflyets tilstand, som dermed vil effektivisere vedlikeholdsplanleggingen.

I tillegg kommer en vesentlig kostnadsdriver som ikke har noe å gjøre med elflyteknologien per se, men at de første kommersielle elflyene kommer til å være vesentlig mindre enn konvensjonelle fly som brukes på samme strekning.

- Mannskapskostnader per setekilometer: Med et 19-seters fly vil det ikke være krav om kabinbesetning²⁹, men det vil fortsatt være krav om to piloter. Pilotkostnadene utgjør størstedelen av lønnskostnadene, se f.eks. McKinsey (2017). Å f.eks. gå fra et 39-seters fly til et 19-seters fly vil mer enn halvere setekapasiteten, men reduksjonen i mannskapskostnader vil bli langt lavere. Jo større konvensjonelt fly som erstattes, jo større blir økningen i mannskapskostnader per setekilometer. Dette er en viktig del av stordriftsfordelen i denne sektoren. På strekningen mellom Stavanger og Bergen flyr Norwegian for eksempel Boeing 737 fly med ca. 180 seter.

Flyselskapenes tall for kapital- og driftskostnader er bedriftshemmeligheter og derfor ikke mulig å oppdrive. Selv om det skulle være mulig å oppdrive tallene, ville det ikke være mulig å gjengi dem i en offentlig rapport. Det beste tallmaterialet vi derfor har for hånden er tall vi kan hente ut fra TØIs kostnadsmodell for flyrutedrift, som sist ble brukt i TØI-rapport 1116/2010 (Lian et al., 2010). Mye har skjedd siden da, så tallene kan kun ansees som eksempelberegninger som kan gi en pekepinn om kostnadsforholdene.

Den minste flyenheten i modellen er et 39-seters DASH-8 100 fly, så vi bruker den når vi sammenligner med et lite 19-seter elfly. Jo større fly vi bruker i modellen, jo lenger unna kommer vi en «epler-til-epler» sammenligning. Default-belegget i modellen er 55 %, så vi holder oss til det.

I første kolonne av Tabell 6.1 har vi eksempelberegning for en 39-seters DASH-8 flygning fra Stavanger til Bergen med et belegg på 55 %. Som i Reimers (2020) tar vi utgangspunkt i en flydistanse på 190 km (noe lengre enn luftdistansen). Som tabellen viser er de største enkeltkostnadspostene knyttet til drivstoff, lønn, kapital og indirekte kostnader. Summerer man opp alle avgifter til enten Avinor eller staten (dvs. flypassasjeravgiften) så utgjør det ca. 20 % til sammen. Avgiftene til Avinor ble beregnet ved hjelp av deres [avgiftskalkulator](#).. Dette tar vi opp senere i kapitlet.

Det er ikke mulig å si hvor godt modellen treffer på virkelige kostnadstall, da disse som nevnt er bedriftshemmeligheter. Det vi kan gjøre er å sammenligne tallene med beregninger fra en annen kostnadsmodell, nemlig top-down-kostnadsmodellen som brukes av Møreforskning, bl.a. i rapportene *Rammevilkår for flyruter fra Florø og Ørsta/Volda* (Thune-Larsen et al., 2009)

²⁹ [Microsoft Word - JAR-OPS 1 Sub. O.doc \(lovdata.no\)](#)

og *Kjøp av flyruter på rutestrekningene i Troms og Finnmark og mot Nordland fra 1. april 2022* (Bråthen et al., 2021). Her baserer de seg på en statistisk analyse (en regresjonsmodell) av Janic (2000) for å kvantifisere gjennomsnittskostnadene per flygning avhengig av flystørrelse og lengden på ruter uten mellomlandinger. I sin opprinnelige form så var den formulert slik:

$$C(n, d) = 7.934 * n^{0.603} * d^{0.656}$$

hvor $C(n,d)$ er gjennomsnittlige kostnader per flygning
 n er flyets setekapasitet
 d er rutelengden

Det kommer tydelig fram at modellen gir avtakende kostnader i to dimensjoner, setekapasitet og rutelengde. Det vil si at kostnadene synker pr. setekilometer både med økende avstand og økende flystørrelse. Modellen er estimert på data fra 21 vesteuropeiske flyselskaper, og modellen forklarer nesten 90 % av variasjonen i kostnader. De statistiske diagnosene viser at både parametere og konstantleddet er signifikante på henholdsvis 5 prosents og 1 prosents nivå, som betyr at modellen gir temmelig presise estimater av parameterne. Konstantleddet er gitt i EUR. Dette leddet er konvertert til kroner og justert for kostnadsutvikling over tid.

Top-down-modellen fra Møreforskning kommer fram til en kostnad på 26 250 kr på flygningen. Det er ca. 10 % lavere enn eksempelberegningen til TØI-modellen som gis i første kolonne av tabell 6.1. Dette tyder på at modellene er sånn noenlunde samstemte³⁰.

I andre kolonne ser vi på det hypotetiske eksempelet av å ha et identisk 39-seters fly, bare at det ikke lenger er bensindrevet, men elektrisitetsdrevet. Dette for å rendyrke gevinsten av en elmotor sammenlignet med en konvensjonell motor, alt annet likt. Vi benytter samme forutsetninger som Reimers (2020), med 0,125 kWh per setekm. (noe høyere enn Svarstad et al. (2019) som antar 0,12 kWh per setekm.). Med 99 øre per kWh (som inkluderer nettleie og alle avgifter³¹) blir energikostnadene ca. 75 % lavere for elflyet enn med konvensjonelt fly, og totalkostnaden for flygningen blir ca. 9 % lavere.

Ettersom en elmotor som nevnt har færre bevegelige deler, påpeker bl.a. Deloitte (2021) og Ydersbond et al. (2020) at vedlikeholdskostnadene for elfly kan bli noe lavere enn for konvensjonelle fly. Reimers (2020) på sin side trekker fram at siden utvikling av elfly er på et såpass tidlig stadium, så vil man kunne forvente at motordeler vil bli skiftet ut med nyere og mer effektiv teknologi etter hvert. I tredje kolonne antar vi i tillegg en moderat reduksjon i vedlikeholdskostnader på 10 % sammenlignet med konvensjonelt fly. Dette bidrar til at totalkostnadene blir ca. 10 % lavere for et elfly enn med et tilsvarende konvensjonelt fly.

³⁰ Dette trenger ikke bety at de treffer i nærheten av de reelle kostnadene, som vi ikke har tilgang til, men det er i hvert fall lite sprik mellom ulike måter å beregne kostnadene på.

³¹ Basert på gjennomsnittet for 2018-2020 fra kildene [09366: Kraftpriser i sluttbrukermarkedet, etter kontraktstype \(øre/kWh\) 2012 - 2020. Statistikkbanken \(ssb.no\)](#), [09007: Kraftpris, nettleie og avgifter for husholdninger 2012 - 2020. Statistikkbanken \(ssb.no\)](#) og [Elektrisk kraft - Skatteetaten](#)

Tabell 6.1: Eksempelberegninger for et 39-seters fly for en flygning mellom SVG og BGO, hvor vi ser på effekten av redusert energiforbruk og vedlikeholdskostnader ved en hypotetisk overgang til elektrisk drivkraft på et tilsvarende fly med like mange seter. Første kolonne: Baseline med konvensjonelt 39-seters fly. Andre kolonne: Reduserer drivstoffkostnadene utfra hva som forventes ved elektrisk drivkraft. Tredje kolonne: Reduserer i tillegg vedlikeholdskostnadene utfra hva som kan forventes ved elflydrift for tilsvarende fly.

	Referanse- alt.	Med reduserte energikostnader	Med reduserte vedlikeholdskostnader
Energi	3 748	914	914
Mannskap	5 883	5 883	5 883
Handling	2 436	2 436	2 436
Vedlikehold	2 508	2 508	2 257
Kapital	2 764	2 764	2 764
Øvrige kostnader, ink. overhead	7 325	7 325	7 325
Avinors avgifter	4 486	4 486	4 486
Flypassasjeravgift	1 641	1 641	1 641
SUM	30 791	27 957	27 706
Per sete	790	717	710
Antatt belegg	55 %	55 %	55 %

Casen vi ser på i denne rapporten er et 19-seters elfly. Med andre ord forsvinner en del av skalafordelene av å ha et større fly. I andre kolonne i tabell 6.2 ser vi på eksempelberegninger for dette, hvor vi tar utgangspunkt i ett belegg på ca. 85 % dvs. 16 passasjerer³². Etersom energikostnader beregnes per setekilometer skaleres kostnadene ned med setemengden. Det samme antas for postene vedlikehold, bakketjenester (handling) og øvrige kostnader. Lønnskostnadene forutsettes å gå noe ned, ettersom det ikke vil være krav om kabinbesetning. Men det vil fortsatt være krav om to piloter, som utgjør mesteparten av lønnskostnadene. Lønnskostnadene forutsettes dermed redusert med 20 % sammenlignet med personalkostnadene til et 39-seters fly. Dette bunner i en forutsetning om at lønnskostnader per pilot er cirka dobbelt så høy som lønnskostnadene per kabinpersonell, noe som stemmer omtrent overens med beregninger i McKinsey (2017). Kapitalkostnadene forutsettes å være uendret, selv om flyet er vesentlig mindre. Dette er gjort for å ta inn i beregningen at i elflyenes tidlige fase, så er det store kostnader knyttet til R&D som må hentes inn, lite skalafordeler i produksjon, samt høye batterikostnader. Med dagens avgiftsstruktur reduseres avgiftene som følge av færre passasjerer og lavere vekt (antatt 8 tonn). I første kolonne vises eksempelberegninger med dagens avgiftsstruktur. I dette eksemplet er kostnader per sete ca. 25 % høyere enn for referanse-eksemplet.

I kolonne 3 og 4 fjerner vi henholdsvis flypassasjeravgiftene og Avinors avgifter for å se hvilket utslag det gir på setekostnadene. Med disse eksempel-tallene må både flypassasjeravgiftene og Avinors avgifter fjernes for å oppnå samme kostnader per sete som i det konvensjonelle 39-setersflyet.

³² Vi vurderer det som rimelig å tenke at et lite 19-setersfly vil ha et høyt snittbelegg når det ellers er større fly som kjører på ruta med flere passasjerer i absolutte tall

Tabell 6.2: Eksempel beregninger for et 39-seters konvensjonelt fly for en flygning mellom SVG og BGO, og et 19-seters elfly under ulike avgiftsregimer.

	Baseline 39-seter	Elfly - samme avgifter	Elfly - fjerner flypassasjeravgiften	Elfly - fjerner alle Avinors avgifter
Energi	3 748	446	446	446
Mannskap	5 883	4 706	4 706	4 706
Handling	2 436	2 436	2 436	2 436
Vedlikehold	2 508	1 099	1 099	1 099
Kapital	2 764	2 764	2 764	2 764
Øvrige kostnader, inkl. overhead	7 325	3 569	3 569	3 569
Avinors avgifter	4 486	3 018	3 018	0
Flypassasjeravgift	1 641	1 224	0	0
SUM	30 791	19 261	18 037	15 020
Per sete	790	1 014	949	791
Antatt belegg	55 %	85 %	85 %	85 %

Fra et samfunnsøkonomisk perspektiv er det de ressursmessige kostnadene som er mest interessante i kalkylen. Avgifter til staten er ikke ressurskostnader i seg selv, men en overføring mellom private aktører og det offentlige. I disse forenklete eksempel-beregningene forutsetter vi at det kun er flypassasjeravgiften som ikke er en ressurskostnad. Til forskjell kan alle Avinors avgifter betraktes som betalinger for Avinors tjenester i henhold til *Forskrift om avgifter for bruk av lufthavner drevet av Avinor AS*³³. Selv om flyplassdrift hadde bestått kun av private aktører i et konkurransepreget marked, så ville fortsatt brukerne vært nødt til å betale for tjenestene. Avgiftene til Avinor kan dermed sees som brukerbetaling for tjenester som er reelle ressurskostnader. Vi anser dermed Avinors avgifter som reelle samfunnsøkonomiske kostnader, og ikke som overføringer, derfor må vi sammenligne eksempel-beregningene med Avinors avgifter, men uten passasjeravgifter.

I dette eksemplet er dermed ressursbruken, den samfunnsøkonomiske kostnaden, ca. 27 % høyere med en flygning med et 19-seters elfly sammenlignet med en konvensjonell 39-seter. Den relative ressursbruken per sete vil være enda høyere om man sammenligner med større fly som 78-setere, og spesielt sammenlignet med fly med over 120 seter.

Før man ser på miljøaspektet så vil elfly altså være samfunnsøkonomisk dyrere fram til teknologien er blitt kommersielt moden. Hvor mye dyrere de vil være er vanskelig å si uten tilgang på reelle data, men eksempel-beregningene tyder på et vesentlig påslag per setekilometer. Forskjellene i kostnader per passasjer trenger ikke være like store for eksempel om flyvingene med elfly sikrer seg godt belegg på strekninger hvor dagens flygninger med konvensjonelle flygninger har dårlig belegg, jfr. hvorfor det argumenteres med at elfly egner seg på FOT-ruter. Flyselskaper har alltid insentiver til å maksimere belegget for å utnytte stordriftsfordelene, så en skal ikke regne med mange tilfeller hvor kostnader per passasjer er konkurransedyktige med et 19-seters elfly. Samtidig vil en andel av kundene kunne foretrekke elfly (jfr. kap. 4.1), og også være mer villige til å fly dersom flyet er et elfly, så det er krevende å vite nøyaktig hvordan belegget i fremtidens elfly vil bli.

Vi konkluderer dermed at overgangen til 19-seters elfly i casen SVG–BGO-2025 isolert sett representerer en samfunnsøkonomisk kostnad. Dette må veies opp mot miljøgevinstene og andre ikke-prissatte gevinster vi kommer til å gjennomgå i neste kapittel. Ettersom de økte

³³ [Forskrift om avgifter for bruk av lufthavner drevet av Avinor AS - Lovdata](#)

samfunnsøkonomiske kostnadene av en overgang til elfly ikke kan tallfestes med noe særlig sikkerhet, vil vi også behandle dette som en såkalt ikke-prissatt virkning.

Fra et samfunnsøkonomisk perspektiv er det relevant å sammenligne nåverdien av kostnadene av et tiltak sammenlignet med nåverdien av kostnadene i fravær av tiltaket. Her kommer vi tilbake til forskjellen mellom scenarioene REF og FREM, forklart i kapittel 2, hvor FREM er forutsatt å være helt likt som REF, bare at det er en femårig fremskynding av elfly. Fra et kostnadsperspektiv skiller vi mellom merkostnadene i demonstrasjonsperioden og merkostnadene av å framskynde hele innføringen av nullutslippsfly med 5 år over en 30-årsperiode.

6.2 Merkostnader knyttet til investeringer i infrastruktur

Avinor og Luftfartstilsynet (2020) trekker fram tre hovedtilnærminger for å sikre lading av batterielektriske elfly på norske flyplasser:

1. Lading direkte fra det lokale strømmettet
2. Lading via stasjonære batterier på lufthavnen
3. Såkalte «swappable batteries», byttbare batterier, der flyene bytter til nyladete batterier før de flyr videre

Det er verdt å påpeke at selve strømforbruket til en elektrifisert flyflåte kommer til å være ganske beskjedent. Avinor og Luftfartstilsynet (2020) trekker fram at elektrifisert luftfart i Norge sannsynligvis vil, avhengig av trafikkutviklingen, ha et strømforbruk på 2-3 TWh. Dette er godt under 3 % det årlige strømforbruket på gjennomsnittlig ca. 130 TWh i Norge. Derimot vil det flere steder være behov for utvidet nettkapasitet for å kunne tilby hurtiglading av elfly. Reimers (2018) trekker fram at det kan bli behov for 1-10 MW med ladekapasitet per lufthavn for hurtiglading av elfly, avhengig av trafikkomfang og samtidighet (dvs. hvor mange elfly som lader samtidig).

På enkelte flyplasser kan utvidelsesbehovet for strømmettet bli såpass omfattende at det kan være mer hensiktsmessig med lading via stasjonære batterier, slik som det gjøres på enkelte fergestrekninger (Avinor & Luftfartstilsynet, 2020). En annen løsning, som vil avhenge av teknologiutviklingen fra elflyprodusentenes side, er hvorvidt «swappable batteries» vil få noen særlig utstrekning i bruk. Hvis batterier kan byttes før flyene forlater lufthavnen, kan disse batteriene lades vesentlig saktere og billigere enn hva tilfellet blir med hurtiglading.

Det er med andre ord svært usikkert hvor store investeringskostnadene for ladeinfrastruktur for elfly kommer til å være. For eksempel er det foreløpig ingen standardisert teknisk løsning for hvordan ladepunktene skal utformes. For å få en pekepinn på størrelsesordener kan man se på utredninger gjort for elektrifisering av ferge- og hurtigbåtsamband. I en utredning på temaet gjort av DNV GL (2021) opererer en med følgende kostnadsforutsetninger for infrastrukturen.

Tabell 6.3: Sentrale kostnadskomponenter for ladeinfrastruktur. Hentet fra Tabell 3-5: Investeringskostnader lagt til grunn i analyse av elektrifisering for ferger og hurtigbåter (DNV GL, 2021).

Kostnadskomponent	Verdi
Investeringskostnad kraftomformer	2000 NOK/kW
Investeringskostnad ladeplugg	Ladeeffekt < 3 MW: 5 MNOK Ladeeffekt 3-6 MW: 10 MNOK Ladeeffekt > 6 MW: 15 MNOK
Investeringskostnad nettoppgradering	Nettoppgraderingskostnaden er svært avhengig av lokale forhold i området ved kaiene (tilgjengelig kapasitet i dagens nett, avstand til distribusjonsnett etc.)

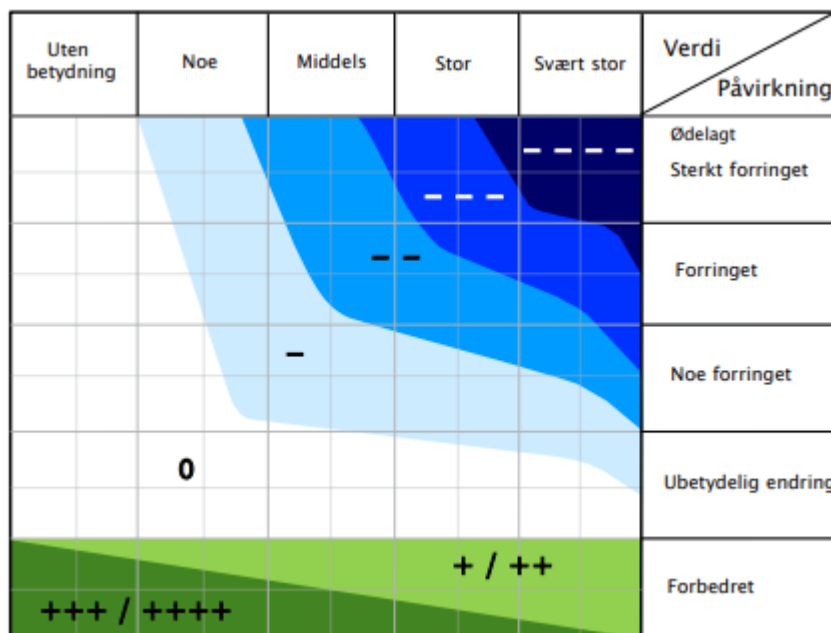
Med tanke på at SVG og BGO er blant landets mest trafikkerte flyplasser, er det rimelig å forvente at behovet for ladeeffekt vil være i høyere sjikt av det som skisseres i Reimers (2018), så nærmere 10 MW. Dersom kostnadstallene brukt for ladeinfrastruktur for elferger gir en pekepinn, som er usikkert, så tyder det på investeringskostnader på over 15 MNOK for hver av de respektive flyplassene, og det er før vi har inkludert kostnader til nettoppgradering. En innledende, upublisert kartlegging av ladebehov på norske flyplasser ble gjort av Avinor i 2020. Der kom en fram til noen grovanslag for SVG og BGO på mellom 7 og 15 MNOK pr lufthavn for å øke kapasiteten i strømmettet. Avinor understreker at dette er svært grove anslag, og kostnadene vil avhenge av tilgjengelig effekt lokalt. Større effektbehov enn det som er tilgjengelig kan utløse større investeringer som vil påvirke kostandene. Samtidig vil flyplassene ha behov for gradvis tilrettelegging for økt elektrifisering uansett fordi ulike transportmidler slik som busser, biler og vogntog i stadig større grad blir elektriske (Avinor, 2021).

Det er for tidlig å si noe sikkert om hva som kommer til å bli de aktuelle ladeløsningene for elfly på norske flyplasser, og de påfølgende infrastrukturkostnadene. Vi kommer til å behandle disse kostnadene som ikke-prissatte virkninger i neste kapittel, på samme måte som merkostnadene knyttet til investeringer i og drift av elfly.

7 Ikke-prissatte virkninger av fremskyndet innfasing av elfly

En rendyrket nyttekostnadsanalyse av fremskyndet innfasing av elfly i Norge (både demonstrasjonskasen og den påfølgende fremskyndede innfasingen) ville inneholdt tallfesting og verdsetting av alle relevante positive og negative nyttevirkinger. Vi har kommet fram til anslag på nyttevirkingene knyttet til utslippsreduksjoner og til økt betalingsvilje hos visse segmenter av reisende. Dette betyr at det er mange nyttevirkinger som ikke er verdsatt. Flere av disse kan potensielt være vel så viktige som virkningene som er verdsatt.

God praksis for å systematisere slike virkninger er å behandle dem som såkalte *ikke-prissatte virkninger* i henhold til gjeldende veiledere for samfunnsøkonomisk analyse, f.eks. Statens vegvesen Vegdirektoratet (2018) og Direktoratet for Økonomistyring (2018).



Figur 7.1: Konsekvensvifta. Konsekvensen for et delområde fremkommer ved å sammenholde grad av verdi i x-aksen med grad av påvirkning i y-aksen. De to skalaene er glidende. Hentet fra kapittel 6 i *Håndbok V712 (Statens vegvesen Vegdirektoratet, 2018)*.

Den videre drøftingen av ikke-prissatte nyttevirkinger baserer seg i stor grad på oppstillingen av styrker ved tidlig innfasing av elfly i kapittel 1.3, men ikke-prissatte kostnader baserer seg på gjennomgangen i kapittel 6.

7.1 Positive nyttevirkninger

Forsikring mot worst case framtidige tiltakskostnader

Ved å starte innfasing av nullutslippsteknologier tidlig, kan Norge «kjøpe seg tid» i tilfelle verden skulle vise seg å være nærmere de pessimistiske modellberegningene for framtidige tiltakskostnader for å overholde Paris-avtalen. Det er mulig å få dekket en del av dette i beregningene av verdien av utslippskutt som en følsomhetsanalyse, men vi vurderer det som mer hensiktsmessig å vurdere selve forsikringsaspektet som en ikke-prissatt virkning. Det kan tolkes som en forsikring fordi man påtar seg en større kostnad nå for å forhindre langt større kostnader i fremtiden dersom overholdelse av Paris-avtalen blir vanskeligere og/eller klimaendringene blir mer skadelige enn ventet. Tidlig innfasing av elfly vil være et klimatiltak dyrere enn hva median-karbonprisbanen skulle tilsi, og vil dermed drive fram større utslippskutt tidligere i en sektor (innenlandsk luftfart) enn det som er kostnadseffektivt. Hvis median-karbonprisbanen derimot vil vise seg å være for lav, så vil verdien av tiltaket være høyere og motsatt.

Vurdering av verdi: Stor. Som det fremkommer av figur 1.3 har fordelingen av modellberegnete karbonprisbaner en skjevfordeling oppover. Avstanden fra medianen opp til tredje kvartil er mange ganger større enn avstanden ned til andre kvartil. For eksempel er medianprisen i 2030 ca. 2200 kr per tonn CO₂, mens første kvartil er på ca. 1740 kr og tredje kvartil er på hele ca. 6400 kr. I tillegg forutsetter de fleste modellberegningene at verden setter i gang med klimatiltak i henhold til en karbonprisbane allerede fra 2010-tallet for å bringe utslippene nedover. Dette har ikke skjedd. Etter at Parisavtalen ble inngått i 2015 fortsatte derimot globale utslipp å stige fram til 2019³⁴, og på det tidspunktet var under 20 % av verdens utslipp dekket av en karbonpris. I tillegg var over halvparten av disse utslippene igjen priset til under 10 USD per tonn, langt under det som er nødvendig for å skape en bærekraftig omstilling (Ramstein et al., 2019). Med andre ord, verden ligger allerede på etterskudd sammenlignet med de fleste modellberegningene. Isolert sett peker dette mot at tiltakskostnadene allerede vil være underestimert.

Vurdering av påvirkning: Forbedring. Dette er knyttet til de fremskyndede utslippskuttene som kommer av å bevege oss fra referansescenarioet til fremskyndingsscenarioet.

Konsekvens: ++/+++

Forsikring mot manglende politisk vilje og evne til å sette nødvendig høy karbonpris i Norge

Det er ingen garanti for at nåværende og framtidige myndigheter vil ha politisk evne og vilje til å sette den nødvendige karbonprisen på alle sektorer, til riktig tid. Det er mange eksempler på at effektiv miljøpolitikk har vist seg ikke gjennomførbart på grunn av motstand. Hvis den politisk innsatsen/evnen er lav på et tidlig tidspunkt, så vil det bli dyrere å overholde klimabudsjettet senere.

Vurdering av verdi: Stor. Fram til nå har prisingen av klimagassutslipp i Norge i liten grad holdt seg til kostnadseffektivitetsprinsipper. Dette kan leses ut av karbonprisingfiguren Figur 1.1, hvor vi ser at det er stor spredning i prisingen og flere sektorer har ingen prising i det hele tatt. Og selv om en i veisektoren har økt avgiftsnivået på CO₂, så har denne økningen delvis blitt kompensert med en reduksjon i veibruksavgiften. Til sammen har ikke norsk klimapolitikk klart å få ned norske utslipp i 2020 mer enn 3,9 % sammenlignet med 1990.

³⁴ [Globale klimagassutslipp: Koronaknekk i 2020 – Energi og Klima](#)

Mellom 2020 og 2030 vil EUs kvotetak senkes med 2,2 % i året og norsk ikke-kvotepiktig sektor må redusere utslippene sine med omtrent 5 % årlig. Historisk sett har det verken vært vilje eller evne til å holde en slik takt, og i hvert fall ikke med kostnadseffektiv karbonprising. Hvis noen sektorer blir vernet fra nødvendig innsats for å få ned klimagassutslippene (f.eks. jordbrukssektoren), kan det dermed bli nødvendig med større og dyrere innsats i andre sektorer. Større tidlig innsats i andre sektorer kan i så måte være en forsikring mot manglende framtidig politisk vilje og evne. Dette er også en grunn til at tidlig innfasing av nullutslipps-teknologier i noen sektorer er en måte å «kjøpe seg tid» på.

Vurdering av påvirkning: Forbedring. Dette er knyttet til de fremskyndede utslippkuttene som kommer av å bevege oss fra referansescenarioet til fremskyndingsscenarioet. Her er det verdt å nevne at prising av utslipp i luftfartssektoren vil styrke en elflysatsing, og for svak prising kan bidra til å undergrave satsingen.

Konsekvens: ++/+++

Gevinster av støyreduksjon – reduserte helsekostnader og «land-value capture»:

Elfly vil kunne redusere **støy** rundt flyplasser fra takeoff og landinger, som kan ha svært positive nyttevirkninger. Dette er diskutert i kapittel 5.1.3. Mindre støybelastning har helseeffekter for de som får mindre eksponering, samtidig som det kan åpne for å frigjøre noen arealer rundt flyplassen til annen verdifull bruk når støybelastningen blir lavere, såkalt «land-value capture». Elfly vil også være mer behagelige å fly for personalet og de reisende på grunn av lavt støynivå.

Vurdering av verdi: Middels. Å erstatte konvensjonelle fly med elfly vil gi noe reduksjon i støybelastning, men denne gevinsten vil være svært lav sammenlignet med de andre miljøgevinstene og gi lite utslag i analysen. På grunn av støyens særegenheter som en miljøkostnad trengs det vesentlige reduksjoner i støyproduksjon for å få tilstrekkelige reduksjoner i støyeksponering. En kan derimot forvente vesentlige reduksjoner i støyproduksjon dersom godt over halvparten av alle flybevegelsene på en gitt flyplass kommer fra elfly. Funn fra en artikkel av Andreas W Schäfer et al. (2019) tilsier at arealet med høy støybelastning reduseres med 36%. Hvor mye areal som kan frigjøres som følge av at innenlandsk luftfart blir elektrifisert vil variere fra flyplass til flyplass. Flyplasser som også flere tiår inn i fremtiden vil ha utlandstrafikk med større jettfly, vil ikke kunne oppnå samme støyreduksjonsgevinster. En annen stor usikkerhet er ikke bare hvor mye areal som kan frigjøres ved redusert støy, det er også hvor verdifullt det er. En tilleggs-variant av slik land-value capture kan være at små flyplasser nær tettbebygde strøk vil få anledning til økt utnyttelse, dvs. mer flytrafikk, ettersom støyproblemene er redusert.

Vurdering av påvirkning: Noe forbedring. Forskjellen i verdien av fremskyndingsscenarioet istedenfor referansescenarioet på verdien av frigjort areal dreier seg om 5 år med *avkastning* på det frigjorte arealet. Arealet forventes frigjort i referansescenarioet også, bare 5 år senere.

Konsekvens: +

Elfly er en umoden teknologi og det er lite erfaringer på kommersielle ruter, så det vil være behov for forskning, utvikling og utprøving (research, development and demonstration – RD&D). Vellykket demonstrering og fremskyndet innføring kan bidra til å raskere skape et marked for nullutslippsteknologier.

RD&D har trekkene til et kollektivt gode. Det at noen bruker av kunnskapen er ikke et hinder for at andre kan bruke den (ikke-rivaliserende), og det er fullt mulig å bestemme at kunnskapen skal være ikke-ekskluderende, det vil si at alle som ønsker kan få tilgang til kunnskapen. Og når erfaringene øker og mer modne versjoner av teknologien blir tilgjengelig, så blir mer kunnskap tilgjengelig for hele sektoren, og hele sektoren vil tjene på RD&D-innsatsen. Å sørge for at denne kunnskapen er tilgjengelig for alle relevante aktører har en verdi utover de direkte miljøgevinstene. Videre vil denne kunnskapen kunne bidra til at markedet for elflyteknologi vil etablere seg og vokse raskere, som igjen vil kunne drive opp innovasjonstakten (Geels et al., 2017).

Vurdering av verdi: Stor. Det er veletablert kunnskap i samfunnsøkonomifaget at investeringer i RD&D er en essensiell bidragsyter til langsiktig økonomisk vekst, siden økt kunnskap og forbedret teknologi vil gjøre økonomien mer produktiv (Sørensen & Whitta-Jacobsen, 2010, s. 217-311). Luftfartsindustrien er en stor industri med høy verdiskaping, så ringvirkninger fra vellykket RD&D kan ha en stor økonomisk oppside. Dette er innovasjon og erfaringer med nullutslippsteknologi i en bransje som er underregulert miljømessig. Som beskrevet i innledningen er det bare en liten andel av verdens flyvinger som møter utslippsregulering og her er ikke en gang alle klimagassutslippene dekket. Denne teknologiutviklingen og uttestingen kan dermed ha virkninger inn på sektorens utvikling og utslipp også utenfor Norge.

Vurdering av påvirkning: Noe forbedring. Erfaringer med elfly på kommersielle ruter i et såpass tidlig stadium vil være verdifullt for sektoren. Samtidig skal man ikke overdrive verdien en enkeltcase og raskere innføring i Norge kan ha på innovasjonen i sektoren som helhet, da det i forkant er umulig å vite hvor stor påvirkning en enkelt case vil ha. Videre vil mye av teknologi- og erfaringsutviklingen sannsynligvis bli underlagt opphavsrettigheter og dermed vil ikke all kunnskapen bli tilgjengeliggjort for sektoren som helhet.

Konsekvens: +/++

Nyttevirksomheter for framtidig elflytilbud fra andre flyplasser - nettverksfordeler

Flyplassinfrastruktur for elfly kan regnes som et nettverksgode. Andre flyplasser som vurderer elflyinfrastruktur, vil dra nytte av at SVG og BGO oppretter denne infrastrukturen, siden det utvider deres potensielle nettverk. Dette vil gjelde et fremtidig elflytilbud i både Norge og naboland.

Vurdering av verdi: Middels. Ladeinfrastrukturen som etableres på SVG, BGO og på andre norske flyplasser ved en tidlig innføring av elfly åpner for at flyselskaper vil ha mulighet til å etablere andre flyruter innen elflyrekkevidde. For hver flyplass som skaffer seg ladeinfrastruktur, så øker størrelsen og verdien av det samlede elflynettverket, for både de reisende og flyselskapene.

Vurdering av påvirkning: Noe forbedring. Selv om elflyenes rekkevidde kan forventes å øke mye over de neste tiårene, vil det være grenser for hvor mange flyplasser som er så nærme hverandre at de kan være i samme direkte elflynettverk, og hvor stort den reelle nettverksutvidelsen vil være i de første årene av en fremskyndet innføring. Dette kommer selvsagt også an på hvor raskt batteriteknologien utvikler seg siden den største begrensningen for elfly i dag sannsynligvis er hvor mye energi som kan lagres i batteriene, altså deres

batteritetthet. Nye rekorder settes hele tiden for batteriers energitetthet, og elfly nyter godt av den massive forskningen og utviklingen som skjer for batterier til for eksempel bilbransjen (for eksempel Slovic, 2021). Det er også uvisshet om levetiden på komponenter i ladeinfrastrukturen for elfly og hvorvidt standardene som brukes i tidlig fase vil holde seg særlig lenge. Dette vil begrense den reelle nettverkseffekten av å etablere ladeinfrastruktur.

Konsekvens: +

Utvidet verktøykasse for distriktpolitikken, som også kan avlette behovet for investeringer i vei og bane

Distriktpolitikk har lange tradisjoner og har sterk slagkraft i den politiske dagsordenen og ved valg. Elfly kan gjøre at distriktpolitiske mål i mindre grad kommer i konflikt med klimapolitiske mål. Videre kan det med elfly i transportporteføljen være flere muligheter til å imøtekomme transportønsker i tynt befolkede områder uten svært dyre infrastrukturprosjekter.

Vurdering av verdi: Stor. Beslutningstagere har en svært stor villighet til å la distriktpolitiske hensyn påvirke prioriteringene. Det gjenspeiler seg for eksempel i reduserte eller null-satser for arbeidsgiveravgift for virksomheter i distriktskommuner. Dette er beregnet til en avgiftslettelse på 13 mrd. NOK, og er det mest omfattende distriktpolitiske virkemidlet³⁵.

En annen del av distriktpolitikken er å opprettholde en del flyplasser på ikke-kommersiell grunnlag, siden det stimulerer til og opprettholder spredt bosetning. Derfor har Norge hele 25 kortbaneflyplasser, hvorav 20 ligger mellom 39 og 170 km fra hverandre. Elflyenes motorer er gunstige på disse flyplassene fordi elmotoren gir dem raskere akselerasjon, noe som gjør at de kan ta av fra korte landingsstriper i motsetning til for eksempel jettfly. Til disse flyplassene er det mange FOT-ruter, relativt få passasjerer, og enklere å få introdusert de første elflyene, som forventes å være relativt små. Disse flyplassene sørger for en vesentlig kortere reisetid enn det som er mulig med andre transportmidler, bl.a. på grunn av store avstander, og at fjorder og fjell gjør at alternative transportmåter tar lang tid. Elfly kan gjøre at distriktpolitiske mål i mindre grad kommer i konflikt med klimapolitiske mål.

Med opprettholdt eller forbedret flytilbud i distriktene med elfly, kan det være flere muligheter til å imøtekomme transportønsker i tynt befolkede områder uten å investere i svært dyre infrastrukturprosjekter. Det kan åpne opp for bedre mobilitet i distriktene til en lavere kostnad enn i dag. Hvis investeringsbehovet for vei og bane i distriktene kan reduseres, så kan det bidra til mindre ulønnsomme nasjonale transportplaner i fremtiden. For eksempel var samlet netto nåverdi fra NTP 2018-2029 beregnet til -54,9 milliarder NOK (Welde & Nyhus, 2019). For den nyeste NTP 2022-2033, med en samlet økonomisk ramme på ca. 1200 milliarder kroner, er samlet netto nåverdi beregnet til -52,7 milliarder NOK, og dette er bare for prosjektene som igangsettes de første 6 årene av NTPen.

Vurdering av påvirkning: Noe forbedring. Med 25 kortbaneflyplasser så vil et elflytilbud være viktig for en rekke distriktskommuner, men denne nytten vil ikke tilfalle hele «distrikts-Norge». På samme vis vil det heller ikke avdempe ønskene om økte vei- og jernbaneinvesteringer i hele «distrikts-Norge».

Konsekvens: +/-

³⁵ [Spørsmål og svar - differensiert arbeidsgiveravgift - regjeringen.no](https://www.regjeringen.no)

Økt nytte for de reisende

Som gjennomgått i kapittel 4.1, vil et klart flertall av de 1000 spurte potensielle flyreisende vurdere elfly som et transportalternativ mellom Bergensområdet og Stavangerområdet/Jæren når dette blir tilgjengelig. Dersom de flyreisende har en høyere betalingsvillighet for en reise med elfly sammenlignet med en tilsvarende reise med konvensjonelt fly, så vil flypassasjerene, gitt uendrede billettpriser, oppnå et høyere konsumentoverskudd. Endringer i konsumentoverskuddet er en sentral komponent i nyttekostnadsanalyser.

Vurdering av verdi: Stor. Volumet på innenriksreiser med fly, som i 2019 (før pandemien) var på cirka 13 millioner (Avinor, 2020), som inkluderer både nordmenns og utlendingers flyreiser i Norge. Betalingsvilligheten for disse reisene må overstige både billettpris og verdien av reisetiden. Rapporten *Nordic Sustainable Aviation* opererer med egenpriselasiteter i området -0,7 på innenriksflyreiser (og mellom -0,4 og -0,6 på utenriksreiser), som peker mot «bratte» etterspørselskurver og store konsumentoverskudd. Med andre ord, det vurderes som svært nyttig å kunne fly.

Vurdering av påvirkning: Ubetydelig/Noe forbedring. I delkapittel 4.1 konkluderer vi at når vi ser på hele utvalget i sammenheng, det vil si at de som er positive til elfly så vel som de negative/ubestemte, så vil vi finne at (en vektet) gjennomsnittlig betalingsvillighet knapt nok er høyere enn 0 % høyere enn det for konvensjonelle fly. For flymarkedet som helhet peker dette ot at det ikke vil bli noe nevneverdig høyere konsumentoverskudd ved en overgang til elfly.

Blant respondentene i spørreundersøkelsen var det dog et mindretall som oppga at de hadde vesentlig høyere betalingsvillighet for å fly med elfly sammenliknet med et konvensjonelt fly. Gitt at det vil være mulig å velge mellom både elfly og konvensjonelt fly for en gitt reise, vil denne lille gruppen med høyere betalingsvillighet kunne selv-selektere seg til å fly med elfly og oppnå høyere konsumentoverskudd.

Konsekvens: 0/+

7.2 Kostnader og negative virkninger

Merkostnader ved overgang til elfly fra konvensjonelt fly i demonstrasjonscasen

I forrige kapittel gjennomgikk vi eksempelberegninger som antyder at den samfunnsøkonomiske kostnaden per setekilometer for å fly mellom SVG og BGO vil være høyere for elfly enn for konvensjonelle fly, i alle fall fram til teknologien er kommersialisert.

Vurdering av verdi: Liten. Som det fremkommer av case-beskrivelsen, så ser vi for oss et scenario med 2-3 19-seters elfly med hovedsakelig en supplerende rolle på strekningen BGO–SVG over en treårs-periode. Casen i seg selv må dermed vurderes til å ha relativt lite omfang i samfunnsøkonomisk forstand.

Vurdering av påvirkning: Forverring. Eksempelberegningene antyder at overgangen til elfly innebære vesentlige besparelser av energikostnader og kanskje noen besparelser av vedlikeholdskostnader per setekilometer. Dette vil være reelle besparelser i samfunnsøkonomiske kostnader. Imidlertid vil overgangen til et mindre fly gjøre at andre kostnader, spesielt de knyttet til mannskap, vil øke per setekilometer ettersom man ikke får nedskalert kostnadene like mye som man må nedskalere setekapasiteten. Man taper rett og slett en del av stordriftsfordelene man hadde med større fly, inntil teknologien kommersialiseres og at elflyene eventuelt blir like store som de nåværende jetflyene.

Konsekvens: -

Merkostnader knyttet til fem år fremskyndet innfasing av elfly

Som påpekt forventer vi at den samfunnsøkonomiske kostnaden per setekilometer vil være høyere for elfly enn for konvensjonelle fly. I vårt fremskyndingsscenario betyr det at samfunnet påtar seg disse løpende merkostnadene fem år tidligere enn i referansebanen. Samfunnskostnaden kan tolkes som tapt avkastning fra å ikke spare disse kostnadene i fem år, og å gi opp «opsjonsverdien» av å «vente og se» om det kommer mer kostnadseffektive løsninger.

Vurdering av verdi: Stor. Forskjellen mellom FREM og REF vil tilnærmet summere seg opp til fem år med merkostnader knyttet til elfly for innenriks luftfart i Norge. Dette vil angå tusenvis av flygninger og millioner av passasjerer.

Vurdering av påvirkning: Forverring. Det vil være merkostnader helt fram til elfly oppnår kostnadspareitet med konvensjonelle fly (uten korrigerende avgifter og utslipp) som forventes å være flere tiår unna. Deloitte (2021), med referanse til Zayat et al. (2017), forventer at kostnad per passasjer vil være 10 % høyere for elfly enn konvensjonelt fly i 2040 (med et usikkerhetsspenn fra 0 % til 20 %). Denne merkostnaden per setekilometer forventes å bli mindre over tid, ettersom både produksjon og driften av elfly vil dra nytte av stordriftsfordeler, konkurranse og læringseffekter. Det er også viktig å ha i mente at den fremskyndede innfasingen i seg selv stimulerer til læringseffekter som vil drive ned framtidige merkostnader.

Konsekvens: ---

Merkostnader knyttet til fem år fremskyndet bygging av ladeinfrastruktur

I vårt fremskyndingsscenario vil samfunnet påta seg investeringer i ladeinfrastruktur for elfly fem år tidligere enn i referansebanen. Samfunnskostnaden kan tolkes som tapt avkastning fra å ikke spare disse kostnadene i fem år, og å gi opp «opsjonsverdien» av å «vente og se» om det kommer mer kostnadseffektive løsninger.

Vurdering av verdi: Middels. Som påpekt i forrige kapittel vil bygging av ladeinfrastruktur og å gjennomføre kapasitetsutvidelser i strømmettet representere millioninvesteringer på hver eneste av Avinors 44 flyplasser. Verditapet ligger i å ta denne kostnaden fem år før.

Vurdering av påvirkning: Noe forverring. Reimers (2018) trekker fram at det kan bli behov for 1-10 MW med ladekapasitet per lufthavn for hurtiglading av elfly, avhengig av trafikkomfang og samtidighet. Det er svært usikkert hvor store investeringskostnadene for ladeinfrastruktur for elfly kommer til å være. Basert på en utredning gjort for elektrifisering av ferge- og hurtigbåtsamband av DNV GL (2021) kan investeringskostnader til ladeplugg komme opp i så mye som 15 MNOK for de større flyplassene med størst effektbehov (som SVG og BGO). En innledende, upublisert kartlegging av ladebehov fra Avinor kom de fram til noen grovanslag på mellom 7 og 15 MNOK pr lufthavn for å øke kapasiteten i strømmettet ved henholdsvis SVG og BGO. De understreker at dette er svært grove anslag.

Konsekvens: --

Skattekostnader av netto provenytap for det offentlige

I henhold til konvensjonell samfunnsøkonomisk analyse skal vi betrakte skattebetalinger inn til staten og støtteutbetalinger ut fra staten som overføringer, og ikke ressurskostnader. Det som derimot vil koste samfunnet ressurser, er om staten i sum går ned i proveny av ett tiltak og vil kompensere for dette tapet med å heve skattene andre steder. Dette bidrar til vridninger og ineffektivitet i arbeids- og kapitalmarkeder og er således en ressurskostnad.

Vurdering av verdi: Liten/Middels. I henhold til veiledning i norske samfunnsøkonomiske analyser er disse skattekostnadene satt til 20 % av netto proveny effekt (Finansdepartementet, 2014).

Vurdering av påvirkning: Forverring. Det må forventes noe provenytap for det offentlige ved innføring av elfly. Bortfallet av CO₂-avgift på drivstoff kommer av seg selv – dette er i og for seg en ønsket effekt av å skatlegge utslipp, nemlig å få mindre av det. Hvor stort provenytapet blir til slutt vil avhenge på omfanget av støtteordninger (f.eks. fritak av passasjeravgift) og hvorvidt noe av provenyet tas igjen med å øke avgiftsbelastningen på konvensjonelle flyreiser. I tillegg er det verdt å huske på at vi ser på forskjellen mellom REF-scenariet og FREM-scenariet. Det må forventes et framtidig provenytap, men effekten vi vurderer her er skattekostnadene av en femårig fremskynding.

Konsekvens: -/--

Mer forurensende ressursbruk i produksjon av elfly

Hvis analysen kun hadde tatt for seg anskaffelseskostnadene og driftskostnadene for elfly og miljøkostnadene fra drift, så vil den i stor grad ikke ta hensyn til en del av samfunnskostnadene fra produksjon av elflyet. Det er nettopp disse ikke-telte samfunnskostnadene fra produksjonen av elfly som vi må forsøke å fange opp som en ikke-prissatt virkning. Oss bekjent foreligger det ingen fullgod livssyklusanalyse (LCA) av elfly som inkluderer samfunnsmessige og miljømessige aspektene fra produksjon av elfly, og især batteriene deres. Den beste pekepinnen vi har på disse aspektene er fra forskningen på verdikjeden av elbilbatterier, og sammenligningen mellom produksjonen av konvensjonelle biler og elbiler, som er det vi tar utgangspunkt i vurderingene.

Vurdering av verdi: Stor. Utslipp knyttet til produksjonen av ulike typer elbiler og konvensjonelle biler vil i stor grad avhenge av hvor i verden bildelene og batteriene produseres, og hvor de henter råmaterialene fra. Ved sammenligning av elbiler og konvensjonelle biler av liknende størrelse finner litteraturgjennomgangen til Lattanzio og Clark (2020)³⁶ at elbiler har 1,3-2 ganger høyere klimagassutslipp i produksjonsfasen. Utslippene av NO_x, SO₂ og PM ble funnet å være 1,5-2,5 ganger høyere i denne fasen. Dette skyldes i all hovedsak den energiintensive produksjonen av batterier i sammenheng med energimiksen i landene produksjonen foregår.

Det er også en betydelig miljørisiko fra uthenting av viktige mineraler til batteriproduksjon, som litium, kobolt og grafitt. United Nations Conference on Trade and Development

³⁶ Her refereres det til bl.a. til studiene Ellingsen, L. & Hung, C. (2018). Research for TRAN Committee—Resources, energy, and lifecycle greenhouse gas emission aspects of electric vehicles. *Policy Department for Structural and Cohesion Policies, European Parliament, Brussels.*, Kim, H. C., Wallington, T. J., Arsenault, R., Bae, C., Ahn, S. & Lee, J. (2016). Cradle-to-gate emissions from a commercial electric vehicle Li-ion battery: a comparative analysis. *Environmental science & technology*, 50(14), 7715-7722. og Rangaraju, S., De Vroey, L., Messagie, M., Mertens, J. & Van Mierlo, J. (2015). Impacts of electricity mix, charging profile, and driving behavior on the emissions performance of battery electric vehicles: A Belgian case study. *Applied Energy*, 148, 496-505.

(UNCTAD, 2020) trekker fram eksempler som tap og forurensing av grunnvann i Chile, barnarbeid i koboltgruver og betydelig vannforurensing i Den Demokratiske Republikken Kongo. Samtidig lanseres det stadig nye batterityper som bruker mindre av disse metallene enn tidligere, og mengden som brukes i et batteri varierer også mellom de ulike batterifabrikkantene. Selv om oljeutvinning i flere mellom- og lavinntektsland også henger sammen med store negative konsekvenser for miljø og menneskerettigheter (Wenar, 2015), åpner utvinning av mineraler til batterier for nye sårbarheter.

Vurdering av påvirkning: Noe forverring. Det vil ta lang tid før elfly kan bli en storforbruker av verdens batteriproduksjon. For å sette det i perspektiv; anslagene for hvor mange fly som er i bruk i verden varierte mellom 24 000 og 39 000 i en artikkel fra 2017³⁷. Til sammenligning ble det produsert 97 millioner biler i verden bare i 2018³⁸. I tillegg kommer en stortilt elektrifisering av busser, ferger og motorsykler. Om alle biler og fly blir elektriske, og selv med vesentlig større batterier for fly, vil sannsynligvis ikke flybransjen være den viktigste driveren av batteriproduksjon. Samtidig kan lavere forbruk av flybensin på sin side føre til noe mindre problemer knyttet til miljø, klima og menneskerettigheter fra oljeproduksjon. Det er også viktig å huske at effekten vi vurderer er begrenset en femårig fremskynding.

Konsekvens: -

³⁷ [Exactly how many planes are there in the world today? - Travelweek](#)

³⁸ [Car production: Number of cars produced worldwide 2018 | Statista](#)

8 Samfunnsøkonomisk analyse sammenstilt

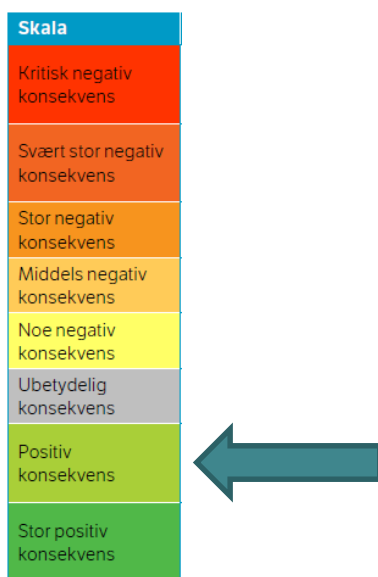
Gitt utfordringene med å verdsette både kostnadsvirkninger og nyttevirkninger knyttet til FREM-scenariet relativt til REF-scenariet, vil den samfunnsøkonomiske analysen bli mer kvalitativ enn det som er vanlig ved f.eks. veiutbygging. Virkningene i analysen vil bli dominert av de ikke-prissatte virkningene. Så istedenfor å vise en nyttekostnadsanalyse sammenstilt med ikke-prissatte virkninger, vil vi derfor presentere denne samfunnsøkonomiske analysen som en såkalt multikriterieanalyse, med både prissatte og ikke-prissatte virkninger.

Multikriterieanalysen er oppsummert i Tabell 8.1. Det er ingen enkel øvelse å trekke klare konklusjoner ut av slike analyser, siden en ikke bare kan summere opp virkninger som kan ha ulik vekt. I tillegg er virkningsvurderingene beheftet med en del usikkerhet. Det vi kan gjøre er å følge god praksis og veiledning for hvordan konkludere utfra sammenstillinger av ikke-prissatte virkninger. Vi følger her praksis fra kapittel 6 i Håndbok V712 (Statens vegvesen Vegdirektoratet, 2018).

Vi vurderer dermed størrelsesordenen på de verdsatte miljøgevinstene, samt antall og størrelsesorden på de ikke-prissatte positive virkningene, opp mot antall og størrelsesorden på de ikke-prissatte kostnadene og negative virkningene. Vi følger veiledningen på hvordan vi skal plassere nettoeffekten på skalaen fra Kritisk negativ konsekvens til Stor positiv konsekvens.

Vi konkluderer med at å igangsette demonstrasjonscasen SVG–BGO2025 som vil vesentlig øke sannsynligheten for realisering av FREM-scenariet framfor REF-scenariet kan forventes å ha:

Positiv konsekvens – Alternativet vil være bedre enn referansealternativet



For at de positive konsekvensene skulle blitt nøytralisert, ville det på kostnadssiden måttet være minst to aspekter med konsekvensgrad 3 minus (---) eller ett aspekt med 4 minus (----) på toppen av kostnader/negative nyttevirkninger som allerede er vurdert.

Med andre ord, vi forventer at det å satse på et demonstrasjonscase for elfly mellom Bergen og Stavanger vil ha større netto samfunnsnytte enn å ikke satse.

Tabell 8.1: Samfunnsøkonomisk analyse sammenstilt i en multikriterietabell³⁹ med kilder i parentes.

Nyttekomponent	Verdsetting (nåverdi)/ vurdering av ikke-prissatte virkninger
Utslippskutt CO ₂ og NO _x fra demonstrasjonscasen SVG–BGO2025 (kap. 5)	Opptil 2 mill. NOK
Utslippskutt CO ₂ i FREM-scenario (kap. 5)	Opptil 13 670 mill. NOK
Kutt i øvrige klimaeffekter i FREM-scenario (kap. 5)	Opptil 10 940 mill. NOK
Utslippskutt NO _x i FREM-scenario (kap. 5)	Opptil 323 mill. NOK
Forsikring mot worst case framtidige tiltakskostnader (kap. 7)	++/+++
Forsikring mot manglende politisk vilje og evne til å sette nødvendig karbonpris i Norge (kap. 7)	++/+++
Gevinster av støyreduksjon – reduserte helsekostnader og land-value capture (kap. 7)	+
Elfly er en umoden teknologi og det er lite erfaringer på kommersielle ruter, så det vil være behov for RD&D. Vellykket demonstrering og raskere oppskalering kan bidra til å raskere skape et marked for nullutslippsteknologier globalt. (kap. 7)	+/**
Nyttevirkninger for framtidig elflytilbud fra andre flyplasser – nettverksfordeler (kap. 7)	+
Utvidet verktøykasse for distriktpolitikken, som også kan avlette behovet for investeringer i vei og jernbane (kap. 7)	+/**
Økt nytte for de reisende (kap. 4 og 7)	0/+
Kostnadskomponent (og negative nyttevirkninger)	Vurdering av ikke-prissatte virkninger
Merkostnader ved overgang til elfly fra konvensjonelt fly i demonstrasjonscasen (kap. 7)	-
Merkostnader knyttet til fem år framskyndet innføring av elfly (kap. 7)	---
Merkostnader knyttet til fem år framskyndet bygging av ladeinfrastruktur (kap. 7.)	--
Skattekostnader av netto provenyrtap for det offentlige (kap. 7)	-/--
Mer forurensende ressursbruk i produksjon av elfly (kap. 7)	-

En større utredning på et senere tidspunkt med mer kunnskap og erfaring med den voksende elflysektoren kan gi en mer konkretisert presentasjon av netto nytte. Konklusjonen fra multi-kriterieanalysen gir derimot et grunnlag for å igangsette tiltak som aktivt støtter innføringen av nullutslippsfly og/eller gjør konvensjonelle flyreiser dyrere.

Et viktig forbehold med konklusjonen er at selv om et demonstrasjonscase av typen SVG-BGO2025 igangsettes, så er det ingen garanti for at alle de gjennomgåtte nyttevirkningene fra et FREM-scenario vil bli realisert. Det er alltid en risiko for at man kan sitte igjen med mer på kostnadssiden og mindre på nyttesiden, noe våre informanter også har nevnt (intervjuer, 2021). På den andre siden kan usikkerheten også trekke i motsatt retning, det er også mulighet for at nettoeffekten blir enda bedre enn skissert her, hvis f.eks. teknologiutviklingen av elfly og infrastrukturen rundt går raskere enn forventet eller gjennomføringen av ulønnsomme investeringsprosjekter i samferdselssektoren blir nedskalert.

For å maksimere sannsynligheten for at så mye som mulig av gevinstene blir realisert, så er det viktig at demonstrasjonscasen blir vellykket, og at erfaringene dokumenteres godt og deles så mye som mulig. Slik kunnskap vil være svært viktig i en oppskalert innføring av elfly, både i Norge og i utlandet. Se også drøfting i kap. 10.

³⁹ Nåverdiene er diskontert med en kalkulasjonsrente på 4%, og ikke-prissatte virkninger vurderes på en skala fra 4 minus(----) til 4 pluss (++++)

9 Fordeler og ulemper for næringslivet i Norge generelt og i Bergen–Stavangerregionen spesielt ved fremskyndet innfasing av elfly

I forrige kapittel sammenstilte vi nytte- og kostnadsvirkninger av en demonstrasjonscase for elfly mellom SVG og BGO og en påfølgende fremskyndet innfasing av elfly nasjonalt. Påvirkningen dette kan ha på næringslivet er en separat analyse. Næringslivet er blant de som påvirkes av *fordelingen* av disse nytte- og kostnadsvirkningene. For eksempel kan flere av merkostnadene for luftfartssektoren (og samfunnet som helhet) manifestere seg til økte inntekter for leverandører. Derfor gjøres slike analyser av regionale virkninger separat fra den samfunnsøkonomiske analysen, se for eksempel kap. 9 i Statens vegvesen Vegdirektoratet (2018).

9.1 Metoder

Den samfunnsøkonomiske analysen i kapittel 8 viste: 1) at nyttevirkningene at en demonstrasjonscase mellom flyplassene Sola utenfor Stavanger og Flesland utenfor Bergen vil ha en positiv konsekvens lokalt, og 2) også for landet som helhet dersom casen bidrar til fremskyndet innfasing av elfly i Norge med fem år.

Forskningsprosjektet er meldt til Norsk samfunnsvitenskapelig datatjeneste (NSD). Drøftingene i kapittel 9 og 10 er basert på data hentet inn gjennom semi-strukturerte intervjuer med ti nøkkelinformanter utført høsten 2021, digital deltakelse på seminarer på Arendalsuka 2021, litteraturstudier, og bygger også videre på analysene utført i forbindelse med prosjektet Nordic Sustainable Aviation (Ydersbond et al., 2020).

Informantene ble kontaktet per telefon høsten 2021 basert på forhåndskunnskap om hvilke roller de hadde, og hvilke organisasjoner de representerte. Informantene fikk så tilsendt intervjuguide og informasjonsskriv.

De aller fleste som ble kontaktet takket ja, og organisasjonene i utvalget er:

- 1) Fly-/flykomponentprodusenter som: Rolls-Royce og Elfly AS
- 2) Flyselskapene Widerøe og Norwegian
- 3) Det offentlig eide selskapet Avinor AS og den offentlige myndigheten Luftfartstilsynet
- 4) Den ideelle miljøorganisasjonen Zero
- 5) Representanten for bedriftene i norsk luftfart, NHO Luftfart
- 6) Representanter for ulike deler av næringslivet regionalt og nasjonalt: Næringsforeningen i Stavanger-regionen og Berg-Hansen Reisebureau

Deretter ble forskningsintervju gjennomført per telefon eller på Teams. I etterkant av intervjuene ble informantene bedt om å si hvilke tiltak for fremskyndet innfasing av elfly de mente var viktigst, og skulle gi poeng på en skala fra 1-10 på ulike enkelttiltak eller kombinerte

tiltak som er nevnt av Avinor og Luftfartstilsynet (2020). Se vedlegg C for mer informasjon om metodene. Informantene fikk anledning til å lese gjennom og kommentere utkast til kapitlene. Følgende tekst er *en drøfting av ulike muligheter for næringslivet i Norge generelt og i Bergen–Stavangerregionen spesielt*, ikke prognoser eller spådommer om hva som kommer til å skje.

9.2 Introduksjon: en stor mulighet for Norge

Introduksjon av elfly kan bidra til et grønt skifte i Norge der vi på de fleste transportmidler gradvis går over til null- og lavutslippsløsninger, og der Norge fortsetter å være først i verden innenfor flere av transportformene. Dette er Norge allerede når det gjelder introduksjon av elbiler og elferger. I tillegg til positive konsekvenser med tanke på utslipp, fremkommelighet og støy for samfunnet, kan satsning på elfly gi nye muligheter for ulike deler av Norges næringsliv, for eksempel til de mer enn tusen bedriftene som leverer ulike varer og tjenester til luftfarten i Norge. Dette utgjør en verdi av over 50 milliarder kroner ifølge Arendalsuka (2021). «Økosystemet» rundt elfly består av:

- 1) **Regulerende myndigheter** som Samferdselsdepartementet og Luftfartstilsynet nasjonalt, og European Union Aviation Safety Agency (EASA) som felleseuropeisk luftfartstilsyn som normalt vil være sentral i alle sertifiseringsprosesser. Fremskyndet innføring av elfly vil innebære at regulerende myndigheter må fortsette sine bidrag til at elfly sertifiseres, og også bidra til at disse myndighetene tidlig får kunnskap om og erfaring med temaet. Dermed opparbeider de seg kunnskap og kompetanse. Dette vil bidra til at Norge kan være tidlig internasjonalt med introduksjon av elfly (Intervjuer, 2021).
- 2) **Operatørene av flyplasser**, først og fremst Avinor, som per 2021 opererer 43 lufthavner i Norge, trenger kunnskap og erfaring med hvordan elfly skal driftes. Disse flyene vil kreve andre logistikkoperasjoner enn konvensjonelle fly. For eksempel må det etableres infrastruktur for lading og/eller batteribytte og/eller fylling av hydrogen. Introduksjonen av elfly krever ikke kun sertifisering av flyene, men også sertifisering av alle systemene rundt disse, og at systemene bygges om for å tilrettelegge for helt ny teknologi (Intervjuer, 2021).
- 3) **Ulike typer personell**: piloter, flyteknikere, kabinbesetning, renholdere, ulike logistikkjenester slik som reservedelslagre, personell som driver med bakkeutstyr, bakkjetjenester og brannvern. Alle disse må få opplæring og omskolering. Ny elflyteknologi gjør at samfunnet trenger opplæring av teknikere for å ta vare på denne, jamfør behovet for å skaffe bilmekanikere med elbilerfaring og kompetanse i den norske og internasjonale bilbransjen på grunn av den store introduksjonen av elbiler de senere årene. Å skaffe et nettverk av flyteknikere på ulike nye flyplasser vil utgjøre en kostnad sammenliknet med å samle det meste av slik ekspertise på ett sted eller noen få steder slik det er vanlig for de store flyselskapene i dag. De ulike flykomponentene må vedlikeholdes og repareres ved behov. Smart spesialisering er et viktig stikkord her, altså at regioner støtter opp om næringsliv der deres eksisterende kompetanse kan bidra til å bygge opp bransjer som kan bli svært lønnsomme.⁴⁰ I

⁴⁰ [Hva er smart spesialisering - regjeringen.no](#). Her står det blant annet: «Strategier for smart spesialisering skal fremme fornying og omstilling ved å styrke utviklingen på de næringsområdene der regionen effektivt kan koble ressurser og kompetansefortrinn med markedspotensialer».

tillegg trengs det kompetanse når det gjelder gjenbruk og resirkulering av flybatteriene (Intervju Norwegian, 2021; Intervju Næringsforeningen i Stavangerregionen, 2021; Intervjuer, 2021).

- 4) **Strømleverandører og netteiere** trenger å få erfaring med elfly. Det samme gjelder **leverandører av ladeinfrastruktur og andre typer elsystemer som trengs**. Det er stor produksjon av strøm i regionen, og strømprodusentene er langt fremme når det gjelder å arbeide med ulike typer ladeløsninger (Eriksen, 2021; Intervju Næringsforeningen i Stavangerregionen, 2021). Strømnettet er i dag ikke dimensjonert for de behovene som lufthavnene vil ha etter som elektrifiseringen fortsetter, både for rullende materiell og fly. Dette må utvikles i takt med økt forbruk.
- 5) **Selskaper som utvikler elfly og deres komponenter, underleverandørindustrien:** til flyprodusenter, flymotorprodusenter og flyinteriørprodusenter. Leverandørindustrien til petroleumsindustrien langs vestlandskysten kan få en ny bransje å gå inn i. Regionen Bergen–Stavanger har i fremtiden potensial til å bidra også gjennom at batteriene for elfly for eksempel kan bli produsert der, og at råvarene til batteriene også kommer fra regionen (Intervju Næringsforeningen i Stavangerregionen, 2021). Gjennom å gå inn i nye næringer vil slik satsning bidra til å redusere Norges tendens til å være en råvareleverandør på verdensmarkedet (Intervju Næringsforeningen i Stavangerregionen, 2021).

I Norge har vi etter det vi kjenner til per 2021 tre ulike prosjekter der elfly utvikles: a) Et samarbeid mellom det norske flyselskapet Widerøe, komponentprodusenten Rolls Royce og flyprodusenten Tecnam om å produsere 9-seters batterielektriske fly (Rolls-Royce, 2019), b) Elfly AS som skal produsere batterielektriske sjøfly med plass til 9 personer (Intervju Elfly AS, 2021; Toftegaard, 2021), og c) Equator Aircraft, som utvikler små to-seters hybridelektriske sjøfly. Equator Aircraft samarbeider også med det danske selskapet Nordic Seaplanes for å utvikle elektriske sjøfly for passasjertransport av opptil 8 personer (Equator Aircraft, 2021). Equator Aircraft og Elfly AS samarbeider nå med Electric Air Propulsion AS for å utvikle et elfly som kan sette fartsrekorder i prosjektet Nordic Air Racing Team.

- 6) **Flyfinansieringsaktører** (banker og leasingselskap) i Norge og utlandet.⁴¹
- 7) **Flyselskapene** som opererer i Norge, i første rekke Widerøe, men også SAS, Norwegian og Flyr. Flyselskapene trenger å gå foran for å få sertifisert et elfly til ordinær passasjertransport. Dette er Widerøe i gang med (Intervju Widerøe, 2021). Det er også først og fremst på rutetenettet som Widerøe opererer eller tilsvarende ruter med korte distanser og lavt volum det er aktuelt i nær fremtid å sette inn elfly i ordinær passasjertransport.
- 8) **Reiselivet.** Introduksjon av elfly kan bidra til «grønn» turisme langs kysten av hele Norge og også andre steder (Berg-Hansen, 2021; Intervju Næringsforeningen i Stavangerregionen, 2021).

⁴¹ Takk til Aircontact Group for å dele sine tanker om økosystemet rundt elfly med oss i forbindelse med rapporten Nordic Sustainable Aviation Ydersbond, I. M., Kristensen, N. B. & Thune-Larsen, H. (2020). *Nordic Sustainable Aviation*. Nordic Energy Research. <https://www.nordicenergy.org/article/common-initiatives-can-make-nordic-aviation-significantly-more-sustainable/>.

Mange av aktørene i dette «økosystemet» kan dra nytte av en grønn omstilling der ulike typer elfly i stadig større grad blir benyttet. For eksempel vil elflysatsning kunne bidra til å støtte oppunder grønn turisme, bærekraftige arbeidsreiser, nye forretningsmuligheter for bedrifter som utvikler teknologi, og å kunne gjøre det raskere og billigere å frakte personer og varer til og fra nær- og fjerntliggende områder. Det siste forutsetter at elfly kan gi hyppigere avganger, og også at elfly i fremtiden blir billigere i innkjøp, drift og vedlikehold. Representanter for mange småbyer, slik som politikere i de små byene og tettstedene langs Vestlandskysten og i Nord-Norge (f.eks. Eriksen, 2021) ser for seg at passasjerruter med elfly kan bidra til å gi bedre forhold for næringslivet og andre der. Derfor ønsker de et slikt tilbud velkommen.

Introduksjon av elfly kan bidra til spredt bosetting gjennom at rutetilbudet til kortbanenettet kan opprettholdes og forsterkes, og også at det opprettes nye passasjerruter innad i Norge og mellom Norge og andre nordiske land. I Norge og i Norden er det svært mange flyruter som er på eller under 200 kilometer, og som derfor egner seg spesielt godt for introduksjon av flytyper som vil ha begrenset rekkevidde sammenliknet med konvensjonelle fly de første årene. Se oversikt over norske flyruter på opptil 200 kilometer i vedlegg B. I Norge og Norden er det også mange flyruter som er under 400 kilometer lange og som derfor også egner seg godt for tidlige generasjoner med elfly.



Figur 9.1: Figuren er hentet fra Samferdselsdepartementet (2019a, s. 43). Kortbaneflyplassene er markert med et kryss. Her ser vi at kortbaneflyplassene ligger fra Sogn og Fjordane og nordover til Troms og Finnmark fylke (SNL, 2019; Wikipedia, 2019b).

Norge har et høyt antall med lokale lufthavner med kort rullebane (800-1200 meter), hvor det er behov for fly som kan benytte disse også i fremtiden når Widerøes nåværende flåte må skiftes ut i løpet av de neste 10-15 årene. Det er i dag svært få fly som kan erstatte Widerøes De Havilland Dash 8 som benyttes på de regionale rutene som benytter de 21 kortbaneflyplassene, og det er ikke mulig å utvide kortbanene uten å gjøre enorme investeringer. Med introduksjon av elfly kan Widerøe fortsette å fly på sine regionale ruter (Avinor & Luftfartstilsynet, 2020; Intervju Widerøe, 2021). Elfly forventes å ha tilstrekkelig akselerasjon til dette, og vil derfor være velegnede for flyvning til og fra slike kortbaneflyplasser (Avinor & Luftfartstilsynet, 2020; Reimers, 2018; Ydersbond et al., 2020). På FOT-rutene er det begrenset passasjergrunnlag. Dette går godt overens med at de første generasjonene elfly sannsynligvis vil klassifiseres for å være små og mellomstore og dermed frakte færre personer om gangen enn dagens fly med forbrenningsmotor (Samferdselsdepartementet, 2019a). Videre kan avsidesliggende steder dra nytte av elfly som del av en pakke for grønn turisme,

slikt som langs fjorder og fjell på Vestlandet og i Nord-Norge (Intervjuer, 2021). Et eksempel på dette er initiativet *Lofoten – De grønne øyene* er målet (De grønne øyene, 2021; Johnsen, 2021).

Med vesentlig lavere støynivå forventes elflyene også å kunne lande nærmere der folk bor enn konvensjonelle fly, noe som muliggjør flyplasser for eksempel inne i byområder i fremtiden (f. eks. Nilsen, 2019). Lavt støynivå kan gjøre det mulig også å fly større deler av døgnet enn det som er tillatt i dag, også potensielt på natten. Videre gjør lavt støynivå flyvninger med elfly til en mer behagelig opplevelse for passasjerene (Ydersbond et al., 2020).

Bruk av elfly vil kunne gi næringslivet og andre som benytter seg av slike fly bedre samvittighet for å fly, samt et bedre omdømme (Intervju Elfly AS, 2021; Intervju Næringsforeningen i Stavangerregionen, 2021; Intervjuer, 2021). Dette gjelder ikke minst ettersom det blir stadig mer fokus på å føre miljøregnskap i ulike bedrifter og organisasjoner og at de skal redusere sine karbonavtrykk. Både kunder og egne ansatte arbeider for dette. Bedrifter blir i stadig større grad klimamerket, og det stilles også stadig oftere krav til at bedrifter skal dokumentere at de bidrar positivt for miljøet blant annet ved å reise på mest mulig miljøvennlige måte (Intervju Avinor og Luftfartstilsynet, 2021). EUs taksonomi for når en bedrift kan regnes for å være bærekraftig vil også bidra til å gjøre det mer attraktivt å satse miljøvennlig, blant annet på miljøvennlig luftfart, fordi taksonomien vil styre tilgang til både offentlig og privat kapital. Denne taksonomien vil implementeres fra 2022 (Innovasjon Norge, 2021, s. 25).

Hvis reiselivet ikke reduserer sine klimagassutslipp kan dette skape utfordringer, da folk i fremtiden sannsynligvis i større grad enn i dag vil unngå å reise, inkludert å fly, fordi de ikke ønsker å forurense unødige (Berg-Hansen, 2021; Intervju Næringsforeningen i Stavangerregionen, 2021). Fly som ikke benytter fossil energi vil være transportmidler som påvirker klima i svært liten grad (Andreas W. Schäfer et al., 2019, s. 160). I motsatt fall vil personer som ikke ellers ville reist kanskje ønske å reise når de kan gjøre det utslippsfritt, behagelig, og kanskje også til en lavere pris enn for konvensjonelle fly. Med andre ord kan også introduksjon av elfly i alle fall på lengre/lang sikt også bidra til økt reising (Intervju Zero, 2021). Vinnere ved en storskala introduksjon av elfly vil blant annet være regionene, operatørene av elfly og de reisende som får lavere generaliserte kostnader, det vil si lavere total kostnader ved å reise økonomisk, klimamessig og tidsmessig (Intervju NHO Luftfart, 2021). Svært mange norske aktører ønsker elfly velkommen og argumenterer for at Norge burde satse på dette.

Jeg tror markedet og folket «skriker etter elfly», men at problemet er at det ikke er noen fly på markedet enda (Intervju Elfly AS, 2021).

På kortere strekninger kan man se for seg at elfly vil kunne utgjøre en type «taxibuss», slik som elektriske sjøfly mellom Rosendal og Bergen (Berg-Hansen, 2021; Eriksen, 2021; Intervju Næringsforeningen i Stavangerregionen, 2021). «Hele Norge» bor ved vann (Intervju Elfly AS, 2021). Svært mange byer og tettsteder i Norge ligger ved vann, og disse kan derfor være tilgjengelige for flyvninger med elsjøfly, noe som gjør denne typen elfly potensielt til ekstra nyttig for flyvninger blant annet for forretningsreisende med høy betalingsvillighet og stramme tidsskjemaer (Intervjuer, 2021).

For forretningsreisende kan elfly-sjøfly bidra til at de kommer seg «fra der de er til der de skal», heller enn slik det er i dag: «fra der de ikke er til der de ikke skal» (altså mellom byenes lufthavner) (Intervjuer, 2021). I tillegg kan for eksempel små elfly komme «on demand», altså etter behov, som er viktig i dette passasjersegmentet, som ofte har god betalingsvilje (Intervju

Elfly AS, 2021; Intervju Norwegian, 2021). I andre land utvikles det ulike typer elektriske passasjerdroner som kan brukes til samme formål (ICAO, 2019).

På lengre/lang sikt er det sannsynlig at elfly blir billigere i både innkjøp, vedlikehold og i energiutgifter, noe som sannsynligvis vil kunne bidra til lavere billettpriser når dette er tilfelle (Avinor & Luftfartstilsynet, 2020; Hanano, 2019; Ydersbond et al., 2020). Dette kan bidra til å forandre folks reisemønstre og gjøre at de heller velger å reise med elfly enn med andre alternativer, slik som fly med forbrenningsmotor, men også ferger, busser, biler og tog. Dette forutsetter imidlertid storskala oppskalering av produksjonen av elfly og kommersialisering av teknologiene, og det er usikkert når dette vil skje. En storskala oppskalering av bruken av elfly kan også bidra til lavere behov for kostbare og store naturinngrep for å bygge veier, jernbanespor, broer og tunneler i Norge (intervjuer, 2021).

Bedrifter som driver med flygeropplæring vil på sikt kunne redusere sine kostnader betraktelig ettersom små elfly til slik opplæring forventes å bli rimeligere i innkjøp, vedlikehold og drift på grunn av enklere teknologi og lavere energikostnader på lik linje med andre elektriske transportmidler, slik som elbiler (Ydersbond et al., 2020). Opplæring av flygere i elektriske småfly vil også være en fordel før de skal fly elektriske passasjerfly fordi de får erfaring med elektromotorer og så videre. Videre har det vært mangel på piloter globalt (WSDOT, 2019). Lavere pris på sentrale innsatsfaktorer i pilotutdanningen vil også kunne gjøre at norske bedrifter innen flygeropplæring blir mer konkurransedyktige internasjonalt her (Dalløkken, 2019) og at slik opplæring blir billigere for studentene (Ydersbond et al., 2020).

Hva som blir startprisen for å fly elfly har våre informanter hatt ulik oppfatning om. Rolls Royce fremhevet at prisene for en flybillett med elfly i ordinær trafikk de første årene måtte være lavere fordi flyene ville oppfattes som mindre behagelige fordi de blant annet var mindre, og derfor må kompenseres for prismessig (Intervju Rolls-Royce, 2021). Elfly AS mener derimot at elfly de første årene vil være dyrere, et premiumprodukt for personer med god råd (intervju Elfly AS, 2021). Forretningsreisende har imidlertid ofte høy betalingsvillighet, så for dette segmentet forventes det at noe høyere priser ikke vil ha noen særlig effekt på hvorvidt de velger elfly eller ei. Det samme gjelder reiselivet. Hvis grønne alternativer er tilgjengelige vil de benytte dette (Berg-Hansen, 2021; Intervju Næringsforeningen i Stavangerregionen, 2021).

Dersom elflyene blir godkjent til autonome flyvninger (Ydersbond et al., 2020) kan prisene per fly i drift bli lavere. Dette kan potensielt redusere eller til og med fjerne differansen i priser for å drifte elfly i forhold til vanlige fly de første årene. En hovedgrunn til at elfly vil være dyrere de første årene er at elflyene vil være mindre de første årene og derfor ha høyere mannskapskostnader enn de konvensjonelle flyene.

Det pågår svært mange elflyprosjekter internasjonalt (ICAO, 2019; Reimers, 2020). Mange av prosjektene handler imidlertid ikke om elektriske passasjerfly, men for eksempel om elektriske småfly, passasjerdroner og hybridelektriske fly. Norske aktører er ikke alene om å ønske å etablere verdens første elflyrute for ordinær passasjertrafikk. Det pågår også prosjekter i Canada og på Orknøyene, men her som henholdsvis frakt med elektriske sjøfly og frakt mellom to øyer som ligger svært nær hverandre, ikke som passasjerfly på ordinære ruter (Harbour Air, 2019; Keane, 2021). Harbour Air har satt seg målet om å få sine elektriske sjøfly i ordinær passasjertransport innen 2022 (Gerdes, 2021).

Introduksjon av elfly kan også bidra til nye næringsmuligheter for bransjer som trenger å omstille seg, slik som petroleumsbransjen, i tillegg til andre bransjer, slik som det nevnte reiselivet og flyindustrien i Norge. Ved å være først vil Norge kunne tiltrekke seg kompetente personer og dra nytte av å bygge opp kunnskap tidlig, altså få såkalte «first mover advantages»

(intervjuer, 2021). Innovasjonslitteratur viser at det kan være betydelige fordeler ved å være den som introduserer et nytt produkt/tjeneste, og dermed være er såkalt «first mover», og at samarbeid mellom dem som produserer teknologi, forskere og dem som eier teknologien kan være fordelaktig (Kamp et al., 2004; Lewis & Wiser, 2007). Å være først kan bidra til å etablere en sterk merkevare, få lojale kunder, teknologisk lederskap og kontrollere ressurser.⁴²

9.3 Fordeler for næringslivet i Bergen–Stavangerregionen ved å være foregangsregion

Flere informanter/intervjuobjekter fremhevet at satsning på elfly mellom Bergen og Stavanger vil bidra til et grønt omdømme internasjonalt og være positivt i markedsføringen deres. Regionen kan tiltrekke seg nye bedrifter, og bedriftene kan utvikle sine varer og tjenester rundt elfly som merkevarer. Etablering av en elflyrute vil gi signaleffekt til resten av verden om at «her er vi grønne og progressive», og kan bidra til at regionen tiltrekker seg investeringer, høykompetent arbeidskraft, turister og næringsliv. Videre kan en slik etablering på sikt bidra til stolthet blant dem som arbeider der: de arbeider med fremtidsrettede, grønne og bærekraftige løsninger (Intervjuer, 2021; Ydersbond et al., 2020).

Satsning på elfly på strekningen Bergen–Stavanger spesielt kan bidra til at flyindustrien i Norge kan kapre nisjer i flymarkedet både i Norge og internasjonalt, gjennom at de ulike aktørene i det nevnte «økosystemet» rundt fly får tidlig kompetanse og at det tidlig gjøres investeringer i ulike typer infrastruktur som senere kan oppskaleres, slik som infrastruktur for lading og vedlikehold (Aircontact Group, 2020; Intervjuer, 2021). Videre vil en slik satsning kunne gjøre at høykompetente personer fra hele verden vil flytte dit for å være en del av satsningen og opparbeide seg kompetanse på området. Ulike bedrifter i området vil kunne dra nytte av samarbeid rundt teknologien. Det kan oppstå en klyngeeffekt der de genererer merverdi fordi de samarbeider om produktutvikling (Intervju Widerøe, 2021). Dagens aktører kan dermed kapre seg en plass i den nye verdikjeden, og dermed bli foretrukne leverandører av varer og tjenester i framtida (Intervjuer, 2021). Hvis vi får til å sertifisere elfly i Norge kan det også gi aktørene økt tilgang til den internasjonale luftfartsindustrien, både på Vestlandet og ellers i Norge (Intervju Zero, 2021). Satsning på elfly kan også bidra til at selskapene i regionen tiltrekker seg investeringer fra «grønne» fond, bedrifter og enkeltpersoner.

Imidlertid vil de første elflyrutene etter alt å dømme som nevnt være med små og mellomstore fly og dermed først og fremst fungere som caser for testing, demonstrasjon og innovasjon. Hvis det blir storskala oppskalering vil de positive effektene av å innføre elfly kunne bli store:

For samfunnet ville en storskala oppskalering være av stor betydning (Intervju Avinor og Luftfartstilsynet, 2021).

Etableringen av en elflyrute mellom Bergen og Stavanger vil også kunne bidra til etablering av elflyruter mellom disse byenes flyplasser og nærliggende kortbaneflyplasser, slik som Stord og Sandane. For den store petroleumsnæringen i regionen vil satsning på elfly utgjøre en industri der de kan bidra med sin kunnskap og kompetanse, og dermed være en del av et grønt skifte. Andre typer industrier i regionen kan også nyte godt av en slik satsning, for

⁴² [First-mover advantage - Wikipedia.](#)

eksempel gruveselskaper som leverer råmateriale til batterier og batteriprodusenter (Intervju Næringsforeningen i Stavangerregionen, 2021). Videre vil satsning på elfly i kommersiell drift mellom Bergen og Stavanger kunne utgjøre en demonstrasjonscase som viser at det går an å etablere ruter med vanlige elpassasjerfly internasjonalt, og dermed inspirere andre aktører til å forsøke det samme (jamfør klimaeffekten av norsk elbilpolitikk, som er mye større enn kun det som er skjedd innenfor norske grenser (jfr. Alvik & Bakken, 2020).

Noen av informantene var imidlertid noe tilbakeholdne når det gjelder mulige fordeler ved en satsning på elfly for Norge generelt og på Vestlandet spesielt. NHO Luftfart (intervju, 2021) ser for seg at den største fordelen ved å starte opp en flyrute med elfly Bergen–Stavanger er å bidra til godt omdømme ved at regionen viser at den er proaktiv og tidlig ute med grønn teknologi, og at en slik rute kan sette regionen «på klimakartet» som miljøvennlig.

9.4 Diskusjon

Alle transformasjoner av transport- og energisystemet kan skape nye vinnere og tapere. Over drøfter vi ulike bransjer som kan vinne på en storskala introduksjon av elfly. En slik overgang vil imidlertid også kunne skape tapere. Informantene nevnte at disse aktørene og bransjene kan tape på en slik omstilling, og at omstillingen til elflydrift kan ha følgende utfordringer:

For det første vil det bli dårligere tider for dem som selger flybensin og resten av «økosystemet» rundt de tradisjonelle flyene. Likevel, med en flylevetid på minst 20-30 år, så vil det ta lang tid å få byttet ut den nåværende flåten av fly. Det er forventet at det på lengre/lang sikt kan bli færre arbeidsplasser når det gjelder vedlikehold, da elektromotorer er enklere enn forbrenningsmotorer og som regel, når teknologien er moden, vil ha lavere vedlikeholdsbehov (jamfør at det i bilindustrien i Tyskland blir stadig færre arbeidsplasser på grunn av introduksjonen av elbiler). Siden elflyene forventes å være mindre enn de konvensjonelle flyene en lang periode, vil en introduksjon de første årene føre til økt besetning i forhold til antall passasjerer, og dermed bidra positivt til sysselsetting av kabinansatte og piloter. Sightseeingselskaper med små elfly kan sannsynligvis bli harde konkurrenter til sightseeingselskaper med konvensjonelle småfly på grunn av lavere utgifter til energi og vedlikehold, på lik linje med at flyveropplæring med små elfly som nevnt kan bli billigere enn med tradisjonelle fly (CityNews, 2019; Intervjuer, 2021; Ydersbond et al., 2020).

Andre deler av dette «økosystemet» som risikerer å tape inkluderer de store flyprodusentene Airbus og Boeing, som virker skeptiske til batterielektriske passasjerfly, og potensielt har mye å tape hvis elfly tar over fordi det kan redusere verdien av de konvensjonelle flyene i verden i dag ifølge noen av våre informanter (Intervju Norwegian, 2021). Airbus, Boeing og andre aktører som er skeptiske og ikke er villige til å satse tilstrekkelig på batterielektriske elfly risikerer å tape markedsandeler på sikt dersom batterielektriske elfly blir introdusert i stor skala. De har derimot store prosjekter med hydrogenelektriske passasjerfly. Eksisterende flyselskap, slik som SAS, kan også få nye utfordringer hvis de er for sene med å «kaste seg på elflybølgen». SAS flyr med ulike flystørrelser, og har ofte forretningsmodeller som er sentrert rundt 180-seters fly (Intervju Elfly AS, 2021). En storskala satsning på elfly innebærer uansett en stor omstilling for eksisterende aktører (Intervju Widerøe, 2021).

For det andre vil alternative reisemåter mellom ulike steder i mindre grad bli valgt. Aktørene som er tilknyttet slik transport vil kunne tape, slik som tog-, ferge- og bussoperatører, leverandører av konvensjonelt drivstoff og aktørene som driver med vei-, bro- og tunnellutbygging. Dersom det blir billigere å fly med elfly vil det kunne styrke flyenes konkurranse med andre transportformer, slik som sjø-, bil- og busstransport på samme strekning (intervju NHO Luftfart, 2021). NHO Luftfart mener at det vil være lettere å

komme i gang med elfly på FOT-ruter der staten kan bruke krav om miljøvennlig energikilde som en del av anbudet, slik som Svolve-Bodø (intervju NHO Luftfart, 2021).

For det tredje vil elfly potensielt være en krevende økonomisk case for flyselskapene og andre aktører som ønsker å etablere elflyruter i ordinær passasjertransport: De første elflyene vil etter alt å dømme ha høye utgifter per flygning på grunn av mye mannskap i forhold til antall passasjerer, jamfør diskusjon i tidligere kapitler. Det er stor usikkerhet rundt innkjøpspris og prisene for drift og vedlikehold av elflyene. Videre er det usikkert hvor mange ladesykluser batteriene til elfly vil tåle. Dersom disse flyene brukes store deler av døgnet vil det medføre større batterislitasje og at de kanskje må byttes tidligere, noe som kan bety en prisøkning på driftsbudsjettet (Intervju Norwegian, 2021). Det er med andre ord mange ting å finne ut av for aktørene som vil satse på elfly, blant annet: Hvem skal eie flyene, hvor skal kapital hentes, hva er businesscasen? (Intervju Zero, 2021).

Videre er det usikkert om det går an å få til at elfly har lavere billettpriser enn andre fly: NHO Luftfart mener billettprisene er en funksjon av konkurransen heller enn avgifter og andre faktorer, så lavere priser for et elfly vil med en gang bli matchet av lavere billettpriser fra de andre flyselskapene som opererer ruter på den samme strekningen (intervju NHO Luftfart, 2021). Det er usikkert hvor stort passasjergrunnlaget vil bli da enkelte er skeptiske til ny framdriftsteknologi, og antakelig særlig når denne kommer i luftfarten. Spørreundersøkelsen i kapittel 4 viste at en vesentlig andel av respondentene gjerne vil prøve elfly. Flere av informantene nevnte at hvis vi ikke passer på, vil mye av den potensielle verdiskapningen en norsk elflysetatsning kan gi, heller gå til utenlandske flyprodusenter på lik linje med at nesten alle elbiler i Norge er produsert i utlandet (Intervjuer, 2021).

For det fjerde: hvis elfly blir en suksess på strekningen mellom Bergen og Stavanger vil aktører andre steder i Norge og verden etablere tilsvarende tilbud, ifølge enkelte informanter (intervju NHO Luftfart, 2021). Derfor er det ikke nødvendigvis enkelt å kapre såkalte first mover advantages, hverken innad i Norge eller internasjonalt. Noen ganger kan også det å være først være en ulempe, fordi det kan medføre store kostnader å utvikle et helt nytt produkt, og gi såkalt «first mover disadvantage» (Intervju Norwegian, 2021).⁴³

⁴³ [First-Mover Disadvantage \(hbr.org\)](https://hbr.org)

10 Virkemidler for fremskyndet innfasing av elfly i Norge generelt og mellom Stavanger og Bergen spesielt

På samme måte som i kapittel 9 består dette kapitlet av innspill og vurderinger fra informantene som har deltatt i forskningsintervju, med fokus på de virkemidlene for å stimulere til fremskyndet innfasing av elfly de mente var viktigst. Se vedlegg C for mer informasjon om metodene.

Det er mange typer virkemidler som kan bidra til fremskyndet innfasing av elfly i Norge generelt og på strekningen Bergen–Stavanger i spesielt. Det er viktig å se strekningen Bergen–Stavanger i et større nasjonalt, nordisk, europeisk og internasjonalt perspektiv. Videre bør virkemidlene som iverksettes for å fremskynde innfasingen av elfly i Norge sannsynligvis være på ulike nivåer, både lokalt, regionalt og lokalt i første omgang, og helst også på nordisk og europeisk nivå på sikt. Imidlertid må noen alltid gå foran, og Norge har gode forutsetninger for å gjøre nettopp dette (Intervjuer, 2021). Tiltakene som iverksettes for å fremskynde innfasingen av elfly i Norge må være på et tilstrekkelig høyt nivå. Informantene etter spurte sterkere virkemidler fra nasjonalt hold for å fremskynde innfasingen av elfly (Intervjuer, 2021). Drøftingen under vil ta for seg slike virkemidler.

Oppsummert viser analysen at: For det første trenger Norge, og helst også Norden og EU, overordnede mål når det gjelder elfly og konkrete strategier for å nå dem. For det andre trengs økonomisk støtte til forskning og utvikling siden elflyteknologiene er umodne. For det tredje: for å signalisere at elfly er en god økonomisk case trenger flyprodusentene og bedrifter som produserer utstyr til elfly å vite at elfly vil lønne seg økonomisk i drift gjennom ulike typer fordelaktige vilkår. For det fjerde: det trengs det utvikling på nær sagt «alle plan» for å få elfly opp i lufta, inkludert: å utvikle prosedyrer for å sertifisere elfly, å skape felles globale ladestandarder, sikkerhetsstandarder, opplæring av ulike typer personell, og å få integrert elfly i ordinær passasjertransport i logistikken på moderne flyplasser (Avinor & Luftfartstilsynet, 2020; Intervjuer, 2021; Ydersbond et al., 2020).

10.1 Sette politiske målsettinger på ulike nivåer: regionalt, nasjonalt, i Norden og på EU-nivå

Stadig flere analytikere og nøkkelpersoner mener at det ikke handler om elfly i ordinær passasjertransport blir realisert, men *når* de vil gjøre det (f.eks Berge, 2021b; Intervjuer, 2021). Nøyaktig når dette eventuelt blir mulig er det vanskelig å si fordi teknologiene ikke er modne og sertifiserte enda, hverken for elpassasjerfly eller de fleste andre typer elfly, slik som elsjøfly. Anslagene om når elfly vil være klare til å fly ruter med ordinær passasjertransport spriker. Utredningen *Fra statussymbol til allemannseie – norsk luftfart i forandring* (NOU 2019:22) fra 2019 og *Nasjonalt transportplan (2022–2033)* fra 2021 nevner begge at elfly med opptil 19 seter vil

kunne være på markedet innen 2030, og at disse flyene vil trenge økt tilgang til strøm og ladeinfrastruktur i fremtiden (Samferdselsdepartementet, 2019a; 2021b, s. 90).

Det pågår svært mange utviklingsprosjekter med ulike typer elfly globalt, og disse virker å ha fremgang trass i at luftfartsindustrien er inne i sin dypeste krise noensinne grunnet Covid-19.⁴⁴ Mange selskaper arbeider for å bli «luftfartens Tesla». Det er flere lovende prosjekter som kan bidra med flymodeller som passer til norske innenriksruter, for eksempel fra svenske Heart Aerospace, fra samarbeidet mellom Rolls Royce, Tecnam og Widerøe, og fra israelsk-amerikanske Eviation. Heart Aerospace har satt som mål å få sertifisert en av sine flymodeller, ES19, som frakter opptil 19 passasjerer, fra det europeiske luftfartstilsynet EASA innen midten av 2026 (Heart Aerospace, 2021a, 2021b). Elflyprodusenten Eviation arbeider for å få godkjenning fra det amerikanske luftfartstilsynet, Federal Aviation Administration (FAA) på sin flymodell Alice, som skal frakte opptil 9 passasjerer, innen 2024. De første testflygningene skal skje allerede innen slutten av 2021 (Alcock, 2021; Gates, 2021). Rolls-Royce, Tecnam og Widerøe har satt seg som mål å lansere et 9-seters elfly innen 2026 (Budalen et al., 2021). Franske Aura Aero arbeider også med å skape ulike typer mindre elfly, og også et 19-seters hybridelektrisk fly, og å få dem sertifisert (Aura Aero, 2021; Kaminski-Morrow, 2021). Britisk-amerikanske ZeroAvia arbeider med å utvikle ulike typer hydrogenelektriske fly, inkludert et 19-seters passasjerfly og arbeider med å teste og sertifisere de ulike komponentene til disse (ZeroAvia, 2021).



Figur 10.1: Illustrasjon av Eviations 9-seters batterielektriske Alice, nå med nytt design. Bilde: Eviation.

For at umodne teknologier som elflyteknologiene skal fases inn er det viktig med konkrete, tidfestede overordnede politiske målsettinger og tilhørende konkrete strategier på nasjonalt, nordisk og europeisk nivå (Avinor & Luftfartstilsynet, 2020; Intervjuer, 2021; Ydersbond et al., 2020). Satt på spissen trenger Norge en «elbilstrategi for luftfarten», slik flere aktører også etterlyser. Slike målsettinger må bli nedfelt i ulike styringsstrategier, slik som i fremtidige utgaver av Nasjonal transportplan, i regjeringens klimaplaner, i den fremtidige planlagte luftfartsstrategien, i planene til Det nordiske ministerråd og ulike EU satsninger slik som i European Green Deal («EUs grønne giv» på norsk).

I Norge finnes det allerede konkrete mål for lansering av elfly på regionalt nivå: Aktørene i Start Norge AS har satt seg mål om å få verdens første elflyrute opp i luften innen 2026

⁴⁴<https://www.capsca.org/Documentation/CoronaVirus/ICAO%20Coronavirus%202020%2004%2002%20Econ%20Impact.pdf>

(Berge, 2021a). Samtidig ønsker firmaet Scandinavian Skies å fly elektriske sjøfly for turistvirksomhet og som taxitilbud allerede innen 2–3 år. Dette er konkrete mål og prosjekter som kan motivere ulike aktører til å arbeide videre med temaet, vekke offentlig interesse og bidra til å skape satsning rundt prosjektene. Vestland Fylkeskommune satser også på elektriske fly og støtter oppunder ulike prosjekter med elfly i området (Eriksen, 2021).



Figur 10.2: Rolls-Royce, Tecnam og Widerøes visjon for deres første batterielektriske passasjerfly. Foto: Rolls-Royce.

Regjeringens holdning til elfly har vært gjennomgående positiv de senere årene, men Nasjonal transportplan (2022–2033) er fortsatt relativt generell når det gjelder mål for introduksjon av elfly og hvilke virkemidler som skal benyttes for å nå disse:

Innen luftfart ønsker regjeringen å legge til rette for rask innføring av null- og lavutslippsteknologi. Det skal blant annet være enkelt og attraktivt for innovatører å bruke Norge som en arena for testing og utvikling av null- eller lavutslippsfly. Tilnærmingen skal være teknologinøytral, og gjennom Enova og andre virkemidler kan aktørene i luftfartsindustrien få tilskudd til forskning, innovasjon og innføring av utslippsreducerende teknologi (Samferdselsdepartementet, 2021b, s. 70).⁴⁵

Svært mange aktører i Norge er positive til elfly og argumenterer for at Norge bør være et foregangsland for innføring av elfly i ordinær passasjertransport. I Norge mangler vi imidlertid fortsatt vedtatte nasjonale mål for elektrifisering av luftfarten. En mulighet er at de norske myndighetene gjør målene som Avinor og Luftfartstilsynet allerede har foreslått som nasjonale mål, nemlig at:

- 1) Norge skal være pådriver og arena for utvikling, testing og tidlig implementering av elektrifiserte fly.⁴⁶ Det samme foreslår Luftfartsutvalget i sin NOU *Fra statussymbol til allemannseie – norsk luftfart i forandring* (Samferdselsdepartementet, 2019a).

⁴⁵ Nøyaktig disse formuleringene går igjen både i Nasjonal transportplan 2022-2033 og i regjeringens Klimaplan 2021-2030 (Klima- og Miljødepartementet, 2021)

⁴⁶ Merk at Avinor og Luftfartstilsynet bruker termen elektrifisert fordi de skriver om flere typer teknologier enn dem vi gjør her i rapporten. De har definert elektrifisert fly som et fly med en eller flere elektriske motorer til fremdrift i luften. De elektriske motorene kan få kraft fra batterier, brenselceller (f.eks. H₂) eller hybride løsninger.

- 2) De første elektrifiserte flyene skal være i ordinær rutetransport innen 2030. Elektrifisert betyr her at flyene flyr helt eller delvis på strøm.
- 3) At all flyvning innen Norge skal være med elektrifiserte fly innen 2040 slik at det er minst 80 % reduksjon i klimagassutslipp i innenriks sivil luftfart (Avinor & Luftfartstilsynet, 2020).

Hovedrepresentantene for norsk luftfart har satt seg målet om at norsk luftfart skal være fossilfri innen 2050 (Avinor et al., 2021). I Sverige har en rekke aktører innenfor luftfartsindustrien og andre aktører også gått sammen for å prøve å oppnå at all innenriksflyvning i Sverige er fossilfri innen 2030, og at alle fly som tar av fra Sverige er fossilfrie innen 2045 (Föreningen Svenskt Flyg & Fossilfritt Sverige, 2018). Ekspertgruppen som produserte den svenske offentlige utredningen *Biojet för flyget* anbefalte å sette et mål om at luftfarten skal være fossilfri innen 2045 (Regeringskanseliet, 2019). Miljø- og transportkomiteen i det islandske parlamentet ønsker at det skal være karbonfri innenriks luftfart på Island allerede innen 2030 (Sigurdadottir, 2020).

Den norske regjeringen og forvaltningen skal arbeide videre med en strategi for norsk luftfart som blant annet skal ta for seg «utfordringer, muligheter og internasjonale utviklingstrekk med betydning for norsk luftfart». Denne strategien skal legges fram for Stortinget i 2022 (Samferdselsdepartementet, 2021a) og kan også inkludere utgreiinger om hvordan Norge kan gå foran i verden med å introdusere elfly. Aktørene som ønsker at elfly skal fortsette å være på dagsordenen og ønsker økt satsning på dette bør derfor bidra med innspill.

At det settes konkrete nasjonale mål for innføring av elfly i Norge er et viktig skritt, men det er sannsynligvis enda mer effektivt om de nordiske regjeringene *sammen* lager felles mål og strategier om elektrifisering av luftfarten enn om kun ett av landene gjør det. Dersom de nordiske landene kan vise at satsning på elektrisk luftfart fungerer, kan det inspirere til å sette felles mål om å skape en felles satsning på elektrisk luftfart på EU-nivå. De nordiske regjeringene kan også samarbeide om å sette temaet på dagsorden på EU-nivå og for eksempel foreslå at det skal komme målsettinger om luftfart med null utslipp på EU-nivå (Ydersbond et al., 2020). Hvis og når det eventuelt kommer mål om innføring av elfly til passasjertransport på EU-nivå, slik som i EUs overordnede klima- og energirammeverk, er det grunn til å tro at dette vil bidra til ytterligere satsning på elfly. Når det settes felles bindende mål om et tema på EU-nivå kommer det ofte også krav om nasjonale handlingsplaner for å nå disse, og ulike strategier vil utarbeides på nasjonalt og EU-nivå for at målene skal nås (Fischer, 2014).

10.2 Skape et nasjonalt og et nordisk marked for elfly

Ulike typer økonomiske virkemidler trengs ofte for at ny transportteknologi skal tas i bruk. Dette gjelder også for elfly til passasjertransport. Disse forventes å være dyrere i innkjøp, drift og vedlikehold enn konvensjonelle fly de første årene, og det finnes så vidt vi vet ennå ikke noen offisielle listepriiser på modellene til passasjertransport som utvikles. Til sammenlikning: etter en storstilt satsning på elbiler globalt, særlig de senere årene, forventes disse å være markeds konkurrerende i produksjonspris rundt 2025 (BloombergNEF, 2020). Det er umulig å si når en oppskalering av en fremtidig elflyproduksjon vil gjøre dem konkurransedyktige prismessig.

Fremskyndet satsning på elfly krever blant annet at det må lønne seg økonomisk for flyselskapene å operere elfly, og at produsentene av elpassasjerfly må vite at det er et marked for dem. Det er svært kostbart og tidkrevende å få en ny flytype sertifisert. Hvis flyselskapene

vet at det vil være økonomisk lønnsomt å kjøpe inn og drifte elfly har de større motivasjon til å ta på seg kostnadene ved å samarbeide med flyprodusenter og myndigheter i Norge og Europa om sertifisering. Elfly må med andre ord bli en god økonomisk case (Intervjuer, 2021). Sertifisering av en ny og større flytype tar som regel 6–10 år, og koster raskt et stort beløp. Det er ikke kartlagt hvor mye sertifisering av mindre elfly på opp til for eksempel 19 seter vil koste. Dette vil skje raskere dersom en allerede sertifisert flykropp benyttes, og senere dersom både flykropp og fremdriftssystem skal sertifiseres (Intervjuer, 2021). Her er det viktig å merke seg at sertifiseringen vil være vesentlig dyrere på de store passasjerflyene enn på de middels store og små flyene. Det amerikanske luftfartstilsynet har laget enklere sertifiseringsprosedyrer for fly som har opptil 19 passasjerer (FAA, 2017).

Sertifisering skjer som et samarbeid mellom flyselskaper, myndigheter og flyprodusenter, og krever stor innsats fra alle hold. Norge deltar i et internasjonalt samarbeid med EASA som heter Innovation Partnership Agreement, om å legge til rette for at sertifisering av elfly slik at denne prosessen kan gå så smidig som mulig i årene som kommer (Intervju Avinor og Luftfartstilsynet, 2021; Intervju Widerøe, 2021).

For at prisene på elfly skal synke må produksjonen også oppskaleres kraftig slik at teknologien kommer seg forbi den såkalte «teknologiens dødsdal» og kommersialiseres. Dersom flyprodusentene oppfatter at Norge er et viktig marked kan man oppnå at det produseres elfly som vil passe godt til norske forhold, for eksempel med tanke på å tåle is, snø og lave temperaturer, på lik linje med at Volkswagens første elbilmodeller var tilpasset norske preferanser siden det norske elbilmarkedet var så viktig (Avinor & Luftfartstilsynet, 2020; Intervju Widerøe, 2021).

Økonomiske virkemidler for å støtte oppunder driften av elfly inkluderer at elflyene fritas fra avgifter som passasjeravgift, startavgift og landingsavgift på norsk, eventuelt nordisk og også europeisk nivå fram til 2040. Fritak for merverdiavgift (MVA) for billetter med nullutslippsfly fram til 2040 er et annet tiltak som ville bidra til å støtte opp om å introdusere elfly, og som informantene mente at ville være viktig. Det samme gjelder innføring av null eller redusert elavgift for nullutslippsfly, men informantene la mindre vekt på redusert elavgift enn for fritak fra passasjeravgift, MVA og landingsavgifter (Avinor & Luftfartstilsynet, 2020; Intervjuer, 2021). Solbergregjeringen foreslo i Nasjonal klimaplan (2022–2033) å fritta lav- og nullutslippsfly fra flypassasjeravgift, forutsatt at dette godkjennes av EFTAs overvåknings-tilsyn, Efta Surveillance Authority (ESA) (KLD, 2020, s. 171).

Økonomiske virkemidler som støtter opp om anskaffelser av elfly er at staten, via Enova⁴⁷ eller eventuelt Innovasjon Norge, kan gi støtte til kjøp av nye elfly, eller eventuelt kjøpe nye elfly og låne/lease/leie dem ut til flyselskapene. Dette kan være en viktig løsning for å gjøre det enklere for flyselskapene å satse på denne nye teknologien i en tidlig fase (Berg-Hansen, 2021; Intervjuer, 2021). Enova har per 2021 ikke noe eget program for å støtte elfly, og det er derfor aktuelt at de utvikler dette (Start Norge AS, 2020).

For flyselskapene er det alltid en viss risiko knyttet til å være først ute med å kjøpe nydesignede fly, og det kan antas at denne vil være enda større når helt ny fremdriftsteknologi skal tas i bruk. Risikoavlastning for flyselskapene som vil investere i null- og lavutslippsfly synes avgjørende (Avinor & Luftfartstilsynet, 2020, s. 8).

Widerøe var imidlertid kritisk til om statlige aktører skulle kjøpe elfly for deretter å la andre aktører få bruke dem fordi de i dag eier sine egne fly (Intervju Widerøe, 2021). Dersom det

⁴⁷ Slik som via deres nullutslippsfond.

offentlige kjøper inn fly er det nødvendig at aktørene kan konkurrere på lik linje om å vinne anbud når det gjelder å drifte flyene (Intervju Norwegian, 2021).

Statlig garanti for restverdiene til elfly er en annen type virkemiddel, begrunnet med at verdien av brukte elfly forventes å synke raskere enn verdien av konvensjonelle fly da teknologien vil utvikle seg raskt og eldre modeller da synke raskere i pris. Mange mente at dette ville være et viktig virkemiddel (Intervjuer, 2021), men enkelte var også kritisk til dette (Intervju Elfly AS, 2021; Intervju NHO Luftfart, 2021).

Derimot falt *en kombinasjon av virkemidler*, slik som å stille krav til elfly på FOT⁴⁸-ruter i kombinasjon med investeringsstøtte, restverdigarantier og økt kontraktslengde, i god jord hos alle informantene (Intervjuer, 2021). FOT-ruter er ruter der det offentlige betaler støtte for å opprettholde tjenestetilbudet fordi passasjergrunnlaget ikke er stort nok til å gjøre det kommersielt lønnsomt å operere der.

Ladeinfrastruktur for batterielektriske elfly kan også trenge økonomisk støtte, da det er en vesentlig anskaffelseskostnad å etablere slik ladeinfrastruktur på landets flyplasser. Avinors anslag er at det kan koste 7-15 millioner per store lufthavn, avhengig av hvor mange fly som skal lades der samtidig, og hvor stor effekt disse trenger å lades på⁴⁹. Avinor, som drifter de aller fleste flyplassene i Norge, 43 av 49, har lovet at når elflyteknologien er klar skal de også være klare og tilby lading på flyplassene (Berg-Hansen, 2021; Lorentzen, 2019a). De første årene vil ikke behovet for investeringer være så stort på grunn av begrenset omfang av elfly i trafikk, men når trafikken med elfly oppskaleres vil dette gjøre at behovet for ladeinfrastruktur også vil bli mye større (Intervju Rolls-Royce, 2021). For å unngå at lading av elfly blir unødvendig dyrt på grunn av effekttariffene,⁵⁰ er det viktig å lage løsninger for å unngå at maksimalt effekttuttak blir høyere enn det må (Intervju Zero, 2021).

En mulighet for å redusere energikostnadene kan være å ha batteribytte som løsning. Dette kan gå raskt, og batteriene kan lades i de periodene som strømmen er rimeligst. Videre kan en slik løsning bidra til at flyene er mest mulig i drift, som vil gjøre at hvert fly blir rimeligere i operasjon og drift. Batteribytte kan også bidra til at elfly kan brukes på ruter der det er mange avganger i døgnet. Etter hvert som batteriene får stadig økt energitetthet vil dette kunne gi elflyene lenger rekkevidde, og bidra til at elflymodellene får lang brukstid (Justin et al., 2020).

For å få en elflyrute mellom Bergen og Stavanger trengs de samme virkemidlene som gjelder for Norge generelt (Intervjuer, 2021). En av våre nøkkelinformanter mente at følgende tiltak bør iverksettes først (Berg-Hansen, 2021):

- 1) Etablere bred politisk enighet om å lykkes.
- 2) Topp infrastruktur på flyplassene. Det være seg ellading av eller hydrogenpåfylling.
- 3) Prioriterte slotter og tilpasning for optimal påstigning og avstigning av passasjerer.
- 4) Null avgifter (flyplass-, merverdi- og passasjeravgift).
- 5) Støtte til operatør (flyselskap) for å redusere finansiell risiko. Dette kan være ren finansiell støtte ved kjøp/lease, garanterte restverdier
- 6) Brede fullmakter til å støtte satsningen fra politisk hold til aktører som Enova, Avinor, osv., som kan bidra til uredde kreative støtte- og insentivordninger.

⁴⁸ Betyr forpliktelse til offentlig tjenesteyting.

⁴⁹ Merk at det er kun kostnad for å få utvidet kapasiteten «fram til gjerde» og basert på en rekke forutsetninger. Den totale kostnaden som også inkludert infrastruktur på innsiden av gjerdet blir betydelig høyere.

⁵⁰ Effekttariffer betyr at selskaper betaler nettleie ut ifra høyeste strømeffektforbruk, altså hvor mye strøm som benyttes samtidig.

I hvilken grad elfly vil lønne seg økonomisk kommer også an på avgiftstrykket på alternative flytyper. All innenriks luftfart skal i fremtiden ha en karbonpris som gradvis økes fra 600 NOK/tonn til 2000 NOK/tonn målt i faste 2020-kroner. Dette skal også være den øvre grensen for samlet pris på utslipp i perioden (Samferdselsdepartementet, 2021b, s. 170). En slik økning i karbonpris vil sannsynligvis bidra til å motivere flyselskapene til ytterligere å redusere sine utslipp. Zero mener at den norske CO₂-avgiften bør bestå helt til det ikke lenger finnes passasjerfly med utslipp å skattlegge (Intervju Zero, 2021). NHO Luftfart mener at både pisk og gulrot trengs for å få faset inn elfly, slik som i elbilpolitikken (Intervju NHO Luftfart, 2021).

En omlegging av virkemiddelapparatet for å stimulere til utvikling og bruk av lav- og nullutslippsfly kan være en anledning til å ta tak i en del av de eksisterende skjevhetene i avgiftene i flysektoren. Å rette opp i disse skjevhetene, men opprettholde unntak for nullutslippsfly, vil kunne bidra til økt offentlig proveny som kan være med på å finansiere virkemiddelapparatet. De to mest klare skjevhetene er underbeskatningen av flygninger som flyr ut av eller ankommer utenfra EU-ETS området, og at det er redusert MVA på flytransport⁵¹. Vi fokuserer mest på førstnevnte.

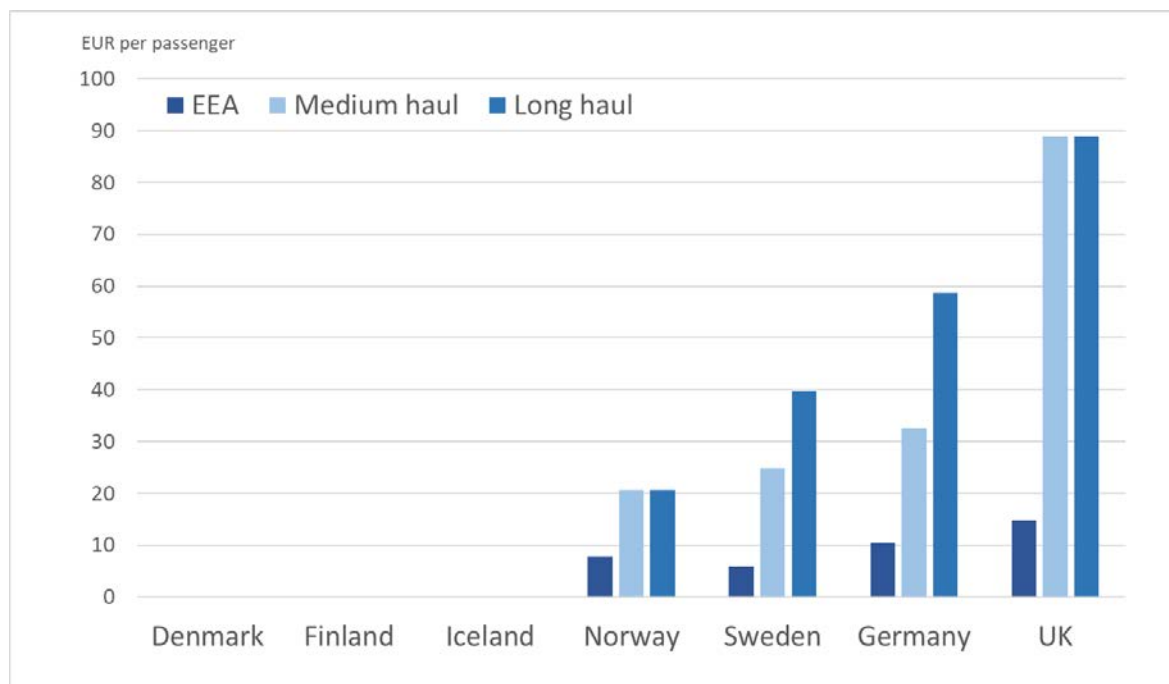
Flygninger fra Norge ut av EU (det vil si EU ETS' kvoteområde) blir per dags dato verken belastet med CO₂-avgift for sine utslipp eller må bruke CO₂-kvoter med påfølgende kvotepris. Norsk og europeisk klimapolitikk gir dermed ingen insentiver til flyselskapene om å økonomisere med sine utslipp. Det er et vesentlig hull i klimareguleringen. Den norske flypassasjeravgiften (midlertidig opphevet i 2021) på 204 kroner per passasjer utenfor EØS-området gir passasjerer et lite insentiv til å økonomisere med disse reisene (som blant annet inkluderer Russland vest for Uralfjellene). Insentiver er imidlertid på ingen måte proporsjonale med den verdsatte utslippskostnaden av flyreisen. Det betyr at lange reiser ut av Europa favoriseres i langt større grad enn relativt korte reiser innenfor Europa. Det er samfunnsmessig ineffektivt.

Vi ser på to eksempler: 1) Flyvning fra Oslo til Bangkok, og 2) Oslo til New York. Ved bruk av utslippskalkulatoren til SAS⁵² regner vi ut at dette innebærer utslipp på henholdsvis 508 og 424 kilo CO₂ per passasjer, én vei. I tillegg kommer øvrige klimaeffekter fra blant annet vanddamp og kondensstriper (jamfør kapittel 5). Med 2021-karbonprisen brukt i denne rapporten vil gjennomsnittspassasjerer på disse reisene påføre samfunnet klimakostnader på henholdsvis 754 kroner og 629 kroner. Det er med andre ord god grunn til å vurdere å øke flypassasjeravgiften for reiser ut av Europa, slik at det blir det mer samsvar mellom de private insentivene og samfunnets.

Det kan være flere samfunnsmessig gunstige måter reisende kan tilpasse seg en slik avgift: Reisene som kunder vurderer som minst verdifulle kan bli kuttet ut. Reisemål utenfor Europa kan bli byttet med reiser innenfor Europa. Dette innebærer ikke bare kortere reiser med lavere utslipp per passasjer i gjennomsnitt, men det betyr også at reisen havner innenfor EUs kvotesystem og dermed tærer på et mer regulert utslippsbudsjett. Det er en risiko for noe karbonlekkasje ved at flere kunder velger ruter med mellomlandinger i land uten flypassasjeravgift. Dette kan avbøtes med mer koordinering på tvers av land. Slik koordinering på nordisk nivå ble anbefalt i Ydersbond mfl. (2020), med å legge seg på det tyske flypassasjeravgiftsnivået, som allerede er på over 58 Euro (se figur 10.3):

⁵¹ Det er redusert sats for taxi, tog, buss og annen kollektivtransport. Det er med andre ord en generell favorisering av forbruk av persontransport (utenom egentransport med personbil) over vanlige varer og tjenester.

⁵² Som har noe lavere utslippsberegninger enn andre utslippskalkulatorer, f.eks. myclimate.org



Figur 10.3: Oversikt over flypassasjeravgifter i Norden og utvalgte naboland. Merknad 1: Middels og langdistanse-definisjoner varierer fra land til land, men er i alle tilfeller utenfor EØS. Merknad 2: Andre EU-land med passasjeravgift: Østerrike, Frankrike og Italia. Hentet fra Ydersbond mfl. 2020. Tallene her hentet fra Amsterdam economics og CE Delft (2019, s. 20-21).

Det vil etter hvert uansett bli dyrere økonomisk å forurense i luftfarten, da det er foreslått endringer i EUs regelverk som vil påvirke norsk luftfart i fremtiden. *Fit for 55* er ny pakke av lovverk som en del av klimamålplanen for 2030. Luftfarten, hvor rundt 80 % av utslippene har gratis kvoter i dag, skal få færre gratiskvoter for flyvninger intra-EØS, og EU ETS skal passe sammen med ICAOs CORSIA program for å redusere klimagassutslipp (European Council & Council of the European Union, 2021). I et forslag til ny versjon av EUs energi-effektiviseringsdirektiv vil ikke luftfarten lenger få unntak fra skattlegging av energi-produkter, men slik skattlegging vil gradvis innføres. Dette er i så fall et radikalt nytt grep (Carrol, 2021). De ulike innstrammingene vil bidra til at elfly i framtida også i større grad lønner seg relativt til andre typer fly fordi drivstoffet/energibæreren i de konvensjonelle flyene beskattes høyere (European Commission, 2021b).

Det kan også være viktig at passasjerene får incentiver til å benytte elfly, slik som at flybillettene er like eller billigere i pris enn billettene for å fly med konvensjonelle fly, da man kan forvente at en andel av passasjerene vil være skeptiske de første årene og at elflyene også kan oppleves som noe mindre komfortable fordi de blant annet vil være mindre (Intervju Rolls-Royce, 2021; Intervjuer, 2021). Kapittel 4 viser at en gruppe potensielle passasjerer uttrykker at de trenger lavere billettpriser for at de skal velge å kjøpe billett med et elfly fremfor et konvensjonelt fly. En viss frekvens med elfly i ordinær rutetrafikk er viktig for å være relevant for jobbreisemarkedet. Andre viktige faktorer er at rutetilbudet er stabilt og at flyene går når de skal (Berg-Hansen, 2021). Det må være praktisk og behagelig å fly elfly, og flyrutene med elfly må favoriseres, for eksempel gjennom å få de beste avgangs- og landingstidene. Elflyene må ikke stues bort i et hjørne av de store flyplassene (Berg-Hansen, 2021). Introduksjonen av elfly kan gi logistiske utfordringer på flyplassene dersom det gjøres i stor skala fordi det er dyrt å ha en stor logistikk for å frakte et lavt antall passasjerer og dermed bli «dyrt og dårlig» (Intervju Elfly AS, 2021). Derfor trengs det planer for å integrere elflyene i flyplasslogistikken på en god måte.

Denne rapporten har konsentrert seg om elfly til ordinær passasjertransport, men for andre typer elfly, for eksempel for elsjøfly, er det også relevant med støtte til innkjøp: Hvis enkeltaktører får støtte til innkjøp kan det bidra til gradvis innfasing, slik som dem som flyr sine egne små privatfly per 2021 (Intervju Elfly AS, 2021). Det kan også være klokt å støtte ulike programmer der aktører begynner å benytte elfly, slik som flyklubber, fordi dette kan bidra til oppskalering av produksjonen av slike fly (Elfly AS, 2020).

I *statens reiseantaler* kan klimahensyn tillegges vekt slik at lav- og nullutslippsløsninger blir valgt, også til reiser mellom de nordiske landene. Disse setter ifølge våre informanter «en standard for både reiselivet og næringslivet generelt» (Berg-Hansen, 2021; Intervju Zero, 2021). Dette påpekte flere at var en god måte å få faset inn lav- og nullutslippsfly. Samtidig mente informantene generelt at dette var et mindre viktig virkemiddel enn for eksempel støtte til innkjøp av elfly og innføring av tidfestede og konkrete mål sammen med konkrete virkemidler (Intervjuer, 2021). Videre kan det settes krav i FOT-rutene om at disse skal være med lav- og nullutslippsfly (Samferdselsdepartementet, 2019a). Disse kan også kombineres med forsknings- og utviklingsformål (FoU) slik at Norge får subsidierte FOT-FoU-ruter (Intervju Elfly AS, 2021). Det kan også stilles utslippskrav til ruter mellom de nordiske landene slik at lav- og nullutslippsløsninger velges der (Ydersbond et al., 2020).

Som argumentert tidligere i dette delkapitlet, vil det å øke flypassasjeravgifter for reiser utenfor Europa være med på å demme opp for en av de største skjevhetene i miljøreguleringen av flytrafikken, samtidig som det vil gi økt proveny til å kunne finansiere noe av virkemiddelapparatet for grønnere luftfart. Denne finansieringen kan for eksempel komme gjennom nettopp et slikt klimafond, ideelt sett på nordisk nivå, om nødvendig på norsk nivå. Et slikt klimafond vil også kunne være med på å finansiere og trekke på kunnskap fra og ha øvrige synergier med et innovasjonssenter for elfly.

10.3 Støtte til forskning og utvikling

Støtte til forskning og utvikling av teknologi på utviklingsstadiet er essensielt for at denne skal modnes (Enova, 2021; Europakommisjonen, 2014). Dette kan skje på nasjonalt nivå, eller gå via andre kanaler, slik som i EUs store forskningsprogram Horizon Europe (Horisont Europa på norsk). Per i dag har Enova støttet forskningsprosjektet Elnett 21 der Avinor og andre aktører har forsket på hva som skal til for at det skal kunne være lading av mange elfly samtidig på Sola lufthavn (Elnett21, 2020). Norges forskningsråd har støttet prosjektet Green Flyway, der man blant annet skal teste elfly og droner på strekningen Røros-Østersund (Interreg.no, 2020). Andre norske offentlige aktører som kan støtte forskning og utvikling er blant andre Innovasjon Norge. Nordisk ministerråd støtter det nordiske nettverket Nordic Network for Electric Aviation (NEA, 2020) gjennom Nordic Innovation.

Avinor og Luftfartstilsynet anbefaler at Norge prøver å påvirke EUs forskningsprogram Horizon Europe og underprogrammet Clean Sky 2 for at disse skal utlyse forskningsmidler til elfly (Avinor & Luftfartstilsynet, 2020, s. 43). Det ser ut til at få prosjekter i Clean Sky foreløpig har handlet om elfly. I Horizon Europe skal 35 % av budsjettet på 95,5 milliarder Euro gå til forskning på bærekraftig omstilling i samfunnet. Clean Sky 2 har et samlet budsjett på mer enn 4 milliarder Euro hvorav maksimalt 1,755 milliarder Euro kommer fra Europakommisjonen (Clean Sky, 2021). Hvis Horizon Europe og Clean Sky 2 åpner opp for forskningsprosjekter rundt elektriske fremdriftssystemer i luftfarten kan da norske aktører og deres samarbeidspartnere søke om støtte der til sine forskningsprosjekter om elfly. Europakommisjonen lanserte februar 2021 initiativet European Partnership for Clean Aviation for å akselerere utviklingen mot avkarbonisering av luftfarten samtidig som

sikkerhet ivaretas (European Commission, 2021a; Krein, 2021). Dette er en del av European Green Deal (EUs grønne giv på norsk). Her er målet blant annet å støtte teknologier som bidrar til vesentlig lavere klimagassutslipp:

Some objectives to be achieved by 2030: demonstrate disruptive aircraft technological innovations able to decrease net emissions of greenhouse gasses by no less than 55% by 2030, compared to 1990 levels and on a pathway towards reaching climate neutrality by 2050 (Europakommisjonen, 2021).

Rolls Royce ser for seg at prosjektstøtte til deres store prosjekt med å utvikle motorer for elfly i første omgang kan komme fra det norske virkemiddelapparatet. De samarbeider som nevnt med Widerøe og italienske Tecnam om å produsere verdens første elpassasjerfly. Deretter kan EU-programmer støtte fasen for å kommersialisere og sertifisere disse, og Enova kan støtte innkjøp av elfly hos flyselskapene (Intervju Rolls-Royce, 2021).

Når de økonomiske betingelsene er riktige skjer transisjonen til de nye løsningene (Intervju Rolls-Royce, 2021).

Det er flere måter å finansiere en elflyatsning på. TØI har tidligere foreslått at de nordiske landene oppretter et felles nordisk klimafond der inntektene kommer fra felles nordiske passasjeravgifter. Landene bør samtidig innføre et felles innblandingskrav for biodrivstoff. Dette fondet skal være uavhengig, og midlene derfra skal brukes til å utvikle ulike klimaløsninger i luften, det være seg å betale for differansen mellom konvensjonelt flydrivstoff og avansert biodrivstoff/e-fuels, eller for en satsning på elektrifisering i luften (Ydersbond et al., 2020). Norges nåværende CO₂-avgift gir staten en inntekt i en normal situasjon på cirka 650 millioner kroner i året, mens flypassasjeravgiften i 2019 ga inntekter på noe mer enn 1,9 milliarder kroner (Avinor et al., 2021).

10.3.1 Støtte til et innovasjonssenter for elfly

Avinor, Luftfartstilsynet og SINTEF har foreslått at det trengs et nasjonalt innovasjonssenter for nullutslippsluftfart, der det etableres et økosystem for utvikling og testing av nye teknologier og konsepter som kan bidra til målet om nullutslipp. Et slikt senter må tiltrekke seg kompetanse fra viktige sektorer og fra internasjonale aktører, slik at Norge kan lykkes med ambisjonen å bli en arena og et tyngdepunkt. Alle aktører som har interesse skal kunne benytte seg av denne arenaen (Arendalsuka, 2021) og senteret bør ikke være begrenset til én lokasjon, men være et nasjonalt fellesprosjekt. De mener også at det trengs et eget trygt luftrom som er beregnet for slik testing. Tanken er at personer med riktig kompetanse skal arbeide der på heltid med elfly (Avinor & Luftfartstilsynet, 2020). Ideen om et statlig innovasjonssenter er langt fra ny, og den ble nevnt i utredningen Fra statussymbol til allemannseie fra 2019 (Samferdselsdepartementet, 2019a). Temaet har imidlertid fått stadig mer oppmerksomhet, og på Arendalsuka i 2021 arrangerte SINTEF, Avinor og Luftfartstilsynet en egen seanse om dette temaet (Arendalsuka, 2021). Zero mener at et slikt senter bør etableres digitalt med mulighet for å teste elflyteknologi flere steder. Der bør det bli enkelt også for utenlandske aktører å få hjelp til å kople seg til norske underleverandører og eventuelle norske støtteordninger (Zero, 2020). Norsk luftsportforbund mener at et slikt innovasjonssenter bør legges til samme område som en småflyplass i nærheten av hovedstaden (Luftsportforbund, 2020). Elfly AS var imidlertid skeptisk til denne ideen og mener at innovasjon først og fremst skjer i bedrifter, ikke i nasjonale innovasjonssentre, og at et slikt senter kan bli en slags tom overbygning som kun vil gi magre resultater (Intervju Elfly AS, 2021).

11 Oppsummering, konklusjon og anbefalinger

Norske myndigheter har i flere internasjonale avtaler forpliktet seg til drastiske utslippskutt og har i tillegg satt seg nasjonale mål for slike kutt. Vi tar utgangspunkt i at norske myndigheter har intensjoner om å overholde disse forpliktelsene. Det er et viktig premiss for hele rapporten at nåværende og fremtidige regjeringer skal holde løftene om utslippskutt.

For å oppnå de ambisiøse klimamålene Norge, med opprettholdt reiseaktivitet, er det foreslått å starte utskifting av konvensjonelle fly med nullutslippsfly i løpet av de neste ti årene. For Norge ser batterielektriske elfly som et lovende nullutslippsalternativ.

Gitt at det skal gjøres et forsøk på framskyndet innføring av elfly på en rute i Norge, peker strekningen Bergen–Stavanger (BGO–SVG) seg ut som en lovende case. Det er flere grunner til det:

- 1) Kort strekning – kun 160 kilometer i luftlinje (med tanke på at første generasjons batterielektriske fly ligger an til å ha ca. 350–400 km effektiv rekkevidde)
- 2) Relativt stort kundegrunnlag – cirka 550 000 passasjerer årlig
- 3) Fly er svært konkurransedyktig tidsmessig – alternativene tar lang tid

Gitt at det fases inn elfly på strekningen Bergen–Stavanger, så vil det bli investert i infrastruktur og opparbeides erfaringer tidligere enn det ellers ville gjort. Det er rimelig å forvente at dette vil føre til at innføringen av elfly ellers i landet, og kanskje også i andre land, vil begynne tidligere, sammenlignet med det som vil tvinge seg fram før eller siden på grunn av stadig strammere klimapolitikk både nasjonalt og internasjonalt. Nøyaktig hvor mye tidligere innføringen av elfly i ordinær passasjertransport vil begynne hvis det opprettes en elflyrute BGO–SVG, og om det ville vært noen forskjell i innføringstakten, er umulig å slå fast. Det vi kan gjøre er å forsøke å konkretisere et plausibelt referansescenario og et plausibelt fremskyndingsscenario, og å gjøre noen grove beregninger utfra det.

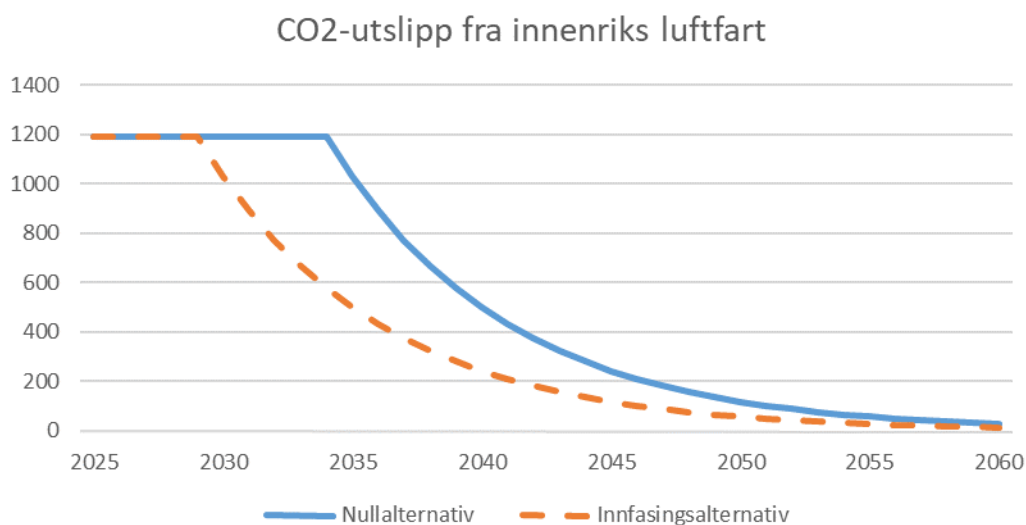
Vi tar utgangspunkt i målsettingene satt av Avinor og Luftfartstilsynet (2020): 1) Innen 2030 skal de første ordinære innenriks ruteflygninger være elektrifiserte. 2) Innen 2040 skal all sivil innenriks luftfart i Norge være elektrifisert, slik at klimagassutslippene blir redusert med minst 80 % sammenliknet med 2020.

Hvis utslippsutviklingen i innenriks luftfart er flat gjennom 2020-tallet, og 80 % av utslippskuttene skal tas gjennom innføring av elfly på 10 år, må gjennomsnittlig reduksjonsrate i årene 2030–2040 være på ca. 13,5 % per år. Dersom det ikke gjøres vellykkede demonstrasjonscase med elfly på 2020-tallet, virker innføring av elfly fra og med 2030 svært optimistisk.

I referansebanen (REF), i fravær av en vellykket demonstrasjonscase, antas dermed innføringen av elfly å begynne i 2035, med 13,5 % reduksjon av klimagassutslipp per år etter dette. Sammenlignet med den norske luftfartens 2019-utslipp vil dermed utslippene i 2040 være 58 % lavere, ikke 80 %, som er målet.

I fremskyndingsscenarioet (FREM) tar vi utgangspunkt i at de første erfaringene med elfly på strekningen BGO–SVG blir vellykkede og at aktører i markedet for innenriks luftfart vil

starte den samme innføringen av elfly som i REF, men 5 år tidligere, dvs. i 2030. Innføringstakten i FREM forutsettes forøvrig identisk med den i REF, med en årlig reduksjonsrate på 13,5%.



Figur 11.1: To fremtidsscenarioer for CO₂-utslipp fra innenriks luftfart. Nullalternativ (REF) og Innføringsalternativ (FREM), 1000 tonn per år.

Implikasjonene fra disse antagelsene er at over perioden fra innføringen begynner i FREM til innføringen ville vært fullført i REF, vil FREM totalt innebære reduserte klimagassutslipp tilsvarende 5 år med utslipp fra hele sektoren før innføringen av elfly (arealet mellom heltrukken og stiplet linje i figuren). Med videreføring av utslippsnivået fra årene før pandemien, vil dette tilsvare cirka 6 millioner tonn CO₂ ekvivalenter (MtCO₂e).

Hvordan vil reisende og bedrifter oppfatte et slikt framtidig elfly-alternativ?

Et utvalg av transportbrukere på strekningen mellom Bergen og Stavanger (i perioden 2019–2021) er blitt spurt om reiseaktivitet, holdninger og preferanser for et framtidig elfly-alternativ på denne strekningen. Dette utvalget på 1000 personer forventes å reflektere synspunkter for den bakenforliggende populasjonen av transportbrukere mellom Bergensområdet og Stavangerområdet.

Flertallet i utvalget stiller seg positivt til et framtidig elfly-alternativ. Den negative effekten av en økning i flytiden på 10 minutter, på villigheten til å velge elfly-alternativet, var relativt liten. Respondenter under 30 år stilte seg mest positive til elfly som et framtidig transportalternativ mellom Bergen og Stavanger, mens de over 50 år var minst positive.

Det flertallet som stilte seg positivt til elfly som alternativ transportform mellom Bergen og Stavanger, vil ikke nødvendigvis være villig til å betale mer for et elfly-alternativ enn for et konvensjonelt fly. Dette er å forvente, da mange har økonomiske forhold som viktigste faktor for hvorfor de velger ett transportalternativ fremfor et annet. Noen respondenter tilkjenner imidlertid høy betalingsvillighet. Blant de som stilte seg positive til elfly, får vi et estimert gjennomsnitt for villighet til å betale en prisøkning opp mot 20 prosent for elfly per se. Flertallet av de som i utgangspunktet stiller seg positive til å fly med elfly er imidlertid *ikke villige* til å betale mer for å reise med elfly enn for å reise med andre fly.

I det mindretallet som stilte seg negativt eller ubestemt til elfly som alternativ transportform mellom Bergen og Stavanger, vil antakelig en andel kunne «fristest» med lavere pris til å reise

med elfly fremfor med andre fly («kompensasjonskrav»). Likevel, selv med 90 % relativ prisreduksjon, altså prisreduksjon i en flybillett med elfly BGO–SVG sammenliknet med en flybillett med et ordinært fly SVG-BGO, vil omtrent halvparten ikke velge elfly-alternativet. Det gjennomsnittlige kompensasjonskravet for passasjerene blir dermed stort – vi estimerer en betalingsvillighet for elfly som er 60–70 prosent lavere enn for konvensjonelle fly.

Ser vi på hele utvalget i sammenheng, de positive så vel som de negative/ubestemte, vil vi finne at (en vektet) gjennomsnittlig betalingsvillighet knapt nok er høyere enn 0 %. Dersom de reisende får valget mellom elfly og konvensjonelt fly, vil de med høyere betalingsvillighet for elfly kunne selv-selektere seg til elfly. Dette forventer vi, alt annet likt, vil bidra til en forbedring i de reisendes konsumentoverskudd.

Vi gjennomførte også en spørreundersøkelse for 16 virksomheter i Bergensområdet og Stavangerområdet. Hovedfunnet fra denne undersøkelsen peker mot en positiv innstilling til utvikling av en elflyrute på denne strekingen. Den største utfordringen er å dokumentere og overbevise dette virksomhetsmarkedet om at elflyreiser er sikre og problemfrie, å få elflyreising sikkerhetsgodkjent som trygg transportmåte hos virksomhetene, samt å tydeliggjøre positive miljøeffekter.

Hovedkonklusjon

Ettersom utviklingen av elfly er på et såpass tidlig stadium, er det store utfordringer forbundet med å verdsette kostnadsvirkninger og nyttevirkninger av en framskyndt innføring av elfly i Norge. Derfor er den samfunnsøkonomiske analysen mer kvalitativ enn det som er vanlig ved f.eks. veiutbygging, og den blir presentert som en såkalt multikriterieanalyse, med både prissatte og ikke-prissatte virkninger.

Multikriterieanalysen er oppsummert i kapittel 8. Vi vurderer størrelsesordenen på de verdsette miljøgevinstene, samt antall og størrelsesorden på de ikke-prissatte positive virkningene, opp mot antall og størrelsesorden på de ikke-prissatte kostnadene og negative virkningene. Vi følger veiledningen fra Statens vegvesen Vegdirektoratet (2018) på hvordan vi skal plassere nettoeffekten på skalaen fra Kritisk negativ konsekvens til Stor positiv konsekvens.

Vi konkluderer med at å igangsette demonstrasjonscasen SVG–BGO2025 som vil vesentlig øke sannsynligheten for realisering av FREM-scenariet framfor REF-scenariet kan forventes å ha:

Positiv konsekvens – Alternativet vil være bedre enn referansealternativet

Skala
Kritisk negativ konsekvens
Svært stor negativ konsekvens
Stor negativ konsekvens
Middels negativ konsekvens
Noe negativ konsekvens
Ubetydelig konsekvens
Positiv konsekvens
Stor positiv konsekvens



Med andre ord, vi forventer at det å satse på et demonstrasjonscase for elfly mellom Bergen og Stavanger vil ha større netto samfunnsnytte enn å ikke satse. Dette er rapportens hovedkonklusjon.

Tabell 11.1: Samfunnsøkonomisk analyse sammenstilt i en multikriterietabell med kilder i parentes.

Nyttekomponent	Verdsetting (nåverdi)/ vurdering av ikke-prissatte virkninger
Utslippskutt CO ₂ og NO _x fra demonstrasjonscasen SVG–BGO2025 (kap. .5)	Opptil 2 mill. NOK
Utslippskutt CO ₂ i FREM-scenario (kap. .5)	Opptil 13 670 mill. NOK
Kutt i øvrige klimaeffekter i FREM-scenario (kap. .5)	Opptil 10 940 mill. NOK
Utslippskutt NO _x i FREM-scenario (kap. .5)	Opptil 323 mill. NOK
Forsikring mot worst case framtidige klimatiltakskostnader (kap. 7)	++/+++
Forsikring mot manglende politisk vilje og evne til å sette nødvendig karbonpris i Norge (kap. 7)	++/+++
Gevinster av støyreduksjon – reduserte helsekostnader og land-value capture (kap. 7)	+
Elfly er en umoden teknologi og det er lite erfaringer på kommersielle ruter, så det vil være behov for RD&D. Vellykket demonstrering og raskere oppskalering kan bidra til å raskere skape et marked for nullutslippsteknologier globalt. (kap. 7)	+/++
Nyttevirksomheter for framtidig elflytilbud fra andre flyplasser – nettverksfordeler (kap. 7)	+
Utvidet verktøykasse for distriktspolitikken, som også kan avlette behovet for investeringer i vei og jernbane (kap. 7)	+/++
Økning i konsumentoverskudd (kap. 4 og 7)	0/+
Kostnadskomponent (og negative nyttevirksomheter)	Vurdering av ikke-prissatte virkninger
Merkostnader ved overgang til elfly fra konvensjonelt fly i demonstrasjonscasen (kap. 7)	-
Merkostnader knyttet til fem år framskyndet innfasing av elfly (kap. 7)	---
Merkostnader knyttet til fem år framskyndet bygging av ladeinfrastruktur (kap 7.)	--
Skattekostnader av netto provenyrtap for det offentlige (kap. 7)	-/--
Mer forurensende ressursbruk i produksjon av elfly (kap. 7)	-

En større utredning på et senere tidspunkt med mer kunnskap og erfaring med den voksende elflysektoren kan gi en mer konkretisert presentasjon av netto nytte. Konklusjonen fra multi-kriterieanalysen gir derimot et grunnlag for å igangsette tiltak som aktivt støtter fremskyndingen av nullutslippsfly og/eller gjør konvensjonelle flyreiser dyrere.

Et viktig forbehold med konklusjonen er at selv om en demonstrasjonscase av typen SVG-BGO2025 igangsettes, er det ingen garanti for at alle de gjennomgåtte nyttevirkningene fra et FREM-scenario vil bli realisert. Det er alltid en risiko for at man kan sitte igjen med mer på kostnadssiden og mindre på nyttesiden. På den andre siden kan usikkerheten også trekke i motsatt retning. Det er også mulighet for at netto nytteeffekten blir enda større enn skissert her, hvis f.eks. teknologiutviklingen av elfly og nødvendig infrastruktur går raskere enn forventet.

Fordeler og ulemper for næringslivet i Norge generelt og i Bergen–Stavanger-regionen spesielt ved fremskyndet innføring av elfly

Mange av aktørene i økosystemet rundt luftfarten mener de kan dra nytte av en grønn omstilling der ulike typer elfly i stadig større grad blir benyttet. For eksempel hevder de at elfly-satsning vil kunne bidra til å støtte opp om grønn turisme, bærekraftige arbeidsreiser og nye forretningsmuligheter for bedrifter som utvikler teknologi. Næringsaktørene tror også at elfly vil gjøre det raskere og billigere å frakte tidskritiske varer til og fra nær- og fjerntliggende områder, sammenlignet med lastebil. Representanter for mange småbyer og tettsteder som i dag har kortbaneflyplasser ser for seg at passasjerruter med elfly kan bidra til å gi bedre forhold for næringslivet og samfunnet der ellers, fordi det på sikt kan gi flere avganger og lavere priser på frakt av personer og varer, samt mer turisme.

I småflysegmentet, hvor små elfly vil kunne ha samme antall seter som et konvensjonelt småfly, forventer aktørene at elfly vil ha kostnadsfordeler i form av lavere energikostnader, uten at den taper skalafordeler. På korte(re) strekninger ser aktørene for seg at elfly vil kunne utgjøre en type «taxibuss», spesielt basert på elsjøfly som kan betjene byer og tettsteder nær vann og dermed gjøre elfly ekstra nyttige for blant andre forretningsreisende med høy betalingsvillighet og stramme tidsskjemaer. Det kan også åpne seg et marked for elfly «on demand» for et markedssegment med høy betalingsevne.

Aktørene tror at satsning på elfly på strekningen Bergen–Stavanger spesielt kan bidra til at luftfarten i Norge, flyselskaper og leverandørindustri, kan kapre nisjer i luftfartsmarkedet også internasjonalt. Argumentasjonen er at dette kan skje gjennom at de ulike aktørene i «økosystemet» rundt flytransporten får tidlig kompetanse og at det tidlig gjøres investeringer i ulike typer infrastruktur som senere kan oppskaleres, slik som infrastruktur for lading og vedlikehold. Aktørene mener at ulike bedrifter i området vil kunne dra nytte av samarbeid rundt teknologien som kan gi opphav til merverdiskapende klyngeeffekter.

Aktørene vi har intervjuet indikerer at de største vinnerne ved en storskala introduksjon av elfly vil være næringslivet i de regionene som har elfly-strekninger og operatørene av elfly. Hvis elfly blir betydelig subsidiert kan også deler av de reisende få lavere generaliserte kostnader, at de som allerede flyr får lavere billett-kostnader (som mer enn kompenserer for evt. økt flyreisetid) og de som kan skifte fra bil/tog/ferge/buss til fly vil i tillegg forventes å få redusert reisetid til sine destinasjoner. De gruppene som kan tape på fremskynding/subsidiering av elfly, er operatører av tog-, ferge- og busstrekninger som får konkurranse fra elfly, inkludert de som foretrekker tog/ferge/buss om rutetilbudet reduseres/fjernes. Leverandører av konvensjonelt flydrivstoff vil også møte ekstra utfordringer.

Virkemidler for fremskyndet innfasing av elfly i Norge generelt og mellom Stavanger og Bergen spesielt

For å kunne fremskynde innfasing av umodne teknologier som elflyteknologiene, vil det først måtte etableres konkrete, tidfestede, overordnede politiske målsettinger, med tilhørende konkrete strategier på nasjonalt nivå, og helst også nordisk og europeisk nivå. Slike målsettinger må evt. finnes nedfelt i styringsstrategier som Nasjonal transportplan, regjeringens klimaplaner, og den fremtidige planlagte luftfartsstrategien. På nordisk nivå kan det være nødvendig at slike målsettinger er nedfelt i planene til Nordisk ministerråd. I Norge finnes ikke, per 2021, vedtatte nasjonale mål for elektrifisering av luftfarten. En mulighet er at de norske myndighetene gjør målene som Avinor og Luftfartstilsynet allerede har foreslått, til nasjonale mål.

At det settes konkrete nasjonale mål for fremskyndet innfasing av elfly i Norge kan i seg selv være viktig for måloppnåelse nasjonalt. Men det vil sannsynligvis gi et sterkt politisk pådytt om de nordiske regjeringene *sammen* lager felles mål og strategier for elektrifisering av luftfarten enn om kun ett av landene gjør det. Dersom de nordiske landene kan vise til en fremskyndet innfasing av elektrisk luftfart, så kan det forventes å inspirere til å sette tilsvarende mål om elektrisk luftfart på EU-nivå.

Fremskyndet satsning på elfly krever blant annet at det må lønne seg bedriftsøkonomisk for flyselskapene å operere elfly, og at produsentene av elektriske passasjerfly føler seg sikre på at det er et framtidig marked for dem, slik at de satser de ressursene som skal til for å gå gjennom den krevende prosessen å få elflyene sertifisert og utvikle teknologien videre etter sertifiseringen.

Norsk elbilpolitikk har vist at betydelige avgiftsfritak (subsidiert) kan bidra til å fremskynde bruken av batteribaserte alternativer. Økonomiske virkemidler for å *støtte driften* av elfly kan inkludere at elflyene fritas fra avgifter som passasjeravgift, startavgift og landingsavgift på norsk, nordisk og eventuelt også europeisk nivå i en innfasingsperiode frem til 2040. Fritak for merverdiavgift (MVA) på billetter for nullutslippsfly til 2040 er et annet tiltak som informantene mente at ville være viktig.

Økonomiske virkemidler som *støtter opp om anskaffelser* av elfly kan ligge i at staten, via Enova⁵³, Innovasjon Norge eller andre, gir støtte til kjøp av nye elfly, eller eventuelt kjøper nye elfly og låner dem ut til flyselskapene. Dette kan være løsninger som gjør det enklere for flyselskapene å satse på denne nye teknologien i en tidlig fase.

Informantene var svært positive til *en kombinasjon av virkemidler*, slik som krav til elfly på FOT⁵⁴-ruter i kombinasjon med investeringsstøtte, restverdigarantier og økt kontraktslengde. *Ladeinfrastruktur* for batterielektriske elfly var også noe informantene mente kunne trenge økonomisk støtte, da det er en vesentlig anskaffelseskostnad å etablere slik ladeinfrastruktur på landets flyplasser.

I tillegg til støttende virkemidler, vil lønnsomheten til elfly også avhenge av avgiftstrykket på konvensjonelle flytyper. En omlegging av virkemiddelapparatet for å stimulere til utvikling og bruk av lav- og nullutslippsfly kan være en anledning til å ta tak i en del av de eksisterende skjjevhetene i bruken av avgifter i luftfarten, bl.a. underbeskatningen av flygninger inn i og ut av EU-ETS området. Den norske flypassasjeravgiften for reiser ut av Europa er vesentlig lavere enn utslippskostnaden ved slike flyreiser, med gjeldende verdsetting av CO₂-utslipp, noe som gjør at lengre flyreiser favoriseres i langt større grad enn relativt korte reiser innenfor

⁵³ Slik som via deres nullutslippsfond.

⁵⁴ Betyr forpliktelse til offentlig tjenesteyting.

Europa. Dette er samfunnsøkonomisk ineffektivt. Det er med andre ord god grunn til å vurdere å øke flypassasjeravgiften for reiser ut av Europa, slik at det blir mer samsvar mellom de private insentivene og samfunnets. Anbefalingene fra rapporten *Nordic Sustainable Aviation* om å legge avgiften for reiser ut av Europa på tysk nivå (ca. 58 Euro) vil et stykke på vei bøte på denne skjevheten. Økt avgiftsinnbetaling (proveny) for bruk av konvensjonelle fly kan vurderes brukt til finansiering av virkemidler for å stimulere til lav- og nullutslippsfly, for eksempel gjennom et klimafond (ideelt sett på nordisk nivå). Øremerking av avgifter til å stimulere fram grønne teknologier kan bidra til at aksepten for avgifter øker (Bruvoll & Lindhjem, 2021; Grimsrud et al., 2019).

Et norsk/nordisk klimafond for elfly og andre former for lav- og nullutslippsluftfart kan organiseres på ulike vis. Det kan også være fristilt fra eksisterende institusjoner, dvs. være uavhengig. Midlene i fondet kan brukes til å utvikle ulike klimaløsninger i luften, det være seg gjennom betaling av differansen mellom konvensjonelt flydrivstoff og avansert biodrivstoff/e-fuels, eller gjennom en satsning på elektrifisering. Fondet vil også kunne brukes til å stimulere til forskning og innovasjon for redusert klimagassutslipp fra luftfarten og evt. også støtte den omliggende næringsaktiviteten til flytransporten. Fondet kunne også brukes til å finansiere et innovasjonssenter for elfly, som Avinor, Luftfartstilsynet, SINTEF og Norsk Industri har foreslått, og fondet og senteret kunne trekke på kunnskap fra hverandre og gi synergier.

Anbefalinger

Gitt at norske myndigheter ønsker å satse på fremskyndet innføring av elfly i Norge, så kan følgende punkter være relevante:

- **Nasjonale mål** for utslippskutt i luftfartssektoren og for innføring av nullutslippsfly vil gi den viktigste politiske rammen for å fremskynde omstillingen. Målsettingene foreslått av Avinor og Luftfartstilsynet (2020) kan danne utgangspunkt for slike nasjonale mål.
- Hvis den planlagte luftfartsstrategien signaliserer at **CO₂-avgiften** for innenriks luftfart skal fortsette å stige etter 2030, i takt med en karbonprisbane nødvendig for å overholde Parisavtalen, så vil det styrke luftfartens eget incitament for omstilling.
- En annen vridning til fordel for elflyenes konkurransekraft er **fritak for flypassasjeravgift for nullutslippsfly** over en lengre periode. Avgiften er dessuten delvis motivert av klimahensyn. Detaljreguleringen av dette (inkludert hvordan man skal holde seg innenfor reglene om offentlig støtte) må utredes nærmere.
- Nasjonal verdsetting av klimagassutslipp taler dessuten for å (gjeninnføre og) **øke flypassasjeravgiften for flygninger ut av Europa for konvensjonelle fly**, slik at billettprisen bedre skal sammenfalle med CO₂-kostnadene som påføres (slik det i større monn har vært for flygninger innen Europa, før pandemien). Dette er for øvrig også anbefalt i *Nordic Sustainable Aviation*.
- Det kan vurderes om provenyet fra flypassasjeravgiften skal brukes til å finansiere et **klimafond** for luftfart, enten nasjonalt eller kanskje helst på nordisk nivå. Et slikt fond vil kunne brukes til å støtte de tiltakene som gir mest utslippskutt og teknologiutvikling for pengene. Dette kan være innen biodrivstoff, elektrifisering, herunder støtte til både anskaffelse og drift, samt forskning og utvikling. Det kan også inkludere et innovasjonssenter for elfly. Detaljreguleringen av dette måtte evt. utredes nærmere.

- Offentlig **støtte til utbygging av ladeinfrastruktur** for elfly på norske flyplasser gir nettverksfordeler, så det er også relevant å vurdere som tiltak for å fremskynde innfasingen. Detaljreguleringen av dette må evt. utredes nærmere.
- Et annet element er de **utslippskravene som luftfartsmyndighetene setter for FOT-rutene**; der strenge krav kan påvirke innfasingstempoet av ny teknologi. Luftfartsmyndighetene bør grundig følge opp erfaringene som gjøres med ny teknologi. Detaljreguleringen av dette må evt. utredes nærmere.
- Vi finner at fremskyndet innfasing av elfly gjennom en vellykket demonstrasjonscase for strekningen Bergen–Stavanger forventes å ha en positiv nytteeffekt, jfr. kap. 8. Det kan tale for **offentlig støtte for en slik demonstrasjonscase**, blant annet offentlig finansiering av ladeinfrastrukturen.

Referanser

- Aircontact Group. (2020). *Sustainable Nordic Aviation* [Interview].
- Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational behavior and human decision processes*, 50(2), 179-211.
- Alcock, C. (2021, 1. juli 2021). Eviation unveils redesigned Alice electric aircraft as first flight approaches. *Future Flight*. <https://www.futureflight.aero/news-article/2021-07-01/eviation-unveils-redesigned-alice-electric-aircraft-first-flight-approaches>
- Alvik, S. & Bakken, B. E. (2020). *The Global Effect of Norway's EV Policy*. DNV GL. <https://eto.dnvgl.com/2019/norway-ev-policy#quick-insight>
- Amsterdam economics & CE Delft. (2019). *Taxes in the Field of Aviation and their impact*. European Commission.
- Arendalsuka. (2021). *Utslippsfri luftfart - Norge som arena og tyngdepunkt*. Hentet 12. august fra <https://program.arendalsuka.no/event/view/16720>
- Aura Aero. (2021). *Who we are*. Hentet 22. september fra <https://aura-aero.com/en/#who-we-are>
- Avinor. (2020). *Reisevaner på fly 2019*. <https://avinor.no/contentassets/b3f78317709344549da26fa3ebda6977/avinor-reisevaneundersokelsen-2019.pdf>
- Avinor. (2021). *Års- og bærekraftsrapport 2020*. <https://avinor.no/globalassets/konsern/om-oss/rapporter/avinor-ars-og-barekraftsrapport-2020.pdf>
- Avinor, LO, NHO Luftfart, Norwegian, SAS & Widerøe. (2021). *Program for økt produksjon og innføring av bærekraftig flydrivstoff*. Avinor. https://avinor.no/globalassets/100505_avinor_barekraftig_flydrivstoff_screen.pdf
- Avinor & Luftfartstilsynet. (2020). *Forslag til program for introduksjon av elektrifiserte fly i kommersiell luftfart*. Avinor
- Civil Aviation Authority, https://www.regjeringen.no/contentassets/048b277dfe9d4e76a059b0796bbe8b52/200305_rapport-elektrifiserte-fly-i-kommersiell-luftfart_final.pdf
- Berg-Hansen, I. (2021, 2. september). *Intervju til Fremskyndet innføring av elfly i Norge* [Interview].
- Berge, F. (2021a, 27. august 2021). - Midt i blinken for Sparebanken Vest. *Elflyportalen*. <https://www.elflyportalen.no/nyheter/midt-i-blinken-for-sparebanken-vest/>
- Berge, F. (2021b, 2. september 2021). - Vi kan få en eksponensiell flyvekst. *Elflyportalen*. <https://www.elflyportalen.no/nyheter/vi-kan-faa-en-eksponensiell-elflyvekst/>
- BloombergNEF. (2020). *Electric Vehicle Outlook 2020*. Bloomberg New Energy Finance. <https://about.bnef.com/electric-vehicle-outlook/>
- Bruvoll, A. & Lindhjem, H. (2021). *Sett Pris På Klimaet - Økt Aksept For Avgifter Som Virker* (MENON-PUBLIKASJON NR. 1/2021, Issue. MENON-PUBLIKASJON NR. 1/2021. <https://www.menon.no/wp-content/uploads/2021-01-Sett-pris-p%C3%A5-klimaet-%C3%B8kt-aksept-for-avgifter-som-virker-2.pdf>
- Bråthen, S., Thune-Larsen, H., Mork, A. G. & Laingen, M. (2021). *Kjøp av flyruter på rutestrekningene i Troms og Finnmark og mot Nordland fra 1. april 2022*. Møreforskning.

- Budalen, A., Rørstad, O. M., Fallmyr, S. S. & Skelvik, S. (2021, 11. mars 2021). Dette elflyet fra Rolls-Royce kan være i lufta i Norge om fem år. NRK. <https://www.nrk.no/nordland/wideroe-satser-pa-elfly-fra-rolls-royce--kan-vaere-i-lufta-pa-norske-flyplasser-i-2026-1.15413067>
- Carrol, S. G. (2021, 6. juli 2021). Sky no lopnger the limit for aviation taxes. *EurActiv*. <https://www.euractiv.com/section/transport/news/sky-no-longer-the-limit-for-aviation-taxes/>
- Carson, R. T. & Groves, T. (2007). Incentive and informational properties of preference questions. *Environmental and Resource Economics*, 37(1), 181-210.
- CityNews. (2019, 27. mars 2019). Harbour Air set to be World's first all-electric airline. *CityNews*. <https://www.youtube.com/watch?v=VpDFUrI2kJg>
- Clean Sky. (2021). *Clean Sky 2 Budget*. Hentet 15 September fra <https://www.cleansky.eu/clean-sky-2-budget>
- Dalløkken, P. E. (2019, 12. april 2019). OSM Aviation legger inn tidenes største elfly-bestilling. *Teknisk Ukeblad*. <https://www.tu.no/artikler/osm-aviation-legger-inn-tidenes-storste-elfly-bestilling/462987>
- De grønne øyene. (2021). *De grønne øyene*. Hentet 27. september fra <https://degronneoyene.no/>
- Deloitte. (2021). *Europe's future aviation landscape – The potential of zero-carbon and zero-emissions aircraft on intra-European routes by 2040*. <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/nl/Documents/consumer-business/deloitte-nl-future-of-mobility-europe-future-aviation-landscape-2040.pdf>
- Direktoratet for Økonomistyring. (2018). *Veileder i samfunnsøkonomiske analyser*. D. f. Økonomistyring. <https://dfo.no/filer/Fagomr%C3%A5der/Utredninger/Veileder-i-samfunnsokonomiske-analyser.pdf>
- DNV GL. (2020). *Energy Transition Norway 2020 - A national forecast to 2050*. <https://www.dnvgl.no/publications/energy-transition-norway-2020-189169>
- DNV GL. (2021). *Analyse av lav- og nullutslippsløsninger for buss, ferge og hurtigbåt i Nordland*. <https://www.nfk.no/f/p1/i206c8b5f-d870-47ab-86c9-5e4574c36724/rapport-dnv-gl-analyse-av-lav-og-nullutslippslosninger-i-nordland.pdf>
- EASA. (2020). *Updated analysis of the non-CO₂ climate impacts of aviation and potential policy measures pursuant to EU Emissions Trading System Directive Article 30(4)*. European Commission. https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:7bc666c9-2d9c-11eb-b27b-01aa75ed71a1.0001.02/DOC_1&format=PDF
- Elfly AS. (2020, 14. august 2020). Elfly AS - Høring - forslag til program for introduksjon av elektrifiserte fly i kommersiell luftfart. I. Elfly AS.
- Ellingsen, L. & Hung, C. (2018). Research for TRAN Committee—Resources, energy, and lifecycle greenhouse gas emission aspects of electric vehicles. *Policy Department for Structural and Cohesion Policies, European Parliament, Brussels*.
- Elnett21. (2020, 28 May 2020). Bygger kapasitet for å lagre strøm. I. Elnett21. <https://www.elnett21.no/>
- Enova. (2021). *Klimavennlig teknologi*. Hentet 20. september fra <https://www.enova.no/bedrift/innovasjon-og-klimateknologi/>
- Epland, J. & Kirkeberg, M. (2002). Hvor stor var din inntekt i fjor? Inntekt oppgitt i intervju og på selvangivelsen [What was your income last year? Self-reported and tax record income]. *Samfunnsspeilet*, 6, 2002.
- Equator Aircraft. (2021). *Aerospace R&D Projects*. Equator Aircraft. Hentet 31. august fra <https://equatoraircraft.com/r%26d-projects.html>

- Eriksen, B. B. (2021, 15. juni 2020). Vestland satsar på miljøvennlege fly. *Vestland Fylkeskommune*. <https://www.vestlandfylke.no/nyheitsarkiv/2020/vestland-satsar-pa-miljoevennlege-fly/>
- Europakommisjonen. (2014). G. Technology readiness levels (TRL). I. Europakommisjonen. https://ec.europa.eu/research/participants/data/ref/h2020/wp/2014_2015/annexes/h2020-wp1415-annex-g-trl_en.pdf
- Europakommisjonen. (2021). *Proposal for a Council Regulation establishing Joint Undertakings under Horizon Europe* Europakommisjonen. file:///I:/%C3%98L-AVD/4984%20ElFly/Litteratur/EU%20dokumenter/European%20Partnership%20for%20Clean%20Aviation.pdf
- European Commission. (2020). *Sustainable and Smart Mobility Strategy*. E. Commission. https://ec.europa.eu/transport/themes/mobilitystrategy_en
- European Commission. (2021a). *European Partnership for Clean Aviation*. Hentet 15. september fra https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/11904-European-Partnership-for-Clean-Aviation_en
- European Commission. (2021b, 14. juli 2021). Proposal for a council directive restructuring the Union framework for taxation of energy products and electricity. I. https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/revision_of_the_energy_tax_directive_0.pdf
- European Council & Council of the European Union. (2021). *Fit for 55*. Hentet 20. september fra <https://www.consilium.europa.eu/en/policies/eu-plan-for-a-green-transition/>
- Eurostat. (2021). *Statistics Explained - Electricity price statistics*. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Electricity_price_statistics
- Farstad, E., Haukeland, J. V., Veisten, K. & Denstadli, J. M. (2018). *Velferdsverdien av private flyreiser til utlandet*. Transportøkonomisk institutt. <https://www.toi.no/publikasjoner/velferdsverdien-av-private-flyreiser-til-utlandet-article34951-8.html>
- Figenbaum, E., Ydersbond, I. M., Amundsen, A. H., Pinchasik, D. R., Thorne, R. J., Fridstrøm, L. & Kolbenstvedt, M. (2019). *360 degree analysis of the potential for zero-emission vehicles* (TØI Report 1744/2019)
-). (TØI Report 1744/2019, Issue. T. R. 1744/2019. <https://www.toi.no/publikasjoner/360-graders-analyse-av-potensialet-for-nullutslippskjoretøy-article35999-8.html>
- Finansdepartementet. (2014). *Rundskriv R-109/14: Prinsipper og krav ved utarbeidelse av samfunnsøkonomiske analyser mv*. Finansdepartementet. https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/fin/vedlegg/okstyring/rundskriv/faste/r_109_2014.pdf
- Finansdepartementet. (2020). *Prop. 1 LS (2020–2021): FOR BUDSJETTÅRET 2021: Skatter, avgifter og toll 2021*. Finansdepartementet. <https://www.regjeringen.no/contentassets/d2e227f7a0e842e2946a8f8f95cb65db/no/pdfs/prp202020210001s0dddpdfs.pdf>
- Fischer, S. (2014). *The EU's New Energy and Climate Policy Framework for 2030* [Comment]. German Institute for International and Security Affairs. https://www.swp-berlin.org/fileadmin/contents/products/comments/2014C55_fis.pdf
- Fleming, G. G. & Lépinay, I. d. (2019). *Environmental Trends in Aviation to 2050*. Aviation and Environmental Outlook. . ICAO.
- Flügel, S., Halse, A., Hulleberg, N., Jordbakke, G., Veisten, K., Sundfør, H. & Kouwenhoven, M. (2020). *Verdsetting av reisetid og tidsavhengige faktorer. Dokumentasjonsrapport til Verdsetningsstudien 2018-2019 [TØI-rapport 1762/2020]*. <https://www.toi.no/publikasjoner/verdsetting-av-reisetid-og-tidsavhengige-faktorer-dokumentasjonsrapport-til-verdsetningsstudien-2018-2019-article36266-8.html>

- Fridstrøm, L. (2020). *Prisen på CO₂-utslipp i veitrafikken* (TØI rapport 1794/2020, Issue. <https://www.toi.no/publikasjoner/prisen-pa-co2-utslipp-i-veitrafikken-article36528-8.html>
- Föreningen Svenskt Flyg & Fossilfritt Sverige. (2018). *Färdplan för fossilfri konkurrenskraft Flygbranschen*. Föreningen Svenskt Flyg,
- Fossilfritt Sverige. http://fossilfritt-sverige.se/wp-content/uploads/2018/04/ffs_flygbranschen.pdf
- FAA. (2017, 5. september 2017). New Certification Rule for Small Airplanes Becomes Effective. I. Federal Aviation Administration. <https://www.faa.gov/newsroom/new-certification-rule-small-airplanes-becomes-effective>
- Gates, D. (2021, 1 July 2021). All-electric commuter plane will fly this year, Arlington-based startup says. *The Seattle Times*. <https://www.seattletimes.com/business/boeing-aerospace/all-electric-commuter-plane-will-fly-this-year-arlington-based-startup-says/>
- Geels, F. W., Sovacool, B. K., Schwanen, T. & Sorrell, S. (2017). Sociotechnical transitions for deep decarbonization. *Science (New York, N.Y.)*, 357(6357), 1242-1244. <https://doi.org/10.1126/science.aao3760>
- Gerdes, J. (2021, 21. mai 2021). Zero-emission, all-electric flight is closer than you think. *Energy Monitor*. <https://energymonitor.ai/sector/transport/zero-emission-all-electric-flight-is-closer-than-you-think>
- Grimsrud, K., Sem, I. V., Lindhjem, H. & Rosendahl, K. E. (2019). Preferanser for Grønn skattekommissjons foreslåtte avgifter på rødt kjøtt og veitrafikk. *Samfunnsøkonomen*, 133(2), 40-53.
- Gössling, S. & Humpe, A. (2020). The global scale, distribution and growth of aviation: Implications for climate change. *Global Environmental Change*, 65, 102194.
- Halse, A. & Fridstrøm, L. (2018). Jakten på den forsvunne lønnsomhet. Om norske veiprosjekters manglende samfunnsøkonomiske avkastning. *TØI-rapport*, 1630, 2018.
- Hanano, E. J. H. (2019). Green for Take Off - Inside the Electric Airplane Industry. I. <https://www.toptal.com/finance/market-research-analysts/electric-airplanes>
- Harbour Air. (2019, 10. desember 2019). Harbour Air and magniX Announce Successful Flight of World's First Commercial Electric Airplane. <https://www.harbourair.com/harbour-air-and-magnix-announce-successful-flight-of-worlds-first-commercial-electric-airplane/>
- Heart Aerospace. (2021a). *Frequently Asked Questions*. Hentet 22. september fra <https://heartaerospace.com/faq/>
- Heart Aerospace. (2021b). *Our goal is to have Heart ES-19 certified for commercial operation by 2026*. Hentet 16. september fra <https://heartaerospace.com/about/>
- Huppmann, D., Kriegler, E., Krey, V., Riahi, K., Rogelj, J., Rose, S. K., Weyant, J., Bauer, N., Bertram, C., Bosetti, V., Calvin, K., Doelman, J., Drouet, L., Emmerling, J., Frank, S., Fujimori, S., Gernaat, D., Grubler, A., Guivarch, C., Haigh, M., Holz, C., Iyer, G., Kato, E., Keramidas, K., Kitous, A., Leblanc, F., Liu, J.-Y., Löffler, K., Luderer, G., Marcucci, A., McCollum, D., Mima, S., Popp, A., Sands, R. D., Sano, F., Strefler, J., Tsutsui, J., Van Vuuren, D., Vrontisi, Z., Wise, M. & Zhang, R. (2018). *LAMC 1.5°C Scenario Explorer and Data hosted by ILASA*. <https://doi.org/10.22022/SR15/08-2018.15429>
- ICAO. (2019). Electric, Hybrid, and Hydrogen Aircraft – State of Play *IClimate Change Mitigation: Technology and Operations*. ICAO. https://www.icao.int/environmental-protection/Documents/EnvironmentalReports/2019/ENVReport2019_pg124-130.pdf
- ICAO. (2020). *Frequently Asked Questions - A selection of Frequently Asked Questions (FAQs) on CORSIA and related responses is available for download here*. <https://www.icao.int/environmental-protection/CORSIA/Pages/CORSIA-FAQs.aspx>

- Innovasjon Norge. (2021). *Nasjonal reiselivsstrategi 2030*. Innovasjon Norge.
https://assets.simpleviewcms.com/simpleview/image/upload/v1/clients/norway/Nasjonal_Reiselivsstrategi_original_ny_cad86af3-d2e9-486d-9c4e-7d1e7709ca32.pdf
- Interreg.no. (2020). *Green Flyway*. Hentet 12 May fra <https://interreg.no/prosjektbank/green-flyaway/>
- Intervju Avinor og Luftfartstilsynet. (2021, 9. september 2021). *Intervju til Fremskyndet innføring av elfly* [Interview].
- Intervju Elfly AS. (2021, 30. august 2021). *Intervju til Fremskyndet innføring av elfly* [Interview].
- Intervju NHO Luftfart. (2021, 31. august 2021). *Intervju til Fremskyndet innføring av elfly* [Interview].
- Intervju Norwegian. (2021, 8. september 2021). *Intervju Fremskyndet innføring av elfly* [Interview].
- Intervju Næringsforeningen i Stavangerregionen. (2021, 31. august 2021). *Intervju til Fremskyndet innføring av elfly* [Interview].
- Intervju Rolls-Royce. (2021, 3. september 2021). *Intervju til Fremskyndet innføring av elfly* [Interview].
- Intervju Widerøe. (2021, 1. september 2021). *Intervju til fremskyndet innføring av elfly* [Interview].
- Intervju Zero. (2021, 8. september 2021). *Intervju til Fremskyndet innføring av elfly* [Interview].
- Intervjuer. (2021, 9. september 2021). *Intervjuer til Fremskyndet innføring av elfly* [Interview].
- IPCC. (1999). *IPCC Special Report. Aviation and the Global Atmosphere. Summary for Policymakers*. Intergovernmental Panel on Climate Change. <https://archive.ipcc.ch/pdf/special-reports/spm/av-en.pdf>
- IPCC. (2018). *Global Warming of 1.5 °C*. <http://www.ipcc.ch/report/sr15/>
- Johnsen, M. (2021, 3. september 2021). Widerøe: – Ønsker Lofoten elfly fra 2026? *Lofotposten*. <https://www.lofotposten.no/wideroe-onsker-lofoten-elfly-fra-2026/s/5-29-743323>
- Justin, C. Y., Payan, A. P., Briceno, S. I., German, B. J. & Mavris, D. N. (2020, 2020). Power optimized battery swap and recharge strategies for electric aircraft operations. I. Daniel Guggenheim School of Aerospace Engineering, Georgia Institute of Technology. https://smartech.gatech.edu/bitstream/handle/1853/62551/JUSTIN_AIRCRAFT_BATTERY_SWAP_TRANSPORTATION_RESEARCH_SUBMISSION.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Kalwani, M. U. & Silk, A. J. (1982). On the reliability and predictive validity of purchase intention measures. *Marketing Science*, 1(3), 243-286.
- Kaminski-Morrow, D. (2021, 22 March 2021). France's Aura Aero unveils 19-seat electric aircraft development plan. *FlightGlobal*. <https://www.flightglobal.com/aerospace/frances-aura-aero-unveils-19-seat-electric-aircraft-development-plan/142991.article>
- Kamp, L. M., Smits, R. E. H. M. & Andriess, C. D. (2004). Notions on learning applied to wind turbine development in the Netherlands and Denmark. *Energy Policy*, 32(14), 1625-1637. [https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/S0301-4215\(03\)00134-4](https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/S0301-4215(03)00134-4)
- Keane, K. (2021, 12. august 2021). Scotland's first electric-powered aircraft begins Orkney test flights. *BBC*. <https://www.bbc.com/news/uk-scotland-north-east-orkney-shetland-58177865>
- Kim, H. C., Wallington, T. J., Arsenault, R., Bae, C., Ahn, S. & Lee, J. (2016). Cradle-to-gate emissions from a commercial electric vehicle Li-ion battery: a comparative analysis. *Environmental science & technology*, 50(14), 7715-7722.
- KLD. (2020). *Klimaplan for 2021-2030*. Klima- og miljødepartementet. <https://www.regjeringen.no/contentassets/a78ecf5ad2344fa5ae4a394412ef8975/nn-no/pdfs/stm202020210013000dddpdfs.pdf>

- Klima- og Miljødepartementet. (2019). *Norway's National Plan related to the Decision of the EEA Joint Committee* N. M. o. C. a. Environment. <https://www.regjeringen.no/contentassets/31a96bc774284014b1e8e47886b3fa57/norways-national-plan-related-to-the-decision-of-the-eea-joint-committee-no.-269-2019-of-25-october-2019.pdf>
- Klima- og Miljødepartementet. (2021). *Klimaplan for 2021-2030*. Klima- og Miljødepartementet. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-13-20202021/id2827405/>
- Krein, A. (2021, 31. august 2021). Clean Aviation is gearing up for take-off. *EurActiv*. <https://www.euractiv.com/section/aviation/news/clean-aviation-is-gearing-up-for-take-off/>
- Kriström, B. (1990). A non-parametric approach to the estimation of welfare measures in discrete response valuation studies. *Land economics*, 66(2), 135-139.
- Lattanzio, R. K. & Clark, C. E. (2020). *Environmental Effects of Battery Electric and Internal Combustion Engine Vehicles*.
- Lewis, J. I. & Wisner, R. H. (2007). Fostering a renewable energy technology industry: An international comparison of wind industry policy support mechanisms. *Energy Policy*, 35(3), 1844-1857. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2006.06.005>
- Lian, J. I., Thune-Larsen, H. & Draagen, L. (2010). *Evaluering av anbudsordningen for regionale flyruter*. Transportøkonomisk institutt.
- Lindquist, A. (2020, 8 December 2020). EU-rapport om kondensstriper: CO2 utgjør bare en tredjedel av flyets klimapåvirkning. *Ingeniøren*. <https://www.tu.no/artikler/eu-rapport-om-kondensstriper-co2-utgjor-bare-en-tredjedel-av-flyets-klimapavirkning/503705?key=U9hZ3cQT>
- Lorentzen, M. (2019a, 6. mai 2019). Sola lufthavn skal være klar for elfly fra 2022. *E24*. <https://e24.no/olje-og-energi/i/wPn1QM/sola-lufthavn-skal-vaere-klar-for-elfly-fra-2022>
- Lorentzen, M. (2019b, 22. juni 2019). Widerøe-topp er på elfly-jakt i Paris: – Å bestille nye «fossilfly» i dag ville vært uansvarlig. *E24*. <https://e24.no/naeringsliv/i/awaOkE/wideroee-topp-er-paa-elfly-jakt-i-paris-aa-bestille-nye-fossilfly-i-dag-ville-vaert-uansvarlig>
- Lovdata. (2019). *Lov om endringer i klimakvoteloven (gjennomføring av ICAO CORSIA m.m.)*. <https://lovdata.no/dokument/LTI/lov/2019-06-21-53>
- Luftspportforbund, N. (2020, 14. august 2020). Høringssvar - Fra statussymbol til allemannseie - norsk luftfart i forandring. I. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/horing---nou-201922-fra-statussymbol-til-allemannseie---norsk-luftfart-i-forandring/id2683366/?uid=0541fa64-52a6-440b-a42e-e301777be25e>
- Lund, M. T., Aamaas, B., Berntsen, T. & Fuglestvedt, J. S. (2016). Luftfart og klima-En oppdatert oversikt over status for forskning på klimaeffekter av utslipp fra fly. *CICERO Report*.
- McKinsey. (2017). *A better approach to airline costs*. <https://www.mckinsey.com/industries/travel-logistics-and-infrastructure/our-insights/a-better-approach-to-airline-costs>
- McKinsey. (2020). *Hydrogen-powered aviation. A fact-based study of hydrogen technology, economics, and climate impact by 2050*. Publication Office of the European Union. https://www.euractiv.com/wp-content/uploads/sites/2/2020/06/20200507_Hydrogen-Powered-Aviation-report_FINAL-web-ID-8706035.pdf
- Miljødirektoratet. (2021). *Klimakvoter: Kvotepiktig luftfart*. <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/klima/klimakvoter/kvotepiktig-luftfart/>
- NEA. (2020). *Nordic Network for Electric Aviation*. Hentet 12 May fra <https://www.fossilfreeaviation.com/projects/nea>

- Nilsen, S. (2019, 27. september 2019). Uten elfly vil kortbanenettet være i fare. *Samferdsel*.
<https://samferdsel.toi.no/meninger/uten-elfly-vil-kortbanenettet-vare-i-fare-article34326-677.html>
- Norwegian Electric Vehicle Association. (2021). *Statistikk elbil*. Hentet 21.01.2021 fra
<https://elbil.no/elbilstatistikk/>
- Parasuraman, A. & Colby, C. L. (2015). An updated and streamlined technology readiness index: TRI 2.0. *Journal of service research*, 18(1), 59-74.
- Pedersen, O. P. (2019). Lavere bompenger i rushtrafikken – dyrere for elbilene på Jæren. *Teknisk Ukeblad*. <https://www.tu.no/artikler/lavere-bompenger-i-rushtrafikken-dyrere-for-elbilene-pa-jaeren/472854>
- Perino, G. (2018). New EU ETS Phase 4 rules temporarily puncture waterbed. *Nature Climate Change*, 8(4), 262-264.
- Ramstein, C., Dominioni, G., Ettehad, S., Lam, L., Quant, M., Zhang, J., Mark, L., Nierop, S., Berg, T. & Leuschner, P. (2019). *State and trends of carbon pricing 2019*. The World Bank.
- Rangaraju, S., De Vroey, L., Messagie, M., Mertens, J. & Van Mierlo, J. (2015). Impacts of electricity mix, charging profile, and driving behavior on the emissions performance of battery electric vehicles: A Belgian case study. *Applied Energy*, 148, 496-505.
- Regeringskanseliet. (2019). *Biojet for flyget*. Regeringskanseliet.
- Reimers, J. O. (2018). *Introduction of Electric Aviation in Norway - Feasibility study by Green Future AS*.
<https://avinor.no/contentassets/c29b7a7ec1164e5d8f7500f8fef810cc/introduction-of-electric-aircraft-in-norway.pdf>
- Reimers, J. O. (2020). *Electric Aviation in Norway - Feasibility Study by Green Future AS*. Green Future AS.
- Roland Berger. (2017). *Think:Act. Aircraft Electrical Propulsion - The Next Chapter of Aviation?* Roland Berger.
- Rolls-Royce. (2019, 28 August 2019). *Rolls-Royce and Norwegian Airline Widerøe launch joint research programme on zero-emissions aviation* [Press release]. <https://www.rolls-royce.com/media/press-releases/2019/28-07-2019-rr-and-norwegian-airline-wideroe-launch-joint-research-programme.aspx>
- Rosendahl, K. E. (2000). *Helseeffekter og samfunnsøkonomiske kostnader av luftforurensning. Luftforurensninger-effekter og verdier (LEVE)*. TA-1718/2000, Oslo: Statens Forurensningstilsyn.
- Rødseth, K. L., Wangsness, P. B., Veisten, K., Elvik, R., Høye, A. K., Klæboe, R., Thune-Larsen, H., Fridstrøm, L., Lindstad, E., Riialand, A., Odolinski, K. & Nilsson, J.-E. (2020). *Eksterne skadekostnader ved transport i Norge - Estimer av marginale skadekostnader for person- og godstransport [TØI-rapport 1704/2019]* (TØI-Rapport 1704/2019, Issue.
<https://www.toi.no/publikasjoner/eksterne-skadekostnader-ved-transport-i-norge-estimer-av-marginale-skadekostnader-for-person-og-godstransport-article35997-8.html>
[in Norwegian]
- Samferdselsdepartementet. (2019a). *Fra statussymbol til allemannseie - norsk luftfart i forandring*. Samferdselsdepartementet. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/nou-2019-22/id2680751/>
- Samferdselsdepartementet. (2019b). *Luftfart og klima*.
<https://www.regjeringen.no/no/tema/transport-og-kommunikasjon/luftfart/tiltak-for-a-reducere-klimagassutslipp/id2076453/>
- Samferdselsdepartementet. (2021a). Høring - Kartlegging av utviklingen i luftfarten etter pandemiutbruddet – innspill til luftfartsstrategi. I. Samferdselsdepartementet. Høring - Kartlegging av utviklingen i luftfarten etter pandemiutbruddet – innspill til luftfartsstrategi

- Samferdselsdepartementet. (2021b). Nasjonal transportplan 2022-2033.
<https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-20-20202021/id2839503/>
- Schäfer, A. W., Barrett, S. R., Doyme, K., Dray, L. M., Gnad, A. R., Self, R., O'Sullivan, A., Synodinos, A. P. & Torija, A. J. (2019). Technological, economic and environmental prospects of all-electric aircraft. *Nature energy*, 4(2), 160-166.
- Schäfer, A. W., Barrett, S. R. H., Doyme, K., Dray, L. M., Gnad, A. R., Self, R., O'Sullivan, A., Synodinos, A. P. & Torija, A. J. (2019). Technological, economic and environmental prospects of all-electric aircraft. *Nature Energy*, 4(2), 160-166.
<https://doi.org/10.1038/s41560-018-0294-x>
- Sigurdadottir, R. (2020, 13 December 2020). Nordic States Set Electric-Planes Pace After Green-Cars Push. *Bloomberg*. <https://www.bloomberg.com/news/articles/2020-12-13/nordic-nations-set-pace-in-electric-planes-after-green-cars-push>
- Sipilä, J., Jakobsdóttir, K., Solberg, E., Lövin, I. & Lilleholt, L. C. (2019). Declaration on Nordic Carbon Neutrality. I. <https://www.ym.fi/download/noname/%7B5CF4258D-8264-4F5C-8527-081CCBBF2AE2%7D/143425>
- Slovick, M. (2021, 19. mars 2021). EV Battery Swapping Revisited. *ElectronicDesign*.
<https://www.electronicdesign.com/markets/automotive/article/21156398/electronic-design-ev-battery-swapping-revisited>
- SNL. (2019, 11. februar 2019). Kortbaneflyplass. I *Store norske leksikon*.
<https://snl.no/kortbaneflyplass>
- SSB. (2019, 14. november 2019). *Lufttransport*. Statistisk sentralbyrå. Hentet 16. desember fra <https://www.ssb.no/flytrafikk>
- SSB. (2021, 18. juni 2021). *Befolkningens utdanningsnivå*. Hentet 23. september fra <https://www.ssb.no/utdanning/utdanningsniva/statistikk/befolkningens-utdanningsniva>
- Start Norge AS. (2020). Høringssvar fra Start Norge AS.
<https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/horing---nou-201922-fra-statussymbol-til-allemanneise---norsk-luftfart-i-forandring/id2683366/?uid=e627ce80-29ca-435f-bbb8-f0c23b3d3ffc>
- Statens vegvesen Vegdirektoratet. (2018). *Håndbok V172 Konsekvensanalyser*. S. v. Vegdirektoratet.
- Statistisk Sentralbyrå. (2021). Tabell 08510: Lufttransport. Passasjerer mellom norske lufthavner, etter fra lufthavn, til lufthavn, statistikkvariabel og kvartal. I.
- Svarstad, A., Børnes, H., Mork, R. & Hellem, A. (2019). *Lading av elektriske fly* [Høgskulen på Vestlandet/Western Norway University of Applied Sciences].
- Sørensen, P. & Whitta-Jacobsen, H. (2010). *Introducing Advanced Macroeconomics: Growth and Business Cycles 2e*. McGraw Hill.
- Thune-Larsen, H., Bråthen, S. & Mork, A. G. (2009). *Rammevilkår for flyruter fra Florø og Ørsta/Volda*. Møreforskning.
- Thune-Larsen, H. & Farstad, E. (2018). *Reisevaner på fly 2017*. Transportøkonomisk institutt.
<https://www.toi.no/publikasjoner/reisevaner-pa-fly-2017-article35098-8.html>
- Toftegaard, J. H. (2021, 7. august 2021). Høyt spenn i vingene. *Finansavisen*.
- UNCTAD. (2020). *COMMODITIES AT A GLANCE - Special issue on strategic battery raw materials*. UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT.
- Welde, M. & Nyhus, O. H. (2019). Samfunnsøkonomisk lønnsomhet i norske og svenske transportplaner-En sammenlikning av Nasjonal transportplan 2018-2029 og Nationell plan för transportsystemet 2018-2029.
- Wenar, L. (2015). *Blood oil: Tyrants, violence, and the rules that run the world*. Oxford University Press.

- WHO. (2013). Health risks of air pollution in Europe—HRAPIE project recommendations for concentration–response functions for cost–benefit analysis of particulate matter, ozone and nitrogen dioxide. *World Health Organization Report*.
- Wikipedia. (2019a). *List of busiest passenger air routes*. Hentet 18. desember fra https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_busiest_passenger_air_routes#Europe
- Wikipedia. (2019b, 12. juli 2019). *Namsos lufthavn*. Wikipedia. Hentet 19. desember fra https://no.wikipedia.org/wiki/Namsos_lufthavn
- Wikipedia. (2021). *Kåre Willoch's regjering*. https://no.wikipedia.org/wiki/K%C3%A5re_Willoch's_regjering#cite_ref-3
- WSDOT. (2019). *Electric Aircraft Working Group Report*. Washington State Department of Transportation. <https://www.wsdot.wa.gov/sites/default/files/2019/07/15/ElectricAircraftWorkingGroupReport-June2019.pdf>
- Ydersbond, I. M., Kristensen, N. B. & Thune-Larsen, H. (2020). *Nordic Sustainable Aviation*. Nordic Energy Research. <https://www.nordicenergy.org/article/common-initiatives-can-make-nordic-aviation-significantly-more-sustainable/>
- Zayat, K. A., Dray, L. & Schäfer, A. (2017). *A First-Order Analysis of Direct Operating Costs of Battery Electric Aircraft*. 21st ATRS World Conference, Antwerp, 5-8 July 2017. http://www.atrslab.org/wp-content/uploads/2017/08/ALZayat_ATRS_236.pdf
- Zero. (2020). ZEROs innspill til høring på Avinor og Luftfartstilsynets forslag til program for introduksjon av elektrifiserte fly i kommersiell luftfart. I.
- ZeroAvia. (2021, 10. august 2021). *ZeroAvia Completes First High-Power Ground Tests of New 19 Seat, Zero-Emission Aviation Powertrain System in California* <https://www.zeroavia.com/hypertrucktesting>
- Aasness, J. & Larsen, E. R. (2003). Distributional effects of environmental taxes on transportation. *Journal of Consumer Policy*, 26(3), 279-300.

Vedlegg

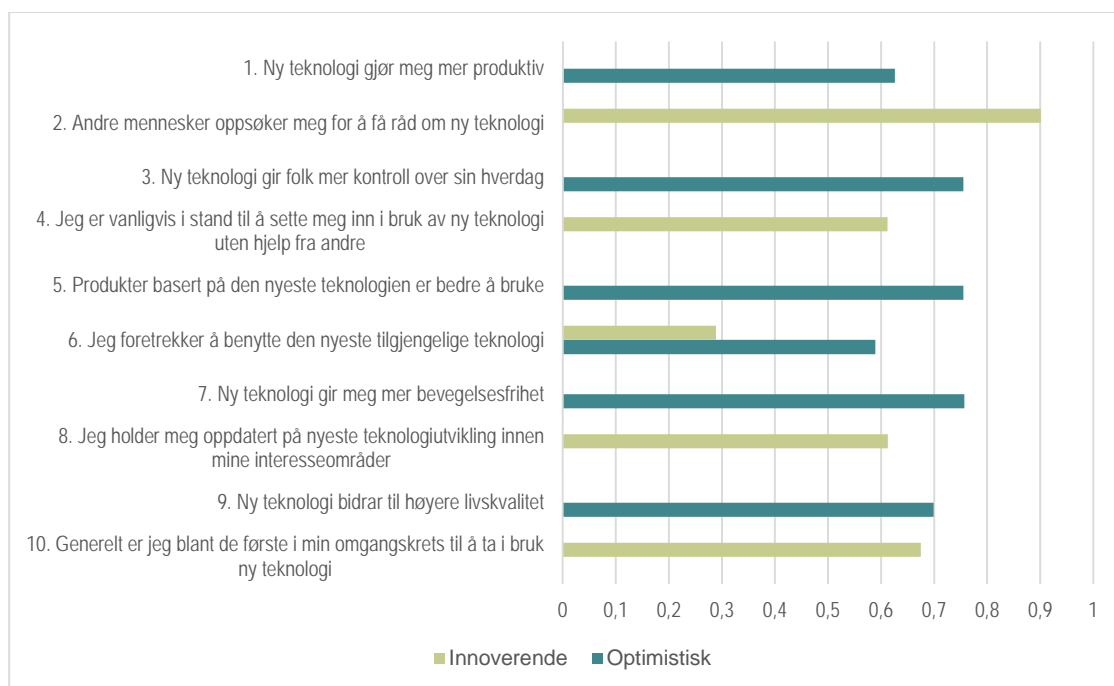
Vedlegg A – mer om de statistiske analysene

Dette appendikset til kapittel 4 vil dokumentere de mer tekniske analysene av holdningsvariablene (faktoranalysene) og av betalingsvilligheten (og kompensasjonskravet) for å velge framtidig elfly-alternativ mellom Bergen og Stavanger.

A.1 Faktoranalyser

A.1.1 Teknologi-utsagnene

Følgende figur viser hvordan de 10 utsagnene om ny teknologi fordelte seg på to hovedfaktorer, basert på en eksplorerende faktoranalyse (EFA). Dette er resultatet fra en såkalt «prinsipal-akse-faktorering» (PAF), og vi har her inkludert kun skåre-verdier høyere enn 0,25.



Figur A1.1: Teknologi-innoverende holdning og teknologi-optimistisk holdning – eksplorerende faktoranalyse (prinsipal-akse-faktorisering m/ «oblimin»-rotasjon).

Utsagnet om det å foretrekke å bruke nyeste teknologi (6) «lader» for begge dimensjoner, men de øvrige utsagnene fordeler seg enten på «teknologi-optimistisk» (1,3,5,7,9) eller

«teknologi-innoverende» (2,4,8,10).⁵⁵ Betegnelsen på de to faktorene er basert på Parasuraman og Colby (2015).

Vi kan bruke resultatet fra EFA inn i en bekreftende (konfirmerende) faktoranalyse (CFA), for vår endelige måling av de to latente variablene «teknologi-optimistisk» og «teknologi-innoverende». Følgende tabell oppsummerer resultatene fra denne.

Tabell A.1.1: Bekreftende faktoranalyse (CFA) av «teknologi-optimistisk» og «teknologi-innoverende».

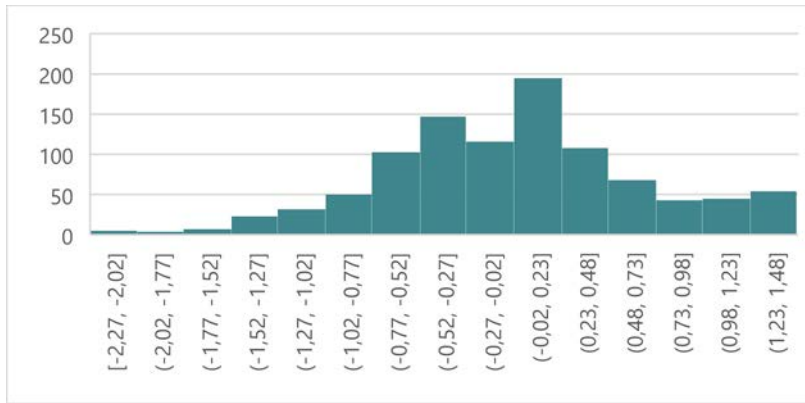
Latent variabel	Målevariabler (m/ ladninger fra EFA, PCA-varimax/PFA-oblimin i parentes)	CFI	TLI	RMSEA	SRMR	p-verdi (khi-kv.)
Teknologi-optimistisk	1 «mer produktiv» (0,691/0,626), 3 «kontroll over hverdagen» (0,763/0,755), 5 «bedre å bruke» (0,766/0,755), 7 «mer bevegelsesfrihet» (0,761/0,757), 9 «høyere livskvalitet» (0,733/0,699)	0,999	0,998	0,042	0,020	0,000
Teknologi-innoverende	2 «andre oppsøker meg for råd» (0,838/0,901), 4 «bruk uten hjelp» (0,737/0,612), 6 «foretrekker å bruke nyeste» (0,497/0,289), 8 «holder meg oppdatert» (0,714/0,613), 10 «blant de første» (0,745/0,675)	0,996	0,991	0,086	0,038	0,000

Merknad: De fem kolonnene til høyre viser ulike indekser/mål for hvor godt den latente-variabel-målemodellen passer med våre data. CFI (*comparative fit index*) og TLI (*Tucker Lewis index*) bør begge være over 0,95. RMSEA (*root mean square error of approximation*) bør være lavere enn 0,06 (men 0,08 eller endog 0,1 kan være akseptabelt), og SRMR (*standardized root mean residual*) bør være lavere enn 0,08. Khi-kvadrattesten er i dette tilfellet en test av om vår latente-variabel-modell er en «perfekt» modell – en nullhypotese som vi ikke ønsker å forkaste, så lav p-verdi, som i vårt tilfelle, er her ikke ønskelig.

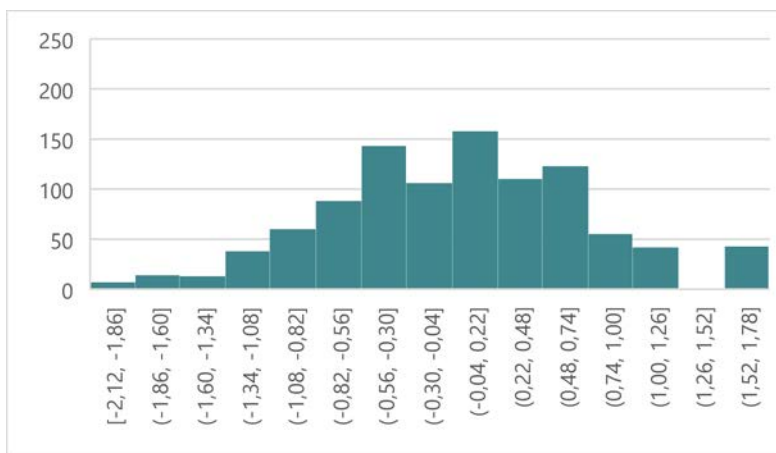
Det er stort sett gode indeksverdier for våre to latente variabler, med litt bedre for «teknologi-optimistisk» enn for «teknologi-innoverende», men vi burde hatt høyere p-verdier for khi-kvadrattesten (i høyre kolonne), i det minste høyere enn 0,05. Uansett vil vi teste disse to latente variablene fra den bekreftende faktoranalysen inn i modeller av preferansene for elfly.

De følgende to figurene viser histogram for fordelingene av de latente-variabel-verdiene «estimert» for de enkelte respondentene i utvalget.

⁵⁵ Prinsippal komponentanalyse (PAC) med «varimax»-rotasjon gir nesten samme resultat. Mens PAC vil gi ikke-korrelerte faktorer, så vil PAF med oblimin-rotasjon resultere i faktorer som kan være korrelerte.



Figur A.1.2: Teknologi-optimisme – fordelingen av latent-variabelverdi i utvalget ($n=1000$), med gjennomsnitt ≈ 0 , median ca. 0,03, og min-maks -2,27 – 1,44.



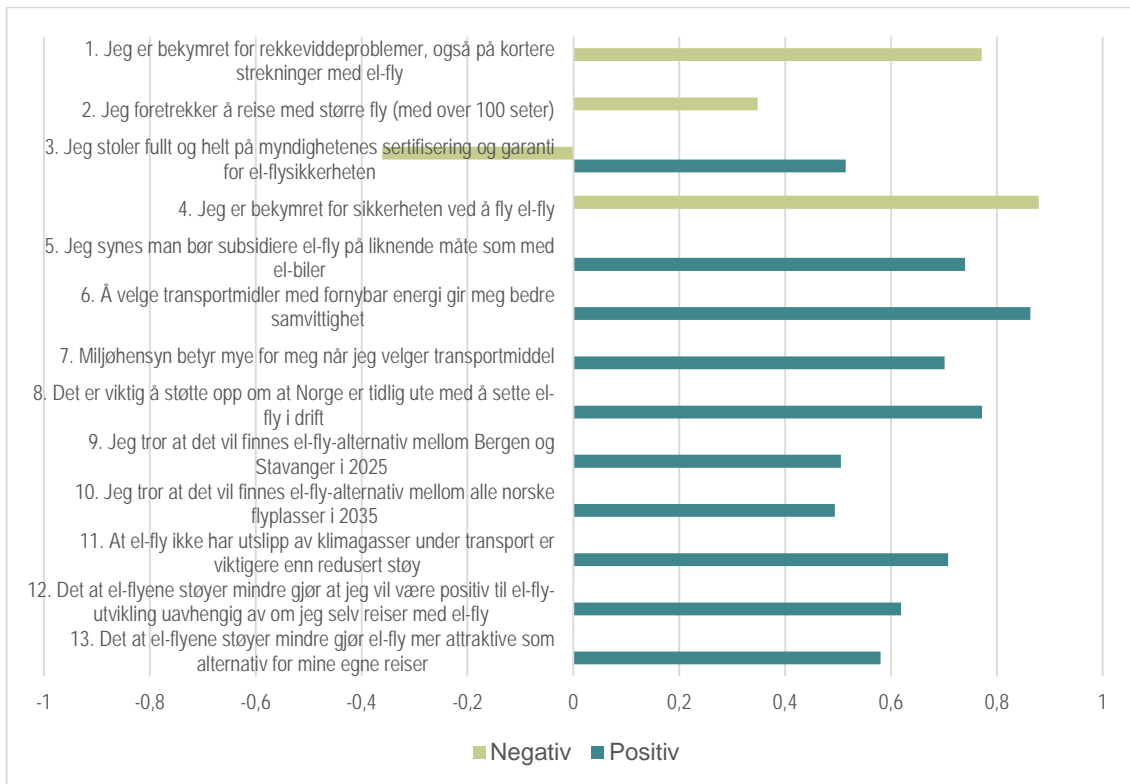
Figur A.1.3: Teknologi-innoverende – fordelingen av latent-variabelverdi i utvalget ($n=1000$), med gjennomsnitt ≈ 0 , median ca. -0,02, og min-maks -2,12 – 1,53.

De to latente variablene (fra CFA) er relativt sterkt korrelerte (Pearson korrelasjonskoeffisient lik 0,68), såpass mye at vi vil velge å ta disse inn én for én i modeller for elfly-preferansen.⁵⁶

A.1.2 Elfly-heldningsutsagnene

Følgende figur viser hvordan de tretten utsagnene om elfly-heldninger fordelte seg på to hovedfaktorer, basert på en eksplorerende faktoranalyse (EFA, med bruk av PAF). Vi har her inkludert kun skåre-verdier høyere enn 0,3.

⁵⁶ De tilsvarende faktorene fra EFA er har Pearson korrelasjonskoeffisient lik 0,78. CFA-teknologi-optimisme og EFA-teknologi-optimisme har Pearson korrelasjonskoeffisient lik 0,97, og CFA-teknologi-innoverende og EFA-teknologi-innoverende har Pearson korrelasjonskoeffisient lik 0,98.



Figur A.1.4. «Negativ» og «positiv» elfly-holdning – eksplorative faktoranalyse (prinsippal-akse-faktorisering m/ «oblimin»-rotasjon).

Utsagnet om det å stole fullt og helt på myndighetenes sertifisering (3) «lader» for begge dimensjoner, med motsatt fortegn. De øvrige utsagnene fordeler seg enten på «negativ» holdning (1,2,4) eller «positiv» holdning (5-13).⁵⁷

Disse utsagnene er tatt med *ad-hoc*, og vi mangler egentlig et dypere teoretisk-empirisk grunnlag for å ta dette videre til en CFA. Vi kan bare anta, helt generelt, at holdninger om elfly vil være (sterkt) korrelert med en uttrykt intensjon om (å bruke) elfly.⁵⁸ Vi har likevel gjennomført en liten CFA-utprøving, der mange av utsagnene som ga positiv ladning for «positiv» holdning (til elfly) ble utelatt pga. svekkelse av modellindeksene. Det vi endte opp med er oppsummert i følgende tabell.

⁵⁷ Basert på faktorenes egenverdi, i EFA, så ville en med krav om egenverdi >1 fått maksimalt tre faktorer, men denne ladet ikke på andre utsagn enn de som allerede ladet på én av de to andre. PAC med varimax-rotasjon gir nesten samme resultat som PAF med oblimin-rotasjon.

⁵⁸ Det bygger på psykologisk teori om planlagt atferd Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational behavior and human decision processes*, 50(2), 179-211. , at uttrykte holdninger om noe (f.eks. elfly) ikke gir noen god prediksjon av framtidig faktisk atferd; men at holdningene vil være korrelerte med en målt atferdsintensjon (om det å bruke elfly). Atferdsintensjonen vil på sin side kunne gi en bedre prediksjon av faktisk atferd. Her er presisjonen i beskrivelsen av den framtidige atferden viktig (se f.eks. Kalwani, M. U. & Silk, A. J. (1982). On the reliability and predictive validity of purchase intention measures. *Marketing Science*, 1(3), 243-286. . I tillegg bør hypotetiske spørsmål om framtidig atferd ta hensyn til at respondenten kan ha særskilte interesser som styrer svargivingen Carson, R. T. & Groves, T. (2007). Incentive and informational properties of preference questions. *Environmental and Resource Economics*, 37(1), 181-210. , f.eks. at respondenten kan være positivt innstilt til elfly men ikke interessert i å betale mer for elfly enn for «ikke-elfly».

Tabell A.1.2: Bekreftende faktoranalyse (CFA) av «negativ» og «positiv» elfly-holdning

Faktor	Målevariabler (m/ ladninger fra EFA, PCA-varimax/PFA-oblimin i parentes)	CFI	TIL	RMSEA	SRMR	p-verdi (khi-kv.)
Negativ	1 «rekkeviddeproblemer» (0,847/0,771), 2 «foretrekker større fly» (0,568/0,348), 3 «stoler (ikke) på myndighetene» (-0,494/-0,361), 4 «bekymret for sikkerheten» (0,859/0,879)	0,998	0,994	0,070	0,031	0,000
Positiv	3 «stoler på myndighetene» (0,598/0,514), 5 «bør subsidiere» (0,757/0,740), 6 «fornybar gir bedre samvittighet» (0,829/0,863), 8 «viktig Norge tidlig ute» (0,788/0,772)	0,999	0,998	0,035	0,020	0,106

Det er stort sett gode indeksverdier for begge faktorer – «positiv» har bedre khi-kvadrat-test men «negativ» har litt bedre RMSEA.

De to faktorene (fra CFA) er (negativt) korrelerte (Pearson korrelasjonskoeffisient lik -0,47), men «positiv» og «negativ» er altså ikke i nøyaktig samme dimensjon.⁵⁹

Vi gjennomfører tester av om disse to holdningsfaktorene har signifikant sammenheng med uttrykt intensjon om å velge et framtidig elfly-alternativ.⁶⁰

A.2 Analyser av elfly-preferansene

A.2.1 «Ja» til å ville vurdere framtidig elfly som alternativ for reising mellom Bergen og Stavanger

Følgende tabell viser estimerte resultater av en logistisk regresjonsmodell av svaret på spørsmålet om de ville vurdere elfly som alternativ for reiser mellom Bergensområdet og Stavangerområdet/Jæren. I denne logistiske modellen tar svar «ja» («ja, absolutt» og «ja, antakelig») verdi lik 1 og øvrige svar tar verdi lik 0. Det er også tatt med resultater fra en tilsvarende modell der kun «ja, absolutt» tar verdi lik 1.

⁵⁹ De tilsvarende faktorene fra EFA er har Pearson korrelasjonskoeffisient lik -0,41. CFA-positiv og EFA-positiv har Pearson korrelasjonskoeffisient lik 0,93, og CFA-negativ og EFA-negativ har Pearson korrelasjonskoeffisient lik 0,99.

⁶⁰ Det blir «feil» å skulle ta inn slike elfly-holdningsfaktorer i modeller av elfly-preferanser der også andre individkarakteristika inngår, for selv om de to faktorene ikke måler en atferdsintensjon/betalingsvillighet, så vil inkludering av disse gi «for like» variabler på de to sidene i regresjonslikningen.

Tabell A.2.1: Logistiske regresjonsmodeller av «ja»-svar til at elfly vil bli vurdert som alternativ for reiser mellom Bergen og Stavanger

	«Ja» = 1	«Ja, absolutt» = 1
Nat.log. av hush.inntekt intervall-midtpkt., missing lik 0	0,04 ** (0,01)	0,02 (0,01)
Nat.log. av flyreiser Bergen–Stavanger 2019	-0,25 * (0,11)	-0,14 (0,1)
Nat.log. av flyreiser utland 2019	0,24 ** (0,09)	0,18 * (0,08)
Under 30 år	0,56 * (0,26)	0,61 ** (0,21)
Passert 50 år	-0,66 *** (0,17)	-0,42 ** (0,15)
Kvinne	-0,22 (0,16)	-0,41 ** (0,15)
Universitets- eller høyskolegrad	0,68 *** (0,16)	0,43 ** (0,15)
Arbeider minst 32 timers uke	-0,29 (0,18)	0,02 (0,16)
Tilgang til el-bil	0,4 ** (0,15)	0,39 ** (0,14)
Siste flyreise Bergen–Stavanger var en forretningsreise	0,58 * (0,24)	0,43 * (0,22)
Siste flyreise Bergen–Stavanger var en ferie-/fritidsreise	0,68 ** (0,24)	0,46 * (0,21)
Har flydd med SAS/Norwegian Bergen–Stavanger de siste to-tre år	0,49 * (0,24)	0,35 (0,22)
Konstant	-0,28 (0,3)	-1,4 *** (0,28)
Sannsynlighetsfunksjon (log L)	-540,6	-642,8
Akaikes informasjonskriterium (AIC)	1107,2	1311,5
Hosmer & Lemeshow (χ^2)	12,18 (df =8)	5,27 (df = 8)
Cox & Snell pseudo-R ²	9,9 %	7,2 %
Nagelkerke pseudo-R ²	14,3 %	9,7 %
Antall observasjoner (n)	1000	1000

Merknad: Parentesene inneholder koeffisientenes standardfeil.

Signifikansnivå, p-verdier: ***<0,001, **<0,01, *<0,05, .<0,1

Innledningsvis kan vi vurdere det slik at modellen(e) passer «tilstrekkelig» til dataene (de blir ikke forkastet med Hosmer & Lemeshow-testen, som i begge tilfeller gir ikke-signifikante khi-kvadrat-fordelingsverdier). Modellens samlede forklaringskraft er begrenset (om vi ser på pseudo-R² fra Cox & Snell og fra Nagelkerke), men dette er for så vidt normalt i samfunnsfaglig analyse. Modellen med «ja»=1 har bedre modelltilpasningsmål enn modellen med «ja, absolutt»=1, så det er førstnevnte modell vi vil vektlegge mest.

De demografiske variablene som klart skiller mht. sannsynligheten for «ja»-svar er alder og utdanning. De over 50 har lavere sannsynlighet for å vurdere elfly som et transportalternativ, sammenliknet med referansegruppen (18-49 år), mens de yngre enn 30 år har høyere sannsynlighet for å svare «ja» (sammenliknet med dem som er 30-86 år). Med universitets-/høyskoleutdanning er det også høyere sannsynlighet for ja-svar, og det samme gjelder for tilgang til el-bil. Høyere husstandsinnkomst, transformert til logaritmisk skala, øker også sannsynligheten for ja-svar.

Videre ser vi av Tabell A4.12.3 at flyreisefrekvensen har effekt på sannsynligheten for «ja» til at elfly blir vurdert som transportalternativ mellom Bergen og Stavanger. Det er lavere sannsynlighet for «ja» med økt (naturlig logaritme av) flyreisefrekvensen på strekningen, og det er høyere sannsynlighet for «ja» med økt (ln av) utenlandsreisefrekvens med fly. De som har reist med SAS/Norwegian mellom Bergen og Stavanger de siste to-tre årene har høyere sannsynlighet for ja-svar.⁶¹ Både de med forretningsreiseformål og de med fritidsreiseformål, for siste flyreise mellom Bergen og Stavanger, hadde høyere

⁶¹ I alternative modellutforminger vil vi kunne finne at de som har reist med Widerøe på strekningen har lavere sannsynlighet for ja-svar.

sannsynlighet for ja-svar (sammenliknet med de som hadde til-fra-jobb-reise eller andre reisemål, samt med de som ikke hadde reist med fly mellom Bergen og Stavanger i perioden 2019-2021). Med begrensning til «ja, absolutt»-svar, så finner at kvinner har lavere sannsynlighet for å oppgi dette svaralternativet.

A.2.2 «Ja»-svarene spørres om de velger elfly ved høyere pris – de andre spørres om de velger elfly ved lavere pris

Svargivingen på det foregående spørsmålet, om de ville vurdere elfly som et (framtidig) alternativ for reiser mellom Bergensområdet og Stavangerområdet, ble brukt til å dele utvalget i to mht. spørsmålsstillingen i de tre påfølgende spørsmålene:

- De som hadde svart «ja» («ja, absolutt» eller «ja, antakelig») ville få spørsmål om villigheten til å betale en høyere pris for elfly enn for konvensjonelt fly (720 respondenter).
- De som *ikke* hadde svart «ja» («nei, absolutt ikke», «nei, antakelig ikke», «usikker», «vet ikke») ville få spørsmål om villigheten til å velge elfly gitt at de betalte en lavere pris for elfly enn for konvensjonelt fly (280 respondenter).

Denne utvalgssplitten ble brukt i de påfølgende spørsmålene om betalingsvillighet (og «kompensasjonskrav»).

A.2.3 Betalingsvillighet (og kompensasjonskrav) for elfly per se

Analyse av valg av elfly-alternativ, med høyere pris for elfly-reise enn for reise med ikke-elfly («ekstra betalingsvillighet») – n=720

Følgende tabell oppsummerer analyser av «ja» til å betale høyere beløp for elfly enn for konvensjonelt fly (n=720). Vi har her vurdert kun svargiving mht. pris, og estimatene er basert på en (parametrisk) lineær-logistisk modell, som også sammenholdes med de estimatene vi kan utlede direkte (ikke-parametrisk) fra andelene «ja» til ulike prisøkninger.

Tabell A.2.2: Median og gjennomsnittlig ekstra betalingsvillighet for elfly-alternativ («alt annet likt») – referansepris: 1000 kr (for å reise Bergen–Stavanger med konvensjonelt fly)

	Lineær-logistisk modell for "ja" til en gitt prisøkning		Gjennomsnitt direkte fra "ja"-andelene	
	kroner	%-endring	kroner	%-endring
Prisendring	-0,0033 *** (0,0004)			
Konstant	3,27 *** (0,48)			
Median	1003 [907,1082]	0 [-0,09,0,08]		0,09
Gj.snitt	1015 [939,1086]	0,01 [-0,06,0,09]	1237	0,24
Log-likelihood	-319,1			
Likelihood-rate	106,6			
Justert McFadden pseudo-R-kvadrert	13,78 %			
Antall respondenter	720		720	

Merknad: Koeffisientenes standardfeil i parentes; konfidensintervaller (Krinisky & Robb) i hakeparentes. Signifikansnivå, p-verdier: ***<0,001, **<0,01, *<0,05, .<0,1

Mht. medianen så vil en forvente at halvparten vil man ifølge den ikke-parametriske modellen, akseptere en prisøkning for elfly som er opp til 9 % høyere enn for

konvensjonelt fly. Den gjennomsnittlige ekstra betalingsvilligheten er 24 %.⁶² (Med krav om at de som svarer «ja» også oppgir at de er «helt sikre» på sitt ja-svar, så reduseres gjennomsnittet til 17 %). Den lineær-logistiske modellen gir langt lavere estimater, median og gjennomsnitt lik 0, om vi ser på konfidensintervallene, og dette kan forklares med forskjeller i den underliggende fordelingen.

Analyse av valg av elfly-alternativ med lavere pris for elfly-reise enn for reise med ikke-elfly («kompensasjonskrav») – n=280

Følgende tabell oppsummerer analyser av «ja» til å betale lavere beløp for elfly enn for konvensjonelt fly (n=280).

Tabell A.2.3: Median og gjennomsnittlig redusert betalingsvillighet («kompensasjonskrav») for elfly-alternativ («alt annet likt») – referansepris: 1000 kr (for å reise Bergen–Stavanger med konvensjonelt fly)

	Lineær-logistisk modell for "ja" til en gitt prisøkning		Gjennomsnitt direkte fra "ja"-andelene	
	kroner	%-endring	kroner	%-endring
Prisendring	-0,0009 * (0,0004)			
Konstant	-0,31 (0,23)			
Median	-329 [-3046,122]	-1,33 [-4,05,-0,88]		
Gj.snitt	584 [387,2576]	-0,42 [-0,61,1,58]	333	-0,67
Log-likelihood	-172,3			
Likelihood-rate	5,6			
Justert McFadden pseudo-R-kvadrert	0,46 %			
Antall respondenter	280		280	

Merknad: Koeffisientenes standardfeil i parentes; konfidensintervaller (Krinsky & Robb) i hakeparentes. Signifikansnivå, p-verdier: ***<0,001, **<0,01, *<0,05, .<0,1

Ifølge den ikke-parametriske modellen er det gjennomsnittlige «kompensasjonskravet» for å velge elfly 67 % (lavere pris for elflyreise versus ikke-elflyreise). Den logistiske modellen, som har svake tilpasningsmål, gir omtrent samme punkttestimat for gjennomsnittet, men uten statistisk signifikans.

A.2.4 Betalingsvillighet (og kompensasjonskrav) for et illustrert 19-seters elfly (Heart Aerospace ES-19)

Analyse av valg av elfly-alternativ, med høyere pris for elfly-reise enn for reise med ikke-elfly («ekstra betalingsvillighet») – n=720

Følgende tabell oppsummerer analyser av (nytt) «ja» til å betale høyere beløp for elfly (n=720), etter at respondenten er blitt vist en illustrasjon av et elfly, nærmere bestemt et Heart Aerospace ES-19.

⁶² Den ikke-parametriske metoden for å beregne gjennomsnitt fra ja-andeler til ulike prisøkninger er beskrevet av Kriström (1990).

Tabell A2.4: Median og gjennomsnittlig ekstra betalingsvillighet for et illustrert 19-seters elfly-alternativ – referansepris: 1000 kr (for å reise Bergen–Stavanger med konvensjonelt fly)

	Lineær-logistisk modell for "ja" til en gitt prisøkning		Gjennomsnitt direkte fra "ja"-andelene	
	kroner	%-endring	kroner	%-endring
Prisendring	-0,0024 *** (0,0003)			
Konstant	2,64 *** (0,41)			
Median	1090 [969 , 1180]	0,09 [-0,03 , 0,18]		0,11
Gj.snitt	1119 [1034 , 1195]	0,12 [0,03 , 0,2]	1336	0,34
Log-likelihood	-396			
Likelihood-rate	82,6			
Justert McFadden pseudo-R-kvadrert	8,98 %			
Antall respondenter	720		720	

Merknad: Koeffisientenes standardfeil i parentes; konfidensintervaller (Krinsky & Robb) i hakeparentes. Signifikansnivå, p-verdier: ***<0,001, **<0,01, *<0,05, .<0,1

Medianen basert på den ikke-parametriske modellen er 11 %, mens den gjennomsnittlige ekstra betalingsvilligheten er 34 %. (Med krav om at de som svarer «ja» også oppgir at de er «helt sikre» på sitt ja-svar, så reduseres gjennomsnittet til 18 %). Den lineær-logistiske modellen gir også i dette tilfellet lavere estimater; median er lik 0 (om vi ser på konfidensintervallene), mens punkttestimatet for gjennomsnittet er 12 %.

Illustrasjonen av elflyet har fått flere til å skifte fra «ikke-ja» til «ja» til elfly-alternativet, med høyere betalingsvillighetsestimater som resultat.

Analyse av valg av elfly-alternativ med lavere pris for elfly-reise enn for reise med ikke-elfly («kompensasjonskrav») – n=280

Følgende tabell oppsummerer analyser av «ja» til å betale lavere beløp for det illustrerte 19-seters elflyet enn for konvensjonelt fly (n=280).

Tabell A.2.5: Median og gjennomsnittlig redusert betalingsvillighet («kompensasjonskrav») for et illustrert 19-seters elfly-alternativ – referansepris: 1000 kr (for å reise Bergen–Stavanger med konvensjonelt fly).

	Lineær-logistisk modell for "ja" til en gitt prisøkning		Gjennomsnitt direkte fra "ja"-andelene	
	Kroner	%-endring	kroner	%-endring
Prisendring	-0,0005 (0,0004)			
Konstant	-0,4 . (0,23)			
Median	-840 [-15.198 , 10.423]	-1,84 [-16,2 , 9,42]		
Gj.snitt	1076 [0 , 2.858.842]	0,08 [-1,26 , 84]	362	-0,64
Log-likelihood	-179,9			
Likelihood-rate	1,5			
Justert McFadden pseudo-R-kvadrert	-0,69 %			
Antall respondenter	280		280	

Merknad: Koeffisientenes standardfeil i parentes; konfidensintervaller (Krinsky & Robb) i hakeparentes. Signifikansnivå, p-verdier: ***<0,001, **<0,01, *<0,05, .<0,1

Ifølge den ikke-parametriske modellen er det gjennomsnittlige «kompensasjonskravet» for å velge elfly 64 % (lavere pris for elflyreise versus ikke-elflyreise). Den logistiske modellen, som har svake tilpasningsmål, gir høyere punkttestimat for gjennomsnittet, men uten statistisk signifikans.

A.2.5 Betalingsvillighet (og kompensasjonskrav) for et illustrert 19-seters elfly (Heart Aerospace ES-19) med 10 min. lengre flytid

Analyse av valg av elfly-alternativ, med høyere pris for elfly-reise enn for reise med ikke-elfly («ekstra betalingsvillighet») – n=720

Følgende tabell oppsummerer analyser av (nytt) «ja» til å betale høyere beløp for elfly (n=720), etter at respondenten er blitt vist en illustrasjon av et Heart Aerospace ES-19, og dessuten blitt informert om at dette elflyet vil ha 10 min. lengre flytid Bergen–Stavanger.

Tabell A.2.6: Median og gjennomsnittlig ekstra betalingsvillighet for et illustrert 19-seters elfly-alternativ med 10 min. lengre flytid – referansepris: 1000 kr (for å reise Bergen–Stavanger med konvensjonelt fly)

	Lineær-logistisk modell for "ja" til en gitt prisøkning		Gjennomsnitt direkte fra "ja"-andelene	
	kroner	%-endring	kroner	%-endring
Prisendring	-0,0026 *** (0,0003)			
Konstant	2,76 *** (0,42)			
Median	1067 [953 , 1150]	0,07 [-0,05 , 0,15]		0,10
Gj.snitt	1091 [1010 , 1162]	0,09 [0,01 , 0,16]	1309	0,31
Log-likelihood	-380,2			
Likelihood-rate	88,5			
Justert McFadden pseudo-R-kvadrert	9,96 %			
Antall respondenter	720		720	

Merknad: Koeffisientenes standardfeil i parentes; konfidensintervaller (Krinsky & Robb) i hakeparentes. Signifikansnivå, p-verdier: ***<0,001, **<0,01, *<0,05, .<0,1

Medianen basert på den ikke-parametriske modellen er 10 %, mens den gjennomsnittlige ekstra betalingsvilligheten er 31 %. (Med krav om at de som svarer «ja» også oppgir at de er «helt sikre» på sitt ja-svar, så reduseres gjennomsnittet til 17 %). Den lineær-logistiske modellen gir også i dette tilfellet lavere estimer; median er lik 0 (om vi ser på konfidensintervallene), mens punkttestimatet for gjennomsnittet er 9 %.

Det å bringe inn informasjonen om forlenget flytid har hatt en viss nedjusterende effekt på betalingsvillighetsestimatene, men effekten må vurderes som begrenset.

Analyse av valg av elfly-alternativ med lavere pris for elfly-reise enn for reise med ikke-elfly («kompensasjonskrav») – n=280

Følgende tabell oppsummerer analyser av «ja» til å betale lavere beløp for det illustrerte 19-seters elflyet, med 10 min. lengre flytid, i forhold til et konvensjonelt fly (n=280).

Tabell A.2.7: Median og gjennomsnittlig redusert betalingsvillighet («kompensasjonskrav») for et illustrert 19-seters elfly-alternativ med 10 min. lengre flytid – referansepris: 1000 kr (for å reise Bergen–Stavanger med konvensjonelt fly)

	Lineær-logistisk modell for "ja" til en gitt prisøkning		Gjennomsnitt direkte fra "ja"-andelene	
	kroner	%-endring	kroner	%-endring
Prisendring	-0,0009 * (0,0004)			
Konstant	-0,09 (0,22)			
Median	-91 [-2385 , 262]	-1,09 [-3,39 , -0,74]		
Gj.snitt	696 [465 , 2558]	-0,3 [-0,54 , 1,56]	385	-0,62
Log-likelihood	-181,2			
Likelihood-rate	6			
Justert McFadden pseudo-R-kvadrert	0,53 %			
Antall respondenter	280		280	

Merknad: Koeffisientenes standardfeil i parentes; konfidensintervaller (Krinsky & Robb) i hakeparentes. Signifikansnivå, p-verdier: ***<0,001, **<0,01, *<0,05, .<0,1

Ifølge den ikke-parametriske modellen er det gjennomsnittlige «kompensasjonskravet» for å velge elfly 64 % (lavere pris for elflyreise versus ikke-elflyreise). Den logistiske modellen, som har svake tilpasningsmål, gir litt høyere punktestimater for gjennomsnittet, men uten statistisk signifikans.

A.2.6 Om ulike flyreisesegmenter har ulik betalingsvillighet

Følgende tabell oppsummerer en sammenlikning av lineær-logistiske modeller for ulike markedssegmenter, basert på oppgitt formål for siste flyreise mellom Bergen og Stavanger. De segmentene vi har tatt ut er forretningsformål og ferie-/fritidsformål, samt den gruppen som ikke hadde reist med fly mellom de to byene i perioden 2019-21. Dette er estimater basert på det første betalingsvillighetsspørsmålet – betalingsvillighet for elfly per se.

Tabell A.2.8: Median og gjennomsnittlig ekstra betalingsvillighet for elfly-alternativ («alt annet likt») – referansepris: 1000 kr (for å reise Bergen–Stavanger med konvensjonelt fly) – flyreisesegmenter.

	Lineær-logistisk modell for "ja" til en gitt prisøkning			
	forretningsreise	ferie-/fritidsreise	ikke reist med fly 2019-21	hele utvalget
Prisendring	-0,0030 *** (0,0006)	-0,0035 *** (0,0007)	-0,0034 *** (0,0007)	-0,0033 *** (0,0004)
Konstant	3,08 *** (0,80)	3,64 *** (0,94)	3,39 *** (0,93)	3,27 *** (0,48)
Median	1022 [802,1147]	1032 [812,1147]	1004 [760,1134]	1003 [907,1082]
Gj.snitt	1037 [889,1154]	1039 [869,1150]	1013 [828,1137]	1015 [939,1086]
Log-likelihood	-113,6	-83,3	-84,4	-319,1
Bayes informasjonskriterium (BIC)	238,1	177,2	179,5	651,4
Likelihood-rate	32,0	33,9	31,5	106,6
Justert McFadden pseudo-R-kvadrert	10,80 %	14,91 %	13,74 %	13,78 %
Antall respondenter	229	195	207	720

Merknad: Koeffisientenes standardfeil i parentes; konfidensintervaller (Krinsky & Robb) i hakeparentes. Signifikansnivå, p-verdier: ***<0,001, **<0,01, *<0,05, .<0,1

Vi finner ganske like estimater for de ulike segmentene. Det er ingen statistisk signifikante forskjeller mellom median og gjennomsnittlig ekstra betalingsvillighet. Alle konfidensintervaller ligger rundt 1000 kr (0 % i ekstra betalingsvillighet).

A.2.7 Samvariasjon mellom betalingsvillighet/kompensasjonskrav, bakgrunnsvariabler og teknologiholdninger

Samvariasjon med individkarakteristika for betalingsvillighet (og kompensasjonskrav) for elfly per se

Vi har også estimert utvidede lineær-logistiske regresjonsmodeller for betalingsvillighet (og «kompensasjonskrav» der vi tok utgangspunkt i det samme settet med uavhengige variabler som i Tabell A4.12.3. Følgende tabell oppsummerer resultatene for det første betalingsvillighetsspørsmålet, om valg av elfly-alternativ *per se* (uten nærmere beskrivelse av elflyet). De to resultatkolonnene til venstre er fra modellene for de som i utgangspunktet vurderte elfly som et alternativ på strekningen Bergen–Stavanger (n=720), mens de to resultatkolonnene til høyre er fra modellene for de som i utgangspunktet *ikke* vurderte elfly som et alternativ (n=280). Som nevnt ovenfor så har vi valgt å inkludere de latente variablene, «teknologi-innoverende» og «teknologi-optimistisk», i hver sin modell.

Tabell A.2.9: Samvariasjon mellom betalingsvillighet/kompensasjonskrav for elfly-alternativ («alt annet likt») og individkarakteristika

	Valg av elfly per se – ved prisendring relativt til konvensjonelle			
	Ja til høyere pris (enn 1000 kr)		Ja til lavere pris (enn 1000 kr)	
Prisendring	-0,0033 *** (0,0004)	-0,0033 *** (0,0004)	-0,0015 *** (0,0005)	-0,0015 *** (0,0005)
Konstant	3,13 *** (0,63)	3,17 *** (0,63)	-0,53 (0,54)	-0,32 (0,55)
Ln(husstandsinntekt)	0,03 (0,02)	0,02 (0,02)	0,05 * (0,03)	0,05 * (0,03)
Under 30 år	-0,13 (0,31)	-0,14 (0,31)	0,99 * (0,46)	0,99 * (0,46)
Passert 50 år	-0,09 (0,23)	-0,09 (0,23)	-0,72 * (0,32)	-0,69 * (0,32)
Høyere utdanning	0,27 (0,24)	0,24 (0,24)	0,32 (0,29)	0,23 (0,30)
Arbeider minst 32 timers uke	-0,65 ** (0,24)	-0,65 ** (0,24)	-0,01 (0,33)	-0,01 (0,33)
Har reist med buss Bergen–Stavanger 2019-21	0,24 (0,29)	0,25 (0,29)	1,11 ** (0,43)	1,02 * (0,43)
Siste flyreise mellom Bergen og Stavanger var en tjenestereise	0,28 (0,25)	0,30 (0,25)	0,54 (0,41)	0,40 (0,42)
Har flydd med SAS/Norwegian Bergen–Stavanger 2019-21	0,10 (0,24)	0,09 (0,25)	-0,70 * (0,35)	-0,63 . (0,35)
Teknologi-innoverende	0,21 (0,1418)		-0,24 (0,2)	
Teknologi-optimistisk		0,32 * (0,15)		0,31 (0,2)
Median	1001	1000	-83	-77
Trunkert gj.sn.	996	996	283	282
Gjennomsnitt	1011	1010	416	412
Sannsynlighetsfunksjon (log L)	-312,6	-311,4	-155,1	-154,5
Bayes informasjonskriterium (BIC)	697,6	695,2	372,1	371,1
Likelihood-rate	119,6	122	40	41,1
Justert McFadden pseudo-R ²	13,11 %	13,43 %	5,14 %	5,44 %
Antall observasjoner (n)	720	720	280	280

Merknad: Parentesene inneholder koeffisientenes standardfeil.

Signifikansnivå, p-verdier: ***<0,001, **<0,01, *<0,05, .<0,1

Dette modelleringsresultatet viser relativ svake sammenhenger mellom respondentens tilkjennegitte atferdsintensjon (velge elfly-alternativ) og respondentens karakteristika.

For villigheten til å betale relativt høyere pris for elfly, har heltidssysselsetting negativt koeffisientfortegn. Utover det så finner vi kun en signifikant positiv samvariasjon med «teknologi-optimisme» (men ikke tilsvarende for «teknologi-innoverende»).

For villigheten til å velge elfly gitt relativt lavere pris, finner vi flere signifikante sammenhenger med individkarakteristika. Alder over 50 år har negativt koeffisientfortegn, mens alder under 30 år har positivt koeffisientfortegn. Ln av husstandsinnkomsten har også positivt koeffisientfortegn. Det å ha reist med buss Bergen–Stavanger de siste to-tre årene har positivt koeffisientfortegn, mens det å ha flydd med SAS/Norwegian på strekningen de siste to-tre årene har negativt koeffisientfortegn.

Samvariasjon med individkarakteristika for betalingsvillighet (og kompensasjonskrav) for et illustrert 19-seters elfly

Følgende tabell oppsummerer de tilsvarende resultatene for det andre betalingsvillighetsspørsmålet, om valg av det illustrerte 19-seters elflyet.

Tabell A.2.10: Samvariasjon mellom betalingsvillighet/kompensasjonskrav for et illustrert 19-seters elfly og individkarakteristika

	Valg av illustrert 19-seters elfly – ved prisendring relativt til konvensjonelle			
	Ja til høyere pris (enn 1000 kr)		Ja til lavere pris (enn 1000 kr)	
Prisendring	-0,0025 *** (0,0003)	-0,0025 *** (0,0003)	-0,0007 . (0,0004)	-0,0008 . (0,0004)
Konstant	2,62 *** (0,54)	2,66 *** (0,54)	0,03 (0,49)	0,25 (0,5)
Ln(husstandsinnkomst)	-0,01 (0,02)	-0,02 (0,02)	0,03 (0,02)	0,03 (0,02)
Under 30 år	0,29 (0,26)	0,28 (0,26)	0,33 (0,44)	0,31 (0,44)
Passert 50 år	0,22 (0,2)	0,23 (0,2)	-0,48 (0,29)	-0,48 (0,3)
Høyere utdanning	0,37 . (0,21)	0,34 (0,21)	-0,15 (0,27)	-0,24 (0,27)
Arbeider minst 32 timers uke	-0,41 . (0,21)	-0,42 * (0,21)	-0,30 (0,30)	-0,31 (0,30)
Har reist med buss Bergen–Stavanger 2019-21	0,24 (0,25)	0,24 (0,25)	0,21 (0,41)	0,11 (0,41)
Siste flyreise mellom Bergen og Stavanger var en tjenestereise	0,04 (0,22)	0,05 (0,22)	0,43 (0,38)	0,3 (0,38)
Har flydd med SAS/Norwegian Bergen–Stavanger 2019-21	0,14 (0,21)	0,13 (0,21)	-0,49 (0,32)	-0,41 (0,32)
Teknologi-innoverende	0,15 (0,12)		0,0004 (0,18)	
Teknologi-optimistisk		0,27 * (0,14)		0,46 * (0,19)
Median	1093	1093	-474	-398
Trunkert gj.sn.	1068	1069	314	311
Gjennomsnitt	1118	1118	798	730
Sannsynlighetsfunksjon (log L)	-388,9	-387,6	-174,5	-171,5
Bayes informasjonskriterium (BIC)	850,1	847,6	411,1	405
Likelihood-rate	96,7	99,3	12,2	18,3
Justert McFadden pseudo-R ²	8,55 %	8,84 %	-2,70 %	-1,01 %
Antall observasjoner (n)	720	720	280	280

Merknad: Parentesene inneholder koeffisientenes standardfeil.

Signifikansnivå, p-verdier: ***<0,001, **<0,01, *<0,05, .<0,1

For villigheten til å betale relativt høyere pris for det illustrerte 19-seters elflyet forblir sammenhengene de samme for det første betalingsvillighetsspørsmålet. Heltidssysseting har signifikant negativt koeffisientfortegn, men også en svak antydning til positivt fortegn for koeffisienten til høyere utdanning. Og utover det så finner vi kun en signifikant positiv samvariasjon med «teknologi-optimisme» (men ikke tilsvarende for «teknologi-innoverende»).

For villigheten til å velge elfly gitt relativt lavere pris, så bryter modelleringen for så vidt sammen (sammenliknet med første betalingsvillighetsspørsmål), spesielt fordi priskoeffisienten bare er svakt negativ. Modelltilpasningsindeksene er svært svake. Det er heller ikke lengre noen signifikante sammenhenger med individkarakteristika, bortsett fra positiv samvariasjon med «teknologi-optimisme».

Samvariasjon med individkarakteristika for betalingsvillighet (og kompensasjonskrav) for et illustrert 19-seters elfly med ca. 10 min. lengre flytid

Følgende tabell oppsummerer de tilsvarende resultatene for det tredje betalingsvillighetsspørsmålet, om valg av det illustrerte 19-seters elflyet og informasjon om at dette forventes å ha ca. 10 min. lengre flytid mellom Bergen og Stavanger.

Tabell A.2.11: Samvariasjon mellom betalingsvillighet/kompensasjonskrav for et illustrert 19-seters elfly med ca. 10 min. lengre flytid og individkarakteristika

	Valg av illustrert 19-seters elfly med 10 min. lengre flytid – ved prisendring relativt til konvensjonelle			
	Ja til høyere pris (enn 1000 kr)		Ja til lavere pris (enn 1000 kr)	
Prisendring	-0,0027 *** (0,0003)	-0,0027 *** (0,0003)	-0,0012 ** (0,0004)	-0,0013 ** (0,0004)
Konstant	2,44 *** (0,55)	2,46 *** (0,56)	0,27 (0,49)	0,52 (0,51)
Ln(husstandsinntekt)	0,01 (0,02)	0,01 (0,02)	0,01 (0,02)	0,01 (0,02)
Under 30 år	0,22 (0,27)	0,21 (0,27)	0,92 * (0,44)	0,92 * (0,45)
Passert 50 år	0,26 (0,21)	0,27 (0,21)	-0,42 (0,29)	-0,42 (0,3)
Høyere utdanning	0,49 * (0,22)	0,47 * (0,22)	-0,02 (0,27)	-0,13 (0,27)
Arbeider minst 32 timers uke	-0,30 (0,22)	-0,30 (0,22)	-0,14 (0,3)	-0,14 (0,31)
Har reist med buss Bergen–Stavanger 2019-21	0,61 * (0,25)	0,62 * (0,26)	0,25 (0,41)	0,15 (0,42)
Siste flyreise mellom Bergen og Stavanger var en tjenestereise	0,13 (0,23)	0,15 (0,23)	0,39 (0,38)	0,24 (0,39)
Har flydd med SAS/Norwegian Bergen–Stavanger 2019-21	-0,20 (0,22)	-0,21 (0,22)	-0,56 . (0,32)	-0,47 (0,33)
Teknologi-innoverende	0,13 (0,13)		-0,06 (0,18)	
Teknologi-optimistisk		0,23 (0,14)		0,51 ** (0,19)
Median	1070	1070	21	42
Trunkert gj.sn.	1052	1052	338	336
Gjennomsnitt	1090	1090	584	553
Sannsynlighetsfunksjon (log L)	-372	-371,2	-173,6	-169,9
Bayes informasjonskriterium (BIC)	816,4	814,7	409,1	401,9
Likelihood-rate	104,9	106,6	21,2	28,5
Justert McFadden pseudo-R ²	9,76 %	9,96 %	-0,21 %	1,77 %
Antall observasjoner (n)	720	720	280	280

Merknad: Parentesene inneholder koeffisientenes standardfeil.

Signifikansnivå, p-verdier: ***<0,001, **<0,01, *<0,05, .<0,1

For villigheten til å betale relativt høyere pris for det illustrerte 19-seters elflyet med ca. 10 min. lengre flytid Bergen–Stavanger, blir sammenhengene litt annerledes enn for de to første betalingsvillighetsspørsmålene. Høyere utdanning har signifikant positivt koeffisientfortegn, og det samme finner vi for det å ha reist med buss Bergen–Stavanger de siste to-tre årene. Der er ingen signifikant samvariasjon med «teknologi-optimisme» eller «teknologi-innoverende».

For villigheten til å velge elfly gitt relativt lavere pris, så er priskoeffisienten «bedre» men modelltilpasningen likevel relativt svak. Alder under 30 år har positivt koeffisientfortegn, mens det å ha flydd med SAS/Norwegian på strekningen de siste to-tre årene har («svakt») negativt koeffisientfortegn. Det er positiv samvariasjon med «teknologi-optimisme».

Vedlegg B – oversikt over norske flyruter under 200 km

Norge⁶³

Flyplass	Destinasjon	Distanse	Seter 2019	Flyvninger 2019	EL 9 flyvninger	EL 19 flyvninger	
Ålesund, NO	Kristiansund, NO	107	9 672	248	1 075	509	
Alta, NO	Hammerfest, NO	79	4 056	104	451	213	
	Sørkjosen, NO	95	9 594	246	1 066	505	
	Tromsø, NO	174	135 145	1 412	15 016	7 113	
Andenes, NO	Harstad/Narvik, NO	92	10 195	249	1 133	537	
	Tromsø, NO	117	24 138	613	2 682	1 270	
Bergen, NO	Haugesund, NO	106	4 200	84	467	221	
	Førde, NO	126	12 012	308	1 335	632	
	Sogndal, NO	142	23 673	607	2 630	1 246	
	Florø, NO	144	58 822	1 506	6 536	3 096	
Båtsfjord, NO	Stavanger, NO	160	530 502	4101	58 945	27 921	
	Vardø, NO	57	9 750	250	1 083	513	
	Vadsø, NO	60	9 828	252	1 092	517	
	Berlevåg, NO	39	11 895	305	1 322	626	
	Mehamn, NO	84	12 012	308	1 335	632	
	Brønnøysund, NO	Sandnessjøen, NO	56	7 438	180	826	391
	Bodø, NO	Værøy, NO	86	9 390	626	1 043	494
Røst, NO		101	11 778	302	1 309	620	
Mosjøen, NO		173	23 907	613	2 656	1 258	
Sandnessjøen, NO		169	26 010	617	2 890	1 369	
Harstad/Narvik, NO		167	33 774	833	3 753	1 778	
Mo i Rana, NO		101	38 649	991	4 294	2 034	
Stokmarknes, NO		149	58 032	1 488	6 448	3 054	
Svolvær, NO		109	61 386	1 574	6 821	3 231	
Leknes, NO		104	81 822	2 098	9 091	4 306	
Berlevag, NO		Båtsfjord, NO	39	9 750	250	1 083	513
	Vadsø, NO	95	9 867	253	1 096	519	
	Hammerfest, NO	198	11 895	305	1 322	626	
Harstad/Narvik, NO	Andenes, NO	92	12 307	304	1 367	648	
	Tromsø, NO	160	24 681	610	2 742	1 299	
	Bodø, NO	167	32 441	796	3 605	1 707	
Førde, NO	Florø, NO	45	8 619	221	958	454	
	Bergen, NO	126	14 469	371	1 608	762	

⁶³ Harald Thune-Larsen laget denne oversikten i forbindelse med Nordic Sustainable Aviation (2021).

Norge

Flyplass	Destinasjon	Distanse	Seter 2019	Flyvninger 2019	EL 9 flyvninger	EL 19 flyvninger
Florø, NO	Førde, NO	45	11 037	283	1 226	581
	Bergen, NO	144	59 251	1 517	6 583	3 118
Hasvik, NO	Tromsø, NO	152	12 051	309	1 339	634
	Hammerfest, NO	61	21 606	554	2 401	1 137
Haugesund, NO	Bergen, NO	106	4 200	84	467	221
Hammerfest, NO	Berlevåg, NO	198	9 750	250	1 083	513
	Mehamn, NO	157	9 906	254	1 101	521
	Hasvik, NO	61	12 012	308	1 335	632
	Honningsvåg, NO	92	21 801	559	2 422	1 147
Orsta/Volda, NO	Sandane, NO	39	3 471	89	386	183
	Florø, NO	86	4 095	105	455	216
	Sogndal, NO	128	11 700	300	1 300	616
Honningsvåg, NO	Mehamn, NO	67	11 895	305	1 322	626
	Hammerfest, NO	92	31 629	811	3 514	1 665
Kirkenes, NO	Vardø, NO	83	9 945	255	1 105	523
	Vadsø, NO	38	33 150	850	3 683	1 745
Kristiansand, NO	Stavanger, NO	161	17 006	269	1 890	895
	Molde, NO	50	4 956	98	551	261
	Trondheim, NO	160	10 322	261	1 147	543
Leknes, NO	Bodø, NO	104	81 588	2 092	9 065	4 294
Mehamn, NO	Berlevåg, NO	47	9 906	254	1 101	521
	Vadsø, NO	131	11 817	303	1 313	622
	Honningsvåg, NO	67	21 723	557	2 414	1 143
Mosjøen, NO	Mo i Rana, NO	81	1 365	35	152	72
	Bodø, NO	173	23 868	612	2 652	1 256
Mo i Rana, NO	Mosjøen, NO	81	1 365	35	152	72
	Bodø, NO	101	39 936	1 024	4 437	2 102
Namsos, NO	Rørvik, NO	46	13 338	342	1 482	702
	Trondheim, NO	117	31 824	816	3 536	1 675
Røst, NO	Svolvær, NO	134	11 778	302	1 309	620
	Bodø, NO	101	12 012	308	1 335	632
Rørvik, NO	Trondheim, NO	154	20 943	537	2 327	1 102
	Namsos, NO	46	21 294	546	2 366	1 121
Sandane, NO	Sogndal, NO	93	21 684	556	2 409	1 141
Stokmarknes, NO	Tromsø, NO	198	22 308	572	2 479	1 174
	Bodø, NO	149	63 375	1 625	7 042	3 336
Sogndal, NO	Florø, NO	123	3 471	89	386	183
	Ørsta/Volda, NO	128	11 661	299	1 296	614
	Bergen, NO	142	23 166	594	2 574	1 219
	Sandane, NO	93	30 771	789	3 419	1 620
Sørkjosen, NO	Hammerfest, NO	143	9 789	251	1 088	515
	Tromsø, NO	80	23 478	602	2 609	1 236
Sandnessjøen, NO	Brønnøysund, NO	56	2 301	59	256	121
	Rørvik, NO	139	5 616	144	624	296
	Bodø, NO	169	24 299	605	2 700	1 279

Norge

Flyplass	Destinasjon	Distanse	Seter 2019	Flyvninger 2019	EL 9 flyvninger	EL 19 flyvninger
Stavanger, NO	Kristiansand, NO	161	21 060	270	2 340	1 108
	Bergen, NO	160	551 887	4 234	61 321	29 047
Svolvær, NO	Stokmarknes, NO	40	5 850	150	650	308
	Røst, NO	134	12 012	308	1 335	632
	Bodø, NO	109	55 575	1 425	6 175	2 925
Tromsø, NO	Hasvik, NO	152	21 645	555	2 405	1 139
	Stokmarknes, NO	198	21 801	559	2 422	1 147
	Sørkjosen, NO	80	23 673	607	2 630	1 246
	Andenes, NO	117	24 105	613	2 678	1 269
	Harstad/Narvik, NO	160	25 460	628	2 829	1 340
Trondheim, NO	Alta, NO	174	148 712	1 761	16 524	7 827
	Kristiansund, NO	160	600	12	67	32
	Rørvik, NO	154	23 283	597	2 587	1 225
	Namsos, NO	117	23 907	613	2 656	1 258
Vardø, NO	Vadsø, NO	56	9 711	249	1 079	511
	Kirkenes, NO	83	11 973	307	1 330	630
	Båtsfjord, NO	57	21 762	558	2 418	1 145
Vadsø, NO	Mehamn, NO	131	9 633	247	1 070	507
	Båtsfjord, NO	60	11 934	306	1 326	628
	Vardø, NO	56	23 673	607	2 630	1 246
	Kirkenes, NO	38	33 384	856	3 709	1 757
	Bodø, NO	86	9 390	626	1 043	494
TOTALT POTENSIAL			3 277 198	60 522	364 133	172 484

I Norge har vi altså 36 flyplasser og 100 destinasjonspår med flyruter som er lik eller kortere enn 200 kilometer. Tabellen viser antall flyvninger med henholdsvis et 9-seters elfly og et 19-seters elfly dersom all passasjertransport på hver enkelt rute ble erstattet med flygning med et elfly av disse typene.

Vedlegg C – Kvalitativ metode

C.1 Intervjuguide elflyrute SVG–BGO

A) Fordeler og ulemper

- Hvilke fordeler vil det gi for næringslivet i Stavanger- og Bergenregionen hvis det blir opprettet en rute med elektriske passasjerfly mellom disse to byenes lufthavner?
Og, hvilke fordeler vil det ha hvis det blir a) en storskala oppskalering av elfly på flyruten mellom SVG og BGO? B) Storskala oppskalering av bruk av elfly på innenriksruter i Norge. (Stikkord: arbeidsplasser i reiselivet, flyindustrien, osv.)
- Hvilke konsekvenser vil det ha om billettprisene med slike elektriske passasjerfly i ordinær trafikk blir 20% billigere?
- Oppfølgingsspørsmål: hvorfor? Hvor store blir fordelene av en satsning på elfly?
- Hvem vil tjene mest på dette? Hvorfor?
- Og hvem vil evt. tape mest på en satsning på elfly? Hvorfor?
- Hvilke utfordringer vil et slikt prosjekt med et elektrisk passasjerfly mellom SVG og BGO møte? Hvorfor? Løsninger på disse utfordringene?
- Hvilke ulemper vil et slikt prosjekt kunne møte? Hvorfor?

B) Hva skal til?

- - Hvilke virkemidler er aller viktigst for å få til en satsning på elfly i Norge?
- - Og på ruten Bergen–Stavanger?
- - Hvorfor akkurat disse virkemidlene for satsning på elfly i Norge?
- - Hvor store trenger disse virkemidlene å være?
- - Hvor lenge bør virkemidlene vare?

Siste oppgave:

Stikkord fra Avinor og Luftfartstilsynets (2020) rapport. Kan du rangere betydningen av de ulike alternativene nedenfor på en skala fra 1-10, der 1 er minst viktig og 10 er svært viktig for å få elfly opp i luften på strekningen SVG–BGO.

Teknologiutvikling

- 1) Hvor viktig er det med tidfestede og konkrete mål sammen med konkrete virkemidler?

Risikoavlastning

- 2) Hvor viktig er det med støtte til kjøp av nye fly? Hvem bør bidra med en slik støtte? Enova?
- 3) Statens reiseavtaler: bør klimahensyn tillegges vekt her?
- 4) Hvor viktig er støtte til etablering av ladeinfrastruktur for elfly? Hvem bør støtte dette? Enova?
- 5) Hvor viktig er en statlig garanti for restverdi?
- 6) Virkemidler på ulike nivåer: nasjonalt, regionalt og lokalt?

Drift

- 7) Hvor viktig vil det være å kombinere krav til elfly på FOT-ruter? + investeringsstøtte, restverdigarantier og økt kontraktslengde, jfr. Avinor og Luftfartstilsynet (2020)?
- 8) Hvor viktig er det med fritak for eller redusert MVA for null- og lavutslippsfly til 2040?
- 9) Hvor viktig vil et fritak fra passasjeravgift for null- og lavutslippsfly til 2040 være?
- 10) Hvor viktig er det med lavere/fritak for landingsavgifter?
- 11) Hvor viktig er det med redusert strømskatt for elfly i ordinær passasjertrafikk, jfr. skipsfarten?
- 12) Hvor viktig vil det være med klimamerking i luftfart på europeisk eller globalt nivå?

C.2 Henvendelse til intervjuobjekter

Vil du delta i forskningsprosjektet

”Fremskyndet innføring av elfly i Norge: mulige samfunnsmessige konsekvenser og virkemidler”?

Hei xxx,

Dette er et spørsmål om du vil stille opp på e-postintervju til prosjektet ”Fremskyndet innføring av elfly i Norge: mulige samfunnsmessige konsekvenser og virkemidler.” Her undersøker vi mulige samfunnsmessige konsekvenser av en rute med elfly i passasjertrafikk mellom Stavanger og Bergen, og hvilke virkemidler som trengs for å etablere et slikt tilbud. I dette skrivet gir vi deg informasjon om målene for prosjektet og hva deltakelse vil innebære for deg. Dette forskningsprosjektet blir utført av Transportøkonomisk institutt. Vår oppdragsgiver er Start Norge AS.

Formål

Prosjektets overordnede mål er å bidra til å danne kunnskapsgrunnlag rundt etablering av verdens første passasjerrute med elfly i ordinær passasjertrafikk mellom Stavanger og Bergen. En slik rute vil kunne bidra til å inspirere til elektrifisering av luftfarten nasjonalt og internasjonalt. Målet er at rapporten skal være ferdig til Pionerkonferansen i Stavanger i oktober 2021. Prosjektet belyser en rekke problemstillinger, inkludert hvilken nytte for den reisende en slik rute kan ha, hva slags reduserte miljøkostnader og andre eksterne kostnader den vil ha, hvilke effekter den vil ha for næringslivet og hvilke virkemidler som bør benyttes for at en slik elflyrute skal komme i gang.

Informasjonen fra prosjektet kan bli brukt til andre formål i fremtiden, slik som å gi bakgrunnsdata for studier som omhandler relaterte problemstillinger. Videre kan informasjonen som blir innhentet i prosjektet bli brukt til publiseringer i fagfelleverderte vitenskapelige tidsskrifter, til analyser i internasjonale medier som www.energypost.eu og til publisering av anbefalinger i TØIs tiltakskatalog på <https://www.tiltak.no/>.

Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?

Transportøkonomisk institutt er ansvarlig for prosjektet.

Hvorfor får du spørsmål om å delta?

Du får spørsmål om å delta i egenskap av å være en person som vi vurderer til å ha solid kompetanse om din organisasjons arbeid med elektrisk luftfart. Vi baserer henvendelsene våre på forhåndskunnskap samt at vi ser på hvilke personer som oppgis i hvilke roller i de ulike organisasjonenes kart.

Hva innebærer det for deg å delta?

Deltakelse innebærer at du svarer på intervju spørsmål per e-post høsten 2021. Dette gjør du når det passer for deg, men vi trenger svar innen ei uke da kapitlene om virkemidler og politiske anbefalinger skal være helt ferdigstilte innen september 2021.

Det er frivillig å delta

Det er frivillig å delta i prosjektet. Hvis du velger å delta, kan du når som helst trekke samtykket tilbake uten å oppgi noen grunn. Alle dine personopplysninger vil da bli slettet. Det vil ikke ha noen negative konsekvenser for deg hvis du ikke vil delta eller senere velger å trekke deg.

Ditt personvern – hvordan vi oppbevarer og bruker dine opplysninger

Vi vil bare bruke opplysningene om deg til formålene vi har fortalt om i dette skrevet. Vi behandler opplysningene konfidensielt og i samsvar med personvernregelverket.

Intervjuet vil bli tatt opp med lydopptaker og notater vil bli tatt underveis. Informasjonen vil bli lagret på et sted der kun prosjektmedarbeiderne har tilgang og som er passordbeskyttet hos TØI. Navn og intervjudata vil bli lagret på separate steder. Personfølsomme data slik som lydopptak vil bli slettet når prosjektet er over. Du vil få

mulighet til å lese gjennom og kommentere på alle data som har sammenheng med intervjuet og din organisasjon før rapporten og dens sammendrag blir publisert.

Hva skjer med opplysningene dine når vi avslutter forskningsprosjektet?

Opplysningene anonymiseres når prosjektet avsluttes/oppgaven er godkjent, noe som etter planen er i oktober/november 2021.

Dine rettigheter

Så lenge du kan identifiseres i datamaterialet, har du rett til:

- innsyn i hvilke personopplysninger som er registrert om deg, og å få utlevert en kopi av opplysningene,
- å få rettet personopplysninger om deg,
- å få slettet personopplysninger om deg, og
- å sende klage til Datatilsynet om behandlingen av dine personopplysninger.

Hva gir oss rett til å behandle personopplysninger om deg?

Vi behandler opplysninger om deg basert på ditt samtykke.

På oppdrag fra *Transportøkonomisk institutt* har NSD – Norsk senter for forskningsdata AS vurdert at behandlingen av personopplysninger i dette prosjektet er i samsvar med personvernregelverket.

Hvor kan jeg finne ut mer?

Hvis du har spørsmål til studien, eller ønsker å benytte deg av dine rettigheter, ta kontakt med:

- Transportøkonomisk institutt ved Inga Margrete Ydersbond, imy@toi.no, +47 92019154. Prosjektleder er Paal Brevik Wangsness, pbw@toi.no, +47 91699070.
- Vårt personvernombud: Gro Østlie, gro@toi.no, +47 91619347

Hvis du har spørsmål knyttet til NSD sin vurdering av prosjektet, kan du ta kontakt med:

- NSD – Norsk senter for forskningsdata AS på epost (personverntjenester@nsd.no) eller på telefon: 55 58 21 17.

Med vennlig hilsen

Inga Margrete Ydersbond
Prosjektansvarlig
Seniorforsker

Paal Brevik Wangsness
Prosjektleder
Seniorforsker

Transportøkonomisk institutt (TØI) Stiftelsen Norsk senter for samferdselsforskning

TØI er et anvendt forskningsinstitutt, som mottar basisbevilgning fra Norges forskningsråd og gjennomfører forsknings- og utredningsoppdrag for næringsliv og offentlige etater. TØI ble opprettet i 1964 og er organisert som uavhengig stiftelse.

TØI utvikler og formidler kunnskap om samferdsel med vitenskapelig kvalitet og praktisk anvendelse. Instituttet har et verrfaglig miljø med rundt 90 høyt spesialiserte forskere.

Instituttet utgir tidsskriftet Samferdsel på internett og driver også forskningsformidling gjennom TØI-rapporter, artikler i vitenskapelige tidsskrifter, samt innlegg og intervjuer i media. TØI-rapportene er gratis tilgjengelige på instituttets hjemmeside www.toi.no.

TØI er partner i CIENS Forskningscenter for miljø og samfunn, lokalisert i Forskningsparken nær Universitetet i Oslo (se www.ciens.no). Instituttet deltar aktivt i internasjonalt forsknings-samarbeid, med særlig vekt på EUs rammeprogrammer.

TØI dekker alle transportmidler og temaområder innen samferdsel, inkludert trafiksikkerhet, kollektivtransport, klima og miljø, reiseliv, reisevaner og reiseetterspørsel, arealplanlegging, offentlige beslutningsprosesser, næringslivets transporter og generell transportøkonomi.

Transportøkonomisk institutt krever opphavsrett til egne arbeider og legger vekt på å opptre uavhengig av oppdragsgiverne i alle faglige analyser og vurderinger.

Besøks- og postadresse:

Transportøkonomisk institutt
Gautstadalléen 21
NO-0349 Oslo

22 57 38 00
toi@toi.no
www.toi.no