

Forslag til program for introduksjon av elektrifiserte fly i kommersiell luftfart

MARS 2020



Innhold

1	Sammendrag	6
1.1	Bakgrunn	6
1.2	Hva er problemet?	6
1.3	Hva vil vi oppnå?	6
1.4	Hvorfor Norge?	7
1.5	Teknologistatus	7
1.6	Utfordringer som må overvinnnes	7
1.7	Oppsummering av anbefalinger	8
1.7.1	Mål	8
1.7.2	Teknologiutvikling	9
1.7.3	Risikoavlastning	9
1.7.4	Drift	10
2	Innledning	11
2.1	Oppdrag og bakgrunn	11
2.2	Forutsetninger og avgrensinger	12
2.2.1	Hva er et elektrifisert fly?	12
2.2.2	Avgrensing flytyper og størrelse	12
2.2.3	Metode og tilnærming	13
3	Hva er problemet, og hva vil vi oppnå?	14
4	Beskrivelse av nåsituasjonen	15
4.1	Klimagassutslipp og trafikkutvikling	15
4.2	Flystøy og lokal luftkvalitet	16
4.3	Fornybar elektrisitet i Norge	16
4.4	Luftfart og samfunnsnytte	16
4.5	Aktører i norsk innenriks luftfart	16
4.6	Regionalmarkedet	17
4.6.1	Det kommersielle regionale markedet - trafikk innenfor 1 000 km	17
4.6.2	Forpliktelser til offentlig tjenesteytelse (FOT)	19
4.6.3	Det norske kortbanenettet	20

4.7	Flytyper som kan trafikere det norske kortbanenettet	20
4.8	Det internasjonale markedet for elektrifiserte fly	20
5	Teknologistatus luftfartøy	22
5.1	Batteriteknologi og brenselcelle	22
5.2	FoU-prosjekter, GA-trafikk og skolefly	24
5.3	Fly med inntil 19 seter	24
5.4	Fly med mer enn 19 seter	26
5.5	Oppsummering og tidslinje	27
6	Teknologistatus ladeinfrastruktur på lufthavnene	28
7	Sertifisering, regulering og andre myndighetsrelaterte områder	30
7.1	Krav til sikkerhet	30
7.2	Utvikle regelverk og sertifiseringskrav i takt med teknologien	30
7.3	Hvordan påvirker elektriske fly øvrige deler av luftfartssystemet?	30
7.4	Særskilte utfordringer knyttet til sertifisering og regulering	31
8	Ulike tiltak og virkemiddelordninger	32
8.1	Politiske målsettinger	32
8.2	Å legge til rette for og stimulere i teknologiutviklingsfasen	32
8.2.1	Nasjonal koordinering og tilrettelegging	33
8.2.2	Internasjonalt samarbeid	33
8.2.3	Kompetanse, læring og veiledning	33
8.2.4	Kommunikasjon	33
8.2.5	Mulighets- og konsekvensanalyser	34
8.3	FoU nasjonalt og internasjonalt	34
8.3.1	Norges forskningsråd	34
8.3.2	CleanSky (EU)	34
8.4	Støtteordninger innovasjon – nasjonale og internasjonale	35

Innhold forts.

8.4.1	Innovasjon Norge	35
8.4.2	Enova	35
8.4.3	Connecting Europe Facility – Transport (CEF-T)	35
8.4.4	Pilot-E og Pilot-T	35
8.4.5	Innovative anskaffelser	36
8.4.6	Statlig-privat samarbeid/innovasjon	36
8.5	Risikoavlastende virkemidler	36
8.5.1	Investeringsstøtte – Nysnø	36
8.5.2	Investeringsstøtte – GIEK	36
8.5.3	Statlig eierskap eller leasing av fly	36
8.5.4	Fondsløsning	37
8.5.5	Statslån	37
8.5.6	Merverdiavgift salg og utleie av fly	37
8.5.7	Den europeiske investeringsbanken	37
8.6	Virkemidler i driftsfasen	37
8.6.1	FOT-ruter	37
8.6.2	Flypassasjeravgiften	38
8.6.3	CO ₂ -avgift	38
8.6.4	EUs kvotehandelssystem	38
8.6.5	CORSIA	38
8.6.6	Elavgift	38
8.6.7	Merverdiavgift på flybilletter	38
8.6.8	Avgifter til Avinor for bruk av infrastruktur	39
8.6.9	Påvirke forbrukeradferd	39
9	Anbefalte mål, tiltak og virkemidler	40
9.1	Prinsipper og kriterier	40
9.2	Mål	41
9.3	Teknologiutvikling	41
9.3.1	Innovativt internasjonalt samarbeid	41
9.3.2	Tett nasjonal koordinering	42
9.4	Risikoavlastning	43
9.5	Drift	43

10 Vedlegg	45
10.1 Nærmere om utredningsinstruksen	45
10.2 Kart	46
11 English summary	49
Background	49
What is the problem?	49
What do we want to achieve?	49
Why Norway?	50
Technological status	50
Challenges which must be overcome	51
Summary of recommendations	51
Goals	52
Technological development	52
Risk mitigation	52
Operation	53
Sluttnoter	54

1 Sammendrag

1.1 Bakgrunn

Samferdselsdepartementet (SD) har gitt Avinor og Luftfartstilsynet i oppdrag å utvikle forslag til et program for innfasing av elektrifiserte fly i Norge. Programmet skal utformes i henhold til Utredningsinstruksen, hvilket i praksis betyr at det skal anbefales mål, tiltak og virkemidler for innfasing av elektrifiserte fly.

Fra SD er det kommunisert at rapporten sammen med blant annet NOU 2019:22 «Fra statussymbol til allemannseie – norsk luftfart i forandring» og rapporten «Teknologi for bærekraftig bevegelsesfrihet og mobilitet» fra Ekspertutvalget for teknologi og fremtidens transportinfrastruktur levert 27.06.19, skal inngå som grunnlag for omtale av elektrifisering av luftfarten i Stortingsmeldingen om Nasjonal Transportplan (NTP) som kommer våren 2021. Det begrenser imidlertid ikke Regjeringens mulighet til å fremme forslag som er relevante for elektrifisering av luftfarten for Stortinget før ny NTP legges frem.

1.2 Hva er problemet?

Klimagassutslippene, også fra flytrafikken, må reduseres kraftig de neste tiårene. For å nå målene i Parisavtalen må vi nærme oss nullutslipp av klimagasser fra fossile kilder mellom 2050 og 2100 avhengig av hvor store utslippsreduksjoner som kan iverksettes på kort sikt.

I Norge er vi avhengige av luftfart, og vi må søke fossilfrie alternativer.

Flyene som i dag benyttes på kortbanenettet må skiftes ut i løpet av de neste 10-15 årene. Dagens operatør på kortbanenettet, Widerøe, har vært tydelig på at neste generasjon fly bør være null- eller lavutslippsløsninger.

Dersom en ikke finner flytyper som kan benytte kortbanenettet vil det enten medføre redusert kvalitet på tjenesten og/eller store investeringer i rullebaneforlengelser der det er mulig.

1.3 Hva vil vi oppnå?

For å sikre et fortsatt godt transporttilbud i Norge er det i Norges egeninteresse – både med en miljø-/klimamessig- og en samferdselspolitisk begrunnelse – at det utvikles null- og lavutslippsfly som kan trafikere det unike norske kortbanenettet og er tilpasset norske værforhold.

Elektrifiserte fly forventes på sikt å ha lavere driftskostnader og investeringskostnad enn sammenliknbare fossile fly. Dette er et viktig premiss for videre utvikling av elektrifiserte fly, og er med på å forklare interessen fra en lang rekke aktører. Elektrifisering skal også innebære mer energieffektive motorer slik at det samlede energiforbruket går ned, i tillegg til enklere vedlikehold og økt fleksibilitet i design, noe som på sikt kan muliggjøre helt nye flytyper med egenskaper som også kan redusere rullebanelengdebehov.

En satsing på elektrifisering av luftfart kan også skape nye arbeidsplasser i Norge. Det produseres ikke fly for passasjertrafikk i Norge i dag, men en kan se for seg et marked der norske

kompetansebedrifter som underleverandører kan produsere komponenter og deler til elektrifiserte fly. Rolls-Royce Electrical Norway som har etablert seg i Trondheim med over 70 tilknyttede arbeidsplasser, er et godt eksempel på det. Videre kan en se for seg næringsutvikling i luftfartens økosystem, for eksempel innenfor lading og hydrogenproduksjon.

Innfasing av elektrifiserte fly kan bidra til at nasjonale og internasjonale klimaforpliktelser nås. Som i solcelleindustrien, bilindustrien og etter hvert også i fergetrafikken, kan utvikling i Norge, altså å benytte Norge som utviklingsarena og testmarked, få utslippsreducerende effekt utover de faktiske utslippsreduksjonene i Norge.

1.4 Hvorfor Norge?

Norges avhengighet av luftfart, rikelig tilgang på fornybar elektrisitet, et unikt kortbanenett, aktive og interesserte aktører og politisk vilje til å elektrifisere transportsektoren, medfører at Norge er velegnet og anerkjennes som et meget interessant testområde og første marked for elektrifisering av luftfarten. Dersom Norge ikke tar grep og går foran er det dessuten en risiko for at null- og lavutslippsflyene som utvikles ikke blir tilpasset norske vinterforhold og rullebanelengdene på kortbanenettet. Europeiske luftfartsmyndigheter (European Union Aviation Safety Agency – EASA) indikerer samtidig at elektrifisering er en god mulighet for å vise at luftfarten tar aktive grep for å redusere klimagassutslipp, og at initiativet og interessen i Norge er av stor verdi i et europeisk perspektiv.

1.5 Teknologistatus

Med elektrifiserte fly mener vi fly som har en eller flere elektriske motorer til fremdrift.

De siste 4-5 årene har utviklingen av elektrifiserte fly skutt fart. Ifølge konsulentselskapet Roland Berger er det per januar 2020 over 200 ulike initiativ med ulik modenhetsgrad som jobber med utvikling og realisering av elektriske og/eller hybridelektriske luftfartøy for persontransport¹. Mange av disse er såkalt fixed wing (fly med fastmonterte vinger) som vi på kort sikt regner som mest relevant for norske forhold, både i forhold til rekkevidde og kapasitet (antall passasjerer).

I segmentet inntil 19 seter (sertifiserte fly i hht. EASA regelverk CS-23) tar mange mindre selskaper og oppstartsselskaper posisjon, men det er også noen av de større aktørene som har utviklingsprosjekter i dette segmentet. For større fly er det de store aktørene, særlig Airbus, Safran og Rolls-Royce, som har tydelig uttalte strategiske posisjoner på at elektrifisering er en del av fremtiden, men også Boeing, Embraer og alle de store motorprodusentene har løpende elektrifiseringsprosjekter.

Flyselskapene synliggjør også sin interesse, og flere amerikanske og nord-europeiske flyselskap (Widerøe, Logan Air, SAS, EasyJet m.fl) har vært tydelige på ønsker og forventninger, og har også samarbeidsprosjekter med fly- og flymotorprodusenter.

Det synes klart at det ikke er uoverstigelige teknologiske hindringer for å utvikle elektrifiserte fly. Basert på eksisterende teknologikunnskap og forventet utvikling skal det være teknisk mulig å utvikle, sertifisere og sette i regulær sivil rutetrafikk fly med inntil 19 passasjerer fra 2025-2030, og større fly etter det.

Batteriteknologien er en av de største tekniske hindringene for rask utvikling av batterielektriske fly. Dagens dominerende batteriteknologi (Litium-ion) har en energitetthet på om lag 250 Wh/kg batteri. Det forventes at denne kan økes med 50-75 % til 400-450 Wh/kg. Utviklingen her går hurtig, og batteriene har også blitt betydelig rimeligere over det siste tiåret. Neste generasjon batterier forventes å være såkalte "solid state" batterier som slik det ser ut i dag kan få en maksimal kapasitet på i overkant av 650 Wh/kg. Det vil ha stor betydning for rekkevidden på elektrifiserte fly.

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. Dette er imidlertid tilstrekkelig for mange flygninger innenriks i Norge, inkludert de aller fleste rutene på det norske kortbanenettet.

For lengre rekkevidde må en med dagens kjente batteriteknologi basere seg på seriehybride løsninger der flyet har et batteri, men også en "rekkeviddeforlenger" som f.eks en generator drevet av jet biodrivstoff som kan lade batteriene ved behov, eller parallellhybride løsninger som har både elektriske og konvensjonelle jetmotorer. En tredje mulighet er å benytte brenselceller. Det finnes aktører i alle disse segmentene.

Det er viktig å understreke at utviklingen av elektrifiserte fly fortsatt er i en meget tidlig fase, så det er ikke mulig på det nåværende tidspunkt å komme med nøyaktige tidsangivelser eller kostnadsbilder. Så langt er de eneste sertifiserte flyene med elektrisk fremdrift motoriserte seilfly, men flere prosjekter er i sertifiseringsprosess. Per 2020 er det en rekke produsenter som tester elektrifiserte fly flere steder i verden, men det er bare Pipistrel som faktisk leverer elektriske fly til sine kunder (Alpha Electro – to seter og en rekkevidde på om lag 130 km + reserve). Imidlertid har "alle" fly- og flymotorprodusenter aktiviteter knyttet til elektrifisering. Dette er en viktig forskjell fra bilindustrien der en kan hevde at de dominerende bilprodusentene i tidlig fase "strittet imot" elektrifiseringen av vegtrafikken, men senere har kommet etter med full kraft.

1.6 utfordringer som må overvinnes

På teknologisiden er den overordnede utfordringen å få til gode totalløsninger for nye fly. Det skal utvikles elektriske motorer, generatorer, kraftfordelingssystemer, energilagring (batterier/hydrogen/annet) og en flykropp tilpasset nye teknologier. Både termisk styring, høyspenning, elektromagnetisk stråling, energitetthet, vektreduksjon og sikkerhetskrav er noen av de uttalte utfordringene fra fly- og motorprodusentene. Produsentene ser ikke dette som uoverstigelige utfordringer, men det krever nye og effektive former for samarbeid og tilrettelegging.

Det er etter vår vurdering teknisk mulig å utvikle fly som kan benytte kortbanenettet i Norge (har inntil 19 seter, samt tåler norske vinterforhold) og sette disse i trafikk mellom 2025 og 2030. Men det er en risiko for at flyprodusentene ikke finner segmentet interessant nok (særlig 800 meter rullebane) til at de velger å satse på det.

Regelverket i luftfarten er i all hovedsak skrevet for fossilbaserte motorsystemer og fly. Når ny teknologi, nye fly og nye operasjonskonsepter utvikles vil det påvirke hele luftfartssystemet. Det kan komme til å endre sikkerhetsbestemmelser og krav til sertifisering av deler (drivlinjer) og fly, flyplasser inkludert all bakkebasert infrastruktur, trening og sertifisering av piloter, flyoperative bestemmelser og vedlikeholdssystemer. Hvis utviklingen av rammene ikke er en integrert del av teknologiutviklingen vil det kunne føre til forsinkede prosesser.

Selv om det legges til rette for effektiv regulering vil det ta tid og ressurser å utvikle og sertifisere et elektrifisert fly. De fleste selskapene som utvikler mindre fly (inntil 19 seter) har begrenset finansiering, og det er en risiko for at selskapene ikke klarer å sikre finansiering til å stå løpet ut og ta et fly til markedet. De større flyprodusentene – som har tilgang til finansiering – har til nå vist beskjeden interesse i å utvikle mindre fly for korte rullebaner.

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.

1.7 Oppsummering av anbefalinger

Basert på kartleggingen og vurderingen av teknologi, utfordringer og muligheter har vi utarbeidet et sett av anbefalte mål med tilhørende tiltak og virkemidler for å nå målene. Summen av anbefalingene er Avinor og Luftfartstilsynets forslag til program for introduksjon av elektrifiserte fly i kommersiell luftfart.

Norge er avhengig av luftfart og i store deler av landet må luftfart anses som en del av det kollektive transporttilbudet. Etter Avinor og Luftfartstilsynets vurdering er det derfor spesielt viktig for Norge å ha konkrete og tidfestede mål om implementering og utslippskutt, og et mål om å være en pådriver og en arena for utvikling og implementering av ny teknologi som vil innebære

betydelig lavere utslipp og bidra til at vi oppfyller våre klimapliktelser. En grønnere luftfart er på sikt også forventet å bli vesentlig rimeligere både for flypassasjerene og for staten sammenliknet med fossilbaserte løsninger.

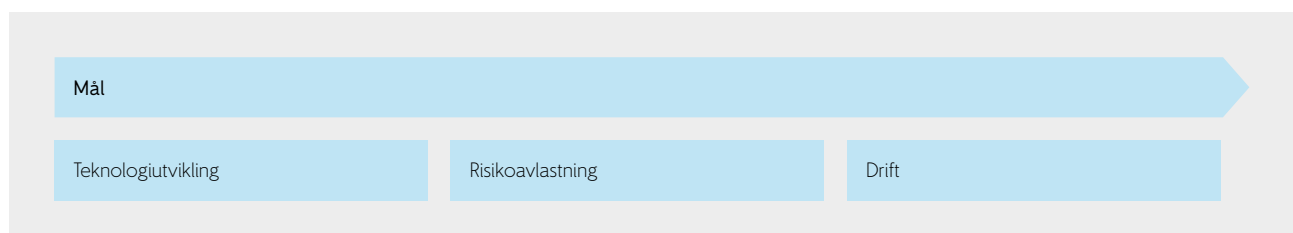
Norge har allerede en viss posisjon som pådriver og tilrettelegger for elektrifisering av luftfarten og ved å sette tydelige nasjonale og ambisiøse mål er det mulig å videreutvikle posisjonen. Ved å ha en ledende rolle kan vi legge til rette for et helt nødvendig internasjonalt samarbeid og samtidig øke sannsynligheten for at nye teknologiske løsninger kan håndtere norske klimatiske og topografiske forhold, korte rullebaner og passasjerenes og andre markedsmessige behov. Luftfarten vil videre kunne trekke vekslers på Norges erfaringer innen elektrifisering av maritim- og privatbilsektoren, samtidig som vi i Norge og Norden kan være et betydelig første marked for regionalfly med null eller lave utslipp.

Det er avgjørende at mål, tiltak og virkemidler ses på som en helhet. Vi anbefaler at regjeringen setter tydelige mål og at de formuleres slik at de fremstår som kraftfulle og konkrete – og at de staker ut en tydelig retning. Dette er svært viktig for markedssaktorene. Samtidig er det slik at målene kun vil ha ønsket effekt dersom de følges opp med forpliktende og forutsigbare insentiver som er virkningsfulle i alle fasene frem til null- og lavutslippsfly er i regulær rutetrafikk i Norge. Spesielt vil vi understreke betydningen av tiltak som på sikt vil gjøre tidlig bruk av ny og klimavennlig teknologi lønnsom og attraktiv for både passasjerer, operatører og andre interessenter.

Vi har valgt å dele inn utviklingsløpet fra nå og frem til etablert kommersiell drift av elektrifiserte passasjerfly i tre faser. Hver av fasene har sitt særpreg og vi har vurdert tiltak og virkemidler knyttet til hver av dem. De anbefalte målene er langsiktige og strekker seg over alle fasene (Figur 1.1).

1.7.1 Mål

- 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.



Figur 1.1: Fasene i utvikling og innfasing av elektrifiserte fly.

1.7.2 Teknologit utvikling

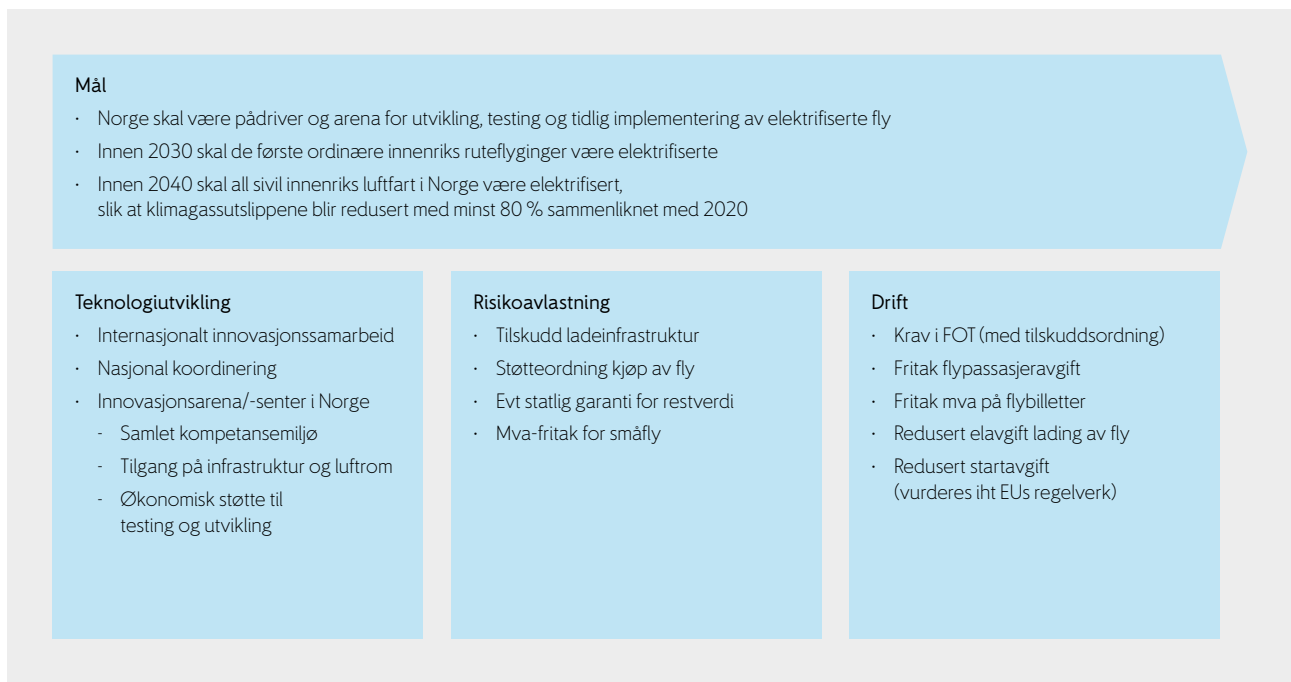
- For å sikre en systematisk og helhetlig tilnærming til teknologi- og konseptutvikling for regional elektrifisert luftfart videreutvikles det felles flerårige *internasjonale* nullutslippsprogrammet norske og europeiske luftfartsmyndigheter (v/ Luftfartstilsynet og EASA) har tatt initiativ til. Programmet skal inneholde mål, tiltak, virkemidler og organisering – og vil ha både nasjonale og internasjonale elementer. Det skal bygge på innhold fra denne rapporten og den bilaterale innovasjonsavtalen mellom EASA og Luftfartstilsynet.
- En arbeidsgruppe (High Level Task Force for Zero Emission Aviation) med sentrale internasjonale aktører (flyselskap, flyprodusent, flymotorprodusent, flyplass og myndigheter), ledet av Luftfartstilsynet, skal innen sommeren 2020 etter planen utarbeide, og legge frem for SD, et veikart for innovasjon knyttet til null-/lavutslipp regionalfly. Det anbefales at veikartet med anbefalinger er grunnlag for videre tiltak og at relevante momenter tas med til arbeidet med NTP (2022-2033).
- For å ivareta og videreutvikle nullutslippsprogrammet etableres det en internasjonal arena/et senter i Norge for utvikling, testing og implementering av null- og lavutslipps-teknologi for luftfart. Dette organiseres virtuelt eller fysisk og skal være en arena for samarbeid mellom aktører på forskjellige områder (fly, motor, batterier, flyselskap, flyplass, myndigheter, forskningsmiljøer mv.) og andre interessentgrupper. Det må etableres klare kriterier for deltakelse og en modell for finansiering av senteret der både brukere, leverandørindustri, virkemiddelaktører og myndigheter bidrar. Det bør også lages klare vurderingskriterier for utvelgelse av tiltak som skal kunne motta støtte. Senteret skal legge til rette for effektiv innovasjon og organiseres med mulighet for både europeisk og nasjonal involvering og støtte.
- Det etableres egnet luftrom, inkludert inn- og utflygingssoner, som er beregnet for testformål og som tilfredsstiller nødvendige sikkerhetskrav.
- Departementer, etater, statlig eide selskaper og statlige virkemiddelaktører må samarbeide tettere og mer koordinert mtp luftfart og klima. Tydelig ansvarsfordeling og gode prosesser for løpende koordinering og prioritering er avgjørende for å legge til rette for effektiv og målrettet innovasjon. Det anbefales at Samferdselsdepartementet setter tydelige føringer for videre arbeid
- Utforme en administrativ og økonomisk ordning som yter støtte ved etablering og drift av fasiliteter og organisasjon knyttet til testaktiviteter i Norge. En slik ordning bør delvis kunne finansieres gjennom en eller flere av de eksisterende nasjonale virkemiddelordningene. Ordningen må baseres på klare vurderingskriterier for utvelgelse av tiltak som skal motta støtte. En målrettet dialog med offentlige virkemiddelaktører etableres for å vurdere om noen av dagens ordninger kan anvendes, eller om det bør etableres en nye ordninger som kan støtte tiltak knyttet til luftfart og klima.
- Norge tar en tydelig rolle i å påvirke EUs forskningsprogram Horizon Europe/CleanSky til en omfattende satsing på elektrifisering.
- Utvikle og gjennomføre en kommunikasjonsstrategi med budskap knyttet til de initiativene og tiltakene som settes ut i livet. Det må oppfordres til at aktører bidrar med artikler, foredrag og møter på viktige arenaer for å promotere arbeidet knyttet til luftfart og klima generelt – og utvikling av null- og lavutslipps-teknologi spesielt. Kommunikasjonsstrategien skal inkludere behov for kommunikasjon på internasjonale arenaer.

1.7.3 Risikoavlastning

- Etablere tilskuddsordning for å bygge ut ladeinfrastruktur på norske lufthavner (Enova).
- Etablere støtteordninger for kjøp av elektrifiserte fly. Dette kan bli aktuelt allerede i Enova's neste fireårsprogram, så en tett dialog med relevante departementer og Enova om hvordan en slik ordning kan utformes vil være viktig. Alternativt kan statlige lån og garantier være et aktuelt virkemiddel.
- Vurdere hensiktsmessige nye elementer i fremtidige anbudskontrakter (FOT-ruter), så som investeringsstøtte, restverdigarantier og økt kontraktslengde. Det sistnevnte krever at Norge får aksept for avvik fra EU-regelverk. Hensikten med insentivene er at kommende kontrakter utformes slik at risikoen reduseres til akseptable nivåer dersom null- eller lavutslippsfly anvendes på FOT-rutene.
- Et fritak for merverdiavgift for elektriske fly i frivillig virksomhet (eksempelvis drevet av flyklubber), flyging i flyklubber og privatflyging. Et slikt fritak – som i vegtrafikken -- kan ha stor betydning for allmennflygingen i Norge, samtidig som provenytapet for Norge vil være beskjedent. Siden det nettopp er i allmennfly- og skolesementet at elektriske fly først kan tas i drift og utprøves, vil derfor virkningen være betydelig.

1.7.4 Drift

- Staten bør stille krav til at fylkeskommunene inkluderer utslippsbaserte vurderingskriterier i framtidige anbud på FOT-ruter. Eventuelt kan det stilles eksplisitte krav til nullutslipp eller et definert maksimumsutslipp. Det bør etableres en tilskuddsordning til fylkeskommuner for å dekke merkostnadene et slikt krav kan forventes å gi i en overgangsfase. Det kan i tillegg etableres en bonusordning som gir positivt utfall for leverandører dersom de faser inn null-/lavutslippsteknologi i løpet av kontraktperioden. På bakgrunn av erfaringer fra introduksjon av elektriske ferger bør det vurderes om Enova kan støtte fylkeskommunene i utforming av disse kravene.
- Staten bør gi klare signaler om at avgiftssystemet skal innrettes slik at reiser med null- eller lavutslippsfly blir relativt sett rimeligere. For eksempel kan billetter med elektrifiserte fly i en overgangsperiode fritas fra fiskale avgifter. En slik avgiftspolitikkk vil framskynde utvikling, produksjon og anskaffelser av null- og lavutslippsteknologi.
- Fritak fra eller redusert merverdiavgift på billetter for null- eller lavutslippsfly frem til 2040 (med eventuell ny vurdering i 2035).
- Fritak fra eller redusert flypassasjeravgift for null- eller lavutslippsfly frem til 2040 (med eventuell ny vurdering i 2035).
- Startavgift til Avinor innrettes slik at de gir incentiver til bruk av elektrifiserte fly (vurderes iht EUs regelverk).
- Redusert elavgift for fly i næringsvirksomhet etter modell fra skipsfarten
- Statens reiseavtaler krever at tjenestereiser skal foretas på den for staten hurtigste og rimeligste måte. I fremtidige reiseavtaler bør klimahensyn tillegges vekt og være med i vurderingsgrunnlaget når innkjøpsavtaler inngås og ansatte gjør sine reisevalg. Hensikten er å gi tydelige signaler fra det offentlige Norge om betydningen av mer klimavennlig luftfart og gi produsenter og operatører et incentiv.
- Norge støtter utviklingen av et system for klimamerking (eco-labelling) i luftfart, enten dette blir en europeisk eller global ordning. For å promotere ny teknologi må systemet være skalerbart slik at null- og lavutslipp innen luftfart oppnår betydelige bedre klimamerking enn dagens tradisjonelle løsninger. Hensikten er å bidra til at klimamerking blir et tydelig og forutsigbart incentiv for produsenter og operatører av null- og lavutslippsteknologi.



Figur 1.2: Anbefalte mål, tiltak og virkemidler oppsummert

2 Innledning

2.1 Oppdrag og bakgrunn

I brev til Luftfartstilsynet og Avinor datert 15. mai 2018 viser Samferdselsdepartementet til at:

«De siste årene har utviklingen av elektriske fly skutt fart. Ambisjonene hos flyprodusentene varierer, men flere mener at mindre fly egnet for betjening av regionale flyruter kan være kommersielt tilgjengelige innen 2025, og større fly innen 2030-2040. Elektriske fly er vesentlig mer energieffektive enn fly som bruker tradisjonelt drivstoff og gir ingen direkte utslipp verken av klimagasser eller andre forurensningskomponenter. De gir også mindre støy. For Norges del er det i tillegg spesielt interessant at elektriske fly ifølge produsentene kan designes med operative egenskaper som gjør dem spesielt velegnet for trafikk på korte rullebaner.

Regjeringen ønsker å legge til rette for at ny og forbedret teknologi fases inn på en hensiktsmessig måte. I regjeringsplattformen går det derfor frem at regjeringen vil gi Avinor i oppdrag å utvikle et program for å legge til rette for introduksjon av elektriske fly i kommersiell luftfart.

Samferdselsdepartementet ber med dette Avinor om å utvikle et slikt program. Nye luftfartøytyper og den fremtidige driften av dem krever omfattende planlegging og godkjenningprosesser som berører luftfartsmyndighetene, og departementet ber om at programmet utvikles i tett samarbeid med Luftfartstilsynet.

Programmet bør inneholde klare mål og en vurdering av mulige virkemidler for å nå målet og hvordan disse bør fases inn. Kostnadseffektivitet skal tillegges vekt, det vil si at målene skal nås til lavest mulige kostnader for samfunnet. Departementet ber om at konsekvensene av programmet utredes i henhold til utredningsinstruksen. I tillegg til økonomiske, juridiske og administrative konsekvenser skal også andre vesentlige konsekvenser inkluderes, herunder målkonflikter og konsekvenser for konkurransesituasjonen i norsk luftfart, klima og miljø. Eventuelle konsekvenser for lufthavnstrukturen bør også skisseres.»

Utformingen av oppdraget gjorde at Avinor og Luftfartstilsynet måtte ha en bred tilnærming. Det var viktig både å få innsikt i modenhet i teknologiutviklingen, hva realistiske tidslinjer kan være, hvilke muligheter som finnes i virkemiddelapparatet og ikke minst kartlagt hvilke forhold som påvirker utviklingstakten og hvordan Norge kan påvirke prosessen effektivt og hensiktsmessig. I en tidlig fase ble det åpenbart at en sterk internasjonal forankring uansett vil være sentralt for å lykkes med nasjonale ambisjoner – og at muligheten for det bød seg underveis i rapportarbeidet. Derfor vil enkelte anbefalinger være å videreutvikle allerede igangsatte initiativ.

Siden oppdraget ble gitt har luftfart og klima blitt et prioritert område på svært mange arenaer, men det er Avinor og Luftfartstilsynets opplevelse at Norge allerede har en sterk og synlig posisjon som pådriver. Vi mener at dette er et momentum det er viktig å opprettholde for å løse utfordringene og utnytte mulighetene.

2.2 Forutsetninger og avgrensinger

Målet for denne rapporten er å gi anbefalinger – iht Utredningsinstruksen – til Samferdselsdepartementet om hvilke mål, tiltak og virkemidler som kan være aktuelle for å akselerere innfasingen av helelektriske og hybridelektriske fly i norsk sivil rutetraffikk. Det ligger ikke i oppdragets mandat å gi en fullstendig oppdatering på alle aktører og prosjekter som jobber med løsninger for elektrifisering av sivil luftfart, men for å kunne anbefale virkemidler og insentiver må man også ha en formening om teknologiens modenhet. Dessuten er det svært viktig å understreke at utviklingen av elektrifiserte fly er i en tidlig fase, og at det derfor ikke er mulig å gi konkrete kostnadsanslag for videre utviklingsarbeid eller de samfunnsøkonomiske kostnadene for de virkemidlene som anbefales. Dette har også betydning for vurderinger av kostnadseffektivitet. Det ble derfor tidlig i prosessen avklart med Samferdselsdepartementet at det skulle utføres en minimumsanalyse³⁾ i hht. Utredningsinstruksen.

Rapporten skal sammen med blant annet NOU 2019:22 “Fra statussymbol til allemannseie – norsk luftfart i forandring” og rapporten “Teknologi for bærekraftig bevegelsesfrihet og mobilitet” fra Ekspertutvalget for teknologi og fremtidens transportinfrastruktur levert 27.06.19, inngå som grunnlag for omtale av elektrifisering av luftarten i Stortingsmeldingen om NTP 2022-2033 som legges frem våren 2021. Blant annet på denne bakgrunn går ikke denne rapporten så grundig inn i generelle beskrivelser av norsk luftfart, men konsentrerer seg om det som anses som mest relevant for elektrifisering.

2.2.1 Hva er et elektrifisert fly?

Det er viktig å understreke at denne rapporten, selv om det i oppdragsbrevet er vist til “elektriske fly”, er teknologinøytral, og det som omhandles er ulike null- og lavutslippsløsninger som benytter en eller flere elektriske motorer til fremdrift. Vi har derfor valgt å benytte begrepet “elektrifiserte fly”.

Alle fly som produseres i dag får stadig større innslag av elektriske komponenter om bord, såkalte «more electric aircraft». Dette er tiltak for å redusere drivstoffbruket og dermed klimagassutslippene. Det er som eksempel i over ti år drevet utvikling av

ulike varianter av elektriske motorer koblet til flyenes hjul med henblikk på elektrisk taksing, og de aller fleste nye flymodeller har batterier som en integrert del av designen.

Med elektrifiserte fly i denne rapporten menes fly hvor en, flere eller alle motorene som driver flyet fremover i luften er elektriske. Vi vil referere til om flyene utvikles som batterielektriske, serie- eller parallellhybrider eller med brenselcelle som genererer elektrisitet.

2.2.2 Avgrensning flytyper og størrelse

En rekke aktører jobber med utvikling av elektriske luftfartøy. Iflg konsultantselskapet Roland Berger er det over 200 kjente slike prosjekter³⁾. Vi kan skille mellom tre hovedkategorier:

- eVTOL (Electric Vertical Take Off and Landing), også kalt passasjerdroner, der de fleste løsningene har flere elektriske motorer (i motsetning til helikoptre som som hovedregel har en eller to motorer).
- Fixed wing, «ordinære fly» med fastmonterte vinger.
- Tiltwing, en kombinasjon av eVTOL og fixed wing der flyene kan ta av og lande vertikalt, men også har vinger som kan generere løft ved flyging horisontalt.

Det er mye som er felles ved utvikling av disse ulike flytypene, herunder batterier, elektriske motorer, styringssystemer osv. Flere aktører har prosjekter i både to og tre av de nevnte kategoriene. I denne rapporten avgrensner vi imidlertid til i hovedsak å vurdere fixed wing fordi det er dette som vil være relevant i det norske markedet for flygninger på kortbanenettet, og også på regionale flygninger, men flere av virkemidlene og tiltakene kan være relevante for alle kategoriene.

Utvikling av elektrifiserte fly startet for så vidt med modellfly, og de siste årene er elektrifiserte drivlinjer testet i relativt små fly (2-6 seter). I denne rapporten er det i hovedsak segmentet 9-100 seter, fly tilpasset sivil regional rutetraffikk, som omtales og som anbefalingene er rettet inn mot, men større og mindre fly vil også bli omtalt. Årsaken til denne avgrensningen er for det første at

TABELL 2.1: HVA ER ET ELEKTRIFISERT FLY?

	BATTERIELEKTRISK	SERIEHYBRID	PARALLELLHYBRID	BRENSELCELLE
Motor	Elektrisk	Elektrisk	Elektrisk + konvensjonell	Elektrisk
Energilagring	Batteri	Batteri + turbogenerator eller brenselcelle/H ₂	Batteri + flytende drivstoff (+ evt turbogenerator)	Brenselcelle (+ evt batteri)

det forventes at utviklingen av elektrifiserte fly vil "starte i det små", og at en, etter hvert som teknologien forbedres og erfaring vinnes, vil utvikle større fly. Derneat at det i Norge særlig er behov for fly som i løpet av 10-15 år kan erstatte flytypene som i dag benyttes på kortbanenettet, og at kortbanenettet også anses som et spennende testmarked for de første elektrifiserte flyene som går i rutetraffikk.

2.2.3 Metode og tilnærming

Rapporten er basert på en dokumentstudie supplert med samtaler og intervjuer med aktører i luftfartsbransjen (fly- og flymotorprodusenter, flyselskap osv.). Dessuten har rapportforfatterne deltatt på konferanser og symposier som omhandler elektrifisering av luftfart. Rapporten er utarbeidet av Olav Mosvold Larsen, leder klimaprogrammet i Avinor, og Jan Petter Steinland, leder innovasjon og utvikling i Luftfartstilsynet.

I desember 2018 arrangerte Luftfartstilsynet og Avinor en workshop om virkemidler og insentiver der flere konsulentmiljøer deltok (Vista Analyse, THEMA Consulting, Miljøstiftelsen ZERO samt Green Future AS). Flere av innspillene fra workshop'en har vært viktige i utarbeidingen av anbefalingene i denne rapporten.

Det er lagt vekt på at vurderinger og anbefalinger knyttet til virkemiddelbruk og insentiver skal være teknologinøytrale.

Det er ikke inngått fortrolighetsavtaler med noen av aktørene og all informasjon som gjengis i denne rapporten er dermed basert på åpen og offentlig tilgjengelig informasjon. Ulempen med den tilnærmingen er at eventuell viktig ny innsikt – særlig om teknologisk utvikling – ikke kan formidles. Det er samtidig forfatterne vurdering at denne rapporten ikke skal være en grundig analyse av mulige teknologier. Det underbygges ytterligere med at vi fremdeles er i en tidlig fase i utviklingsløpene og at dagens tekniske informasjon fort kan bli utdatert – og dermed ikke er et hensiktsmessig grunnlag for anbefalinger.

3 Hva er problemet, og hva vil vi oppnå?

Klimagassutslippene fra flytrafikken øker samtidig som flyene som i dag benyttes på kortbanenettet i Norge må skiftes ut i løpet av de neste 10–15 årene. For å løse begge nevnte problemer bør det utvikles og settes i drift null- eller lavutslippsfly som kan trafikere det norske kortbanenettet og er tilpasset norske vinterforhold.

Utslipp av klimagasser er et globalt problem og dersom irreversible klimaendringer skal unngås, må de globale klimagassutslippene reduseres meget kraftig frem mot 2050. Dette krever omfattende tiltak i alle sektorer, inkludert luftfart. Ved at Norge går i front for utvikling av null- og lavutslippsløsninger vil dette bidra positivt til å oppfylle nasjonale klimaforpliktelser. I en situasjon der det synes svært vanskelig å enes om internasjonale avtaler som reduserer utslipp, blir utslippsreducerende teknologier stadig viktigere. Utvikling og implementering av elektrifiserte fly kan få virkning i hele verden og kan være et av en rekke nødvendige tiltak der enkeltland eller enkeltindustrier går foran med gode eksempler.

For å sikre et fremtidig godt transporttilbud i distriktene er det behov for fly og konsepter som er tilpasset norske behov. Forholdene for den regionale luftfarten i Norge er spesielle. Det norske kortbanenettet med flere 800-meters rullebaner og vinterforhold med ising og glatte baner innebærer at det er få passasjerfly som i dag kan dekke disse behovene. I tillegg er det på mange ruter høyt terreng underveis og der vil trykkabin kunne være et krav for å kunne fly ut av isingsforhold. Det kan likevel være mulig å se for seg passasjerfly uten trykkabin på enkelte ruter, eller i en test- og utviklingsfase med demonstrasjonsfly hvor regularitet er av mindre betydning. På grunn av disse premissene for

operasjoner i Norge er det viktig at Norge aktivt påvirker design av de første elektrifiserte passasjerflyene, og at vi er tidlig ute med introduksjon av elektrifiserte fly fordi det norske markedet kan være av stor betydning for de første produsentene.

Det produseres ikke passasjerfly i Norge i dag, og det norske markedet er i utgangspunktet for lite alene til å starte bygging og utvikling av nye fly tilpasset norske forhold. Dersom Norge avventer utviklingen og inntar en mer passiv rolle kan en risikere at produsenter i første rekke tilpasser sine fly til andre og mindre krevende, men større markeder. Parallelt med det nasjonale arbeidet bør det derfor også søkes internasjonalt forsknings-, innovasjons- og utviklingssamarbeid med motivasjon og markedsmuligheter for å unngå situasjon der det ikke er gode null- eller lavutslippsløsninger for regional flytrafikk i Norge.

En satsing på elektrifisering av luftfart kan også skape nye arbeidsplasser i Norge. En kan se for seg et marked der norske kompetansebedrifter kan levere komponenter og deler til elektrifiserte fly. Rolls-Royce Electrical Norway som har etablert seg i Trondheim med over 70 arbeidsplasser er et godt eksempel på det. Videre kan en se for seg at næringsutvikling i luftfartens økosystem, for eksempel innenfor lading og/eller hydrogenproduksjon.

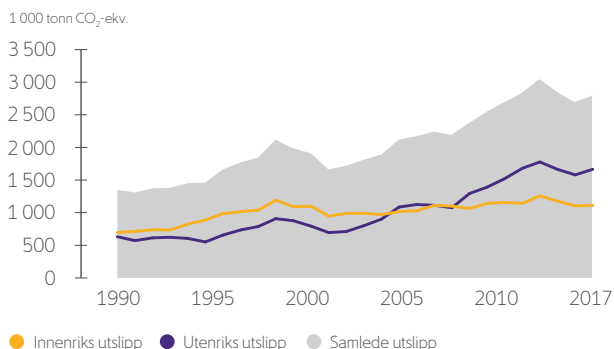
4 Beskrivelse av nåsituasjonen

4.1 Klimagassutslipp og trafikkutvikling

Klimagassutslippene fra all innenriks sivil luftfart har vært relativt stabile de siste 20 årene og tilsvarte ifølge Statistisk Sentralbyrå (SSB) i 2017 (siste offisielle tall) 2,1 prosent av samlede innenriks utslipp (1,1 av totalt 52,7 millioner tonn).

Klimagassutslipp fra utenrikstrafikken, det vil si fra norske lufthavner til første destinasjon i utlandet, har derimot økt signifikant i samme periode og var i 2017 1,7 millioner tonn CO₂-ekvivalenter. Samlede klimagassutslipp fra alt flydrivstoff til sivile formål solgt på norske lufthavner i 2017 tilsvarer om lag 5 prosent av Norges samlede utslipp, i størrelsesorden 2,8 millioner tonn CO₂-ekvivalenter.

FIGUR 4.1: KLIMAGASSUTSLIPP (CO₂-EKV) NORSK SIVIL LUFTFART 1990-2017



I perioden 2013-2018 økte antall passasjerer som reiste via Avinors lufthavner med 12,1% mens antall flybevegelser ble redusert med 3,4%. I 2019 var det en vekst i antall passasjerer på 0,6% for Avinors flyplasser sammenliknet med året før. Antallet flybevegelser ved Avinors lufthavner gikk ned med 1,2 %. Transportøkonomisk Institutt prognoser forventer i gjennomsnitt en årlig vekst i antall flypassasjerer på Avinors flyplasser på 1,7 % fram mot 2030 og 1,6 % i perioden 2030-2040. Det forventes noe lavere vekst i innenlandspassasjerer (0,9%) enn i antall utenlandspassasjerer (2,5%). Veksten i antall flybevegelser forventes å vokse mindre. På innlandsrutene blir den årlige veksten 0,6% pr år totalt, fordelt på 0,5% innenlands og 1,7% på internasjonale ruter.

Det er mange anslag for trafikkutvikling på verdensbasis. Generelt kan man si at det forventes vekst i alle markeder og vekstanslagene for verdens flytrafikk ligger høyere enn for Norge. Den høyeste veksten er forventet i Asia hvor store nye grupper får tilgang til å fly grunnet forbedret personlig økonomi. De laveste anslagene er for Europa og Nord-Amerika. Eurocontrol forventer en årlig vekst i antall flygninger i Europa på 1,9 % fram mot 2040.

Det er samtidig forventet en årlig utslippsreduksjon på 1,5-2% pr passasjerkilometer som følge av høyere kabinfaktor, innfasing av nye fly og andre energieffektiviserende tiltak i flyflåten. Som vist over, er imidlertid trafikkveksten forventet å bli større globalt, slik at de totale globale klimagassutslippene fra luftfarten forventes å øke dersom det ikke iverksettes tiltak utover flåteutskifting og energieffektivisering. Slike tiltak omfatter utvikling og bruk av bærekraftig jet biodrivstoff (Sustainable Aviation Fuel – SAF) og elektrifisering.

Luftfart regnes som en av de vanskeligste sektorene å dekarbonisere. Dersom andre sektorer elektrifiseres og reduserer egne utslipp vil luftfartens relative andel av nasjonale og globale klimagassutslipp øke.

Paris-avtalen fra 2015 slår fast at man skal jobbe for at global oppvarming ikke skal overstige 2 grader celsius, og en målsetning om å begrense den til 1,5 grader celsius siden før-industriell tid. I oktober 2018 publiserte FNs Klimapanel (International Panel on Climate Change – IPCC) en rapport som viser at å begrense oppvarmingen til 1,5 grader er svært krevende. Utslippene må reduseres med 45 prosent i 2030 sammenliknet med 2010 og verden må være fossilfri (Net Zero) innen 2050.

EUs European Green Deal som ble lagt frem i desember 2019 er svært tydelig på behovet for og betydningen av å redusere klimagassutslippene. EUs mål er at Europa skal bli det første klimanøytrale kontinentet innen 2050, og det understrekes at omstillingen må begynne snarest. EU-kommisjonen legger til grunn at "The European Green Deal" er Europas nye vekststrategi, og at strategien skal bidra til å kutte utslippene samtidig som den skaper arbeidsplasser og forbedrer livskvaliteten. Strategien skal være "en grønn tråd" som skal omfatte all EUs politikk, inkludert transport. EU tar sikte på å investere i ren energi og utvide EUs kvotemarked, og viser til at "The European Green Deal" også vil være en drivkraft for nye økonomiske muligheter.

Globale klimagassutslipp må reduseres, og det er forventet at luftfart tar sin del av ansvaret.

4.2 Flystøy og lokal luftkvalitet

Støy er definert som uønsket lyd og kan ha trivsels- og helsemessige konsekvenser. Fly- og helikopterstøy påvirker særlig nærområdene rundt lufthavnene.

Lokal luftforurensing kan også gi helseproblemer og redusert trivsel. Luftkvaliteten på og rundt lufthavnområdet bestemmes av lokale og regionale utslipp, av værforhold og av terrengets utforming. Målinger og beregninger utført av Avinor og Norsk Institutt for Luftforskning (NILU) på norske lufthavner viser verdier godt under myndighetskrav.

Både lokal luftforurensing og fly- og helikopterstøy anses som forurensing og er regulert i Forurensingsloven.

Det er stor grunn til å anta at luftfartøy med elektriske motorer vil være betydelig mer støvsvake enn dagens teknologi, og lokale utslipp vil også være lavere.

4.3 Fornybar elektrisitet i Norge

For elektrifisering av transportsystemet, er det åpenbart at hvordan elektrisiteten produseres har stor betydning for klimagevinsten. Norge er i prinsippet selvforsynt med elektrisk energi i et normalår. Den norske fornybare elektrisitetsproduksjonen regnes dessuten som stabil og er dermed attraktiv for aktører som vil teste null- og lavutslippsløsninger.

I Norge skjer det aller meste av kraftproduksjonen i vannkraftverk med stor lagringskapasitet. Magasinene kan tappes og kraften produseres når det er behov for kraft. Andre fornybare energikilder som vindkraft og solenergi utvikles også i Norge, men kan ikke reguleres på samme måte. I Norge kan man imidlertid få til et godt og balansert kraftsystem der vindkraft og solenergi spiller sammen med vannkraftproduksjonen.

Vannkraftsystemet har en normal årsproduksjon på i overkant av 130 TWh som er omtrent det samme som elektrisitetsforbruket i et normalår. Men Norge er også tilknyttet det europeiske kraftnettet og importerer og eksporterer strøm fortløpende. Dette bidrar til blant annet forsyningsikkerhet. Den samlede effektkapasiteten er på over 31 000 MW. I Norge har vi dessuten over 800 magasiner som gir mulighet til å lagre vann tilsvarende 86,5 TWh, noe som utgjør nesten 70 prosent av midlere årsproduksjon. Norge har om lag halvparten av Europas samlede magasinkapasitet. Stor lagringskapasitet (høy andel magasin) og høy installert effekt gir det norske vannkraftsystemet stor fleksibilitet.

4.4 Luftfart og samfunnsnytte

Norsk geografi og bosettingsmønster har gjort oss mer avhengige av flytransport enn mange andre land. God transporttilgjengelighet er avgjørende for at folk skal kunne bo i hele landet og samtidig ha akseptabel tilgang til sykehus, offentlige myndigheter, Oslo og/eller regionsentra, samt andre viktige institusjoner og infrastruktur. God tilgjengelighet gjør det også mulig å bo ett sted og jobbe eller studere et annet sted, og utvider på den måten arbeids- og utdanningsmarkedet. I mange deler av landet er fly det eneste realistiske transportalternativet på litt lengre reiser, og god transporttilgjengelighet er ensbetydende med et godt flytilbud. Norges beliggenhet i utkanten av Europa, kombinert med en svært åpen økonomi og utstrakt (økonomisk og annet) samkvem med andre land, forutsetter også god tilgjengelighet med fly og et hensiktsmessig tilbud av flytransport til resten av verden. Luftfartens samfunnsnytte er godt dokumentert, blant annet i NOU 2019:22 "Fra statussymbol til allemannseie – norsk luftfart i forandring".

4.5 Aktører i norsk innenriks luftfart

I innenriks norsk luftfart i dag er det fem flyselskaper, Norwegian, SAS, Widerøe, DAT og Air Leap. Widerøe har et omfattende rutenett med over 40 destinasjoner og er dominerende på de regionale lufthavnene. I hovedsak drives de bedriftsøkonomisk ulønnsomme rutene – anbudsrutene/FOT-rutene – av Widerøe. Ruten Oslo-Røros drives imidlertid av Air Leap, og helikopter-ruten Bodø-Værøy drives av Lufttransport. Widerøe driver også handlingselskapet Widerøe Ground Handling som håndterer bakkjetjenester på 42 lufthavner i Norge. SAS og Norwegian er dominerende på de tyngre innlandsrutene og har begge stor andel av utlandstrafikken til og fra norske lufthavner. DAT (Danish Air Transport) flyr mellom Stord lufthavn og Oslo lufthavn og Air Leap mellom Ørland og Oslo.

Avinor eier og driver 44 lufthavner i Norge. Avinor er også ansvarlig for flysikringstjenesten i norsk luftrom for sivil og militær sektor. Sandefjord lufthavn, Torp er Norges største

private lufthavn, med et omfattende nasjonalt og internasjonalt rutenett. Torp eies av Vestfold og Telemark fylkeskommune, Sandefjord kommune og Vestfold Flyplassinvest AS. Stord Lufthavn, Sørstokken eies og drives av Sunnhordland Lufthavn A/S som er kommunalt og fylkeskommunalt eid. Haugesund lufthavn, Karmøy eies av Avinor, men drives fra 2019 av Lufthavndrift AS. Ørland lufthavn eies og drives av Forsvaret.

Luftfartstilsynet har hovedansvaret for tilsynet med norsk sivil luftfart og skal være en pådriver for sikker og samfunnsnyttig luftfart i tråd med overordnede målsetninger for regjeringens samferdselspolitikk. Et overordnet mål for samferdselssektoren er at transportsystemet skal bidra til omstilling til lavutslippssamfunnet. Luftfartstilsynets har fått en tydeligere rolle i klimaarbeidet og oppgaven er å overvåke utviklingen innen luftfartssektoren knyttet til null og lavutslippsteknologi og legge til rette for en mer klimavennlig luftfart. Spesielt fremheves arbeid med innfasing av elektrifiserte fly og annen null- og lavutslippsteknologi i kommersiell luftfart i Norge.

Når det gjelder elektrifisering av luftfart kan det også påvirke andre selskap i luftfartsbransjen slik som handlingselskaper, drivstoffleverandører og så videre. Disse omtales ikke i detalj her.

4.6 Regionalmarkedet

Regionalrutenettet i Norge er et av Europas mest omfattende regionale flymarkeder. Det er ingen entydig definisjon av et regionalt flymarked, men for denne rapportens formål definerer vi det som strekninger som betjenes av mindre fly – med inntil 100 seter og strekninger under 1 000 km. Markedet er delt i et åpent, kommersielt marked med fri markedsadgang og et

anbudsmarked – forpliktelse til offentlig tjenesteytelse (FOT). I kapittelet med anbefalinger gjør vi rede for insentiver som vil stimulere både det åpne markedet og anbudsmarkedet.

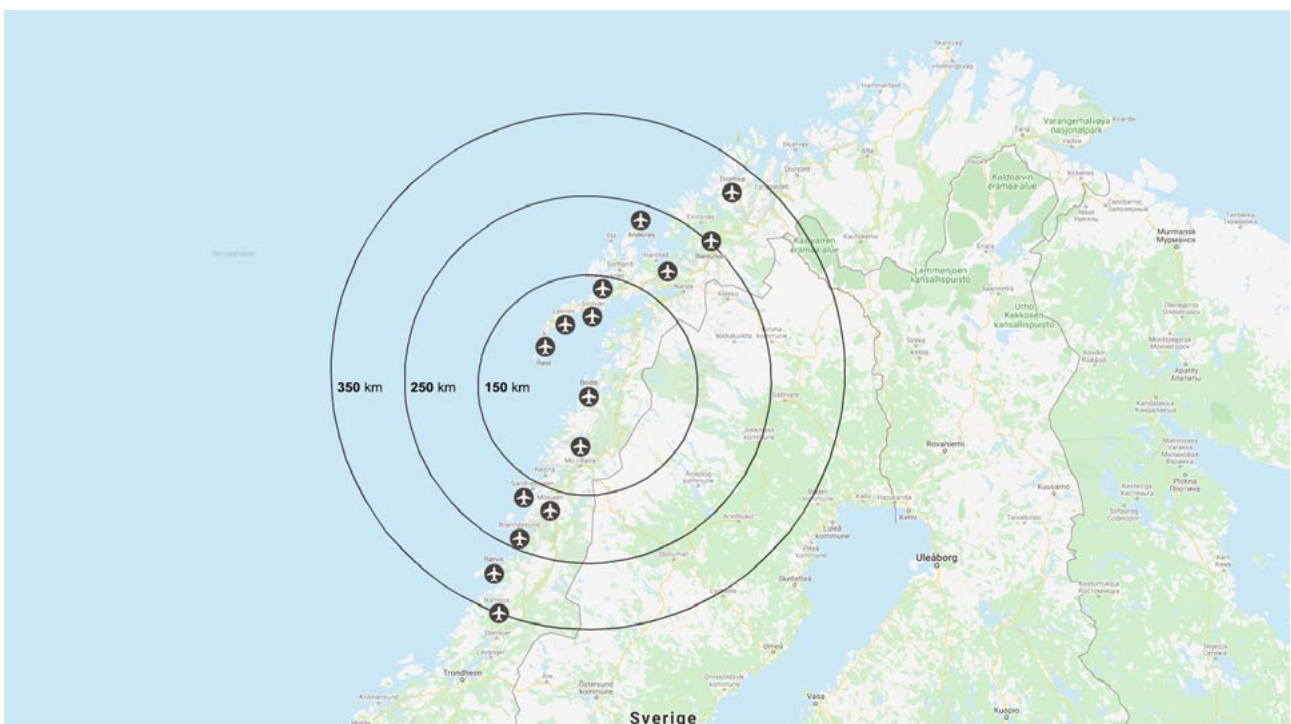
4.6.1 Det kommersielle regionale markedet – trafikk innenfor 1 000 km

De regionale flyrutene i Norge betjener lokale lufthavner med ned mot 800 m rullebane. Rutene betjenes i hovedsak med Dash 8-100. Widerøe opererer alle rutene med unntak av ruta Stord-Oslo som opereres av DAT og Ørland-Oslo som opereres av Air Leap.

Rutenettet omfatter Vestlandet nord for Bergen og kysten fra Trondheim til Kirkenes. I Nord-Norge er rutene rettet inn mot nærmeste større lufthavn som betjenes med jetfly. Om lag halvparten av trafikken er lokal/regional, mens resten er trafikk som skal videre gjerne sørover til Oslo eller utlandet. Flydistansen er typisk 100-250 km. Om lag to tredeler av passasjerene er lokale reisende. Det er en skjev retningsbalanse med relativt fulle fly ut fra den lokale lufthavnen om morgenen og med retur om ettermiddag/kveld. Utover dette kan det være lavt belegg. På Finnmarkskysten er rutene i dag lagt opp som kjedede ruter som tar opp passasjerer fra flere flyplasser på samme tur. Det er mulig å endre dette til å rette rutene inn mot et nav (f. eks Alta – se vedlegg for illustrasjon) og benytte mindre fly dersom dette blir aktuelt, og en kan også tenke seg andre løsninger.

På Vestlandet er det fem kortbaneplasser. Rutene går i hovedsak til Oslo med en flydistanse på 240-360 km. Noen få ruter går til Bergen.

Totalt er det ca 1 million passasjerer på kortbanerutene. De fleste regionale rutene er FOT-ruter med tilskudd.



Figur 4.2: Lufthavner innenfor hhv 150, 250 og 350 km avstand fra Bodø

TABELL 4.1. RUTER MELLOM OSLO OG BYER I SØR-NORGE I 2019

KM	TIL/FRA OSL	BEVEGELSER	PASSASJERER
358	Trondheim	16 360	2 091 869
320	Bergen	15 293	1 988 642
344	Stavanger	14 234	1 666 960
373	Ålesund	5 676	648 744
282	Kristiansand	4 896	507 231
345	Haugesund	4 361	471 319
349	Molde	3 471	350 104
366	Kristiansund	2 159	184 444

TABELL 4.2: RUTER MELLOM BERGEN OG BYER I SØR-NORGE I 2019

TIL/FRA BGO	BEVEGELSER	PASSASJERER
Kristiansand	3 119	148 326
Kristiansund	2 051	62 382
Molde	1 871	52 084
Sandefjord Torp	3 431	162 206
Stavanger	8 055	507 883
Trondheim	4 259	338 823
Ålesund	2 315	125 845

Dersom en med elektrifisering av luftfarten også oppnår reduserte driftskostnader og mindre fly kan det dessuten hende at nye/andre ruter kan bli kommersielt interessante.

I Sør-Norge går de største flyrutene til/fra OSL og har en flydistanse på 320–360 km. I tabellen under vises avstander, antall flybevegelser og passasjerer i 2019. Med unntak av Kristiansund, er det 100–130 passasjerer pr flygning i gjennomsnitt på rutene. Den travleste ruta til Trondheim har 30 avganger hver vei på hverdager.

I tillegg finnes en del mindre ruter utenom Oslo. Med utgangspunkt i Bergen var det følgende trafikk i 2019 (Tabell 4.2). Det er kanskje de korteste av disse som rutene til Stavanger og Ålesund på hhv 160 og 250 km, som kan ha et stort elflypotensial og relativt mye trafikk.

I tillegg går det ruter fra Sandefjord til Stavanger og Trondheim (2 000 bevegelser hver) og mellom Stavanger og Trondheim (1 900 bevegelser).



Figur 4.3: Utvalg av lufthavner innenfor hhv 500 km og 1000 km avstand fra Oslo

TABELL 4.3: ANTALL FOT-RUTER I EUROPA

KROATIA	FRANKRIKE	HELLAS	ITALIA	PORTUGAL	SPANIA	SVERIGE	UK
10	37	28	11	20	23	11	22

I tillegg er det FOT-ruter i Finland (3), Irland (3), Estland (3), Tsjekkia (3) og Kypros (1). (Kilde: https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/psa_inventory_table.pdf)

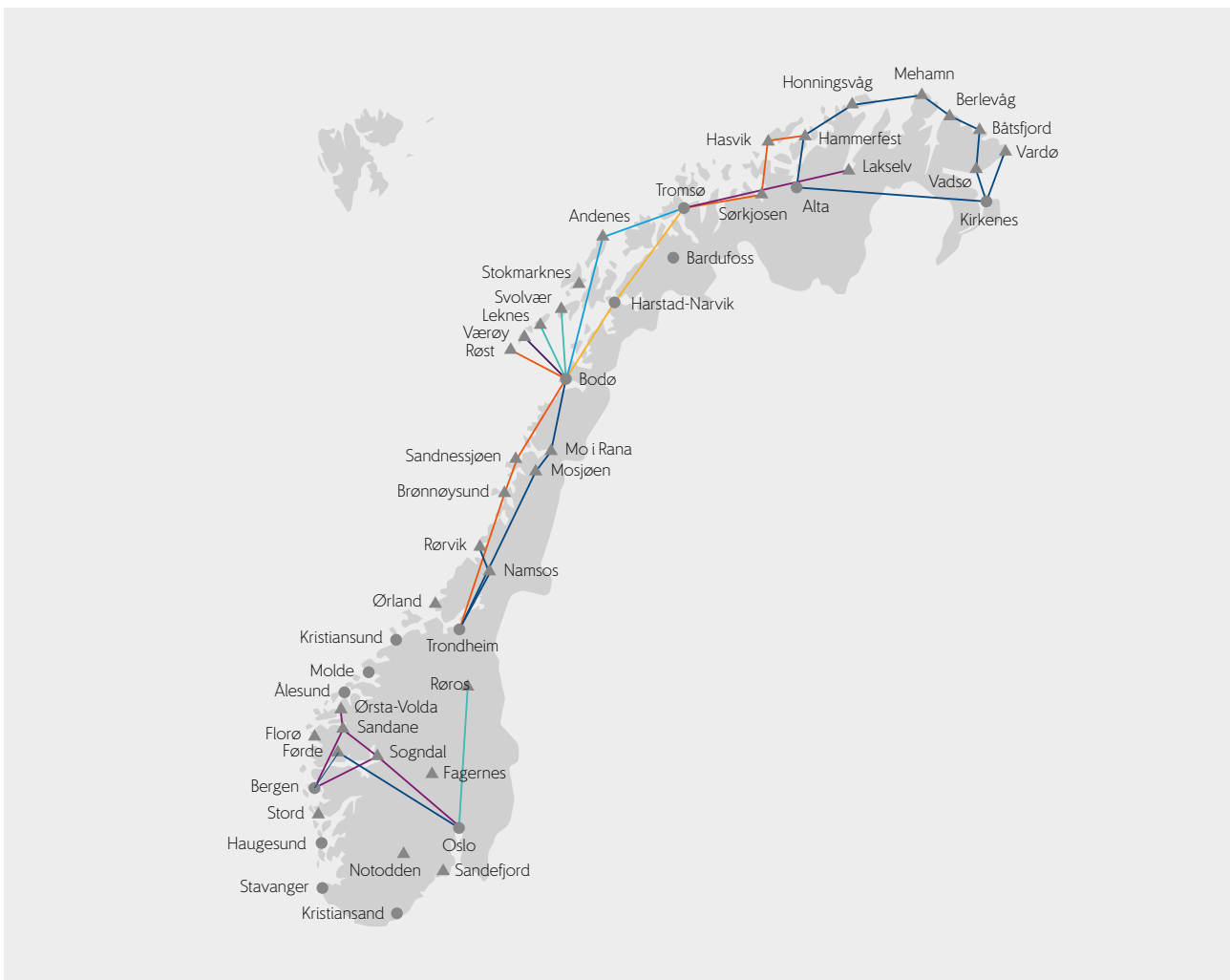
Dersom en utvider rekkevidden ytterligere, og også ser ut av Norge, ligger for eksempel Stockholm og København om lag 500 km fra Oslo Lufthavn, og innenfor en radius på 1 000 km fra Oslo nås mange av de større byene i Nordsjø- og Østersjøområdet. Hvis liknende sirkler trekkes fra Kristiansand, Stavanger eller Bergen nås flere destinasjoner i Storbritannia.

4.6.2 Forpliktelser til offentlig tjenesteytelse (FOT)

Ordningen med Forpliktelser til offentlig tjenesteytelse er etablert for å sikre et tilfredsstillende innenriks flytilbud på ruter hvor markedet alene ikke sørger for det. Fra 1. april 2020 vil det være

FOT-ruter ved 29 lufthavner, fordelt på 21 ruter/ruteområder. I Nord-Norge (nord for tidligere Sør-Trøndelag) har kontraktene inntil fem års varighet og dersom de forblir uendret har de oppstart 2022, 2027, osv. I Sør-Norge har de inntil fire års varighet med oppstart 2020, 2024, osv. Vinneren av anbudet har enerett til å drive rutene i anbudet. I statsbudsjettet for 2020 er det satt av 718,1 millioner kroner til kjøp av innenlandske flyruter. På grunn av omfanget på disse innkjøpene kan de være et verdifullt verktøy for å stimulere til å utvikle og ta i bruk null- og lavutslippsfly.

Staten kan yte tilskudd til slike flyruter etter å ha gjennomført en konkurranse. Normalt inngår staten kontrakt med flyselskapet med det laveste kravet til kompensasjon, gitt at fastlagte kriterier



Figur 4.4: FOT-ruter i Norge (Kilde: NOU 2019:22)

er oppfylt. FOT-anbudet i Norge er et såkalt nettoanbud hvor operatøren har alt ansvar og risiko på både inntekts- og kostnads-siden. Anbyder (kjøper av flyruten) dekker differansen mellom de totale kostnadene og inntektene, da kostnadene er høyere enn inntektene på disse rutene. Anbyder fastsetter hvilke maksimalinntekter operatør kan ta, og hvilke sosiale rabatter som skal tilbys. Operatøren kan tilby lavere priser enn de i anbudsutlysningen oppgitte maksimalprisene for å stimulere etterspørselen. Normalt inngår staten kontrakt med flyselskapet med det laveste kravet til kompensasjon, gitt at fastlagte kriterier er oppfylt. Disse kriteriene kan være frekvens, setekapasitet, rutemønster, maksimal billettpris og klima-/miljøavtrykk. Alle godkjente flyselskap i EØS-området kan delta i konkurransene.

I 2020 overføres ansvaret for FOT-ruter til fylkene, mens ansvaret for lufthavner i kortbanenettet forblir et statlig ansvar (Avinor). Denne nye strukturen kan påvirke hvordan insentiver og tiltak bør utformes.

FOT-ruter (Public Service Obligation - PSO) benyttes i en rekke europeiske land (tabell 4.3), men ingen har flere ruter enn i Norge. Det er en gjennomgående trend at det er få, og som oftest nasjonale, flyselskap som konkurrerer om utlyste ruter. Årsaker til dette ser ut til å være høye etableringskostnader for nye aktører, stor- og samdriftsfordeler for etablerte aktører og skjevheter i kunnskap om kostnads- og etterspørselsforhold som gjør det enklere for etablerte tilbydere å gi et tilbud tilpasset markedsverdien. For å legge bedre til rette for økt konkurranse er det blant annet ikke lenger krav til antall seter i flyene. Det er heller ikke krav til antall seter per uke, kun per år, og minstekrav til frekvens er redusert. I Sør-Norge ble ruteområdene fra 2016 oppdelt i enkeltruter for å åpne for mindre operatører. Totalt sett viser dette økt fleksibilitet og muligheter for insentivordninger på enkelte ruter og at mindre fly kan være aktuelle.

4.6.3 Det norske kortbanenettet

Det norske regionalmarkedet er særpreget ved det utstrakte kortbanenettet som knytter distriktene til de store regionale sentrene. Kortbanenettet er et resultat av en distriktspolitisk satsing over mange år og bidrar til å sikre bosetting, næring, et godt helsetilbud og forsvar i hele landet. Målet var at en skulle kunne komme seg til og fra regionsentrene på én dag. For mange av distriktene er det ingen hensiktsmessige reisealternativer i dag eller på kort- og mellomlang sikt. Etter hvert som forventningene til redusert klimafotavtrykk øker, og kostnadene for klimagassutslipp kan forventes å øke, er det derfor viktig at null- og lavutslippsløsninger introduseres på kortbanenettet så raskt som mulig.

Kortbanenettet representerer samtidig en betydelig markedsmulighet i en tidlig fase av elektrifiseringen av luftfarten. Med 21 flyplasser med bane kortere enn 1 200 meter samt tynt trafikkgrunnlag og mange ruter som går over relativt korte avstander, vil dette kunne være en velegnet arena for introduksjon av elektrifiserte passasjerfly med begrenset rekkevidde. I tillegg er operasjoner i norsk klima og topografi krevende og gir aktørene som utvikler ny teknologi gode muligheter til å prøve ut og verifisere nye konsepter.

4.7 Flytyper som kan trafikere det norske kortbanenettet

Widerøe er den dominerende aktøren på kortbanenettet i Norge og opererer en flåte med de Havilland Dash-8. Flyet ble utviklet på begynnelsen av 1980-tallet og er et av svært få passasjerfly med 20 seter eller mer som kan operere på 800 meter rullebane. 75 % av Widerøes flygninger er kortere enn 300 km. Widerøe opererer en flåte med blant annet 25 Dash-8 100/Q200 med 39 seter og 6 Dash-8 300 med 50 seter. Selskapet signaliserer at disse flyene senest må erstattes i løpet av de neste 10-15 årene og at de ønsker å erstatte dem med null- og/eller lavutslippsløsninger.

Flyselskapet Danish Air Transport (DAT) opererer strekningen Stord-Oslo med flytypen ATR-42 med 46 passasjer seter.

Slik det ser ut i dag, er det ikke mange flytyper som både har trykkabin og som kan operere på 800-meter baner. I 2018 kjøpte Viking Air rettighetene til Dash-8 fra Bombardier med mulighet for fortsatt produksjon og salg av enkelte Dash-8 modeller. ATR (eid av Airbus og Leonardo) har lansert den nye versjonen ATR 42/600S som skal kunne operere på 800 meter rullebane. Flyet skal ifølge produsenten være tilgjengelig fra 2022. Det er også signalisert at Boeing og brasilianske Embraer kan utvikle en ny turboprop dersom den foreslåtte sammenslåingen av selskapene godkjennes av konkurransemyndighetene, men det er ikke klart om disse vil kunne benytte 800 meter rullebane⁴⁾.

4.8 Det internasjonale markedet for elektrifiserte fly

Gitt at det er for tidlig å si noe om både pris og rekkevidde for elektrifiserte fly i ulike klasser, er det ikke mulig å gå nærmere inn på hvor stort markedet kan antas å være. Dessuten kan fly med lavere driftskostnader skape nye markeder.

Vi kan imidlertid slå fast at det er et marked for små helelektriske og hybridelektriske fly både for privatflyging (GA) og i pilotopp-læring (flyskoler). Sistnevnte er blant annet synliggjort ved OSM Aviation Academy sin avtale med Bye Aerospace om leveranse av 60 batterielektriske fly som skal brukes i opplæringsøyemed.⁵⁾

I noen land og regioner (Sverige, Skottland, Pacific North West i USA, Hawaii, øystater i Karibien og Stillehavet osv) er det i dag et kommersielt marked for korte flygninger med små fly opp til 50 seter (Dash-8, ATR 42 osv). I flere av disse landene er det også offentlig kjøp av flyruter, slik som i FOT-systemet i Norge. Dessuten er det et marked, blant annet på vest- og østkysten av USA for "commuting" med små passasjerfly som ikke går i regelbunden rutetraffikk. Aktører som har kjennskap til det amerikanske markedet fremhever ofte at det i dag er sivil rutetraffikk på om lag 500 flyplasser, mens det finnes 5 000 flyplasser som kan være aktuelle dersom driftskostnadene for flygninger reduseres.

Det virkelige store markedet er i såkalte regionale markedet med fly mellom 50 og 150 seter (ATR72 og Airbus A220), og ikke minst i Single Aisle-markedet (Airbus A320-serien og Boeing 737-serien). Både Airbus og Boeing publiserer årlig sine «market forecasts» og har begge en betydelig ordrebok.

TABELL 4.4: LUFTHAVNER I NORGE MED REGELBUNDET RUTETRAFIKK PR JANUAR 2020

ICAO	IATA	Lufthavn	FAST DEKKE METER	KORTESTE TORA METER
ENBS	BJF	Båtsfjord	1000	810
ENNM	OSY	Namsos	935	812
ENSD	SDN	Sandane/Anda	970	820
ENSK	SKN	Stokmarknes/Skagen	919	829
ENRA	MQN	Mo i Rana/Røssvoll	871	835
ENSH	SVJ	Svolvær/Helle	946	846
ENHK	HAA	Hasvik	1039	859
ENHV	HVG	Honningsvåg/Valan	921	860
ENSR	SOJ	Sørkjosen	1014	861
ENHF	HFT	Hammerfest	933	867
ENMS	MJF	Mosjøen/Kjærstad	1020	869
ENRS	RET	Røst	1032	870
ENVD	VDS	Vadsø	997	870
ENBV	BVG	Berlevåg	1028	879
ENMH	MEH	Mehamn	970	880
ENLK	LKN	Leknes	1070	890
ENRM	RVK	Rørvik/Ryum	950	890
ENBL	FDE	Førde/Bringeland	1109	930
ENSG	SOG	Sogndal/Haukåsen	1110	930
ENOV	HOV	Ørsta-Volda/Hovden	1070	950
ENSS	VAW	Vardø/Svartnes	1145	965
ENBN	BNN	Brønnøysund/Brønnøy	1438	1199
ENFL	FRO	Florø	1264	1199
ENSO	SRP	Stord	1460	1199
ENST	SSJ	Sandnessjøen/Stokka	1409	1199
ENRO	RRS	Røros	1720	1580
ENKR	KKN	Kirkenes/Høybuktnoen	2106	1964
ENCN	KRS	Kristiansand/Kjevik	2035	1969
ENAT	ALF	Alta	2253	2027
ENHD	HAU	Haugesund/Karmøy	2120	2060
ENKB	KSU	Kristiansund/Kvernberget	2390	2070
ENML	MOL	Molde/Årø	2220	2080
ENAL	AES	Ålesund/Vigra	2314	2164
ENSB	LYR	Svalbard/Longyear	2480	2208
ENTC	TOS	Tromsø/Langnes	2447	2391
ENDU	BDU	Bardufoss	2993	2444
ENAN	ANX	Andenes/Andøya	3002	2467
ENZV	SVG	Stavanger/Sola	2706	2556
ENTO	TRF	Sandefjord Torp	2809	2589
ENVA	TRD	Trondheim/Værnes	2996	2694
ENNA	LKL	Lakselv/Banak	2788	2696
ENBO	BOO	Bodø	2794	2794
ENBR	BGO	Bergen/Flesland	2990	2795
ENEV	EVE	Harstad/Narvik/Evenes	2812	2812
ENOL	OLA	Ørland	3000	3000
ENGM	OSL	Oslo/Gardermoen	3600	3600

Tabellen er sortert etter korteste rullebanelengde i meter (TORA – Take Off Run Available)

5 Teknologistatus luftfartøy

Utviklingen av elektrifiserte fly har skutt fart de siste 3-4 årene, men er fortsatt i en tidlig fase. Per 2020 er det en rekke produsenter som tester elektrifiserte fly flere steder i verden og "alle" fly- og flymotorprodusenter har aktiviteter knyttet til elektrifisering. Dette er en viktig forskjell fra bilindustrien der en kan hevde at de dominerende bilprodusentene i sin tid "strittet imot" elektrifiseringen av vegtrafikken, men senere har kommet etter med full kraft.

I dette kapitlet går vi nærmere inn på batteriteknologi og energilagring, og ser på de ulike segmentene som det utvikles elektrifiserte fly for. Det er utenfor denne rapportens mandat å gi en fullstendig beskrivelse av alle aktørene i markedet. Vi har valgt å bruke et utvalg av aktørene som designer og produserer fly som eksempler for å illustrere utviklingen. Det betyr på ingen måte at de aktørene som ikke er nevnt oppfattes som mindre relevante.

5.1 Batteriteknologi og brenselcelle

Energilagring er nøkkelen til en overgang fra fossil energi til et fornybart energisystem, og bedre batteriteknologi regnes som en av de viktigste tekniske hindringene for rask utvikling av batterielektriske fly med lang rekkevidde. I en rapport⁶⁾ utarbeidet av Green Future AS i 2018 på oppdrag fra Avinor, Norges Luftsportforbund (NLF) og NHO Luftfart er problemstillingen drøftet mer inngående.

Utvikling av Litium-ionbatterier har vært en svært viktig årsak til markedsgjennombruddet for elektriske biler, og det er fortsatt potensiale for å forbedre teknologien ytterligere. I dag har de

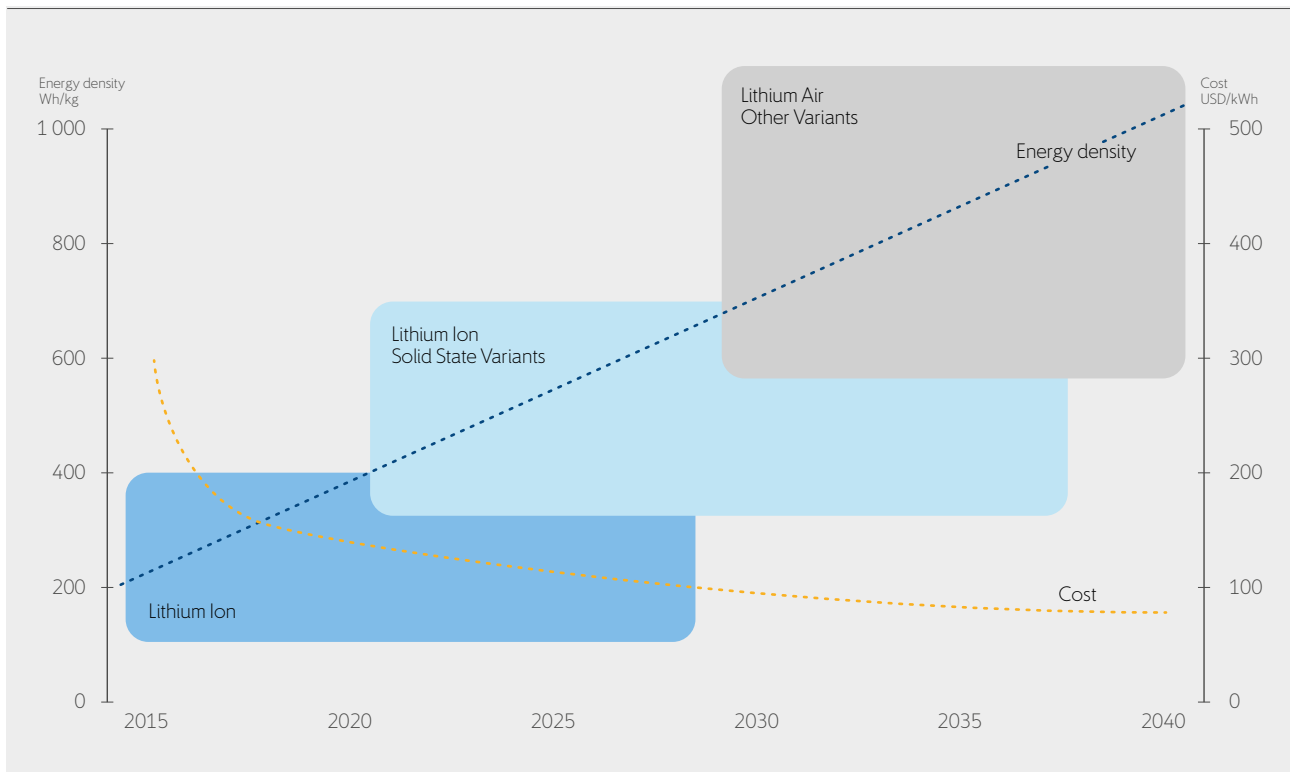
beste Litium-ionbatteriene grovt regnet en energitetthet på om lag 250 Wh/kg, og kostnaden var i 2019 ifølge Bloomberg⁷⁾ 156 USD/kWh. Begge disse parameterne ventes å bli bedre.

Neste generasjon batterier forventes å være såkalte «solid state» batterier som slik det ser ut i dag kan få en maksimal kapasitet på i overkant av 650Wh/kg, men her er det usikkerhet.

Med dagens batteriteknologi og sertifiseringsstandarder (særlig på grunn av vektbegrensning), synes inntil 19 seter og om lag 350-400 km effektiv rekkevidde på grunn av krav til energireserve (>500 km maksimal rekkevidde) å være mest relevant for batterielektriske fly på kort sikt. Dette er imidlertid tilstrekkelig for mange flygninger innenriks i Norge, inkludert de aller fleste rutene på det norske kortbanenettet.

I påvente av bedre batteriteknologi jobber derfor mange aktører nå med ulike hybridløsninger for å oppnå større rekkevidde. Som redegjort for i kap 2.2.1 omfatter dette både serie- og parallellhybrider. Hybridløsningene kan derfor også anses som en rekkeviddeforlenger som vil være viktige for å tilfredsstille kravene til energireserve som gjelder i luftfarten. Selv om flyene har rekkeviddeforlenger, vil de sannsynligvis kunne fly helelektrisk på svært mange av de kortere norske rutene.

Bruk av brenselcelle er også aktuelt. En brenselcelle konverterer kjemisk energi til elektrisk energi direkte i en kjemisk prosess uten normal forbrenning. I likhet med et batteri består brenselcellen av en katode, en anode og en elektrolytt, men den skiller seg fra et batteri fordi den kjemiske energien hentes fra en ekstern kilde (drivstoffet). Drivstoffet er vanligvis hydrogen



Figur 5.1: Utvikling av batteriteknologi. Kilde: Green Future AS (2018)



Figur 5.2: Rekkevidde fra Oslo med dagens konvensjonelle flyflåte (f.eks Boeing 737-800 og Airbus A320 NEO).

eller naturgass, men det er også mulig å bruke en rekke andre hydrokarboner og alkoholer – for eksempel propan, LPG, metanol eller biogass. Ammoniakk er også brukt. Et batteri har

den kjemiske energien lagret internt i et lukket system. Mens batterier må lades, vil en brenselcelle fortsette å virke så lenge den tilføres drivstoffet. Det er flere aktører som vurderer å benytte

brenselcelle, og det amerikanske selskapet ZeroAvia har utviklet en drivlinje med brenselcelle som de begynte å testfly i 2019. For å redusere klimagassutslipp er det imidlertid viktig at hydrogenet eller andre drivstoff til brenselcellen kommer fra en fornybar og ikke fossil kilde.

I "elflydebatten" blir det ofte trukket frem at fossilt drivstoff har 40–60 ganger høyere energitetthet per kg enn dagens batterier. Det medfører riktighet, men en må også her ta med i betraktningen at jetturbiner og turbopropmotorer har en energieffektivitet på 30–40 prosent, mens en elmotor har en energieffektivitet på over 90 prosent. Energiinnholdet i fossilt drivstoff og stadig mer energieffektive fly muliggjør imidlertid at dagens konvensjonelle flyflåte (f.eks Boeing 737-800 og Airbus A320 NEO) har rekkevidde på over 4 000 kilometer. Dette gir svært stor fleksibilitet for flyselskapene som kan benytte samme materiell på flygninger fra Norge til hele Europa og Nord-Afrika, og kortere flygninger på de tunge rutene i Sør-Norge, for eksempel fra Oslo til både Stavanger og Bergen, en avstand på i overkant av 300 kilometer. I det videre utviklingsløpet forventes det at ny teknologi vil innebære flytyper som i større grad er optimaliserte for forskjellige distanser. I 2019 var om lag halvparten av globale flygninger på distanser under 1 000 km. Dersom disse flygningene elektrifiseres er det beregnet å kunne kutte utslipp med 40 prosent⁸⁾. Dermed er det også et betydelig globalt potensial for utslippsreduksjoner ved elektrifisering av fly for kortere distanser.

5.2 FoU-prosjekter, GA-trafikk og skolefly

De siste 10 årene har en sett en jevn utvikling av 2–4 seters fly med elektrisk fremdrift. Mange av disse har vært glidefly med en elektrisk hjelpemotor, men den siste tiden også mindre motorfly. Det er ikke mulig å beskrive alle i detalj her. Det er imidlertid interessant å merke seg noen av prosjektene. I 2008 brukte et konsortium ledet av Boeing en Diamond HK-36 som plattform for å teste fremdrift ved hjelp av en elektrisk motor drevet av brenselceller. I september 2010 ble en Cri-Cri det første akrobattikk-flyet som var bygget om til elektrisk fremdrift. Det hadde fire motorer, 30 minutter rekkevidde og en topphastighet på 250 km/t. En elektrisk versjon av Pipistrels Taurus vant i 2011 NASAs Green Flight Challenge. Det er også rimelig å nevne Solar Impulse 2 som i 2015–2016 i etapper fløy jorden rundt utelukkende basert



Bye Aerospace eFlyer

på solenergi. Flyet var dekket av solceller og hadde batterier som ble ladet under flygning og sørget for fremdrift om natten.

Airbus-prosjektet E-Fan gjennomførte i 2015 en elektrisk flygning over den engelske kanal fra Lydd Airport i Storbritannia til Calais-Dunkerque Airport i Frankrike, en flygning på om lag 70 kilometer. Opprinnelig planla Airbus å videreutvikle E-Fan og selge 2- og 4-seter elektrifiserte fly i det åpne markedet. Planene ble imidlertid kansellert da Airbus i stedet valgte å konsentrere sin utvikling om et større regionalt fly omtalt som E-Fan X. Dette er omtalt nærmere under.

Pr januar 2020 er det en rekke aktører i markedet for 2–4 seters fly til opplæringsformål (skolefly) og øvrig privatflygninger. Slovenske Pipistrel har siden 2017 produsert og solgt sin Alpha Electro, et to seters fly med ca en times flytid og dermed en rekkevidde på 130 km. Det er et fly av denne typen Avinor og Norges Luftsportforbund har kjøpt. Flyet er ikke typegodkjent/sertifisert og opereres på et såkalt særskilt luftdyktighetsbevis, noe som er helt vanlig for fly som er under utvikling. Bye Aerospace i USA har under testing eFlyer 2, et 2-seters fly, og eFlyer 4 med fire seter er under utvikling. Bye melder at de allerede har om lag 200 fly i bestilling fordelt omtrent likt på de to modellene. Norske OSM Aviation Group har bestilt 60 fly som skal brukes i selskapets flyskoler. Det finnes også flere aktører som ikke kan omtales i detalj her (H55, Pureflight, osv), og i denne gruppen finner vi også norske Equator Aircraft⁹⁾ som utvikler et elektrisk amfibiefly (kan lande på vann og land).

5.3 Fly med inntil 19 seter

Etter 2015 er det en rekke aktører som har tatt posisjon i segmentet elektrifiserte fly inntil 19 seter. Årsaken til at 19 seter ofte settes som maksimal størrelse er en konsekvens av dagens regelverk der sertifiseringsbestemmelsene i EASA CS-23 (Certification Specification) setter en begrensning for to-motors propellfly ved 19 seter og 8 600 kg. Dersom flyene er større enn dette, skal de sertifiseres etter EASA CS-25 Large Aircraft. Dette stiller andre krav og resulterer i en mer omstendelig sertifiseringsprosess. CS-23 har nylig blitt revidert og er nå betydelig mer ytelsesbasert enn før, hvilket åpner for større fleksibilitet for flyprodusenter. I tillegg er det i fly med større kapasitet enn 19 seter obligatorisk med kabinbesetning, noe som øker driftskostnadene for operatørene.

I dette segmentet finner vi blant annet israelske Eviation og svenske Heart Aerospace, to aktører som begge utvikler batterielektriske fly. Eviation¹⁰⁾ har et ambisiøst prosjekt der komposittflyet Alice ifølge produsenten skal få ni passasjer seter, en batteripakke på ca 900 kWh, hastighet på ca 500 km/t (240 knop) og en rekkevidde på nesten 1 000 km (540 nautiske mil). En prototype av flyet ble stilt ut på Paris Air Show i juni 2019 og er pr 2020 i Arizona, USA for testing og videre utvikling. Det er interessant å merke seg at flyet har tre motorer og at Rolls-Royce (som har kjøpt Siemens' elflymotorvirksomhet) skal levere to av motorene. Den tredje motoren skal MagniX levere. Svenske Heart Aerospace¹¹⁾ utvikler et fly tilpasset Nord-Europeisk regional trafikk. Flyet skal ifølge produsenten ha trykkabin (4,2 PSI), 19 passasjer seter, kunne ta av på 750 meter rullebane og få en rekkevidde på om lag 400 km med den batteriteknologien som forventes å være



Heart Aerospace

tilgjengelig rundt 2025. På grunn av kravene til energireserve vil dette i praksis gi rekkevidde til å fly ruter på 200–300 km.

MagniX har som forretningside å utvikle drivlinjer til elektriske fly¹²⁾ og ser for seg å levere til nye flytyper og såkalte retrofits. Selskapet er opprinnelig australsk, men er i dag basert i Seattle i USA. MagniX har utviklet elektriske motorer til ulike segmenter av luftart, og fikk mye oppmerksomhet da de demonstrerte sin teknologi sammen med det Vancouver-baserte flyselskapet Harbour Air i desember 2019¹³⁾. Flygningen ble gjennomført i et sjøfly av typen DHC-2 de Havilland Beaver med en motor med 750 hk (560 kW), og dette var angivelig også første gang elektriske motorer ble brukt til fremdrift i en flytype som til daglig går i regulær rutetrafikk. Harbour Air har som ambisjon at alle deres fly skal retrofittes med elektriske motorer når teknologien er sertifisert for passasjertrafikk, og dermed bli verdens første flyselskap med en utslippsfri flåte.

Det er en rekke aktører som jobber med ulike hybridkonsepter. En fellesnevner er at de bruker eksisterende flymodeller for testing av drivlinjene sine. California-baserte Ampaire¹⁴⁾ har siden 2019 fløyet en Cessna 337 med en egenutviklet parallellhybrid drivlinje der en av de konvensjonelle motorene er erstattet med en elektrisk batteridrevet motor. Ampaire har blant annet en avtale med Mokulele Airlines på Hawaii og skal etter planen teste sitt konsept mellom to lufthavner på Maui i 2020.

Franske VoltAero utvikler en 4–6 seters parallellhybrid maskin som etter planen også skal kunne strekkes til 9 seter. Utviklerne i VoltAero er de samme som laget den elektriske Cri-Cri'en i 2010, og Airbus E-Fan som fløy over den engelske kanal i 2015. I dag tester de i likhet med Ampaire sin drivlinje i en Cessna 337, med

elektriske motorer fra Safran. Etter planen skal endelig versjon bygges i komposittmaterialer, og vil få en rekkevidde på om lag 200 km batterielektrisk og opp mot 1 200 km hybridelektrisk.¹⁵⁾

Safran (en av verdens største flymotorprodusenter), Daher og Airbus har sammen startet prosjektet EcoPulse der det skal utvikles et 10-seters elektrisk/hybridelektrisk fly¹⁶⁾. Prosjektet er interessant både fordi det er så store aktører som samarbeider, men også fordi planen er å teste såkalt distributed propulsion (flere motorer fordelt langs vingen) som kan bidra til redusert rullebanebehov. Helelektrisk distributed propulsion testes for øvrig også av NASA¹⁷⁾ i det meget spennende prosjektet X-57. Dette prosjektet startet opp i 2016, og skal etter planen begynne med testflygning i 2020.



Safran, Daher og Airbus sitt EcoPulse-prosjekt

En annen interessant aktør er ZeroAvia, et oppstartselskap i California som utvikler et 10-20 seters fly med elektriske motorer drevet av brenselcelle. Selskapet har siden sommeren 2019 testfløyet sin drivlinje i en Piper Malibu Mirage og har en målsetning om å oppnå 800 km rekkevidde (500 miles) i en endelig versjon¹⁸⁾.

5.4 Fly med mer enn 19 seter

Det er svært ressurskrevende å utvikle og få sertifisert/typegodkjent fly. Det er derfor særlig de store aktørene i bransjen som tar sikte på å utvikle elektrifiserte fly med mer enn 19 seter.

Airbus er (sammen med Boeing) verdens største produsent av store passasjerfly. Airbus Group har omlag 130 000 ansatte og lager fly med mellom 100 og 500 seter. Airbus produserer også militære fly, helikoptre og utstyr til romfartsindustrien. Selskapet har over tid jobbet med en rekke elektrifiseringsprosjekter, og alle kan ikke nevnes her. Airbus har store ambisjoner for elektrifisering av luftfarten. De skriver blant annet på sine hjemmesider: "Electric and hybrid-electric propulsion is the most promising technology to develop means of transportation with improved environmental performance that are less reliant on fossil fuels and use energy more efficiently. That's why Airbus is investing heavily in research dedicated to developing all necessary technologies, and partnering with the best to make it a reality." I juni 2019 annonserte selskapet at det hadde tro på at fremtidige versjoner av A320-serien (opp mot 200 seter) kan tilbys i hybridelektrisk versjon fra 2035.

Airbus' E-Fan X-prosjekt er særlig relevant. Prosjektet følger opp erfaringene fra flyet som krysset den engelske kanal i 2015 og har

som målsetting å utvikle teknologi som kan fly 100 personer 1 000 km hybridelektrisk. Prosjektet er et samarbeid med Rolls-Royce. E-Fan X skal benytte en BAE 146 som en flyende testbed for formålet. BAE 146 hadde i opprinnelig konfigurasjon fire små jet turbiner, og kunne ta om lag 100 passasjerer. Prosjektet skal i første omgang erstatte en av de fossile motorene med en 2MW elektrisk motor med tilhørende komponenter (batteri, turbogenerator, styringssystem osv). De første testflygningene skal etter planen finne sted ved årsskiftet 2020/2021. Utviklingen av komponenter foregår flere steder i verden, blant annet utvikles turbogeneratoren til prosjektet av Rolls-Royce Electrical Norway i Trondheim. Airbus har også bygget et testanlegg utenfor München i Tyskland der en etter hvert kan teste elektriske motorer på opp til 20MW med tilhørende komponenter. Selskapet har inngått et forskningssamarbeid med SAS der de sammen skal se på hvordan Airbus' fremtidige teknologi kan benyttes på SAS' rutenett¹⁹⁾.

Boeing, verdens største fabrikant av fly og romfartsmateriell, med over 150 000 ansatte, har i mange år jobbet med ulike elektrifiseringsprosjekter, men er ikke like offensive i sin kommunikasjon på dette området²⁰⁾. Boeings ventureselskap HorizonX investerte sammen med JetBlue i første fase av selskapet Zunum Aeros utvikling av hybridelektriske fly, men har ikke gått videre med den investeringen. Gjennom HorizonX har Boeing sammen med den franske motorprodusenten Safran nylig også investert i batteriprodusenten Electric Power Systems (EPS)²¹⁾.

NASA er nevnt ved flere anledninger i denne rapporten og har en rekke spennende elektrifiseringsprosjekter. I tillegg til arbeidet med X-57, er NASA Electric Aircraft Testbed (NEAT) etablert i Ohio, der ulike varianter av elektrifiserte drivlinjer, blant annet



Airbus og Rolls-Royce E-Fan X



Figur 5.3: Grafisk fremstilling av noen av aktørene innenfor ulike segmenter

i samarbeid med GE, Boeing og Rolls-Royce, for fly helt opp i Boeing 737-størrelse kan testes²²⁾. Målet er at teknologi for elektrifiserte regionale fly (single aisle) skal være klar innen 2035.

Til slutt tar vi med Project 804 der Pratt and Whitney og United Technologies sammen skal utvikle en parallellhybrid drivlinje for "turbopropmarkedet" der propellen drives av både en elektrisk og en konvensjonell motor²³⁾. Løsningen skal kunne implementeres i eksisterende (Dash-8/ATR 42 osv) fly, og tilpasses nye fly.

5.5 Oppsummering og tidslinje

Basert på den informasjon som foreligger fra fly- og flymotorprodusentene, er det etter vår vurdering teknologisk mulig å sette elektrifiserte fly på opptil 19 seter inn i sivil rutetrafikk mellom 2025 og 2030, og større fly etter det. Figur 5.3 indikerer når de første elektrifiserte flyene i ulike størrelser vil være i test og etter hvert sertifisert, samt hva slags rekkevidde en med dagens

informasjon kan anta at de vil få basert på fremdriftsteknologien som er valgt. Merk at dette i høyeste grad er usikre anslag, og først og fremst legges inn her for å oppsummere teknologibeskrivelsen. Videre er det åpenbart at jo lenger frem i tid en kommer, jo mer usikre blir anslagene.

Allerede i dag er det flere små- og skoleflyprosjekter som tester fly med kapasitet på 2-6 seter. Disse drives batterielektrisk, med brenselcelle eller i hybridelektriske løsninger. En kan forvente at flere av de minste modellene blir sertifisert i løpet av de neste par årene, og vil bli tatt i bruk av flyskoler og privatflygere. Dette er et viktig segment som vil nyttig driftserfaring. Mellom 2020 og 2025 er det flere aktører som har ambisjoner om å teste fly med opp mot 19 seter, i både helelektriske og hybridelektriske konfigurasjoner. Airbus E-Fan X-prosjektet skal etter planen begynne å teste sin 2MW motor allerede fra 2021, selv om det ikke fremkommer så tydelig i illustrasjonen. Utviklingsløpene for større fly er lange, og det er først etter 2030 at det er realistisk at teknologi for større regionale fly vil bli tatt i bruk kommersielt.

6 Teknologistatus ladeinfrastruktur på lufthavnene

Utviklingen av elektrifiserte fly er i en for tidlig fase til at man kan gjennomføre detaljerte vurderinger av hva slags ladeinfrastruktur som må etableres på lufthavnene. Det er imidlertid helt klart at med en overgang til elektrifiserte fly vil både energibehovet og effektbehovet på lufthavnene øke. Dette faller sammen med den bredere elektrifiseringen av transportsystemet slik at det også vil være behov for økt ladekapasitet på lufthavnenes parkeringsplasser, til busser og kjøretøyene som benyttes inne på lufthavnene. Avinor gjennomfører i første halvår 2020 en omfattende kartlegging av elektrisitetsforsyningen på alle selskapets lufthavner som underlag for videre planlegging.

Når det gjelder lading av fly kan en pr i dag se for seg tre hovedtilnærminger:

- 1) Lading direkte fra det lokale strømmettet
- 2) Lading via stasjonære batterier på lufthavnen
- 3) Såkalte "swappable batteries" der flyene bytter til nyladete batterier før de flyr videre.

I det store bildet er elektrisitetsbehovet for luftfarten relativt beskjedent. Direkte omregnet fra drivstoff brukt i innenrikstrafikken (om lag 500 mill liter pr år) gir det et elektrisitetsbehov på om lag 5TWh. Tatt i betraktning at elektriske motorer er betydelig mer energieffektive enn konvensjonelle motorer, er det mer sannsynlig at årlig elektrisitetsbehov vil være i størrelsesorden 2-3 TWh, avhengig av trafikktviklingen. Dette er en beskjeden andel av et samlet elektrisitetsforbruk i Norge på i størrelsesorden 130 TWh.

For hurtig lading av batterier antyder rapporten Introduction of electric aviation in Norway²⁴⁾ at det kan bli et behov for 1-10 MW pr lufthavn for lading av fly, avhengig av trafikkomfanget og samtidighet på hver lufthavn. På de store lufthavnene kan en se for seg et betydelig energi- og effektbehov.

Avinor har blant annet gjennom prosjektet Elnett21 i Stavangerregionen begynt å studere hvordan smart energistyring, strømproduksjon og optimal bruk av strømmettet kan sikre lading av elektriske fly, skip og busser uten unødvendig store investeringer i eksisterende strømmettet.²⁵⁾

Den nevnte kartleggingen av alle Avinors lufthavner vil også gi indikasjoner på hvor det kan bli dyrt eller uhensiktsmessig å lade direkte fra strømmettet. På enkelte strekninger i fergetrafikken er dette løst ved store stasjonære batteripakker som kan lades sakte eller når strømprisene er lave, og utlades hurtig ved behov. Temmelig store slike pakker er allerede i drift flere steder, et av de mest profilerte er kanskje Teslas Megapack i Australia som har 129 MWh kapasitet og kan levere 100 MW effekt.²⁶⁾

Noen elflyprodusenter har også vurdert å benytte såkalte «swappables» i sine fly. Dette betyr at batteriene byttes i stedet for å lades før flyene skal forlate lufthavnene. Det må da være ferdigladede erstatningsbatterier tilgjengelig på hver lufthavn. Siden erstatningsbatteriene er tilgjengelig på lufthavnene over noe tid, kan de i tilfelle lades opp på lavere effekt eller når elektrisiteten er rimeligst.

Avinor har allerede lovet at private elektrifiserte småfly skal fritas for avgifter og få gratis strøm på selskapets lufthavner frem til



2025. Videre har Avinor uttalt at selskapet tar ansvaret for at adekvat ladeinfrastruktur er på plass for elektrifiserte passasjerfly. Dette må gjøres i samarbeid med flyoperatør, flyprodusent og lokale e-verk.

Dersom hydrogen eller andre drivstoff til brenselceller viser seg å bli foretrukket som løsning, vil det bli behov for å etablere en logistikkjede for transport, og ikke minst lagring av slike drivstoff på lufthavnene. Hydrogen har eksempelvis vært brukt i annen industri i årevis, så det bør være mulig å finne gode systemer for dette, men man skal ikke undervurdere at utarbeidelse av regelverk, risikovurderinger og så videre kan være tidkrevende.

For lading av elektrifiserte fly synes det som om det i første omgang stort sett er kjent teknologi som vil bli etterspurt. Men det er svært viktig at en finner en bedrifts- og samfunnsøkonomisk fornuftig tilnærming som også hensyntar behov for lading på parkeringsplasser, busser, drosjer og kjøretøy på lufthavnene, samt de øvrige behov i området rundt lufthavnene. God koordinering og planlegging med lokal nettleverandør og andre interessenter er svært viktig. Samtidig blir internasjonalt samarbeid avgjørende slik at man kan sikre mest mulig standardisering/interoperabilitet.

7 Sertifisering, regulering og andre myndighetsrelaterte områder

7.1 Krav til sikkerhet

Teknologiene og konseptene innen luftfart er preget av gradvis utvikling over mange tiår, med trinnvise forbedringer og variasjoner over kjente temaer og vel etablerte design. I hele denne prosessen har det vært mulig å mulig å forbedre sikkerhetsnivået innen kommersiell passasjerflyging til dagens høye nivå. De siste årene har vi samtidig sett en betydelig akselerasjon i teknologiutviklingen, med helt nye konsept som lanseres, betydelig digitalisering, økt grad av automatisering og autonomitet, og etter hvert vil vi se økt anvendelse av maskinlæring og kunstig intelligens. Introduksjon av fjernstyrte tårn, en eksplosiv vekst i anvendelse av droner og utvikling av elektriske fly er eksempler på denne utviklingen. Under disse omskiftelige forholdene er det avgjørende at et akseptabelt sikkerhetsnivå blir opprettholdt. Samtidig må det legges til rette for effektiv utvikling, testing og innfasing av ny teknologi og nye konsepter. Dette kan i utgangspunktet representere et dilemma, men gjennom en rekke aktive tiltak kan myndigheter og andre relevante aktører bidra til rask utviklingstakt samtidig som sikkerheten blir ivaretatt.

7.2 Utvikle regelverk og sertifiseringskrav i takt med teknologien

Regelverket innen luftfart er meget omfattende og i all hovedsak felleseuropeisk. Utviklingen går i retning av en mer risiko- og ytelsesbasert sikkerhetsmessig regulering av luftfarten. Noe av hensikten er at det skal legges bedre til rette for at en skal kunne utnytte potensialet i ny teknologi og nye konsepter, såfremt løsningene tilfredsstillende strenger krav til sikkerhetsytelse og en har

kontroll på risikofaktorene. Det vil derfor være viktig at norske myndigheter følger teknologiutviklingen tett og samarbeider med europeiske myndigheter for å legge best mulig til rette for hensiktsmessig sikkerhetsregulering.

Teknologiutvikling skjer i faser. I en innledende fase hvor prototyper utvikles og testes, må fleksibiliteten som er bygget inn i eksisterende regelverk anvendes. Eventuelt kan midlertidige tillatelser gis ved behov. Slike tillatelser kan i større grad utstedes av nasjonale myndigheter. I fasen hvor det skal bygges operativ erfaring med nye luftfartøy eller nye løsninger, må det gjøres grundige vurderinger av behov for endringer i regelverket for de forskjellige fagområdene. Deretter må regelverksendringene gjennomføres. Erfaringer fra teknologiutvikling på andre områder tilsier at reguleringen, eller regulering som ikke tar høyde for nye konsepter, oppleves som unødvendig forsinkende. Ved at myndighetene er tettere oppe i prosessene skal utviklingen kunne gå raskere.

7.3 Hvordan påvirker elektriske fly øvrige deler av luftfartssystemet?

Innfasing av elektriske fly handler ikke bare om krevende og kvalitetstunge prosesser med sertifisering og godkjenning av nye typer luftfartøy. Det innebærer også å finne svar på hvilke konsekvenser dette får for de øvrige fagområdene innen luftfart. Hvilke krav stiller dette til infrastrukturen på bakken, hvordan skal flyene opereres, hvilke konsekvenser får det for bruken av luftrommet, hvordan påvirkes systemet for opplæring og sertifisering av piloter og teknikere og hvordan skal vedlikeholdsregimet



være for fly med elektriske eller hybridelektriske drivlinjer? Ved å gjennomføre løpende konsekvensanalyser vil en kunne avdekke både sikkerhetsmessige, operasjonelle og kommersielle utfordringer og muligheter utviklingen representerer.

7.4 Særskilte utfordringer knyttet til sertifisering og regulering

På grunn av de høye kravene til sikkerhet har det tradisjonelt tatt lang tid og krevd betydelige ressurser for produsenter å utvikle, teste og få godkjent ny teknologi og nye konsepter. I tillegg er det en rekke nye aktører med mindre luftfarterfaring som ønsker å utvikle komplette fly eller delteknologier knyttet til disse. En del er i tillegg gründervirksomheter og avhengige av eksterne

investorer som tror det er mulig å lykkes i utviklingen. I denne tidlige fasen kan derfor luftfartsmyndighetene bidra til en raskere vei i elektrifiseringsprosessen ved å tilby ekstra veiledning, gjøre det enklere for nye aktører å orientere seg, prioritere søknader knyttet til null- og lavutslippsteknologi – og ikke minst prioritere nødvendige tilpasninger og endringer i regelverk og kravspesifikasjoner parallelt med modningen av teknologier. Samtidig må myndighetene, som også må prioritere egen ressursbruk strengt, legge vekt på effektive tiltak rettet mot lovende og troverdige prosjekt og prosesser, målt etter et grunnleggende sett med kriterier.

8 Ulike tiltak og virkemiddelordninger

En rekke tiltak og virkemidler kan bidra til utvikling og innføring av null- og lavutslippsteknologi. I dette kapitlet beskrives tiltak og virkemidler vi har kartlagt og vurdert i prosessen. Vi har lagt vekt på å beskrive og benytte eksisterende ordninger og virkemidler så langt som mulig. Anbefalinger med begrunnelse blir gjort rede for i kapittel 9.

8.1 Politiske målsettinger

Som redegjort for i rapportens kapittel 1 og 4 er det en rekke faktorer som gjør Norge egnet og viktig som pådriver for innovasjon og et hensiktsmessig sted for utvikling, testing og tidlig implementering av elektrifiserte fly.

For å ha en tydelig retning og ambisjon for omstilling til null- eller lavutslippsluftfart er det av stor betydning at norske myndigheter setter tidfestede mål for elektrifisering av innenriks norsk luftfart. Dette vil sende klare signaler nasjonalt, men kanskje aller viktigst, også internasjonalt. Målene bør inneholde en konkret ambisjon, eventuelt kan mål relateres til Norges rolle som arena for utvikling og innføring. Det kan også være aktuelt å senere sette mål om at nye null- eller lavutslippsfly kan introduseres på en eller flere FOT-ruter. Uansett må de langsiktige målene peke videre på et sett med virkemidler og tiltak som skal bidra til at målene nås. Det er avgjørende å gjøre innovasjonsprosessen troverdig og så forutsigbar som mulig.

Verdien av å sette sektorvise mål om utslippskutt eller andre klimavennlige tiltak er omdiskutert. I utgangspunktet ønsker man fleksibilitet til å kutte der det gir størst effekt. Samtidig er det slik

at luftfarten er i en fase hvor det er viktig å ta aktive grep i nær fremtid. Dette er ikke primært ut fra hensynet til omdømmet, men fordi utviklingen av ny teknologi og eventuelt helt nye flydesign er meget komplisert, krever store investeringer og tar lang tid. Vi mener derfor at det er nødvendig å etablere gode politiske mål i denne sektoren. Vi mener samtidig det er relativt lav risiko forbundet med å sette langsiktige og tydelige mål allerede nå, men de vil kunne ha stor effekt for aktørene i luftfartsindustrien og andre sentrale interessenter. Dette er nødvendig for å sikre den langsiktighet og forutsigbarhet som er nødvendig, slik elbilpolitikken og elbilforliket i Stortinget har bidratt til i vegsektoren.

Selv om Norge er avhengig av luftfart, har vi så langt kun et begrenset antall produsenter av luftfartsprodukter – og det utvikles ikke passasjerfly for det regionale markedet i Norge. I videre beskrivelse av relevante tiltak skisseres det hvordan nasjonale tiltak og virkemidler kan tas i bruk for å fremskynde overgangen til elektrifiserte flygninger i norsk regional flytrafikk. For å lykkes med ambisjonene er internasjonalt innovasjonssamarbeid helt avgjørende. Derfor beskrives også nasjonale bidrag inn i det internasjonale samarbeidet.

8.2 Å legge til rette for og stimulere i teknologiutviklingsfasen

En lang rekke produsenter av fly, motorer og annen teknologi knyttet til luftfarten har planer og prosjekter for mer klimavennlige løsninger. Dels innebærer de inkrementelle forbedringer av eksisterende teknologi og dels er de rettet mot utvikling av helt ny teknologi. Når nye løsninger skal utvikles innen luftfart er

dette krevende prosesser både på grunn av strengt og omfattende regelverk, det krever betydelige investeringer og det har tradisjonelt tatt lang tid. Det er fremdeles en tidlig fase i utviklingen av elektrifiserte fly med kapasitet til å betjene det norske innenriks regionale markedet. For å understøtte et effektivt og samtidig hensiktsmessig teknologiutviklingsløp er det viktig å legge spesiell vekt på bredt samarbeid og tiltak som fremmer raskere innovasjon – og dermed redusere risikoen for forsinkelser.

8.2.1 Nasjonal koordinering og tilrettelegging

For å lykkes med økte klimaambisjoner innen luftfart er det av stor betydning at relevante departementer, etater, statlig eide selskaper og statlige virkemiddelaktører samles om felles nasjonale ambisjoner og koordinering av tiltak som settes inn i arbeidet. Tydelig ansvarsfordeling og gode prosesser for løpende koordinering og prioritering er avgjørende for å legge til rette for effektiv innovasjon. Det stilles spesielt store krav til samordning innen luftfart både fordi den markedsmessige og sikkerhetsmessige reguleringen av sektoren er kompleks og fordi nasjonal innsats må avstemmes og forankres internasjonalt.

Et komparativt fortrinn for Norge som en arena for testing og innovasjon innen luftfart er i denne sammenheng tilgang til luftrom. Det vil være mulig å etablere testområder og sikre inn-/utflygingskorridorer flere steder i norsk luftrom. Videre viser Avinor gjennom sitt tydelige klimaengasjement og -interesse at de er en aktør som er villig og motivert til å legge til rette for tilgang til bakkebasert infrastruktur for virksomhetene som er involvert i teknologiutviklingen.

Dersom Norge skal lykkes i å etablere seg som en arena for testing og utvikling vil det bidra positivt om det legges godt til rette for å etablere ny virksomhet her. Det kan en gjøre ved å ha et kontaktpunkt som kan informere om krav og muligheter til nye virksomheter, samt yte praktisk støtte i etableringen. Det kan også være mulig for utenlandske aktører å nyte godt av norske virkemidler dersom de etablerer deler av sin virksomhet her.

8.2.2 Internasjonalt samarbeid

For å sikre en systematisk og helhetlig tilnærming til teknologi- og konseptutvikling er det et alternativ å samle aktører i utforming og samarbeid om et hensiktsmessig program som kan inneholde mål, tiltak, virkemidler og organisering. Programmet kan både ha nasjonale og internasjonale elementer og bør være rettet inn mot utvikling av null- og lavutslippsfly for det regionale markedet, slik at det ikke favner så bredt at det blir urealistisk å koordinere og samles om.

For å ivareta og videreutvikle et program bør det vurderes å etablere en internasjonal arena eller et senter for utvikling, testing og implementering av null- og lavutslippsteknologi for mer klimavennlig regional luftfart. Senteret bør legge til rette for effektiv innovasjon og organiseres med mulighet for både europeisk og nasjonal involvering og støtte. Det bør etableres klare kriterier for deltakelse og en modell for finansiering av senteret der både brukere, leverandørindustri og myndigheter bidrar.

I løpet av arbeidet med denne rapporten ble det tidlig klart at det vil være helt nødvendig å sikre et internasjonalt samarbeid for å lykkes med å akselerere og kvalitetssikre innovasjonsprosessen. Fordi luftfarten er grundig regulert gjennom felleseuropeiske regler og har høye sikkerhetskrav var det naturlig å søke samarbeid med den europeiske luftfartsmyndigheten EASA. EASA har i tillegg fått en tydelig rolle i det europeiske klimaarbeidet innen luftfart. Det ble derfor i juni 2019 inngått en bilateral avtale om innovasjon (Innovation Partnership Agreement) mellom Luftfartstilsynet og EASA. Myndighetssamarbeidet bør utvikles og få ansvar for deler av videre organisering og fasilitering.

I den videre innovasjonsprosessen vil ytterligere internasjonalt samarbeid ha betydning. En stor del av aktørene som er involvert i utviklingen av null- og lavutslippsteknologi er tydelige på at nært samarbeid og erfaringsdeling er helt sentralt for å lykkes med å utvikle ny teknologi og nye konsept raskere. En annen hensikt med økende internasjonalt samvirke er å finne nasjoner og regioner som også vil ha nytte av regionalfly med lave eller ingen utslipp fordi det øker markedspotensialet for innovative produsenter og operatører. I denne sammenhengen kan vi blant annet trekke frem Norden, Storbritannia, Frankrike, Tyskland, Nederland og Spania.

8.2.3 Kompetanse, læring og veiledning

Andre sektorer har kommet lenger i arbeidet med lavutslippsteknologi, og disse sektorene bør luftfarten lære av der det er relevant. Det innebærer å identifisere, vurdere og anbefale virkemidler og tiltak som har vist seg effektive – og å forstå hvorfor de har vært effektive. I Norge har vi spesiell erfaring med elektrifisering av privatbilmarkedet og i maritim sektor. Internasjonalt kan det være interessant blant annet å vurdere mekanismer som har fremmet utvikling av solcelleteknologi og vindkraft.

Innen akademia, forskningsmiljøer og hos innovative produsenter er det en rekke spisskompetansmiljøer, både nasjonalt og internasjonalt, som skal kunne bidra til å akselerere arbeidet i luftfart. Det vil være relevant å kartlegge hvilke miljøer som er av spesiell betydning – eksempelvis kan dette gjelde elektriske drivlinjer og styring, batteriteknologi, sikkerhetssystemer, materialteknologi, hydrogen, virtuell utvikling og testing, mv.

Ny null- og lavutslippsteknologi innebærer sannsynligvis at innovative løsninger skal utvikles hos et stort antall aktører. Noen av disse vil ha lang luftfarterfaring, mens andre med mindre erfaring fra sektoren kan trenge støtte for å være effektive i sitt arbeid. Etterspurt kompetanse vil typisk være generell luftfartsforståelse, krav til sikkerhet, sertifiseringsprosess, regelverkstolkning. Å bidra med luftfartskompetanse kan være både en myndighetsoppgave og en del av funksjonen til et senter for innovasjon.

8.2.4 Kommunikasjon

For å bidra til at Norge kan etablere seg som en arena for utvikling, testing og innføring av ny null- og lavutslippsteknologi og for å synliggjøre innovasjonsarbeidet, må det utvikles en hensiktsmessig kommunikasjonsstrategi. Tydelige og motiverende

budskap knyttet de initiativene og tiltakene som settes ut i livet vil forankre arbeidet på prioriterte arenaer. Det må legges vekt på størst mulig grad av åpenhet og involvering når det kommuniseres i viktige kanaler for forskjellige formål og publikum. Det må oppfordres til at aktører bidrar med artikler, foredrag og møter på viktige arenaer for å promotere arbeidet knyttet til luftfart og klima generelt – utvikling av lav- og nullutslippsteknologi spesielt. Eksempelvis er både offentlige og private investorer i økende grad opptatt av bærekraftige løsninger.

Kommunikasjonen skal bidra til å synliggjøre en troverdig prosess frem mot ny teknologi og nye konsepter - og ikke minst løfte frem fakta om luftfart og klima.

8.2.5 Mulighets- og konsekvensanalyser

Ny teknologi knyttet til null- og lavutslipp i luftfarten representerer helt nye muligheter. I tillegg til direkte utslippsreduksjoner vil nye luftfartøy kunne ha andre egenskaper enn de som brukes i norsk innenriks luftfart i dag – og de vil utløse en rekke endringer i andre områder og systemer i luftfarten. Operative egenskaper kan komme til å endres betydelig, eksempler er nødvendig rullebanelengde, totalvekt og nyttelast på fly, krav til luftrom og traséer mv. Økonomisk vil teknologien i tillegg medføre endrede drifts-, vedlikeholds og investeringskostnader. Disse endrede forutsetningene vil føre til endringer i markedsstrukturer og forretningsmodeller.

Fordi teknologiutviklingen er i en tidlig fase og mye av teknologien ennå ikke er utviklet, er det i liten grad hensiktsmessig eller mulig å forutse muligheter og konsekvenser med nye løsninger. Det bør derfor etableres tilstrekkelig kapasitet til å følge med på samt forstå utviklingsprosessene. Analysene må være gjenstand for kontinuerlige oppdateringer og være basert på bredt tverrfaglig samarbeid og med størst mulig grad av åpenhet. Dette vil være grunnlaget for at eksisterende tiltak og virkemidler kan evalueres og justeres eller at nye virkemidler kan defineres og implementeres – og sikre at de er tilpasset og virkningsfulle.

For å sikre at ny teknologi og nye løsninger totalt sett og på lang sikt er bærekraftige, må livsløpsanalyser og vurdering av forhold knyttet til sirkulær økonomi være en del av utviklingsarbeidet.

8.3 FoU nasjonalt og internasjonalt

Et viktig bidrag til utvikling av ny, utslippsreducerende teknologi for luftfart er økt offentlig støtte innenfor det eksisterende klimapolitiske virkemiddelapparatet. Behovet for midler på luftfartsområdet kan delvis dekkes gjennom en omfordeling av innsatsen og en klarere prioritering av luftfartsformål, men vil i praksis også kreve større bevilgninger. I tillegg er det relevant å kartlegge nyere, pågående og kommende besluttede forsknings- og innovasjonsprosjekt og programmer nasjonalt og internasjonalt. Hensikten er å kunne bruke dette for å øke effektiviteten og presisjonen i nye satsinger, samt å kunne knytte kontakter med relevante kompetansemiljøer og øke nettverket. I tillegg til de nasjonale miljøene er forskningsmiljøene innen EU og i Storbritannia spesielt interessante.

8.3.1 Norges forskningsråd

Norges forskningsråd har forskningsprogrammer som Transport 2025, Energix, osv. Det må vurderes om disse kan være relevante for utviklingen av null- og lavutslippsteknologi.

Senter for forskningsdrevet innovasjon (SFI): SINTEF og NTNU med en rekke partnere leverte søknad høsten 2019 om støtte til et SFI Zero Emission Transport Accelerator. Dette senteret skal utvikle ny kunnskap, nye løsninger og innovasjon for å optimalisere leveranse av energi, drivlinjer og energilagring for neste generasjon kraftkrevende nullutslippssystemer innen transport. Dette kan være et viktig bidrag for nasjonalt og internasjonalt forskningssamarbeid på området - også for luftfart. Beslutning fra Forskningsrådet skal foreligge sommeren 2020.

Senter for fremragende forskning (SFF): I disse sentrene arbeides det med ambisiøse ideer og komplekse problemstillinger. Målet er konsentrert, fokusert og langsiktig forskningsinnsats på høyt internasjonalt nivå, med forskerutdanning og internasjonalt samarbeid som viktige delmål. SFF-ene har mulighet for støtte i inntil ti år (5 + 5). Dette gir institusjonene rom for å omstrukturere sine forskningsmiljøer og utvikle nye samarbeid. Dette kan på sikt også være en arena for ny kunnskap innen luftfart (transport) og klima.

8.3.2 CleanSky (EU)

Forskning på fly og luftfart har vært del av EUs rammeprogram siden 1987. Satsingen har siden den gang blitt videreført og styrket. I dag er det meste av denne forskningen organisert gjennom CleanSky som er et partnerskap mellom EU og næringslivet, finansiert gjennom Horizon 2020. CleanSky 1 ble lansert i 2008, og fikk i 2014 en etterfølger i CleanSky 2. CleanSky 2 har en total prosjektportefølje på 4 milliarder Euro, hvorav ca halvparten er private midler.

Det planlegges nå en fortsatt satsing på luftfart gjennom et foreslått partnerskap med arbeidstittelen «Clean Aviation». Det vil bli et forsterket fokus på klima og karbon-nøytralitet i det nye programmet. Behovet for radikalt nye løsninger understrekes, og elektrifisering blir et sentralt område.

CleanSky jobber både gjennom åpne utlysninger og utlysninger som er forbeholdt partnere. De jobber også i tett samarbeid med regioner i Europa. I Norden er Västra Götaland og Östergötland med fra Sverige. Over 500 ulike forskningsinstitusjoner og bedrifter har deltatt i CleanSky til nå.

Mindre enn 20% av de globale utslippene fra luftfart kommer fra EU, men ca 50% av flyene produseres i EU. Det heter i en beskrivelse av Clean Aviation at hovedformålet er å støtte «deep decarbonisation of aviation» for å bidra til at EU når sine klima- og energimål fra Paris-avtalen.

8.4 Støtteordninger innovasjon – nasjonale og internasjonale

Vi har valgt å skille noe mellom forskning og innovasjon, selv om disse også kan sees under ett – som for eksempel med Norges forskningsråd Senter for innovasjonsdrevet forskning.

FoU defineres gjerne som *kreativ virksomhet som utføres systematisk for å oppnå økt kunnskap – herunder kunnskap om mennesket, kultur og samfunn – og omfatter også bruken av denne kunnskapen til å finne nye anvendelser*. Innovasjon defineres gjerne som *en ny vare, en ny tjeneste, en ny produksjonsprosess, anvendelse eller organisasjonsform som er lansert i markedet eller tatt i bruk i produksjonen for å skape (økonomiske) verdier*. En enklere formulering er at forskning skaper nye muligheter og innovasjon skaper ny virkelighet.

8.4.1 Innovasjon Norge

Innovasjon Norge får årlige bevilgninger over statsbudsjettet for å utløse mer innovasjon og verdiskaping i norsk næringsliv. Selskapet er eid av Nærings- og fiskeridepartementet og fylkeskommunene, og oppgaven er å tilby finansieringstjenester, rådgivnings- og kompetansetjenester, nettverks- og profilerings-tjenester til næringslivet. Målet er at disse midlene leveres på en slik måte at de utløser økte investeringer i innovasjon og internasjonalisering. I 2018 mottok norske bedrifter 7,2 mrd. kr fra Innovasjon Norge.

Innovasjon Norge er først og fremst rettet mot norske bedrifter, og er ikke spesielt innrettet mot klima- og miljørelaterte prosjekter. Men selskapet har en egen miljøteknologiordning (550 MNOK i 2019) for bedrifter som skal igangsette pilot- og demonstrasjonsprosjekter innenfor miljøteknologi. I 2019 fikk Widerøe og Rolls-Royce Electrical Norway midler til et prosjekt for elektrifisering av flytrafikken²⁷⁾.

8.4.2 Enova

Enova skal bidra til at nye energi- og klimateknologier blir utviklet og tatt i bruk, og kan dekke deler av merkostnaden ved å velge mer energi- og klimavennlige løsninger. EUs statsstøtte-regelverk krever at støtten fra Enova skal være prosjektutløsende. Det vil si at den skal utløse prosjekter som ikke ellers ville vært lønnsomme.

I 2018 ga Enova tilsagn om støtte på 2,1 milliarder kroner til nærmere 1 000 prosjekter. Av disse gikk om lag 800 millioner kroner til 203 prosjekter innenfor transportsektoren, særlig innen elektrifisering av skipsfart og vegtransport. Tilskuddene til vegtransport er velkjent, men i perioden 2015–2018 har Enova tildelt over 1,6 mrd kroner til skipsprosjekter hvorav 1,5 mrd har omfattet fartøy med batteri og ladeanlegg for null- og lavutslippsfartøy som benytter batteriteknologi. Enova har dessuten støttet fartøy og prosjekter i de fleste segmenter av maritim transport. Det største prosjektet Enova har støttet er Norsk Hydros aluminiumsproduksjon på Karmøy som i 2014 fikk 1,5 milliarder kroner i prosjektstøtte.

Norsk luftfartsbransje har i begrenset grad søkt om tilskudd fra Enova. Avinor har imidlertid fått tilskudd til blant annet energiledelse på lufthavnene, elektriske busser ved Oslo lufthavn samt prosjektet Elnett21. I sistnevnte skal en skal se på elektrisitetsproduksjon og -distribusjon på Sola i samarbeid med Lyse Energi, Risavika Havn og Forus Næringspark.

Klima- og miljødepartementets styring av Enova skjer i all hovedsak gjennom fireårige styringsavtaler. Inneværende styringsavtale med Enova gjelder for perioden 2017–2020. Elektrifisering av luftfarten ligger innenfor mandatet om økt innovasjon tilpasset lavutslippssamfunnet, og det kan være rom for å legge til rette for støtte av både utvikling og innfasing av elektriske fly, og ladeinfrastruktur på lufthavnene. Derfor er det viktig å vurdere om støtte til utvikling og innfasing av null- og lavutslippsteknologi skal innarbeides i rammene for 2021–2024.

8.4.3 Connecting Europe Facility – Transport (CEF-T)

All finansiering av tiltak og prosjekter i det europeiske transportnettverket (TEN-T) i EUs medlemsstater skjer via CEF Transport. CEF Transport er som finansieringsverktøy ment å skape vekst, arbeidsplasser og økt konkurransekraft gjennom målrettede investeringer i EUs infrastruktur. I tillegg til ren økonomisk støtte tilbyr også CEF garantiordninger og obligasjoner som finansiering av prosjekter, og fungerer som en katalysator til å skaffe ytterligere finansiering. For å kunne motta støtte direkte må Norge bidra økonomisk inn i ordningen. SD er hovedansvarlig departement for CEF-T. For nytt langtidsbudsjett i EU for perioden 2021–27 bør det vurderes om Norge skal delta. Om vi ikke deltar kan det allikevel være mulig at EU-aktører tilknyttet teknologiutvikling innen luftfart kan søke om støtte²⁸⁾.

8.4.4 Pilot-E og Pilot-T

Pilot-E er et finansieringstilbud til norsk næringsliv, etablert av Forskningsrådet, Innovasjon Norge og Enova²⁹⁾. Målet med ordningen er at helt nye produkter og tjenester innen miljøvennlig energiteknologi skal bli raskere utviklet og tatt i bruk for å bidra til utslippskutt både i Norge og internasjonalt. Pilot-E vil følge opp aktørene gjennom hele teknologiutviklingsløpet – fra idé til marked. Frem til nå er det en rekke transportrelaterte prosjekter som har fått støtte. Slik vi forstår ordningen er den først og fremst rettet mot norsk næringsliv og ikke fullt så relevant for kompliserte løp som utvikling av nye elektrifiserte fly vil være. Imidlertid kan den innrettes slik at den er attraktiv for norske bedrifter som utvikler deler eller komponenter til elektrifiserte fly eller lading av disse.

Pilot-T ble lansert i forbindelse med Nasjonal transportplan våren 2017. Ordningen administreres av Forskningsrådet og Innovasjon Norge og skal fremme innovasjon og bidra til raskere bruk av nye løsninger i transportsektoren, og legge til rette for at norsk næringsliv kan konkurrere i verdensmarked for smart mobilitet. Det er satt av 900 millioner kroner i perioden 2018–2029. I likhet med Pilot-E kan ordningen være relevant for norske bedrifter som utvikler deler eller komponenter til elektrifiserte fly eller lading.

8.4.5 Innovative anskaffelser

Som utgangspunkt er det naturlig at Norge tar rollen som et attraktivt marked, og søker å påvirke teknologiutviklingen slik at det utvikles elektrifiserte fly som er godt egnet til bruk i Norge. Dersom det ikke skulle gi resultater, er det mulig å se for seg løp der staten inntar en mer aktiv rolle gjennom å benytte ordningen for innovative anskaffelser, slik det er gjort i fergetrafikken.

Innovative anskaffelser handler om å utnytte mulighetene som ligger i anskaffelsesregelverket og virkemiddelapparatet til å kjøpe bedre produkter og tjenester. Formålet er bedre og mer effektive tjenester, næringsvekst og lavere utslipp.

Nasjonalt program for leverandørutvikling er en pådriver for at statlige og kommunale virksomheter skal skape innovasjon gjennom sine anskaffelser. NHO, KS, DIFI, Innovasjon Norge og Forskningsrådet er programansvarlige og NHO har prosjektlederansvaret gjennom et sekretariat.

Siden starten i 2010 har programmet bistått kommunale og statlige virksomheter med over 150 innkjøp og utviklet metoden for innovative offentlige anskaffelser. Fram til 2019 skal programmet sørge for at flere offentlige virksomheter tar i bruk og innarbeider innovative anskaffelser som varig praksis.

Særlig for ladeinfrastruktur på lufthavnene kan ordningen med innovative anskaffelser være relevant.

8.4.6 Statlig-privat samarbeid/innovasjon

Gitt diskusjonen tidligere i rapporten, er det av ulike årsaker ikke sikkert at det utvikles elektrifiserte fly som faktisk er tilpasset det norske kortbanenettet. Teknologisk er det mulig, men det kan være andre årsaker til at slike fly ikke kommer i produksjon. Det er da en mulighet å etablere et samarbeid med en flyprodusent i en form for offentlig-privat samarbeid. For eksempel kan man se for seg et selskap der en stat/Norge eier 49 prosent og en flyprodusent 51 prosent. Dette vil i tilfelle være et radikalt grep, og vil kreve omfattende analyse og forberedelser før det eventuelt iverksettes.

8.5 Risikoavlastende virkemidler

For flyselskapene er investeringer i nye fly strategisk viktige beslutninger, og det er mye kapital som bindes opp. I en overgangsperiode der elektrifiserte fly vil være nye i markedet, er anskaffelse av slike forbundet med risiko. Risikoavlastende virkemidler kan også være aktuelle for norske selskaper, eller utenlandske selskaper som etablerer nye selskap i Norge, som ønsker å utvikle og ta ny teknologi til markedet.

Enova er en viktig aktør – og er allerede beskrevet over.

8.5.1 Investeringsstøtte – Nysnø

Nysnø³⁰⁾ er et statlig eid investeringssselskap som ble etablert i 2018. Nysnøs mandat er å bringe norsk teknologi til et internasjonalt marked. Nysnø investerer på kommersielle vilkår i unoterte selskaper og fond. Investeringene skal være lønnsomme og gjøres i samarbeid med private investorer.

8.5.2 Investeringsstøtte - GIEK

GIEKs eksportgarantier og Eksportkreditt Norges eksportlån er åpen for søknader fra alle næringer. I en lang periode har en dominerende andel av eksportfinansieringen fra GIEK og Eksportkreditt Norge vært relatert til aktører som har sin inntjening fra olje- og gassvirksomhet. Finansieringen har i hovedsak bidratt til leveranser av fartøyer fra norske verft eller fartøyer bygget i utlandet med norsk utstyr.

Gitt at det ikke er flyprodusenter i Norge, synes dette virkemiddelet å være relevant for norske selskaper som er underleverandører til fly-, motor- eller produsenter av bakkebaserte komponenter – som for eksempel ladesystemer eller andre støttesystemer til fly.

8.5.3 Statlig eierskap eller leasing av fly

I jernbanesektoren er det nå staten som eier togene. Norske tog AS³¹⁾ er et statseid aksjeselskap som ble skilt ut fra NSB-konsernet fra april 2017 som en konsekvens av jernbanereformen. Selskapet har overtatt eierskapet til alle persontogkjøretøy eid av NSB, med noen få unntak. Norske tog leier ut jernbanekjøretøy på like vilkår til operatører av persontog-trafikk i Norge og bistår Jernbanedirektoratet med å utrede materiell-strategi. Selskapet er også ansvarlig for innkjøpsprosessen av nye jernbanekjøretøy.

Det er mulig å se for seg en tilsvarende ordning også for luftfarten, uavhengig av om det er elektrifiserte eller konvensjonelle fly. Staten kan opprette et selskap som eier eller disponerer en flåte av fly. Dette kan for eksempel gjøres ved leasing. Flyene kan deretter leies ut til selskapene som eksempelvis opererer på FOT-rutene i Norge. Leasingkontrakter er vanlige i luftfarten, og for konvensjonelle fly finnes det en rekke selskaper som opererer i dette markedet, som staten eventuelt kan samarbeide med. Flyselskapene leaser fly for å dekke opp for midlertidige kapasitetsøkninger eller for å unngå eller utsette tunge investeringer. Avtalene som inngås varierer mellom ytterpunktene "wet lease" der fly leases med full besetning til "dry lease" der det kun er flyet som leases, og operatøren må selv stå for besetning, godkjenninger mv.

En løsning med statlig eierskap av fly vil i tilfelle være helt ny i Norge. Selv om det er en klar parallell til jernbanesektoren, er kravene til godkjenninger og tillatelser for operasjon av flyene betydelig mer omfattende og kompliserte, og i en tidlig fase av utvikling og kommersialisering av elektrifiserte fly, er det trolig en fordel om eierskapet til flyene ligger til operatøren. Det vil også være en utfordring dersom en ny operatør skal overta ansvaret for flyparken. Det er en meget omfattende prosess som vil kunne føre til driftsutfordringer i overgangsprosessen.

8.5.4 Fondsløsning

NHO Luftfart og norsk luftfartsbransje har i en årrekke tatt til orde for opprettelsen av et klimafond for luftfarten. Vista og Rambøll drøftet i en rapport utarbeidet for luftfartsbransjen i 2017 etablering av et fond som da særlig skulle bidra til å dekke prisgapet mellom fossilt drivstoff og bærekraftig jet biodrivstoff. Det ble foreslått at fondet kunne finansieres av hele eller deler av CO₂-avgiften og/eller av flypassasjeravgiften.

Det finnes flere mulige utforminger av et slikt fond. Det kan f.eks. opprettes et privat fond som får ansvar for å inngå kjøpsavtaler for jet biodrivstoff på vegne av flyselskapene, eller det kan opprettes et fond der flyselskapene kan søke refusjon for kostnader forbundet med kjøp av biodrivstoff (slik NOx-fondet fungerer i dag). Det understrekes at det legges opp til at en eventuell fondsløsning vil være teknologinøytral og ikke diskriminere import av drivstoff. Slik sørger en også for maksimal klima- og kostnadseffektivitet. Fondet kan også støtte utvikling og anskaffelse av elektriske fly. Fondet bør ha en profesjonell driftsorganisasjon.

Det er flere fordeler ved en slik modell. For det første vil løsningen ikke komme i konflikt med statsstøtteregulverket. Det er en relativt velprøvd modell som har fungert i en årrekke for både NOx-fondet og svovelfondet. Da dette rettslig sett vil være et privat fond, kan trolig ENOVA og Innovasjon Norge fortsatt støtte prosjektetablering av produksjon i Norge. En fondsløsning med lange kontrakter vil av markedet oppfattes som svært forutsigbart, og garantert salg av produktet til en forutsigbar pris kan være viktig for å utløse private investeringer i produksjonsanlegg. Sist, men ikke minst, vil løsningen gi en garantert utslippsreducerende effekt. Alle juridiske aspekter ved en fondsløsning må vurderes grundig. Etablering av et CO₂-fond for luftfarten må ses i sammenheng med de prosesser og forhandlinger som løper mellom NHO og regjeringen om Næringslivets CO₂-fond.

Disse forhandlingene er nå etter hva vi forstår lagt på is, og i stedet ble Enovas bevilgning økt med 1 milliard kroner. Status for et klimafond for luftfarten er uklar. På grunn av usikkerheten i videre utvikling, kan vi derfor ikke anbefale bruk av denne typen fondsløsning til elektrifisering. Dersom en slik fondsløsning skulle bli aktuell igjen, kan den være et svært nyttig virkemiddel for å finansiere elektrifisering av luftarten, også som tillegg til annen offentlig støtte.

8.5.5 Statslån

For å finansiere store infrastrukturtiltak har staten fra tid til annen gitt statslån. Dette ble f.eks. gjort ved utbyggingen av ny hovedflyplass på Gardermoen på 90-tallet, og ved byggingen av Gardermobanen. En slik løsning må i tilfelle avklares opp mot statsstøtteregulverket, og vi anser den som lite relevant for elektrifisering av luftfart i Norge.

8.5.6 Merverdiavgift salg og utleie av fly

Salg og utleie av luftfartøy er helt fritatt for merverdiavgift, dersom fartøyet benyttes i «yrkesmessig luftfartsvirksomhet». Sikker tolkning av begrepet «yrkesmessig» innebærer at

aktiviteten må være tillatelsespliktig og ha et ervervsmessig formål (f.eks. ervervsmessig befordring av personer, gods mv., ervervsmessig arbeidsflyging, og flyskoler som driver næring).

Derimot faller flyskoler i frivillig virksomhet (eksempelvis drevet av flyklubber), flyging i flyklubber og ren privatflyging utenfor fritaket.

Et fritak for merverdiavgift for elektriske fly – slik som i vegtrafikken – kan ha stor betydning for allmennflygingen i Norge, samtidig som provenytapet for Norge vil være beskjedent. Siden det nettopp er i allmennfly- og skolesegmentet at elektriske fly først kan tas i drift og utprøves, vil derfor virkningen av et avgiftsfritak være betydelig.

8.5.7 Den europeiske investeringsbanken

EU-kommisjonen og den europeiske investeringsbanken (European Investment Bank – EIB) har i fellesskap laget en plattform for å støtte innovasjon for ubemannede fly. Plattformen har til hensikt å lette tilgangen til EU-støtte på feltet ved å tilby tilgang til hele spekteret av eksisterende EIB- og EU-rådgivningstjenester og finansielle produkter for støtteberettigede prosjekter. I et internasjonalt samarbeid kan det være relevant å forsøke et tilsvarende initiativ for utvikling av null- og lavutslippsteknologi for sivil luftfart.³²⁾

8.6 Virkemidler i driftsfasen

Ny teknologi er ofte dyrere i en innledende fase enn den eksisterende konvensjonelle teknologien. Dessuten er det gjerne forbundet med noe risiko å ta ny teknologi i bruk. En av årsakene til den hurtige innfasingen av elektriske biler i Norge, har vært fordelaktige insentiver der avgiftsfritak både ved kjøp og bruk har vært en sentral del. En tilsvarende forutsigbar pakke av virkemidler er også relevant for luftfarten. I dette kapitlet går vi gjennom aktuelle virkemidler og insentiver for driftsfasen.

8.6.1 FOT-ruter

Kjøp av innenlandske flyruter i Norge er omfattende (ref. kapittel 4) og bør anses som et relevant virkemiddel for å stimulere til innfasing av elektrifiserte fly med lavere utslipp. Det er ingen sikkerhet for det fremtidige omfanget av FOT-ruteanskaffelsene, og det kan komme justeringer som et resultat av at fylkene overtar ansvaret. Men det legges til grunn at innkjøpene i hovedsak blir videreført for å sikre et tilfredsstillende transporttilbud i distriktene. Det skal samtidig understrekes at ny teknologi kan innebære nye driftskonsepter og endrede kommersielle modeller – og at det på sikt kan endre behovet og modellen for innkjøp av innenlandske flyruter. Utdypende beskrivelse av FOT og konkurranseforhold finnes i NOU 2019:22.

Relevante måter å anvende FOT-ruter som et virkemiddel kan være knyttet til entydige krav om null- eller lave utslipp eller som et vektingskriterium i anbudet. Det vil også være mulig å legge inn kriterier som belønner innføring av null- eller lavutslippsfly i løpet av kontraktperioden, eksemplvis i form av bonus til

operatører. Billettpriser vil samtidig kunne bli rimeligere på grunn av lavere miljøavgifter.

Innen maritim sektor er det gjennomført anbudsprosesser med kriterier knyttet til utslipp, og det bør kunne hentes erfaring og kunnskap fra involverte aktører.

Dersom FOT-ruter skal anvendes som virkemiddel må det i neste fase vurderes om de senere anbefalingene i denne rapporten juridisk er gjennomførbare, hva de økonomiske og markedsmessige konsekvensene vil være og om anbefalingene må endres eller spisses for å være hensiktsmessige.

Et annet insentiv knyttet til FOT-ruter vil være å redusere risikoen knyttet til å investere i ny teknologi. De første flyversjonene kan forventes å være relativt kostbare – og samtidig risikerer operatørene at tidlig teknologi ikke har lang varighet. Dette er forhold som taler for å gi støtte til innkjøp av fly som kan settes inn på ulønnsomme ruter gjennom nasjonale virkemiddelordninger.

På sikt vil det også være hensiktsmessig å opprette dialog og inngå samarbeid med andre land eller med EU sentralt for å identifisere synergier knyttet til deres kjøp av ulønnsomme flyruter.

8.6.2 Flypassasjeravgiften

1. juni 2016 ble det innført en passasjeravgift på alle avreiste flygninger fra norske lufthavner, både innenriks og utenriks. Finansdepartementet er tydelige på at flypassasjeravgiften primært er en fiskal avgift, men at den kan ha en utslippsreducerende effekt fordi høyere billettpriser kan gi lavere etterspørsel. I 2020 er flypassasjeravgiften på 76,50 kroner pr. passasjer for flygninger til land som har sin hovedstad nærmere enn 2 500 km fra Oslo, og til alle EU/EØS-land uavhengig av avstand. For flygninger til land med hovedsteder mer enn 2 500 km fra Oslo er satsen 204 kroner pr passasjer.

Statens inntekter fra flypassasjeravgiften var 1 850 mill. kr i 2018. I innenrikstrafikken pålegges avgiften i tillegg merverdiavgift.

8.6.3 CO₂-avgift

Norge har siden 1999 vært et av få land i verden der innenriks luftfart er ilagt CO₂-avgift. I 2019 utgjorde denne 1,30 kroner pr. liter jet fuel, eller 510 kroner pr. tonn CO₂ (+ 10 prosent mva.). Fra 2020 økes den til 1,39 kroner per liter, eller 545 kr pr tonn CO₂. Satsen for luftfart ligger litt høyere enn satsen som f.eks. gjelder for vegtrafikken. Iht. internasjonale avtaler er det ikke anledning til å legge CO₂-avgift på utenrikstrafikken.

Samlet proveny fra CO₂-avgiften fra luftfart var i 2019 på om lag 530 mill. kr.

CO₂-avgiften er knyttet til kjøp av Jet A1 og vil dermed bortfalle når en flyr elektrisk. Flyr en hybrid vil den være gjeldende for det volum fossilt drivstoff som forbrennes.

8.6.4 EUs kvotehandelssystem

Siden 2012 har sivil luftfart vært del av EUs kvotehandelssystem (EU Emission Trading System – EU ETS), på linje med utslipp-sintensiv industri og energiproduksjon. ETS er EUs viktigste virkemiddel for å redusere utslippene av CO₂ og omfatter om lag halvparten av EUs samlede klimagassutslipp. Miljødirektoratet har anslått at omtrent 90 pst av utslippene fra sivil innenriks luftfart er omfattet av kvotesystemet. EUs mål er at utslippene i kvotepliktig sektor skal være 43 prosent lavere i 2030 enn de var i 2005, og det diskuteres om dette målet skal skjerpes ytterligere. Det har vært store svingninger i kvoteprisen de siste årene. I 2019 har prisene vært gjennomgående høye, og nådde en topp på nesten 29 euro pr tonn i juli. EU forventes å redusere omfanget av tilgjengelige kvoter fram mot 2030 for at målene skal nås. Dette vil øke kvoteprisene og på sikt føre til høyere kostnader for norsk luftfart.

8.6.5 CORSIA

FN-organisasjonen for sivil luftfart (ICAO) har besluttet karbonnøytral vekst fra 2020 som sektormål for internasjonal luftfart. På ICAOs generalforsamling i oktober 2016 ble det enighet om å innføre et kvotesystem for klimagassutslipp fra internasjonal luftfart som, sammen med andre tiltak, skal bidra til å nå målet. Mekanismens første fase på seks år fra 2021 vil være frivillig for statene. Så langt har 78 stater, deriblant Norge, meldt frivillig deltagelse i denne fasen. Flytrafikken mellom disse statene står for om lag 75 prosent av den internasjonale flytrafikken. De endelige kriteriene for hvordan CORSIA skal fungere er under utarbeiding av ICAO. I EU er det besluttet at CORSIA skal implementeres gjennom EU ETS-direktivet og skal gjelde for flygninger til og fra EØS-området. Det er imidlertid ikke besluttet om CORSIA eller EU ETS skal gjelde for flygninger innenfor EØS-området.

8.6.6 Elavgift

Når elektrifiserte fly skal lades vil en også måtte betale elavgift. Det er derfor interessant at fra 1. januar 2017 innførte regjeringen redusert elavgift for skip i næringsvirksomhet. I 2019 er redusert sats for skip i næring 0,5 øre per kilowattime (kWh), mens ordinær sats er 15,58 øre per kWh. Redusert sats er bestemt av minstesatsen i EUs energiskattedirektiv. Avgiftsreduksjonen gir insentiv til økt bruk av landstrøm og til elektrisk framdrift for skip i næringsvirksomhet, og det synes rimelig at også luftfart skal få redusert elavgift.

8.6.7 Merverdiavgift på flybilletter

Den generelle merverdiavgiftssatsen i Norge er 25 prosent, men flere varer og tjenester har lavere satser (15 prosent, 12 prosent eller nullsats). Persontransport, herunder innenriks luftfart, betaler en sats på 12 prosent. Merverdiavgift på innenriks persontransport, herunder luftfart, er relativt vanlig i Europa, og det er også vanlig at satsen er lavere enn den generelle satsen. I Sverige er merverdiavgiftssatsen 6 prosent, mens den er null i Danmark. Internasjonal luftfart (og annen persontransport) er fritatt fra all merverdiavgift i hele EU/EØS³³⁾.

8.6.8 Avgifter til Avinor for bruk av infrastruktur

Drift av og investeringer i Avinors lufthavner og flysikringstjenesten finansieres gjennom brukavgifter og kommersielle inntekter. Avgiftene kan deles i to grupper: lufthavnavgifter og flysikringsavgifter.

Flysikringsavgiftene omfatter underveisavgiften og terminalavgiften, dette betales av flyselskapene og skal dekke kostnadene for flysikringstjenester som ytes. Underveisavgiften omfattes av nasjonale ytelsesplaner vedtatt av Samferdselsdepartementet og godkjent av EU-Kommisjonen/ESA. Terminalavgiften belastes flyselskapene som bruker Avinors lufthavner. Avgiften er betaling for tjenester og infrastruktur tilhørende kontrollerte og ukontrollerte tårn, inkludert en andel av innflygingskontroll og flynavigasjonstjenester.

Lufthavnavgiftene omfatter start- og passasjeravgift, samt sikkerhetsavgift. Avgiftene er betaling for tjenester og infrastruktur som stilles til disposisjon for flyselskapene på Avinors lufthavner. Prinsippene for avgiftsfastsettelse er forankret i Chicago-konvensjonen. Lufthavnavgiftene fastsettes av Luftfartstilsynet, etter forslag fra Avinor og konsultasjon mellom Avinor og flyselskapene. Samferdselsdepartementet har på forhånd fastsatt rammen for de samlede avgiftsinntektene. Avgiftsnivået skal i utgangspunktet være likt for alle lufthavner, og Avinor skal bruke selskapets kommersielle inntekter til å redusere nivået på start- og passasjeravgiftene («single till» prinsippet). Start- og passasjeravgift dekker kostnader til tjenester og infrastruktur som ytes ovenfor luftfartøy eller passasjerer. Disse kostnadene skal ikke være tilknyttet tårntjenester eller sikkerhet ved lufthavnen, eller på annen måte være betalt for ved særskilt vederlag. Sikkerhetsavgiften dekker alle kostnader som følge av myndighetspålagte krav til sikkerhet ved lufthavnen.

Startavgiften kan innrettes slik at den gir insentiver til bruk av elektrifiserte fly. Eksempelvis ble det i desember 2019 vedtatt at det skal gis fritak for inntil seks tonn av den vektbaserte startavgiften, noe som i praksis gir avgiftslettelse til små og lette fly slik at en øker lønnsomheten ved å tilby flyruter i distriktene. Det er også mulig å gi andre typer rabatter så lenge de er i tråd med regelverket om statsstøtte.

TABELL 8.1: AVINORS INNTEKTER I KRONER FRA STARTAVGIFTEN I 2019

Oslo Lufthavn	537 268 000
Bergen lufthavn	120 246 000
Stavanger lufthavn	84 901 000
Trondheim lufthavn	82 491 000
Divisjon regionale lufthavner	190 503 000
Sum	1 015 408 000

8.6.9 Påvirke forbrukeradferd

EASA har tatt initiativ til at det utvikles et system for klimamerking (Ecolabelling) av for eksempel flyreiser/fly/ flyselskap/ flyplasser. Hvorvidt det er denne løsningen eller en global løsning som blir etablert så er det sannsynlig at også luftfarten får sin klimamerking. For å promotere nye løsninger må systemet være skalerbart slik at null- og lavutslipp innen luftfart oppnår betydelig bedre klimamerking enn dagens tradisjonelle løsninger. Hensikten er å bidra til at klimamerking blir et tydelig og forutsigbart insentiv for produsenter og operatører av null- og lavutslippsteknologi.

Statens reiseavtaler krever at tjenestereiser skal foretas på den for staten hurtigste og rimeligste måte. I fremtidige reiseavtaler bør klimahensyn tillegges vekt og være med i vurderingsgrunnlaget når innkjøpsavtaler inngås og ansatte gjør sine reisevalg. Hensikten er å gi tydelige signaler fra det offentlige Norge om betydningen av mer klimavennlig luftfart og gi produsenter og operatører et insentiv.

9 Anbefalte mål, tiltak og virkemidler

Basert på dagens status i teknologiutviklingen, utfordringene som skal løses og mulighetene som er til stede vil vi i dette kapittelet beskrive mål og vurderinger av tiltak og virkemidler for å nå målene. Summen av anbefalingene er Avinor og Luftfartstilsynets forslag til *program for introduksjon av elektrifiserte fly i kommersiell luftfart*.

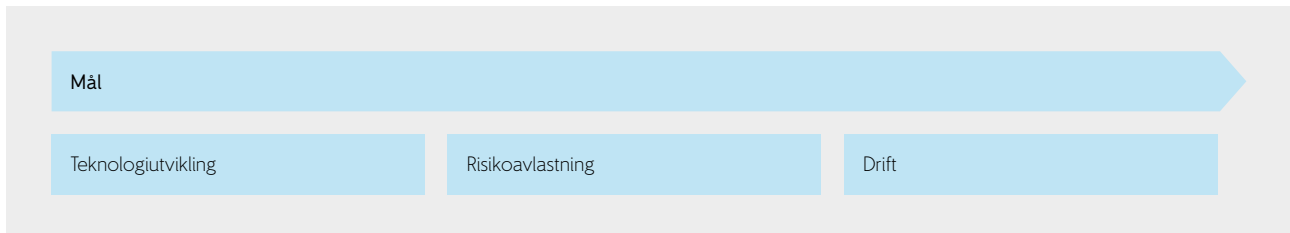
9.1 Prinsipper og kriterier

For å ha en tydelig retning og ambisjon for omstilling til null- eller lavutslippsluftfart anbefaler vi *tre* tydelige mål, hvorav to er tidfestede. Målene skal være effektive i hele perioden og de utgjør grunnlaget for å at vi kan velge ut hensiktsmessige tiltak og virkemidler. Det er relativt lav risiko ved å sette langsiktige og tydelige mål, men de vil kunne ha stor effekt for aktørene i luftfartsindustrien og andre sentrale interessenter. Til sammen utgjør mål, tiltak og virkemidler en helhet som skal gjøre utviklingsprosessen troverdig og mest mulig forutsigbar for de involverte aktørene som skal investere tid, penger og kompetanse. Dette er viktig for å sikre den langsiktighet og forutsigbarhet som er nødvendig, slik elbilpolitikken og elbilforliket i Stortinget har bidratt til i vegsektoren.

Tiltak er de fysiske handlingene som i dette tilfellet direkte fører til teknologiutvikling, utslippsreduksjoner etc. Virkemidler er de juridiske, økonomiske eller andre instrumentene myndighetene kan benytte seg av for å utløse tiltakene. Det er lagt vekt på at

tiltak og virkemidler skal være kostnadseffektive slik at ressursene som settes inn for å løse en oppgave skal gi størst mulig effekt og at målene skal nås til lavest mulig kostnader for samfunnet. Samtidig vil vi understreke at utviklingen av null- eller lavutslippsløsninger er i tidlig fase slik at det ikke er mulig å tallfeste kostnader og effekter. Av samme grunn skal anbefalingene på kort sikt bidra til at vi legger til rette for økt samarbeid, tydeligere koordinering og peke på tiltak som skal identifisere og vurdere nye tiltak. På lengre sikt skal anbefalingene gi tydelige signaler om insentiver vi forventer vil kunne gi aktører økt motivasjon og forutsigbarhet for å utvikle og implementere nye teknologiske løsninger.

Vi har valgt å dele inn utviklingsløpet fra nå og frem til etablert kommersiell drift av elektrifiserte passasjerfly i *tre* faser. Hver av fasene har sitt særpreg og vi har vurdert tiltak og virkemidler knyttet til hver av dem. Vi er allerede inne i *teknologiutviklingsfasen* hvor både forskning, prototypeutvikling, testing og sertifisering kan inngå. Deretter følger en *risikoavlastningsfase* hvor aktører skal gjøre investeringer i tidlig null- eller lavutslipps-teknologi, noe som i utgangspunktet kan innebære en forhøyet økonomisk risiko. Siste del benevnes *driftsfasen* hvor det skal legges til rette for at luftfartsaktører og flypassasjerer velger klimamessig bedre alternativer inntil nye teknologiske løsninger vil være foretrukne også uten insentiver. De tre fasene vil kunne gli over i hverandre – og man kan også se for seg parallelle utviklingsløp for forskjellige teknologier og konsepter.



Figur 9.1: Utvikling og introduksjon av elektrifiserte fly i tre faser.

9.2 Mål

Anbefalinger:

- 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.

Norge er avhengig av luftfart og i store deler av landet må luftfart anses som en del av det *kollektive* transporttilbudet. Etter Avinor og Luftfartstilsynets vurdering er det derfor spesielt viktig for Norge å ha konkrete og tidfestede mål om implementering og utslippskutt, og et mål om å være en pådriver og en arena for utvikling og implementering av ny teknologi som vil innebære betydelig lavere utslipp og bidra til at vi oppfyller våre klimaforpliktelser. En grønnere luftfart er på sikt også forventet å bli vesentlig rimeligere både for flypassasjerene og for staten sammenliknet med fossilbaserte løsninger.

Norge har allerede en viss posisjon som pådriver for elektrifisering av luftfarten og ved å sette tydelige nasjonale og ambisiøse mål er det mulig å videreutvikle posisjonen. Mange av aktørene vi har møtt i arbeidet med rapporten uttrykker behov for betydelig tverrfaglig og internasjonalt *samarbeid* for å løse oppgaven med utvikling av nye null- og lavutslippsløsninger – og at Norge kan ha en ledende rolle i dette arbeidet. Ved å ha en slik rolle øker vi også sannsynligheten for at nye teknologiske løsninger kan håndtere norske klimatiske og topografiske forhold, korte rullebaner og passasjerenes og andre markedsmessige behov. Luftfarten vil videre kunne trekke vekslere på Norges erfaringer innen elektrifisering av maritim- og privatbilsektoren, samtidig som vi i Norge og Norden kan være et betydelig første marked for regionalfly med null- eller lave utslipp.

Det er avgjørende at mål, tiltak og virkemidler ses på som en helhet. Det innebærer at kraftfulle og konkrete mål kun vil ha effekt dersom det følger forpliktende og forutsigbare insentiver som er virkningsfulle i alle fasene frem til null- og lavutslippsfly er i regulær rutetrafikk i Norge. Spesielt vil vi understreke betydningen av tiltak som på sikt vil gjøre tidlig bruk av ny og klimavennlig teknologi lønnsom og attraktiv for både passasjerer, operatører og andre interessenter.

9.3 Teknologiutvikling

9.3.1 Innovativt internasjonalt samarbeid

Anbefalinger:

- For å sikre en systematisk og helhetlig tilnærming til teknologi- og konseptutvikling for regional elektrifisert luftfart, videreutvikles det felles flerårige *internasjonale* nullutslippsprogrammet som norske og europeiske luftfartsmyndigheter (v/Luftfartstilsynet og EASA) har tatt initiativ til. Programmet skal inneholde mål, tiltak, virkemidler og organisering - og vil ha både nasjonale og internasjonale elementer. Det skal bygge på innhold fra denne rapporten og den bilaterale innovasjonsavtalen mellom EASA og Luftfartstilsynet.
- En arbeidsgruppe (High Level Task Force for Zero Emission Aviation) med sentrale internasjonale aktører (flyselskap, flyprodusent, flymotorprodusent, flyplass og myndigheter), ledet av Luftfartstilsynet, skal innen sommeren 2020 etter planen utarbeide, og legge frem for SD, et veikart for innovasjon knyttet til null-/lavutslipp regionalfly. Det anbefales at veikartet med anbefalinger er grunnlag for videre tiltak og at relevante momenter tas med til arbeidet med NTP (2022-2033).
- For å ivareta og videreutvikle nullutslippsprogrammet etableres det en internasjonal arena/et senter i Norge for utvikling, testing og implementering av null- og lavutslippsteknologi for luftfart. Dette organiseres virtuelt eller fysisk og skal være en arena for samarbeid mellom aktører på forskjellige områder (fly, motor, batterier, flyselskap, flyplass, myndigheter, forskningsmiljøer mv.) og andre interessentergrupper. Det må etableres klare kriterier for deltakelse og en modell for finansiering av senteret der både brukere, leverandørindustri, virkemiddelaktører og myndigheter bidrar. Det bør også lages klare vurderingskriterier for utvelgelse av tiltak som skal kunne motta støtte. Senteret skal legge til rette for effektiv innovasjon og organiseres med mulighet for både europeisk og nasjonal involvering og støtte.

Ved å inngå den bilaterale overordnede innovasjonsavtalen med EASA har Norge allerede tatt initiativ til å legge til rette for et bredt og systematisk internasjonalt innovasjonssamarbeid og et internasjonalt program. Det skal bli enklere å dele på verdifull innsikt og kompetanse, identifisere ytterligere tiltak og virkemidler, identifisere kritiske barrierer og ikke minst vise at luftfarten tar aktive grep på et internasjonalt nivå for å redusere klimapåvirkning.

En viktig motivasjon for de anbefalte tiltakene er økt internasjonalt samvirke og vil også kunne inkludere andre europeiske nasjoner og regioner som kan ha nytte av regionalfly med lave eller ingen utslipp. Dette vil igjen kunne øke markedspotensialet for innovative produsenter og operatører.

Ny teknologi knyttet til null- og lavutslipp i luftfarten representerer helt nye muligheter. De anbefalte tiltakene vil kunne bidra til at vi forstår og kan utnytte mulighetene bedre. I tillegg til direkte utslippsreduksjoner vil nye luftfartøy kunne ha andre egenskaper enn de som brukes i norsk innenriks luftfart i dag – og de vil også utløse en rekke endringer i andre områder og systemer i luftfarten. Operative egenskaper kan komme til å endres betydelig, eksempler er nødvendig rullebanelengde, totalvekt og nyttelast på fly, krav til luftrom og traséer, mv. Økonomisk vil teknologien i tillegg medføre endrede drifts-, vedlikeholds- og investeringskostnader. Disse endrede forutsetningene vil føre til endringer i markedsstrukturer og forretningsmodeller.

De anbefalte tiltakene som å videreutvikle et internasjonalt nullutslippsprogram og et veikart med nye anbefalinger vil innledningsvis kreve en relativt lav ressursinnsats. Ytterligere tiltak som defineres og implementeres bør en primært søke å finansiere gjennom etablerte virkemiddelordninger. Tiltakene vil bidra til at teknologi kan utvikles og implementeres raskere og mer effektivt enn om de ikke gjennomføres. Dermed vil også utslippskutt komme tidligere for norsk luftfart. Når teknologien modnes og implementeres skal tiltakene reduseres og etter hvert avvikes.

Vi vurderer også innovasjonstiltakene til å øke mulighetene for at det utvikles fly med tilstrekkelige ytelser til å kunne brukes på det norske kortbanenettet. Tiltakene vil også møte et uttalt behov fra svært mange av aktørene i teknologiutviklingen for økt samarbeid. Det innebærer at tiltakene bør kunne oppfattes som legitime.

9.3.2 Tett nasjonal koordinering

Omstilling til mer klimavennlige løsninger har blitt et sentralt satsingsområde også for norsk luftfart, noe som krever et bredt engasjement og mobilisering av interessenter knyttet til sektoren. Det stilles i tillegg spesielt store krav til samordning innen luftfart, både fordi den markedsmessige og sikkerhetsmessige reguleringen av sektoren er kompleks og fordi nasjonal innsats må avstemmes og forankres internasjonalt. Omstillingen stiller store krav til både offentlige og private aktører.

Anbefalinger:

- Departementer, etater, statlig eide selskaper og statlige virkemiddelaktører må samarbeide tettere og mer koordinert med tanke på luftfart og klima. Tydelig ansvarsfordeling og gode prosesser for løpende koordinering og prioritering er avgjørende for å legge til rette for effektiv og målrettet innovasjon. Det anbefales at Samferdselsdepartementet legger tydelige føringer for videre arbeid.

- Det etableres egnet luftrom, inkludert inn- og utflygningssoner, som er beregnet for testformål og som tilfredsstiller nødvendige sikkerhetskrav.
- Det utformes en administrativ og økonomisk ordning som yter støtte ved etablering og drift av fasiliteter og organisasjon knyttet til testaktiviteter i Norge. En slik ordning bør delvis kunne finansieres gjennom en eller flere av de nasjonale virkemiddelordningene. Ordningen må baseres på klare vurderingskriterier for utvelgelse av tiltak som skal motta støtte. En målrettet dialog med offentlige virkemiddelaktører etableres for å vurdere om noen av dagens ordninger kan anvendes, eller om det bør etableres en nye ordninger som kan støtte tiltak knyttet til luftfart og klima.
- Norge tar en tydelig rolle i å påvirke EUs forskningsprogram Horizon Europe/ CleanSky til en omfattende satsing på elektrifisering.
- Utvikle og gjennomføre en kommunikasjonsstrategi med budskap knyttet til de initiativene og tiltakene som settes ut i livet. Det må oppfordres til at aktører bidrar med artikler, foredrag og møter på viktige arenaer for å promotere arbeidet knyttet til luftfart og klima generelt – og utvikling av null- og lavutslippsteknologi spesielt. Kommunikasjonsstrategien skal inkludere behov for kommunikasjon på internasjonale arenaer.

Med tett nasjonalt samarbeid og koordinering vil det bli enklere å koordinere og prioritere nasjonal innsats i utvikling og innføring av ny teknologi, lære av andre sektorer og generelt forankre arbeidet med luftfart og klima hos alle sentrale interessenter. Det vil samtidig bidra til at Norge blir mer attraktivt som arena for innovasjon og at ny teknologi og nye fly vil fungere i det særegne norske klimaet og på kortbanenettet. Tiltakene vil også kunne bidra til at utenlandske bedrifter vil vurdere å etablere virksomheter i Norge eller legge deler av sine aktiviteter til norske flyplasser og i norsk luftrom.

Tiltakene vil, som for internasjonalt innovativt samarbeid, kreve relativt lav ressursinnsats og vil bidra til at teknologi kan utvikles og implementeres raskere og mer effektivt enn om de ikke gjennomføres. For at støtte til etablering og drift knyttet til testaktiviteter i Norge skal være kostnadseffektive, må kvalifikasjonskriteriene være hensiktsmessige og omfanget på støtten stå i forhold til forventede resultater. På overordnet nivå vil tiltakene kunne bidra til mer effektiv nasjonal ressursanvendelse og bredere forankring i departementer, etater og på politisk nivå. Både etablering av luftrom og ordningen for å yte støtte til testing kan sees i sammenheng med/administreres fra det tidligere anbefalte senteret for innovasjon.

Det legges spesiell vekt på aktiv og målrettet kommunikasjon for blant annet å nå ut med fakta knyttet til luftfart og klimapåvirkning - og for å kunne informere om realistiske vurderinger og forventninger til fremdrift og muligheter med ny teknologi. Det bør i tillegg tilstrebes størst mulig grad av åpenhet og involvering når det kommuniseres i relevante kanaler for forskjellige formål og målgrupper.

9.4 Risikoavlastning

Anbefalinger:

- Etablere tilskuddsordning for å bygge ut ladeinfrastruktur på norske lufthavner (Enova).
- Etablere støtteordninger for kjøp av elektrifiserte fly. Dette kan bli aktuelt allerede i neste fireårsprogram, så en tett dialog med relevante departementer og Enova om hvordan en slik ordning kan utformes vil være viktig. Alternativt kan statlige lån og garantier være et aktuelt virkemiddel.
- Vurdere hensiktsmessige nye elementer i fremtidige anbudskontrakter (FOT-ruter), så som investeringsstøtte, restverdigarantier og økt kontraktstidslengde. Det sistnevnte krever at Norge får aksept for avvik fra EU-regelverk. Hensikten med insentivene er at kommende kontrakter utformes slik at risikoen reduseres til akseptable nivåer dersom null- eller lavutslippsfly anvendes på FOT-rutene.

Virkemidlene vil først og fremst bidra til at operatører velger å investere i null- og lavutslippsteknologi fremfor fossilbasert teknologi på et tidlig stadium og på den måten bidra til raskere utslippskutt enn om ingen insentiver forelå. Norge vil igjen kunne være et foregangsland ved å innføre bærekraftige lavutslippsløsninger innen en transportgren som trenger å demonstrere evne og vilje til å redusere klimafotavtrykket. Sekundært vil tidlig innføring av ny teknologi bidra til at tilbudet i hele landet opprettholdes og billettpriser kan reduseres eller holdes nede innen regional luftfart etter hvert som billetter med fossildrevne fly blir gjenstand for økte avgifter.

Det er grunn til å anta at de første null- eller lavutslippsflyene vil bli relativt dyre i anskaffelse fordi volummarkedene sannsynligvis ikke er utviklet ennå. I tillegg vet vi ikke hvor lenge flyene vil være relevante i markedet og når nye og forbedrede løsninger vil være tilgjengelige og blir implementert. Dermed er det knyttet usikkerhet til de totale kostnadene. I et globalt perspektiv kan det dog legges til grunn at det sannsynligvis vil ha stor markedsmessig betydning og være et svært viktig signal hvis norske myndigheter er tidlig ute med å garantere en bred satsing og kraftfulle risikoreducerende insentiver. Virkemidlene anses å være effektive fordi de gir klare insentiver til å redusere klimapåvirkning over tid og at forbedringene kommer der hvor de er ønsket. For at virkemidlene skal oppfattes som legitime må tildelingskriterier og alternative kostnader gjøres nærmere rede for etter hvert som teknologiene modnes og man er nærmere markedsklare løsninger.

Ytterligere vurdering og konkretisering av virkemidler vil det først være mulig å beskrive når man har bedre innsikt i de totale kostnadene knyttet til elektrifiseringen, inkludert anskaffelseskostnader for materiell, uttrykt som kapitalkostnader med stipulert verdifall/avskrivninger.

Dersom markedet ikke kommer opp med et relevant flyalternativ som kan benyttes på kortbanenettet, kan et alternativt scenario være at man benytter ordningen med innovative offentlige anskaffelser eller eventuelt oppretter et selskap sammen med en

eller flere flyprodusenter for å utvikle og produsere et null- eller lavutslippsfly som kan trafikere kortbanenettet i Norge. Dette vil imidlertid kreve en grundig utredning og drøftes ikke videre her.

9.5 Drift

Anbefalinger:

- Staten bør stille krav til at fylkeskommunene inkluderer utslippsbaserte vurderingskriterier i framtidige tilbud på FOT-ruter. Eventuelt kan det stilles eksplisitte krav til nullutslipp eller et definert maksimumsutslipp. Det bør etableres en tilskuddsordning til fylkeskommuner for å dekke merkostnadene et slikt krav kan forventes å gi i en overgangsfase. Det kan i tillegg etableres en bonusordning som gir positivt utfall for leverandører dersom de faser inn null- og lavutslippsteknologi i løpet av kontraktperioden. På bakgrunn av erfaringer fra introduksjon av elektriske ferger bør det vurderes om ENOVA kan støtte fylkeskommunene i utforming av disse kravene.
- Staten bør så tidlig som mulig gi klare signaler om at avgiftssystemet skal innrettes slik at reiser med null- eller lavutslippsfly blir relativt sett rimeligere. F.eks. kan billetter med elektrifiserte fly i en overgangsperiode fritas fra fiskale avgifter når de etter hvert blir et aktuelt alternativ. En slik avgiftspolitik vil framskynde utvikling, produksjon og anskaffelser av null- og lavutslippsteknologi.
- Fritak fra eller redusert merverdiavgift på billetter for null- eller lavutslippsfly frem til 2040 (med eventuell ny vurdering i 2035).
- Fritak fra eller redusert flypassasjeravgift for null- eller lavutslippsfly frem til 2040 (med eventuell ny vurdering i 2035).
- Redusert elavgift for fly i næringsvirksomhet etter modell fra skipsfarten.
- Statens reiseavtaler krever at tjenestereiser skal foretas på den for staten hurtigste og rimeligste måte. I fremtidige reiseavtaler bør klimahensyn tillegges vekt og være med i vurderingsgrunnlaget når innkjøpsavtaler inngås og ansatte gjør sine reisevalg. Hensikten er å gi tydelige signaler fra det offentlige Norge om betydningen av mer klimavennlig luftfart og gi produsenter og operatører et insentiv.
- Norge støtter utviklingen av et system for klimamerking (eco-labelling) i luftfart, enten dette blir en europeisk eller global ordning. For å promotere ny teknologi må systemet være skalerbart slik at null- og lavutslipp innen luftfart oppnår betydelige bedre klimamerking enn dagens tradisjonelle løsninger. Hensikten er å bidra til at klimamerking blir et tydelig og forutsigbart insentiv for produsenter og operatører av null- og lavutslippsteknologi.

Klare signaler om avgiftslette eller avgiftsfritak på blant annet billetter, energi og tilgang til infrastruktur som midlertidige eller permanente løsninger vil være viktige insentiver for de som investerer i teknologiutvikling eller skal anskaffe nye fly til



Figur 9.2: Anbefalte mål, tiltak og virkemidler oppsummert

regionalmarkedet. Det legges til grunn at insentiver blir evaluert og justert med hensiktsmessige og forutsigbare intervaller, og at det stipuleres opphørsdatoer eller defineres opphørskriterier slik at involverte interessenter har forutsigbare ordninger knyttet til omstilling til lavutslipp i luftfarten. Det anbefales også at staten og andre offentlige instanser bidrar til lavere utslipp og tydelige signaler ved å knytte klimakriterier til innkjøp av luftfartstjenester.

Virkemidlene er utformet slik at effektene oppstår der man ønsker dem og kan bestå så lenge de ivaretar et behov for å stimulere et marked som ellers ikke ville valgt null- og lavutslipp-løsninger. På den annen side vil ikke det ikke være mulig på forhånd å vite hvor store utslippsreduksjonene og investerings- og driftskostnadene blir med nye teknologiske løsninger - og dermed er det usikkerhet knyttet til effektiviteten. Den totale kostnads-effektiviteten vil også påvirkes av det fremtidige omfanget av FOT-ruter og i hvor stor grad subsidieringen gjennom fravær av avgifter påvirker reiseaktivitet og statlige inntektsreduksjoner.

10 Vedlegg

10.1 Nærmere om utredningsinstruksen

I oppdragsbrevet fra SD fremgår det at konsekvensene av programmet utredes i henhold til utredningsinstruksen.

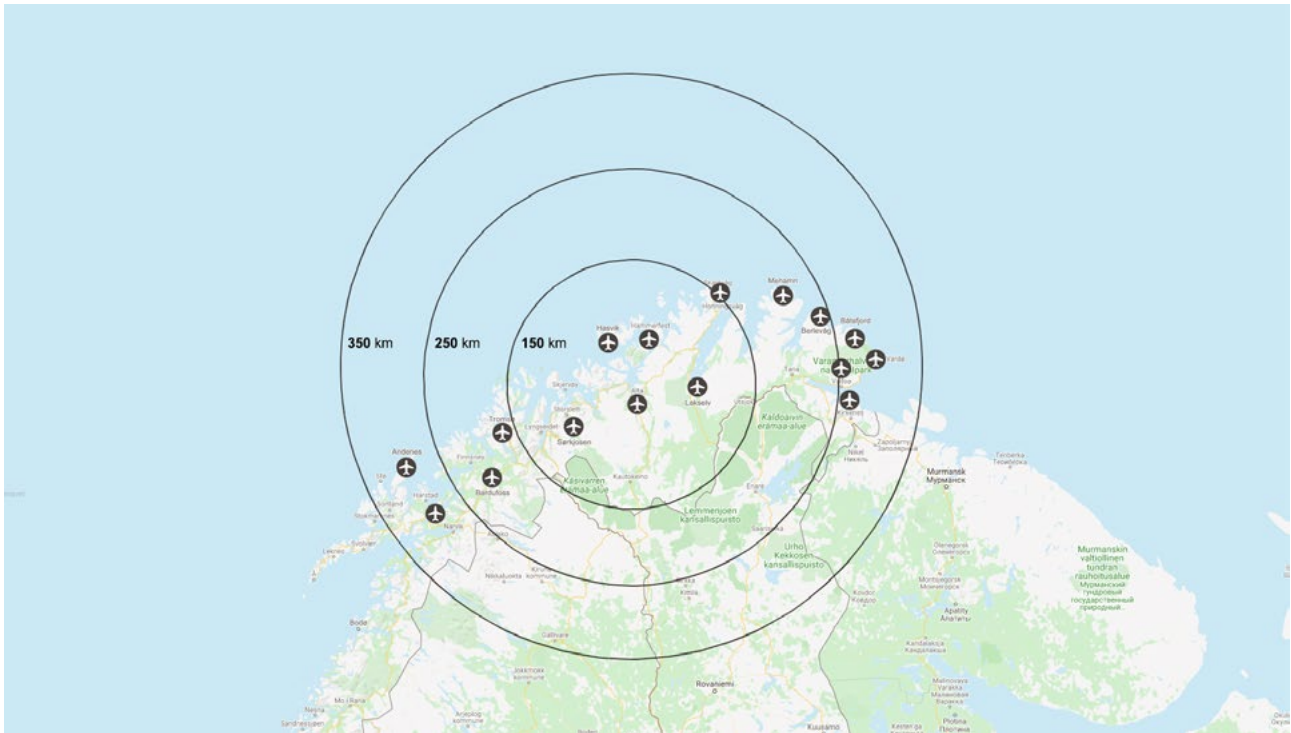
Det fremgår av *Veileder til Utredningsinstruksen – Instruks om utredning av statlige tiltak* punkt 2-1 at seks spørsmål alltid skal besvares ved utredning av statlige tiltak, og utgjør dermed også minimumskravene til enhver utredning. Dette kan gjøres svært enkelt eller mer omfattende og grundig, avhengig av omfanget av tiltaket.

Som omtalt flere ganger i rapporten er utviklingen av elektrifiserte fly i en tidlig fase, og det er derfor ikke mulig å gi konkrete kostnadsanslag for videre utviklingsarbeid eller de samfunnsøkonomiske kostnadene for de virkemidlene som anbefales. Dette har også betydning for vurderinger av kostnadseffektivitet. Det ble derfor tidlig i prosessen avklart med Samferdselsdepartementet at det skulle utføres en minimumsanalyse³⁴⁾ iht Utredningsinstruksen.

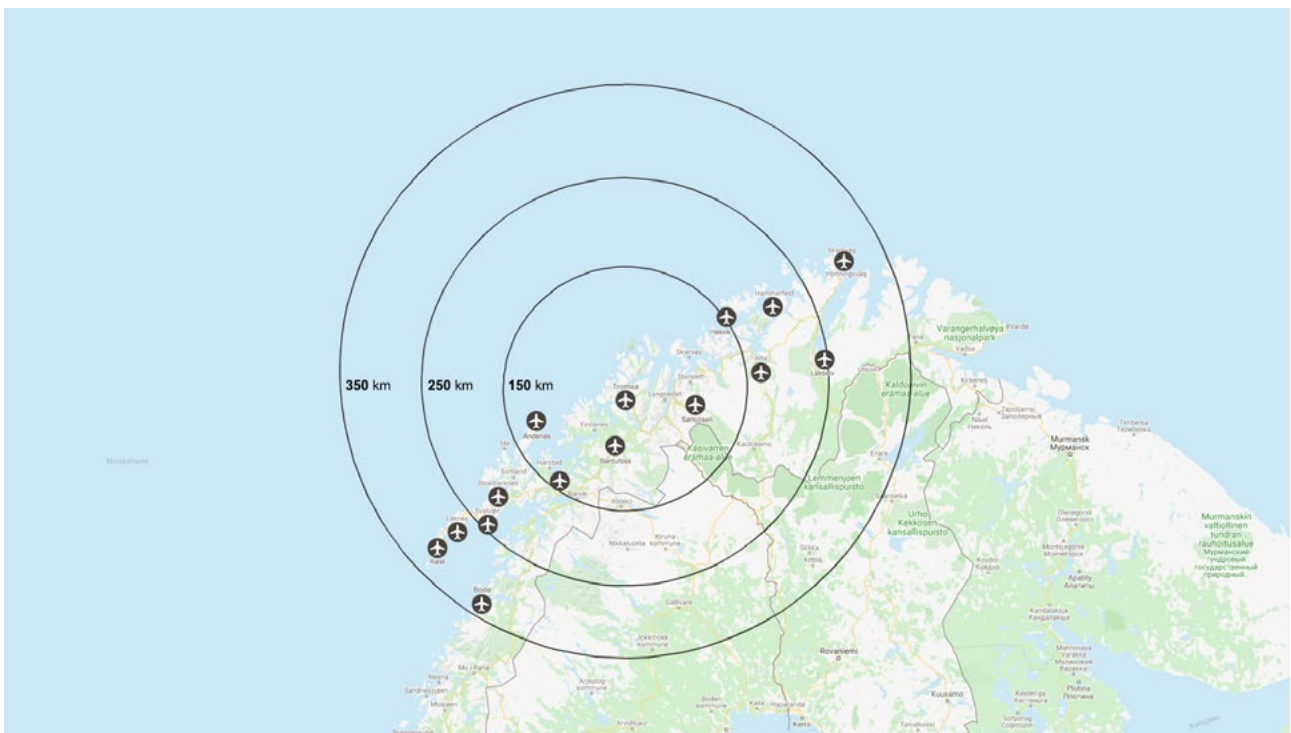
De seks spørsmålene som alltid skal besvares er:

- Hva er problemet, og hva vil vi oppnå?
Besvart i kap 3
- Hvilke tiltak er relevante?
Omtalt i kap 8
- Hvilke prinsipielle spørsmål reiser tiltakene?
I veileder til utredningsinstruksen heter det at "Prinsippspørsmål kan for eksempel gjelde den enkeltes personvern og integritet, rettssikkerhet, samvittighets-/ livssynsspørsmål eller likestillings- og diskriminerings spørsmål eller tiltak som særskilt berører urfolk eller minoriteter." Etter vår vurdering reiser ingen av tiltakene og virkemidlene som foreslås slike prinsipielle spørsmål.
- Hva er de positive og negative virkningene av tiltakene, hvor varige er de, og hvem blir berørt?
Omtalt i kap 8 og 9
- Hvilket tiltak anbefales, og hvorfor?
Omtalt i kap 9
- Hva er forutsetningene for en vellykket gjennomføring?
Omtalt i kap 9

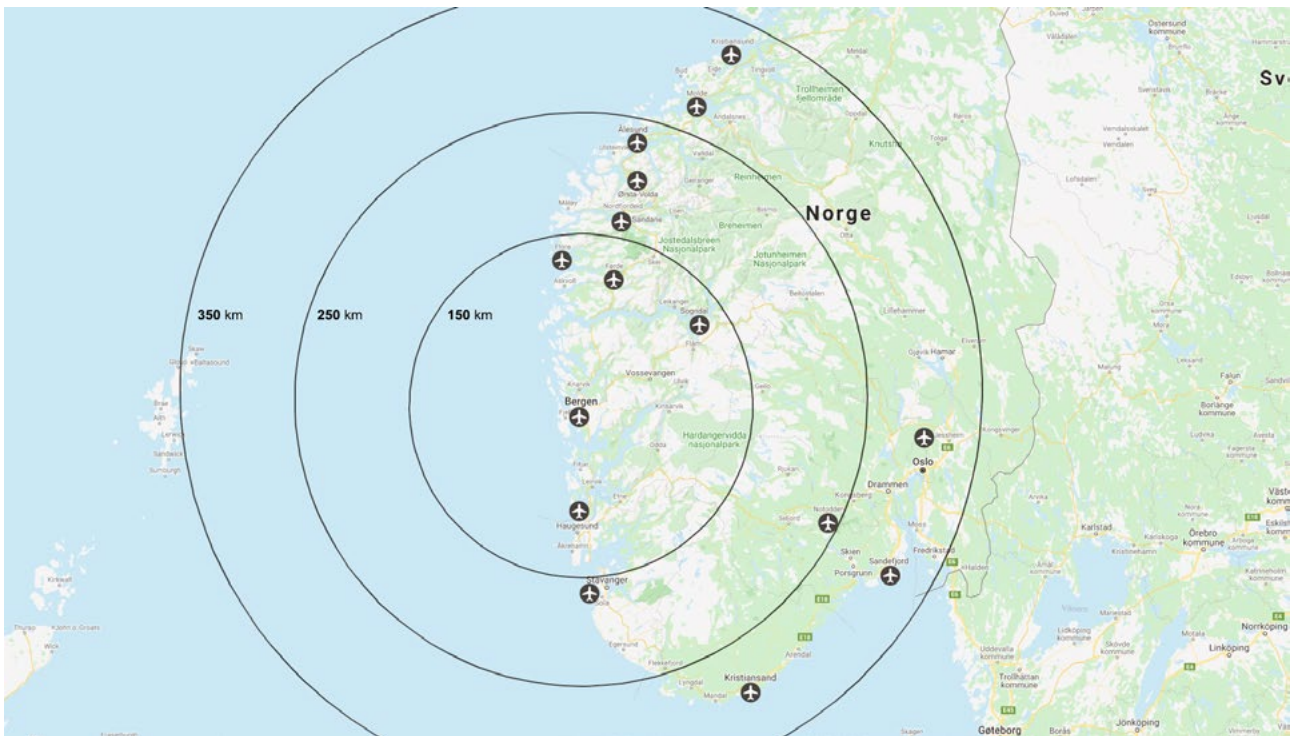
10.2 Kart



Figur 10.2.1: Lufthavner med regelbundet rutetrafikk innenfor hhv 150, 250 og 350 km avstand fra Alta



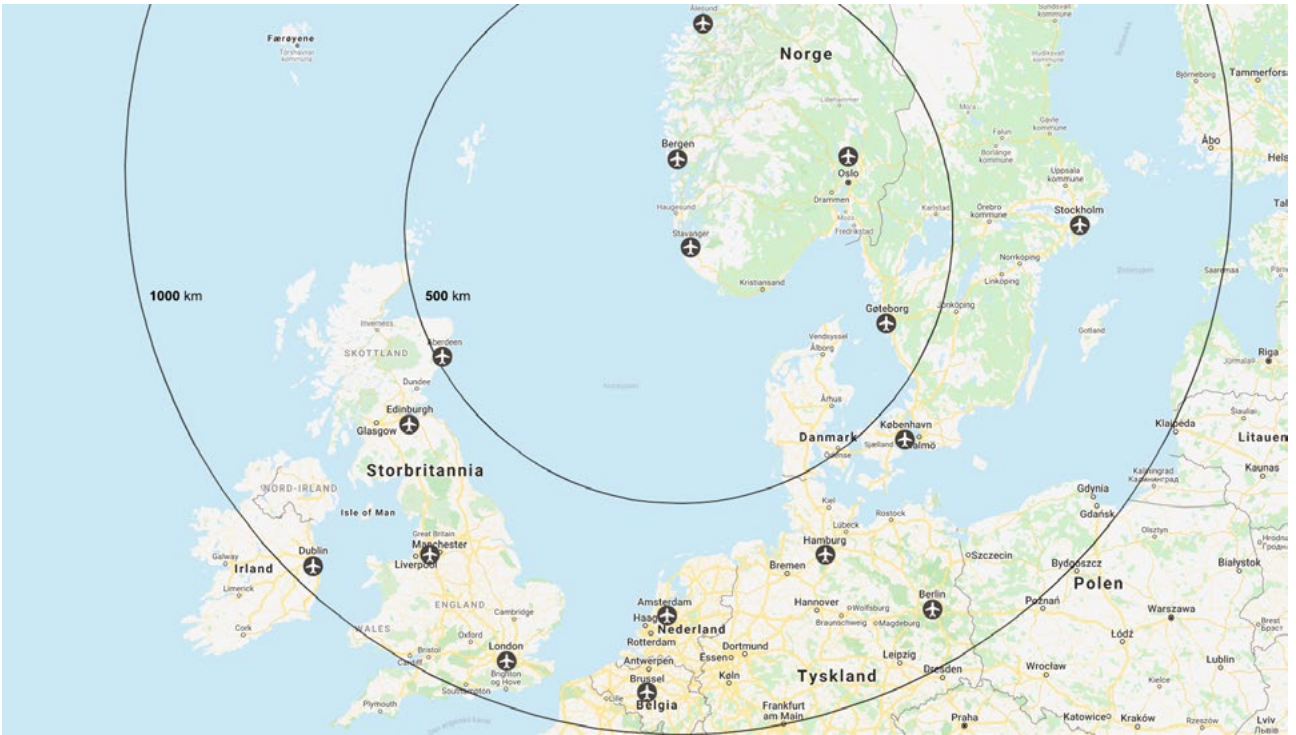
Figur 10.2.2: Lufthavner med regelbundet rutetrafikk innenfor hhv 150, 250 og 350 km avstand fra Tromsø



Figur 10.2.3: Lufthavner med regelbundet rutetrafikk innenfor hhv 150, 250 og 350 km avstand fra Bergen



Figur 10.2.4: Lufthavner med regelbundet rutetrafikk innenfor hhv 150, 250 og 350 km avstand fra Stavanger



Figur 10.2.5: Utvalg av lufthavner med regelbundet rutetrafikk innenfor hhv 500 og 1000 km fra Stavanger



Figur 10.2.6: Utvalg av lufthavner med regelbundet rutetrafikk innenfor hhv 500 og 1000 km fra Trondheim

11 English summary

Background

The Norwegian Ministry of Transport has commissioned Avinor and the Civil Aviation Authority of Norway (CAA Norway) to propose a programme for the introduction of electrified aircraft in Norway. The programme is to be formulated in accordance with the Instructions for Official Studies, which in practice means that recommendations will be expressed as goals, measures and instruments for the introduction of electrified aircraft.

The Ministry of Transport has stated that the report, together with NOU 2019:22 *Fra statussymbol til allemannseie – norsk luftfart i forandring* (From status symbol to public domain - Norwegian aviation in change) and the report *Teknologi for bærekraftig bevegelsesfrihet og mobilitet* (Technology for sustainable freedom of movement and mobility) from the Expert Committee on Technology and the Transport Infrastructure of the Future, submitted on 27.06.2019, will be included as basis for discussions on the electrification of aviation in the Report to the Storting (Parliament) on the National Transport Plan (NTP), which will be published in spring 2021. However, this does not limit the Government in submitting proposals which are relevant to the electrification of aviation to the Storting before the new NTP is submitted.

What is the problem?

Greenhouse gas emissions from many sources, including air travel, must be reduced significantly over the coming decades. To achieve the targets set out in the Paris Agreement, we must

cut our greenhouse gas emissions from fossil fuel sources to almost zero between 2050 and 2100, depending on the magnitude of possible emission reductions in the short term.

In Norway, we depend on aviation and we must search for fossil fuel-free alternatives.

The aircraft currently in use on the short-haul network needs to be replaced within the next 10-15 years. The present operator of the short-haul network, Widerøe, is clearly stating that the next generation of aircraft should be zero- or low-emission solutions.

If it proves impossible to identify aircraft types capable of operating on the short-haul network, the consequence will be either a reduction in the quality of the service and/or substantial investments in runway extensions, where such extensions are possible.

What do we want to achieve?

To ensure high-quality transport services continue to be offered in Norway, it is in Norway's own interest – from the perspective of both the environment/climate and transport policy – that zero- and low-emission aircraft are developed which are capable of operating on the unique Norwegian short-haul network under the prevailing meteorological conditions in the country.

In the long term, it is anticipated that electrified aircraft will have lower operating and investment costs than comparable fossil fuel-based aircraft. This is an important premise for the further

development of electrified aircraft, and helps to explain the level of interest amongst many stakeholders. Electrification should also result in more energy-efficient motors, and a consequent reduction in overall energy consumption, in addition to simpler maintenance and greater flexibility in terms of design. In the long term this can enable completely new types of aircraft requiring reduced runway lengths.

An initiative to electrify aviation can also generate new jobs in Norway. No aircraft for use in passenger service are currently being manufactured in Norway, but it is possible to envisage a market in which specialised Norwegian companies operating as subcontractors could produce components and parts for electric aircraft. Rolls-Royce Electrical Norway, which has set up an operation in Trondheim creating over 70 jobs, is a good example. Furthermore, it is possible to imagine industrial development in the aviation ecosystem, e.g. within charging and hydrogen production.

The phasing-in of electrified aircraft can help to ensure the fulfilment of national and international climate commitments. As in the photovoltaic cell industry, the automotive industry and eventually also in ferry traffic, advances made in Norway, i.e. using Norway as a development arena and test market, could have impacts in terms of emission reductions beyond the emission reductions that are actually achieved in Norway.

Why Norway?

Norway's dependence on aviation, abundant access to renewable electricity, unique short-haul network, active and interested stakeholders and political will to electrify the transport sector, make Norway both well-suited and recognised as a very interesting test area and the first market for electrification of aviation. If Norway does not take the lead, there is also a risk that the zero- and low-emission aircraft developed will be unsuitable for Norwegian winter conditions and runway lengths on the short-haul network. The European Union Aviation Safety Agency (EASA) is also indicating that electrification is presenting an excellent opportunity to show that aviation is actively taking steps to reduce greenhouse gas emissions and that the initiative and level of interest in Norway is of high value from a European perspective.

Technological status

By 'electrified aircraft', we mean aircraft which are fitted with one or more electric motors for propulsion.

The pace of development of electric aircraft has accelerated over the past four to five years. According to consultancy firm Roland Berger³⁵, as of January 2020, there are over 200 initiatives of varying maturity working to develop and realise electric and/or hybrid-electric aircraft for passenger transport use. Many of these are fixed-wing aircraft, which in the short term, we consider to be of greatest relevance for Norwegian conditions in relation to both range and capacity (number of passengers).

Many small companies and start-up businesses are positioning themselves in the up to 19 seats segment (certified aircraft in accordance with EASA regulations CS-23), but some of the

larger players also have development projects under way in this segment. As regards larger aircraft, it is the major players, most notably Airbus, Safran and Rolls-Royce, which have a clearly stated strategic position that electrification is part of the future, but Boeing, Embraer and all the major engine manufacturers also have ongoing electrification projects.

Airlines are also expressing interest, and many airlines in the USA and Northern Europe (Widerøe, Logan Air, SAS, EasyJet, etc.) have been clear as regards their wishes and expectations, and also have collaborative projects with aircraft and aircraft engine manufacturers.

It seems clear that there are no insurmountable technological obstacles to developing electrified aircraft. Based on our existing technological know-how and the expected pace of development, it should be technically possible to develop, certify and introduce aircraft carrying up to 19 passengers on regular civil scheduled flights from 2025–2030, and larger aircraft after that.

Battery technology is one of the biggest technological obstacles to the rapid development of battery electric aircraft. Current dominant battery technology (Lithium-ion) offers an energy density of about 250 Wh per kg battery. This figure is expected to increase by 50–75% to 400–450 Wh/kg. Developments are taking place rapidly in this field, and batteries have also become significantly more affordable over the past decade. The next generation of batteries is expected to be 'solid state' batteries, which at present appear to have a potential maximum energy density of just over 650 Wh/kg. This will have a major impact on the range of electric aircraft.

Based on current battery technology and certification standards, up to 19 seats and about 350–400 km of effective range (>500 km of actual range due to energy reserve) appear to be of greatest relevance for first-generation battery electric aircraft. However, this is sufficient for many domestic flights in Norway, including the vast majority of routes on the Norwegian short-haul network.

For longer range, given current known battery technology, it will be necessary to rely on series hybrid solutions, where the aircraft is equipped with a battery and a "range extender", such as a generator powered by jet biofuel, which can charge the batteries as and when necessary, or hybrid solutions that have both electric and conventional jet engines. A third possibility is to use fuel cells. There are players in all these segments.

It is important to stress that the development of electrified aircraft is still in its infancy, so it is not possible at the present time to make accurate predictions as regards timespans or costs. To date, the only certified aircraft with electric propulsion are motorised gliders, but a number of projects are in the process of being certified. As of 2020, many manufacturers are currently testing electric aircraft around the world, but only Pipistrel is actually delivering electric aircraft to customers (the two-seater Alpha Electro with a range of about 130 km + reserve). However, "all" aircraft and aircraft engine manufacturers are actively working on electrification. This is an important difference from the automotive industry, where it could be argued that the dominant car makers initially "obstructed" the electrification of road traffic, but have since fully embraced the idea.

Challenges which must be overcome

On the technology side, the biggest challenge is to develop appropriate total solutions for new aircraft. Electric motors, generators, power distribution systems, energy storage (batteries/hydrogen/other) and airframes must be developed which are adapted to new technologies. Thermal control, high-voltage, electromagnetic radiation, energy density, weight reduction and safety requirements are some of the challenges highlighted by aircraft and engine manufacturers. Manufacturers do not see these challenges as insurmountable, but overcoming them will require new and effective forms of collaboration and facilitation.

We believe it will be technically possible to develop aircraft that can operate on the short-haul network in Norway (with up to 19 seats and capable of withstanding Norwegian winter conditions) and put them into service between 2025 and 2030. However, there is a risk that aircraft manufacturers will not find the segment sufficiently interesting (especially 800 meter runways) to invest in it.

Aviation regulations have mainly been written for fossil-fuel based engine systems and aircraft. The development of new technology, aircraft and operating concepts will affect the entire aviation system. It may lead to changes in safety regulations and requirements regarding the certification of parts (propulsion systems) and aircraft, airports including all ground-based infrastructure, pilot training and certification, air operations regulations and maintenance systems. If the development of the framework does not form an integral part of technology development, it could delay the processes involved.

Even if effective regulation is facilitated, it will take both time and resources to develop and certify an electrified aircraft. Most companies that are developing smaller aircraft (up to 19 seats) have limited funding available to them, and there is a risk that companies will be unable to secure financing in order to complete the development process and actually launch an aircraft on the market. The larger aircraft manufacturers - which have access to more funding - have so far shown relatively modest interest in developing smaller aircraft for short runways.

For the airlines, there is always some risk associated with being the first to buy a newly developed aircraft, and it can be assumed that this risk will be even greater when brand new propulsion technology is introduced. Risk mitigation for airlines looking to invest in zero- and low-emission aircraft would seem to be crucial.

Summary of recommendations

Based on the mapping and assessment of technology, challenges and opportunities, we have developed a set of recommended goals and associated measures and instruments to achieve the goals. The sum of the recommendations is Avinor and the CAA Norway's *Proposed Programme for the Introduction of Electrified Aircraft in Commercial Air Transport*.

Norway depends on aviation, and aviation must be considered to be part of the public transport network across much of the country. Avinor and CAA Norway therefore believe that it will be vital for Norway to have concrete and timed goals concerning implementation and emissions reductions, as well as a goal of being a driving force and an arena for the development and implementation of new technology which will lead to significantly lower emissions and help us meet our climate obligations. In the long term, greener aviation is also expected to become significantly more affordable both for air passengers and for the State compared with fossil fuel-based solutions.

Norway already has something of a position as a driving force and is promoting the electrification of aviation, and by setting clear and ambitious national goals, it will be possible to further develop this position. By taking a leading role, we can facilitate the international cooperation that will be necessary and at the same time increase the likelihood of new technological solutions being able to cope with Norwegian climatic and topographic conditions, short runways and the needs of passengers and the market. Aviation will be able to draw on Norway's experiences of electrification within the maritime and private car sectors, and Norway and the Nordic countries may be an important first market for regional aircraft with zero or low emissions.

It is vital that goals, initiatives and instruments are seen as an entirety. We recommend that the Government establishes clear goals which are formulated in such a way that they appear effective and concrete – and that they set out a clear direction. This will be very important for the market players involved. However, the goals will only have the desired effect if they are followed up with binding and predictable incentives which are effective in all phases until zero- and low-emission aircraft are in regular scheduled traffic in Norway. We particularly wish to emphasise the importance of measures that will make the early adoption of new and climate-friendly technology both profitable and attractive to passengers, operators and other stakeholders alike.

We have chosen to divide the development process from today through to the established commercial operation of electrified

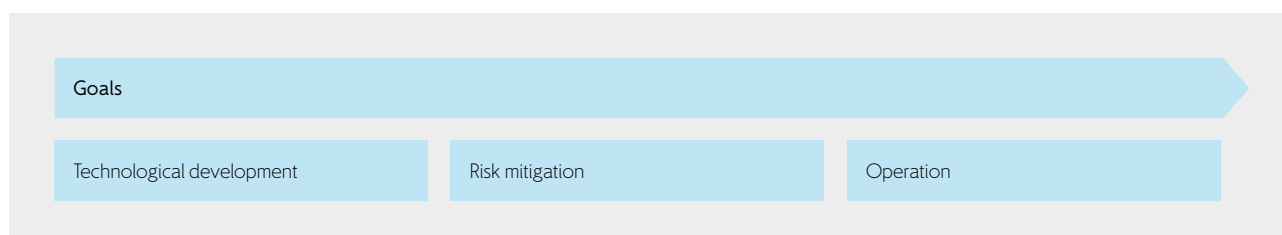


Figure 11.1: Phases in the development and phasing-in of electrified aircraft.

passenger aircraft into three phases. Each of these phases has its own special characteristics and we have assessed initiatives and instruments linked to each of them. The recommended goals are long-term in nature and extend across all phases (Figure 11.1).

Goals

- Norway will be a driving force and arena for the development, testing and early implementation of electrified aircraft
- By 2030, the first ordinary domestic scheduled flights will be operated with electrified aircraft
- By 2040, all civil domestic aviation in Norway will be operated with electrified aircraft, reducing greenhouse gas emissions by at least 80% compared with 2020.

Technological development

- To ensure a systematic and holistic approach to technological and conceptual development for regional electrified aviation, the joint multiannual *international* zero-emissions programme developed by the Norwegian and European civil aviation authorities (through CAA Norway and EASA) will be developed further. The programme will include goals, measures, instruments and organisation – and have both national and international elements. It will build on the information presented in this report and the bilateral innovation agreement between EASA and CAA Norway.
- A working group (the High Level Task Force for Zero Emission Aviation) with key international players (airlines, aircraft manufacturers, aircraft engine manufacturers, airports and public authorities), led by CAA Norway, will develop a roadmap for innovation relating to zero-/low-emission regional aircraft for presentation to the Ministry of Transport in summer 2020. It is recommended that the roadmap and associated recommendations form the basis for further measures and that relevant aspects be incorporated into the work relating to the National Transport Plan (2022–2033).
- To address and further develop the zero-emissions programme, an international arena/centre is established in Norway for the development, testing and implementation of zero- and low-emission aviation technology. This will be organised either virtually or physically and will act as an arena for cooperation between players in different fields (aircraft, engines, batteries, airlines, airports, government authorities, research communities, etc.) and other stakeholder groups. Clear criteria for participation and a funding model for the centre must be established, where users, suppliers, the public support system and public authorities contribute. Clear evaluation criteria should also be developed for the selection of measures which will be eligible for support. The centre will contribute to effective and efficient innovation and be organised with provision for both European and national involvement and support.

- Suitable airspace should be established, including approach and departure zones, which are intended for testing purposes and meet the necessary safety requirements.
- Government ministries and agencies, State-owned companies and the State public support system must work together more closely and in a more coordinated manner with regard to aviation and climate. The clear delegation of responsibility and appropriate processes for ongoing coordination and prioritisation are essential to facilitate effective and targeted innovation. It is recommended that the Ministry of Transport establishes clear guidelines for further work.
- Design an administrative and economic scheme which supports the establishment and operation of facilities and organisation linked to test activities in Norway. It should be possible to partially fund such a scheme through one or more of the existing national instrument schemes. The scheme must also be based on clear evaluation criteria for the selection of measures which will receive support. A targeted dialogue with the public support system should be established in order to assess whether any of the current schemes can be utilised, or whether new schemes should be established to support measures relating to aviation and climate.
- Norway is taking on a clear role in influencing the EU's Horizon Europe/CleanSky research programme for a comprehensive initiative relating to electrification.
- Develop and implement a communication strategy with messages relating to the initiatives and measures that are being launched. Players must be encouraged to contribute articles, lectures and meetings in important arenas in order to promote the work linked to aviation and climate in general – and the development of low- and zero-emission technology in particular. The communication strategy shall include the need for communication in international arenas.

Risk mitigation

- Establish a grant scheme to develop charging infrastructure at Norwegian airports (Enova).
- Establish support schemes for the procurement of electrified aircraft. This may be already of relevance in Enova's next four-year programme, so a close dialogue with relevant ministries and Enova concerning how such a scheme could be designed will be important. Alternatively, government loans and guarantees may be an appropriate instrument.
- Consider appropriate new elements in future tender contracts (routes covered by a public service obligation – PSO), such as investment support, residual value guarantees and longer contracts. The latter will require Norway to obtain acceptance for deviations from EU regulations. The purpose of the incentives is to ensure that future contracts are formulated so that the level of risk is reduced to acceptable levels if zero- or low-emission aircraft are introduced on routes covered by a PSO.



Figure 11.2: Summary of recommended goals, measures and instruments

- Exemption from VAT for electrified aircraft used in voluntary activities (e.g. run by flying clubs), flying in flying clubs and private flying. Such an exemption – as applies in the case of road traffic – could have a major impact on general aviation in Norway, while the loss in revenue for Norway will be modest. As it is precisely in the general aviation and flying school segment that electrified aircraft can first be put into operation and tested, the impact will be significant.

Operation

- The State should require the county municipalities to include emission-based evaluation criteria in future invitations to tender for routes covered by a PSO. Alternatively, explicit zero-emission requirements or defined maximum emissions may be imposed. A grant scheme should be established for county municipalities to cover the added costs that such a requirement can be expected to entail during a transitional phase. In addition, a bonus scheme may be established which will have a positive outcome for suppliers if they phase in zero-/low-emission technology during the contract period. Due to experiences gained during the introduction of electric ferries, consideration should be given to whether Enova can support the county municipalities in the formulation of these requirements.
- The State should give out a clear signal that the tax system will be aligned so that travel by zero- or low-emission aircraft will become more affordable in relative terms. For example, tickets for flights operated by electrified aircraft could be exempted from fiscal taxes for a transitional period. Such a tax policy would accelerate the development, production and procurement of zero- and low-emission technology.

- Exemption from or reductions in VAT on tickets for air travel by zero- or low-emission aircraft through to 2040 (possibly with re-evaluation in 2035).
- Exemption from or reductions in air passenger duty for zero- or low-emission aircraft through to 2040 (possibly with re-evaluation in 2035).
- Reduced aviation charges (Avinor) (evaluated in accordance with EU regulations)
- Reduction in electricity tax for aircraft used in commercial operations in accordance with a model taken from the shipping sector
- The State's travel agreements require business travel to be made in the manner that is fastest and most affordable way for the State. In future travel agreements, climate considerations should be afforded weight and form part of the evaluation basis when procurement agreements are established and employees choose their mode of travel. The aim is to provide clear signals from the public administration in Norway about the importance of more climate-friendly aviation and offer both manufacturers and operators an incentive.
- Norway supports the development of an eco-labelling system in aviation, regardless of whether this is a European or a global scheme. To promote new technology, the system must be scalable, so that zero- and low-emissions in aviation are accorded considerably better eco-labelling than existing traditional solutions. The aim is to help climate labelling become a clear and predictable incentive for manufacturers and operators of zero- and low-emission technology.

Sluttnoter

- 1) <https://www.rolandberger.com/en/Point-of-View/Electric-propulsion-is-finally-on-the-map.html>
- 2) Se kap 2 i Direktoratet for økonomistyring (2018): Veileder til utredningsinstruksen. Instruks om utredning av statlige tiltak.
- 3) <https://www.rolandberger.com/en/Point-of-View/Electric-propulsion-is-finally-on-the-map.html>
- 4) <https://www.wsj.com/articles/embraer-ties-new-turboprop-aircraft-to-boeing-deal-11579562201>
- 5) Jf pressemelding fra OSM datert 11. April 2019: <https://www.osmaviationacademy.com/blog/osm-aviation-academy-places-order-for-60-all-electric-aircraft>
- 6) Green Future AS (2018): Introduction of electric aviation in Norway
- 7) Ref rapp fra Bloomberg: <https://about.bnef.com/blog/battery-pack-prices-fall-as-market-ramps-up-with-market-average-at-156-kwh-in-2019/>
- 8) OECD ITF (International Transport Forum) Transport Outlook 2019, s 141
- 9) <https://equatoraircraft.com>
- 10) <https://www.eviation.co/>
- 11) <https://heartaerospace.com/>
- 12) <https://www.magnix.aero/>
- 13) <https://www.bbc.com/news/business-50738983>
- 14) <https://www.ampaire.com/>
- 15) <https://www.voltaero.aero/en/>
- 16) <https://www.airbus.com/newsroom/press-releases/en/2019/06/daher-airbus-and-safran-team-up-to-develop-ecopolsetm-a-distributed-hybrid-propulsion-aircraft-demonstrator.html>
- 17) <https://www.nasa.gov/specials/X57/index.html>
- 18) <https://www.zeroavia.com/>
- 19) Jf pressemelding publisert 22. mai 2019: <https://www.sasgroup.net/en/sas-and-airbus-to-research-hybrid-and-electric-aircraft/>
- 20) <http://www.aurora.aero/pav-evtol-passenger-air-vehicle/>
- 21) Jf pressemelding 17. sept 2019: <https://boeing.mediaroom.com/2019-09-17-Boeing-and-Safran-Invest-in-Electric-Power-Systems>
- 22) Se f.eks <https://www1.grc.nasa.gov/aeronautics/electrified-aircraft-propulsion-eap/eap-for-larger-aircraft/test-capabilities/nasa-electric-aircraft-test-bed-neat/> og <https://www1.grc.nasa.gov/aeronautics/electrified-aircraft-propulsion-eap/eap-for-larger-aircraft/>
- 23) <https://www.utc.com/en/news/2019/06/17/airshow-p804>
- 24) Side 70 i Green Future AS (2018): Introduction of electric aviation in Norway
- 25) <https://www.elnett21.no/>
- 26) Se f.eks https://www.tesla.com/no_NO/megapack
- 27) Jf pressemelding fra Widerøe datert 28 AUG 2019: <http://www.mynewsdesk.com/no/wideroe/pressreleases/rolls-royce-og-wideroe-lanserer-samarbeid-for-aa-utvikle-nullutslippsfly-2911493>
- 28) <https://www.regjeringen.no/no/sub/eos-notatbasen/notatene/2018/nov/cef-ii/id2621479/>
- 29) <https://www.enova.no/pilot-e/>
- 30) <https://www.nysnoinvest.no/no/dette-er-nysno/>
- 31) <https://www.norsketog.no/>
- 32) Jf pressemelding fra DG MOVE datert 17 OKT 2019 (Tilgj her: https://ec.europa.eu/transport/modes/air/news/2019-10-17-european-drone-investment-advisory-platform_en)
- 33) Ref til NOU 2019:22
- 34) Se kap 2 i Direktoratet for økonomistyring (2018): Veileder til utredningsinstruksen. Instruks om utredning av statlige tiltak.
- 35) <https://www.rolandberger.com/en/Point-of-View/Electric-propulsion-is-finally-on-the-map.html>

Avinor og Luftfartstilsynet (2020):

Forslag til program for introduksjon av elektrifiserte fly i kommersiell luftfart. Rapporten er bl.a tilgjengelig på Avinors websider.

Forsidebilde: Gaute Bruvik Bilde side 29: Getty Images/Chalabala

