

FRA ELEKTRIFISERING TIL EKSPORTEVENTYR?

VERDISKAPINGSVIRKNINGER AV EN FREMSKYNDET
ELEKTRIFISERING AV NORSK ØKONOMI



Forord

På oppdrag for Energi Norge har Menon Economics gjennomført en analyse av verdiskapingsvirkninger av forskning, utvikling og innovasjon knyttet til en ambisiøs fremskyndet elektrifisering av norsk økonomi. Analysen er tett knyttet opp mot FNs klimapanelts målsetning om å begrense global oppvarming til 1,5 grad og Energi Norges visjon om at «Norge skal ta en global lederposisjon som det første fornybare og fullelektriske samfunn i verden».

Prosjektet har vært ledet av Gjermund Grimsby, med Even Winje, Jonas Erraia, Sigrid Hernes og Christine Mee Lie som prosjektmedarbeidere. Erik W. Jakobsen har vært kvalitetssikrer.

Menon Economics er et forskningsbasert analyse- og rådgivningsselskap i skjæringspunktet mellom foretaksøkonomi, samfunnsøkonomi og næringspolitikk. Vi tilbyr analyse- og rådgivningstjenester til bedrifter, organisasjoner, kommuner, fylker og departementer. Vårt hovedfokus ligger på empiriske analyser av økonomisk politikk, og våre medarbeidere har økonomisk kompetanse på et høyt vitenskapelig nivå. Vi ble kåret til årets konsultentselskap i 2015.

Vi vil takke Energi Norge for et spennende prosjekt, og ikke minst bedriftene som har som har stilt opp på intervju i forbindelse med prosjektet. Forfatterne står ansvarlig for alt innhold i rapporten.



Mai 2019

Gjermund Grimsby
Prosjektleder
Menon Economics

Stort verdiskapingspotensial fra fremskyndet elektrifisering



Energi Norge har lansert en visjon om at «Norge skal ta en global lederposisjon som det første fornybare og fullelektriske samfunn i verden». I dette prosjektet tar vi Norges klimaambisjoner på alvor og beregner netto næringsøkonomiske verdiskapingseffekter av en storstilt satsing på elektrifisering hvor Norge går i tet. Verdiskapingsvirkningene er estimert basert på et omfattende kartleggingsarbeid av både etterspørsel- og tilbudssiden i det norske «elektrifiseringsmarkedet».

En ambisiøs elektrifisering av norsk økonomi innen 2040 vil kreve betydelige investeringer i forskning og utvikling. Elektrifiseringsrelatert-FoU anslås å utgjøre 16 prosent av norsk næringslivs FoU i 2040. Over de neste 20 årene medfører det en samlet forventet netto verdiskapingseffekt på om lag 210 milliarder 2018-kroner. Dette gir tilsvarende verdiskaping som 105 000 nye årsverk i den høyproduktive offshore-leverandørindustrien. I praksis vil imidlertid produktivitetstevinstene, gjennom positive eksternaliteter fra FoU-aktiviteten, fordeles på enda flere arbeidstakere.

Grønn omstillingen krever proaktiv næringspolitikk



Realisering av disse verdiskapings- og sysselsettingsvirkningene krever en proaktiv grønn norsk næringspolitikk. Norge er allerede et av de mest elektrifiserte landene i verden, og har derfor et særdeles godt utgangspunkt for å være et pionerland på feltet. Dersom næringspolitikken legger til rette for å videreutvikle denne posisjonen, og utnytte den globale etterspørselen som kommer, er det både mange og gode muligheter for at elektrifiseringsteknologi kan bli en betydelig eksportartikkel.

Aktørene som er intervjuet påpeker at det norske virkemiddelapparatet og dagens insentiver for å drive frem nye grønne teknologier fungerer godt. Samtidig er det en gjennomgående tilbakemelding fra virksomhetene at dagens støttesystemer og anbudsprosesser ikke er langsiktige nok. Eksempelvis vil et signal om hva som vil vektlegges i fremtidige anbud bidra til å fremskynde utviklingen av elektrifiseringsteknologi innen transportsektoren. Verdiskapingsestimatene legger til grunn at elektrifiserings-FoU øker med halvannen gang fram mot 2040. Dette skjer ikke av seg selv, men vil kreve et virkemiddelapparat som i tiden fremover i enda større grad fokuserer på grønn omstilling og teknologisk utvikling.

Potensial for eksport av norsk el-teknologi



Som en del av studien er det gjennomført casestudier av eksportpotensialet knyttet til elektrifiseringsteknologi i Maritim sektor, Kraftsystem og Lufttransport. Maritim sektor og Kraftsystem er der vi forventer de største investeringene i elektrisitets-FoU fremover. Begge næringene har et betydelig potensial for å ta markedsandeler i en global økonomi som må gjennom en hurtig omstilling om verden skal nå målsetningene nedfelt i Parisavtalen. Norge har allerede ledende aktører med eksportrettede ambisjoner, og et norsk marked i tet vil gi god drahjelp til å realisere dette potensialet. Når det gjelder norsk luftfart er sektoren på nåværende tidspunkt dominert av få men særdeles ambisiøse aktører knyttet til elektrifisering av kortbanenettet. Selv om Norge er en outsider i markedet, er det et potensielt stort marked som kan gi betydelige eksportmuligheter på sikt selv innenfor mindre nisjeområder.

- Sammen drag..... 3
- 1. Innledning..... 6
- 2. Metodisk rammeverk..... 7
 - Gevinster av en fremskyndet elektrifisering..... 8
 - Metodisk fremgangsmåte: Fra FoU til eksportrettet verdiskaping..... 9
 - Forskning, eksportkomposisjon og økonomisk vekst i litteraturen..... 10
- 3. Verdiskapingspotensial fra en fremskyndet elektrifisering av Norge..... 11
 - Kapittelinnhold..... 12
 - Norges utgangspunkt: Fossile utslipp..... 13
 - Datainnsamling og metode for å estimere elektrifiserings-FoU..... 14
 - Elektrifiserings-FoU, dagens nivå..... 15
 - Elektrifiserings-FoU i en fremskyndet omstilling..... 16
 - Forventet merverdiskaping fra fremskyndet elektrifisering..... 17
 - Scenarioanalyse verdiskaping..... 18
 - Sysselsettingseffekter i et fullelektrifiseringsscenario..... 19
- 4. Næringspolitikk for grønn omstilling og vekst..... 19
- 5. Casestudier: Potensialet for eksport av norsk elektrifiseringsteknologi..... 24
 - Introduksjon og seleksjonsmetodikk..... 25
 - Maritim..... 26
 - Kraftsystem..... 29
 - Luftfart..... 32
- Vedlegg..... 35
 - Referanseliste..... 36
 - Intervjuobjekter..... 37

1. Innledning

Vår felles utfordring. Verden står overfor et stort felles problem i form av menneskeskapt global oppvarming som følge av klimagassutslipp. Gjennom Paris-avtalen har verdens land forpliktet seg til en felles ambisjon om å begrense klimaendringene til en 2 graders økning, og helst ikke mer enn 1,5 grad.

Hva betyr dette for Norge? De vedtatte klimamålene krever en rask grønn omstilling av verdensøkonomien. Norge trenger å halvere dagens CO²-utslipp innen 2030, og innen skal 2050 norsk økonomi være tilnærmet karbonnøytral. Andre land har tilsvarende ambisiøse målsetninger. Overgangen til et lavslippssamfunn er en stor utfordring, men innebærer også store muligheter.

Elektrifisering er en viktig del av omstillingen. Ambisiøse målsetninger er nødvendig for å få til faktisk omstilling. Energi Norge har lansert en visjon om at «Norge skal ta en global lederposisjon som det første fornybare og fullelektriske samfunn i verden». DNV GL (2019) viser i sin analyse «1,5°C – Hvordan Norge kan Norge gjøre sin del av jobben» at elektrifisering vil være en sentral del av den grønne omstillingen i norsk økonomi.

Fra grønn omstilling til grønn vekst. Elektrifiseringen er ikke kun en nødvendighet for å omstille økonomien i en bærekraftig retning – det er også en mulighet til å skape grønn økonomisk vekst. Med en tilnærmet 100 prosent fornybar kraftproduksjon og høy andel elektrisitet i sluttbruken av energi har Norge et godt utgangspunkt til å bli det første fornybare og fullelektriske samfunnet. En fremskyndet elektrifisering gir muligheter til å utvikle ny teknologi i et hjemmemarked før den globale etterspørselen tar seg opp. Dette kan gi norske bedrifter et konkurransefortrinn i utviklingen og implementeringen av høyteknologiske varer og tjenester i møte med den globale klimautfordringen.

Verdiskapingseffekter fra en satsing på elektrifisering av norsk økonomi. Regjeringen har i løpet av de siste årene lagt frem flere stortingsmeldinger og strategier som omhandler omstilling i både energiforsyning og næringer. I dette prosjektet tar vi Norges klimaambisjoner på alvor og beregner de næringsøkonomiske verdiskapingseffektene av en ambisiøs og «fremskyndet elektrifisering». Den fremskyndede elektrifiseringen innebærer en rask og storstilt satsing på elektrifisering hvor Norge går i tet på utvikling av elektrifiseringsteknologier som i dag synes innen rekkevidde.

Med utgangspunkt i DNVs teknologiske framskrivning for å erstatte de fossile energibærere med fornybar strøm har vi identifisert behovet for forskning, utvikling og innovasjon i næringslivet fram mot 2040. Dette tallgrunnlaget benyttes videre til å estimere de forventede eksportrelaterte verdiskapings- og sysselsettingsvirkningene fra en elektrifisering av hjemmemarkedet. Det er en rekke usikkerhetsmomenter med hensyn til hvilke verdiskapingsvirkninger en slik ambisiøs elektrifisering av norsk økonomi vil føre med seg. Det er ingen som sitter med fasiten, og våre beregnede verdiskapings- og sysselsettingsvirkninger er derfor basert på så gode og velbegrunnede antagelser som mulig.

Rapporten er strukturert på følgende måte: I **kapittel 2** går vi gjennom det metodiske rammeverket for å estimere den eksportrelaterte verdiskapingen. Deretter presenterer vi resultatene fra våre analyser i **kapittel 3**, herunder behovet for elektrifiserings-FoU og hvilke verdiskapings- og sysselsettingsvirkninger vi kan forvente av dette. I **kapittel 4** vurderer vi hvilke næringspolitiske virkemidler som vil være sentrale i lys av økonomisk teori knyttet til «grønn vekst» og innspillene vi har fått gjennom intervjuer med ledende næringsaktører. Til slutt, i **kapittel 5**, presenterer vi casestudier av tre næringer hvor vi mener Norge har mulighet for å lykkes med eksport av elektrifiseringsrelatert teknologi.

2. Metodisk rammeverk

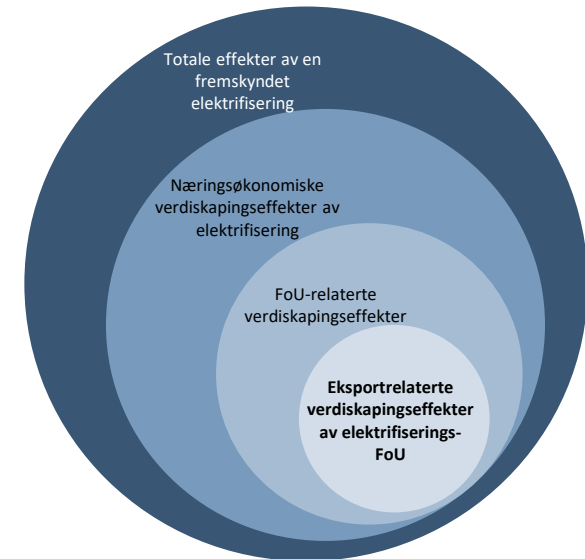
Det er en rekke samfunnsmessige effekter som forventes å følge av en fremskyndet og ambisiøs elektrifisering av Norge. Figur 1 i høyre hjørne illustrerer både de samlede virkningene, og de ulike positive delvirkningene som følger med en fremskyndet elektrifisering.

De **samlede virkningene av en fremskyndet elektrifisering** av norsk økonomi inkluderer både miljørelaterte og næringsøkonomiske effekter. De miljømessige effektene kan deles opp i globale (reduerte klimagassutslipp) og lokale effekter (for eksempel forurensning). Den **næringsøkonomiske betydning av elektrifiseringen** inkluderer også flere typer av effekter. Disse innbefatter alt fra ringvirkninger av utbygging av elektrisitetsproduksjonen til økt verdiskaping i forbindelse med industrialisering av mer modne teknologier, som hydrogen. Disse effektene er generelt vanskelige å kvantifisere da de både er mange og komplekse. Ikke minst har flere av disse virkningene begrenset samfunnsøkonomisk virkning da de krever en ressursinnsats som har alternativt kunne vært anvendt til andre produktive formål.

I tillegg til miljøvirkningene, er det også potensielle netto samfunnsøkonomiske virkninger knyttet til **FoU-relaterte verdiskapingseffekter**. Utvikling av teknologi hjelper bedrifter med å produsere mer med det samme antall ansatte, noe som igjen vil føre til et høyere lønnsnivå og økt verdiskaping. Ekspertisen innen elektrifisering vil gi Norge en konkurransefordel på globale markeder, hvor norske bedrifter vil være i stand til å produsere bedre eller billigere produkter enn hva andre aktører klarer. En bevegelse oppover i verdikjeden vil føre med seg høytlønnede arbeidsplasser og større prispåslag på norsk varer og tjenester på globale markeder. Det er disse effekter vi interesserer oss for i denne rapport. Vi kaller dem **eksportrelaterte verdiskapingseffekter av elektrifiserings-FoU**.

De eksportrelaterte verdiskapingseffektene av FoU knyttet til elektrifiseringsteknologi kan med rette anses som en netto samfunnsøkonomisk gevinst da det gir mulighet for – med samme antall arbeidere – å produsere mer og dermed skape en gevinst for samfunnet i form av økt verdiskaping og økte skatteinntekter. Denne analysen er et forsøk på å anslå de positive samfunnsøkonomiske nettogevinstene av en storstilt satsing på elektrifisering av Norge. Ved å vri økonomien over til utvikling av kunnskapsintensive varer og tjenester kan Norge potensielt dyrke fram nye grønne vekstlokomotiver som vil konkurrere globalt.

Figur 1. Visualisering av ulike effekter av en norsk fremskyndet elektrifisering. Kilde: Menon Economics



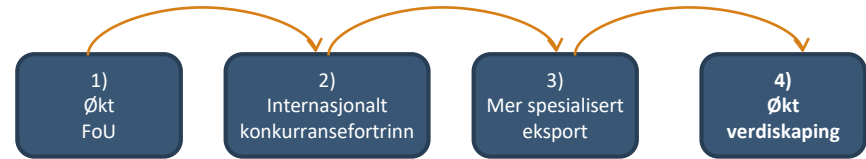
Den økonomiske litteraturen gir overbevisende resultater som viser at forskning og utvikling er en viktig kilde til økonomisk vekst. I rapporten kvantifiserer vi forventede verdiskapingseffekter av en økning i høy-teknologisk forskning tilknyttet elektrifiseringsteknologi gjennom endring i Norges eksportkomposisjon. Endringen skjer i to ledd: Først er det en virkning fra forskning og utvikling på den ene side over på internasjonal konkurransekraft og eksportkomposisjon på den andre, deretter går virkningen fra endring i eksportkomposisjon til økt verdiskaping. Tankegangen er illustrert i Figur 2 til høyre.

Forskning og utviklings betydning for økonomisk vekst har lenge vært et veletablert faktum i økonomisk forskning. Helt tilbake på 1950-tallet viste Robert Solow's forskning (1956) at opp mot halvparten av veksten i vestlige land ikke kunne tilskrives akkumulering av fysisk og arbeidskraft. Derimot hadde veksten blitt skapt av den såkalte Solow-residual, som typisk antas å drives av teknologisk utvikling. Siden Solows banebrytende arbeid har teknologiens (og dermed forsknings og utviklingens) betydning for økonomisk vekst blitt bekreftet gang på gang (se for eksempel Bilbao-Osorio & Rodríguez-Pose, 2004 og Ulku, 2004). Disse analysene peker imidlertid i mindre grad på konkrete mekanismer som driver sammenhengen. Mest trolig skyldes sammenhengen en rekke ulike mekanismer (økt innovasjon, konkurranseevne, o.a.). I denne rapporten ønsker vi belyse den sammenhengen som går gjennom endringen i en nasjons eksportkomposisjon.

Målet med denne rapport er å **kvantifisere effekten av en fremskyndet elektrifisering av Norge, gjennom økt konkurranseevne**. Konseptuelt tenker vi at dette vil øke etterspørselen etter en rekke varer og tjenester. For å utvikle løsninger som legger til rette for en fremskyndet omstilling må norske bedrifter investere store summer i FoU. På sikt ville denne forskning lede til økt kompetanse, patenter og konkurransekraft.

Dette resulterer videre i en økning av andelen av høyteknologisk eksport. Fra forskningen sitert ovenfor blir den endelige konsekvens av dette økt verdiskaping. Samlet kan dette oppsummeres på følgende måte;

Figur 2. Grafisk fremstilling av studiens logiske årsakssammenheng. Kilde: Menon Economics



Som nevnt tidligere er det en del forbehold knyttet til analysen. For det første er litteraturen vi har brukt ikke spesifikt relatert til elektrifisering, ettersom få land faktisk har gjennomført en systematisk elektrifisering av økonomien. For det andre er det risiko for at effekten som går fra forskning til eksportkomposisjon eller fra eksportkomposisjon til verdiskaping har endret seg over tid. Vi har imidlertid ikke data på disse variabler som går langt nok tilbake i tid for å teste dette. Til sist er det også viktig å påpeke at denne analysen fanger opp effekter som går fra forskning og utvikling til verdiskaping *gjennom* endring i eksportstrukturen. Som sagt er det flere andre kanaler som går fra forskning til verdiskaping enn denne, men disse er ikke omfattet av analysen. Med andre ord vil man forvente at den samlede effekt av elektrifisering på verdiskaping er noe høyere enn det som presenteres i rapporten.

På neste side følger en gjennomgang av litteraturen vi har benyttet oss av i arbeidet med denne rapport.

Sammenheng mellom FoU og eksportkomposisjon. Eksportkomposisjon refererer til andelen av et lands eksport som utgjøres av ulike produktgrupper. Disse produktgruppene er som regel differensiert ved om de er lav-, mellom- eller høyteknologiske. Økonomisk forskning (bl.a. Seyoum 2005 og Sandu og Bogdan, 2014) peker på at nasjonal FoU har en positiv effekt på eksportkomposisjonen. Hypotesen forklares ved at økt FoU gir økt innovasjon og *know-how* i samfunnet. Dette gir en konkurransefordel som kan utnyttes i internasjonale markeder.

Inspirert av en tidligere analyse av Sandu og Bogdan (2014) har vi estimert sammenhengen mellom FoU-investeringer og eksportkomposisjon på tvers av land. Datasettet inkluderer eksportkomposisjon for alle OECD-land hentet fra Verdensbanken, kombinert med data på forskning og utvikling hentet fra Eurostat. I analysen har vi i tillegg kontrollert for forhold som samlede investeringer, valutakurs, og annet. Forskning og utvikling i denne modellen defineres som den som kommer fra næringslivet og ser dermed bort fra universiteter, institutter og høyskoler.

Estimeringen benytter en såkalt «*Random Effects Panel Data*»-modell hvor sammenhengen estimeres på tvers av land og over år. Metoden er velkjent fra økonomisk statistikk og gir mulighet til å isolere effekten av en endring i FoU på eksportkomposisjon. Basert på en analyse av alle OECD-land over perioden 1980-2010 finner vi en elastisitetseffekt på rundt 3,5. Dette betyr at over vårt datasett har en 1 prosent oppgang i forskning og utvikling medført en oppgang i andelen av høyteknologisk eksport med 3,5 prosent. Anslaget er i tråd med annen forskning på området (se for eksempel Sandu og Bogdan, 2014). Seyoum (2005) foretar en lignende analyse og finner positiv sammenheng mellom de to variablene.

Effekten som går fra forskning og utvikling til eksportkomposisjon trenger ikke komme som direkte eksport av varer og tjenester, men kan også komme gjennom andre kanaler, eksempelvis gjennom internasjonale patenter. I Figur 2 på forrige side er denne effekten vist ved pilene fra trinn 1 til trinn 3.

For å kunne kvantifisere de samlede eksportrelaterte verdiskapingseffekter av en fullelektrifisering av Norge, må vi bevege oss fra trinn 3 til trinn 4 på Figur 2 på forrige side. Med andre ord må vi finne ut av hvordan en økning i høyteknologisk eksport påvirker verdiskapingen. Man kan med rette anta at andelen av **høyteknologisk eksport korrelerer med verdiskaping**. Denne hypotesen bygger på en idé, som allerede har blitt nevnt ovenfor: Spesialisering innenfor visse sektorer kan gi produktivitetmessige konkurransefordeler. Dette betyr at en kan selge sine varer til en høyere pris, og betale en høyere lønn, noe som videre resulterer i høyere verdiskaping. I Falk (2009) brukes en dynamisk vekstmodell til å estimere effekten av eksportkomposisjonen på BNP per innbygger. Falk finner at elastisiteten mellom de to variabler er rundt 0,3. Dette betyr at når eksporten av høyteknologiske varer som andel av samlet eksport går opp med 1 prosent, går veksten i BNP per innbygger opp med 0,3 prosent. Falks studie passer godt for denne rapporten siden den inkluderer forskning og utvikling i modellspesifikasjonen, noe som betyr at vi kan isolere virkningene av det vi ønsker å kvantifisere.

3. Verdiskapingspotensial fra en fremskyndet elektrifisering av Norge

Kapittelets innhold:

- I dette kapittelet estimerer vi verdiskapings- og sysselsettingseffekter av en fremskyndet elektrifisering av Norge.
- Kapittelet begynner med en presentasjon av Norges nåværende klimautslipp fordelt på sektorer. Elektrifisering er ikke et mål i seg selv, men et middel for å kutte klimagassutslipp. Hvordan utslippene er fordelt mellom de ulike delene av økonomien er sentralt for å identifisere hvor og i hvilken grad en fremskyndet elektrifisering vil være et relevant klimatiltak.
- Deretter presenterer vi dagens FoU-nivå knyttet til elektrifisering i lys av Norges samlede FoU-investeringer.
- For å estimere de samlede verdiskapingseffektene, må vi videre beregne FoU-behovet knyttet til en fremskyndet elektrifisering. Kapittelet viser hvordan dette er gjort og presenterer resultatene per sektor.
- Ut i fra den samlede investeringene i elektrifiserings-FoU estimerer vi til slutt eksportrelatert verdiskaping og sysselsetting i perioden fram mot 2040.

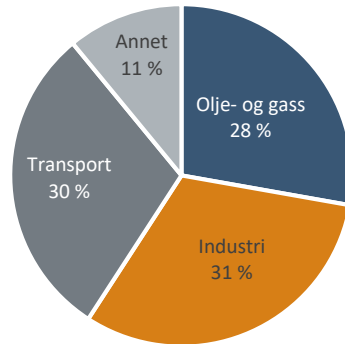


Den overordnede målsetningen med elektrifisering er å redusere klimagassutslipp. Hvilke deler av økonomien som vil påvirkes mest av en fremskyndet elektrifisering vil avhenge av to faktorer;

1. Utslipp av klimagasser i de ulike sektorene
2. Hvorvidt elektrifisering er relevant som klimatiltak fram mot 2040

Som utgangspunkt for denne studien har vi sett på energibruk og utslipp i den norske økonomien aggregert på fire sektorer; transport, industri, olje- og gass og bygg. Inndelingen bygger på DNV GL (2019) sin analyse for Energi Norge, knyttet til hvordan Norge kan redusere sine utslipp i tråd med FN klimapanelens anbefaling. Grafen nedenfor viser Norges samlede klimagassutslipp fordelt på sektorer i 2017.

Figur 3. Fordeling av norske klimagassutslipp fordelt på sektorer. 2017. Totalt 52,7 mill. tonn CO₂-ekvivalenter. Kilde: SSB



Transportsektoren omfatter både vei-, sjø-, luft- og banetransport og hadde en energibruk tilsvarende 54 TWh i 2017. Det meste av energibruken er knyttet til veitransport, og 90 prosent kommer fra fossile kilder. Det bidrar til at transportsektoren utgjør 30 prosent av Norges klimagassutslipp. Veitransporten står for om lag 65 prosent av utslippene, sjøfart for 25 prosent og lufttransport omlag 10 prosent.

Industriektoren inkluderer både tradisjonell industri, bygg- og anleggsvirksomhet samt jordbruk og fiske. Energibruken i norsk industri, foruten der den benyttes til kjemisk innsatsfaktor i industrielle prosesser, er preget av en høy grad av elektrifisering. Av totalt 110 TWh, hvorav 28 TWh inngår som innsatsfaktor i selve produksjonsprosessen, var omlag 45 prosent fossil energi i 2017.

Olje- og gasssektoren. I 2017 brukte olje- og gassnæringen rundt 73 TWh. Rundt ti prosent av energibruken i næringen er dekket av elektrisitet, resten er basert på fossile energikilder der naturgass er dominerende. **Annet** inkluderer blant annet bygg (husholdninger og tjenesteytende næringer), som i dag har svært lave klimagassutslipp. Det henger sammen med at det meste av energibruken kommer fra elektrisitet, fjernvarme eller bioenergi. Når i tillegg bruk av fossile produkter i oljefyrer blir forbudt fra 2020, vil byggsektoren være nær utslippsfri.

En fremskyndet omstilling gi grunnlag for en mengde nye forretningsmuligheter for virksomheter som evner å dra nytte av nye markeder som åpner seg. Vi har i studien definert **Kraftsystem** som en egen næring som jobber med løsninger direkte knyttet koblingen mellom produksjon og forbruk av elektrisitet. Dette inkluderer optimalisering og drift av infrastruktur, handel, fleksibilitetsløsninger, og energistyring i husstander og bedrifter. Elektrifiseringsteknologien knyttet til bygg vil således falle inn under denne sektoren.

For å anslå hvordan forskning og utvikling knyttet til elektrifiseringsteknologi vil påvirke norsk verdiskaping må vi ha et anslag på hvor store investeringer som skal til for å utvikle den nødvendige teknologien. I forbindelse med studien har vi gjennomført et omfattende kartleggingsarbeid blant norske bedrifter om deres forventede forskning- og utviklingskostnader framover.

Survey blant etterspørere og utviklere av elektrifiseringsteknologi. Basert på en systematisk gjennomgang av brukere av Enova og Forskningsrådets programmer, nyhetsartikler, Menons bedriftsdatabaser og intervjuer med ledende forskningsmiljøer og bransjespesialister identifiserte vi en liste på 125 norske toneangivende virksomheter innen tilbuds- og etterspørselssiden av elektrifiseringsteknologi. Blant denne bruttolisten har vi gjennomført intervjuer med et representativt utvalg av over 40 ledende norske virksomheter innen anvendelse og utvikling av elektrifiseringsteknologi, samt flere forskere.

Utvalget er fordelt på de seks sektorene olje- og gass, industri, sjøtransport, lufttransport, veitransport og kraftsystem. Sektorene er definert i henhold til et verdikjedeperspektiv, hvor vi definerer bedrifter etter hvilke markeder de utvikler teknologi for. Eksempelvis vil industribedrifter som utvikler elektrifisering rettet mot maritim sektor defineres som en del av sjøtransport. For større bedrifter som leverer inn mot flere sektorer er aktiviteten fordelt etter omsetning.

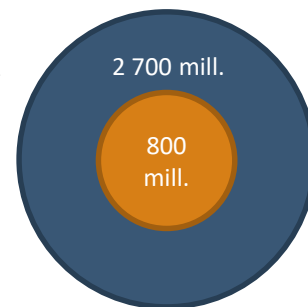
Survey spørsmål. I intervjuene ble utvalget spurt om investeringer knyttet til forskning og utvikling i dag, samt hvor andel av disse FoU-kostnadene som er rettet mot elektrifisering. Videre ble intervjuobjektene spurt om hvordan virksomhetens FoU-kostnadsbilde ville se ut ved en betydelig fremskyndet elektrifisering av deres markedssegment, gitt at elektrifiseringen ble lagt til rette for av myndighetene. De ble også spurt om hvordan disse investeringene forventes å påvirke bedriftens internasjonale konkurransevne.

Aggregering av innsamlet data. For å estimere samlede FoU-investeringer i elektrifiseringsteknologi i Norge i dag og frem mot 2040 har vi identifisert totalpopulasjonen av foretak vi forventer vil investere i elektrifiserings-FoU fremover. Vi har i denne prosessen tatt utgangspunkt i bruttolisten på de 125 toneangivende aktørene kombinert med de 50 største foretakene målt i omsetning i hver av sektorene. For å være en del av «FoU-elektrifisering populasjonen» har vi i tillegg satt som krav at foretaket driver med FoU. Dette er identifisert ved om foretaket fikk innvilget SkatteFUNN i 2018. Til slutt har vi manuelt gått gjennom de 50 største foretakene og silt ut de foretakene som av ulike grunner ikke forventes å investere i elektrifiserings-FoU.

Tabell 1. Utvalgets anslåtte andel av totalt elektrifiserings-FoU. Kilde: Menon Economics

Sektor	Olje- og gass	Industri	Kraftsystem	Sjøtransport	Lufttransport	Veitransport
Andel av populasjon dekket	100%	39%	15%	27%	44%	30%

For å komme frem til et FoU-anslag for hele den norske elektrifiseringspopulasjonen har vi tatt utgangspunkt i utvalgets relative andel av totalpopulasjonens omsetning (se tabell 1 over). På denne måten har vi aggregert FoU-kostnadene i dag og i 2040, både totalt og sektorfordelt. Som illustrert i figuren til høyre har utvalget per i dag en samlet FoU-kostnad knyttet til elektrifisering på om lag 800 millioner, mens populasjonen har en samlet FoU-kostnad anslått til 2 700 millioner.



Under følger en gjennomgang av dagens elektrifiserings-FoU. Deretter presenteres behovet for ny FoU for å sikre en fremskyndet elektrifisering. Sammen danner dette grunnlaget for verdiskapingsanalysen.

I 2017 var norsk næringslivs samlede FoU-investeringer på om lag 32 milliarder kroner. Av dette sto elektrifiserings-FoU for 2,7 milliarder, tilsvarende 8 prosent, basert på vår analyse.

Naturlig nok er det virksomheter innen **kraftsystemet** som dominerer dagens elektrifiserings-FoU. En stor andel er knyttet til lokale elektrifiseringsløsninger som ladeinfrastruktur, landstrøm og systemløsninger, men samtidig viser aktører allerede ambisjoner i nye markeder.

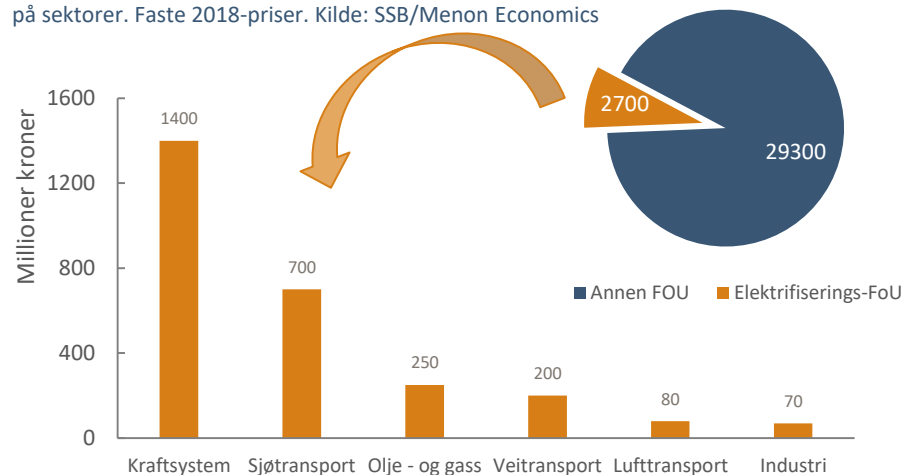
Elektrifiseringen har også kommet godt i gang i den **maritime næringen**, og spesielt ferger, der elektrisk fremdrift er blitt normen ved nye anbud. På andre fartøytper har hybride fremdriftssystemer redusert drivstoffbruket betydelig. Omstilling innen sjøtransport slår hardt ut i behovet for FoU. Ettersom Norge har hele verdikjeden på fartøysiden vil derfor en stor del av utviklingen tilfalle norske aktører.

FoU knyttet til **olje og gass** handler hovedsakelig om havvind og kraft fra land. Til tross for at Norge er et foregangsland på elektrifisering av **veittransporten**, slår dette i liten grad ut i forskning og utvikling sammenlignet med sjøtransport. I motsetning til den maritime næringen ligger verdikjeden hovedsakelig utenfor Norges grenser. Dagens elektrifiserings-FoU er i stor grad knyttet til utvikling av nye løsninger for tungtransporten samt ladeinfrastruktur.

De øvrige sektorene har relativt lite FoU knyttet til elektrifisering. Den elektrifiserings-FoUen vi ser er preget av enkeltvirksomheters målsetninger knyttet til egne utslipp, men enn en sektorovergripende elektrifisering.

Innen **lufttransport** videreutvikles det eksempelvis elmotorer til kortbanefly. **Industri** er en bred gruppe. Eksempelvis er det enkelte bedrifter som utvikler nye elektriske anleggsmaskiner basert på eksisterende produkter. Innen tradisjonell industri finner man blant annet et pilotprosjekt knyttet til bruken av hydrogen som innsatsfaktor for enkelte deler av prosessindustrien. De øvrige aktørene vi har snakket med trekke frem økt bruk av biokull i de industrielle prosessene som det mest aktuelle klimatiltaket frem mot 2040. Ellers er det verdt å merke seg at norske industriaktører produserer innovative materialer som er viktig for å legge til rette for energieffektivisering og elektrifisering på andre områder, slik som for eksempel veittransport.

Figur 4. Dagens forskning og utviklingskostnader i Norge og elektriserings-FoU fordelt på sektorer. Faste 2018-priser. Kilde: SSB/Menon Economics



Det er innen sjøtransport, kraftsystemet og olje- og gassnæringen FoU-investeringene vil øke mest for å legge til rette for en fremskyndet elektrifisering. Samlet årlig elektrifiserings-FoU forventes å økes med 4 milliarder fram mot 2040, hvilket anslås å utgjøre 16 prosent av norsk næringslivs samlede FoU på det tidspunktet.

Innen **sjøtransport** rapporterer intervjuobjektene om et bredt spekter av FoU-aktivitet. Norge er allerede langt fremme på elektrifisering av ferger og den første norske elektriske fiskebåten er en realitet. Det er imidlertid behov for en betydelig økning av FoU-innsatsen om man skal legge til rette for å elektrifisere flere deler av den maritime næringen. Dette gjelder for hele næringskjeden knyttet til utviklingen av nye fartøy, herunder styringssystemer, batteriteknologi, hydrogenløsninger mm.

Aktørene innen **kraftsystemet** rapporterer om en betydelig økning, gitt en storstilt elektrifisering av den øvrige økonomien. Disse investeringene fordeler seg utover hele virksomhetsområdet i næringen og omfatter alt fra drift av infrastruktur, til håndtering av «big data» og systemutvikling. Bakgrunnen for en økt FoU-innsats skyldes et spesifikt behov for å utvikle løsninger knyttet til nye markedsområder, men en stor andel skyldes posisjonering for å møte økt internasjonal konkurransekraft, både her hjemme og for å ta en tydelig posisjon i «nye» eksportmarkeder.

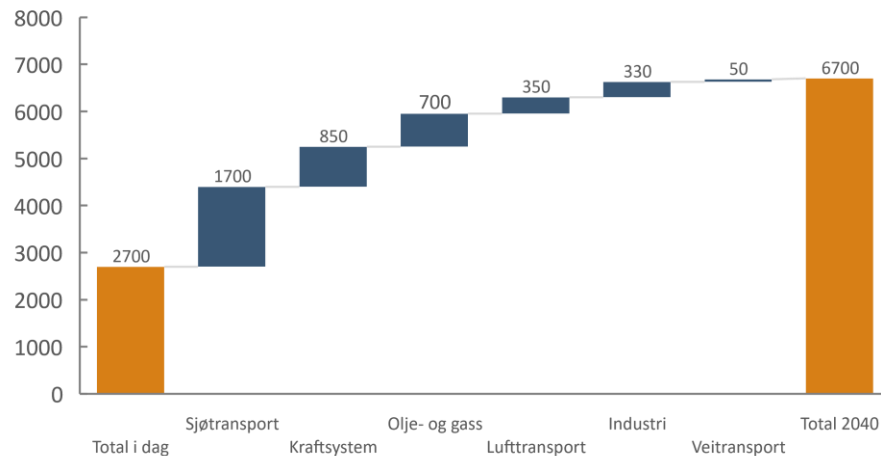
Økningen i FoU-investeringer frem mot 2040 innen **olje- og gassnæringen** er i stor grad knyttet til elektrifisering på sokkelen ved hjelp av lokalprodusert havvind. Equinor ønsker å bygge ut flytende havvind i tilknytning til Gullfaks- og Snorre-feltene. Hywind Tampen skal erstatte 35 prosent av gassforbruket på plattformene og kutte CO₂-utslippene med minst 200.000 tonn i året. Det videre FoU-behovet i olje- og gassnæringen knyttet til elektrifisering vil avhenge av hvilke utslippsreducerende tiltak som er mest kostnadseffektive, og er per i dag ikke inne i prognosene mot 2040.

Det er i dag lite FoU tilknyttet **lufttransporten** i Norge. En fremskyndet elektrifisering

vil imidlertid innebære store endringer for deler av næringen. Faktisk mangedobler samlet FoU-nivået seg i elektrifiseringsscenarioet, sammenlignet med total norsk FoU knyttet til lufttransport i dag. Dette skyldes et fåtall særdeles ambisiøse aktører, av både nasjonal og internasjonal karakter, som opererer både på leverandør og etterspørselsiden av luftfartsteknologi.

Økningen i FoU tilknyttet **industri** dreier seg i all hovedsak om videre forskning innenfor hydrogen, samt videre elektrifisering av enkelte industriprosesser. Aktører vi har snakket med innen **veitransport** forventer kun en minimal økning i FoU, hovedsakelig innenfor kollektivtransport.

Figur 5. Økning av elektrifiserings-FoU frem mot 2040 fordelt på sektorer. Faste 2018-priser. Kilde: Menon Economics



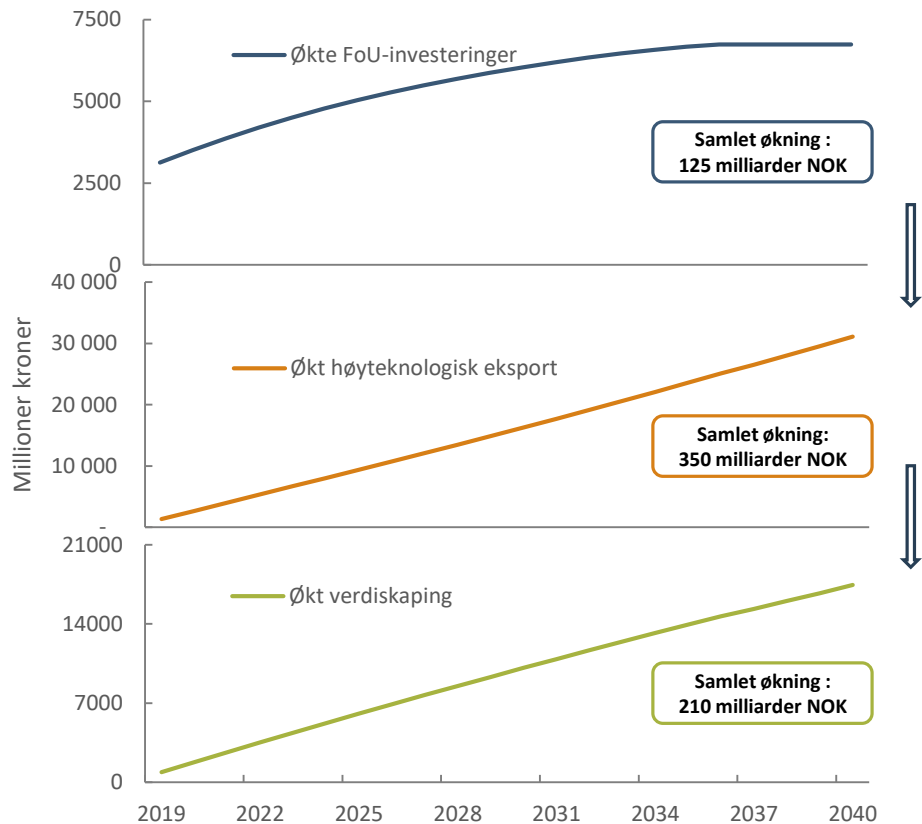
Ved en fremskyndet elektrifisering av Norge estimerer vi en **økning i eksportrelatert norsk verdiskaping på om lag 210 milliarder kroner**. Beløpet er i faste 2018-kroner og representerer en samlet merverdiskaping fram mot 2040 relativt til en referansebane uten elektrifiserings-FoU.

Basert på FoU-investeringene kartlagt i intervjuene er det estimert årlige FoU-behov fram mot 2040. Vi har lagt til grunn en bane for utviklingen fram mot år 2035 som vist i den øverste grafen i Figur 6 til høyre. Denne banen tilsier en gradvis oppgang i investeringsbehovet frem mot midten av 2030-tallet og at det årlige investeringsbehovet deretter stabiliserer seg rundt 6 700 millioner kroner.

For å estimere eksportindusert verdiskapingspotensial av en fremskyndet elektrifisering av norsk økonomi tar vi utgangspunkt i de estimerte sammenhengene mellom henholdsvis FoU og eksportkomposisjon, og deretter eksportkomposisjon og BNP-vekst. **Den samlede økning i forskning- og utviklingsinvesteringer seg til 125 milliarder kroner** over analyseperioden. Fra vår paneldataanalyse presentert tidligere, vet vi at elastisiteten mellom økt FoU-investeringer og økt høyteknologisk eksport er rundt 3,5. Denne effekten akkumuleres over hele analyseperioden og resulterer i en samlet elektrifiseringsdrevet **økt høyteknologisk eksport på rundt 350 milliarder kroner** i perioden fra 2019 til 2040.

Den gradvise vridning mot høyteknologisk eksport øker produktiviteten og dermed norsk verdiskaping. Den årlige oppgang i verdiskaping relativt til referansebanen starter på rundt 900 millioner i 2019 og vokser til om lag 17 milliarder kroner årlig i 2040. Samlet estimerer vi at en fremskyndet fullelektrifisering av Norges resulterer i en **netto-oppgang i verdiskaping knyttet til elektrifiserings-FoU på om lag 210 milliarder kroner fram mot 2040**.

Figur 6. Endring i hovedvariabler relativ til referansebanen. Faste 2018-priser.
Kilde: Menon Economics

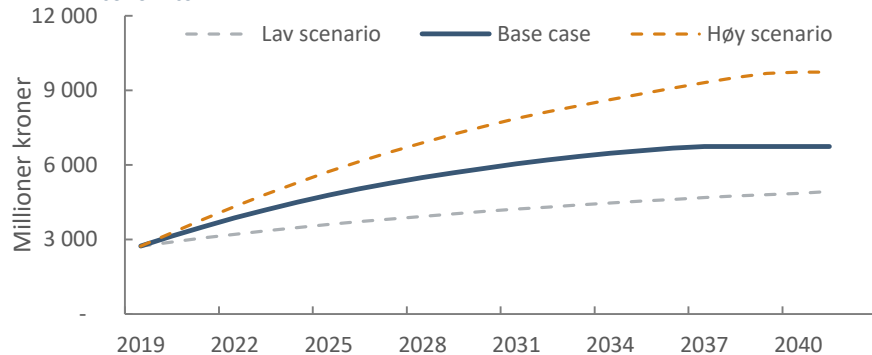


Stort spenn i verdiskapingspotensialet. Det er åpenbart stor usikkerhet knyttet til det estimerte verdiskapingspotensialet induisert av elektrifiserings-FoU. Usikkerheten knytter seg både til hvor stor FoU-aktiviteten som faktisk kreves for å lykkes med den fremskyndede elektrifiseringen, men også til estimatene for hvordan FoUen påvirker eksport, og derigjennom verdiskapingen. For å illustrere betydningen av denne usikkerheten har vi gjort en scenarioanalyse som viser et scenario hvor verdiskaping kan bli enda høyere og et hvor verdiskaping er lavere enn i vårt «base-case» scenario. I **lav-scenariet er den samlede verdiskaping over perioden 175 milliarder kroner**, mens **den i høy-scenariet er 250 milliarder kroner**, altså en betydelig forskjell.

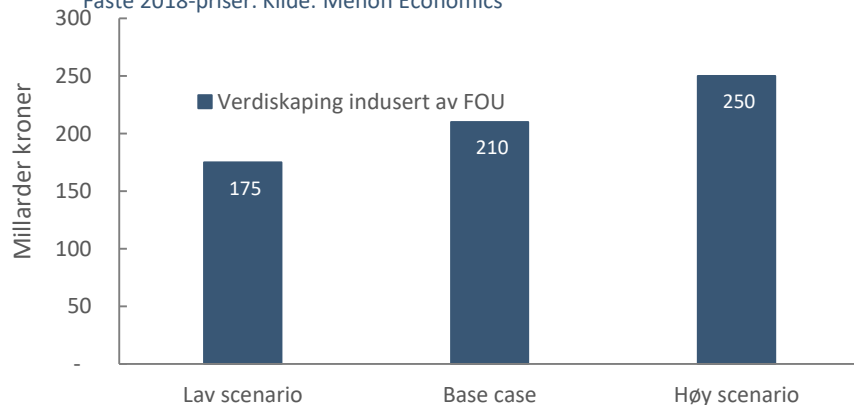
I **høy-scenariet** har vi antatt at FoU-investeringer relatert til elektrifisering vokser til å utgjøre 25 prosent av FoU-nivået i 2040. Andelen tilsvarer Sør-Koreas ambisjon for andelen grønn FoU innen 2020 (Mathews, 2012). Dette vil kreve en enda større innsats fra bedrifter og en mer aktiv næringspolitikk enn hva som har blitt lagt til grunn i base-case scenarioet. Dette vil gå hånd i hånd med at norske bedrifters elektrifiseringsrelaterte varer og tjenester bli etterspurt i høyere grad enn vi har lagt til grunn i base-case scenarioet. I **lav-scenariet** har vi fortsatt antatt en oppgang i FoU-investeringene, men med en veksttakt som er om lag halvparten så stor som i vårt base-scenario. Dette tilsvarer en situasjon der bedriftene i Norge som driver med elektrifisering enten ikke får til den forskning og utvikling man ønsker eller at man kommer for sent i gang og at man derfor blir teknologipassiv, og hovedsakelig adopterer teknologisk utvikling fra utlandet.

I de to scenarier har vi i tillegg brukt andre estimater for elastisitetene fra forskningen. Nærmere bestemt har vi brukt utkantene av 80 prosent konfidensintervallene for de estimerte elastisitetene.

Figur 7. Årlig utvikling i FoU i de ulike scenariene. Faste 2018-priser. Kilde: Menon Economics



Figur 8. Samlet FoU-verdiskapingseffekt av en norsk fremskyndet elektrifisering. Faste 2018-priser. Kilde: Menon Economics



I takt med at den fremskyndede elektrifiseringen bidrar til økt verdiskaping i Norge vil det også bli skapt arbeidsplasser. Nettoverdiskapingseffekten utregnet i denne rapporten **gir tilsvarende verdiskaping som 105 000 nye årsverk i den høyproduktive offshore-leverandørindustrien**. I praksis vil produktivetsgevinstene som skapes fordeles på enda flere arbeidstakere gjennom de positive eksternalitetene fra FoU-aktiviteten.

Ved hjelp av Menons regnskapsdatabase finner vi at den gjennomsnittlige verdiskaping per sysselsatt for eksportrettede og høyteknologiske næringer i Norge er rundt 1,5 millioner kroner. Dette er godt over gjennomsnittet på rundt 880 000 kroner. Det er realistisk å anta at denne størrelse vil vokse gjennom analyseperioden. Vi legger til grunn en veksttakt på rundt 1,5 prosent, i tråd med Regjeringens anslag på veksten i timeverksproduktiviteten i perspektivmelding fra 2017 (Meld. St. 29, 2017).

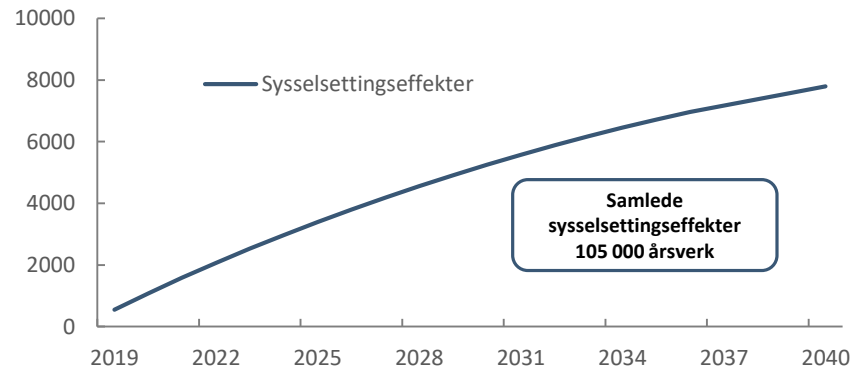
Kombinert med verdiskapingsresultatene fra de foregående sidene representerer dette da verdiskapingen tilsvarende 600 årsverk i 2019. De forventede virkningene vokser deretter raskt til tilsvarende 9 000 årsverk i slutten av analyseperioden. Med antagelse om rundt 0,9 årsverk per sysselsatt vil den samlede effekten tilsvare om lag 105 000 høyproduktive årsverk over hele analyseperioden (se Figur 9 til høyre).

I rapport «Green Leadership» (BCG, 2017) estimeres det at det kan bli skapt opp mot 75 000 grønne jobber i Norge frem mot 2025. I samme periode finner vi at verdiskapingen som skapes fra elektrifiserings-FoU tilsvarer 16 000 arbeidsplasser.¹ Det er imidlertid viktig å merke seg at våre tall ikke er direkte sammenlignbare med BCG sine tall. Dette er fordi BCG inkluderer alle jobber som skapes av en grønn omstilling i Norge. Dette vil eksempelvis inkludere omstilling i prosessindustrien basert på biokull. I vår rapport inkluderer vi utelukkende eksportrelaterte virkninger knyttet til økt FoU som følge av en fremskyndet elektrifisering.

Figur 9 illustrerer hvordan verdiskapingsvirkningene fra elektrifiserings-FoU fordeler seg over tid målt i høyproduktive årsverksekvivalenter. Det er investeringene i elektrifiserings-FoU innen sjøtransport og kraftsystem som forventes å utløse mesteparten av virkningene (se Figur 4 og Figur 5), mens sysselsettingsevirkningene trolig vil spre seg over en rekke næringer.

Det er vanskeligere å tolke disse resultater enn de vi får for verdiskaping. For verdiskaping kan man, som tidligere nevnt, se på resultatene som nettoeffekter – vi skaper mer verdi med samme input. For årsverk er den korrekte tolkning at den netto verdiskaping som følger en fremskyndet elektrifisering *tilsvare*r verdien som blir skapt i 105 000 årsverk. I praksis vil effektene trolig slå ut i en kombinasjon av økt produktivitet og nye arbeidsplasser. Det er også stor usikkerhet knyttet til når sysselsettingsevirkningene vil inntreffe i tid, men mest sannsynlig vil det meste skje litt ut i analyseperioden.

Figur 9. Impliserte sysselsettingseffekt, målt i årsverk. Kilde: Menon Economics



1) Her ser vi bort fra at BCG oppgir sine tall i «jobber», mens vi regner i årsverk. En konvertering mellom de to hadde bragt tallene nærmere hverandre.

4. Næringspolitikk for grønn omstilling og vekst

Et konseptuelt rammeverk for grønn vekst. Rodrick (2013) presenterer i firefeltstabellen nedenfor et enkelt konseptuelt rammeverk som forklarer lands evne til økonomisk vekst. Modellen har to sentrale dimensjoner. Den ene dimensjonen er evnen til «strukturell omstilling», herunder hvor raskt økonomien evner å flytte ressurser over til moderne teknologier og fremtidsrettede sektorer. Den andre er økonomiens investeringer i såkalte «fundamentals», dvs. utvikling av rettssystemet, velferdsmekanismer eller det generelle utdanningsnivået i befolkningen.

	Treg strukturell omstilling	Rask strukturell omstilling
Lav investering i fundamentals	1) <i>Ingen vekst</i>	2) <i>Tilfeldig vekst</i>
Høy investering i fundamentals	3) <i>Treg vekst</i>	4) <i>Rask, vedvarende vekst</i>

Rodrick hevder å se et mønster med hensyn til at land med lav økonomisk vekst typisk både har lave investeringer i «fundamentals» og dårlig evne til strukturell omstilling, mens land som skårer høyt på begge dimensjoner typisk evner både rask og vedvarende økonomisk vekst.

Dette impliserer at land med evne til strukturell omstilling kan ha høy økonomisk vekst i perioder, men at denne veksten ikke vil vedvare om man ikke har tilstrekkelig (eller investerer nok i) humankapital i befolkningen. Rodrick peker her på flere øst-asiatiske økonomier. Andre land, som for eksempel i Latin-Amerika og Europa har høyt nivå på de institusjonelle fundamentale faktorene, men at de på grunn av svakere evne til strukturell omstilling ikke evner å vokse raskt.

Hva skal til for å få til rask grønn omstilling i stor skala? I møte med de globale klimautfordringene predikerer Rodriks modell at de landene som evner rask omstilling fra tradisjonelle sektorer og teknologier som vil lykkes med å gjøre grønn omstilling til grønn vekst.

Norge har et høyt nivå på fundamentals. Spørsmålet blir derfor om vi evner en rask omstilling av økonomien. Stadig flere økonomer peker på at en slik grønn, strukturell omstilling vil kreve en proaktiv næringspolitikk (Aiginger, 2014). Det er flere grunner til det. Grønn omstilling er utsatt for en alvorlig markedssvikt i form av et dobbelt eksternalitetsproblem (se for eksempel Rennings (2000)). For det første er det en negativ eksternalitet knyttet til klimagassutslipp som forurenser ikke tar inn over seg, og for det andre er det en positiv eksternalitet knyttet til forskning og utvikling av grønn teknologi som utvikleren heller ikke kan forvente å få hele fordelene av. Med denne innsikten som bakgrunn viser Acemoglu m.fl. (2012) at den samfunnsøkonomisk optimale politikken inkluderer både karbonskatter og subsidier av FoU.

Videre viser Aghion m.fl. (2016) at bedrifter har en sterk stivhengighet i sin innovasjonsaktivitet ved at deres FoU-investeringer i stor grad knytter seg til videreutvikling av eksisterende forurensende teknologier. Deres konklusjon er at myndighetene derfor har en viktig rolle i å gi bedriftene insentiver til å rette deres forskning- og utviklingsaktivitet mot mer miljøvennlig teknologiutvikling.

Ettersom klimagassutslippene er et globalt problem bør insentivene i utgangspunktet også ha en global dimensjon. Det er imidlertid store koordineringsutfordringer med å få til felles gode løsninger som for eksempel karbonskatter og klimakvoter. Dette innebærer at for å få til en grønn omstilling vil det i større grad være behov for en aktiv næringspolitikk på nasjonalt nivå.

Timing er god for å bli et pionerland. Beise og Rennings (2005) viser med eksempler fra vindenergi og bilindustrien at næringspolitikk rettet mot omstilling av økonomien i retning av innovativ og miljøvennlig teknologi kan gi store eksportmuligheter dersom landet er tidlig ute. En sentral forutsetning for at landet skal lykkes med en slik politikk er at næringspolitikk er knyttet opp mot en global etterspørsel og/eller en internasjonal reguleringsrend.



Figuren ovenfor illustrerer at bedrifter og land overordnet sett står overfor to valg i omstillingen til grønn teknologi: Den avventende reaktive, eller den risikable proaktive. Frem til nå har den reaktive strategien vært den dominerende både blant land og bedrifter. En naturlig grunn til dette er at den globale etterspørselen etter miljøvennlig teknologi ikke har vært sterk nok. Dette er imidlertid i ferd med å endre seg. I følge FNs klimapanel (IPCC) har verden et resterende «karbonbudsjett» på 550 milliarder tonn CO₂ dersom 1,5 gradersmålet skal oppnås med 66 prosent sannsynlighet. Med dagens utslippsnivå vil dette budsjettet være brukt opp allerede i løpet av 16 år, hvilket vil si innen 2035.

Sør-Korea - et eksempel på næringspolitikk for grønn vekst. Fram til nå er Sør-Korea trolig det beste eksempelet på et land som har utformet en helhetlig og proaktiv næringspolitikk for grønn vekst. I etterkant av finanskrisen valgte Sør-Korea å satse på overordnet grønn næringspolitikk. Et av hovedmålene var å skape grønne vekstlokomotiver gjennom eksport av miljøteknologiske løsninger. Koreanske myndigheter satte seg tydelige, ambisiøse mål om at innen 2020 skulle 25 prosent av all FoU være knyttet til utvikling av miljøteknologi og 20 prosent av all eksport skulle være miljøteknologi (Mathews, 2012). Måten dette implementeres på er at myndighetene tenker grønn næringsutvikling i alle ledd fra regulering, skattepolitikk, offentlig innkjøp og tilskudd til forskning og utvikling.

Elektrifiseringsteknologi som den neste norske eksportartikkelen? Norge har en lang tradisjon for aktiv næringspolitikk. I nyere tid har utforming av oljebeskatningen og kravene til nasjonal deltagelse i utvikling av feltene ført til at offshore leverandørindustri vokste frem som Norges største eksportindustri etter olje og gass. Det samme gjelder både innen maritim og kraftkrevende industri.

Norge har allerede et forsprang innen elektrifisering, og således et godt utgangspunkt for å være et pionerland på feltet. Dersom næringspolitikken legger til rette for å videreutvikle denne posisjonen, og utnytte den globale etterspørselen som kommer, er det både mange og gode muligheter for at elektrifiseringsteknologi kan bli en betydelig eksportartikkel. Dette betyr ikke at alle initiativ kommer til å lykkes. Snarere tvert om vil de fleste bedriftene og teknologiene mislykkes, og i beste fall bli gode levebrødforetak med leveranser til det norske markedet. For de som lykkes finnes det imidlertid store skaleringsmuligheter i et globalt marked som etterspør grønn omstilling.

Dagens virkemidler fungerer godt... Den overordnede tilbakemeldingen fra intervjuundersøkelsen blant etterspørere og utviklere av miljøvennlig teknologi er at dagens insentiver for å drive frem nye teknologier fungerer godt. Enova, Pilot-E og EnergiX blir trukket frem av mange som avgjørende for det relativt høye nivået på dagens elektrifiserings-FoU.

Videre står krav i offentlige anskaffelser sentralt, spesielt i transportsektoren og bygg og anlegg. Ved å sette krav til utslipp i anbudsprosesser kan man legge til rette for at løsninger som er dyrere enn sine fossile konkurrenter kan hevde seg, og vinne frem. Dette er blant annet synlig i en stadig større andel av fergedriften. Samtidig finner en gjennomgang av alle offentlige anbud innen transport i perioden 1. mai 2017 til 31. desember 2017 at miljø blir brukt som et tildelingskriterium i kun én tredjedel av anbudene (Dahl, 2018). Videre er det også utfordringer knyttet til regulatoriske barrierer, som er et problem blant annet innen luftfart. Aktører vi snakket med pekte på at en storstilt omstilling vil være avhengig av at myndighetene bidrar både her hjemme og i det internasjonale markedet.

... men er det nok til å ta en lederposisjon i den internasjonale omstillingen? En gjennomgående tilbakemelding fra virksomhetene vi har snakket med er at dagens støttesystemer og anbudsprosesser ikke er langsiktige nok. Dette er også i tråd med anbefalingene i faglitteraturen som vektlegger langsiktige tydelige målsetninger og transparens i næringspolitikken. I forhold til støttesystemer etterlyser aktørene flere stønadsmuligheter for umodne teknologier hvor risiko og usikkerhet knyttet resultatoppnåelse, i form av for eksempel utslippsreduksjoner, er høy.

Videre peker aktørene på at et signal om hva som *vil* vektlegges i *fremtidige* anbud vil kunne bidra til å fremskynde utviklingen innen transportsektoren. Det er ikke rom for noen teknologisk utvikling i en konkret anbudsprosess. Teknologien må i så

måte være på plass på forhånd. Ved å tydelig signalisere hvilke krav man vil stille i fremtiden kan man redusere risikoen knyttet til FoU for aktørene, noe som kan bidra til økte investeringer.

For å utløse hele verdiskapingspotensialet knyttet til en fremskyndet elektrifisering må Norge investere betydelig mer i FoU enn det som gjøres per i dag. Verdiskapingsestimaterne i base-case scenarioet legger til grunn at elektrifiserings-FoU øker med halvannen gang fram mot 2040 (se Figur 5). Dette skjer ikke av seg selv, men vil kreve et virkemiddelapparat som i enda større grad fokuserer på grønn omstilling og teknologisk utvikling. Dagens virkemiddelapparat dekker alt fra ordninger som gir direkte støtte til forskning, utvikling og innovasjon i næringslivet, kanalisert gjennom aktører som Forskningsrådet, Enova og Innovasjon Norge, til miljøkrav i offentlige anbudskonkurranser, og videre til implementering av miljøvennlig teknologi insentivert gjennom skatte- og avgiftspolitikken.



5. Casestudier: Potensialet for eksport av norsk elektrifiseringsteknologi

Estimatene presentert i kapittel 3 representerer det forventede verdiskapingspotensialet på nasjonalt nivå, på tvers av sektorer, virksomheter og geografiske områder. I praksis vil en slik omstilling av økonomien innebære at man både vil ha vinnere og tapere. Den økonomiske litteraturen peker nettopp på at konkurranse, og evnen til å drive frem nye virksomheter, fremfor å opprettholde «de gamle» er viktig for at omstillingen skal være bærekraftig. Konkurranse med nasjonale og internasjonale aktører bidrar til at utviklingen rettes mot de mest konkurransedyktige bedriftene og næringene.

Vi har vurdert i hvilken grad sektorene som analyseres i denne studien kan forventes å lykkes i et internasjonalt marked. Hovedkriteriene som ligger til grunn for selektering kan oppsummer slik;

- En fremskyndet elektrifisering innebærer utvikling av **nyskapende teknologi**
- Norge har (potensial for) et **komparativt fortrinn**
- Det finnes et betydelig **internasjonalt marked** med stort omstillingsbehov
- De norske aktørene har internasjonale **ambisjoner**

Basert på kriteriene har vi valgt å gjøre nærmere casestudier av Maritim sektor, Kraftsystem og Lufttransport. Disse næringene er veldig forskjellige, og hvilke av de fire elementene de «skårer» høyest på varierer. Felles for de alle er at omstillingen knyttet til elektrifisering representerer betydelige verdiskapingsmuligheter.



Kort oppsummert:

- Norge er en maritim stormakt
- Norsk maritim næring har vært teknologisk ledende gjennom flere tiår. Nye løsninger fra Norge har allerede satt sitt preg på den maritime verden og bidrar allerede med å redusere sektorens fotavtrykk på verdens hav.
- Elektrifisering gir mulighet for å ta større internasjonale markedsandeler, og er allerede synlig i flere nasjonale markedssegmenter.
- Norge har høykompetente aktører med eksportrettede ambisjoner langs hele verdikjeden.
- Den globale maritime næringen er stor, og de internasjonale ambisjonene om reduksjon av klimagassutslipp er høye.

«Maritim næring står foran en viktig omstilling til null- og lavutslipp løsninger og norske bedrifter er verdensledende. Vi ønsker å bidra til dette og har derfor flyttet hovedkontoret til Norge og vil åpne fabrikk i Bergen høsten 2019.»

Halvard Hauso, Corvus Energy



Om norske maritim sektor

Norge er en maritim stormakt. I 2018 bidro næringen med 142 milliarder kroner i verdiskaping. Samtidig sysselsatte de norske maritime selskapene rundt 85 000 personer i 2018. Teknologiske tjenester sto alene for en omsetning på 31 milliarder og sysselsatte over 12 000 personer. Næringen er fordelt utover ulike regionale klynger, som har utviklet spesialisert kompetanse innen sine områder (se boks 1).

Den maritime sektoren preges av høy kompetanse og kunnskapsbaserte produkter. Dette gjør at næringen har internasjonal konkurransekraft til tross for at Norge har et høyt pris- og lønnsnivå. Tilgangen til, og videreutviklingen av, høy kompetanse vil være avgjørende for å opprettholde og videreutvikle konkurranseevnen til den maritime næringen.

Elektrifisering av norsk sjøfart

Norge ligger langt fremme i omstillingen av nærtrafikken. Innen fergemarkedet har elektrisk fremdrift blitt normen for nye anbud, kun få år etter introduksjonen av verdens første elektriske ferge i 2015 (Norleds «Ampere» er avbildet til høyre).

En fremskyndet elektrifisering vil hovedsakelig forsterke dagens FoU-trend som er rettet mot både hydrogen- og batterielektrisk fremdrift knyttet til alt fra containerskip, sightseeingbåter, ferger og autonome skip. Den norske satsningen på elektrifisering av nærtrafikken setter også spor nedover i verdikjeden. Nye aktører etablerer seg, blant annet innenfor batteriteknologi, og både store og små aktører viser evne og ambisjoner til å drive utviklingen videre.

Olje- og gassnæringen sto for over 40 prosent av omsetningen i maritim sektor i 2018. For å få ut verdiskapingspotensialet som ligger i elektrifiseringen er det derfor sentralt at også denne næringen viser vilje og gis de rette insentivene til omstilling.

*«Den norske maritime næringen dekker hele verdikjeden på fartøysiden, og har vært teknologisk ledende gjennom flere tiår.»
Menons maritime verdiskapingsrapport (2019)*



Det internasjonale markedet

Hvordan det internasjonale markedet utvikler seg vil avhenge av hvilke retningslinjer og rammevilkår som settes av aktører utenfor Norge. I april 2018 ble en viktig milepæl nådd, da CO2-strategien ble vedtatt i FNs sjøfartsorganisasjon (IMO). Den norske maritime næringen har i samarbeid med norske myndigheter vært pådrivere for de vedtatte, forpliktende utslippsreduksjonene på 50 prosent innen 2050, målt mot 2008. Det er et krevende mål; ikke minst sett i lys av forventningene om vekst i global skipsfart på 60 prosent i samme tidsrom.

90 prosent av dagens varehandel er basert på sjøfart, og den samlede verdensflåten er på om lag 50 000 skip. Selv om den norske elektrifiserings-FoUen kun er rettet mot deler av flåten, representerer dette et enormt markedspotensial.

Boks 1. De maritime klyngene i Norge

- Nord-Norge har lange tradisjoner knyttet til fiskeri og kysttransport, men har de siste årene hatt en dreining mot offshorevirksomhet med et arktisk fokus.
- Midt-Norge er kjent for de store, toneangivende maritime innovasjons- og kunnskapsmiljøene som bidrar til en rivende teknologisk utvikling. Møre og Romsdal har en tilnærmet komplett maritim næringsklynge, med verft, skipsdesignere, utstyrsprodusenter og rederier.
- Bergensregionen byr på store, ledende aktører innen samtlige segment, men regionen er tradisjonelt kjent for å være et hovedsete for de store, globale rederiene. Haugalandet og Sunnhordland er preget av offshoreredier, offshoreverft og skipsdesign til offshorefartøy.
- Stavangerregionen og Sørlandet er også nært knyttet til olje- og gassvirksomheten, men innenfor ulike segmenter. I Stavangerregionen står rederiene, og da spesielt offshoreredierne, samt tjenesteleverandørene bak det meste av aktiviteten. På Sørlandet utgjør utstyrsproduksjon broarten av den maritime virksomheten, særskilt illustrert ved den verdensledende boreutstyrs-klyngen i Kristiansand.
- Oslo og Oslofjordregionen utgjør tyngdepunktet for shipping og maritime tjenester i Norge, da med nære relasjoner til de andre tunge maritime miljøer i Norge.

Eksporelatert verdiskapingsmuligheter for norske aktører

Den norske maritime næringen er både kunnskapsbasert og innovasjonsdrevet. Klynge-samarbeidet står sentralt i å utvikle næringens internasjonale konkurransekraft. Kunnskap utvikles og spres i samspillet mellom aktørene og innovasjonen skapes og implementeres i dette samme samspillet. For å styrke sin posisjon internasjonalt er de norske maritime selskapene avhengig av at mange aktører drar i samme retning med videreutvikling av produkter og produksjonsmetoder. En fremskyndet nasjonal omstilling vil bidra til nettopp dette.

Med en fremskyndet omstilling vil imidlertid det sentrale spørsmålet være hvorvidt de løsningene som utvikles i Norge vil være relevante også internasjonalt. For eksempel vil både elektrifisering eller bruk av hydrogen kreve at man bygger ut ny infrastruktur.

Den norske næringen har en bred portefølje fordelt på hele verdikjeden fra verft, til batteri og hydrogen, systemløsninger og fremdriftsteknologi, noe som redusere risikoen på et aggregert nivå. Teknologiaktører vi har snakket med peker også på at det er stor overføringsverdi mellom ulike teknologier og energibærere. I så måte blir næringen som helhet relativ teknologinøytral – hvilket øker sjansen for å lykkes.

Og om man lykkes i å ta en større andel av det globale markedet er verdiskapingspotensialet for norske aktører stort. På et enkelt skip som bygges på et norsk verft vil det ofte være et titalls norske tjeneste- og utstyrsleverandører involvert. Dagens omsetning påvirkes også i stor grad av aktiviteten på norsk sokkel. Det å ta en lederposisjon i det en internasjonal omstilling vil kunne åpne nye markeder, og legge til rette for en fremtidsrettet og bærekraftig næring hvor en stor andel av verdiskapingen tilfaller norske aktører.

Kort oppsummert:

- Norge var tidlig ute med markedsbasert omsetning av kraft, og norske aktører har allerede jobbet i flere tiår i samspillet mellom marked, fornybare energikilder og infrastruktur.
- Kompetansen man sitter på i Norge har stor overføringsverdi til andre systemer som skal fase inn fornybar kraftproduksjon.
- En fremskyndet elektrifisering vil gi norske virksomheter mulighet til å ta en tydelig posisjon i det internasjonale markedet.
- Store markedsmuligheter for virksomheter som evner å gripe sjansen.
- Digitalisering og standardisering kan samtidig åpne for nye internasjonale konkurrenter her hjemme.

«Er vi ikke konkurransedyktige utenfor vår region, vil vi ikke være konkurransedyktige lokalt, i alle fall ikke i det lange løp»

Ingrid Velken, BKK





Om den norske sektoren

Kraftsystemet som «næring» består av alt fra store offentlig eide konsern, multinasjonale selskaper, til små nisjebedrifter. I dette segmentet finner vi eksempelvis deler av Siemens sin virksomhet, ABB, Powel, eSmart Systems, Tibber, Fjordkraft, Frost Kraftentreprenør og Omexom samt lokalt forankrede kraftkonsern som BKK, Lyse, Agder Energi, TrønderEnergi og Ringerikskraft.

Næringen går på tvers av tradisjonelle næringskoder og utgjør kun deler av virksomheten til flere større virksomheter, hvilket gjør det utfordrende å vurdere størrelsen på næringen. Basert på Menons regnskapsdatabase og tidligere analyser anslår vi imidlertid at omsetningen ligger på omlag 30 milliarder kroner med en tilhørende sysselsetting på i overkant av 20 000 personer.

Hvordan påvirker en fremskyndet elektrifisering aktører i kraftsystemet?

Alle aktører vi har snakket med peker på et betydelig behov for FoU knyttet til nye løsninger for å møte endring i kraftsystemet som følge av økt elektrifisering både på etterspørselssiden og tilbudssiden her hjemme. FoU-porteføljen er bred og omfatter alt fra nye løsninger knyttet til elektrifiseringsinfrastruktur, digitale systemer, nye markedsplasser og fleksibilitetsløsninger både i bygg og nett.

Norge har et høyt kraftforbruk sammenlignet med befolkningsgrunnlaget, og en fremskyndet elektrifisering vil øke størrelsen på hjemmemarkedet ytterligere. Gitt tilstrekkelig konkurranse kan dette gi betydelige effektiviseringsgevinster.

Norske aktører har også store internasjonale ambisjoner, selv om motivasjonen for å gå utover landets grenser varierer. Der noen ser på Norge som et naturlig laboratorium for å utvikle løsninger for det internasjonale markedet, ser andre at de må bli konkurransedyktige internasjonalt for være konkurransedyktige her hjemme, i møte med «nye» internasjonale aktører.

Det internasjonale markedet

Når man ser på kraftsystemet i så bred forstand som vi gjør her vil det internasjonale markedspotensialet være enormt. Digitalisering og standardisering åpner imidlertid også den norske bransjen for nye konkurrenter, spesielt i grenseflaten mot IT-løsninger, der internasjonale industrielle giganter er aktive.

En global omstilling vil kreve store investeringer i alle deler av kraftsystemet. Nuffel m.fl. (2017) anslår i rapport for EU-parlamentet investeringer på opptil 600 mrd. kroner årlig i nettinfrastruktur i Europa alene. Bloomberg forventer at globale investeringer i batteriteknologi vil ligge på rundt 250 mrd. kroner årlig frem mot 2040. I tillegg kommer infrastruktur knyttet til transport, herunder landbasert, sjøfart og muligens luftfart, som også vente å ligge i 100-milliardersklassen.

«Det er så store tall at vi faktisk kvier oss for å skrive det ned», Klaus Livik - Powel

For å legge til rette for utviklingen av et bærekraftig energisystem, som i stor grad vil baserer seg på uregulerbare kilder som sol og vind, vil det også være behov for nye markedsløsninger og betydelig investeringer i nye «smarte» systemløsninger både hos brukerne og i tilknytning til den øvrige infrastrukturen. Her er allerede norske aktører godt posisjonert.

Eksportrelaterte verdiskapingsmuligheter for norske aktører

Den kompetansen norske aktører har opparbeidet seg siden liberaliseringen av kraftmarkedet for snart 30 år siden, vil ha stor overføringsverdi til andre økonomier på et tidligere stadium av omstillingen.

En fremskyndet elektrifisering vil gi muligheter til å utvikle løsninger som ikke enda etterspørres i utlandet ettersom den norske økonomien er betydelig mer «elektrifisert». Dette kan være alt fra utvikling av forretningsmodeller knyttet til

ladeinfrastruktur, til optimalisering av en (allerede) fornybar kraftforsyning med hensyn til smarte nett, og nye markedsløsninger.

Norges fornybare kraftforsyning er imidlertid i en særstilling internasjonalt. Når og hvorvidt, de løsningene som utvikles her hjemme vil være relevante i land der utfasing av fossil produksjon ligger lengre frem i tid er usikkert. Det er derfor en betydelig risiko knyttet til å være en «first mover», i denne næringen. Ettersom mange norske aktører allerede er tilstede i et bredt spekter av det internasjonale markedet bør man imidlertid kunne vurdere investeringer i nye produkter og løsninger i lys av den internasjonale utviklingen.

Aktørene vi har snakket har forskjellige innfallsvinkler til det internasjonale markedet. Der noen ser for seg å utvikle spesifikke løsninger selv, ser andre for seg en mer fasiliterende rolle, der man i større grad eier og drifter løsninger/infrastruktur knyttet til elektrifisering i andre land. Hvor de ulike aktørene plasserer seg i dette bildet henger i stor grad sammen med den kompetansen virksomheten har opparbeidet.

«Omstillingen i kraftsystemet krever at vi må jobbe sammen, på tvers av bransjer og kompetansemiljøer, for å utvikle nye løsninger for et internasjonalt marked», Unni Farestveit - Agder Energi

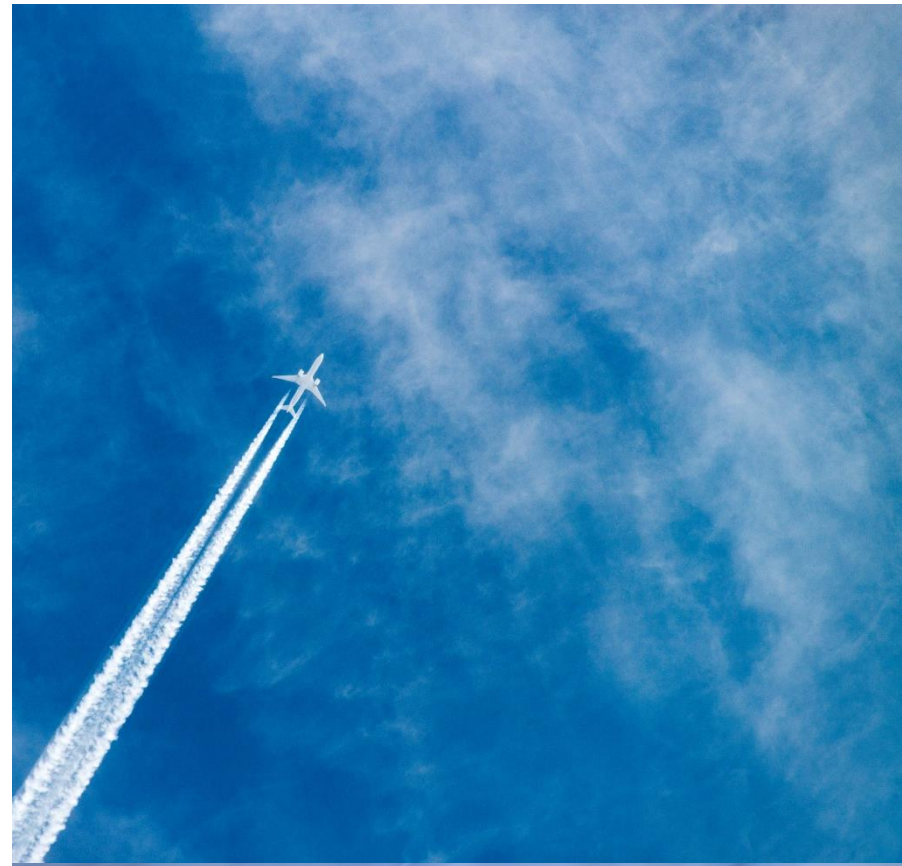
Sammenlignet med internasjonale konkurrenter er norske aktører relativt små. Flere av de vi har snakket med peker på at samarbeid på tvers av næringer vil være sentralt for å lykkes internasjonalt. Basert på våre intervjuer vurderer vi at de største verdiskapingsmulighetene ligger i utviklingen av mer spesialtilpassede løsninger, energisystemer, samt kraft- og fleksibilitetshandel. Dette er områder norske aktører allerede ligger langt fremme på.

Kort oppsummert:

- Luftfart er en sentral del av det norske transportnettet.
- Det er stor overføringsverdi mellom elektrifisering av maritim sektor og luftfarten.
- Store internasjonale aktører ser mot Norge i sitt elektrifiseringsarbeid og enkelte aktører (som Rolls Royce Electrical) har opprettet egne divisjoner i Norge.
- Sektoren er på nåværende tidspunkt dominert av få men særdeles ambisiøse aktører knyttet til elektrifisering av kortbanenettet.
- Elektrifiseringen av luftfarten er fremdeles i startgroppen. Det internasjonale markedet er derfor lite i dag. Gitt at man i første omgang lykkes med elektrifisering av det norske kortbanenettet, vil imidlertid norske aktører kunne få et konkurransefortrinn i det internasjonale markedet.

«Basert på informasjon vi har innhentet fra flyprodusenter og andre teknologileverandører mener vi det er realistisk at all innenriksflyvning i Norge kan være elektrifisert innen 2040»

Olav Mosvold Larsen, Avinor



Om den norske sektoren

En av grunnpilarene i et moderne samfunn er god infrastruktur. I Norge er flytrafikken en sentral del av transportnettet. Norsk luftfart har vært i sterk vekst i flere tiår, både innenriks og utenriks.

Norsk luftfart består av noen få aktører. I Norge domineres luftfarten av de tre flyselskapene SAS, Norwegian og Widerøe, hvor sistnevnte dominerer de regionale kortbanenettet. Avinor opererer 43 flyplasser i Norge, hvorav 27 er kortbanelufthavner på mellom 800 og 1200 meter.

Elektrifisering av norsk luftfart

På tross av at verdens første elektriske fly ble bygget allerede på 1970-tallet, kom elektrifisering av luftrampen sent på den globale dagsordenen. Frem til for noen få år siden var luftfart typisk utelatt i diskusjoner om elektrifisering av transportsektoren. Frem til sommeren 2018 jobbet også de store internasjonale leverandørene med elektrifisering i stillhet. Men i løpet av høsten og vinteren 2018 har leverandørene vært mer åpne i det som ser ut til å kunne bli et teknologisk kappløp.

Den teknologiske utviklingen knyttet til luftfart er i likevel bare i startfasen og det er fremdeles usikkerhet rundt hvilken løsning som vil bli den foretrukne. Mulige løsninger varierer fra rene elektriske systemer basert på batterier, hybridssystemer med elektriske motor til hydrogensystemer. Det er rimelig å anta at det kan forekomme ulike teknologiske løsninger for ulike distanser.

Elektrifisering er spesielt relevant for kortbanefly. Widerøe er i dette segmentet en viktig og offensiv aktør som ønsker å kjøpe elektriske fly når flyselskapet innen få år må skifte ut luftflåten.

Elektrifisering av større mellomdistansefly er på et tidligere teknologisk stadium. Basert på våre intervjuer bør det imidlertid være mulig å utvikle hybridløsninger for store deler av den innenlandske trafikken.

De store internasjonale leverandørene ser nå mot Norge når de arbeider med elektrifisering. Rolls Royce Electrical er en av aktørene som har valgt å etablere seg her. Dette er blant annet grunnet det politiske klimaet og fokuset på det grønne skifte i Norge og Skandinavia. Videre kan kompetansen knyttet til elektrifisering av den maritime næringen også ha stor overføringsverdi for den teknologiske utviklingen innen luftfart.

Det at Norge er et relativt lite land med en sentralisert flyplassoperatør gjør at man raskt kan tilpasse infrastrukturen til den teknologiske utviklingen og på relativt kort sikt kan Widerøe bli den største kunden av elektrifiserte kortbanefly i verden.





Det internasjonale markedet

Aktører vi har snakket med angir at det anslagsvis er 130 selskaper som arbeider med nullutslippsfly i verden, men de fleste er små oppstartsselskaper, blant annet basert i Silicon Valley.

Det internasjonale markedet for kortbanefly er først og fremst i land som topografisk sett ligner Norge, som New Zealand og Orkenøyene. Satsningen man ser i dag baserer seg imidlertid på elektrifisering av et større markedsegment enn dagens kortbanemarked, herunder mellomdistansefly. Om man lykkes i å skape en konkurransedyktig og utslippsfri transportløsning, kan også markedet for mindre, og mer lokalt baserte fly øke betydelig.

Eksportrelatert verdiskapingsmuligheter for norske aktører

Det er hovedsakelig tre måter en fremskyndet elektrifisering kan skape eksportrelatert verdiskaping for norske aktører i luftfarten.

For det første kan flyoperatørene enten drifte elektrifiserte ruter i det internasjonale markedet. Videre kan man med den kompetansen man opparbeider seg i seg selv være en eksportartikkel. Dette har man blant annet sett i tilknytning til kraftproduksjon, telekommunikasjon og olje- og gassnæringen.

En fremskyndet elektrifisering vil også gi muligheter for norsk leverandørindustri til å ta en lederposisjon i det internasjonale markedet. Selv om leverandørindustrien i dag er relativt begrenset i omfang, kan man dra nytte av ekspertisen som blant annet ligger i den maritime sektoren. Denne kompetansen er spesielt relevant knyttet til utviklingen av elmotorer. Hvorvidt man kan tiltrekke seg flere internasjonale aktører er usikkert, men interessen er der og dagens aktører viser allerede store ambisjoner knyttet til det internasjonale markedet.

Luftrtransport karakteriseres som en kompleks, regulatorisk tung bransje og hvor politiske interesser påvirker utviklingen. Omstillingen er i en tidlig fase. Samlet bidrar dette til betydelig usikkerhet rund verdiskapingsmulighetene, men basert på våre intervjuer er oppsiden betydelig.

Vedlegg

- Acemoglu, D., Aghion, P., Bursztyn, L., & Hémous, D. (2012). The environment and directed technical change. *American economic review*, 102(1), 131-66.
- Aghion, Ph., Boulanger, J., Cohen, E., Rethinking Industrial Policy, Bruegel Policy Brief, 04/2011.
- Aghion, P., Dechezleprêtre, A., Hémous, D., Martin, R., & Van Reenen, J. (2016). Carbon taxes, path dependency, and directed technical change: Evidence from the auto industry. *Journal of Political Economy*, 124(1), 1-51.
- Aiginger, K. (2014). Industrial policy for a sustainable growth path (No. 469). wIFO working Papers.
- BCG & NHO (2017). Green Leadership – A practical guide to winning in the Green Economy.
- Beise, M., & Rennings, K. (2005). Lead markets and regulation: a framework for analyzing the international diffusion of environmental innovations. *Ecological economics*, 52(1), 5-17.
- Belay, S (2005). Determinants of Levels of High Technology Exports an Empirical Investigation. *Advances in Competitiveness Research*, 13 (1).
- Bilbao-Osorio, B. & Rodríguez-Pose, A (2004). From R&D to Innovation and Economic Growth in the EU. *Growth and Change*, 35 (4), 434-455
- Bloomberg (2018), Energy Storage is a \$620 Billion Investment Opportunity to 2040, <https://about.bnef.com/blog/energy-storage-620-billion-investment-opportunity-2040/>
- Dahl, K. (2018), Grønne offentlige anskaffelser i transportsektoren.
- DNV GL (2019), «1,5°C – Hvordan Norge kan Norge gjøre sin del av jobben»
- Eurostat database. Hentet på <https://ec.europa.eu/eurostat/data/database> d. 1. april 2019.
- Energy Transitions Commission(2018), Mission Possible
- Falk, M (2009). High-tech exports and economic growth in industrialized countries . *Applied Economics Letters*, June 2009. 1025-1028
- Finansdepartementet (2017). Perspektivmeldingen (Meld. St. 29 (2016 –2017)).
- Mathews, J. A. (2012). Green growth strategies—Korean initiatives. *Futures*, 44(8), 761-769.
- Menon (2019), Maritim verdiskapingsrapport 2019
- Norsk industri (2016) Veikart for norsk industri
- Nuffel, Rademaekers, Yearwood, Graichen for the European Parliament's Committee on Industry, Research and Energy (2017) , **European Energy Industry Investments**
- Rennings, K. (2000). Redefining innovation—eco-innovation research and the contribution from ecological economics. *Ecological economics*, 32(2), 319-332.
- Rodrik, D. (2013). Structural change, fundamentals, and growth: an overview. Institute for Advanced Study.
- Sandu, S & Ciocanel, B (2014). Impact of R&D and Innovation on high - tech export. *Emerging Markets Queries in Finance and Business*, 15, 80-90.
- Solow, R. (1956). A contribution to the theory of economic growth. *Quarterly Journal of Economics*, 70, 65–94.10.2307/1884513.
- Ulku, H (2016). R&D, Innovation, and Economic Growth : An Empirical Analysis. IMF Working Paper No. 04/185
- World Bank database. Hentet på <https://data.worldbank.org> d. 5. April 2019

- ABB AS
- Agder Energi AS
- Asko Norge AS
- Avinor AS
- Miljøstiftelsen Bellona
- BKK AS
- Circle K AS
- Corvus Norway AS
- DNV GL AS
- Dynatec Engineering AS
- Elkem ASA
- Equinor ASA
- Esmart Systems AS
- Fjord1 ASA
- Kongsberg Maritime AS
- Maritime CleanTech (NCE)
- Nel ASA
- Nobina Norge AS
- Norcem AS
- Norsk Hydro ASA
- Nortura SA
- Pon Equipment AS
- Powel AS
- RHI Normag AS
- Rolls-Royce Electrical Norway AS
- Rolls-Royce Marine AS
- Ruter AS
- SAS Scandinavian Airlines System
- Selfa Artic AS
- Siemens AS
- SINTEF AS
- Statens Vegvesen
- Statkraft AS
- Statnett SF
- Statsbygg
- Tine SA
- TiZir Titanium & Iron AS
- Vard Electro AS
- Veidekke ASA
- Widerøe AS
- Yara Norge AS
- Zaptec AS