

Norske muligheter i

Grønne

elektriske

verdikjeder

©2020

Norske muligheter i grønne elektriske verdikjeder

**Utgiver:**

Styringskomiteen for Grønne Elektriske Verdikjeder

**Forfattere:**

Ivar Valstad (Hydro), Mari Grooss Viddal (Statkraft), Kristian Blindheim (Energi Norge), Halvor Hoen Hersleth (Equinor), Kjell Øren (NHO), Therese Bakke Lossius (Thema Consulting)

**Design og illustrasjon:**

NHO design



---

<sup>1</sup> Enova har deltatt i analysen av marked, konkurransekraft og verdiskapingspotensial, men ikke i arbeidet med tiltak og rammebetingelser. LO har deltatt som observatør.

Norske muligheter i

Grønne

elektriske

verdikjeder

# Innhold

---

<b>1. Forord</b>	<b>7</b>
<b>2. Sammendrag</b>	<b>8</b>
<b>3. Utfordringen og mulighetene</b>	<b>21</b>
3.1. Covid-19	23
<b>4. Om prosjektet «Grønne elektriske verdikjeder»</b>	<b>24</b>
4.1. Formål	25
4.2. Innretting	25
4.3. Organisering og arbeidsprosess	25
4.3.1. Prosjektfasene	26
4.3.2. Avgrensing	29
<b>5. Seks prioriterte områder med store muligheter for norsk, eksportrettet næringsliv</b>	<b>30</b>
5.1. Globale fornybaraktører	31
5.1.1. Markedsutvikling	32
5.1.2. Norges konkurransefortrinn	34
5.1.3. Verdiskapingspotensial	36
5.1.4. Målbilde	37
5.1.5. Nødvendige tiltak	
<b>5.2. Leverandørkjeden for havvind</b>	<b>39</b>
5.2.1. Markedsutvikling	40
5.2.2. Norges konkurransefortrinn	41
5.2.3. Verdiskapingspotensial	43
5.2.4. Målbilde	44
5.2.5. Havvindstrategi – en langsiktig plan for utviklingen av havvindnæringen i Norge og tiltak	46
5.2.6. Nødvendige tiltak	48
<b>5.3. Batterier</b>	<b>49</b>
5.3.1. Markedsutvikling	50
5.3.2. Konkurransefortrinn for attraktive forretningsområder	51
5.3.3. Verdiskapingspotensial	52
5.3.4. Målbilde	52
5.3.5. Nødvendige tiltak	53
<b>5.4. Hydrogen</b>	<b>54</b>
5.4.1. Markedsutvikling	55
5.4.2. Norges konkurransefortrinn	56
5.4.3. Verdiskapingspotensial	58
5.4.4. Målbilde	59
5.4.5. Nødvendige tiltak	60

<b>5.5. Maritim sektor</b>	<b>61</b>
5.5.1. Markedsutvikling	62
5.5.2. Norges konkurransefortrinn	63
5.5.3. Verdiskapingspotensial	64
5.5.4. Målbilde	65
5.5.5. Nødvendige tiltak	66
<b>5.6. Optimalisering av kraftsystem og smart lading vei</b>	<b>67</b>
5.6.1. Markedsutvikling	68
5.6.2. Norges konkurransefortrinn	69
5.6.3. Verdiskapingspotensial	71
5.6.4. Målbilder	72
5.6.5. Nødvendige tiltak	75
<b>6. Syntese - Oppsummering av mulighetene og forsterkende sammenhenger</b>	<b>77</b>
6.1. Gode muligheter til å lykkes fra Norge	78
6.2. Betydelig omsetning	79
6.3. Synergi mellom områdene kan forsterke konkurranseevnen	80
6.4. Virkemiddelapparatet og rammebetingelser	82
6.5. Betydning og omfang av markeder i Norge	86
<b>7. Vedlegg</b>	<b>87</b>
7.1. Fase 1-prosessen	87
7.1.1. Oversikt	87
7.1.2. 22 verdikjeder – 150 forretningsmodeller	87
7.1.3. Hovedresultatene fra fase 1	88
7.2. Fase 2	90
7.3. Bidragsyttere	91

# 1. Forord



Verdens energisystemer endres raskt og en sterk global trend er at mer elektrifiseres. Rammene for denne utviklingen settes av stadig mer tydelige og ambisiøse klimamål, som i European Green Deal og EUs industristrategi. Samtidig driver teknologiutviklingen frem mer digitale, distribuerte og effektive løsninger i energisystemene. Denne utviklingen gir også raskt fallende kostnader for fornybar energi. Det åpner opp for mange nye spennende forretningsområder innen energiproduksjon- og distribusjon koblet mot bruksområder som transport, bygninger og industri.

Flere av disse markedene er interessante for norske aktører. Dersom vi lykkes med å bygge opp nye eksportområder kan dette gi betydelig fremtidig verdiskaping. Som energinasjon har vi flere lokomotivbedrifter, konkurransedyktige leverandørnettverk, forskningsmiljøer, kompetente investorer, samhandlingsarenaer og oppstartmiljøer som kan orientere seg mot nye forretningsområder og er et utgangspunkt for nye næringer. Samtidig kan vi tiltrekke oss nye investeringer og aktiviteter fra utlandet.

Til tross for mye elektrifisering i Norge, har vi i for liten grad utviklet nye forretningsmuligheter og verdikjeder, ny teknologi eller ny eksportbasert leverandørindustri. Naturressursene har tradisjonelt sett gitt oss et viktig konkurransefortrinn, men de internasjonale endringene og mulighetene som nå skapes av elektrifiseringen, krever konkurranse-dyktighet langt utover naturressursene. Flere land og selskaper posisjonerer seg raskt for å ta del i omleggingen av verdens energisystemer. Norske aktører må derfor handle raskt om vi ikke skal bli hengende etter i utviklingen.

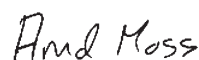
Dette initiativet samler sentrale virksomheter og kunnskapsaktører i bredden av norsk næringsliv: Agder Energi, BKK, Elkem, Enova, Equinor, Hafslund E-CO, Havila, Hydro, IFE, Kongsberg Digital, NHO, Scania, SINTEF, Statkraft, Statnett og Veidekke. Enova har deltatt i analysen av marked, konkurransekraft og verdiskapingspotensial, men ikke i arbeidet med tiltak og rammebetingelser. LO har deltatt som observatør. I tillegg har mange andre bedrifter vært delaktig i ulike deler av arbeidet.

Formålet er å videreutvikle norsk konkurranseevne og eksportmuligheter basert på elektrifisering i bred forstand. Arbeidet har først og fremst handlet om å bygge en felles forståelse og kunnskapsplattform om hvor vi har best forutsetninger for å lykkes og hvor stort potensialet kan være sett med norske øyne.

Prosjektets overordnede budskap, funn og anbefalinger støttes av prosjektpartnerne. Dog skal det ikke forstås som at alle partnerne er enig i alle formuleringer, enkeltfunn og anbefalinger i rapporten.

På vegne av samarbeidsprosjektet «Grønne elektriske verdikjeder» rettes en stor takk til alle som med engasjement og betydelig arbeidsinnsats har bidratt til gjennomføringen av prosjektet. Vi håper at arbeidet fører til mer målrettet samspill og flere partnerskap i næringslivet og mellom næringsliv og myndigheter.

Oslo, juni 2020



Arvid Moss

Leder av styringsgruppen  
for Grønne elektriske verdikjeder

## 2. Sammendrag

---



### Bakgrunn, formål og gjennomføring

Norge er blant de landene i OECD som raskest taper andeler i internasjonale eksportmarkeder. I tillegg vil fallet i eksportverdiene fra olje og gassvirksomheten tilta i årene frem mot 2050. Det er derfor en sentral utfordring å utvikle ny eksportrettet verdiskaping fra eksisterende industri og skape helt nye norske eksportrettede næringer.

Samtidig foregår det en rask omlegging av verdens energisystemer. Det skjer for å begrense global oppvarming og innen 2050 må utslipp av klimagasser vesentlig reduseres for at Parisavtalens målsettinger skal innfris. I tillegg er endringene i energisystemet drevet av sterke trender mot et mer digitalt, distribuert og effektivt energisystem, samt raskt fallende kostnader innen fornybar energi. Resultatet av dette er at vi beveger oss mot et globalt energisystem som i mye større grad styres fra etterspørselssiden og er basert på variabel fornybar kraftproduksjon. Elektrifisering av alle deler av energisystemet (transport, bygninger og industri) er derfor et viktig verktøy for å kunne benytte de fornybare energikildene effektivt der energien trengs.

Utviklingen representerer en stor mulighet hvor norske næringsaktører kan bygge ny eksportrettet aktivitet. Norge har historisk sett hatt høy grad av elektrifisering og har gått foran i bruk av f.eks. elektriske biler og ferger. Likevel har vi så langt i liten grad lyktes med å omsette vår kompetanse og kapasitet til å skape nye forretningsmuligheter utenfor Norge.

NHO tok våren 2019 initiativ til et bredt sammensatt prosjekt, «Grønne elektriske verdikjeder» for å øke tempoet i eksportorientert verdiskaping fra elektrifisering. Prosjektet har hatt som mål å:

- Bygge et norsk økosystem rundt elektrifisering: Samle nøkkelaktører med strategisk beslutnings evne innenfor eksisterende og nye bransjer
- Utvikle bedre innsikt og forståelse: Skape økt bevissthet om hvor næringslivet bør satse ved å identifisere verdikjeder og forretningsområder hvor det er sannsynlig at norsk næringsliv kan lykkes i stor skala

Utgangspunktet har vært at dette raskere kan realiseres gjennom et sterkere offentlig-privat samarbeid. Prosjektet forsøker å ta de første nødvendige stegene for å løfte en slik strategi, ved å identifisere barrierer og foreslå overordnede tiltak for å utløse potensialet.

En bred forståelse av begrepet elektrifisering er lagt til grunn. Dette dekker alle deler av energisystemet som tenkes forsynt med energi i form av elektrisitet,

og inkluderer derfor hydrogen og andre energibærere som kan produseres fra kraft, f.eks. ammoniakk. Arbeidet har vært avgrenset fra følgende relaterte områder som i seg selv kan representere interessante forretningsområder for norske aktører:

- Andre tilnærminger til reduksjon i klimagassutslipp som ikke knyttes til elektrisitet, for eksempel CCS, bio-drivstoff, hydrogenproduksjon (el. ammoniakk) fra naturgass og energieffektivisering
- Muligheter som er spesifikke til elektrifisering av offshore olje- og gassvirksomhet da det ved oppstart av prosjektet var igangsatt en egen prosess for vurdering av dette

Etter den innledende analysen har også generell utveksling av kraft med utlandet blitt avgrenset fra prosjektet. Dette er en attraktiv mulighet med unike norske konkurransefortrinn, men det er grundig beskrevet og debattert i andre sammenhenger. Det er heller ikke gjort en egen analyse av kraftproduksjon og kraftbalansen i Norge. I tillegg er generell vekst i kraftintensiv industri utelatt, selv om dette kan ha potensial for vekst dersom markedene i større grad vektlegger reduserte klimagassutslipp i produksjonskjeden.

Prosjektet er gjennomført i fellesskap av følgende 16 partnere i perioden april 2019 - juni 2020: Agder Energi, BKK, Elkem, Enova, Equinor, Hafslund E-CO, Havila, Hydro, IFE, Kongsberg Digital, NHO, Scania, SINTEF, Statkraft, Statnett<sup>2</sup> og Veidekke. Enova har deltatt i analysen av marked, konkurransekraft og verdiskapingspotensial, men ikke i arbeidet med tiltak og rammebetingelser. LO har deltatt som observatør. Videre har McKinsey og Thema Consulting bidratt på analysesiden i samarbeid med ressurser fra virksomhetene. Foruten representanter fra partnerne har Aker Solutions og Aibel bidratt som deltagere i arbeidsgruppen som har jobbet med havvind og DNV GL, Grønt skipsfartsprogram og Rederiforbundet har deltatt i arbeidet med maritim sektor. Det har også vært dialog med mange andre virksomheter og organisasjoner for å kalibrere analyser og resultater.

Markedspotensial og konkurransedyktighet er avgjørende for at norske bedrifter skal lykkes i internasjonal forretningsutvikling. Vurderinger av disse to parameterne har vært sentrale i arbeidet med å identifisere muligheter. Prosjektet har forfulgt en mest mulig standardisert vurdering av potensialet for forretningsområdenes konkurransedyktighet på tvers av fagområder og verdikjeder.

---

<sup>2</sup> Deltakelsen i prosjektet foregriper ikke Statnetts fremtidige veivalg eller rolleutøvelse, og det tas ikke stilling til rammebetingelser

Når det gjelder markedspotensial er Europa det primære nedslagsfeltet for norske aktører, men globale markeder er relevante for flere av områdene. Sannsynlige utviklingstrekk som har betydning for elektrifisering fram mot 2030 og 2050 er vurdert innenfor kraftproduksjon, infrastruktur/distribusjon, samt forbrukssektorene transport, bygg og industri. Denne innsikten ble utgangspunkt for videre arbeid innen fem temaområder: kraftproduksjon, energisystemer, industri, transport og bygg/anlegg. I alt har 22 verdikjeder med ca. 150 forretningsområder blitt vurdert i prosjektet. Ut fra analysen av markedspotensial og konkurransedyktighet fremkom flere med særlig interessant potensial, og disse ble samlet i seks prioriterte områder for videre dybdestudier: Globale fornybaraktører, leverandørkjeden for havvind, batterier, hydrogen, maritim sektor og optimalisering av kraftsystem og smart lading vei.

De seks hovedområdene representerer omfattende verdikjeder med mange ulike forretningsmodeller. For å kunne etablere målrettede satsinger som effektivt bygger videre på det norske utgangspunktet har det vært viktig å finne spesifikke forretningsområder der både markedspotensial og mulighet for varig fremtidig konkurransekraft er tilstede. Betingelsen om både markedspotensial og oppnåelig konkurransekraft må derfor tilfredsstilles for at vi kan snakke om reelt verdiskapingspotensial. Det er viktig å presisere at det er sterke synergier mellom de ulike områdene. Langsiktig satsinger på ett område vil forsterke konkurranseevnen på flere av de andre områdene.

### Store muligheter for Norge

Norge var tidlig ute med markedsbasert omsetning av kraft, og norske aktører har jobbet i flere tiår i samspillet mellom marked, fornybare energikilder og infrastruktur. Kompetansen man har opparbeidet som en markedsbasert vannkraft-, energi- og industrinasjon har stor overføringsverdi til eksportmarkeder hvor behovet for ny produksjonskapasitet og kostnadseffektive løsninger står sentralt i omstillingen av energisystemet. Samtidig representerer egenskapene til den norske vannkraften et konkurransefortrinn for nye industrier. Det å bygge «grønne elektriske verdikjeder» handler om å videreutvikle de fortrinnene vi har innen fornybar energi basert på samspill og synergier med den øvrige industrien, inkludert olje- og gassnæringen. Men næringsliv og myndigheter må handle raskt.

I arbeidet er det lagt stor vekt på å finne forretningsområder der det er mulig å skape sterke og varige norske konkurransefortrinn og som har potensial til å være skalerbare og betydelige eksportnæringer.

I arbeidet med disse forretningsområdene har to forhold vært viktige:

- Det pågår en rekke initiativer og prosjekter som kan relateres til forretningsområdene. Disse er ikke beskrevet i rapporten, men flere av dem kan bidra til å realisere ambisjoner, satsinger og rammebetingelser.
- De 6 hovedområdene i arbeidet (som er nevnt over) er store områder. Det er viktig å merke seg at det er prioritert til dels strengt innenfor disse områdene, for å peke ut de anbefalte forretningsområdene. Dette er en viktig karakteristikk ved resultatene.

Analysen indikerer at omsetningspotensialet for norske aktører innenfor de prioriterte forretningsområdene kan være minst 32mrd. EUR/år i 2030 og minst 76 mrd. EUR/år i 2050. Estimater forutsetter at norske aktører satses på disse 6 hovedområdene og at norske myndigheter aktivt legger til rette for disse satsingene, slik at aktørene kan ta markedandeler i voksende markeder. Markedsveksten i alle de seks markedene drives av globale klimaambisjoner, kostnadsfall på fornybar energi og sterke trender innen elektrifisering og digitalisering. En oversikt over markedsscenarioene som ligger til grunn for prosjektets analyser finnes i kapittel 4.3.1. Hvis aktørene er i stand til å posisjonere seg på den, vil raskere markedsvekst være en til dels stor oppside.

### Nærmere om de prioriterte forretningsområdene innenfor hvert område

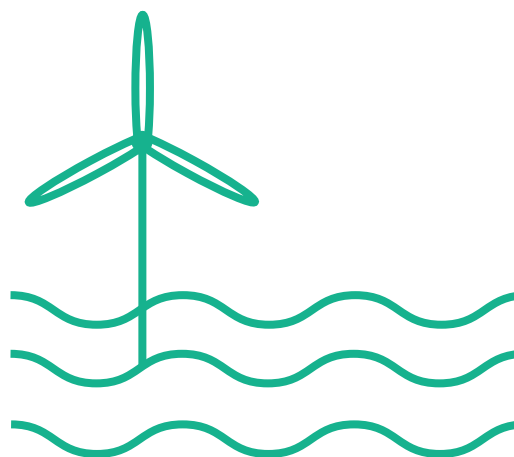
Nedenfor presenteres kort de seks hovedområdene, herunder hvilke forretningsområder som er identifisert som mest attraktive for norske aktører. Innledningsvis er det viktig å merke seg at det haster med å gripe mulighetene som beskrives. Hvor mye det haster varierer mellom områdene, avhengig av marked, teknologi, kapital og myndighetenes ambisjoner og reguleringer. Markedet for globale fornybaraktører, leverandørkjeden for havvind, batterier og energisystemer er stort og det er liten usikkerhet rundt markedsvolum, men det haster å bli med på industrialiseringen som skjer nå. For hydrogen og maritim sektor er det også et stort marked, men usikkerheten rundt volum og tid er større og mer avhengig av politiske føringer nasjonalt og internasjonalt. Her haster det å posisjonere seg i forhold til konkurrentene. En helhetlig satsing vil bidra til at det bygges opp gode økosystemer av bedrifter og nettverk for flere markeder. I presentasjonen av områdene under utgjør målbildene beskrivelser av hva som kan oppnås for norske aktører dersom man lykkes med satsningen.



### **Globale fornybaraktører – innenfor alle fornybarteknologier**

- Globale fornybaraktører er norske selskaper som utvikler, bygger og drifter internasjonale fornybarprosjekter. Forskjellige forretningsmodeller og eiermodeller vil være lønnsomme avhengig av marked og geografisk lokasjon.
- *Attraktive forretningsområder:*
  - o Utvikling, bygging og drift av fornybar kraftproduksjon internasjonalt
  - o Et mangfold av verdiskapingsmuligheter knyttet til slik virksomhet, med forskjellige eierskapsmodeller avhengig av egenskapene til de respektive markedene man opererer i
  - o Det er muligheter innen alle teknologier – landbasert vindkraft, havvind, solkraft og vannkraft, og en eksponering på tvers av teknologier er sett på som fordelaktig
- *Konkurransefortrinn:*
  - o Norge har sterke aktører med internasjonal erfaring innen prosjektutvikling, bygging og drift og verdensledende kompetanse innen markedsoperasjoner. Stor skala og god markedsforståelse er nødvendig i de markedene man satser i – dette for å oppnå tilstrekkelig konkurransekraft. Her må norske aktører øke investeringene for å matche store globale aktører. Å nyttiggjøre markedskompetanse er et av de viktigste konkurransefortrinnene til norske aktører.
- *Verdiskapingspotensial:*
  - o Mulig å bygge store globale energiselskaper med brede ringvirkninger for det norske økosystemet rundt fornybar energi (inkl. utdanning, forskning og leverandørkjeder). Det er ingen mangel på lønnsomme prosjekter så lenge man evner å oppnå tilstrekkelig skala og utnytte og videreutvikle markedsforståelse. Skala og markedsforståelse vil bidra til å øke lønnsomheten i enkeltprosjekter og på tvers av porteføljer.
  - o Omsetningspotensial: 2030 9 mrd EUR/y, 2050 18 mrd EUR/y (Utfallsrom 2050: 11 - 34). Se figur 1. Det er viktig å merke seg at hele denne omsetningen ikke tilfaller Norge som eksport.
- *Målbilde:* I tidsrommet frem til 2030 må norske aktører ta en betydelig større markedsandel enn de har i dag, med et mål om å ha utviklet og bygget 15 GW landbasert vind, 15 GW offshore vind og 15 GW solkraft i globale markeder (jf dagens etablerte mål i størrelsesorden 15 GW i 2025). Denne utviklingen gjør aktørene markedsledende innen prosjektutvikling, markedsintegrasjon og drift i energisystemer med økende kompleksitet, skala og sektorkobling. En viktig del av målbildet er utvikling av betydelig prosjektrelatert forskningsaktivitet og etablering av finansielle aktører.

### Leverandørkjeden for havvind



- Leverandørkjeden for havvind består av alle de aktivitetene som er nødvendig for bygging og drift av havvindsprosjekter, minus utviklerrollen, som dekkes i globale fornybaraktører. Verdikjeden inneholder segmenter som produksjon av komponenter, FEED<sup>3</sup>, EPCI<sup>4</sup>, maritime tjenester i gjennomføring og drift, drift og vedlikehold, design og bygging av offshore fartøy, etc.

- *Attraktive forretningsområder:*

- o Utvikling av sterke norske EPCI-kontraktører (overordnet ansvar for helheten eller deler av leveransen innen engineering, procurement, construction og installation, her inngår prosjektledelse og kontraktstyring), som gjennom sitt overordnede kontraktansvar kan bidra til å katalysere fremvekst av et mangfold av norske underleverandører
- o Maritime tjenester til gjennomførings- og driftsfasen
- o Produksjon av sjøkabler – særlig avanserte dynamiske kabler til flytende havvind
- o Design og konstruksjon av installasjon- og driftsfartøy
- o Høyt teknologiske og digitale tjenester til drift og vedlikehold

- *Konkurransefortrinn:*

Norge har mye relevant kompetanse fra olje og gass og maritim industri og har tatt 3-5% markedsandel uten målrettet satsning. Norske aktører mangler erfaring i et internasjonalt havvindmarked hvor etablerte aktører fort sikrer seg markedsandeler. Innenfor flytende havvind er markedet mindre etablert, og norske aktører er bedre posisjo-

ner. Kompetansen fra olje og gass ses på som et midlertidig fortrinn, som raskt faller bort når andre aktører får mer relevant erfaring fra industrielle havvindprosjekt.

- *Verdiskapingspotensial:*

Mulig å bygge middels store ingeniør- og konsultantselskaper med potensielt mange høyt kvalifiserte arbeidsplasser i Norge samt mulighet for lokal industri rundt produksjon av kabler, fartøy og potensielt flytende fundament. Disse større aktørene innenfor EPCI-segmentet og maritime operasjoner vil kunne dra med seg mindre norske aktører ut, og bidra til å lage et bredt og dypt aktørmangfold. EPCI-segmentet innehar vesentlig risikohåndtering, både i gjennomføring og med tanke på kontraktsstyring og vil gi høyere lønnsomhet over tid enn andre deler av verdikjeden.

- *Omsetningspotensial:* 2030 5 mrd EUR/y, 2050 6 mrd EUR/y (Utfallsrom 2050: 4 – 11). Se figur 1.

- *Målbilde:* Basert på en langsiktig nasjonal strategi er det viktig å etablere en sterk norsk leverandørindustri, som er konkurransedyktig i internasjonale markeder. I løpet av 2030 bør denne industrien ha 10% internasjonal markedsandel, som kan opprettholdes i et voksende marked frem mot 2050.

3 Front End Engineering Design

4 Engineering, Procurement, Construction and Installation

### Verdikjeden for batterier

- Verdikjeden for batterier inkluderer prosessering av råvarer, komponentproduksjon, celleproduksjon, sammenstilling, integrasjon og resirkulering.
- *Attraktive forretningsområder:*
  - o Prosessering av råmaterialer, f.eks.: grafitt, kobolt og nikkel
  - o Sammenstilling og integrasjon (ekskludert automotive)
  - o Resirkulering
  - o Celleproduksjon (som styrker hele verdikjeden)
- *Konkurransefortrinn:*

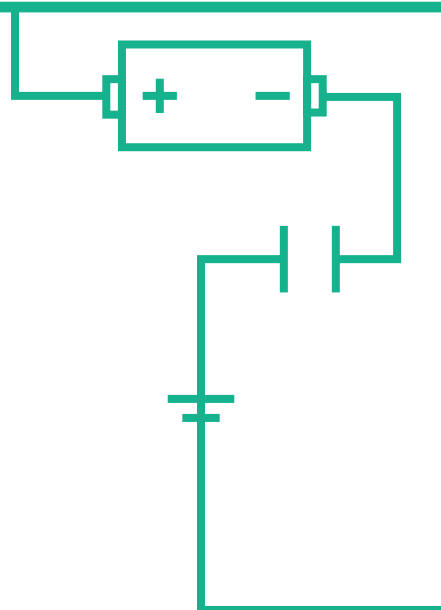
Norge har gode konkurransefortrinn innen prosessering av råmaterialer, integrasjon i maritim sektor, og resirkulering av batterier, samt tilgang på fornybar kraft til konkurranse-dyktige priser, og er allerede posisjonert i disse forretningsområdene. I tillegg er vi like godt stilt som andre europeiske land innen celleproduksjon, men dette vil kreve at man raskt etablerer store produksjonsenheter.
- *Verdiskapingspotensial:*

Det er mulig å bygge opp store battericelleprodusenter i Norge, primært for å betjene europeiske markeder. Det vil ha store ring-

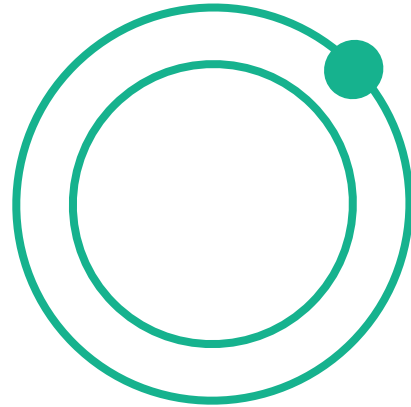
virkninger på andre deler av verdikjeden (komponentproduksjon, resirkulering og økosystemeffekter).

- *Omsetningspotensial:* 2030 9 mrd EUR/y, 2050 18 mrd EUR/y (Utfallsrom 2050: 13 – 36). Se figur 1.

- *Målbilde:* For å utvikle en bred verdikjede for produksjon av batterier er det viktig at det utvikles produsenter av celler raskt. I takt med denne etableringen kan norske aktører etablere både oppstrøms produksjon av komponenter og nedstrøms sammenstilling og resirkulering av batterier. Innen 2030 er verdikjeden skalert til en celleproduksjon på 100GWh/y som på lang sikt øker og baserer seg på teknologi utviklet i Norge og Europa.



## Hydrogen



- Verdikjeden for hydrogen inkluderer produksjon av hydrogen fra elektrolyse til ulike sluttbrugerapplikasjoner, samt produksjon av hydrogenutstyr. Både produksjon av hydrogen i Norge og i utlandet.
- *Attraktive forretningsområder:*
  - o Komponenter: elektrolysører, lager- og systemløsninger
  - o Produksjon av hydrogen/ammoniakk til: Maritim virksomhet, landtransport, gjødsel og annen industri– både produksjon nasjonalt til nasjonalt forbruk og produksjon internasjonalt nært forbrukere. Over tid også produksjon av hydrogen og hydrogenbaserte energibærere (ammoniakk, syntetiske drivstoff etc.) for eksport.
- *Konkurransefortrinn:*

Norge har et godt utgangspunkt for produksjon av hydrogen med tilgang på konkurransedyktig fornybar kraft. Norske aktører og forskningsinstitusjoner har relevant kompetanse, som kan styrkes gjennom tidlig innenlands bruk av hydrogen og ammoniakk etc. Det er også et godt utgangspunkt for etablering og skalering av utstørsproduksjon, i tøff internasjonal konkurranse. I et lengre perspektiv kan kraft- og hydrogenkompetanse benyttes i etableringen av lokal

europæisk produksjon.

- *Verdiskapingspotensial:*

Det er mulig å bygge store hydrogenproduksjonsselskaper og utstørsprodusenter fra Norge – med store ringvirkninger på andre produkter og tjenester. Det er usikkert hvor stort markedet vil bli og hvor stor andel av markedet norske aktører kan ta.

- *Omsetningspotensial:* 2030 1 mrd EUR/y, 2050 7 mrd EUR/y (Utfallsrom 2050: 4 - 20). Se figur 1. Dette dekker hydrogen produsert fra kraft. Potensial for hydrogen fra naturgass er ikke omfattet.

- *Målbilde:* Frem mot 2030 etablerer og utvikler norske aktører virksomhet innenfor de anbefalte forretningsområdene. Markeder i Norge og andre land med ambisiøs klimapolitikk er viktige vekstområder. Denne muligheten til tidlig skalering gir norske aktører en solid posisjon internasjonalt når markedene forventes å vokse raskere etter 2030, frem mot 2040. I tillegg posisjonerer denne satsingen selskapene til å gripe muligheter som åpner seg ved en eventuelt raskere markedsvekst.

### Maritim sektor

- Prosjektet har vurdert mulighetene for norsk næringsliv knyttet til omstilling til lav- og nullutslipps energibærere (elektrisitet, hydrogen og ammoniakk) i maritim transport, inkludert posisjoner innen nye energiinfrastrukturløsninger.

- *Attraktive forretningsområder:*

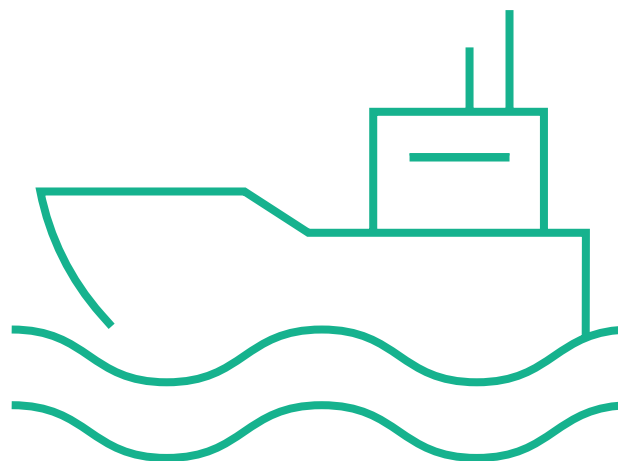
- o Design, konseptutvikling og godkjenning av hele skip og fremdriftssystemer
- o Driftssystemer og komponent-integrasjon
- o Komponentproduksjon til fremdriftssystemer
- o Eierskap og kommersiell drift
- o Energiinfrastruktur for skip (elektrisitet, hydrogen og ammoniakk) – design, konseptutvikling, integrasjon og drift

- *Konkurransefortrinn:*

Norge har verdensledende posisjon i dag innen skipssegmenter som preges av høy grad av kompleksitet. Blant annet på grunn av omstilling til elektrisitet, hydrogen og ammoniakk vil graden av kompleksitet øke i mange skipssegmenter – dette kan bidra til ytterligere styrking av norske fortrinn.

- *Verdiskapingspotensial:*

Potensialet for verdiskaping dreier seg i stor grad om omstilling av eksisterende industri, men det er også et betydelig potensial for å øke verdiskapingen, blant



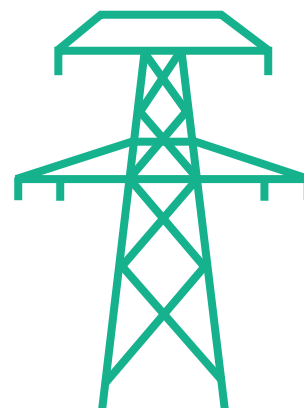
annet ved å vinne posisjoner innen skipssegmenter som i dag preges av relativt lav kompleksitet – en viktig forutsetning for å lykkes innen disse nye segmentene er at skipene ikke blir mer komplekse i bruk, at man greier å holde investeringskostnader på et konkurransedyktig nivå og at man lykkes med å skape merverdi i driftsfasen. Det er stor usikkerhet rundt hvor stort og hvor raskt nye fremdriftssystemer vil fases inn i markedet.

- *Omsetningspotensial:* 2030 5 mrd. EUR/y, 2050 18 mrd. EUR/y (Utfallsrom 2050: 17 - 53). Se figur 1.

- *Målbilde:* Markedene i Norge brukes som inkubator til å utvikle norske aktører innen de anbefalte forretningsområdene. Avkarbonisering kombineres med andre dominerende trender som autonomi og digitalisering til å styrke norske selskapers konkurransefortrinn, på lang sikt også inn mot skipstyper som i større grad retter seg mot deep sea. Som en integrert del av denne utviklingen tar norske aktører posisjoner i infrastruktur for energiforsyning til maritim virksomhet.



### Optimalisering av kraftsystemer og smart lading på vei som eksportnæring



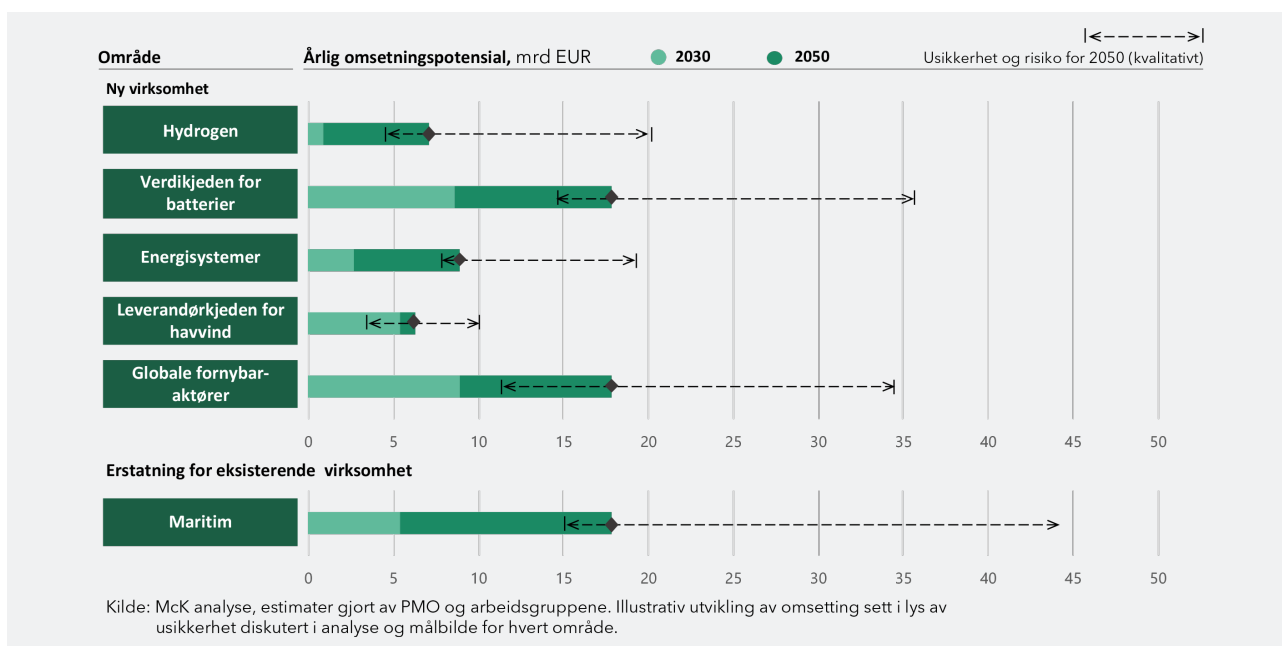
- Prosjektet har tatt for seg nettoptimalisering, markedsoptimalisering og smart lading vei. Disse områdene er deler av et komplekst system, og de bidrar til å knytte sammen de andre områdene i prosjektet. Det er store synergier mellom disse områdene og de andre verdikjedene prosjektet tar for seg. Muligheter for å unngå eller utsette store infrastrukturinvesteringer, kostnadseffektiv stabilisering av kraftsystemet og effektiv utnyttelse av fornybare ressurser er sentrale drivere bak forretningsmuligheter innen optimalisering av kraftsystem og smart lading vei.
- *Attraktive forretningsområder:*
  - o Nettoptimalisering – skybaserte tjenester som selges til nettoperatører og bidrar til mer optimale investeringer i nett og mer optimal drift, mer spesifikt innsamling og integrasjon av data, analyse av data og optimering.
  - o Markedsoptimalisering
    - Drift av markeds plasser for handel av strøm eller leveranser av systemer og tjenester til disse
    - Utøvelse av roller i kraftmarkedet slik som aggregering og forvaltning av produksjonsressurser (virtuelle kraftverk), aggregering og forvaltning av sluttbrukerflexibilitet, formidling av kommersielle kraftavtaler (PPA) og leveranser av systemer og tjenester til alle disse aktørene.
  - o Smart lading (vei)  
Leveranse og drift av systeminfrastruktur for koordinering av kjøretøysflåter for å effektivt utnytte ladeinfrastruktur og optimalisere bruken av kraftsystemet gjennom styring og optimering av lading.

- *Konkurransefortrinn:*  
Norge var tidlig ute med liberalisering av kraftmarkedet, noe som har bidratt til å bygge kompetanse innen analyse og porteføljevaltning. I tillegg ligger Norge langt fremme på digitalisering av kraftsystemet og har fortrinn innen digital tvilling<sup>5</sup>. At Norge ligger foran på elektrifisering kan skape «early mover»-fordeler i samspillet mellom transportsektor og kraftsystem. Vårt felles, integrerte nordiske kraftmarked er en god plattform for utvikling og testing av nye løsninger.
- *Verdiskapingspotensial:*  
Markedene for systemer og tjenester innen optimalisering av kraftsystem og smart lading vei er betydelige. Totalt kan markedene for slike løsninger og tjenester utgjøre 169-390 mrd. EUR. Dersom Norge lykkes med å utnytte og å bygge videre på eksisterende konkurransefortrinn kan man lykkes med å ta betydelige posisjoner i disse markedene.
- *Omsetningspotensial:* 2030 3 mrd. EUR/y, 2050 9 mrd. EUR/y (Utfallsrom 2050: 8 - 18). Se figur 1.
- *Målbilde:* norske aktører lykkes med å utnytte at det norske markedet ligger foran til å utvikle kompetanse og løsninger. Med dette utgangspunktet tar norske aktører posisjoner både innen pilotering og skalering av løsninger og tjenester som bidrar til optimalisering av strømnnett, strømmarkeder og grensesnittet mellom veitransport og kraftsystem i store fremvoksende marked utenfor Norge. Utviklingen fortsetter og verdiskapingen vokser også etter 2030 – systemene blir mer komplekse og kan gi stadig mer effektiv utnyttelse av ressurser i kraftsystemet.

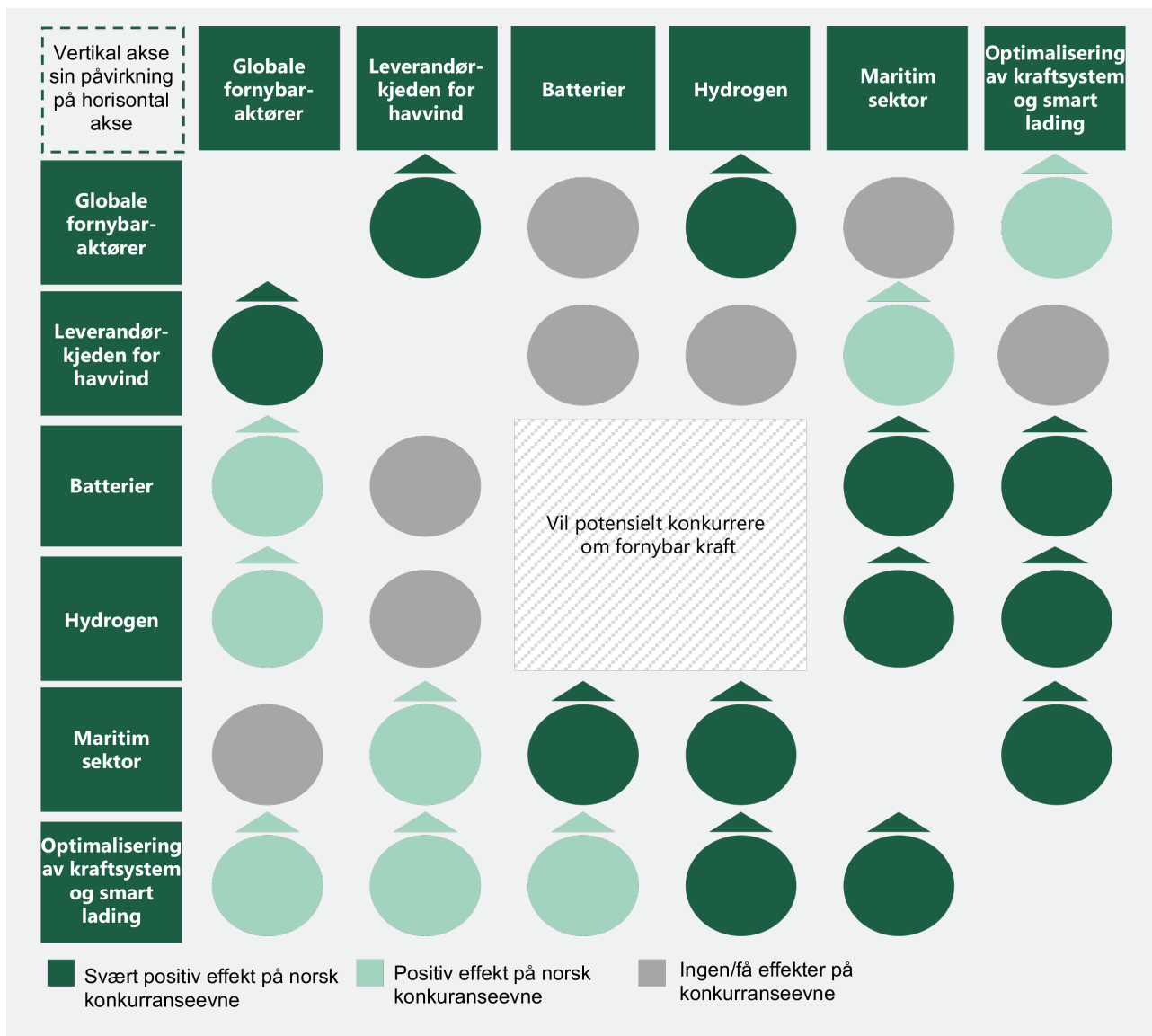
<sup>5</sup> Digital profil av adferd til et fysisk objekt eller en prosess



## 2. Sammendrag



Figur 1: Estimert omsetningspotensial per område (mrd eur/år) i 2030 og 2050<sup>6</sup>



Figur 2: Synergier mellom områdene

### Synergier mellom områdene

I tillegg til å bygge konkurransekraft innen enkeltområdene, er det også viktig å utnytte synergier mellom de seks hovedområdene som kan forsterke norsk konkurransevne. En helhetlig satsing vil bidra til at det bygges opp gode økosystemer av bedrifter og nettverk for flere markeder. Figur 2 illustrerer dette prinsipielt, og viser sammenhenger der aktivitet innenfor et av hovedområdene (horisontalt) styrker de andre områdene (piler vertikalt). Det er potensielt store synergier mellom områdene. I lys av utviklingen mot et distribuert og digitalt energisystem er spesielt optimalisering av kraftsystemet og markedsforståelse en avgjørende kapasitet for å kunne realisere betydelig verdi innenfor flere av de andre forretningsområdene. Som nevnt innledningsvis, og flere steder i analysene, vil dette kreve dyp forståelse for etterspørselssiden i energisystemet. Å bygge økosystemene på tvers av de seks hovedområdene som beskrives i denne rapporten er derfor et viktig element for å drive innovasjon på både teknologi og forretningsmodeller. Dette har en åpenbar oppside, men må også verdsettes som et viktig bidrag til å redusere risikoen knyttet til den ambisiøse satsingen som anbefales.

### Industrien og myndighetene må ha en felles satsing for å lykkes

Prosjektet har definert mål, tiltak og virkemidler spesifikt for hvert av de seks områdene som er beskrevet over. Det er viktig å merke seg at vi i dag ikke besitter sterk nok konkurransekraft til å løfte frem de respektive områdene i henhold til omsetningstallene illustrert over, og at den må bygges målrettet over tid. Dette er gjennomgående og gjelder alle forretningsområdene.

Utvikling av en skalerbar og betydningsfull eksportindustri innen grønne elektriske verdikjeder krever både nasjonale ambisjoner, spesifikke satsinger og finansielle rammebetingelser:

### Nasjonale ambisjoner

- Sette tydelige og ambisiøse nasjonale mål om å realisere mulighetene i elektriske verdikjeder. Myndigheter og næringsliv må sammen utvikle ambisiøse mål for disse eksportnæringene. Det er et betydelig behov for utvikling av eksisterende og etablering av nye virksomheter, både oppstartsbedrifter og utvikling av nye forretningsområder hos eksisterende aktører. Skal satsingen på disse nye områdene gå raskt nok er

det viktig å legge til rette for flere nyetableringer og oppstartsbedrifter som er i stand til å skalere internasjonalt. Myndighetene må gjøre det attraktivt med utenlandske etableringer i Norge.

- Skape sterkere nasjonale økosystemer som er i stand til å realisere og utnytte synergiene. På tvers av oppstartsbedriftene og de etablerte aktørene er det nødvendig med sterkere nettverk mellom bedriftene. Økosystemet for disse eksportnæringene må utvikles betydelig, i bredde og dybde. Dette inkluderer utvikling av finansieringsinstitusjoner med solid kompetanse om disse næringene, som kan delta i alle ledd av internasjonal industrialisering og skalering.
- Aktiv internasjonal posisjonering av elektriske verdikjeder.

De anbefalte forretningsområdene har alle betydelige markeder i Europa. EUs Green Deal er en viktig driver for markedene, og norsk satsing på disse områdene vil bidra til at EU når målsettingene innenfor Green Deal. Utvikling av nye norske aktører som kan levere til europeiske markeder kan også bidra til å levere på EUs industristrategi på disse områdene. Alle de 6 områdene er viktige i EUs arbeid med et avkarbonisert og fornybart energisystem, og norske aktørers satsinger kan i betydelig grad bidra til at EU når sine ambisjoner. Dette aktualiserer tre viktige oppgaver for norske myndigheter:

- Næringsliv og myndigheter må engasjere seg i internasjonale prosesser som former politikk, regelverk, standarder og marked. Blant annet innen utvikling av muliggjørende infrastruktur, energi- og klimapolitikk, kraftmarkedsdesign, karbonkvotemarked og forskningssamarbeid i EU.
- Myndighetene må aktivt støtte opp om norske bedrifters satsing i utlandet, gjennom markeds-tilgang og eksportfremme. Det er behov for en kraftig oppjustering både når det gjelder organisering, koordinering og virkemiddelbruk for å understøtte den omstillingen som norsk næringsliv er inne i og for å utløse eksportpotensialet
- Myndighetene må bygge opp en kompetent og profesjonell organisasjon som attraktivt fremmer utenlandske etableringer i Norge. Disse etableringene er på mange måter en sterk test av konkurransedyktigheten til de norske rammebetingelsene.

### Spesifikk satsing på de anbefalte forretningsområdene

- Satse bevisst på kompetanse, forskning, utvikling og innovasjon
- For alle de anbefalte forretningsområdene kreves det at norske aktører har tilgang til og utvikler globalt ledende teknologi og løsninger.

6 M&K analyse, estimerer gjort av PMO og arbeidsgruppene. Illustrativ utvikling av omsetning sett i lys av usikkerhet diskutert i analyse og målbilde for hvert område.

Dette krever langsiktig og prioritert arbeid med forskning, utvikling og innovasjon. Forretningsutvikling bør prioriteres, med økt satsing på kommersialisering av høy kompetanse.

Virkemiddelapparatet må brukes målrettet til utvikling og skalering av teknologi, der eksportrelevans innføres som et mer førende kriterium. Forskningsutveksling må styrkes på områder der Norge har kompetansegap og Norge må kunne tiltrekke seg kompetanse utenfra.

- Legge til rette for effektive og målrettede regulatoriske ordninger

Etableringsprosessene må være raske og effektive. Det er behov for betydelig kunnskap om nasjonale satsingsområder hos myndigheter og regulatorer. Det trengs effektiv utvikling av standarder og løsninger nasjonalt og regionalt for å tilrettelegge for næringsutvikling, for eksempel ved å tilgjengeliggjøre arealer og tilrettelegge for kraft- og annen infrastruktur. Tilrettelegging og realisering av muligheter i Norge i tidlig fase for skalering internasjonalt, må tillegges økende vekt.

### Finansielle rammebetingelser

De finansielle rammebetingelsene som foreslås er alle til en viss grad en del av dagens virkemiddelapparat. Det pekes her på områder som bør styrkes for å kunne realisere målbildene som er beskrevet og som i varierende grad vil belaste offentlige budsjetter: fra garantier og kreditter som i utgangspunktet ikke materialiserer seg som utgifter, til risikokapital og FoU investeringer hvor det kan forventes fremtidig avkastning, til etableringsstøtte og avgiftsreduksjoner som i større grad vil være direkte utgifter for myndighetene.

Det anbefales at alle disse områdene mobiliseres. Det er viktige fellesnevnerne mellom områdene, som klargjør hva rammebetingelsene bør resultere i:

- Garantier og kreditter: Alle områdene vil fremmes av tilstrekkelige rammer, langsiktighet og tilgang til internasjonale ordninger.
- Risikokapital i privat-offentlig samspill: For alle aktørene er tilgang til kapital sentralt, fra investeringer i små oppstartsselskaper til større industrielle aktører.
- Forskning, utvikling og innovasjon: I sum sikre utvikling av internasjonalt ledende teknologiposisjoner rettet mot eksport.
- Driftsstøtte: Sørge for tilsvarende betingelser som i EU og hos andre konkurrenter
- Etableringsstøtte: se neste avsnitt

### Finansielle støtteordninger til etablering

For å etablere en konkurransedyktig industriell virksomhet innen havvind, batterier og produksjon av hydrogenkomponenter er finansielle støtte-

ordninger til etablering et viktig virkemiddel. Disse ordningene må utformes klokt og må balansere interesser som påvirkes av ordningene.

Leverandørkjeden for havvind krever rask oppbygging av en industri som er rettet mot eksport til internasjonale markeder. Det bør legges en tydelig nasjonal strategi som tar hensyn til interesse-motsetninger som reiser seg i etableringen av havvind på norsk sokkel. Det er sentralt at denne strategien balanserer viktigheten av en rask utvikling av norsk leverandørindustri gjennom umiddelbare havvinprosjekt på norsk sokkel og interessene som ligger i verdiskapingen i det nordiske kraftmarkedet og hos norsk industri. Det vil tilsi at relevante virkemidler er eksportrettede industripolitiske tiltak og enkelte prekommersielle satsinger som skal bidra til industriutvikling. Konkurrerende land i Europa bruker betydelige ressurser på å støtte utvikling av egen industri. Spesielt bør strategien bygge på:

- A.** Orientering av leverandørindustrien mot et betydelig kommersielt internasjonalt marked for havvind, både for bunnfast og etterhvert flytende teknologi. Havvind er en konkurransedyktig teknologi i mange Europeiske land. Norske leverandører må bygge seg opp raskt i disse markedene, som har stort volum og mulighet for utvikling.
- B.** Norske myndigheter må utvikle arealer på norsk sektor rettet mot direkte eksport av strøm til internasjonale markeder. Utviklingen av disse arealene vil ta tid og det er derfor viktig at arbeidet prioriteres og starter nå.
- C.** For å heve mulighetene til å utvikle en konkurransedyktig leverandørindustri må det raskt etableres et begrenset antall pre-kommersielle prosjekter der strømmen – om ikke andre tilkoblingsløsninger er mulige - føres til land i Norge. Disse må ha en størrelse på omkring 500MW for å gi den industrialiserings-effekten som er nødvendig. Antall slike prosjekter må vurderes ut ifra hva som skal til for å løfte konkurransekraften til norsk leverandørindustri tilstrekkelig for å kunne vinne kontrakter i det internasjonale markedet for å utvikle næringen, veiet opp mot de samfunnsøkonomiske effektene. Det må også vurderes om dette skal begrenses til flytende teknologi, samtidig som viktigheten av å satse på bunnfast ikke må undervurderes. Ettersom bunnfast regnes som en mer moden teknologi, vil støttebehovet være mindre.

Storskala kapasitet for produksjon av batterier og komponenter til hydrogenproduksjon vil kreve store industrielle etableringer. Skal Norske selskaper kunne etablere seg med den hastighet og skala som er

nødvendig for å oppnå konkurransekraft vil det være nødvendig med etableringsordninger. Disse ordningene må gi like muligheter for støtte som land i EU har tilgang til. Disse ordningene er viktige for etablering av de første produksjonsenhetene i det som over tid vil bli lønnsomme og konkurranse-dyktige aktører.

For alle forretningsområdene som beskrives er det sentralt at norske forskning og utviklingsmiljøer over tid bygges opp til høyt internasjonalt nivå. Dette vil kreve langsiktig stabil finansiering av FoU i samspill mellom myndigheter og aktørene.

### **Andre viktige rammebetingelser**

- Systemoptimalisering og smart lading: For å lykkes med etablering av robuste og innovative aktører innenfor optimalisering av kraftsystemer og smart lading er det nødvendig med et rikt miljø av oppstartsbedrifter som satser internasjonalt. Dette stiller krav til rask etablering av de nødvendige komponentene i dette økosystemet, som må være globalt ledende.
- Utvikling av globale fornybaraktører krever betydelig kapitaltilgang og er store satsinger for norske aktører
- Det er behov for insentiver som akselererer og skalerer i avkarbonisering av maritim sektor. Dette må legges strategier for dette som mobiliserer lasteiere og fremmer styrket konkurransekraft i maritim sektor.

### **Næringsliv og myndigheter må handle raskt nok**

Flere land og selskaper posisjonerer seg nå for å ta del i omleggingen av verdens energisystemer. Norske aktører og myndigheter må som nevnt tidligere handle raskt dersom vi ikke skal bli hengende etter i utviklingen. Målsettingene som er definert i prosjektet innebærer at aktørene må vise at de har ambisjoner om å realisere mulighetene som beskrives. Myndighetene må inspirere og følge opp disse ambisjonene gjennom å tilegne seg dyp kompetanse om alle rammebetingelsene som er nødvendige og for å forstå utfordringene aktørene står overfor.



# 3. Utfordringen og mulighetene

### 3. Utfordringen og mulighetene

Framover trenger Norge et eksportrettet og mer variert og konkurransedyktig næringsliv utenom oljevirksomheten. Det er dokumentert at Norge er blant landene som har tapt størst eksportandeler de siste tjue årene, se Figur 3. Det er et klart behov for utvikling og etablering av nytt, eksportrettet næringsliv. Dette vil kreve nytenking, entreprenørskap og omstilling.

Den pågående omleggingen av energisystemet åpner mange nye muligheter, også for norsk næringsliv. Parisavtalen og ambisiøse klimamål i Europa, Norge og globalt skaper nye vekstmuligheter. Næringsutvikling blir en sentral del av klimapolitikken, slik «European Green Deal» er et eksempel på. Nasjoner og næringsaktører må i økende grad kombinere sine klimamål med utvikling av konkurranseevnen for å tiltrekke seg investorer og kunder.



Figur 3: Eksportandelen til OECD-land uttrykt i volumindeks, med indeksår satt til 1997. Land som har en volumindeks på over 100 har vunnet markedsandeler siden 1997, mens land som har en volumindeks på under 100 har tapt markedsandeler.<sup>7</sup>

Energisystemet i Europa forventes å endre seg drastisk frem mot 2050, med gjennomgripende og strukturelle endringer drevet fram av fallende kostnader for fornybar kraftproduksjon, behovet for avkarbonisering og digitalisering:

- Betydelig økt fornybarandel i kraftproduksjon som følge av fortsatt fallende kostnader for fornybare produksjonsteknologier.
- Overgang fra fossil energi til fornybar gjør elektrifisering mer attraktivt i alle sektorer.
- Sektorene i energisystemet kobles tettere sammen, f.eks.: kraft-, bygning-, transport- og industrisektoren. Samspill blir da viktigere for å håndtere et mer komplekst system, og for å sikre kostnadseffektivitet og forsyningssikkerhet, noe som skaper økt behov for optimering, styring og lagring.
- Desentrale løsninger blir viktigere, herunder lokal produksjon, lokal lagring og forbruksfleksibilitet.

- Utnyttelse av digitale teknologier er svært viktig for fremtidens energisystem og stiller skjerpede krav til datasikkerhet.

Det forventes omfattende investeringer i alle deler av energisystemet. Økning i fornybar kraftproduksjon og elektrifisering av alle sektorer er viktige klimaløsninger mot 2050. Norge og norsk næringsliv har et godt utgangspunkt for å utvikle nye eksportrettede forretningsområder knyttet til denne økende elektrifiseringen.

Fra naturens side er Norge tilgodesett med betydelige fornybare kraftressurser, og da spesielt med vannkraften. Store nasjonale programmer for utbygging av vannkraft og overføringsnett ble iverksatt på 30-tallet, og utbyggingen fortsatte i etterkrigstiden.

<sup>7</sup> «Mot et norsk havvindmarked status og veien videre», Eksportkreditt, Presentasjon v/lvar Slengesol 21.april 2020, Manifest Tankesmie webinar. Kilde: IMF, bearbeidet av Menon for Eksportkreditt Norge. 1997=100. Relativ utvikling markedsandeler av verdenshandel i volum/faste priser

Med dette kom muligheter for utbredt kraftintensiv industri, og vannkraften var således utslagsgivende for økonomisk vekst og utvikling i Norge. Kraftintensiv industri og utbredt elektrisk oppvarming av bygninger gjør at Norge har svært høy elektrifiseringsandel i energiforsyningen. Norge har også blitt et «laboratorium» for elektrifisering av nye områder, særlig i transportsektoren. Likevel har man i for liten grad fulgt opp «laboratoriet» ved å utvikle nye forretningsmuligheter og verdikjeder, ny teknologi eller ny eksportbasert leverandørindustri.

Vi har et tidsvindu nå hvor vi kan utvikle eksisterende og bygge ny, eksportrettet industri og nye sterke verdikjeder basert på en fornybar kraftproduksjon og elektrifisering og sterk maritim kompetanse. Prosjektet «Grønne elektriske verdikjeder» er et første svar på noen av disse mulighetene.

#### 3.1. Covid-19

Norsk og internasjonal økonomi står overfor store utfordringer som følge av Covid-19- pandemien. Analysene i dette prosjektet ble i hovedsak gjennomført før Covid-19 traff samfunnet, og prosjektet har ikke gjort en dyp revisjon av analysene av markeder og forretningsområder i lys av pandemien. Likevel mener vi at anbefalingene som presenteres er robuste, både på kort og lang sikt. Tiltak for å motvirke negative konsekvenser av pandemien bør sikre et robust fremtidsrettet næringsliv. Pågående og nødvendig elektrifisering representerer en betydelig mulighet for ny vekst og pandemien har gjort mulighetene som er identifisert i prosjektet mer aktuelle. COVID 19-pandemien har for noen næringer skapt uforutsigbarhet særlig med tanke på tilgang på kapital til FoU. Dette grunner i bedrifters behov for å kutte kostnader som ikke bidrar til kortsiktig inntjening. Dette er en utfordring som må adresseres.

# 4. Om prosjektet «Grønne elektriske verdikjeder»



### 4.1. Formål

Hovedformålet med prosjektet er å løfte frem mulighetene innen elektrifisering og bidra til at det utvikles leverandørkjeder som også har grunnlag for eksport. Arbeidet skal bidra til å øke tempoet i verdiskaping fra elektrifiseringen. Konkret er det lagt til grunn et mulighetsstudium som:

- Identifiserer verdikjeder og forretningsområder knyttet til elektrifisering i Norge, i Europa og globalt
- Analyserer og beskriver hvordan det kan bygges et internasjonalt konkurransedyktig norsk økosystem rundt elektrifisering
- Utforsker potensial for norsk verdiskaping og eksport, og basert på dette foreslår prioriterte satsingsområder
- Øker bevisstheten i næringslivet og hos myndighetene om nye muligheter, forutsetninger og utløsende tiltak for å realisere potensialet

### 4.2. Innretting

Prosjektet bygger på initiativer som er i gang og skal gi merverdi til eksisterende prosesser. Arbeidet sees særlig i sammenheng med NHO-fellesskapets arbeid med "Veikart for fremtidens næringsliv", men også andre strategiprosesser og konkrete bedriftsinitiativer.

Prosjektet samler nøkkelaktører innen områder der elektrifisering er aktuelt. Et bedre samspill mellom ulike næringer er i seg selv avgjørende for å lykkes. Det handler om å etablere bedre felles innsikt og forståelse for mulighetene, utfallsrommet og behovet for å bygge et norsk økosystem rundt elektrifisering.

Samtidig vil det være behov for et offentlig/privat samarbeid for å realisere potensialet. Prosjektet vil derfor løfte frem verdikjeder og forretningsområder hvor det er sannsynlig at norsk næringsliv kan lykkes i stor skala. Videre vil prosjektet gi innsikt i hvilke tiltak som er nødvendig for å overkomme barrierer og utløse potensialet.

### 4.3. Organisering og arbeidsprosess

Prosjektet er initiert av NHO og kobler nøkkelaktører innen næringsliv, forskning og relevante offentlige virksomheter. 16 partnere har deltatt: Agder Energi, BKK, Elkem, Enova, Equinor, Hafslund E-CO, Havila, Hydro, IFE, Kongsberg Digital, NHO, Scania, SINTEF, Statkraft, Statnett og Veidekke. Enova har deltatt i analysen av marked, konkurransekraft og verdiskapingspotensial, men ikke i arbeidet med tiltak og rammebetingelser. LO har deltatt som observatør. I tillegg har Aker Solutions, DNV GL, Grønt skipsfartsprogram og Aibel bidratt aktivt i arbeidet i prosjektet.

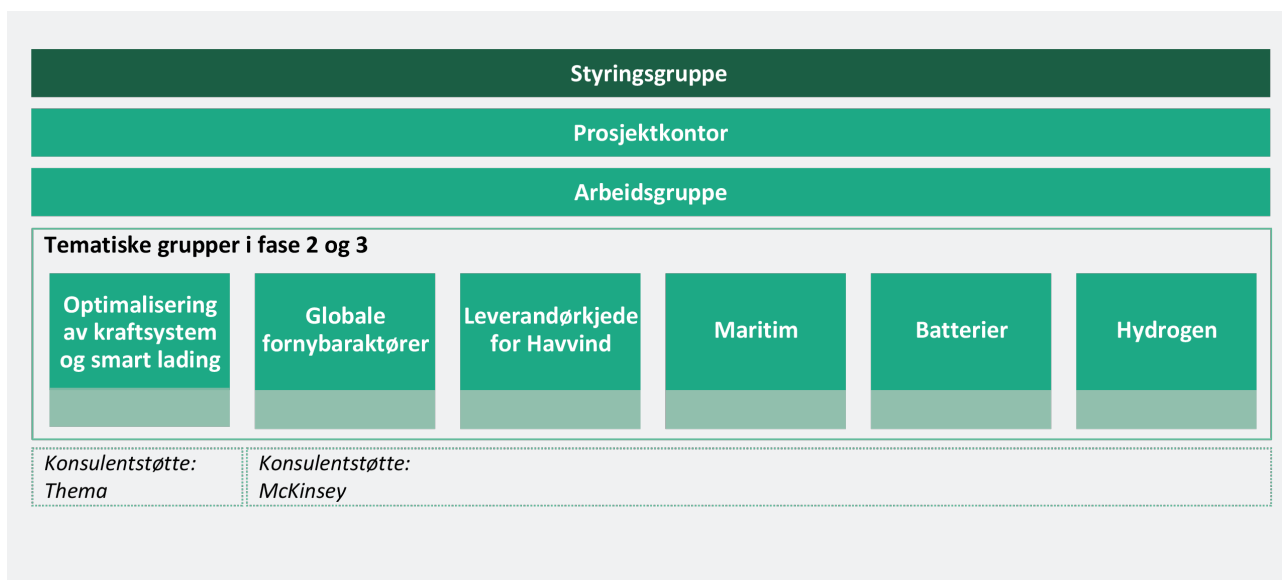
Ledere i de ulike selskapene/virksomhetene har utgjort styringsgruppen for prosjektet, og NHO-president Arvid Moss ledet styringsgruppen. Seniorpersonell fra selskapene har utgjort arbeidsgruppen for prosjektet, i tillegg har mye av det operative arbeidet skjedd i tematiske grupper der mange fra bedriftene har deltatt. Til sammen har omlag 130 personer fra partnerne bidratt i arbeidet i styringsgruppen, arbeidsgruppen og temagruppene for utvalgte områder<sup>8</sup>.

For å sikre god fremdrift og koordinering, ble det etablert et prosjektkontor (PMO) med fem personer. Fram til og med desember 2019 ble prosjektkontoret ledet av Mari Grooss Viddal, Statkraft. Ivar Valstad, Hydro, overtok som prosjektleder fra nyttår. Øvrige medlemmer av PMO har vært Halvor Hoen Hersleth fra Equinor, Kristian Blindheim fra Energi Norge og Kjell Øren fra NHO.

McKinsey og Thema Consulting har bidratt som konsulenter med metodisk tilnærming, strategisk innsikt og analyser. Analyser og informasjon som fremgår i kapittel 5 er basert på arbeidet til Thema Consulting og McKinsey, med mindre andre kilder er oppgitt.

<sup>8</sup> Se vedlegg 7.3 for en fullstendig oversikt over bidragsyttere

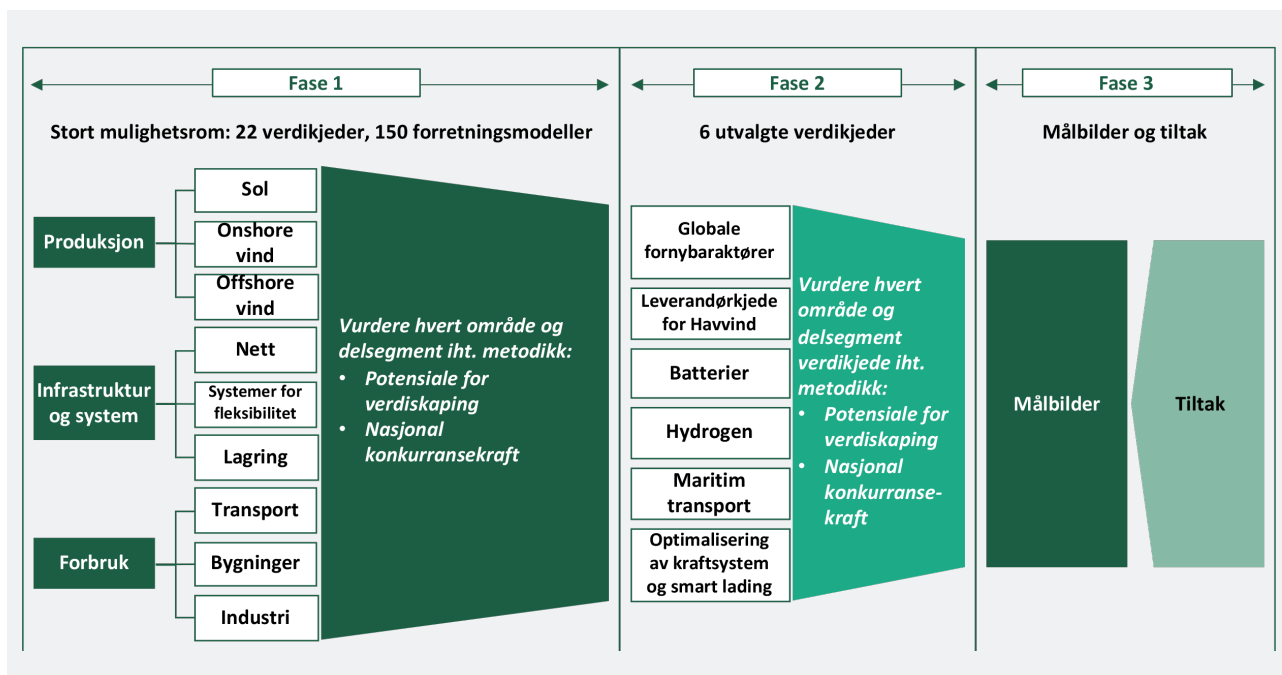
## 4. Om prosjektet «Grønne elektriske verdikjeder»



Figur 4: Prosjektorganisering

### 4.3.1. Prosjektfasene

Prosjektet er oppdelt og gjennomført i tre faser:



Figur 5: Prosjektfasene

#### Fase 1 – Fra stort mulighetsrom til 6 utvalgte verdikjeder

Den første fasen i prosjektet bestod av å beskrive et fremtidsbilde knyttet til elektrifisering frem mot 2030 og 2050, og identifisere attraktive forretningsmodeller og verdikjeder for norske aktører i dette fremtidsbildet. Mulighetsrommet som ble identifisert bestod av 22 verdikjeder som ble brutt ned til 150 forretningsmodeller eller delsegmenter. For å vurdere attraktiviteten til hver forretningsmodell ble en grundig og systematisk metodikk anvendt (se faktaboks). Følgende verdikjeder ble vurdert i fase 1:

- **Kraftproduksjon**
  - o landbasert vindkraft
  - o havvind (både bunnfast og flytende)
  - o solkraft
  - o vannkraft
- **Energisystemer**
  - o planlegging, bygging og drift av nett
  - o energisystemer, optimere kraft og fleksibilitet
  - o leveranse av grønn kraft og fleksibilitet til Norden og Europa

## 4. Om prosjektet «Grønne elektriske verdikjeder»

- **Industri**
  - o batteri
  - o hydrogen
  - o varmegjenvinning
  - o datasentre
- **Transport**
  - o lastebil langtransport (el, hydrogen)
  - o personbil - el
  - o nærskipfart (batteriskip)
  - o deep sea – hydrogen, ammoniakk, e-fuels
  - o fremdriftssystem elfly og droner
  - o el-ladeinfrastruktur normallading
  - o el-ladeinfrastruktur hurtig/-lynloading
  - o el-ladeinfrastruktur e-highway/pantograf
  - o infrastruktur havn
  - o hydrogen fylleinfrastruktur
- **Bygg**
  - o elbasert bygg- og anlegg – entreprenørrollen
  - o elbasert leverandørindustri

Mulighetsrommet ble snevret inn mot fase 2 ved bruk av samme metodikk, og følgende seks verdikjeder ble valgt ut som de mest attraktive; batteri, hydrogen, leverandørkjeden for havvind, globale fornybaraktører, maritim sektor og optimalisering av kraftsystem og smart lading vei. Utvelgelse av seks verdikjeder innebærer at andre verdikjeder, som også kan være interessante for Norge, ble valgt vekk. En oppsummering av verdikjedene fra fase 1 finnes i vedlegg 7.1.

### Fase 2 – Analyse av seks utvalgte verdikjeder

Den andre fasen i prosjektet bestod av å gjøre en dybdeanalyse av marked, nasjonale konkurransefortrinn og verdiskapingspotensial. Innenfor hver verdikjede ble det identifisert delsegmenter og forretningsmodeller som er spesielt attraktive for norske aktører. Deretter ble det påbegynt en vurdering av hva som kreves av industri og myndigheter for å lykkes innenfor hvert av områdene. Dette arbeidet ble videreført til fase 3 for ferdigstillelse.

Markedsanalysene i fase 2 er utført av McKinsey (McK) og Thema Consulting i samarbeid med arbeidsgruppene. For flere områder ligger McK Global Energy Perspectives og DNV GL Energy Transition Outlook til grunn for de estimerte markedsstørrelsene. Begge disse uttrykker en sannsynlig utvikling av energilandskapet basert på økonomisk lønnsomhet. Disse tar i liten grad hensyn til fremtidig innstramming av klimapolitikk og reguleringer, men legger til grunn den utvikling som kan forutsees i dag. Analysene er ikke knyttet til et spesifisert nivå av global oppvarming, men begge vil føre til oppvarming ut over 2 grader; fra 2,4 i DNV GL arbeidet til omkring 3,5 grader i McK sitt scenario. Som en motvekt til dette markedssynet er det også brukt scenarier som systematisk redegjør

for hva som skal til for å begrense global oppvarming, til 1,5 grad eller 2 grader, eller setter begrensninger i utslipp fra en enkelt sektor. Følgende scenarier er anvendt:

- Havvind og globale fornybaraktører:
  - o Referanse: McK Global Energy Perspective 2020
  - o Progressivt scenario: McK – What a 1,5 degree pathway would take, 2020
- Batterier: McK intern analyse for batterietterspørsel, basert på McK Global Energy Perspective 2020. For batterier forventes det betydelig vekst i referansescenarioet, det har derfor ikke vært nødvendig med et enda mer progressivt scenario.
- Hydrogen:
  - o Referanse: McK Global Energy Perspective 2020
  - o Progressivt scenario: IEA 2 degree scenario fra Energy Technology Perspectives 2017
- Maritim sektor: Markedsestimatet er basert på DNV GLs analyse av hva som skal til for å nå IMO sitt mål om 50% utslippsreduksjon innen 2050, for å estimere veksten innen elektrisitet, hydrogen og ammoniakk. Dette er et noe mer progressivt scenario enn McK Global Energy Perspectives. Volumene som fremkommer for maritim sektor er sensitive for endrede forutsetninger om global vekst i skipsfarten.
- Systemoptimalisering og smart lading: Markedsestimatene er basert på DNV GL Energy Transition Outlook 2018, som er en analyse av den mest sannsynlige utviklingen og uten hensyn til fremtidige innstramminger i klimapolitikk.

I samtlige arbeidsgrupper har man deretter, sammen med McKinsey og Thema Consulting, gjort vurderinger av oppnåelige markedsandeler for norske aktører, og basert på dette, identifisert det resulterende omsetningspotensialet som er skissert i Figur 1. I analysen av omsetningspotensial er det lagt til grunn et forsiktig markedsestimat, samtidig som det er antatt at norske aktører og myndigheter satser målrettet og kraftfullt på forretningsområdene. Det er også gjort en kvalitativ vurdering av risiko knyttet til om man lykkes med satsingene. Denne risikoen er antatt lavest for globale fornybaraktører, og høyest for hydrogen og verdikjeden for batterier. Dette er en grov vurdering, innenfor hvert område vil det være store forskjeller.

Når vi har vurdert potensialet for verdiskaping og langsiktig næringsutvikling står risikovurderinger sentralt. I denne rapporten er det spesielt to dimensjoner som går igjen: 1) Hvor stort er/bli markedet og 2) konkurransekraften til norske aktører inkludert sannsynligheten for å oppnå større markedsandeler. I denne rapporten referer vi til det første som markedsusikkerhet. Risikobegrepet

## 4. Om prosjektet «Grønne elektriske verdikjeder»

brukes om den bedriftsøkonomiske og næringspolitiske risikoen i markedet og inkluderer begge dimensjonene, noe som gjør vurderingene mer komplekse. Eksempelvis kan det være stor risiko knyttet til en satsning i et marked hvor dagens dominerende aktører står sterkt, selv om markedsusikkerheten er liten. I samme rasjonale kan risikoen være lavere i et marked hvor potensialet for å ta en dominerende posisjon er stort, selv om markedsutsiktene er mer usikre. Risikovurderingene beveger seg med andre ord på tvers av de to dimensjonene. Ofte vil imidlertid også verdiskapingspotensialet være størst i tiltak med høy risiko. En avveining mellom risiko og verdiskapingspotensial er derfor sentralt i politikkkutforming.

### Fase 3 – Målbilder og tiltak

Arbeidet i fase 2 danner grunnlaget for utforming av et målbilde for hver av de seks verdikjedene, dvs. en videre konkretisering av hva en vellykket

realisering av potensialet kan resultere i. For de ulike områdene innebærer slike vurderinger varierende usikkerhet knyttet både til marked, teknologi og tidslinje. Målbildet gir også grunnlag for vurdering av om satsingen kan gjøres av etablerte aktører eller om det kreves nyetableringer.

For å realisere målbildet trengs rammebetingelser som stimulerer til satsinger. Fase 3 forsøker å svare overordnet på hvilke tiltak som er nødvendig, både fra industrien og myndighetene, og hvilke effekter som rammebetingelsene må bidra til for at vellykkede norske aktører kan etablere, videreutvikle og skalere innsatsen.

Resultatet av arbeidet i fase 2 og 3 presenteres i kapittel 5.

### Metodikk

Prosjektet har anvendt en metodikk der hver verdikjede, og tilhørende delsegmenter, har blitt vurdert ut ifra markedspotensial og norske konkurransefortrinn. Siktemålet i prosjektet har vært å anvende et mest mulig ensartet vurderingsgrunnlag for disse to kriteriene på tvers av verdikjedene.

Verdikjedene er vurdert i forhold til europeisk og globalt markedspotensial fram mot 2030 og 2050. Analyser av markedspotensialet for de ulike verdikjedene i fase 1 viste at potensialene gjennomgående er tilstrekkelig store for et lite land som Norge. Det ble derfor i fase 1 lagt størst vekt på norske konkurransefortrinn som kriterium. I fase 2 ble markedspotensialet brutt ned, og omsetningspotensial for norske aktører ble identifisert for verdikjeder og delsegmenter. Norges konkurransefortrinn er vurdert ved å anvende en metodikk som vurderer verdikjedene ut ifra følgende kriterier:

- **Faktorforhold:** Hvilken infrastruktur, arbeidskraft, kompetansebase, naturressurser og råvarer og kapital eksisterer og er tilgjengelig?

- **Regional kontekst:** Finnes det virksomhet i andre, beslektede og relevante sektorer? Finnes det relevant leverandørkjede og kundemasse? Finnes det skjerpene konkurranse i regionen? Stilles det høye kvalitetskrav, og finnes det forutsigbare og langsiktige mål i regionen?
- **Plassering i verdikjeden:** Ligger man i et område av verdikjeden hvor det er høy margin? Ligger man i et område av verdikjeden hvor det kreves høy kompetanse? Er man på en plass i verdikjeden der man kan skape verdi ved å forvalte og redusere risiko («de-risking»)?
- **Opprettholdbarhet av posisjon:** Klarer man å opprettholde plasseringen/posisjonen i verdikjeden og konkurransefortrinn over tid?

Metoden tar til en viss grad utgangspunkt i Harvard-professor Michael Porters modell for å forklare nasjoners konkurransekraft, og prosjektet har videreutviklet og raffinert kriteriene. Slik har prosjektet forsøkt å ta høyde for kritikk og forbedringsforslag som har blitt rettet mot Porters modell.

### 4.3.2. Avgrensing

I prosjektet «Grønne elektriske verdikjeder» er det gjort noen avgrensinger:

- Prosjektet har ikke vurdert eksportpotensial knyttet til elektrifisering av offshore-installasjoner, og i prosjektet er dette kun blitt behandlet som økt nasjonal etterspørsel etter strøm. Ved oppstart av prosjektet var det i gang en egen prosess for vurdering av elektrifisering av offshore olje- og gassvirksomhet. Resultatene fra Konkraft-prosjektet, som ble fremlagt i februar 2020, angir ambisiøse planer for elektrifisering av offshoreinstallasjoner.
- Tiltak for reduksjon av klimagassutslipp knyttes kun til bruk av elektrisitet. Andre tilnærminger til utslippsreduksjoner som for eksempel CCS og hydrogenproduksjon fra naturgass, bruk av LNG i maritim transport, biodrivstoff og energi-effektivisering er derfor heller ikke omfattet av prosjektet, selv om tiltakene er viktige for klimagassreduksjoner framover.
- Da prosjektet retter seg mot eksportrettet verdiskaping er det ikke gjort en egen analyse av kraftproduksjon og kraftbalansen i Norge.
- Kraftutveksling er ikke tatt med i prosjektets fase 2. Begrunnelse for dette finnes i påfølgende delkapittel.
- I tillegg er generell vekst i kraftintensiv industri utelatt, selv om dette kan ha potensiale for vekst dersom markedene i større grad vektlegger reduserte klimagassutslipp i produksjonskjeden.

### 4.3.2.1. Kraftutveksling

Kraftutveksling med naboland ble identifisert i fase 1 som et område med betydelig markedspotensial og norske konkurransefortrinn, og representerer i henhold til prosjektets metodikk et attraktivt område for Norge. Likevel valgte prosjektets styringsgruppe å ikke ta med kraftutveksling som et eget tema i fase 2 av prosjektet, som følge av at det allerede finnes omfattende kunnskapsgrunnlag innenfor temaet, og at området har blitt behandlet i mange andre sammenhenger. En oversikt over viktige sider ved kraftutveksling presenteres i påfølgende avsnitt.

Det er et betydelig mulighetsrom for å øke produksjon, fleksibilitetsleveranser og utvekslingskapasitet fra Norge til naboland. Norge har et stort konkurransefortrinn og vesentlig verdiskapingspotensial som følge av den store andelen fleksibel, konkurransedyktig vannkraft i det norske kraftsystemet og gode vindressurser. Norge tjener penger på å utveksle fleksibel vannkraft og levere effekt til Norden og Europa i dag. Kraftutvekslingen gir Norge inntekter, øker nytten av vannmagasinene og bidrar til sikrere nasjonal strømforsyning.

Kraftutveksling har en viktig rolle i å utjevne ubalanser mellom områder og land. Norge og Norden har vært en foregangsregion med et felles kraftmarked siden midt på 1990-tallet som har beskyttet norske forbrukere mot store variasjoner i strømprisen som følge av vannkraft og variasjoner i nedbør. Økt mengde sol- og vindkraft gir mer vær-avhengig kraftproduksjon. Det blir da viktigere med et sterkt nett og et godt samarbeid mellom landene. Dette gjør det mulig å utnytte norsk vannkraft på en både samfunnsøkonomisk og klimamessig smart måte.

# 5. Seks prioriterte områder med store muligheter for norsk, eksportrettet næringsliv

For å nå prosjektets målsetning om å løfte frem muligheter innen elektrifisering for norsk næringsliv fulgte prosjektet en systematisk metode for å identifisere de mest attraktive mulighetene for Norge. Samtidig ble verdikjedene vurdert i sammenheng, og helheten og synergier mellom ulike verdikjeder er viktige funn. Prosjektet identifiserer følgende seks områder som er spesielt attraktive for Norge:

- Globale fornybaraktører
- Leverandørkjeden for havvind
- Batterier
- Hydrogen
- Maritim sektor
- Optimalisering av kraftsystem og smart lading vei

For hvert område har prosjektet beskrevet verdikjedens oppbygging, forventet markedsutvikling, identifisert norske konkurransefortrinn, identifisert verdiskapingspotensial og utarbeidet et målbilde og tilhørende overordnede tiltak for realisering.

## 5.1. Globale fornybaraktører





Prosjektet har identifisert betydelige markeds- og konkurransefortrinn for norske aktører innen utvikling, utbygging og drift av fornybarprosjekter globalt. Etablerte norske aktører er godt posisjonert, har potensiale til å vokse betydelig i eksportmarkeder og på den måten øke verdiskapingen her hjemme. Lønnsom vekst som kommer i kjølvannet av økt elektrifisering samt avkarbonisering av energisektoren står sentralt i utviklingen. Det er identifisert betydelige verdiskapingsmuligheter på tvers av teknologier, innenfor vannkraft, landbasert vindkraft, bunnfast og flytende havvind, samt landbasert og flytende solkraft. En eksponering på tvers av teknologier er sett på som fordelaktig og det er viktig at man nyttiggjør markedskompetanse og skala som viktige konkurransefortrinn. Flere store norske aktører har betydelige aktiviteter innenfor internasjonale fornybarprosjekter i dag og har ambisjoner om å vokse. Det forventes en konsolidering i årene som kommer. For å konkurrere med de store globale gigantene og ta del i den betydelige veksten er det imidlertid kritisk å bygge skala og bli konkurransedyktig på kost. Samtidig forventes det at mer fornybar energi bygges subsidiefritt, hvor også evne til å håndtere markedsrisiko blir stadig viktigere.

Det er også åpenbare synergier på tvers av teknologiene og med de andre områdene som behandles i denne rapporten.

Arbeidet har fokusert på norske selskaper sin rolle som utvikler, utbygger og operatør i driftsfasen. Det er også sett overordnet på synergier/ringvirkninger med leverandørindustrien. Leverandørindustrien til havvind, som er identifisert som et område med stort potensial, er skilt ut som et eget område og er beskrevet i kapittel 5.2. Globale fornybaraktører er et av de satsingsområdene som har sterkest synergier til samtlige av de andre satsingsområdene, som elektrifisering, hydrogen og havvind. Det antas å være sterke sammenhenger mellom å ha nasjonale fornybarmotorer og videreutvikling av et bredt eksportrettet fornybarmiljø i Norge. Det er store synergier på tvers av teknologiene, med kraftmarkedsforståelse som utgangspunkt.

### Verdikjeden

Verdikjeden som er vurdert for hver fornybarteknologi består av å utvikle, bygge, drifte og eie produksjonsanlegg.

Følgende fornybarteknologier er vurdert:

- Landbasert vind
- Havvind (bunnfast og flytende)
- Sol (landbasert sentralisert og flytende)
- Vannkraft

### 5.1.1. Markedsutvikling

Det globale markedet for fornybar energi er ventet å vokse svært raskt de neste tiårene med fem- til tidobling i installert kapasitet frem mot 2050. Det forventes stor vekst innenfor solkraft, vindkraft og havvind. Vannkraft ventes også å vokse, men relativ til de øvrige teknologiene er potensialet mer begrenset. Prosjektet sine analyser har et langt tidsperspektiv. Det er derfor viktig å påpeke at selv om det er bred konsensus om at man vil se stor vekst innen fornybare teknologier globalt vil den teknologispesifikke utviklingen avhenge av den relative kostnadsutviklingen, arealbegrensninger samt energi-, klima- og industripolitiske målsetninger på tvers av landegrensene. Sistnevnte er spesielt viktig for mer umodne teknologier som flytende havvind og solkraft.

Prosjektet har analysert to scenarier som illustrerer dette. Foreliggende markedsestimater anses derfor som sannsynlige at vil inntreffe innenfor det forholdsvis store utfallsrommet vist i Figur 6. Alle fornybarsegmentene har et marked og vekstpotensial som tilsier store verdiskapingsmuligheter for operatører innen utvikling, utbygging og drift. Den største veksten globalt frem mot 2050 skjer i Asia, men stor vekst er forventet i alle verdensdeler, også i Europa.

Markedet for fornybar energi er ventet å vokse svært raskt de neste tiårene med 5 – 10x økning i installert kapasitet forventet frem til 2050, for henholdsvis McK sitt basisscenario og 1,5-gradersmålet. For å nå 1,5-gradersmålet kreves sterk utbyggingstakt av fornybar energi de nærmeste 10 årene. Fram mot 2030 anslås en økning i markedsverdi fra totalt ~2600 mrd EUR i dag til ~3700 – 7100 mrd EUR i 2030<sup>9</sup>. Størst markeds potensial fram mot 2030 forventes innen landbasert vind og solkraft som står for den største andelen av veksten. Vind og sol forventes å utvikles tilnærmet subsidiefritt, og er fornybarteknologiene med lavest kostnadsnivå i de fleste markedene. Samtidig er mange markeder i ferd med å tre inn i en ny fase hvor teknologien blir moden og markedsintegrering blir viktigere, konkurransen tiltar ettersom eksisterende spillere ekspanderer til nye geografier/teknologier og nye «utradisjonelle» spillere trer inn i markedet (f.eks. O&G selskaper), og nye teknologier modnes.

Det er ulike risiko og lønnsomhetsutsikter for ulike teknologier, gitt ulik modenhet. Landbasert vind og sol er moden teknologi med lavere teknologi-

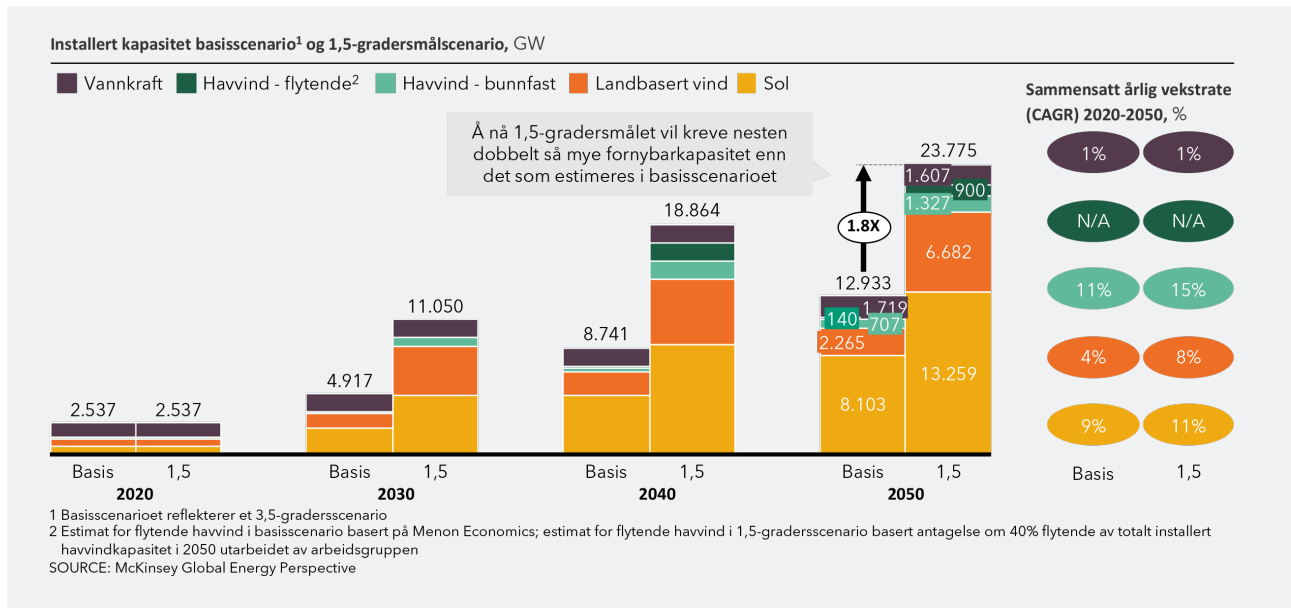
<sup>9</sup> Analyse av McKinsey



## 5.1. Globale fornybaraktører

risiko (og trolig subsidiefri i de fleste markeder) som gjenspeiles i lønnsomhet / avkastning. Havvind på den andre siden er fortsatt i et tidligere stadium og preges av både teknologirisiko med hensyn

til videre markedsutvikling og operasjonell risiko i utbyggingsfasen. Aktørenes avkastningskrav og krav til lønnsomhet vil derfor være høyere. I takt med reduksjon av subsidier vil også investeringer



Figur 6: Installert kapasitet fornybar kraftproduksjon

i landbasert vind og sol kreve høyere avkastning ettersom eierne blir mer eksponert for den risikoen i kraftmarkedet.

Figur 6 viser at landbasert sol- og vindkraft har størst vekstpotensial for installert kapasitet både i et tiårs- og trettiårsperspektiv. Bunnfast havvind viser også til et stort vekstpotensial i begge scenarier, med høyere vekstrate enn de andre teknologiene på grunn av lavere utgangspunkt, men lavere aggregert potensial i installerte kapasitet (GW) i 2050 i begge scenarier.

Det er større usikkerhet i markedspotensialet for flytende havvind og flytende solkraft, som ikke er kommersielle teknologier i dag. Det er betydelige tekniske potensialer for begge teknologier, men som mindre modne teknologier er det betydelig teknologirisiko knyttet til en tidlig satsing som kan gi både oppsider og nedsider.

Eksempelvis er en storskala satsing på flytende havvind i flere markeder avhengig av at bunnfast havvind oppnår tilstrekkelig installert kapasitet slik at de egnede arealene for bunnfast er utbygd. Europa har svært store bunnfaste områder, så det antas at Europa vil velge bunnfast så langt det lar seg gjøre. En stor oppside reflekterer imidlertid også en betydelig større teknologirisiko, og at utviklingen kan bli mindre i omfang enn det vi legger til grunn i basisscenarioet.

Det er anslått at markedsverdien for fornybarprosjekter vil øke fra rundt 2600 milliarder EUR i dag til mellom 3700-7100 milliarder EUR i 2050 internasjonalt. Det er en sterk utviklingstrend at flere fornybar-teknologier beveger seg vekk fra å være subsidie-drevet og til å være kommersielt basert. Dette vil gi en fordel for internasjonale aktører som gjennom krafthandel har en betydelig kjennskap til usikkerhet i markedet. Innenfor teknologiene som fortsatt krever betydelig med subsidier (flytende havvind og sol) vil det være andre drivere og muligheter, spesielt som operatør innen utvikling og bygging.

Generelt tilspisser konkurranselandskapet seg som følge av at eksisterende aktører søker nye geografiske områder og teknologier, nye aktører (alt fra mindre kundedrevne, store kraftselskaper, olje- og gasselskaper, teknologispesifikke spillere) trer inn i markedene, flesteparten av aktørene har høye vekstambisjoner og nye forretningsmodeller forfølges av aktørene.

Skala og eksponering på tvers av teknologi og marked er derfor viktig ettersom lønnsomheten i enkeltprosjekt går ned, og man er avhengig av robuste porteføljer for å sikre nødvendig avkastning på sikt. Samtidig er mange markeder i ferd med å tre inn i en fase hvor fokus skifter fra støtteregimer og teknologirisiko til markedsintegrering og industrialisering.

### 5.1.2. Norges konkurransefortrinn

Norge er godt posisjonert innenfor alle fornybar-teknologier: sol, landbasert vind, havvind og vannkraft – drevet av sterk og relevant kompetanse innen markedsoperasjoner og kompetitivt posisjonerte selskaper med eksisterende globale porteføljer, både i drift og i utviklingsfasen.

Samtlige fornybarteknologier evaluert er identifisert som attraktive muligheter for Norge, basert på deres verdiskapingspotensial og/eller norske konkurransefortrinn. Konkurransebildet tilspisser seg imidlertid innenfor alle fornybarsegmenter og tung satsning på tvers av teknologier vil være fordelaktig.

- Utvikling, bygging og drift av fornybar kraftproduksjon internasjonalt (alle teknologier)
- Det er mange verdiskapingsmuligheter knyttet til slik virksomhet, med forskjellige eierskapsmodeller, avhengig av egenskapene til de respektive markedene
- Gjelder alle teknologier – landbasert vindkraft, havvind, solkraft og vannkraft, en eksponering på tvers av teknologier er sett på som fordelaktig

Norge har gode forutsetninger for å lykkes innen følgende segmenter<sup>10</sup>:

#### Landbasert vind

**Mulighet:** Norske aktører realiserer en betydelig global posisjon innen utvikling, bygging og drift av landbasert vindkraft, hvilket bidrar til å bygge kompetanse og verdier for norske eiere og Norge som fornybarnasjon og som gir synergier på tvers av fornybarsektoren.

**Rasjonale:** Norske aktører har erfaring fra prosjektutvikling, prosjektgjennomføring og drift av vindkraft i Norge, samt styring og leveranse av vindkraftprosjekter i ulike geografier, primært i Norden. En internasjonal satsning på landbasert vindkraft kan utnytte norske aktørers sterke kompetanse innen optimering av markedsoperasjoner drevet av tidlig deregulering av kraftmarkedet. Norske aktører er ledende på markedsintegrering, noe som blir viktigere fremover.

Ledende europeiske aktørers porteføljer er av betydelig større skala enn norske, men det finnes også norske aktører med internasjonal tilstedeværelse og porteføljer, med ledende krafthandelskompetanse i kjernen. Synergien mellom markedsforståelse samt teknologi- og operasjonell «best-practice» gir store vekstmuligheter for det norske økosystemet. Et etablert norsk marked muliggjør fremvekst av aktører som kan bygge kompetanse i Norge, selv om det er et begrenset økosystem for landbasert vind i Norge. Industristrukturen er fragmentert, med én stor og flere mindre spillere. Middels kompleksitet i landbasert vind kan gjøre eksisterende norsk kompetanse mindre relevant på sikt.

#### Havvind (bunnfast og flytende)

**Mulighet:** Norske aktører realiserer en betydelig global posisjon innen utvikling, bygging og drift av havvind, hvilket bidrar til å bygge kompetanse og verdier for norske eiere og Norge som fornybarnasjon og som gir synergier på tvers av fornybarsektoren.

**Rasjonale:** En internasjonal satsning på havvind kan utnytte en sterk norsk kompetanse på offshore marin logistikk og flytende konsepter fra olje og gassnæringen. Norske aktører har også erfaring fra prosjektutvikling, styring og leveranse av havvindprosjekt internasjonalt. Det norske miljøet knyttet til pilotprosjektene er ledende på sitt felt og sentrale aktører sitter på

proprietær teknologitilgang. Høy teknologisk kompleksitet gjør at norsk høyteknologisk kompetanse vil opprettholde sin verdi også på sikt. Det nåværende fortrinnet innen flytende havvind, basert på kompetanse fra olje og gassindustrien forventes å være midlertidig da erfaring og referanser innen havvind fort blir førende.

Det er ikke bygget ut bunnfast havvind i Norge, og det norske økosystemet er begrenset sammenlignet med utenlandske industriledere. Norsk selskaper har imidlertid skala og løfteevne til å endre dette bildet.

<sup>10</sup> Ytterligere informasjon om bakgrunn for utvalg av verdikjeder er digitalt tilgjengelig, se kapittel 7.2

## 5.1. Globale fornybaraktører

### Sol

**Mulighet:** Norske aktører realiserer en global posisjon innen utvikling, bygging og drift av solkraft, hvilket bidrar til å bygge kompetanse og verdier for norske eiere og Norge som fornybar nasjon og som gir synergier på tvers av fornybarsektoren. Solkraft er den teknologien som vil vokse mest frem mot 2050, og vil som den rimeligste teknologien i mange markeder få stor innvirkning på kraftprisutviklingen. Kunnskap og kompetanse på solkraft blir således viktig for å bygge kraftmarkedsforståelse i disse respektive markedene.

**Rasjonale:** En internasjonal satsning på solkraft kan bygge på sterk norsk kompetansebase innen optimering av markedsoperasjoner drevet av tidlig deregulering av kraftmarkedet. Videre har flere norske aktører erfaring innen styring og

leveranse av kraftprosjekter i andre geografier, også innenfor solkraft. Innen flytende solkraft har flere norske aktører vært tidlig ute og utvikler løsninger. Markedet for flytende solkraft er umodent, og det er således større muligheter for norske aktører til å ta en større rolle som utvikler. Usikkert hvor forskjellig løsningene blir fra landbasert sol, men det er mulige synergier med posisjoner innen vannkraft om solcellene plasseres på vannmagasiner.

Lav kompleksitet i solkraftprosjekter vil redusere relevansen av kompetanse på sikt, hvilket er en ulempe for norsk konkurransevne da vi har en høykompetent arbeidsstyrke. Det er et fremvoksende økosystem med norsk solklynge og leverandørindustri.

### Vann

**Mulighet:** Norske aktører videreutvikler sin globale vannkraftportefølje. Det forventes en jevn utbygging de neste tiårene, selv om investeringsbildet vil domineres av sol- og landbasert vind. Den norske vannkraftkompetansen har i tiår vært aktiv i det internasjonale markedet og skapt betydelige inntekter og verdier for Norge. Dette har også gitt norske selskaper en base for ekspansjon til andre fornybarteknologier, til etablering av store posisjoner innen kraftmarkedet i Europa og til å løfte store industri-

prosjekter internasjonalt. I sum har dette gitt betydelige synergier på tvers av fornybarsektoren.

**Rasjonale:** Norske aktører har Europas ledende portefølje for vannkraft og et bredt økosystem med verdensledende kompetanse, samt erfaring fra styring og leveranse av kraftprosjekter i ulike geografier. Videre har norske aktører ledende kompetanse innen optimering av markedsoperasjoner.

Utviklingen i energisystemet gjør at markedsforståelse blir stadig viktigere, noe som er relevant på tvers av de fornybare produksjonsteknologiene. Dette er kompetanse norske aktører innehar og er identifisert som et norsk fortrinn basert på erfaringer bygget opp fra tidlig deregulering av kraftmarkedet.

Prosjektet finner at internasjonal utvikling, bygging og drift av alle fornybarteknologier utgjør attraktive muligheter for norske aktører basert på norske konkurransefortrinn, samt verdiskapingspotensial (se neste avsnitt). Prosjektet anbefaler en satsning på alle teknologier; landbasert vindkraft, havvind, solkraft og vannkraft. Eksponeering på tvers av teknologiene er sett på som fordelaktig.

### 5.1.3. Verdiskapingspotensial<sup>11</sup>

Norske aktører har potensiale til å ta en betydelig posisjon globalt og utvikle lønnsomme prosjekter og det er anslått en total markedsverdi på rundt 53-125 mrd. EUR mellom 2020 og 2030 dersom Norge lykkes i å utvikle globale fornybaraktører med ledende markedsandeler. Landbasert vind står for mellom 12- 40 mrd EUR, bunnfast havvind for 27-40 mrd, sol for 9-27 mrd og flytende havvind for 4 til 18 milliarder EUR. Årlig omsetning i 2030 anslås til 9 mrd EUR/år og i 2050 18 mrd EUR/år (utfallsrom: 11 - 34).

Dette er betydelig økning fra dagens markedsandeler og det vil kreves storstilt strategisk satsning hvis dette skal være oppnåelig. Store verdiskapingspotensial over tid indikerer at dette kan være et bredt satsningsområde for større norske selskap i tiden fremover. Norske aktører kan utvikle betydelig volum av lønnsomme prosjekter hvis man evner å oppnå tilstrekkelig skala og nyttiggjøre markedskompetansen som er et av de viktigste konkurransefortrinnene til norske aktører. Konkurransedyktige globale fornybaraktører vil ha positiv effekt for norsk sysselsetting som følge av vekst i høykompetansejobber i hovedkontor, og vil også ha indirekte effekt som følge av ringvirkninger for et norsk fornybart økosystem ved å stimulere til FoU-aktivitet, tilrettelegge for oppstart/spin-offs og stimulere etterspørsel etter relaterte rådgivningstjenester innenfor bl.a. ingeniørfag, finans og analyse. I tillegg kan norske fornybaraktører ta med seg norske underleverandører til utvikling av prosjekter internasjonalt, og bidra til utvikling av en norsk leverandørindustri rundt fornybar energi.

Antall sysselsatte innenfor utstyrsleverandører, utbyggere, rådgivere og tjenesteleverandører til den norske fornybarnæringen er i dag rundt 10 200 årsverk (2018)<sup>12</sup>. Samtlige områder har god lønnsomhet for utvikler, men det anslås et større verdiskapingspotensial innenfor havvind, sammenlignet med de andre fornybarsegmentene, som følge av større kompleksitet og risiko, høyere sysselsetting og direkte ringvirkninger på norsk leverandørindustri.

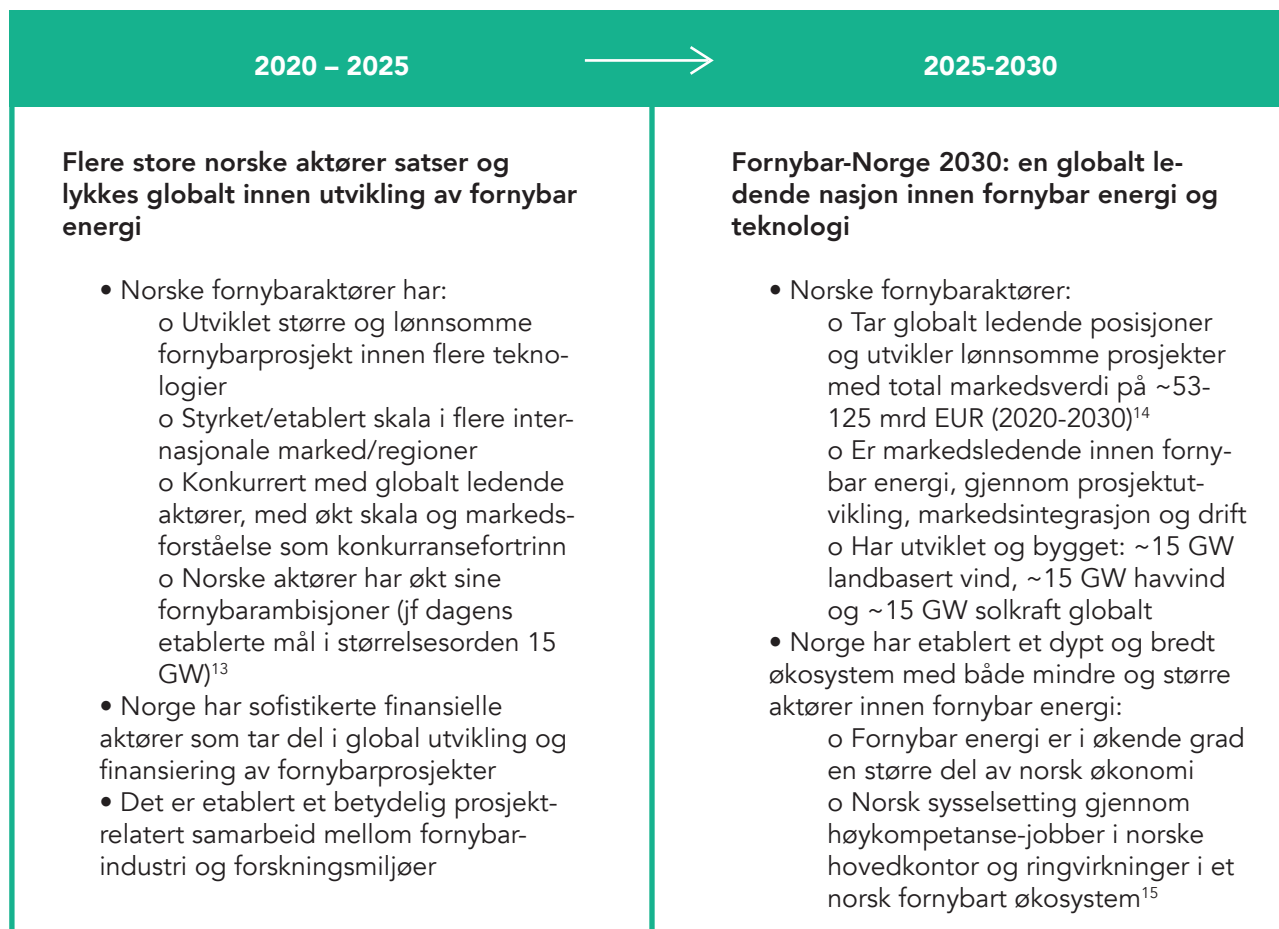
Det er store utfallsrom i verdiskapingspotensial, som er avhengig av markedsscenario og oppnådde markedsandeler. Det er størst markeds potensial er innen landbasert vind og solkraft, men konkurransen er stor. Norge har en noe høyere realiserbar markedsandel for havvind, støttet av naturlige konkurransefortrinn.

<sup>11</sup> Verdiskapingspotensial er i prosjektet definert til å inkludere forventet lønnsomhet og sysselsettings- og ringvirkningseffekter ved aktivitet i ulike deler av verdikjedene. Prosjektets definisjon skiller seg fra SSBs definisjon av bruttoprodukt/verdiskaping. Det er kun gjort overordnede vurderinger av sysselsetting og ringvirkninger.

<sup>12</sup> [https://www.multiconsult.no/assets/Kartlegging-av-den-norsk-baserte-fornybarn%C3%A6ringen\\_10.10.19-FINAL-1.pdf](https://www.multiconsult.no/assets/Kartlegging-av-den-norsk-baserte-fornybarn%C3%A6ringen_10.10.19-FINAL-1.pdf)

### 5.1.4. Målbilde

Prosjektet har formulert følgende målbilde for globale fornybaraktører frem mot 2030:



#### Industrien må bidra til å realisere målbildene gjennom å:

- Videreutvikle og øke global satsing innen fornybar energi (strategisk kjerneområde, bygge skala)
- Allokere betydelige andeler av sine inntekter og sin kapital til fornybarprosjekter globalt
- Bidra til å tilrettelegge for prosjektbasert samarbeid mellom industri og forskningsmiljøer på stor skala
- Bidra til å tilrettelegge for prosjektbasert samarbeid mellom store industrielle aktører på stor skala
- Utnytte strategisk handlingsrom og forutsigbarhet for å oppnå tilstrekkelig beslutningshastighet og bygge skala. Det er ingen mangel på lønnsomme prosjekter (uten subsidier), dersom man evner å få tilstrekkelig skala

<sup>13</sup> Equinor: 4-6 GW havvind, equity share i 2025, Statkraft: 8 GW ny vind og sol i 2025, Scatec solar: utvikler ~1,5 GW i året

<sup>14</sup> Markedspotensial for ny fornybar globalt; landbasert vind, sol og havvind, McKinsey analyse

<sup>15</sup> Til sammenligning har Danmark lykkes å etablere et økosystem rundt vindkraft som gir 150mrd NOK i årlig omsetning og sysselsetter 35 000. Prosjektutviklingskostnad som andel av CAPEX i størrelsesorden 10-15 %.

### 5.1.5. Nødvendige tiltak

Prosjektet har formulert en rekke tiltak som er avgjørende for å realisere målbildene. En viktig forutsetning bak tiltakene er at Norge iverksetter en målrettet satsning, gjennom både offentlige og

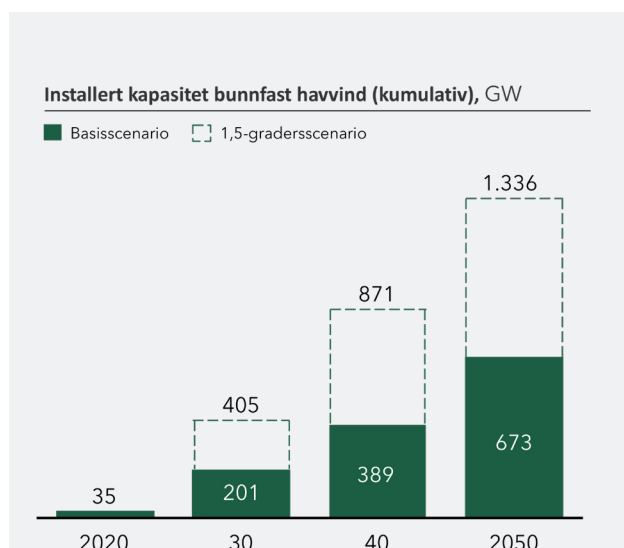
private aktører, slik at norske aktører kan lykkes i konkurranse med de store, internasjonale fornybaraktørene. I tillegg er det viktig å understreke at satsningen må starte nå.

Nødvendige regulatoriske støtteordninger	Konkurransedyktige finansielle ordninger	Målrettet satsing på forskning og utvikling
<ul style="list-style-type: none"><li>• Norske myndigheter og næringsaktører må lansere en nasjonal strategi for å bli en verdensledende fornybar-nasjon som bidrar til grønn vekst gjennom utvikling av fornybar energi internasjonalt, på tvers av fornybarteknologier. Satsingen vil være direkte verdiskapende og et betydelig klimatiltak som samtidig øker robustheten til norsk økonomi.</li><li>• Norske myndigheter må i økt grad støtte norske fornybaraktørers utenlandssatsing ved å fremme norske fornybaraktører utenlands.</li><li>• Norske selskaper må i økende omfang få tilgang til areal og muligheter for å søke konsesjon i Norge over tid, slik at de kan øve hjemme for å bli god ute.</li><li>• Norske selskaper må få strategisk handlingsrom og forutsigbarhet til å oppnå tilstrekkelig beslutningshastighet og bygge skala, slik at de kan realisere lønnsomme prosjekter (uten subsidier) gjennom tilstrekkelig skala. Det er ingen mangel på lønnsomme prosjekter.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Norske myndigheter må tillate offentlige kontrollerte fond å investere i fornybar energi utenlands</li><li>• Norske selskaper må få større rom til å allokere betydelige andeler av sine inntekter og sin kapital til internasjonale fornybarprosjekter.</li><li>• Norske myndigheter må etablere og videreutvikle garantiordninger til fornybarinvesteringer for å tette gap mot internasjonale ordninger og for å senke terskelen for norske fornybaraktører, både investorer og leverandører. Norske myndigheter må samarbeide med internasjonale garanti-institusjoner hvor nødvendig, for å øke tilgjengelig kapital hos norske utviklere.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Norske myndigheter må styrke eksportrettet FOU-satsing og piloter innenfor alle teknologier slik at norske teknologileverandører kan ta posisjoner i internasjonale markeder</li><li>• Norske myndigheter må tilrettelegge for betydelig selskapsdrevet innovasjon og tilgang til økte FOU-midler til teknologiutvikling innen strategisk viktige områder (havvind, flytende og landbasert solkraft, vannkraft, markedsintegrasjon, drift)</li><li>• Norske myndigheter må i samarbeid med norsk industri tilrettelegge for samarbeid mellom industri og forskningsmiljøer i stor skala</li><li>• Norske myndigheter må i samarbeid med norsk industri tilrettelegge for samarbeid mellom store industrielle aktører på stor skala</li><li>• Norske myndigheter må styrke sitt arbeid inn mot kommersialisering av internasjonalt konkurransedyktige start-ups</li></ul>

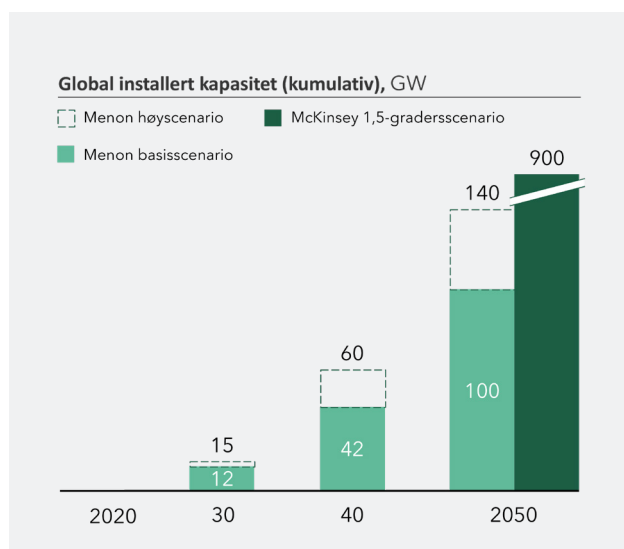
## 5.2. Leverandørkjeden for Havvind



Prosjektet har identifisert et betydelig markeds-potensial og flere konkurransefortrinn for norske aktører i verdikjeden for havvind. Norske leverandører er allerede i gang med å posisjonere seg, og hadde i 2018 3-5% av det globale leverandør-markedet innen bunnfast havvind. Det er store likheter på tvers av verdikjedene for bunnfast havvind og flytende havvind, og det er naturlig å tro at mange av de samme store aktørene vil være ledende innenfor både bunnfast og flytende havvind.



Figur 7: Installert kapasitet bunnfast havvind (kumulativ)



Figur 8: Installert kapasitet flytende havvind (kumulativ)

### 5.2.1. Markedsutvikling

Markedet for havvind er ventet å vokse betydelig frem mot 2050. Bunnfast havvind forventes å gå fra å være en europeisk nisje med mer enn 25 GW installert kapasitet i dag til en global storindustri med 650-1350 GW<sup>16</sup> installert i 2050, se Figur 7. Til sammenlikning er installert kapasitet i det norske kraftsystemet ca. 30 GW. Det er liten usikkerhet knyttet til det bunnfaste markedspotensialet, og historisk sett har den oppnådde markedsveksten overgått markedsestimater. Hvis denne trenden fortsetter er det mulig vi vil se en markedsvekst som er større enn anslått her.

Den globale etterspørselen etter bunnfast havvind vil være relativt jevnt fordelt mellom Europa, Asia, Kina og til dels Amerika frem mot 2050, med det europeiske markedet som «first mover», og Asia som «close follower».

Flytende havvind har et stort potensial, men har mer usikkerhet knyttet til teknologi- og kostnadsutvikling, som resulterer i et mer usikkert markeds-potensial. Flytende havvind er fortsatt i en pre-kommersiell fase, men teknologien er nå i noen markeder moden for kommersialisering og industrialisering. Markedet er på vei fra pilot- og test-prosjekter til større pre-kommersielle prosjekter på over 200 MW. I et scenario hvor verden bygger ut fornybar energi i takt med et 1.5-gradersscenario kan den marginale kraftproduksjonen i mange områder komme fra flytende havvind, noe som kan øke installert kapasitet for flytende havvind til 900 GW globalt i 2050<sup>17</sup>, se Figur 8. Kostnadsnivået ligger fortsatt betydelig over bunnfast havvind og med sterk konkurranse fra alternative energiløsninger er det stor usikkerhet knyttet markedsstørrelsen for flytende havvind.

#### Verdikjeden for havvind:

Hele verdikjeden for (bunnfast og flytende) havvind er vurdert i dette prosjektet og består overordnet av følgende ledd:

- Produksjon av komponenter: produksjon av turbiner, fundament, kabler og sub-stasjon
- EPCI (Engineering Procurement Construction and Installation)
- FEED (Front End Engineering Design)
- Drift og vedlikehold: Maritim logistikk, drift og vedlikehold, div tjenester
- Offshore fartøy: Skipsbygging og design

<sup>16</sup> Analyse av McKinsey

<sup>17</sup> Analyse av McKinsey



## 5.2. Leverandørkjeden for havvind

Økningen i installert kapasitet vil kreve rundt 1300 – 4500 mrd EUR i investeringer mellom 2020 og 2050 globalt. Allerede i 2025 anslås de årlige investeringene i havvind å utgjøre omtrent 50% av investeringene i offshore olje- og gassnæringen. Dette vil føre til at leverandørkjeden for havvind vokser med rundt 4-5% i året fra rundt 22 mrd EUR i 2020 til 70-150 mrd EUR i 2050<sup>18</sup>.

Omtrent halvparten av markedet er adresserbart for norske aktører. Produksjon av turbiner, elektriske anlegg til sub-stasjoner, deler av O&M-scopet og det kinesiske markedet (23% av totalt utbygd kapasitet i 2050 i McKinsey-referansescenario) anses å være ikke-adresserbart.

### 5.2.2. Norges konkurransefortrinn

Norge har et godt utgangspunkt for å kunne konkurrere globalt i segmenter av leverandørkjeden med krav til høy ingeniørkompetanse og risiko-håndtering, samt mulighet til å differensiere på kvalitet og sikkerhet. Innen følgende deler av verdikjeden har Norge spesielt gode forutsetninger<sup>19</sup>:

#### Produksjon av kabler

**Mulighet:** Produksjon av kabler til bunnfast havvind samt dynamiske kabler til flytende havvind, videreutvikle eksisterende posisjon og produksjonskapasitet fra olje og gass.

**Rasjonale:** Norske aktører har sterk kompetanse innenfor produksjon av kabler, inkl. komplekse, dynamiske kabler basert på erfaringer fra olje og gassnæringen. Mulighet for å differensiere på kvalitet og

pris er en fordel for norsk, høyteknologiske kompetanse og produkter, men denne muligheten kan trues på sikt som følge av økt standardisering. Det norske økosystemet er kompetitivt, og det er eksisterende produksjonskapasitet i Norge. Dog kan dyr norsk arbeidskraft bli en utfordring for lokal produksjon på sikt. Lite, men eksisterende nasjonalt marked på flytende kan bidra til å utvikle kompetanse og bygge erfaring.

#### Design og konstruksjon av installasjons- og driftsfartøy

**Mulighet:** Utnytte kompetanse innen design og konstruksjon av komplekse fartøy til å ta posisjon innen komplekse skip for havvind-operasjoner

**Rasjonale:** Norske aktører har sterk kompetanse innen offshore skipsdesign fra olje- og gassnæringen og voksende erfaring fra vindprosjekter som til sammen gir gode

forutsetning for å ta en posisjon innen design og konstruksjon av komplekse fartøy for havvind-operasjoner. Spesialskip, som for eksempel spesialtilpassede kabelinstallasjonsskip og SOVer<sup>20</sup>, er konkurransedyktig å bygge i Norge<sup>21</sup> fordi det krever høyteknologisk kompetanse som norske aktører besitter. Det er utfordringer knyttet til fabrikasjon av skrog i Norge fordi dette krever mindre avansert teknologi, og har en sterk kostnads-konkurranse internasjonalt.

<sup>18</sup> Analyse av McKinsey

<sup>19</sup> Ytterligere informasjon om bakgrunn for utvalg av verdikjeder er digitalt tilgjengelig, se kapittel 7.2

<sup>20</sup> Service Operation Vessel

<sup>21</sup> Se kapittel 5.5 Maritim sektor for ytterligere informasjon om norsk konkurransevne innenfor skipsbygging

### Høyteknologiske/digitale tjenester til drift og vedlikehold

**Mulighet:** Ta posisjon i nisjemarked for høyteknologiske og digitale tjenester til drift og vedlikehold.

**Rasjonale:** Norske aktører har sterk kompetanse innen offshore drift og vedlikeholdstjenester fra olje og gass og maritim sektor som er relevant for å levere tilsvarende tjenester til havvind. Det kan også være relevant overførbart kompetanse

fra andre fornybarteknologier som kan styrke norsk konkurranseevne. Høyteknologiske løsninger og digitale tjenester forventes å være kompetanse- og teknologidrevet, hvilket gjør det mulig for norske aktører å bygge og opprettholde fortrinn på sikt basert på norsk, høyteknologisk kompetanse. Manglende nasjonalt marked på bunnfast gir ulempe sammenlignet med land som har utviklet og bygget kompetanse hos lokale aktører på bakgrunn av stort hjemmemarked.

### EPCI-tjenester<sup>22</sup>

**Mulighet:** Ta en ledende posisjon innen EPCI-tjenester til havvind basert på erfaring og kompetanse fra olje og gassnæringen. Utvikling av sterke norske EPCI-kontraktører (overordnet ansvar for helheten eller deler av leveransen innen engineering, procurement, construction og installation, her inngår prosjektledelse og kontraktsstyring), som gjennom sitt overordnede kontraktansvar kan bidra til å katalysere fremvekst av et mangfold norske underleverandører

**Rasjonale:** Ledende kompetanse og erfaring fra olje og gass EPCI-tjenester er svært relevant for slike tjenester for havvind. For eksempel har

norske aktører relevant erfaring fra meteorologiske og geologiske undersøkelser, ingeniørtjenester knyttet til flytende konstruksjoner og installasjon av kabler og flytende plattformer. Enkelte aktører har også erfaring fra vindprosjekter innen installasjon. EPCI-tjenester forventes å være en kompetansedrevet industri, der norske aktører kan bygge og opprettholde fortrinn på sikt basert på arbeidsstokkens høyteknologiske kompetanse. Ikke-eksisterende hjemmemarked på bunnfast gir ulempe for store deler av EPCI-tjenester sammenlignet med land som har utviklet og bygget kompetanse hos lokale aktører på bakgrunn av stort hjemmemarked.

Erfaring og kompetanse fra olje- og gassnæringen er positiv for norske aktører innenfor både bunnfast og flytende havvind, men gir særlige fortrinn innenfor flytende havvind der synergiene er tydeligere og markedet ikke er like modent som for bunnfast. Det er kun et fåtall norske aktører som hittil har satset målrettet mot havvind per 2020, og mange norske aktører mangler erfaring i et havvindmarked hvor etablerte aktører fort sikrer seg store markedsandeler. Innenfor flytende havvind er det internasjonale markedet mindre etablert, og norske aktører bedre posisjonert. Kompetansen fra olje og gass ses på som et midlertidig fortrinn, som raskt faller bort når andre aktører får lengere og relevant erfaring fra industrielle havvindprosjekt. Dette understreker viktigheten av at norske aktører tar posisjoner i havvindmarkedet, både bunnfast og flytende, mens det fortsatt er mulig å utnytte fortrinnene fra olje og gass, og norske aktørers konkurranseposisjon vil svekkes om det ikke satses nå.

Store deler av verdikjeden for bunnfast og flytende havvind har ingen eller moderate forskjeller, hvilket betyr at norske aktører med fordel kan dra nytte av kompetanse og posisjoner på tvers av segmentene. Det er naturlig å tro at mange aktører vil levere på tvers av bunnfast og flytende.

Produksjon av sjøkabler – særlig til dynamiske kabler til flytende vindkraft, design og konstruksjon av installasjons- og driftsfartøy, maritime tjenester i prosjektgjennomføring og drift, høyteknologiske/digitale tjenester til drift og vedlikehold og EPCI-tjenester er identifisert som attraktive områder for norske aktører basert på norske konkurransefortrinn og verdiskapingspotensial for norske aktører (se neste avsnitt). Utvikling av sterke norske EPCI-selskaper kan gjennom sitt overordnede kontraktansvar bidra til å katalysere fremvekst av et mangfold norske underleverandører. Norske EPCI-selskaper må opprette og opprettholde tilstrekkelig nærhet til fabrikkasjon og sammenstilling for å sikre lærings- og innovasjonsprosesser og for å være i front for utviklingen.

<sup>22</sup> Engineering, Procurement, Construction and Installation

### 5.2.3. Verdiskapingspotensial

Det er et stort og bredt verdiskapingspotensial for norske leverandører innen havvind. Det er estimert et årlig globalt omsetningspotensial på 5 mrd EUR/år i 2030 og 6 mrd EUR/år i 2050 (utfallsrom 2050: 4 – 11)<sup>23</sup>, dersom norske selskaper lykkes innenfor områdene i verdikjeden for havvind der de har gode forutsetninger. Store kontrakter satt i 2019 og norsk global markedsandel på 3-5% i 2018 understøtter dette estimatet, og en riktig og målrettet satsing vil kunne gi ytterligere fremtidig omsetning for norske aktører. Både EPCI-tjenester, produksjon av dynamiske kabler og design og produksjon av fartøy og høyteknologiske, digitale tjenester i drift og vedlikehold vil være attraktive industrier i form av god lønnsomhet, sysselsetting i Norge og andre ringvirkninger.

I tillegg til et stort og stabilt markedspotensial over tid, er havvindmarkedet spesielt attraktivt for norske aktører fordi det etterspør høyteknologisk kompetanse og gir mulighet til å differensiere på pris og kvalitet. Videre vil norsk tilstedeværelse i store deler av verdikjeden gi positive synergier på tvers, og det er flere eksisterende norske aktører innen olje og gass og maritim sektor som har nødvendig finansiering og gjennomføringskraft til å ta posisjoner.

### 5.2.4. Målbilde

Prosjektet har, basert på identifiserte verdiskapingspotensialer og norske konkurransefortrinn, formulert

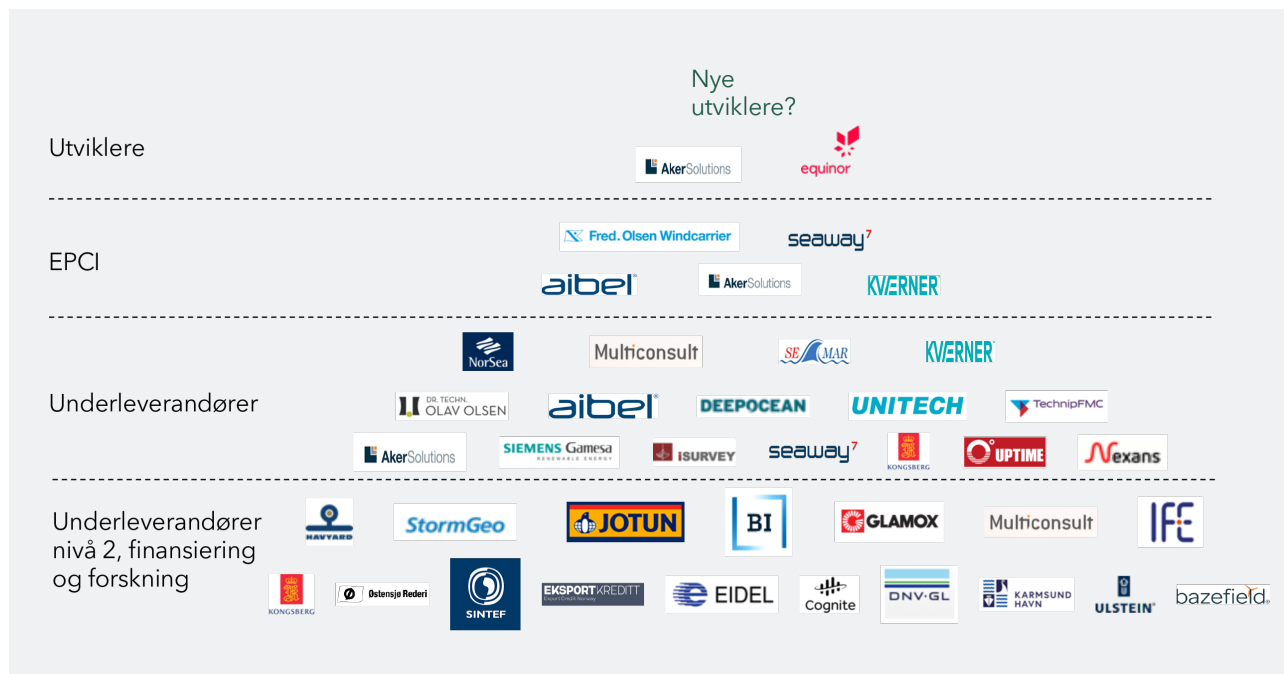
følgende målbilde for norsk havvindbransje frem til 2040.



## 5.2. Leverandørkjeden for havvind

Sterke norske EPCI-kontraktører kan katalysere fremvekst av et mangfold av norske spesialiserte underleverandører og man har i dette arbeidet identifisert muligheten til å kunne bygge en bred og dyp norsk eksportrettet leverandørindustri knyttet til havvind, som er konkurransedyktig

internasjonalt og genererer eksportinntekter og arbeidsplasser i Norge gjennom internasjonale leveranser. Prosjekt i Norge er pekt på som særskilt viktig for å aktivere de norske underleverandørsegmentene:



Figur 9: Norsk havvindindustri <sup>24</sup>

<sup>24</sup> Dette er kun en rekke med eksempler - det er for eksempel 100+ i Norwegian Offshore Wind Cluster alene

### 5.2.5. Havvindstrategi – en langsiktig plan for utviklingen av havvindnæringen i Norge og tiltak

For å oppnå målbildet anbefaler prosjektet at det umiddelbart etableres en langsiktig norsk havvind-strategi. Strategien formulerer en nasjonal ambisjon om å bygge en sterk leverandørnæring innen havvind rettet mot eksport til internasjonale utbyggingsprosjekt og drift. Dette må realiseres gjennom samarbeid mellom norske myndigheter og industrielle aktører. En slik strategi må behandle åpenbare interessekonflikter som reiser seg i etableringen av havvind på norsk sokkel. Det er sentralt at denne strategien balanserer viktigheten

av en rask utvikling av norsk leverandørindustri gjennom umiddelbare havvindprosjekt på norsk sokkel og interessene som ligger i verdiskapingen i det nordiske kraftmarkedet og hos norsk industri. Det vil tilsi at relevante virkemidler er eksportrettede industripolitiske tiltak og enkelte pre-kommersielle satsinger som skal bidra til industriutvikling. Konkurrerende land i Europa bruker betydelige ressurser på å støtte utvikling av egen industri. Spesielt bør strategien bygges på:

<p><b>A:</b> EPCI-kontraktører som er konkurransedyktige i det internasjonale markedet kan bli ryggraden i leverandørnæringen. Det haster derfor å etablere sterke EPCI aktører:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sterke norske EPCI-kontraktører kan katalysere fremvekst av et mangfold av norske spesialiserte underleverandører og gi en bred og dyp leverandørkjede (se Figur 9)</li> <li>• Det haster å etablere sterke EPCI aktører. I Europa (og internasjonalt) finnes det både tilgjengelige arealer og etterspørsel etter kraft til den prisen som i dag er realiserbar fra bunnfast havvind</li> </ul>	<p><b>Tiltak:</b> Norske aktører må identifisere en internasjonal pipeline med havvindprosjekt hvor de kan konkurrere og vinne prosjekt; bunnfast og flytende</p>
<p><b>B:</b> Nasjonale arealer for kraftproduksjon: Norske myndigheter, sammen med utviklere og andre aktører, etablerer en nasjonal pipeline med kommersielle prosjekt rettet mot eksport av kraft. Slik kan leverandørene få tilgang til en betydelig og forutsigbar portefølje.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Det etableres en pipeline med arealer for bunnfast og flytende havvind som tilrettelegges og lyses ut for kraftavtak i havet og eksport av kraft til et betalingsvillig europeisk marked</li> <li>• Arealer for både bunnfast og flytende utvikles - bunnfast akselereres dersom disse kan realiseres raskere og finne kunder i Europa</li> <li>• På lang sikt utvikles en portefølje av nasjonale arealer for kommersielle prosjekt rettet mot eksport som kan realiseres når etterspørsel og realiserbar produksjonskostnad balanseres.</li> </ul>	<p><b>Tiltak:</b> Norske myndigheter må sørge for å samle de rette aktørene, med riktig kompetanse, for å sørge for at denne porteføljen blir etablert</p> <p><b>Tiltak:</b> Norske myndigheter, sammen med norske aktører, må engasjere seg i europeiske og internasjonale fora hvor havvind og kraftutveksling diskuteres for å sikre tilgang i det europeiske kraftsystem for norsk kraft, inkludert havvind</p>

## 5.2. Leverandørkjeden for havvind

<p><b>C:</b> Norske myndigheter må vurdere norske aktører sin umiddelbare konkurransekraft, og tette gap ved hjelp av nødvendige pre-kommersielle prosjekt i Norge* for å sikre markedstilgang for norske EPCI-leverandører og underleverandører i en oppbyggingsfase. For å heve mulighetene til å utvikle en konkurranse-dyktig leverandørindustri må det raskt etableres et begrenset antall pre-kommersielle prosjekter der strømmen – om ikke andre tilkoblingsløsninger er mulige - føres til land i Norge. Disse må ha en størrelse på omkring 500MW for å gi den industrialiseringseffekten som er nødvendig. Antall slike prosjekter må vurderes ut ifra hva som skal til for å løfte konkurransekraften til norsk leverandørindustri tilstrekkelig for å kunne vinne kontrakter i det internasjonale markedet for å utvikle næringen, veiet opp mot de samfunnsøkonomiske effektene. Det må også vurderes om dette skal begrenses til flytende teknologi, samtidig som viktigheten av å satse på bunnfast ikke må undervurderes. Ettersom bunnfast regnes som en mer moden teknologi, vil støttebehovet være mindre. Utbygging i Norge vil sikre en betydelig grad av lokalt innhold på tvers av verdikjedene, inkludert mindre norske aktører, og vil være avgjørende for at et bredt spekter av norske aktører får erfaring og kompetanse og kan bygge seg opp til å bli internasjonalt konkurransedyktig - og bli med større norske aktører ut i verden.</p>	<p><b>Tiltak:</b> Norske myndigheter åpner for prekommersielle bunnfaste og flytende prosjekt (ca 500MW), for å sikre umiddelbar markedstilgang*</p>
<p><b>D:</b> Umiddelbar åpning og sømløs utvikling av havvind i Norge vil gi norsk havvindnæring markedstilgang og vil gi norske ambisjoner rundt havvind mer kredibilitet</p>	<p><b>Tiltak:</b> Umiddelbart åpne for identifiserte pre-kommersielle prosjekt, samt sikre en forutsigbar prosess rundt utvikling av prosjekt – se til havvind i Europa og norsk petroleumsvirksomhet for erfaring*</p>
<p><b>E:</b> Norges fortrinn er risikohåndtering, kunnskap og kompetanse. Det er dette som gjør norsk industri attraktive i et internasjonalt marked. For å bevare og utvikle dette fortrinnet kreves kontinuerlig utvikling av ny kunnskap og innovasjon.</p>	<p><b>Tiltak:</b> Norske myndigheter må hurtigst mulig legge til rette for etablering av et større program for utdanning, forskning, innovasjon og leverandørutvikling</p> <p><b>Tiltak:</b> Sørg for muligheter for tilstrekkelig og rask import av kompetanse hvor nødvendig</p>
<p>* Volumet av pre-kommersielle prosjekt vil være begrenset, og utvikles for å sikre markedstilgang og forutsigbarhet hos norske leverandører, slik at man evner å bygge norsk konkurransekraft og dybde i aktørmangfoldet. Det anbefales å etablere rammene for en slik utvikling og utbygging raskt, på en måte som er akseptabel for alle stakeholdere, både eksisterende kraftprodusenter, relevante utbyggere og potensiell leverandørindustri</p>	

### 5.2.6. Nødvendige tiltak

Prosjektet har formulert følgende tiltak for å nå målbildene som mer utførlig beskrevet i avsnittet over:

Reguleringer	Finansielle støtteordninger	Forskning og utvikling
<ul style="list-style-type: none"> <li>Norske myndigheter må bidra til å sikre umiddelbar markedstilgang for norsk leverandørindustri gjennom: <ul style="list-style-type: none"> <li>Et begrenset volum prekommersielle prosjekt i Norge<sup>25</sup></li> <li>Pre-kommersielle<sup>26</sup> og kommersielle europeiske/ internasjonale prosjekt</li> </ul> </li> <li>Norske myndigheter må tilrettelegge slik at man kommer raskt i gang med jevnlig konsesjons-tildelinger. Utbygging på norsk sokkel må gjøres i samspill med andre interesser i havområdene som fiskeri, akvakultur, olje og gass, shipping, mv.</li> <li>Norske myndigheter må jobbe for harmonisering av regelverk og standarder for utviklingen av norsk havvindnæring på en slik måte at norske leverandører bygger erfaring og kompetanse relevant for internasjonale prosjekt</li> <li>Norske myndigheter, norsk industri og norske interesseorganisasjoner må delta aktivt i internasjonale prosesser for å etablere et regulatorisk rammeverk som muliggjør eksport av kraft fra norsk havvind i stor skala direkte til betalingsvillige kunder i Europa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Norske myndigheter må bidra med finansiering til leverandørindustri gjennom investeringsinsentiver og bankgarantier til norske aktører som ønsker å posisjonere seg inn mot havvind</li> <li>Norske myndigheter må realisere støtte til et begrenset volum med pre-kommersielle prosjekter<sup>27</sup>: <ul style="list-style-type: none"> <li>Støtteformat og størrelse vil kunne variere fra prosjekt til prosjekt, basert på størrelse, tidspunkt og mest gunstig kraftavtak, men det må skje med forutsigbarhet for leverandørindustri, utbygger og andre interessenter</li> <li>Det er viktig at de pre-kommersielle prosjektene er store nok til å sikre industrialisering og mobilisering av verdikjeden (~ 500MW)</li> <li>Støtten må legges opp på en slik måte at det bygger internasjonal konkurransekraft hos norske aktører</li> </ul> </li> <li>Norske myndigheter må sikre finansieringsstøtte til teknologiutvikling i Norge</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Norske myndigheter må tilrettelegge for målrettet og eksportrelatert utvikling av norsk teknologi, kompetanse, innovasjon og IP gjennom forskning og pilotprosjekter på norsk sokkel.</li> <li>Norske myndigheter må utøve en målrettet bruk av virkemiddelapparatet for utvikling og skalering av teknologi, kombinert med konkrete støttetiltak til oppbygging og ombygging av maritim sektor, infrastruktur, kaianlegg, omstilling av verft, produksjonsanlegg, m.v. på land</li> <li>Norske myndigheter må sikre tilgang på nødvendig kompetanse <ul style="list-style-type: none"> <li>Fleksibilitet knyttet til import av kompetanse hvor nødvendig</li> <li>Bygging av erfaring gjennom prosjekter i Norge og gjennom norske aktører sin virksomhet internasjonalt</li> <li>Målrettet forskningsstøtte med etablering av et større program for forskning og innovasjon, og tilhørende styrkning av relevant forskningsinfrastruktur.</li> </ul> </li> </ul>

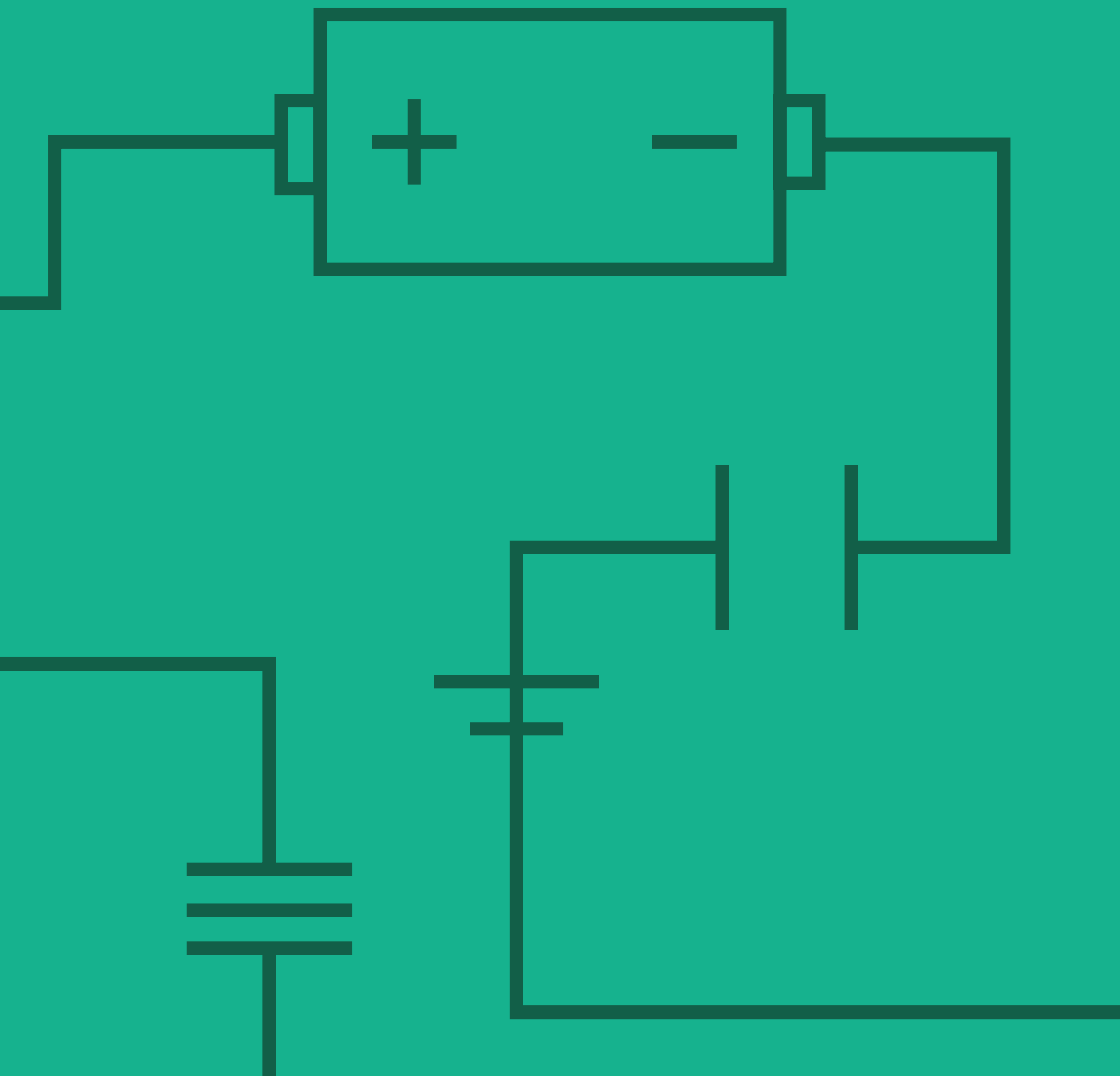
<sup>25</sup> Utbygging i Norge vil sikre en betydelig grad av lokalt innhold på tvers av verdikjedene, inkludert mindre norske aktører, og vil være grunnlaget for et bredt spekter av aktører som får erfaring og kompetanse og kan bygge seg opp til å bli internasjonalt konkurransedyktig, og bli med større norske aktører ut i verden.

<sup>26</sup> Prosjekter som fortsatt har behov for støtte og som ligger mellom pilot- og kommersiellstadiet. Prosjektene trenger en viss størrelse for å bidra til kostnadsreduksjon og industrialisering.

<sup>27</sup> Det anbefales å etablere rammene for en slik utvikling og utbygging raskt, på en måte som er akseptabel for alle stakeholdere, både eksisterende kraftprodusenter, relevante utbyggere og potensielle leverandører.



## 5.3. Batterier



Prosjektet har indentifisert et betydelig markeds-potensial og flere konkurransefortrinn for norske aktører i verdikjeden for batterier. Norge er godt posisjonert til å lykkes innen flere deler av batteri-verdikjeden, dersom det satses betydelig og umiddelbart. Uten en slik satsing vil markedsandelenes kapres av andre, uten at Norge kan ta del i verdiskapingen. I analysen er hele verdikjeden for produksjon av batterier vurdert, inkludert resirkulering. Bruk av batterier til ulike anvendelser er ikke inkludert.

### 5.3.1. Markedsutvikling

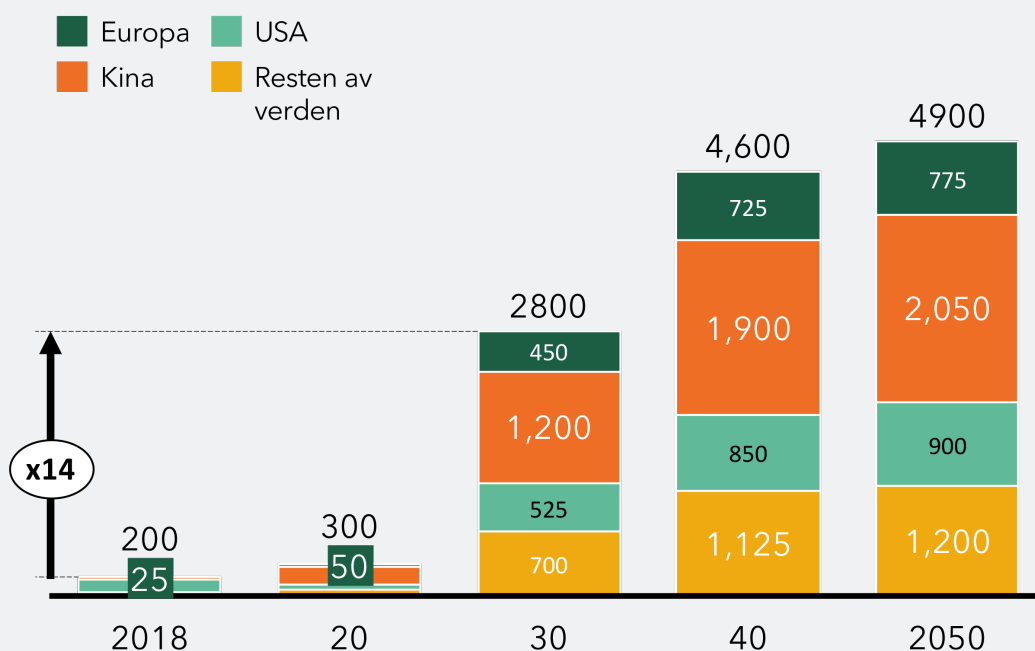
Etterspørselen etter batterier er forventet å vokse fra omtrent 200 GWh i dag til omtrent 5 000 GWh i 2050<sup>28</sup>, se Figur 10. Dette er et stort markeds-potensial og drives i all hovedsak av elektrisk mobilitet, noe som vil kreve høy kapasitetsutbygging de neste tiårene. En viktig del av utviklingen er forventede kostnadsreduksjoner på ca. 30% for battericeller frem mot 2030, hvilket tilsvarer et kostnadsnivå på rundt 62 til 76 EUR/kWh<sup>29</sup>.

#### Verdikjeden

Verdikjeden for batterier som er definert til å bestå av følgende ledd:

- **Prosessering av råmaterialer:** forberedende prosessering av mineraler og kjemikalier for produksjon av pulver og væske for batterier, samt batterikomponenter som grafitt og metallfolie
- **Komponentproduksjon:** Produksjon av komponenter til batterier, bla. anoder, katoder, elektrolytter
- **Celleproduksjon:** Produksjon av battericeller på tvers av design (prismatisk, sylindere og lommeceller)
- **Sammensetting:** Montering av battericeller til moduler, inkl. elektronisk styringssystem og systemer som styrer strøm, lading og temperatur
- **Integrasjon:** Design av integrerte systemer for batteripakker rettet mot applikasjonen for optimal plassbruk, vekt, design og sikkerhet
- **Resirkulering og gjenbruk:** Innsamling og dekonstruksjon for gjenbruk eller forbehandling for eller resirkulering av verdifulle metaller og komponenter

#### Global batterietterspørsel, GWh



Figur 10: Global batterietterspørsel

<sup>28</sup> Analyser av McKinsey

<sup>29</sup> Analyser av McKinsey

Det er forventet at etterspørselsveksten vil føre til økning av årlig omsetning i den globale industrien for batteripakker (fra råmaterialer til sammensetting av batterimoduler) til om lag 600 mrd. EUR i 2050<sup>30</sup>. Av dette vil 5 til 10% av markedet være adresserbart for norske aktører under antakelse om at det europeiske markedet er mest relevant. Det er viktig å merke seg at det i enkelte sluttbrukermarkeder vil det være krevende å få innpass. Spesielt gjelder dette markedet for integrering av batteripakker i bilindustrien, som det antas at bilprodusentene vil inkludere i sine produksjonslinjer, basert på celler levert av underleverandører.

Prosessering av råmaterialer og komponentproduksjon er de delene av verdikjeden med størst omsetningspotensial, men tilstedeværelse i store deler av verdikjeden vil være en fordel for å utløse størst mulig omsetning for norske aktører.

Utviklingen av batteriindustrien har til nå primært vært drevet av Asia, men EU har identifisert batterier som et strategisk produkt og ønsker å etablere europeisk kompetanse og produksjon for å forsyne den europeiske bilindustrien og legge til rette for de nødvendige endringene i energisystemer. EU har opprettet Den Europeiske batterialliansen med målsetning om å etablere konkurransedyktige batteriverdikjeder i Europa for å styrke konkurransekraften til europeisk bilindustri samt redusere avhengigheten av battericeller produsert i Kina.

#### 5.3.2. Konkurransfortrinn for attraktive forretningsområder

Norge er godt posisjonert til å kunne lykkes innen flere deler av verdikjeden for batterier<sup>31</sup>, særlig:

##### Prosessering av råvarer

**Mulighet:** Opprettholde og utvikle dagens sterke posisjon innen prosessering av råmaterialer som nikkel, kobolt, mangan, grafitt og aluminium.

**Rasjonale:** Norsk industri og forskningsmiljøer har god kompetanse innen materialteknologi

knyttet til avanserte tekniske applikasjoner, og norske aktører har en stor eksisterende fabrikkportefølje i Norge og internasjonalt. Norge har et godt økosystem med sterkt samarbeid mellom forskning og prosessindustrien.

##### Sammensetning og integrasjon

**Mulighet:** Utvikle og utvide eksisterende posisjon innen nisjesegmenter nedstrøms som f.eks. sammensetning og integrasjon for applikasjoner i maritim sektor. Dette gir muligheter i andre spesialiserte nisjesegmenter.

**Rasjonale:** Norge har kompetanse innen prosessautomatisering, og et stort og verdens-

ledende norsk marked for maritime batterier. Det er etablert produksjonslinjer i Trondheim og Bergen for maritime batterier, og norske aktører har utviklet proprietære konsepter skreddersydd for maritime bruksområder. Sterke industri og forskningsmiljøer innenfor energi og maritim sektor muliggjør komplisert systemintegrasjon.

##### Resirkulering

**Mulighet:** Etablere effektiv batteriresirkulering for regionalt batterivolum.

**Rasjonale:** Norge har et allerede betydelig volum av batterier i bruk som gir mulighet til å etablere resirkulering i skala og ta tidlige posisjoner. I kombinasjon med materialprosessering og celleproduksjon kan det gi styrket konkurranseposisjon.

Disse tre forretningsmulighetene vil styrkes betydelig dersom det etableres celleproduksjon i Norge. Norge har gode nok forutsetninger for å lykkes med celleproduksjon, og gode muligheter for å lykkes

innen resirkulering. På tvers kan dette gi kostnads-synergier, teknologisynergier og større kontroll på verdi og forsyningskjeden. Følgende mulighet og rasjonale finnes for battericelleproduksjon i Norge:

<sup>30</sup> Analyser av McKinsey

<sup>31</sup> Ytterligere informasjon om bakgrunn for utvalg av verdikjeder er digitalt tilgjengelig, se kapittel 7.2

#### Storskala battericelleproduksjon (delvis inkludert komponentproduksjon)

**Mulighet:** Etablere storskala battericelleproduksjon i Norge og ta en vesentlig posisjon i det europeiske markedet

**Rasjonale:** Norge har likt utgangspunkt som andre aktuelle europeiske land for å lykkes innenfor storskala battericelleproduksjon. Kostnadsposisjonen til Norge er på nivå med andre europeiske land ettersom konkurransedyktig, norsk kraft og relativt produktiv arbeidskraft utjevner høyere logistikk- og bygge kostnader. I et svært konkurranseutsatt marked er effektiv

produksjon klart mer avgjørende for konkurransedyktighet enn hvilket land produksjonen ligger i. Skala er også kritisk for å oppnå konkurransedyktighet. På sikt er det viktig å bygge opp betydelig batteriteknologi- og automatiseringskompetanse for å øke og opprettholde konkurranseevne. Norske aktører vil måtte være konkurransedyktige også i et globalt perspektiv, og mot asiatiske aktører spesifikt, hvilket er oppnåelig. Prosessering av råmaterialer, sammensetning og integrasjon, resirkulering og battericelleproduksjon er områder prosjektet anbefaler for videre satsning basert på norske konkurransefortrinn, samt verdiskapingspotensialet (se neste avsnitt).

#### 5.3.3. Verdiskapingspotensial

Dersom man lykkes med battericelleproduksjon vil dette skape store verdier for Norge, med et omsetningspotensial på 9 mrd EUR/år i 2030 og 18 mrd EUR/år i 2050 (Utfallsrom 2050: 13 – 36)<sup>32</sup>. Det fordrer imidlertid en betydelig satsning nå. Prosessering av råmaterialer og produksjon av komponenter er deler av verdikjeden med høyest lønnsomhet. Nedstrøms i verdikjeden, innen sammensetning og integrasjon, vil det også være muligheter for god

lønnsomhet, men lønnsomheten i disse segmentene vil trolig utfordres i større grad av sterk konkurranse.

#### 5.3.4. Målbilde

Basert på vurderinger av markedspotensial, norske konkurransefortrinn og verdiskapingspotensial, er følgende målbilde utviklet for en norsk batteriindustri i perioden frem mot 2030:

2020-2025:	2025-2030:	2030-2040
<ul style="list-style-type: none"> <li>Norge begynner å bygge industriell aktivitet langs batteriverdikjeden, basert på nasjonale konkurransefortrinn, privat kapital, konkurransedyktige støtteordninger, og i samarbeid med utenlandske aktører.</li> <li>Celleproduksjon etableres i Norge og fungerer som en katalysator for økt aktivitet innen prosessering av råmaterialer, komponentproduksjon, sammensetning og resirkulering.</li> <li>Gradvis styrking av FoU-kompetanse og kapasitet for å sikre nasjonalt eierskap til teknologi og nasjonal verdiskaping</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Norge skalerer opp grønn, konkurransedyktig battericelleproduksjon (32 GWh)</li> <li>Norske aktører innen prosessering av råmaterialer, komponentproduksjon og sammensetning styrker sin norske og europeiske kunde-base</li> <li>Ny industriell aktivitet innen resirkulering etableres i Norge</li> <li>Måltrettet satsing på kompetansebygging fører til mer aktiv teknologiutvikling langs verdikjeden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Norske aktører øker sin markedsandel innen batterispesifikke materialer</li> <li>Norsk battericelleproduksjon har kapasitet på over 100 GWh, og det er etablert storskala komponentproduksjon</li> <li>Norske aktører har en etablert posisjon innen spesifikke markeder for sammensetning av batterier</li> <li>En betydelig norsk industri innen resirkulering og gjenbruk av batterier er etablert</li> <li>Betydelig kompetansebygging og teknologiutvikling i Norge for å ta sterke posisjoner frem mot 2050</li> </ul>

### 5.3.5. Nødvendige tiltak

Målbildet innebærer at Norge tar en ledende rolle innen bærekraftig batteriproduksjon. Nasjonale konkurransefortrinn gir et godt utgangspunkt for å nå målbildene, men det forventes sterk internasjonal konkurranse i alle deler av verdikjeden for batteriproduksjon og det er behov for at det snarlig iverksettes gode tiltak fra myndigheter, i samspill

med satsing fra næringslivet. Overordnet er det behov for å etablere tydelige og ambisiøse nasjonale mål. Samtidig må følgende forhold være på plass for at norske næringsaktører, myndigheter og forsknings- og utdanningsinstitusjoner skal kunne realisere målbildet.

Reguleringer	Konkurransedyktige finansielle støtteordninger	Forskning og utvikling
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Norske aktører må ha tilgang til nødvendig areal og infrastruktur</li> <li>• Norske myndigheter må behandle konsesjonssøknader og andre tillatelser raskt og effektivt.</li> <li>• Norske aktører må få nødvendig støtte til bygging av pilot og fullskala-anlegg.</li> <li>• Norske aktører bør ha tilgang til fornybar energi på konkurransedyktige vilkår.</li> <li>• Norske myndigheter må ha en effektiv og transparent prosess for tilgang til nødvendig fagkompetanse og arbeidskraft (også fra utenfor EEA), og må etablere relevante skatteordninger for utenlandsk kompetanse.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Norske finansielle ordninger må søke å utnytte maksimalt støttenivå innenfor EU/EØS-regelverket.</li> <li>• Fremtidsrettet grunnforskning i regi av universiteter og forskningsinstitutter må motta konkurransedyktig finansiering</li> <li>• Forstudier og FoU, inkl. etablering av laboratorier og andre fasiliteter, må motta økt tilskudd og støtte</li> <li>• Økning i programmene for pilotering og innovasjons- og prosessforbedringer må motta økt tilskudd og støtte</li> <li>• De første etableringene av fullskala produksjonsanlegg må motta finansieringsstøtte</li> <li>• Norske aktører må ha tilgang til risikovillig kapital (lån og egenkapital) med langsiktig horisont, inkl. ESG premium</li> <li>• Norske aktører må ha tilgang til garantier, herunder lånegarantier og eksportgarantier</li> <li>• Norske myndigheter må utforme hensiktsmessig skatte- og avgiftspolitik</li> </ul>	<p>Betydelig styrking av FoU aktivitet er nødvendig. Denne må kobles tett på produktutvikling og kommersiell celleproduksjon i Norge, Norden, Europa og verden for øvrig.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Det bør etableres en nasjonal forskningsinfrastruktur for prototype produksjon av celler, med fokus på testing og validering av celler med nye typer batterikjemier.</li> <li>• Katapultsenter el.lign. for utvikling og oppskalering av industriprosesser for relevant batteriteknologi må etableres</li> <li>• Nye utdanningsløp og etterutdanning som dekker hele verdikjeden for batterier samt markedsutvikling må etableres</li> </ul> <p>Nettverk</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sterke, nasjonale nettverk som dekker hele verdikjeden for batterier må videreutvikles</li> <li>• En sterk nordisk batteriallianse som sikrer kompetanseutvikling langs hele verdikjeden og skaper synergier mellom akademia og industri må bygges</li> <li>• Norske aktører og myndigheter må delta i langsiktig samarbeid og partnerskap med europeisk og globale batterimiljø og må være sterkt involvert i europeiske initiativer</li> </ul>

## 5.4. Hydrogen



Det er bred enighet i ledende analysemiljøer at hydrogen er nødvendig for å oppnå målene om utslippsreduksjoner i Parisavtalen. Hydrogen kan brukes til anvendelser der direkte elektrifisering ikke er mulig eller er mindre kostnadseffektiv, som for eksempel i tung transport til lands og til vanns og som innsatsfaktor til industrien. Dette har medført at en rekke land har utarbeidet hydrogenstrategier: den tyske regjeringen har lagt frem en strategi med mål om å etablere et forbruk på 90-110 TWh hydrogen innen 2030 og en innenlandsk kapasitet på 5 GW elektrolyse. Strategien gjør at man får behov for betydelig import, både av hydrogen og hydrogenutstyr. Europeiske strategier tyder på en ambisjon på 40 GW elektrolyse innen 2040 og en intensjon om å etablere ordninger som raskt kan gjøre hydrogen fra fornybar kraft konkurransedyktig.

Bruk av hydrogen til nye formål er i en startfase, og i likhet med markedet for batteridrevne elbiler har Norge en mulighet til å ta en lederrolle for å få dette markedet i gang. I motsetning til hva vi har fått til på elbiler kan Norge etablere betydelig egen industrivirksomhet som en del av denne utviklingen. Norge har rikelig tilgang på fornybar energi kombinert med sterke aktører innenfor industri og maritim sektor, og begge deler er områder som kan utvikle ny næring på dette feltet. Norge har også en sterk utgangsposisjon innenfor utstysproduksjon med ledende aktører både på produksjon av elektrolyser og lagringsløsninger.

Prosjektet har evaluert flere segmenter og forretningsmodeller som kan være attraktive for norske aktører i verdikjeden for hydrogen. Hydrogen kan anvendes som energibærer for en rekke formål der det er utfordrende å finne andre, mer energieffektive måter å fjerne CO<sub>2</sub>-utslipp. Hydrogen kan i tillegg brukes som innsatsfaktor i flere industriprosesser.

Hydrogenproduksjon basert på fossile brenslere, som f.eks. naturgass, er ikke inkludert i prosjektet. Dette er likevel relevant i samspill med mulighetene som diskuteres, ettersom hydrogen fra naturgass med CO<sub>2</sub>-håndtering kan komplementere hydrogen produsert med strøm. Samvirke mellom de to kildene til hydrogen kan være aktuelt i mange sammenhenger. EU peker for eksempel på at produksjon av hydrogen i stor skala til industri, oppvarming og kraftproduksjon kan foregå med hydrogen fra naturgass fra omkring 2030, før storskala løsninger basert på fornybar energi og vannelektrolyse kan overta (2040-2050)<sup>33</sup>.

### Verdikjeden for hydrogen:

Verdikjeden for hydrogen fra fornybar kraft som er vurdert i dette prosjektet består av følgende ledd:

- Utstyr- og infrastrukturproduksjon (elektrolyser, lagring, systemløsninger, brenselceller)
- Produksjon av hydrogen som råvare til industri (gjødsel, raffinering og kjemisk industri, stål)
- Produksjon av hydrogen til bruk i industriell oppvarming
- Produksjon av hydrogen til bruk i transport (maritim transport, veitransport, annen landtransport, flytransport)
- Produksjon av hydrogen til oppvarming av bygninger, som erstatning for bruk av gass.
- Produksjon av hydrogen til bruk i kraftsystemet

«Hydrogen» brukes her i bred forstand, prosjektet inkluderer også hydrogen som utgangspunkt for ammoniakk og andre syntetiske drivstoff.

### 5.4.1. Markedsutvikling

Hydrogen er ventet å kunne dekke fra 3-10% av globale energibehov, tilsvarende 6000 – 18 800<sup>34</sup> TWh globalt innen 2050, avhengig av hvilke fremtidsscenario som legges til grunn. Til sammenlikning er norsk elektrisitetsproduksjon 140 TWh i et normalår.

Det er heftet betydelig usikkerhet til hvor raskt hydrogen vil gjøre seg gjeldende som en viktig energibærer, og markedsutviklingen er vanskelig å forutsi. Dette gjenspeiles i store spenn i markeds-potensialene. Det er generelt to viktige drivere for usikkerhet i markedet for hydrogen; styrken i myndighetenes klimaambisjoner og konkurrerende teknologier. Utviklingen av rammevilkår de kommende 10-15 årene vil være avgjørende fordi de fleste forretningsmodeller for hydrogen krever lovgivning, mandater eller insentiver fra myndigheter for å realiseres. Utviklingen innenfor konkurrerende teknologier for utslippskutt, for eksempel batteri-

<sup>33</sup> <https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/12407-A-EU-hydrogen-strategy>

<sup>34</sup> Primærenergi behov. Analyser av McKinsey

## 5.4. Hydrogen

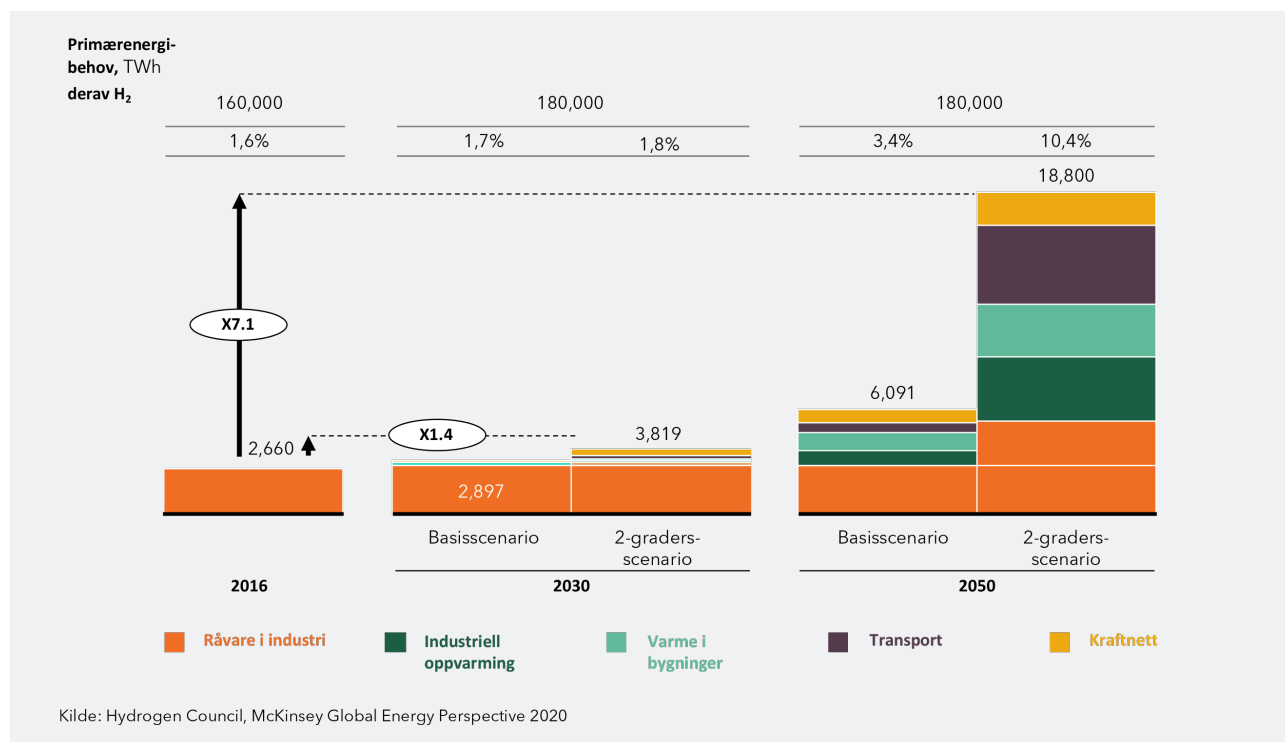
elektrisk fremdrift for kjøretøy, er også av avgjørende betydning for hydrogens konkurransedyktighet og bruk i ulike applikasjoner.

Markedsestimatene som er presentert i prosjektet bygger på at stadig strengere utslippskrav og rammevilkår for å nå disse videreføres og utvikles. Det er også gjort antagelser om at hydrogen er et attraktivt alternativ i flere sektorer, men det er ikke gjort en grundig analyse av alternativene til hydrogen innenfor de enkelte segmentene.

Det er stor variasjon i forventet tidslinje for gjennombrudd innen bruk av hydrogen på tvers av applikasjoner, og markedet vil bygges opp sektorvis i takt med klimamålsetninger og konkurranseposisjon. Bruk i transportsektoren for tunge kjøretøy og enkelte industrielle produksjonsprosesser ventes å komme først. For eksempel ventes tungtransport på vei å få et gjennombrudd rundt 2025 som følge av

god konkurranseposisjon mot fossilt drivstoff og få gode alternativ. Tungtransport på sjø er også lovende, men de første anvendelsene forventes å komme noe senere.

Fallende kostnader for fornybar kraftproduksjon og fallende kostnader for utsyr til produksjon og bruk av hydrogen som følge av økt skala, bidrar til økt bruk av hydrogen. Produksjon av hydrogen fra vannelektrolyse er allerede kostnadseffektivt i noen markeder i dag og vil i 2030 kunne komme ned i 2-3 EUR/kg i totalkostnad basert på en gjennomsnittlig europeisk pris på fornybar kraft<sup>35</sup>. Prognosene på lengre sikt tilsier 20% av dagens produksjonskostnader, avhengig av lokasjon<sup>36</sup>. Norge ligger svært godt an på grunn av våre gode fornybarressurser og konkurransedyktige kraftpriser. Den globale etterspørselen etter hydrogen, i to ulike scenarioer<sup>37</sup>, er vist i figur 11.



Figur 11: Global etterspørsel etter hydrogen

<sup>35</sup> McKinsey-analyse: kostnader på tysk kraft faller fra 51 til 30 EUR/MWh

<sup>36</sup> Analyser av McKinsey<sup>37</sup> Basisscenario: legger til grunn en utslippsbane som gir 3,5°C global temperaturøkning i 2100.

<sup>37</sup> Basisscenario: legger til grunn en utslippsbane som gir 3,5°C global temperaturøkning i 2100.

<sup>38</sup> Produksjon av hydrogen og produksjon av relevant utstyr som elektrolysører og lagringstanker

<sup>39</sup> Analyser av McKinsey

<sup>40</sup> Ytterligere informasjon om bakgrunn for utvalg av verdikjeder er digitalt tilgjengelig, se kapittel 7.2



Verdien av det globale hydrogenmarkedet<sup>38</sup> forventes å vokse fra 142 mrd EUR i 2020 til 400-1400 mrd. EUR i 2050<sup>39</sup>. Segmentene med størst potensial er forventet å være hydrogenproduksjon til kjemisk industri, industriell oppvarming, veitransport, maritim sektor og oppvarming av bygninger. 50-70% av dette markedet vil være relevant for norske aktører. Det kinesiske markedet er estimert å være rundt 30%, og det er antas å være krevende for norske aktører å konkurrere i.

### 5.4.2. Norges konkurransefortrinn

Norge har et godt utgangspunkt for både hydrogenproduksjon og utstyrproduksjon, med tilgang på fornybar kraft og mye relevant kompetanse. Innenfor følgende områder har Norge spesielle konkurransefortrinn og norske selskaper er godt posisjonert til å lykkes<sup>40</sup>:

#### Produksjon av elektrolysører

**Mulighet:** Utnytte eksisterende norsk kompetanse og markedsposisjon til å ta en større markedsandel og produsere elektrolysører i Norge og utlandet.

**Rasjonale:** Norge har verdensledende kompetanse fra eksisterende industri og forskningsmiljøer og tidlig etterspørsel i Norge som kan styrke teknologiposisjon og gi raske skala- og læringskurveeffekter. I tillegg har en norsk aktør betydelig eksisterende produksjonskapasitet nasjonalt og internasjonalt.

#### Produksjon av lagringsutstyr

**Mulighet:** Utnytte eksisterende kompetanse og markedsposisjon til å øke markedsandeler internasjonalt, ved å produsere lagringsutstyr både i Norge og i utlandet.

**Rasjonale:** Norge har sterk kompetanse fra eksisterende industri og tidlig norsk marked som kan styrke ledende teknologiposisjon og gi raske

skala- og læringskurveeffekter, samt at norske aktører har betydelig produksjonskapasitet nasjonalt. Høy automatisering og kostbare materialer tilsier at Norge vil være konkurranse-dyktig fordi relativt dyr norsk arbeidskraft ikke utgjør en avgjørende del av kostnadsbildet. Dog kan økt standardisering gi økt pris-konkurranse over tid og utfordre norsk konkurransedyktighet.

#### Produksjon av systemløsninger

**Mulighet:** Utnytte posisjon innen produksjon av elektrolysører og lagringsløsninger til å ta posisjoner innenfor design og produksjon av systemløsninger.

**Rasjonale:** Produksjon av systemløsninger, som eksempelvis fyllestasjoner til hydrogen kan bli et område hvor Norge kan ta en posisjon. Dette kan bli særlig interessant sett i sammenheng med produksjon av elektrolysører og lagringsutstyr.

Norsk hydrogenproduksjon kan foregå i Norge for bruk nasjonalt eller til eksport, eller ved at norske aktører produserer hydrogen i andre land til lokalt forbruk. For at produksjon i Norge til eksport til andre land skal vært relevant, må produksjonskostnad og distribusjonskostnad samlet sett være lavere

enn produksjonskostnaden i mottakerlandet. Det er i prosjektet gjort vurderinger av hydrogenproduksjon til ulike forbruksgrupper, inkludert en vurdering av lokasjon for norsk hydrogenproduksjon, og følgende segmenter er identifisert som spesielt interessante:

### Hydrogenproduksjon til maritim transport og gjødselindustri

**Mulighet:** Utnytte eksisterende kompetanse, gode fornybarressurser og konkurransedyktige kraftpriser til å produsere ammoniakk og hydrogen til maritim transport og gjødselindustri i Norge, til bruk i transport fra Norge og for eksport til Europa.

**Rasjonale:** Gode fornybarressurser og konkurransedyktige kraftpriser i Norge samt sterk kompetanse innen hydrogen- og ammoniakkproduksjon gir gode forutsetninger for produksjon i Norge for det norske markedet og for

eksport av ammoniakk, og på lengere sikt hydrogen, til et europeisk marked.

For ammoniakk og andre hydrogenbaserte drivstoff kan eksisterende infrastruktur forenkle eksport. Norge har en betydelig posisjon innen både gjødsel og shipping, samt potensielt tidlig etterspørsel i Norge som gir gode muligheter for å ta en tidlig posisjon som gir større skala- og læringskurveeffekter.

Norske aktører er tidlig ute innen hydrogen til skip, og planlegger å bygge en verdikjede innen produksjon av hydrogen til skipsfart.

### Hydrogenproduksjon til maritim transport, tung transport og industri i utlandet

**Mulighet:** Produksjon av hydrogen, ammoniakk og andre syntetiske drivstoff i internasjonale markeder, f.eks. Europa, gjennom ekspansjon av norske aktører til utlandet. Kan også utnytte markedsposisjon til norske aktører innen fornybar kraft i utlandet til å produsere hydrogen til utenlandske kunder. Det er også mulig å utnytte eksisterende norskeide produksjonsanlegg i utlandet for lokal storskala produksjon av ammoniakk.

**Rasjonale:** Sterk kompetanse om kraftsystemer og optimalisering, samt posisjoner innenfor operasjon og utvikling av fornybar produksjon i utlandet gir norske aktører et konkurransefortrinn. Fornybarproduksjon er i stor grad uregulerbar og oppnår ofte lavere pris enn grunnlast. Man kan etablere hydrogenproduksjon for å utnytte prisfordelen og optimere porteføljen av kraft- og hydrogenproduksjonskapasitet med sikte på å produsere konkurransedyktig hydrogen og ammoniakk. Videre har en norsk aktør store produksjonsanlegg for gjødsel over hele verden.

Norge har også mulighet til å satse på hydrogen til landtransport og høytemperatur varme til industrien da disse anvendelsene kan bli etterspurt tidlig i Norge. For produksjon av hydrogen til landtransport kan både distribuert produksjon lokalt og produksjon i Norge for eksport bli aktuelle forretningsmodeller for norske aktører. Produksjon av elektrolysører, lager- og systemløsninger og produksjon av hydrogen/ammoniakk til maritim virksomhet, landtransport, gjødsel (nasjonalt og internasjonalt) er identifisert som attraktive områder for norske aktører basert på norske konkurransefortrinn og verdiskapingspotensial for norske aktører (se neste avsnitt).

### 5.4.3. Verdiskapingspotensial

Markedspotensialet kombinert med norsk konkurranseevne gjør at hydrogen næringen kan bli en betydelig eksportnæring for Norge med et estimert omsetningspotensial på 1 mrd EUR/år i 2030, og 7 mrd EUR/år i 2050 (utfallsrom 2050: 4 - 20)<sup>41</sup>.

Utfallsrommet illustrerer forskjellige forutsetninger knyttet til utviklingen i etterspørselen etter hydrogen. Omsetningspotensialet for norske aktører er størst innen produksjon av elektrolysører, produksjon av hydrogen til gjødselindustri og produksjon av hydrogen til maritim transport. Lønnsomheten er antatt størst innen produksjon av elektrolysører, lagringsutstyr og systemløsninger, samt produksjon av hydrogen til maritim transport. Det vil være positive ringvirkninger for norsk industri og arbeidsliv forbundet med produksjon av utstyr, og selskaper innen hydrogenproduksjon basert i Norge. Deler av aktiviteten vil også skape positive ringvirkninger for utstyrsprodusenter, skipsprodusenter, systemleverandører mv. Det ventes mindre ringvirkninger av hydrogenproduksjon dersom den hovedsakelig blir utenfor Norge.

### 5.4.4. Målbilde

Prosjektet har formulert følgende målbilde for verdikjeden for hydrogen frem til 2040. Til grunn for målbildet ligger en forventning om stadig strengere utslippskrav og oppnåelse av utslippsmålsetninger.

2020-2025:	2025-2030:	2030-2040
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Markedet etterspør utslippsfrie løsninger. Norge og Europa starter å bygge en hydrogenindustri og verdikjeder for transport, industri og eksport.</li> <li>• Norsk produksjonskapasitet for elektrolysører på 300 MW/år er etablert</li> <li>• Infrastruktur for produksjon og bunkring av hydrogen til ferger er installert (30 MW/15 tonn pr dag)</li> <li>• Infrastruktur for produksjon og fylling av hydrogen til tungtransport på vei er installert på 5-10 lokasjoner (40 MW/20 tonn pr dag)</li> <li>• Pilot på CO<sub>2</sub>-fri ammoniakkproduksjon er etablert</li> <li>• 1-2 industripiloter er etablert</li> <li>• Norske aktører har etablert seg med hydrogenproduksjon basert på fornybar kraft i utlandet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Norske aktører innen utstyr og hydrogenproduksjon styrker sin posisjon internasjonalt.</li> <li>• Norske selskaper produserer 1,5 -2 GW elektrolysører per år og har en betydelig markedsandel innen lagringsutstyr</li> <li>• Alle ferger og hurtigbåter i Norge er utslippsfrie og omtrent 50 fartøyer går på hydrogen (100 MW og 50 tonn forbrukes daglig).</li> <li>• 5% av norsk tungtransport går på hydrogen, 10-20 fyllestasjoner er etablert, 120 MW og 60 tonn hydrogen forbrukes daglig</li> <li>• 5-6 industrielle hubs er etablert i Norge med bruk av hydrogen i smelteverk, industri, fiskefôr og til transport</li> <li>• En full verdikjede for ammoniakk fra hydrogen basert på fornybar kraft er etablert med 2-3 anlegg (6-700 MW), infrastruktur for bunkring og 10-20 større ammoniakkskip.</li> <li>• Norske aktører videreutvikler betydelig hydrogenproduksjon basert på fornybar kraft i utlandet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bærekraftige hydrogenverdikjeder basert på fornybar kraft for transport og storskala stålindustri og ammoniakk basert på hydrogen produsert fra fornybar kraft er etablert i Norge og Europa</li> <li>• Norske selskaper produserer 2-3 GW/år elektrolysører og har en betydelig markedsandel innen lagringsutstyr.</li> <li>• 5-15% av internasjonal skipsfart og tungtransport går på hydrogenbasert drivstoff.</li> <li>• Ammoniakkproduksjon i Norge basert på hydrogen produsert fra fornybarkraft i flere fullskala anlegg, 2-3 GW fornybar kraft.</li> <li>• Norske aktører har en betydelig markedsandel på lokal hydrogenproduksjon i Norge og Europa.</li> <li>• Hydrogen basert på fornybar kraft har bygget opp et marked, og det er rom for å etablere storskala hydrogen fra fossil energi til industri og varmemarkeder i Europa. Norske aktører henter ut synergier mellom hydrogen basert på fornybar kraft og fossil energi, og de to teknologiene støtter hverandre i å gi hydrogenmarkedet troverdighet.</li> </ul>

Markedet for hydrogen forventes bygget opp av sektorvis etterspørsel med skalerbar desentralisert produksjon av hydrogen fra kraft. Når volumene når kritisk masse, forventes det å bli etterspørsel i stor skala som også kan dekkes av hydrogen fra natur-

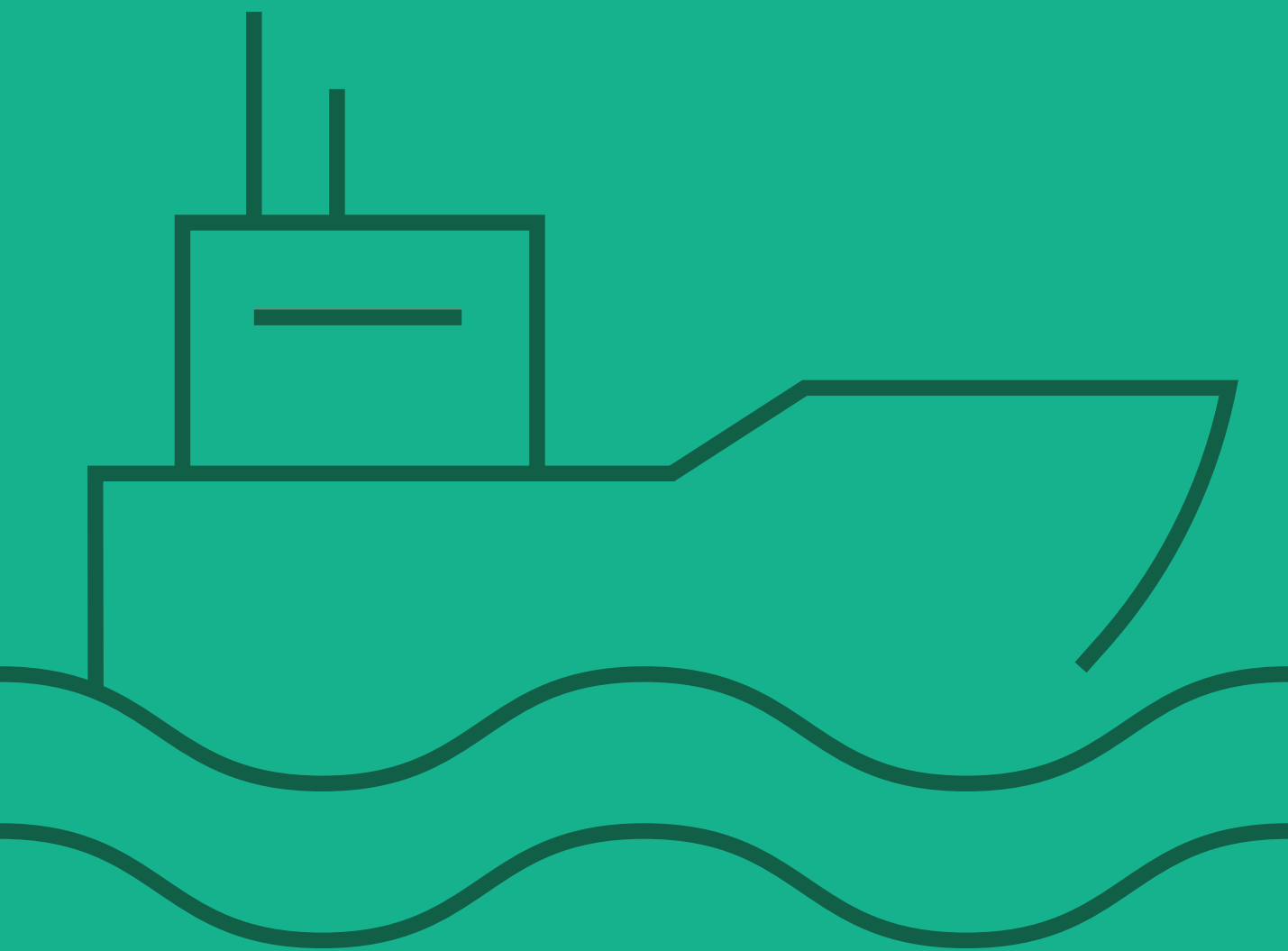
gass med karbonfangst og lagring. Hydrogen fra fornybar kraft og hydrogen fra fossil energi forventes primært å komplementere hverandre.

### 5.4.5. Nødvendige tiltak

For å nå målbildet har prosjektet formulert følgende tiltak:

Reguleringer	Finansiell støtte og tilrettelegging for infrastruktur:	Målrettet satsing på forskning og utvikling:
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bindende krav til utslippsreduksjoner og klimamål må strammes inn, internasjonalt, nasjonalt og lokalt i byer. Eksempler:               <ul style="list-style-type: none"> <li>o IMO: 50% reduksjon innen 2050</li> <li>o EU: 30% reduksjon i tungtransport</li> <li>o Norge redusere med 40% innen 2030</li> <li>o Oslo utslippsfritt 2030</li> </ul> </li> <li>• Norske myndigheter må stille økte krav til nullutslipp i anbudsprosesser for offentlig transport til sjøs og på land. Lokale myndigheter må settes i stand til å gjøre dette.</li> <li>• Norske myndigheter må samarbeide med EU og IMO for økt kostnad ved CO<sub>2</sub>-utslipp, både innenfor kvotepliktig og ikke-kvotepliktig sektor. Vurdere en Carbon Border Tax.</li> <li>• Norske myndigheter må arbeide for etablering av internasjonale standarder for sikker bruk av hydrogen i nye applikasjoner som tungtransport, tog, skip og fylling og bunkring.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Produksjonsanlegg for elektrolyser, logistikk, fylling og bunkring samt applikasjoner i en nasjonal infrastruktur (både hydrogen og ammoniakk) må kunne motta investeringsstøtte. Parallelt må norske myndigheter satse på utvikling av hydrogenfartøy i Norge og tiltrekking av tunge hydrogenkjøretøy på land fra utlandet.</li> <li>• Norske aktører må kunne motta driftsstøtte til anvendelser hvor fossile konkurrenter ikke belastes tilstrekkelig CO<sub>2</sub>-kostnad.</li> <li>• Norske støtteordninger må utnytte maksimalt støttenivå innenfor EU/EØS regelverket</li> <li>• Tiltakspakke for grønn nasjonal maritim flåtefornyelse.</li> <li>• Norske myndigheter må legge til rette for utbygging av nødvendig nettkapasitet og eventuelt ny fornybar kraft der det er nødvendig.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Norske myndigheter må satse på forskning, utvikling og demonstrasjonsprosjekter for å modne verdikjedene.</li> <li>• Norske myndigheter må legge til rette for etablering av økt FoU, testing, demonstrasjon og prototype-produksjon av nøkkelkomponenter (elektrolyser og lagertanker) i Norge for å opprettholde konkurransefortrinn i globale verdikjeder (mye av produksjonen vil på sikt foregå i utlandet)</li> </ul>

## 5.5. Maritim sektor



Norge har et sterkt maritimt økosystem med verdensledende posisjoner innen flere deler av verdikjeden for maritim transport, spesielt for skipssegmenter som preges av høy kompleksitet. Klimaendringer krever omstilling av global maritim transport og skaper både behov for omstilling av industrien og muligheter for å videreutvikle konkurranseposisjonen og øke verdiskapingen. Fokus i dette kapittelet er verdiskapingsmulighetene i norsk maritim sektor knyttet til omstilling til elektrisitet, hydrogen og ammoniakk som energibærere innen maritim transport. Analysene tar ikke for seg selve energibærerne, men løsningene som muliggjør omstilling til disse.

### Verdikjeden for maritim sektor

- Skipsbygging: design, konseptutvikling og godkjenning, systemer, komponentproduksjon, skipsbygging og retrofiting
- Drift: eierskap, kommersiell drift og vedlikehold
- Infrastruktur: design, konseptutvikling, integrasjon og installasjon, drift og eierskap, vedlikehold og avhending

### 5.5.1. Markedsutvikling

Maritim transport står for omtrent 2,5%<sup>42</sup> av globale klimagassutslipp i dag, og det er økende press for å avkarbonisere sektoren fra både myndigheter, investorer, vareeiere og forbrukere. Avkarboniseringen vil også være avhengig av utviklingen i regulatoriske rammeverk, relativ kostnadsutvikling for utslippsfrie drivstoff versus andre teknologier og tilrettelegging av infrastruktur. Samtidig er det globale skipsmarkedet forventet å vokse fremover, og under «business as usual» forventes utslippene å dobles innen 2050.

Avkarbonisering av den maritime industrien vil kreve en kombinasjon av nye drivstofftyper og energieffektivisering. En kombinasjon av utslippsfrie drivstoff (hydrogen, elektrisitet, ammoniakk) kan dekke alle hovedformer for skipsfart, og for å nå IMOs<sup>43</sup> forslag om 50% utslippsreduksjon fra sektoren innen 2050 må minst en tredel av maritimt drivstofforbruk være karbonfritt innen den tid<sup>44</sup>. IMOs målsetning har fra flere hold blitt karakterisert som for lav, i tillegg argumenterer flere for at andelen karbonfritt drivstoff må være høyere enn

en tredel i 2050 for å nå målsetningen. Uansett vil et slikt skifte til utslippsfrie drivstoff medføre en betydelig vekst i markedet for utslippsfri maritim transport. Det er imidlertid en risiko for at man ikke oppnår utslippsmålene, hvilket i så fall vil medføre at markedet for nye fremdriftsløsninger blir mindre enn antatt.

Videre er det usikkerhet knyttet til hvordan omstillingen vil skje. Et skip har lang levetid og usikkerhet om hvilke drivstoff som vil være tilgjengelige, konkurransedyktige eller akseptable i fremtiden gir dermed et disinsentiv til å investere i nye løsninger. Det er også en risiko for lock-in i løsninger som i dag har relativt sett lave utslipp, men som har høye utslipp sett i forhold til et ønsket fremtidsscenario. Mye taler derfor for at løsninger som gir fleksibilitet gjennom skipets levetid med tanke på valg av drivstoff vil være viktig for å skape investeringsvilje og for å unngå lock-in. Med andre ord kan fleksible lavutslippsløsninger være viktige broer til nullutslippsløsninger.

<sup>42</sup> ICCT – Greenhouse Gas Emissions from global shipping, 2013-2015

<sup>43</sup> The International Maritime Organization

<sup>44</sup> McKinsey, DNVGL Energy Transition Outlook 2019

### 5.5.2. Norges konkurransefortrinn

Nye drivstofftyper stiller nye krav og åpner muligheter innen skipsbygging, drift og infrastruktur. Norske aktører er godt posisjonert innen følgende segmenter<sup>45</sup>:

#### Skipsbygging, herunder:

- Design, konsept-utvikling og godkjenning av hele skip eller fremdriftssystemer
- Driftssystemer og komponentintegrasjon

**Mulighet:** Opprettholde dagens sterke posisjon på design, konseptutvikling og godkjenning av skip og fremdriftssystemer ved å lede utvikling i design av skip med alternative drivstoff, samt opprettholde en sterk posisjon innen utvikling av driftssystemer og komponentintegrasjon.

**Rasjonale:** Norge har verdensledende kompetanse innen design av maritime konstruksjoner og driftssystemer, et verdensledende maritimt økosystem og god tilgang på ledende ingeniører og teknikere innenfor den maritime industrien som samlet gir svært god konkurransekraft.

Norske aktører har et teknologiforsprang innen hydrogen og batteriløsninger for skip, og norske aktører er blant de eneste med eksisterende batteri- og hydrogenkonsepter i sene utviklingsfaser for kommersiell drift. Norske aktører har verdensledende kompetanse innen maritim systemutvikling.

Norske redere er tidlig ute innen adopsjon av nye fremdriftsteknologier drevet av lokale og

nasjonale reguleringer og ambisiøse norske rederier. Høy kompleksitet og rask innovasjonstakt innen digitalisering og løsninger for avkarbonisering vil kunne opprettholde relevansen av Norges kompetanse fremover.

Norge er best posisjonert innen komplekse skipssegmenter, fordi det gir større mulighet for å utnytte norsk, høyteknologisk kompetanse. Historisk har det norske markedet etterspurt komplekse skip og spesialdesign, eksempelvis offshore skip. For lavkompleksitetsskip har Norge svakere konkurranseevne fordi det stiller lavere krav til høyteknologisk kompetanse og det er tøffere priskonkurranse på mer «standardiserte» skip. Etter hvert som energiomstilling (sammen med bla. autonomi) fører til økende kompleksitet innen flere skipstyper, inkludert deep-sea, vil det oppstå et mulighetsrom for å utnytte norske fortrinn til å ta posisjoner også i nye deler av den maritime næringen. Trolig er det sentralt for å lykkes med å ta posisjoner innen segmenter som i dag preges av lav kompleksitet at man lykkes med å skape en merverdi (inkl. i driftsfasen, at investeringskostnader fremdeles er konkurranse-dyktige og at skipene ikke nødvendigvis blir mer komplekse for de som skal operere dem).

#### Skipsbygging: komponentproduksjon til fremdriftssystemer

**Mulighet:** Videreutvikle dagens tidlige posisjon innen komponentproduksjon for fremdriftssystemer for alternative drivstoff.

**Rasjonale:** Norge har et verdensledende nasjonalt marked som kan bidra til å bygge merittliste for norske leverandører, samt sterkt nordisk økosystem innen fremdriftssystemer for lav-/nullutslippsskip som gir gode forutsetninger for

norsk komponentproduksjon. Norske aktører har høy kompetanse innen produksjon av komplekse systemer for nærskipfart<sup>46</sup>, og har erfaring innen enkeltkomponenter for deep-sea. Relativt dyr arbeidskraft reduserer konkurranseevne for lokal produksjon utover norske nisjemarkeder, mens automatisering kan gi potensial for økt konkurransekraft. Norske aktører har svakere konkurranseevne innen lavkompleksitetsskip.

<sup>45</sup> Ytterligere informasjon om bakgrunn for utvalg av verdikjeder er digitalt tilgjengelig, se kapittel 7.2

<sup>46</sup> Sjøtransport mellom havner i Norge og mellom havner i Norge og øvrige havner i Europa



### **Drift: eierskap og kommersiell drift**

**Mulighet:** Etablere kommersielle fordeler i drift av flåten basert på tidlig adopsjon av lav-/nullutslippsteknologier

**Rasjonale:** Nasjonalt marked med tidlig

regulatorisk press og betalingsvilje for grønne løsninger i nærskipfart gir gode forutsetninger. Videre har norske aktører store eksisterende flåter, og deler av fergene er allerede konvertert til lav-/nullutslipp.

### **Infrastruktur: design, konseptutvikling, integrasjon og drift av infrastruktur**

**Mulighet:** Bygge en tidlig posisjon innenfor design, integrasjon og drift av el- og hydrogeninfrastruktur

**Rasjonale:** At Norge har et verdensledende nasjonalt marked for fremdriftsteknologier for lav-/nullutslipp kan bidra til å bygge tidlig merittliste for norske aktører, og danner et godt utgangspunkt for norsk satsning innenfor infra-

struktur for alternative drivstoff. Norske aktører har også høy kompetanse innen integrasjon av komplekse systemer, relevansen kan imidlertid svekkes når systemer standardiseres. Norge har høy kompetanse innen design av elektrolysører og transporttanker for hydrogen<sup>47</sup>, men begrenset erfaring fra anvendelse på havner utover noe erfaring fra norske fjorder. For elektrisitet er kompetansen til norske aktører på linje med konkurrenter.

Norge har generelt sterkere konkurransevne innen skipstyper og infrastruktur med høy kompleksitet der norsk høyteknologisk kompetanse er svært relevant. Innen lav-kompleksitetsskip har norske aktører svakere konkurransevne som følge av at dyrere norsk arbeidskraft er en ulempe i et marked som – i enda høyere grad enn komplekse skip – preges av sterk priskonkurranse og mindre behov for den høyteknologiske kompetansen norske aktører besitter.

Skip som bygges med mye norsk innhold, enten de bygges og utrustes i Norge eller i utlandet, er derfor i hovedsak komplekse skip der norske miljøer kan utnytte høyteknologisk kompetanse opparbeidet over mange år blant annet på oppdrag for olje og gass-industrien. Etter nedgangen i etterspørsel fra denne næringen som følge av fallet i oljepris fra 2014 har flere verft lyktes med å omstille seg fra komplekse skipstyper for olje og gass til andre komplekse skipstyper som eksempelvis små cruiseskip. Verft som lykkes med omstilling mot nye komplekse skipssegmenter har sannsynligvis gode muligheter for å opprettholde konkurransefortrinn.

Innfasing av utslippsfrie drivstoff, og andre teknologier som autonomi, kan bidra til at lavkompleksitetsskip blir mer komplekse, hvilket er en positiv trend for norsk konkurransevne forutsatt at man lykkes med å holde investeringskostnadene konkurransedyktige

Konkurransedyktige norske verft er viktig for den norske maritime næringens konkurransevne som

helhet. Verftene utgjør viktige arenaer for innovasjon og kompetansedeling i Norge. Samtidig vil det trolig være en ytterligere styrke med sterke relasjoner mellom norske maritime bedrifter og verft i utlandet.

Skipsbygging (design, konseptutvikling og godkjenning av hele skip og fremdriftssystemer, driftssystem og komponentintegrasjon og komponentproduksjon til fremdriftssystemer), drift (eierskap og kommersiell drift av lav-/nullutslippsflåter) og infrastruktur (design, konseptutvikling, integrasjon og drift av energiinfrastruktur for elektrisitet, hydrogen og ammoniakk for skip) er identifisert som attraktive områder for norske aktører basert på norske konkurransefortrinn og verdiskapingspotensial for norske aktører (se neste avsnitt).

### 5.5.3. Verdiskapingspotensial

Det forventes et stort verdiskapingspotensial for Norge hvis man lykkes innen de identifiserte segmentene, med et omsetningspotensial på 5 mrd. EUR/år i 2030 og 18 mrd. EUR/år i 2050 (utfallsrom 2050: 17 - 53) innenfor lønnsomme industrier<sup>48</sup>. En stor andel forventes imidlertid å kannibalisere eksisterende industri. Ca. 60% kommer fra drift (rederivirksomhet).

<sup>47</sup> Se kap. 5.4 for mer informasjon om hydrogen

<sup>48</sup> Analyse av McKinsey



### 5.5.4. Målbilde

Prosjektet har, basert på identifiserte verdiskapingspotensialer og norske konkurransefortrinn, formulert følgende målbilde for norske aktører innen maritim sektor frem mot 2040:

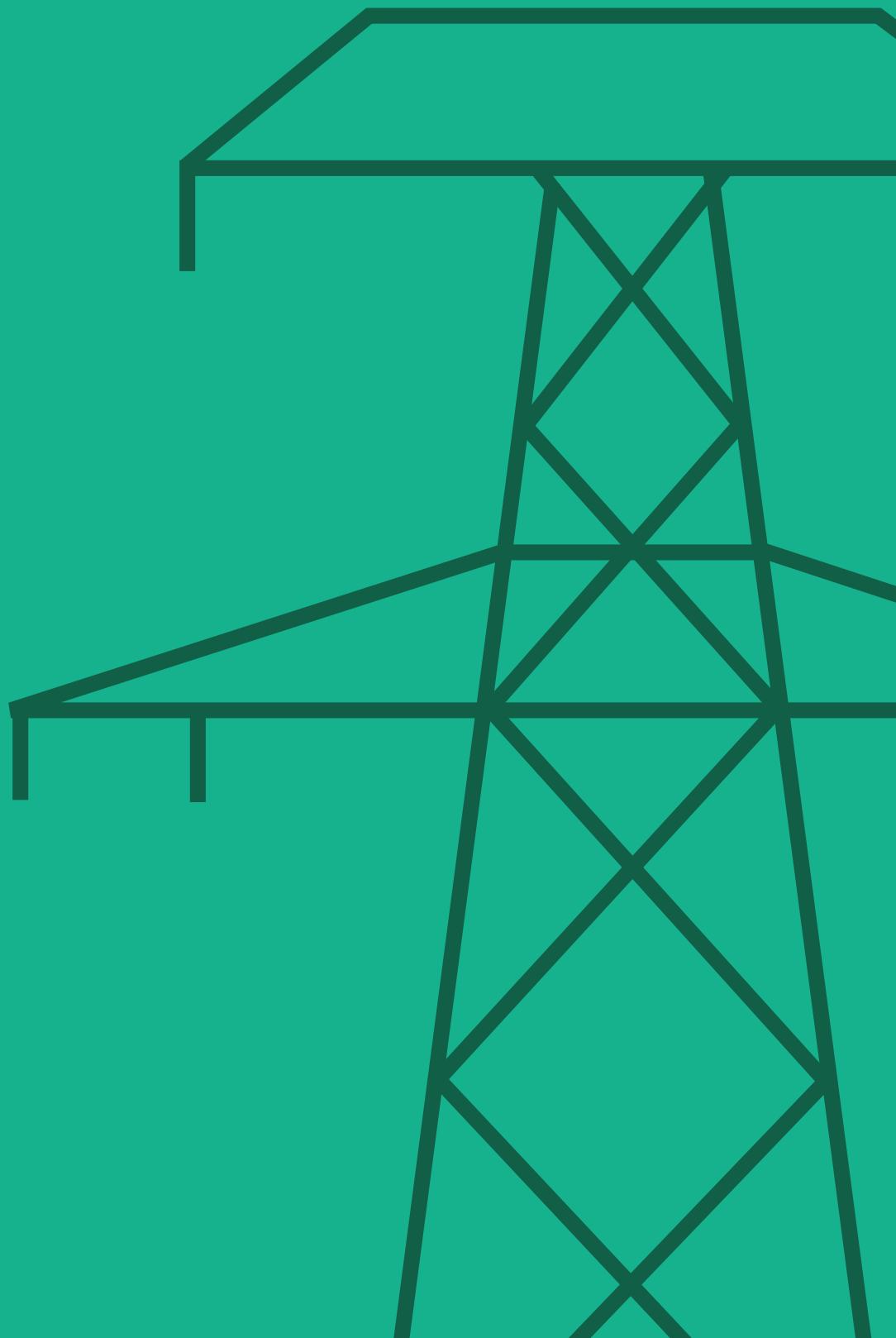
2025:	→	2030:	→	2040
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Norske selskaper er i ferd med å lykkes med internasjonal kommersialisering av lav- og nullutslippsløsninger i viktige skipssegmenter i nærskipsfart i tidlige markeder (inkludert infrastruktur).</li> <li>• Norsk etterspørsel er i økende grad en inkubator for lav- og nullutslippsløsninger:               <ul style="list-style-type: none"> <li>o For å sikre fleksibilitet med tanke på bl.a. drivstoffvalg gjennom skipets levetid utvikles i økende grad modulære løsninger og «flexi-løsninger», noe som blir en viktig muliggjør for lav- og nullutslipp og styrker norske fortrinn.</li> <li>o Synergier mellom energiomstilling og andre utviklingstrender som autonomi og digitalisering, samt logistikkprosesser og lasthåndtering utnyttes i økende grad i det norske markedet, hvilket muliggjør lav- og nullutslipp i flere segmenter og styrker norske fortrinn.</li> </ul> </li> <li>• Aktørene i næringen har implementert en IP-strategi som bidrar til å sikre langsiktig, norsk verdiskaping.</li> <li>• I norsk nærskipsfart finnes lav- og nullutslippsskip i kommersiell drift eller piloter innen de fleste skipssegmenter (inkludert infrastruktur).</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Norske løsninger, skip og design innen nærskipsfart og offshore er i drift i stor skala utenfor Norge innen de fleste komplekse segmenter (inkludert infrastruktur).</li> <li>• Lav- og nullutslipp innen deep sea er i en tidlig skaleringsfase og norske selskaper utnytter denne muligheten til å styrke posisjoner i dette segmentet.</li> <li>• Norske miljøer kan innen stadig flere segmenter tilby komplekse skip for eksport som oppnår utslippsreduksjoner og effektiviseringsgevinster i driftsfasen samtidig som investeringskostnadene holdes på et konkurranse-dyktig nivå.</li> <li>• Norsk innenriks skipsfart er nær utslippsfritt og er fremdeles en viktig inkubator for lav- og nullutslippsløsninger der man i stadig større grad utnytter synergier mot andre utviklingstrender.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Norge har økt verdiskapingen i maritim sektor som følge av en vellykket satsning på elektrifisering innen sjøfart (batterielektrisk, hybrid, hydrogen, ammoniakk).</li> <li>• Norske lav- og nullutslippskip innen de fleste segmenter, inkludert deep sea, er i drift i stor skala.</li> <li>• Norge har flere store, verdensledende leverandører innen design, komponenter, system, infrastruktur og drift både innen nærskipsfart og deep sea.</li> </ul>

### 5.5.5. Nødvendige tiltak

For å nå overnevnte målbilder, har prosjektet identifisert følgende forhold som må være på plass:

<b>Utvikling av markeder for lav- og nullutslippsskip – det norske markedet går foran, internasjonale markeder følger etter.</b>	<b>Videreutvikling av de maritime økosystemene med økt trykk på forskning og utvikling, pilotering, kommersialisering og offentlig/privat samarbeid</b>	<b>Satsning på fremoverlente og konkurransedyktige rederier, verft og designelskaper som utgjør viktige arenaer for å utvikle fortrinn.</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Krav og insentiver må bidra til at Norge ligger foran global utvikling i alle vesentlige segmenter.</li> <li>• Det må bli lønnsomt å velge grønt for private aktører.</li> <li>• Statlig hjelp til risiko- og kapitalavlastning må bidra til å øke mulighetene for private til å velge grønt.</li> <li>• Regelverk må hensynta konkurransebildet slik at transport flyttes til sjø og at valg av destinasjon, for eksempel ilandføring av varer, ikke påvirkes.</li> <li>• Krav og virkemiddelpakker må tilpasses ulike segment og som hovedregel være teknologinøytrale.</li> <li>• Det offentlige handlingsrom må utnyttes til å skape etterspørsel:             <ul style="list-style-type: none"> <li>o innkjøp gjøres med krav også under første ledd</li> <li>o Det bør stilles krav til transportarbeid i konsesjoner</li> <li>o Vareeiere må ansvarliggjøres</li> <li>o Tilrettelegging i havner må fjerne infrastruktur-barrierer og utnytte synergier mot andre prosesser (f.eks. logistikk) og stimulere til næringsutvikling innen infrastruktur.</li> </ul> </li> </ul> <p>– Flåtefornyelses-program for nærskipfart (inkl. retrofit) må etableres.</p> <p>– Norge må påvirke det internasjonale regelverket for utslipp og for sikkerhet (f.eks. i rel. til nye drivstoff).</p> <p>– Norske myndigheter må promotere norske løsninger utenlands.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pilotering og (særlig langsiktig) teknologiutvikling må motta økt risiko- og kapitalavlastning. Piloter og utviklingskontrakter må gjennomføres innen stadig nye skipstyper. Kapitaltilgangen må matche konkurrerende land og reflektere kapitalintensiviteten i næringen.</li> <li>• Utviklingsprosjekter må ha tilgang på nødvendig kapital.</li> <li>• Eksportrelevans bør være avgjørende for prioritering av FoU-prosjekter.</li> <li>• Internasjonalt samarbeid må styrkes for å sikre tilstrekkelig spesialkompetanse i Norge.</li> <li>• Næring, forskningsmiljøer og myndigheter må samarbeide om utvikling av standarder i Norge som kan godkjennes internasjonalt.</li> <li>• Vareeier (inkl. offentlige vareeiere), rederier, havne-eiere (inkl. offentlige) og myndigheter må øke sitt samarbeid for å dra nytte av synergier mellom energibehov, autonomi, digitalisering og lasthåndtering i havner.</li> <li>• Norske myndigheter fortsetter satsningen på maritime klynger og utvikling av, og tilgang på, kompetanse i verdensklasse.</li> <li>• Myndigheter, næring og FoU-sektor styrker samarbeidet om kommersialisering av FoU-resultater nasjonalt og internasjonalt, blant annet gjennom kortere forskningssprinter med fokus på kommersialisering.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktører i det norske økosystemet, inkludert myndigheter, må samarbeide langsiktig for å gripe muligheter til grønn omstilling, også innen deep sea.</li> <li>• Norske verft som ligger i front innen utrustning av komplekse skip må videreutvikles med mål om å også i fremtiden utgjøre arenaer for utvikling og kompetanseutveksling og slik styrke den maritime næringen.</li> <li>• Rammebetingelser må bidra til å utvikle marked for grønne retrofit-løsninger og ombygging av eksisterende flåte.</li> </ul>

## 5.6. Optimalisering av kraftsystem og smart lading vei



Prosjektet har valgt ut tre viktige områder innenfor energisystemet; nettooptimalisering, markeds-optimalisering (til sammen: optimalisering av kraftsystem) og smart lading vei. Verdikjedene i dette kapittelet skiller seg fra de andre verdikjedene i dette prosjektet ved at de er viktige komponenter i et svært komplekst system. Videre knytter energisystemet sammen de andre verdikjedene i prosjektet og vil ha synergier med norske posisjoner og satsinger i de andre områdene.

### Verdikjedene:

Hver verdikjede er brutt ned i flere del-segmenter:

- Nettooptimalisering:
  - o Automasjon (Smart utstyr/automasjonsutstyr og kommunikasjonsutstyr til nett)
  - o Integrasjon (systemer og løsninger som integrerer ulike data og fagsystemer, sensorer og IoT (internet of things))
  - o Analyse (datadrevet analyse som håndterer store datamengder og modelldrevet analyse som nyttiggjør store datamengder)
  - o Optimering (plattform for datanalyse og automasjon, og fleksibilitetsverktøy som kobler produksjon og forbruk i nettet)
- Markedsoptimalisering:
  - o Markedsplass (fagsystemer for drift av markedsplasser, og operatør av markedsplasser)
  - o Markedstilrettelegger (tilrettelegger for langsiktige kommersielle kraftkontrakter (PPA-er) og aggregering av produksjon og forbruk med underliggende systemer)
- Smart lading vei:
  - o Utvikling av ladestasjoner (konseptutvikling og produksjon)
  - o Optimalisering (styringsanlegg for flerbruksanlegg, optimal nettintegrasjon av ladeinfrastruktur og aggregering av lading og uttak av energi fra bilbatterier)
  - o Systeminfrastruktur (flåtestyring, ladeplattform (software), betalingsløsninger for ladenettverk)

### 5.6.1. Markedsutvikling

Det globale elektriske energisystemet, det vil si alt som omhandler produksjon, omforming, leveranse og bruk av elektrisk energi, er i stor endring. Klimamålsetninger driver frem økte andeler av kraftproduksjon fra fornybare, variable kilder som vind og sol. Samtidig elektrifiseres stadig flere områder noe som fører til at flere sektorer i større grad koples sammen og kan resultere i periodevist stort effektuttak, for eksempel til lading. Noe som kan resultere i at det vil bli større variasjoner i både produksjon og forbruk.

Større variasjoner i forbruk og produksjon skaper et enormt behov for fleksibilitet. Mange ulike teknologier kan tilføre fleksibilitet. Dette omfatter kraftproduksjon, -forbruk og lagring av energi. Ved å balansere bruken av ulike teknologier og koble flere sektorer sammen, kan tilgangen på fleksibilitet økes. Det vil være behov for fleksibilitet som varer fra sekunder til noen få timer, og fleksibilitet for flere dager og uker. Energisystemet forventes også å bli mer desentralisert ved at kraftproduksjon foregår i mindre skala og mer spredt enn tidligere. De tre verdikjedene vi løfter frem i dette kapittelet muliggjøres av nye digitale teknologier og vil spille en viktig rolle i å løse noen av de utfordringene beskrevet ovenfor, for eksempel ved å bidra til at man kan unngå eller utsette investeringer i nett og produksjon, at man kan stabilisere nettet kostnads-effektivt og at man kan utnytte ressurser i kraftsystemet (inkludert enheter som produserer, bruker eller lagrer strøm) mest mulig effektivt.

#### Område 1: Nettooptimalisering

Nettooptimalisering omfatter hovedsakelig skytjenester som selges til nettoperatører, og som bidrar til gunstigere investeringer i nett og mer optimal drift. Nettooptimalisering omfatter:

- **integrasjon av data** - data løftes ut av et fagsystem og inn i en sky for enklere vedlikehold av data og aksess på tvers av ulike dataverktøy
- **tilgjengeliggjøring av data:** data angis/beskrives på en standard måte (får kontekst), f.eks. at tallet X er spenningsnivå eller sier noe om hvilken type enhet data kommer fra eller hvor enheten informasjonen kommer fra er lokalisert - når data er integrert og tilgjengeliggjort, kan de brukes.
- **Analyse:** dataene benyttes, ved hjelp av programmer, til f.eks. feillokalisering, spenningskoordinering eller kapasitetsprognoser.
- **Optimering:** optimeringsverktøy håndterer store datamengder fra kraftsystemet til å velge beste og billigste ressurs først. Slike verktøy brukes også til optimering av investeringer.

Nettoptimalisering blir viktig i fremtidens energisystem, da nye produksjonsteknologier og elektrifisering av forbruksgrupper som transport og industri kan medføre store behov for oppgradering av strømmettet. Digitalisering og smarte nett vil muliggjøre mer effektiv bruk og utvikling av nettet.

### Område 2: Markedsoptimalisering

Markedsoptimalisering omfatter

- drift av markedsplasser for handel av strøm og leveranser av systemer og tjenester til disse
- roller som markedsaktører som formidler kraftavtaler (PPAer), aggregatorer som forvalter porteføljer av produksjon (VPP) eller fleksibelt forbruk eller som leverer systemer og tjenester til disse aktørene

Markedsoptimalisering vil være en avgjørende del av fremtidens desentrale, fornybare og digitaliserte energisystem. Utviklingen i energisystemet tilsier at fremtidens markedsplasser i økende grad vil handle om fleksibilitet, og markedsløsninger for å handle fleksibilitet er under utvikling.

### Område 3: Smart lading vei

Smart lading vei omfatter systemer som styrer og koordinerer ladeinfrastruktur og kjøretøyflåter for å effektivt utnytte ladeinfrastruktur og optimalisere disse opp i mot kraftsystemet. Forretningsmodeller kan inkludere operatører av slike systemer eller leveranser av systemer og tjenester.

Smart lading vei vil være viktig for å utnytte nettkapasiteten på best mulig måte gjennom å optimalisere lading og planlegging og utbygging av ladeinfrastruktur. Batteriene i elektriske kjøretøy vil være en sentral del av fremtidens energi-

system, og kan bli en viktig fleksibilitetskilde ved å være en fleksibel forbruker av strøm, brukes til energilagring, tilføre nettet strøm eller regulering av reaktiv effekt. (Vehicle-to-Grid – V2G). Ladestasjoner som har installert stasjonær lagringskapasitet kan også benyttes som en ressurs.

Totalt forventes det globale markedet innenfor strømmnett, fornybar kraftproduksjon og ladeinfrastruktur å vokse fra rundt 600 til rundt 900 mrd. EUR årlig i 2025, og til over 3100 mrd. EUR i 2050. Av dette kan markedet i 2050 for de utvalgte segmentene utgjøre:

- Nettoptimalisering: 140-290 mrd. EUR per år
- Markedsoptimalisering: 16-80 mrd. EUR per år
- Smart lading vei: 11-16 mrd. EUR per år<sup>49</sup>

### 5.6.2. Norges konkurransefortrinn

Norge ligger langt fremme på elektrifisering, og har vært tidlig ute med å liberalisere kraftmarkedet. Nord Pool ble opprettet i 1996 og var den første kraftbørsen i verden der man kunne handle kraft på tvers av landegrensene. Norge er del av et felles nordisk kraftmarked med Sverige, Danmark og Finland, som igjen er sammenkoblet via overføringsforbindelser til Tyskland, Nederland, Estland, Polen og Russland. Vårt felles, integrerte nordiske kraftmarked er en god plattform for utvikling og testing av nye løsninger.

Kompetansen norske aktører besitter kan gi store muligheter internasjonalt, men det vil kreve en bevisst satsning på tvers av selskaper, myndigheter og sektorer. Norge, og norske aktører, er særlig godt posisjonert innenfor følgende segmenter<sup>50</sup>:

#### 1. Nettoptimalisering: integrasjon og tilgjengeliggjøring av data

**Forklaring av segment:** Integrering av systemer og løsninger som tilgjengeliggjør data fra ulike systemer og sensorer som gir økt datamengde og nye analysemuligheter.

**Mulighet:** Videreutvikle norsk nisje innen sensorteknologi basert på eksisterende norsk kompetanse innen området. Utnytte at Norge er tidlig ute med AMS og datahub (Elhub).

**Rasjonale:** Norge har nisjeposisjoner innen sensorer med kompetanse fra olje og gassnæ-

ringen, Norge er tidlig ute med smarte strømmålere og datahub (Elhub) og langt fremme på kommunikasjonsnettverk (5G) som danner et godt utgangspunkt for norske aktører. Norsk kraftbransje er villig til å investere i digitalisering av det norske kraftsystemet.

Norske aktører vil få sterk konkurranse fra store, internasjonale aktører som kan bli utfordrende, samt at mangel på standardiserte løsninger for utveksling av økende mengder data er en utfordring. Videre gjør en fragmentert nettstruktur det vanskeligere å utnytte muligheten.

<sup>49</sup> Thema CG, DNV GL Energy Transition Outlook

<sup>50</sup> Ytterligere informasjon om bakgrunn for utvalg av verdikjeder er digitalt tilgjengelig, se kapittel 7.2

### 1. Nettooptimalisering: Analyse

**Forklaring av segment:** Håndtering og fremstilling av store datamengder gjennom datadrevet analyse, samt modellbasert analyse som nyttiggjør store datamengder.

**Mulighet:** Smart analyse av nett er et raskt voksende marked der flere norske selskaper har en god posisjon og kan dra nytte av et tidlig marked i Norge

**Rasjonale:** Flere norske aktører opererer innen analyse, og tidlig digitalisering av nettet muliggjør utvikling av avanserte analyseverktøy. Norsk netregulering insentiverer bruk av analyseverktøy for forbedringsresultater. Det forventes imidlertid hard internasjonal konkurranse som utfordrer norske aktører.

### 1. Nettooptimalisering: Optimering

**Forklaring av segment:** Totalløsninger for sammenkoblingen av data fra ulike fagsystemer, analyse og optimering av disse dataene for beslutningsstøtte, og systemer som muliggjør kobling mot produksjon og forbruk i nettet.

**Mulighet:** Norge kan ta posisjon innen optimering av nett ved å koble domenekompetanse med tidlig digital kompetanse.

**Rasjonale:** Norsk kraftbransje er tidlig ute innen digitalisering, og det er norske fortrinn innen digitale tvillinger. Norske aktører kan utnytte overføringsverdi fra andre industrier, og det er komplekse problemstillinger som krever kompetanse Norge besitter. Norske selskaper er langt fremme på digitale plattformer med utspring i Olje og gass og tungindustri. En fragmentert bransje kan gjøre det vanskeligere å utnytte muligheten.

### 2. Markedsoptimalisering: Markedsplasser

**Forklaring av segment:** Fagsystemer for drift av markedsplasser og operatører av markedsplasser for krafthandel.

**Mulighet:** Bygge på norske aktørers sterke posisjon til å utvikle nye løsninger innen kraftbørs og markedsplasser for eksport.

**Rasjonale:** Sterk norsk kompetansebase innen markedsplasser for kraftsalg og velfungerende nordiske kraftbørs og -handelsplasser danner et godt utgangspunkt for norske aktører.

Det gjelder også de etablerte og velfungerende intradag- og balansemarkeder i Norden. Videre anvender halvparten av europeiske kraftbørser norsk systemløsning på lisens. En mulig utfordring for norske aktører er at andre land har større lokale fleksibilitetsbehov, hvilket kan gi fremvekst av, og sterk konkurranse fra, utenlandske aktører. Videre er det totale markedspotensialet noe begrenset.

### 2. Markedsoptimalisering:

#### Markedstilrettelegger

**Forklaring av segment:** Formidling av lang-siktige kommersielle kraftkontrakter (PPA)<sup>51</sup> og aggregering og forvaltning av produksjon (virtuelle kraftverk) og aggregering og forvaltning av fleksibelt forbruk, samt leveranser av systemer og tjenester til disse aktørene.

**Mulighet:** Videreutvikle eksisterende posisjon innen kommersielle krafthandelsavtaler (PPA-er) og aggregering av produksjon (VPP)<sup>52</sup> og forbruk i Europa, og styrke satsningen for å møte økende europeisk konkurranse.

**Rasjonale:** Norge har en solid eksisterende

kompetanse innen forvaltning av porteføljer i kraftmarkedet, blant annet gjennom formidling av krafthandelsavtaler og drift av virtuelle kraftverk (VPP). I tillegg er norske aktører tidlig ute innen aggregering av forbruks- og produksjonsfleksibilitet, og kan utnytte tidlig digitalisering i Norge for å utvikle nye løsninger. Det forventes imidlertid økende europeisk konkurranse, og det er usikkert hvor lenge norske fortrinn vil vare. For eksempel ventes det et økende volum av kommersielle PPA-er i Europa og EU arbeider for å redusere eksisterende regulatoriske barrierer.

### 3. Smart lading vei: Optimalisering

**Forklaring av segment:** Styringsplattform for sakte- og hurtiglading i flerbrukeranlegg, herunder optimering og styring av lading der man optimerer utnyttelse av kraftsystem. Det dreier seg både om design og planlegging<sup>53</sup>.

**Mulighet:** Utnytte tidlig norsk kompetanse til å designe løsninger og bygge forretningsmodeller, betalingsløsninger og styringsløsninger

innen sakte- og hurtiglading som er skalerbare for et internasjonalt marked.

**Rasjonale:** Norge er tidlig ute med konsepter rundt flerbrukeranlegg (feks. til bedrifter og bo-rettslag), og har tidlig bygget opp kompetanse og forretningsmodeller, betalings- og styringsløsninger som kan videreutvikles og eksporteres i et internasjonalt marked. Det ventes imidlertid sterk internasjonal konkurranse i dette segmentet.

### 3. Smart lading vei: Systeminfrastruktur

**Forklaring av segment:** Styring av større flåter av kjøretøy og ladeutstyr for å optimere energibruk og lading, softwareløsninger til overvåking og administrasjon av ladenettverk og betalingsløsninger. Dette dreier seg både om utvikling og drift.

**Mulighet:** Utvikle norske nisseaktører som kan ta posisjoner i internasjonale systemer og selskaper

**Rasjonale:** Norske aktører er godt posisjonert for å ta underleveranser i større økosystemer for lading, og norske aktører er i god posisjon for internasjonal vekst. Det er imidlertid store internasjonale aktører både innenfor energi og mobilitet som gir sterk konkurranse, og disse aktørene går inn for å «eie kundegrensesnittet». Norske aktørers evne til internasjonalisering blir utfordret.

De overnevnte områdene hvor Norge har konkurransefortrinn er vurdert som særlig attraktive for norske aktører og prosjektet anbefaler en videre satsning på disse. Prosjektets anbefaling inkluderer en vurdering av verdiskapingspotensialet for norske aktører (se neste avsnitt).

### 5.6.3. Verdiskapingspotensial

Omsetningspotensialet innenfor disse verdikjedene er vanskelig å kvantifisere, usikkerheten er stor både med tanke på markedenes størrelse og hvor store

andeler norske aktører kan ta. Det anslås et Omsetningspotensial på 3 mrd. EUR/år i 2030 og 9 mrd. EUR/år i 2050 (utfallsrom 2050: 8 - 18)<sup>54</sup>

Til sammenligning er dagens omsetning for norske aktører på 0,5-1 mrd EUR årlig, dermed vil det bli behov for en betydelig opptrapping med etablering av et nytt leverandørøkosystem i Norge med både tjenester, komponenter og systemløsninger rettet mot eksport.

51 Power purchase agreement

52 Virtual Power Plants

53 Inkludert Vehicle to grid – bilbatteriet brukes som energilager

i kraftsystemet ved at den lagrede kapasiteten i elbilens batteri føres tilbake til nettet

54 Thema CG



### 5.6.4. Målbilder

Prosjektet har, basert på identifiserte verdiskapingspotensialer og norske konkurransefortrinn, formulert målbilder for norske aktører innen nettoptimalise-

ring, markedsoptimalisering og smart lading vei frem mot 2040:

Målbilde nettoptimalisering		
2025:	→ 2030:	→ 2040
<p><b>Systemintegrasjon</b> Norske selskaper har bygget erfaringer fra norske digitaliserings- og automatiseringsprosesser (inkl. DIGIN) til å utvikle kunnskap og løsninger, tatt disse i bruk i Norge i stor grad og er i en viktig bidragsyter i piloter utenfor Norge.</p>	<p><b>Systemintegrasjon</b> Norske selskaper har spilt en sentral rolle i skaleringen av systemer som tilgjengeliggjør data i Europa. En viktig brikke i å muliggjøre dette har vært en eksportstrategi som har bidratt til vellykkede leveranser av systemer som komplementerer og på sikt erstatter store internasjonale systemleverandører.</p>	<p><b>Systemintegrasjon</b> Norske selskaper har tatt betydelige posisjoner i markeder i og utenfor Europa.</p>
<p><b>Analyse:</b> Systematisk oppfølging av leveringskvalitet har blitt muliggjort av nye systemer som utnytter tilgjengeliggjorte data. Porteføljestyling av bl.a. elbillading er utrullet/oppuskalert i Norge som et viktig tiltak for å øke spenningskvaliteten.</p> <p>Norge har flere piloter enn andre europeiske land. Disse er relevante og skalerbare i utenlandske marked</p>	<p><b>Analyse:</b> Norskutviklede systemer har vært viktig for å videreutvikle markeds plasser for flaskehåndtering samt realisering av et effektivt TSO/DSO-samarbeid i det norske kraftsystemet.</p> <p>Norskutviklede løsninger er viktige i pilotering i Europa.</p>	<p><b>Analyse:</b> Norske bidrag er viktige bestanddeler i forretningsmodeller i drift i stor skala i Europa.</p>
	<p><b>Optimering:</b> Data- og analyseverktøy er i bruk i skala i Norge for å optimere planlegging, utvikling og drift av nett bl.a. ved å muliggjøre bedre sammenligninger av f.eks. nettfosterkningsprosjekter og virkemidler for optimering av forbruk og produksjon.</p> <p>Nettselskapene bidrar aktivt med å tilrettelegge for innovasjon og norske leverandører har tatt en solid posisjon på analyse og optimeringsløsninger for nettdrift.</p>	<p><b>Optimering:</b> Nettoptimering er en viktig del av samspill mellom ulike sektorer (sektorkobling) og teknologier. Dette skaper etterspørsel etter nettoptimering og løsninger utviklet i Norge spiller en viktig rolle i Europa.</p>



Målbilde markedsoptimalisering				
2025:	→	2030:	→	2040
<p><b>Markedsplass for krafthandel/systemtjenester</b> Norske selskaper er sentrale i piloter hvor man tester ut nye og videreutvikler eksisterende handelssystemer (også knyttet til systemtjenester både for TSO og DSO hentet fra ressurser lokalisert i distribusjonsnettet).</p>		<p><b>Markedsplass for krafthandel/systemtjenester</b> Norske selskaper beholder sin sentrale rolle i design og drift av markedsplasser. Løsninger (markedsplattformer og fagsystemer) pilotert ved hjelp av norske selskaper er i tidlig skaleringsfase for ulike nasjonale modeller/TSOer.</p>		<p><b>Markedsplass og markedstilrettelegger</b> De europeiske kraftmarkedene er videreutviklet til et fullintegret marked (som omfatter de ulike nett-nivåer, ulike tidsoppløsninger og ulike geografier) med kombinasjon av effekt og energi der digitale løsninger tilgjengeliggjør fleksibilitet på en kostnadseffektiv måte og sikrer like konkurransevilkår for alle typer fleksibilitets-/lagringsløsninger. Norske selskaper har gjennom 20- og 30-tallet utviklet fortrinn som har muliggjort store markedsandeler innen markedsplasser og som markedstilrettelegger.</p>
<p><b>Markedstilrettelegger</b> VPPER og kommersielle PPAer har økt omsetning betydelig frem mot 2025 og norske aktører har betydelige markedsandeler i Europa.</p> <p>Løsninger for algoritmetrading samt operatørtjenester for VPP har allerede en sterk posisjon blant norske aktører, noe som styrker konkurranseevnen.</p> <p>Aggregator-roller er på vei inn i en skaleringsfase i flere europeiske markeder og norske aktører har viktige posisjoner, kobling mot transportsektoren er i ferd med å bli en del av dette bildet.</p>		<p><b>Markedstilrettelegger</b> Norske aktører innen krafthandel og porteføljeforvaltning/VPP og PPA (inkludert løsninger for algoritmetrading/operatørtjenester) beholder sine betydelige markedsandeler og er blant de største i Europa.</p> <p>Flere norske aggregatorer er etablert med en betydelig markedsandel i flere europeiske markeder – automatisering er viktig i nye forretningsmodeller og ulike prissignaler (som for eksempel effekttariffer) i flere europeiske land bidrar med høy etterspørsel etter smart utstyr.</p>		
<p><b>Utnyttelse av vannkraftkompetanse</b> Det blir viktig å utnytte synergier og utveksle kompetanse mellom sektorer tilknyttet energisystemet. Kompetansen fra vannkraft og optimaliseringsalgoritmer videreutvikles og blir viktig for å utnytte synergier mellom sektorer, og den blir en del av den industrielle kompetansebasen.</p>				

Målbilde smart lading vei				
2025:	→	2030:	→	2040
<p>Norske selskaper har utnyttet sin posisjon som en early mover og etablert virksomhet i flere europeiske land.</p>		<p>Norske selskaper har betydelige posisjoner i et modent europeisk marked for utnyttelse av fleksibilitet (toveis) fra aggregerte flåter.</p>		<p>Norske selskaper har store andeler innen system for styring av flåter opp mot kraftsystem, ladeløsninger for kjøretøy (inkl. autonome), energy hubs og kraftnett – effektiv logistikk for transport av varer og mennesker. Det samme gjelder design og drift av ladeinfrastruktur for elbusser og tyngre kjøretøy i Europa.</p>
<p><b>Pilotering</b> Økende erfaring med piloter for energy hubs (lade-stasjon med lokal produksjon, lagring) med prognosestyring bak måleren.</p> <p>Metode for å hente data fra enkelte kjøretøy for system-optimalisering (uavhengig av kjøretøytype/tilvirker).</p> <p>Etablert kontrakter for bygging av europeiske piloter med utnyttelse av fleksibilitet (toveis) fra aggregerte flåter.</p>		<p><b>Pilotering</b> Test av konsept for lading av autonome kjøretøy (f.eks. robotarm på ladestasjon).</p>		
<p><b>Systeminfrastruktur</b> Smart enveislading for enkeltkjøretøy er dagligdags i Europa, og det er etablert et økosystem med ulike tjenester rundt ladeinfrastrukturen. «Roaming» blant aktører (med tanke på betaling) går sømløst.</p> <p>«Standardisert» styringssystem som kan skaleres internasjonalt.</p> <p>Norske selskaper har betydelige posisjoner.</p>		<p><b>Systeminfrastruktur</b> Produkter fra erfaring med norske piloter for system/flåte-styring av kjøretøy til flere logistikselskaper (kjøretøy-ladestasjon-styring).</p>		
<p><b>Fleksibilitet</b> Test med fleksibilitetsstyring fra energy hub til kraftnett – forslag på ny forretningsmodell. Norske selskaper i front.</p>		<p><b>Fleksibilitet</b> Forretningsmodell i tidlig skaleringsfase for aktiv nett-optimalisering, energy hub – kraftnett (istedenfor dagens effektledd f.eks. sanntid spenningskontroll)</p>		

### 5.6.5. Nødvendige tiltak

For å nå prosjektets målbilder, har prosjektet identifisert av følgende forhold må være på plass:

Det norske markedet må ligge i forkant	Felles ambisjon om en eksportnæring
<ul style="list-style-type: none"><li>• Myndigheter, næring og forskningsinstitusjoner må samarbeide om todelt mål for Norge; utvikling av det norske kraftsystemet og utvikling av eksporterbare løsninger.</li><li>• Norsk markedsdesign og regulering må være innovativ med tanke på tidsoppløsning, verdsetting av fleksibilitet og sektorkobling, og fremme løsninger på reelle problemer i systemdrift.</li><li>• Norsk markedsdesign må utvikles i takt med utviklingen av europeisk markedsdesign.</li><li>• Nettselskapene (DSO og TSO) må i økende grad etterspørre løsninger (både piloter, FoU og markedsklare løsninger) som bidrar til at investeringer i nett unngås eller utsettes og at nettet utnyttes stadig mer effektivt. Reguleringer understøtter dette målet.</li><li>• Planlegging, utvikling og drift av kraftsystemet må i økende grad koordineres i et tverrfaglig perspektiv der digitale løsninger utnyttes og bidrar til synergier mellom sektorer (sektorkobling).</li><li>• Tempoet i digitaliseringen av kraftsystemet må økes og baseres på felles standarder og dataplattformer som raskt kommer på plass.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Myndigheter, næring og forskningsinstitusjoner må samarbeide om utvikling av en eksportstrategi for optimalisering av kraftsystemet.</li><li>• Norske myndigheter må være en pådriver for felles europeiske reguleringer og må bidra til å øke kunnskapen om europeiske reguleringer i den norske energi-systemklyngen.</li></ul>

### Utvikling av kompetanse, teknologi og forretningsmodeller

- Norske aktørers tilgang på FOUI-kapital må matche det som er tilgjengelig for utenlandske konkurrerende selskaper. Dette kan skje gjennom økt støtte fra norske myndigheter samt ved at norske aktører utnytter de rammene for FoUI de har tilgjengelig.
- FoUI-virkemidler bør gjøres mer behovsstyrt og samtidig bør midler prioriteres basert på potensial for internasjonal skalerbarhet.
- Innretningen på FoUI-midler må oppmuntre til kortere, sprintorienterte FoUI-prosjekter med fokus på rask problemløsning og læring.
- Virkemiddelapparatet bør koordineres bedre og styrke kompetansen om bransjen.
- Norske myndigheter, næringsaktører og forsknings- og utdanningsinstitusjoner må satse på utvikling av en bred og relevant kompetansebase med internasjonal slagkraft. Softwarekompetanse og kobling av denne kompetansen med kraftsystemkompetanse bør vektlegges.

### Økt fokus på kommersialisering og nyetableringer

- En klynge innen optimalisering av kraftsystem og smart lading bør etableres.
- Det må gjennomføres en satsning på oppstartsbedrifter i grensesnittet mellom software og kraftsystem.
- Aktørene i bransjen og myndighetene må sørge for at standardiserte data er tilgjengelige bl.a. for oppstartsbedrifter.
- Det må utvikles et rikt og kompetent finansmiljø som kan løfte oppstartsbedrifter innen kraftsystem og lading.
- Kommersialiseringskompetanse må styrkes hos offentlige aktører.

# 6. Syntese - Oppsummering av mulighetene og forsterkende sammenhenger

## 6.1. Gode muligheter til å lykkes fra Norge

Forretningsområdene som aktualiseres av økende elektrifisering retter seg mot raskt voksende internasjonale markeder. Disse markedene blir store, og frem mot 2030 relativt sikre, grunnet lang investeringshorisont, illustrert ved eksempelet fra havvind der investeringene allerede i 2025 er forventet å nå 50% av de globale investeringene i offshore olje og gass. For hydrogen og maritim sektor er markedsutviklingen usikker, men tilsvarende vekst er forventet dersom Parisavtalens ambisjoner skal innfris.

Mange nasjoner og næringsaktører posisjonerer seg nå for å ta markedsandeler i disse næringene. I analysen av de seks hovedområdene i kapitlene over fremgår det hvordan norske aktører er posisjonert i denne konkurransen. I sum ser vi flere forretningsområder der det er mulig å etablere sterk konkurransekraft inn mot attraktive markeder slik at verdiskapingspotensialene ved en satsing fra Norge kan realiseres. Figuren nedenfor oppsummerer disse konklusjonene.



Figur 12: Forretningsområder med potensial for å lykkes fra Norge. Overskriften Konk.kraft indikerer den viktigste betingelsen for at norsk konkurransekraft kan realiseres, innenfor de anbefalte forretningsområdene.

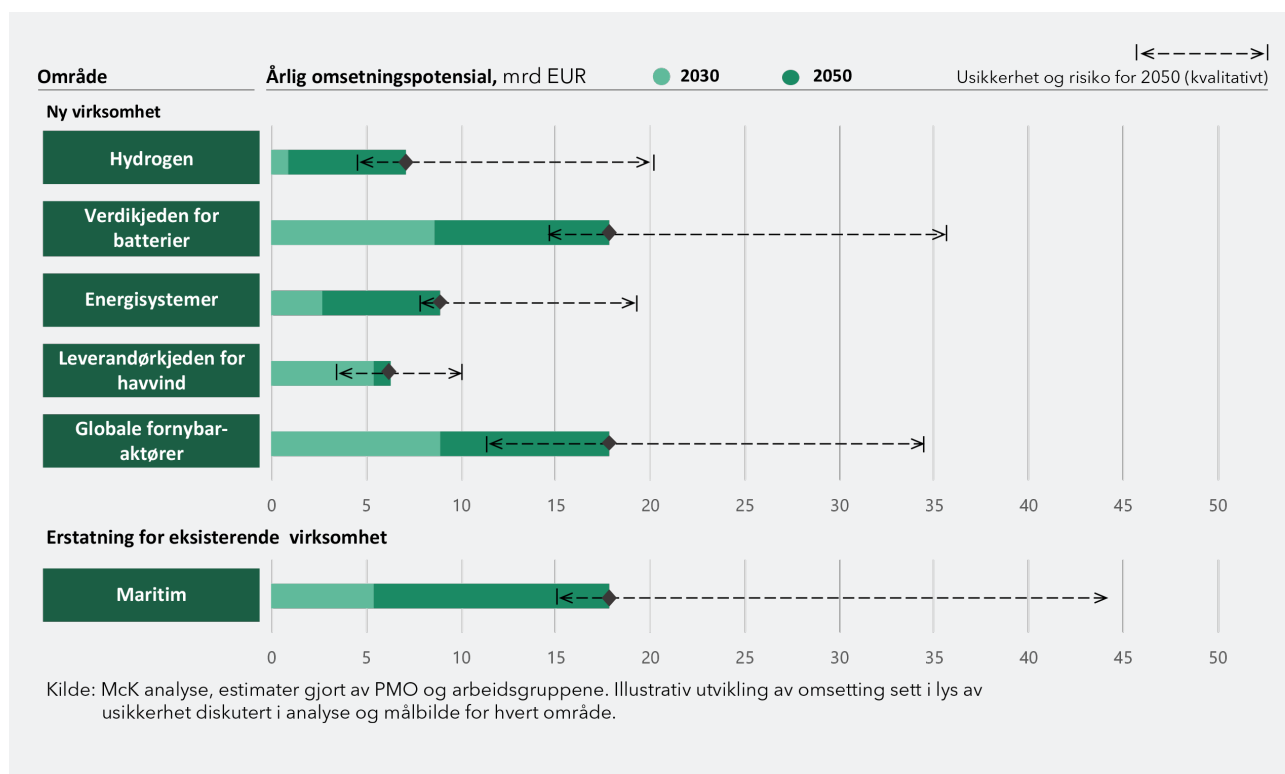
Det er viktig å understreke at markedene vokser raskt og vil bli betjent i nær fremtid, uavhengig av om norske aktører engasjerer seg. Spesielt gjelder dette for globale fornybaraktører, leverandørkjeden for havvind, verdikjeden for batterier og optimalisering av kraftsystem og smart lading vei. Dersom norske aktører skal lykkes må man bygge markedsandeler raskt. Det er konkurranse om de største og mest utviklende kundene, den mest lovende teknologien og de beste kildene til finansiering. Vellykket etablering vil kreve stor skala, høy fart og betydelig ny etablering av bedrifter, som kompletterer satsinger fra eksisterende aktører. Innen hydrogen og elektrifisering av maritim sektor er også markedspotensielt høyt, men utviklingen er preget av større usikkerhet i omfang og tid. På tross av denne usikkerheten observeres det nå at mange internasjonale aktører posisjonerer seg godt for fremtidig vekst. Det er derfor avgjørende at norske aktører er i stand til å hevde seg i denne posisjonen slik at man ikke taper nødvendig terreng før startskuddet går.

Observasjonene og vurderingene av markedene som er beskrevet her er viktige premisser for målbildene som er etablert for hvert område. Målbildene konkretiserer den oppbygging som er nødvendig for å posisjonere norske aktører slik at de er relevante i de internasjonale markedene. Det er selvfølgelig rom for variasjoner, men målbildene peker på konkrete roller, størrelser og tidsrammer som svarer på den markedsutviklingen som forventes, og setter aktørene i stand til å sikre tilstrekkelige markedsandeler. Omsetningspotensialene som antydes i figur 13 på neste side har disse målbildene som utgangspunkt.

### 6.2. Betydelig omsetning

Dersom nye og eksisterende norske aktører lykkes i å gripe det mulighetsrommet som beskrives, vil forretningsområdene tilsammen kunne oppnå en betydelig omsetning. Figur 13 på neste side illustrerer mulig årlig omsetning for norske bedrifter i 2030 og 2050. Dette estimatet av fremtidig omsetning antar moderat tilstramming av globale klimambisjoner, resolutt satsing fra norske aktører og god samhandling med et effektivt og tilpasset virkemiddelapparat, slik at aktørene kan ta markedsandeler i voksende markeder. Markedsscenarioet som ligger til grunn er ment å være konservativt, slik det er beskrevet i kapittel 4.3.1. Hvis aktørene er i stand til å posisjonere seg, vil raskere markedsvekst være en til dels stor oppside. Denne oppsiden reflekterer også evne til å ta større markedsandeler, bedre tilgang til kapital og i noen tilfeller sterkere konkurransedyktighet mot konkurrerende teknologier. I denne sammenheng er det også viktig å merke seg at risikoen er større på selskapsnivå enn i nasjonalt perspektiv.

## 6. Syntese - Oppsummering av mulighetene og forsterkende sammenhenger



Figur 13: Omsetningspotensial (mrd eur/år) for hvert område

Som figur 13 viser, er det gode muligheter for utvikling av globale fornybaraktører og leverandørkjeden for havvind, og innen verdikjeden for batterier fram mot 2030. Innen optimalisering av kraftsystem og smart lading vei ventes en viktig utviklingsfase fram mot 2030, og deretter at markedet raskt øker fram mot 2050. Etter 2030 ventes betydelig vekst også knyttet til hydrogen og maritim sektor. Potensialet i verdikjeden for batterier er stort, og reflekterer muligheten for å etablere en fullstendig verdikjede i Norge. For å utløse dette potensialet er det nødvendig med betydelig skala. For de fleste andre forretningsområdene vil norske aktører kunne ta roller i en internasjonal verdikjede, der færre andre aktører i verdikjeden er norske.

I maritim sektor er det et betydelig press på eksisterende forretningsmodeller. Det antas at en stor del av de nye aktivitetene innen elektrifisering med batterier og hydrogenbaserte drivstoff vil styrke og delvis erstatte eksisterende virksomhet, men også ha et betydelig potensial for ytterligere vekst. Som nevnt i analysen er dette usikkert og samvirker i stor grad med andre dominerende trender innenfor maritim virksomhet.

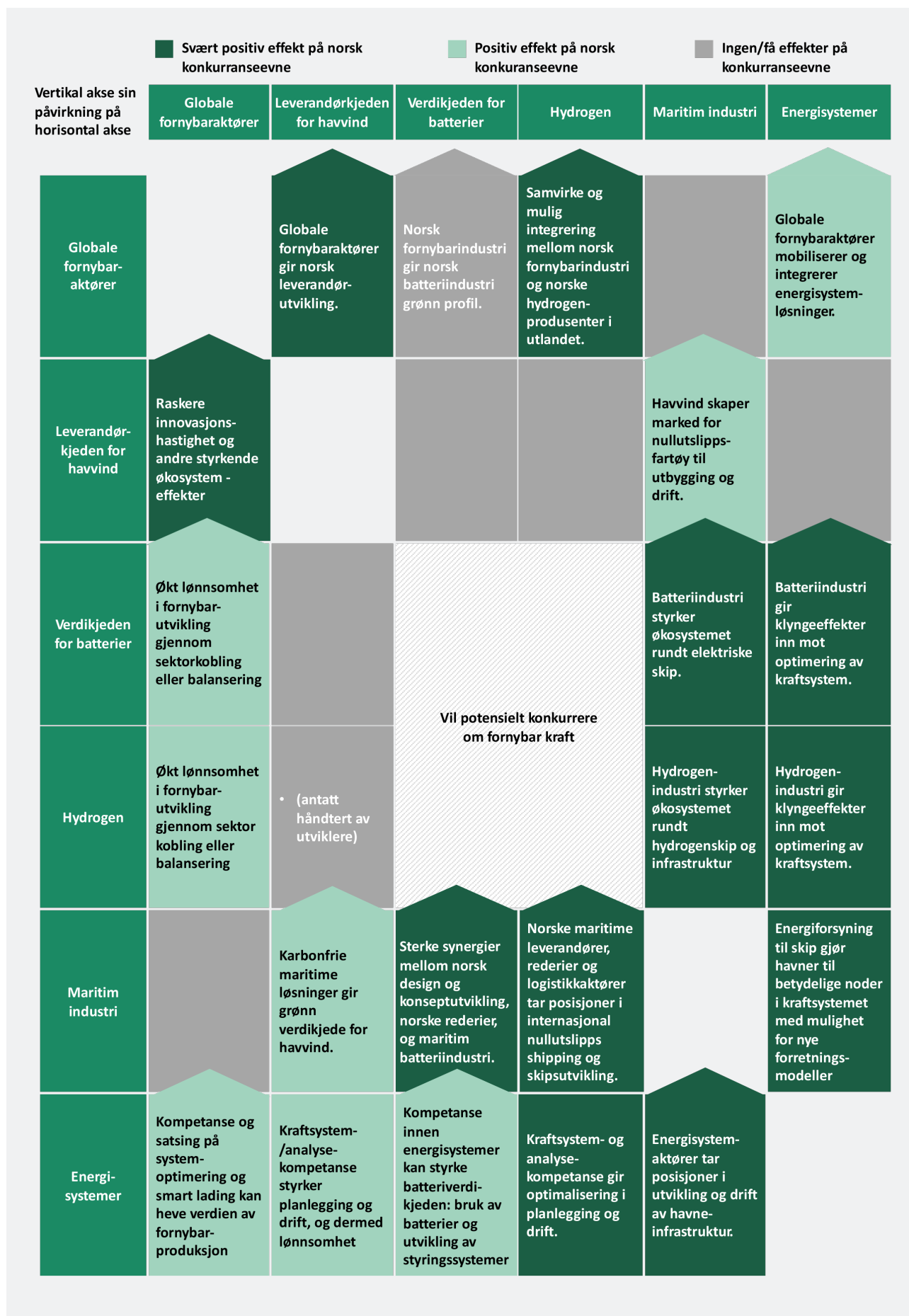
### 6.3. Synergi mellom områdene kan forsterke konkurranseevnen

Alle de seks hovedområdene er voksende næringer. Det er viktig å merke seg at vi i dag ikke besitter sterk nok konkurransekraft til å løfte frem de respektive områdene i henhold til omsetningstallene illustrert i figur 13, og at den må bygges målrettet over tid i henhold til målbildene. Dette er en gjennomgående konklusjon og gjelder alle forretningsområdene, i noe varierende grad, basert på det utgangspunktet som analysene beskriver.

I tillegg til å bygge konkurransekraft innen enkeltområdene, er det også viktig å utnytte synergier mellom de seks hovedområdene som kan forsterke norsk konkurranseevne. En helhetlig satsing vil bidra til at det bygges opp gode økosystemer av bedrifter og nettverk for flere markeder. Figur 14 på neste side illustrerer dette samvirket.



## 6. Syntese - Oppsummering av mulighetene og forsterkende sammenhenger



Figur 14: Synergier mellom områdene

### Følgende synergier mellom områdene er identifisert:

- **Globale fornybaraktører kan forsterkes av:**
  - o Leverandørkjeden for havvind: Ved at norske globale fornybaraktører har høyere innovasjonshastighet når de skal bygge havvindprosjekter i utlandet og ved å styrke et nasjonalt økosystem innen havvind
  - o Batterier, hydrogen og optimalisering av kraftsystem: Kan bidra til at norske globale fornybaraktører kan realisere høyere verdi fra fornybar kraftproduksjon
- **Leverandørkjeden for havvind kan forsterkes av:**
  - o Globale fornybaraktører: ved å bidra til å bringe norsk leverandørindustri ut i internasjonale prosjekter
  - o Maritim sektor ved at utslippsfrie løsninger til maritim transport bidrar til grønn verdikjede for havvind
  - o Optimalisering av kraftsystem: ved at kraftsystem- og markedskompetanse styrker planlegging og drift, og dermed lønnsomhet i operasjon av havvindparker.
- **Verdikjeden for batterier kan forsterkes av:**
  - o Maritim sektor: ved at det er positive synergier mellom norsk design og konseptutvikling, norske rederier og maritim batteriindustri.
  - o Optimalisering av kraftsystem og smart lading vei: forsterker verdikjeden batterier med kunnskap og forretningsmodeller for anvendelse av batterier i energisystemet og gjennom utvikling av styringssystemer.
- **Aktivitet i hydrogenrelaterte verdikjeder kan forsterkes av:**
  - o Globale Fornybaraktører gjennom samvirke og mulig integrering mellom norske fornybarprodusenter i utlandet og norske produsenter av hydrogen (og ammoniakk etc) med operasjoner i utlandet.
  - o Maritim sektor ved at norske maritime leverandører, rederier og logistikkaktører tar posisjoner i internasjonale hydrogenbaserte løsninger i shipping, skipsutvikling og energiforsyning til skip.
  - o Optimalisering av kraftsystem og smart lading vei: gjennom kraftsystem- og analysekompetanse som muliggjør optimalisering i planlegging og drift av systemer for hydrogenproduksjon.
- **Maritim sektor kan forsterkes av:**
  - o Leverandørkjeden for havvind ved å skape et marked for nullutslippsløsninger
  - o Hydrogen og batteri ved at det styrker økosystemet rundt hydrogen- og batterielektriske skip og tilhørende infrastruktur
  - o Optimalisering av kraftsystem ved at aktører innen energisystemet tar posisjoner i

utvikling og drift av infrastruktur for energiforsyning til maritim sektor.

- **Optimalisering av kraftsystem og smart lading vei kan forsterkes av:**

- o Globale fornybaraktører ved at de mobiliserer og integrerer energisystemløsninger
- o Batteri- og hydrogenindustri ved at de forsterker økosystemet for optimalisering av kraftsystem og smart lading vei.
- o Maritim sektor ved at energiforsyning til skip gjør havner til betydelige noder i kraftsystemet med mulighet for nye forretningsmodeller.

Som det fremgår av denne oppsummeringen er det store synergier mellom områdene. I lys av utviklingen mot et distribuert og digitalt energisystem er spesielt optimalisering av kraftsystemet og markedsforståelse en avgjørende kapasitet for å kunne realisere betydelig verdi innenfor de andre forretningsområdene. Som nevnt innledningsvis, og flere steder i analysene, vil dette kreve dyp forståelse for både kraftmarked og etterspørselssiden i energisystemet. Å bygge økosystemene på tvers av de seks hovedområdene som beskrives i denne rapporten er derfor et viktig element for å drive innovasjon på både teknologi og forretningsmodeller. Dette har en åpenbar oppside, men må også verdsettes som et viktig bidrag til å redusere risikoen knyttet til den ambisiøse satsingen som anbefales.

### 6.4. Virkemiddelapparatet og rammebetingelser

Rapporten presenterer ambisiøse mål for alle de anbefalte forretningsområdene. Som beskrevet over, er disse målbildene etablert for å konkretisere de satsingene norske aktører må gjennomføre for å posisjonere seg i markedene. Summen av virkemidler og rammebetingelser må til sammen bidra til at målbildene kan realiseres. Det er tydelig at satsingen som anbefales vil kreve samvirke mellom næringsliv, myndigheter og virkemiddelapparat.

Arbeidet i prosjektet har identifisert de effekter som virkemiddelapparatet til sammen må produsere, uten å gå inn i detaljert utforming av hvert enkelt tiltak. Prosjektet har derfor ikke hatt til hensikt å tallfeste nødvendige støtteordninger og rammebetingelser, heller ikke evaluere eksisterende ordninger, organiseringen og dimensjoneringen av virkemiddelapparatet knyttet til de foreslåtte forretningsområdene.

Norge har et variert og godt virkemiddelapparat for næringslivet, som kan utvikles videre. NHO gjennomførte i 2018 og 2019 en større gjennomgang av det næringsrettede virkemiddelapparatet<sup>55</sup>. NHOs

rapport viser et mangfold av eksisterende offentlige ordninger, og gir forslag til overordnede prinsipper som bør ligge til grunn for virkemiddelutformingen. Nærings- og fiskeridepartementet har også gjennomført en områdegjennomgang av det næringsrettede virkemiddelapparatet<sup>56</sup>. Det foreligger derfor omfattende, generelle utredninger og forslag.

Vi peker her på noen viktige fellesnevner for framvekst av en skalerbar og betydningsfull eksportindustri innen grønne elektriske verdikjeder. Virkemidler og rammebetingelser må vurderes i en helhet og søkes utformet på en måte som styrker fremtidig norsk verdiskaping. Da er det helt sentralt at man hensyntar eksisterende verdiskaping i det nordiske kraftmarkedet og i eksisterende industri.

Virkemiddelapparatet er innrettet til å være teknologinøytralt og hjelpe frem ulike teknologier, løsninger og fremgangsmåter. En konklusjon fra prosjektet er at det også er nødvendig å velge noen satsingsområder som gis spesiell oppmerksomhet og tilrettelegging.

EU satser tungt, målrettet og langsiktig gjennom sin nye vekststrategi, European Green Deal og industristrategi. Fornybar kraftproduksjon, et robust, effektivt og avkarbonisert energi- og transportsystem og satsing på hydrogen og batteriproduksjon er sentralt. Omfanget av støtteordninger er betydelig og dynamisk. Også Kina satser aktivt, integrert og målrettet på alle områdene. Prosjektet mener EUs insentiver og tilrettelegging for næringslivet også må legge listen for norske ordninger og at Norge bør koble seg tett opp mot prosessene som pågår i Europa.

Utvikling av en betydningsfull eksportindustri innen grønne elektriske verdikjeder krever både nasjonale ambisjoner, spesifikke satsinger og finansielle rammebetingelser. Flere forslag til endrede rammebetingelser er identifisert for å akselerere utviklingen. Disse er gjennomgående motivert av potensialet for utvikling av lønnsomme virksomheter som vokser frem i sterke nasjonale økosystemer. Analysen som er gjort i prosjektet gir et bilde av de kommersielle mulighetene. I videre arbeid med disse forretningsområdene er det viktig at vekstmulighetene ytterligere konkretiseres som et mer detaljert grunnlag for utforming og ikke minst prioritering av spesifikke finansielle rammebetingelser.

Som nevnt over, er aktørenes satsinger beskrevet i målbildene for hvert av hovedområdene. Følgende sammenstilling av de utfordringene rammebetingel-

sene må bidra til å løse er sterkt knyttet til disse målbildene. Det er avgjørende at det er et gjensidig samspill mellom næringsaktørene og myndighetene.

### Nasjonale ambisjoner

- **Sette tydelige og ambisiøse nasjonale mål om å realisere mulighetene i elektriske verdikjeder**

Myndigheter og næringsliv må sammen utvikle ambisiøse mål for disse nye eksportnæringene. Det er betydelig behov for etablering av nye virksomheter, både oppstartsbedrifter og utvikling av nye forretningsområder hos eksisterende aktører. Skal satsingen på disse nye områdene gå raskt nok er det viktig å legge til rette for flere nyetableringer og oppstartsbedrifter som er i stand til å skalere internasjonalt. Myndighetene må gjøre det attraktivt med utenlandske etableringer i Norge.

- **Skape sterkere nasjonale økosystemer som er i stand til å realisere og utnytte synergiene**

På tvers av oppstartsbedriftene og de etablerte aktørene er det nødvendig med sterkere nettverk mellom bedriftene. Økosystemet for disse eksportnæringene må utvikles betydelig, i bredde og dybde. Dette inkluderer utvikling av finansieringsinstitusjoner med solid kompetanse om disse næringene, som kan delta i alle ledd av internasjonal industrialisering og skalering.

- **Aktiv internasjonal posisjonering av elektriske verdikjeder.**

De anbefalte forretningsområdene har alle betydelige markeder i Europa. EUs Green Deal er en viktig driver for markedene, og norsk satsing på disse områdene vil bidra til at EU når målsettingene innenfor Green Deal. Utvikling av nye norske aktører som kan levere til europeiske markeder kan også bidra til EUs industristrategi på disse områdene. Alle de seks områdene er viktige i EUs arbeid med et avkarbonisert og fornybart energisystem, og norske aktørers satsinger kan i betydelig grad bidra til at EU når sine ambisjoner. Dette aktualiserer tre viktige oppgaver for norske myndigheter:

- Næringsliv og myndigheter må engasjere seg i internasjonale prosesser som former politikk, regelverk, standarder og marked. Blant annet innen utvikling av muliggjørende infrastruktur, energi- og klimapolitikk, kraftmarkedsdesign, karbonkvotemarked og forskningssamarbeid i EU.
- Myndighetene må aktivt støtte opp om norske bedrifters satsing i utlandet, gjennom markedstilgang og eksportfremme.

55 NHO (2019); Det næringsrettede virkemiddelapparatet. Pen-gebruk, virkning og forslag til tiltak for framtidig innretning

56 Deloitte (2019): Områdegjennomgang av det næringsrettede virkemiddelapparatet.

- Myndighetene må bygge opp en kompetent og profesjonell organisasjon som attraktivt fremmer utenlandske etableringer i Norge. Disse etableringene er på mange måter en sterk test av konkurransedyktigheten til de norske rammebetingelsene.

### Spesifikk satsing på de anbefalte forretningsområdene

- **Satse bevisst på kompetanse, forskning, utvikling og innovasjon**

For alle de anbefalte forretningsområdene kreves det at norske aktører har tilgang til og utvikler globalt ledende teknologi og løsninger. Dette krever langsiktig og prioritert arbeid med forskning, utvikling og innovasjon. Forretningsutvikling bør prioriteres, med økt satsing på kommersialisering av høy kompetanse. Virkemiddelapparatet må brukes målrettet til utvikling og skalering av teknologi, der eksportrelevans innføres som et mer førende kriterium. Forskningsutveksling må styrkes på områder der Norge har kompetansegap.

- **Legge til rette for effektive og målrettede regulatoriske ordninger**

Etableringsprosessene må være raske og effektive. Det er behov for betydelig kunnskap om nasjonale satsingsområder hos myndigheter og regulatorer. Det trengs effektiv utvikling av standarder og løsninger nasjonalt og regionalt for å tilrettelegge for næringsutvikling. Tilrettelegging og realisering av muligheter i Norge i tidlig fase for skalering internasjonalt, må tillegges økende vekt.

### Finansielle rammebetingelser

De finansielle rammebetingelsene som foreslås er alle til en viss grad en del av dagens virkemiddelapparat. Det pekes her på områder som bør styrkes for å kunne realisere målbildene som er beskrevet og som i varierende grad vil belaste offentlige budsjetter: fra garantier og kreditter som i utgangspunktet ikke materialiserer seg som utgifter, til risikokapital og FoU investeringer hvor det kan forventes fremtidig avkastning, til etableringsstøtte og avgiftsreduksjoner som i større grad vil være direkte utgifter for myndighetene.

Det anbefales at alle disse områdene mobiliseres. Det er viktige fellesnevner mellom områdene, som klargjør hva rammebetingelsene bør resultere i:

- **Garantier og kreditter:** Alle områdene vil fremmes av tilstrekkelige rammer, langsiktighet og tilgang til internasjonale ordninger.
- **Risikokapital i privat-offentlig samspill:** For alle aktørene er tilgang til kapital sentralt, fra investeringer i små oppstartsselskaper til større indus-

trielle aktører.

- **Forskning, utvikling og innovasjon:** I sum sikre utvikling av internasjonalt ledende teknologiposisjoner rettet mot eksport.
- **Driftsstøtte:** Sørge for tilsvarende betingelser som i EU og hos andre konkurrenter
- **Etableringsstøtte:** se neste avsnitt
- **Fritak for av avgifter (indirekte offentlige utgifter):** I størst grad relevant i etterspørselssegmentene der det er viktig å skape effektive insentiver for avkarbonisering, spesielt der dette bidrar til tidlig markedsdannelse.

### Finansielle støtteordninger til etablering

For å etablere en konkurransedyktig industriell virksomhet innen havvind, batterier og produksjon av hydrogenkomponenter er finansielle støtteordninger til etablering et viktig virkemiddel. Disse ordningene må utformes klokt og må balansere interesser som påvirkes av ordningene.

Leverandørkjeden for havvind krever rask oppbygging av en industri som er rettet mot eksport til internasjonale markeder. Det bør legges en tydelig nasjonal strategi som tar hensyn til interessemotsetninger som reiser seg i etableringen av havvind på norsk sokkel. Det er sentralt at denne strategien balanserer viktigheten av en rask utvikling av norsk leverandørindustri gjennom umiddelbare havvindprosjekt på norsk sokkel og interessene som ligger i verdiskapingen i det nordiske kraftmarkedet og hos norsk industri. Det vil tilsi at relevante virkemidler er eksportrettede industripolitiske tiltak og enkelte prekommersielle satsinger som skal bidra til industriutvikling. Konkurrerende land i Europa bruker betydelige ressurser på å støtte utvikling av egen industri. Spesielt bør strategien bygge på:

**A.** Orientering av leverandørindustrien mot et betydelig kommersielt internasjonalt marked for havvind, både for bunnfast og etterhvert flytende teknologi. Havvind er en konkurransedyktig teknologi i mange Europeiske land. Norske leverandører må bygge seg opp raskt i disse markedene, som har stort volum og mulighet for utvikling.

**B.** Norske myndigheter må utvikle arealer på norsk sektor rettet mot direkte eksport av strøm til internasjonale markeder. Utviklingen av disse arealene vil ta tid og det er derfor viktig at arbeidet prioriteres og starter nå.

**C.** For å heve mulighetene til å utvikle en konkurransedyktig leverandørindustri må det raskt etableres et begrenset antall pre-kommersielle prosjekter der strømmen – om ikke andre tilkoblingsløsninger er mulige - føres til land i Norge. Disse må ha en størrelse på omkring 500MW for å gi den industrialiseringseffekten som er nødvendig. Antall slike prosjekter må vurderes ut ifra

## 6. Syntese - Oppsummering av mulighetene og forsterkende sammenhenger

	Garantier og kreditter	Risikokapital (samspill privat/offentlig)	FoU og Innovasjonsstøtte	Etablering-/driftsstøtte	Fravær av avgifter etc (→ indirekte offentlige utgifter)
<b>Globale fornybar-aktører</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Sikre finansiering for internasjonal vekst</li> <li>Utvide norske offentlige fonds internasjonale investeringer</li> </ul>			
<b>Havvind</b>			1. Grunnforskning (frie midler) på sentrale tema og infrastruktur til forskning → <i>krever betydelig sterkere og prioritert finansiering</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tilrettelegging av pre-kommersielle prosjekter</li> </ul>	
<b>Energi-systemer</b>	1. Styrke nasjonale rammer så de ikke begrenser aktørenes vekst		2. Tilstrekkelige midler til næringsrettet forskning → <i>krever styrking av dagens ordninger</i>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Koordinerte og attraktive piloteringsarenaer på TSO og DSO nivå</li> <li>Insentiver til å styrke start-up miljøer</li> </ul>
<b>Batterier</b>	2. Sikre tilgang til internasjonale garanti og kredittordninger	Sikre tilgang til både privat og offentlig risikokapital for å bygge opp sterke eksportrelevante aktører	3. Tilgjengelig EU-finansiering i hele løpet for ny utvikling og industrialisering av ny teknologi → <i>Sikre inkludering i alle relevante EU ordninger</i>	For komponenter /batterier: Første gangs investeringsstøtte til prod.anlegg	
<b>Hydrogen</b>			I sum sikre utvikling av internasjonalt ledende teknologiposisjoner rettet mot eksport	For infrastruktur: Støtte etablering og tidsbegrenset drift av nasjonale systemer	
<b>Maritim</b>					<ul style="list-style-type: none"> <li>I alle etter-spørselesegmenter, sikre insentiver som priser utslipp, direkte eller regulatorisk</li> <li>Sikre balanserte rammer for drift av verft i Norge og hos utenlandske konkurrenter</li> </ul>

Figur 15: Behov for finansielle rammebetingelser

hva som skal til for å løfte konkurransekraften til norsk leverandørindustri tilstrekkelig for å kunne vinne kontrakter i det internasjonale markedet for å utvikle næringen, veiet opp mot de samfunnsøkonomiske effektene. Det må også vurderes om dette skal begrenses til flytende teknologi, samtidig som viktigheten av å satse på bunnfast ikke må undervurderes. Ettersom bunnfast regnes som en mer moden teknologi, vil støttebehovet være mindre.

Storskala kapasitet for produksjon av batterier og komponenter til hydrogenproduksjon vil kreve store industrielle etableringer. Skal norske selskaper kunne etablere seg med den hastighet og skala som er nødvendig for å oppnå konkurransekraft vil det være nødvendig med etableringsordninger. Disse ordningene må gi like muligheter for støtte som land i EU har tilgang til. Disse ordningene er viktige for etablering av de første produksjonsenhetene i det som over tid vil bli lønnsomme og konkurranse-dyktige aktører.



## 6. Syntese - Oppsummering av mulighetene og forsterkende sammenhenger

For alle forretningsområdene som beskrives er det sentralt at norske forskning og utviklingsmiljøer over tid bygges opp til høyt internasjonalt nivå. Dette vil kreve langsiktig stabil finansiering av FoU i samspill mellom myndigheter og aktørene.

Behovene for finansielle rammebetingelser er beskrevet fra disse kategoriene av finansielle rammebetingelser er beskrevet i figur 15.

### Andre viktige rammebetingelser

- Systemoptimalisering og smart lading: For å lykkes med etablering av robuste og innovative aktører innenfor optimalisering av kraftsystemer og smart lading er det nødvendig med et rikt miljø av oppstartsbedrifter som satser internasjonalt. Dette stiller krav til rask etablering av de nødvendige komponentene i dette økosystemet, som må være globalt ledende.
- Utvikling av globale fornybaraktører krever betydelig kapitaltilgang og er store satsinger for norske aktører
- Det er behov for insentiver som akselererer og skalerer avkarbonisering av maritim sektor. Det må legges strategier for dette som mobiliserer lasteiere og fremmer styrket konkurransekraft i maritim sektor.

### 6.5. Betydning og omfang av markeder i Norge

Flere av forretningsområdene har allerede eksisterende markeder i Norge. Arbeidet i prosjektet tar mål av seg å etablere et sterkt rasjonale for å bygge opp eksportrettet virksomhet. I denne sammenheng er det viktig å presisere at markeder i Norge stort sett er for små og etterspørselen for liten for å bygge virksomhet i den skala som er nødvendig for å lykkes i internasjonal konkurranse.

Markeder i Norge kan spille en svært viktig innledende rolle for å utvikle og teste forretningsmodeller, teknologi og innledende industrialisering. Når disse delmålene er nådd må norske aktører operere i internasjonal konkurranse i europeiske og globale markeder for å oppnå to viktige effekter:

- Bygge tilstrekkelig skala til å levere kostnadseffektive tjenester og produkter
- Utsette seg for skjerpene konkurranse og innovativ påvirkning.

Dette kan oppsummeres med at norske aktører kan øve hjemme for å skalere ute.

I lys av erfaringene fra olje og gassindustrien nevnes det ofte at et «hjemmemarked» er viktig. Ingen av markedene i Norge som diskuteres i dette arbeidet kan utvise den størrelse og varighet som olje og gassnæringen har hatt i Norge. Det er derfor ikke relevant å snakke om et tilsvarende «hjemmemarked» som gir grunnlag for å bygge opp skala i nærheten av det omfang som vi har erfart innenfor olje og gass.

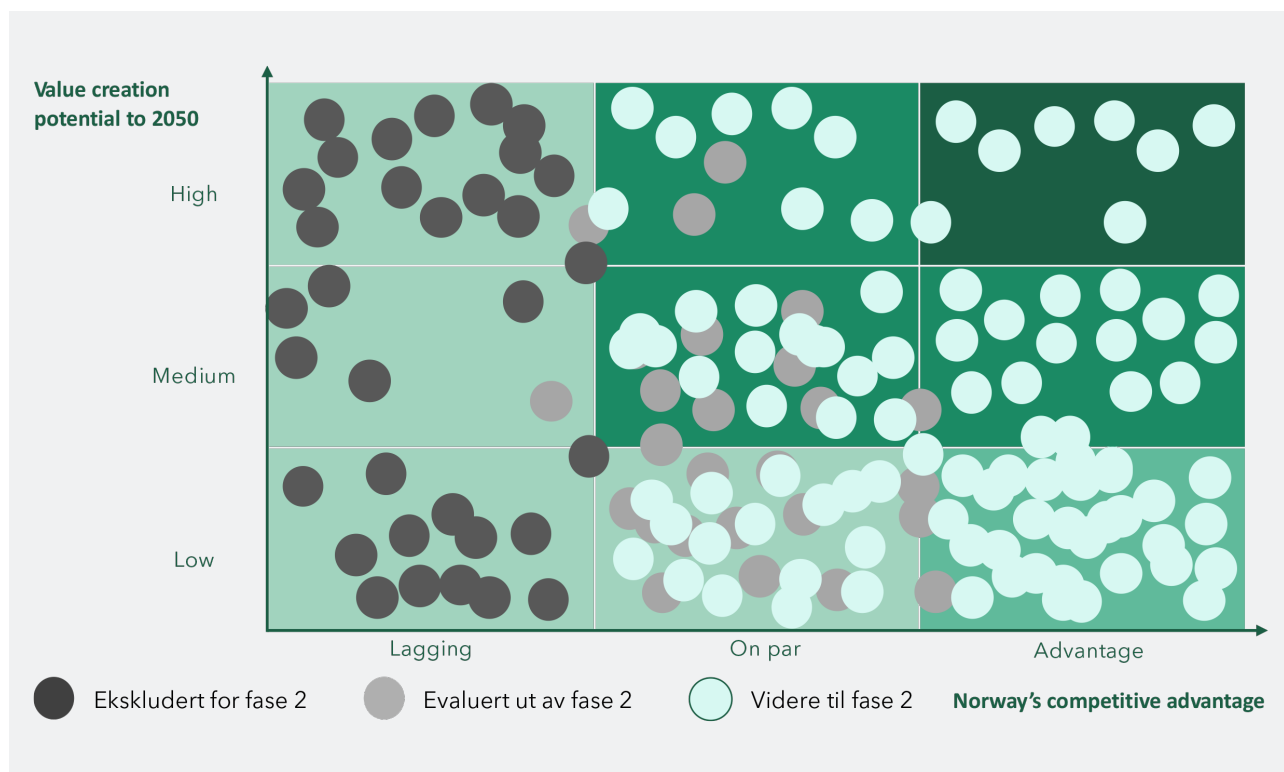
## 7. Vedlegg



## 7.1. Fase 1-prosessen

Fase 1 av prosjektet startet med en bred beskrivelse av utviklingstrekk og markedsmuligheter i Europa som kan knyttes til elektrifisering fram mot 2030 og 2050. Endringene som elektrifiseringen gir i energisystemet ble knyttet opp mot produksjon, infrastruktur og system, og forbruk. Kunnskapssammenstillingen var basert på litteraturstudier av norske og internasjonale kartlegginger (potensialstudier, prognoser/forventninger og målstudier). Kunnskapsplattformen ble utgangspunkt for videre arbeid innen fem temaområder: Kraftproduksjon, energisystemer, industri, transport og bygg/anlegg. Tilsammen ble 22 verdikjeder som inkluderer ca.

150 forretningsområder vurdert i fase 1. Forretningsområdene ble vurdert ut fra to hovedkriterier, potensial for verdiskaping og nasjonale konkurransefortrinn, som beskrevet i kapittel 4.3.1. Deretter ble de mest attraktive forretningsområdene basert på disse to kriteriene valgt ut for videre arbeid i fase 2 av prosjektet, som illustrert i figuren under. Som det fremgår av figuren, vurderte prosjektet at alle forretningsområdene hadde stort nok markedspotensial, og dermed ble Norges konkurransefortrinn avgjørende for utvelgelsen (den horisontale akse).



Figur 16: Rangering av forretningsområder i fase 1

I det påfølgende er en oppsummering av de viktigste resultatene fra fase 1 presentert, sortert under de fem temaområdene: Kraftproduksjon, energisystemer, industri, transport og bygg/anlegg.

### 7.1.3. Hovedresultatene fra fase 1

#### 7.1.3.1. Kraftproduksjon

Den tematiske gruppa som fokuserte på kraftproduksjon i fase 1 analyserte fem områder: landbasert vindkraft, bunnfast havvind, flytende havvind, solkraft og vannkraft. For hvert enkelt område ble markedspotensialet i Europa frem mot 2030 og 2050 vurdert. De fem områdene ble så brutt ned i

verdikjeder, og gruppa vurderte det relative norske konkurransefortrinnet innenfor hvert segment i verdikjeden. Basert på dette ble deler av verdikjedene løftet frem til videre arbeid i prosjektet.

Innenfor landbasert vindkraft ble prosjektutvikling og design løftet frem som et lovende område, sammen med energy management. Høyteknologiske aspekter innenfor drift og vedlikehold ble også vurdert som et relevant satsningsområde.

Innenfor vannkraft ble prosjektutvikling og design løftet frem som et lovende område, sammen med energy management. Høyteknologiske aspekter innenfor drift og vedlikehold ble også vurdert som et relevant satsningsområde.

Innenfor bunnfast havvind ble prosjektutvikling og



design, offshore installasjon og gjennomføring, offshore substasjoner og digitale løsninger i drift løftet frem som interessante områder.

Innenfor flytende havvind ble prosjektutvikling og design, offshore installasjon og gjennomføring, offshore substasjoner og digitale løsninger i drift løftet frem som interessante områder. Flytende fundament ble også indentifisert som et mulig satsningsområde, men med spørsmål knyttet til utfordringer med kost på arbeidskraft, samt skala.

Innenfor solkraft ble prosjektutvikling og design løftet frem som et lovende område, sammen med et dypdykk i flytende solkraft.

På tvers av verdikjedene i kraftgruppa ble det indentifisert store muligheter innenfor energy management, med relevans for havvind, landbasert vindkraft, vannkraft og solkraft. Dette aspektet ble videreført i energisystemgruppa i fase 2. Prosjektutvikling og design ble også sett på som et område med store muligheter på tvers av de fem verdikjedene. Dette området ble videreført i en egen arbeidsgruppe, kalt globale fornybaraktører. Innenfor havvind, både flytende og bunnfast, var det indentifisert flere segmenter i verdikjeden hvor Norge har godt grunnlag for å lykkes, og således ble Leverandørkjeden til havvind videreført som eget tema til fase 2.

Det ble også indentifisert synergier med de andre arbeidsgruppene i fase 1. Det er store synergier mellom havvind og den maritime delen av arbeidet som ble gjort i transportgruppa. Det var også synergier mellom kraftproduksjon og energisystemer. Solkraft indentifiserte også et spesifikt potensial for synergier med batteriløsninger. Det ble anbefalt at dette skulle vurderes i videre arbeid i de respektive pakkene for fase 2.

### 7.1.3.2. Energisystemer

Energisystemer er en bred kategori som på sett og vis omfatter alt Grønne elektriske verdikjederprosjektet dreier seg om. I første fase av prosjektet gikk prosjektet bredt ut for å indentifisere områder innen energisystemer (som ikke er dekket av de andre delprosjektene/arbeidspakkene) spesielt rettet mot strømnnett, kraftutveksling, lagring/fleksibilitet og krafthandel. Områdene ble analysert ut fra om man vil se store markeder og der man har eller kan utvikle konkurransemessige fortrinn. Konklusjonen på dette arbeidet ble at prosjektet gikk videre med «optimalisering av kraftsystem» og «smart lading vei».

Planlegging og bygging av strømnnett og drift av strømnnett som nettoperatør er områder som ble vurdert. At markedene er enorme, er ubestridelig. Norge har også god kompetanse på dette. Grunnen til at prosjektet valgte å legge dette til side i

fase 2 er at veldig mange andre land også har tung kompetanse på dette i og med at alle noenlunde industrialiserte land har velfungerende strømnnett som nasjonale selskaper typisk spiller sentrale roller i å utvikle og drifte. Det kan selvsagt hende at norske aktører likevel ser muligheter her, for eksempel som «Global fornybaraktører» slik dette er beskrevet blant annet i kapittel 5. For kraftutveksling, se kapittel 4.3.2.

### 7.1.3.3. Industri

I fase 1 ble flere industrielle aktiviteter evaluert: ny prosessindustri som i dag drives med fossile energibærere og som kan elektrifiseres direkte eller med hydrogen: bl.a. stålproduksjon, materialproduksjon til batterier, batteriproduksjon, produksjon av hydrogen og hydrogenderivater (f.eks. ammoniakk og syntetisk drivstoff) og prosesser for industriell varmeproduksjon. I tillegg ble datasentre evaluert. Noen områder ble ikke inkludert i fase 2 basert på følgende resonneringer:

- **Materialproduksjon/ ny prosessindustri:** Som det fremgår av prosjektets avgrensinger ble dette utelatt fra videre evaluering fordi Norge har få eksisterende aktører ut over den eksisterende prosessindustrien. På tross av en svært sterk posisjon på fornybar kraftproduksjon ble det vurdert som utfordrende å entre disse verdikjedene uten tunge industrielle aktører. Det er betydelig usikkerhet knyttet til denne vurderingen, det er verdt å merke seg at svenske aktører bl.a. ser på stålproduksjon med hydrogen basert på det nordiske kraftsystemet. Arbeidet til Prosess 21 har sett betydelig grundigere på disse mulighetene.
- **Datasentre:** Både datasentre for lagring og prosessering/ analyse ble vurdert, men ble ansett som et relativt avgrenset område, uten sterke knytninger til de andre forretningsområdene. Det er også noen spørsmål knyttet til styrken i konkurransefortrinn knyttet til avstand fra befolkningssentre. Ellers er dette et potensielt sterkt forretningsområde, bl.a. pga tilgang til konkurransedyktig fornybar kraft.
- **Varmegjenvinning og varme til industri:** Norge har sterke fagmiljøer og voksende aktører innenfor industrielle varmepumper. Området ble vurdert som sterkt og lovende, men med begrenset skala i forhold til de mulighetene som fremheves i rapporten. Det er ikke et signal om at norske aktører på feltet ikke kan utvikle sterk internasjonal konkurransekraft.

### 7.1.3.4. Transport

I fase 1 analyserte prosjektet markedspotensialet

og norske konkurransefortrinn for forretningsmodeller innenfor lade- og hydrogeninfrastruktur for vei og havner, produksjon av elektriske og hydrogendrevne kjøretøy, elektriske- og hydrogendrevne skip (inkludert ammoniakk, komprimert og flytende hydrogen), samt elektriske fremdriftssystemer for fly. Infrastruktur for vei og havner (inkludert smart flåtestyring) og utslippsfrie skip ble inkludert i fase 2 innenfor henholdsvis verdikjedene Energisystemer og Maritim transport. Følgende områder ble ikke inkludert i fase 2 basert på følgende resonnementer:

- **E-highway og pantografer:** Norge har færre konkurransefortrinn enn for normal- og hurtigladning. Infrastrukturen er mindre moden og Norge har ikke bygget opp et tidlig marked, mens andre land som Sverige og Tyskland har kommet lengre i piloteringer.
- **Elektriske og hydrogendrevne kjøretøy (personbiler, lastebiler, busser):** Innen disse verdikjedene forventes det sterk konkurranse fra andre som land har kommet lengre, samt at mye vil være standardiserte løsninger som er lettere å kopiere.
- **Elektriske fremdriftssystemer for fly:** Det er anslått at elektrifisering av den maritime næringen har stor overføringsverdi for den teknologiske utviklingen innen luftfart. Prosjektet har valgt å fokusere på maritim transport i fase 2 og mener det kan være stort kompetanseoverlapp til fremdriftssystemer i luftfart. Det antas at elektrifisering av luftfart vil komme senere, markedsvolum forventes å være mer usikkert og trolig mindre skala for Norge, og denne ble ikke tatt videre til fase 2.

### 7.1.3.5. Utslippsfri bygg- og anleggsvirksomhet

Bygg- og anleggsnæringen er blant fastlands-Norges største og viktigste næringer og sysselsetter 250.000 personer i 58.000 selskaper (BDO, 2019). Den norske næringen ligger også langt fremme med tanke på energiomstilling. Drevet av blant annet fremoverlente offentlige innkjøp er den norske næringen ledende på utslippsfrie byggeplasser. Bedrifter som er tidlig ute med en slik omstilling har gode muligheter til å vinne markedsandeler i det norske markedet og en kan også se for seg muligheter til å vinne markedsandeler i våre nærmeste naboland.

Denne næringen har det ikke blitt gjort dypere analyser av i dette prosjektet fordi næringen først og fremst vil skape verdier og sysselsetting basert på salg av varer og tjenester i det norske markedet. Norske selskapers virksomhet i våre naboland vil sannsynligvis i stor grad dreie seg om utenlandsvirksomhet heller enn eksport fra Norge. Dette prosjektets mål er å belyse muligheter for økt verdiskaping knyttet til eksport fra Norge.

## 7.2. Fase 2

Ytterligere informasjon om prosjektet finnes på: [nho.no/gronneverdikjeder](https://nho.no/gronneverdikjeder)

### 7.3. Bidragsytere

#### Styringsgruppe

Arvid Moss, Hydro/ President NHO, Leder  
 Lars Erik Lund, Veidekke  
 Pål Eitrheim, Equinor (til april 2020)  
 Jens Olaf Økland, Equinor (fra april 2020)  
 Nils Kristian Nakstad, Enova  
 Christian Rynning-Tønnesen, Statkraft (til sept. 2019)  
 Jon Vatnaland, Statkraft (fra sept. 2019)  
 Hege Skryseth, Kongsberg Digital  
 Alexandra Bech Gjørsv, Sintef  
 Jannicke Hilland, BKK  
 Steffen Syvertsen, Agder Energi  
 Auke Lont, Statnett  
 Finn Bjørn Ruyter, Hafslund E-CO  
 Nils Morten Huseby, IFE  
 Helge Aasen, Elkem  
 Frode Neteland, Scania  
 Njål Sævik, Havila  
 Hans-Christian Gabrielsen, LO (observatør)  
 Ole Erik Almlid, NHO

#### Prosjektkontor (PMO)

Ivar Valstad, Hydro (prosjektleder fra 1.1.2020)  
 Mari Grooss Viddal, Statkraft (prosjektleder til 31.12.2019)  
 Halvor Hoen Hersleth, Equinor  
 Kristian Blindheim, Energi Norge  
 Kjell Øren, NHO  
 Per Øyvind Langeland, NHO

#### Arbeidsgruppe

Statkraft	Julie Wedege
Statkraft	Helga Stenseth
Hafslund E-CO	Per Arne Torbjørnsdal
Statnett	Thor Erik Grammeltvedt (til okt. 19)
	Kristian Marstrand Pladsen (fra okt. 19)
Elkem	Asbjørn Søvik
	Håvard Moe
Kongsberg Digital	Geir Faremo
	Lasse Jamt
	Ola Hendseth
Equinor	Halvor Hoen Hersleth
Veidekke	Kristoffer Eide Hoen
Hydro	Ivar Valstad
BKK	Pål Tveitevåg
IFE	Silje Aspholm Hole
Sintef	Inge Gran
	Oddbjørn Gjerde
	Petter Støa
Enova	Petter Hersleth
Scania	John Lauvstad
Havila	Olav Haug Vikebakk
Agder Energi	Jan Pedersen
LO (observatør)	Olav Lie
NHO	Per Øyvind Langeland

#### Temagrupper fase 1

##### Kraftproduksjon

Halvor Hoen Hersleth	Equinor/PMO
Marit Haavardsholm	Equinor
Julie Wedege	Statkraft
Erlend Jahns Broli	Statkraft
Gaute Egeland Sanda	Statkraft
Jan Schelling	Statkraft
Guro Gravdehaug	Statkraft
Terje Omland	Elkem
John Olav Tande	Sintef
Roy Stenbro	IFE
Erik Stensrud Marstein	IFE
Halvor Kr. Halvorsen	Hafslund E-CO
Pål Tveitevåg	BKK
Jan Bråten	Statnett
Kjersti Røkenes	Kongsberg Digital

##### Energisystemer

Thor Erik Grammeltvedt	Statnett
Agnes Nybø	Statnett
Kristian Marstrand Pladsen	Statnett
Sigurd Kvistad	Hafslund E-CO
Geir Jevnaker	Hafslund E-CO
Helga Stenseth	Statkraft
Eirik Byklum	Equinor
Oddbjørn Gjerde	Sintef
Arne Lind	IFE
Kari Espegren	IFE
Jan Erik Farbrot	IFE
Eilert Bjerkan	Kongsberg Digital
Geir Faremo	Kongsberg Digital
Kristian Blindheim	Energi Norge/PMO

##### Industri

Asbjørn Søvik	Elkem
Emanuele Tricca	Elkem
Ulf Eriksen	Statkraft
Halvor Hoen Hersleth	Equinor
Petter Røkke	Sintef
Arve Holt	IFE
Jeppe Sverdrup	Kongsberg
Petter Hersleth	Enova
Ivar Valstad	Hydro/PMO

##### Bygg og anlegg

Kristoffer Eide Hoen	Veidekke
Hege Hansesveen	Veidekke
Toril Benum	Hafslund E-CO
Terje Jacobsen	Sintef
Nina Holck Sandberg	Sintef
Ann Kristin Kvellheim	Sintef
Erik Stensrud Marstein	IFE
Kristian Blindheim	Energi Norge/PMO

### Transport

Kaja Sofie Fallsen Berg	Hafslund E-CO
Petter Hersleth	Enova
Beate Kvamsdal-Lervold	Sintef
Øystein Ulleberg	IFE
Niclas Forsberg	BKK
Bjørn Sundland	BKK
John Lauvstad	Scania
Per R. Sandberg	Equinor
Mari Grooss Viddal	Statkraft/PMO

### Temagrupper fase 2 og 3

#### Globale fornybaraktører

Halvor Hoen Hersleth (leder)	Equinor/PMO
Erik Stensrud Marstein	IFE
Francesco Finotti	Sintef
Guro Gravdehaug	Statkraft
Pål Tore Svendsen	Hydro

#### Havvind

Halvor Hoen Hersleth (leder)	Equinor/PMO
Roy Stenbro	IFE
Jon Olav Tande	Sintef
Gry Åmodt	Statkraft
<i>Ass. Medlemmer havvind:</i>	
Geir Ove Karlsen	Aker Solutions
Jan Wingaard	Aibel

#### Batterier

Asbjørn Søvik (leder til 1.3.20)	Elkem
Emanuele Tricca	Elkem
Anders Hegna Hærland (leder fra 1.3.20)	Equinor
Fride Vullum-Bruer	Sintef
Edel Sheridan	Sintef
Hanne Flåten Andersen	IFE
Tine Uberg Nærland	IFE
Morten Røsæg	Hydro
Ivar Valstad	Hydro/PMO

#### Hydrogen

Ulf Eriksen (leder)	Statkraft
Eirik Byklum	Equinor
Øystein Ulleberg	IFE
Sigmund Størset	Sintef
Petter Neksa	Sintef
Anders Ødegård	Sintef
Magnus Thomassen	Sintef
Bjørn Sundland	BKK
Petter Hersleth	Enova
Ivar Valstad	Hydro/PMO

### Maritim

Eirill B. Mehammer	Sintef
Torstein Bø	Sintef
Petter Neksa	Sintef
Olve Mo	Sintef
Silje Malmstrøm	Equinor
Øystein Ulleberg	IFE
Jan Erik Farbrot	IFE
Ketil Olaf Paulsen	Kongsberg Martime
Niclas Forsberg	BKK
Olav Haug Vikebakk	Havila
Kristian Blindheim	Energi Norge/PMO
<i>Ass. Medlemmer maritim:</i>	
Thomas Saxegaard	Rederiforbundet
Narve Mjøs	DNVGL
	/Grønt
	skipsfartsprogram
Lars Almklov	DNVGL
Tore Ulstein	Ulstein
Lene Trude Solheim	Ulstein

NCE Maritime Cleantech

#### Energisystemer

Eilert Bjerkan (leder, fra 1.4 ansatt i Powel)	Kongsberg Digital
Ola Hendseth	Kongsberg Digital
Gry Johanne Åmodt	Statkraft
Kaja Sofie Fallsen Berg	Hafslund E-CO
Arne Lie	Hafslund E-CO
Ståle Størdal	Hafslund E-CO
Arne Lind	IFE
Jonathan Fagerstöm	FE
Jan Pedersen	Agder Energi
Ellen Charlotte Stavseth Paaske	Hydro
Kristian Marstrand Pladsen	Statnett
Kari Dalen	Statnett
Christian Andresen	Sintef
Ellen Krohn Aasgård	Sintef
Bendik Nybakk Torsæter	Sintef
Oddbjørn Gjerde	Sintef
Niclas Forsberg	BKK
John Lauvstad	Scania
Petter Hersleth	Enova
Kristian Blindheim	Energi Norge/PMO







