



Kompetanse- og kunnskapsbehov for det grønne skiftet

Utredning på oppdrag for NHO og LO

Om Oslo Economics

Oslo Economics utreder samfunnsfaglige problemstillinger og gir råd til bedrifter, myndigheter og organisasjoner. Våre analyser kan være et beslutningsgrunnlag for myndigheter, et informasjonsgrunnlag i rettslige prosesser, eller for interesseorganisasjoner. Vi forstår problemstillingene som oppstår i skjæringspunktet mellom marked og politikk.

Oslo Economics er et samfunnsfaglig rådgivningsmiljø med erfarne konsulenter med bakgrunn fra offentlig forvaltning og ulike forsknings- og analysemiljøer. Vi tilbyr innsikt basert på bransjeerfaring, fagkompetanse og et nettverk av samarbeidspartnere.

Grønn omstilling

Oslo Economics gjennomfører jevnlig ulike typer industri- og næringsanalyser – enten som selvstendige utredninger, som del av større utredninger der vi evaluerer offentlig virkemiddelbruk eller analyserer behov for infrastrukturinvesteringer, og i forbindelse med konkrete konkurransesaker.

Analysen av grønn omstilling i næringslivet omfatter både omstilling av eksisterende industri mot redusert klimagassutslipp og elektrifisering, samt oppbygning av nye næringer som blir viktige i det grønne skifte. Gjennom tidligere analyser og utredninger har Oslo Economics god kjennskap til egenskaper og behov ved både eksisterende og ny næring.

Kompetanse- og kunnskapsbehov for det grønne skiftet/OE-rapport 2022-72

© Oslo Economics, 2022

Kontaktperson:

Guro Landsend Henriksen / Partner

glh@osloeconomics.no, Tlf. 928 04 648

Foto/illustrasjon: iStock.com/Thongkongkaew

Innhold

Sammendrag og konklusjoner	4
1. Om oppdraget og gjennomføringen	11
2. Kunnskap- og kompetansebehov i åtte verdikjeder sentrale for det grønne skiftet	13
2.1 Havvind	14
2.2 Batteri	17
2.3 Hydrogen	21
2.4 CCS	25
2.5 Maritim sektor	28
2.6 Skog	30
2.7 Kraftsystem og smart lading vei	33
2.8 Bærekraftige bygg	36
3. Samlet kompetanse- og kunnskapsbehov	40
3.1 Kompetansebehov i nye verdikjeder	40
3.2 Endret kompetansebehov i eksisterende bransjer	42
3.3 Kunnskapsbehov i nye og eksisterende bransjer	42
3.4 Overlapp mellom verdikjedene	43
3.5 Scenarioer for utvikling i sysselsetting og kompetansegap i bransjene	44
4. Utvalgte yrkesgrupper som er sentrale for grønn omstilling	48
4.1 En tredeling av yrkesgruppene	48
4.2 Sivilingeniører og IKT-utviklere	49
4.3 Ingeniører og arbeidsledere	50
4.4 Håndverksyrker og operatører	51
4.5 Et mål på kompetansegapet	52
4.6 Virksomhetenes rapporterte kompetansemangel	53
4.7 Andel innvandrere	54
5. Mulig utvikling i sysselsettingsbehovet frem mot 2030	56
5.1 Utvikling i sysselsetting i de tre yrkesgruppene	56
5.2 Behov for sysselsetting innenfor nye bransjer	57
5.3 Sammenstilt behov	58
6. Referanser	61
Vedlegg A Metode: Generell utvikling	64
Vedlegg B Metode: Scenarioer for bransjene	66

Sammendrag og konklusjoner

Det grønne skiftet vil innebære store endringer i etablerte og nye bransjer. Den ønskede utviklingen er betinget av tilgang på nødvendig kompetanse (kompetent arbeidskraft) og kunnskap (forskning og utvikling). Hvis disse ressursene blir mangelvare, kan det forsinke det grønne skiftet, og svekke norsk konkurransevne og verdiskaping.

Rapporten tar for seg åtte verdikjeder som anses som sentrale for det grønne skiftet og der regjeringen har ambisiøse mål for utviklingen. Dette inkluderer (i) fire nye verdikjeder - havvind, batteri, hydrogen, karbonfangst og -lagring, og (ii) fire etablerte verdikjeder som er under omstilling, eller som vil ha viktige roller inn i andre verdikjeder – maritim sektor, skog, kraftsystem og bærekraftige bygg.

Selv om alle verdikjedene er unike, er mange av kompetansebehovene gjennomgående på tvers av bransjene. Oppbygging av nye verdikjeder og omstilling av eksisterende verdikjeder innebærer et stort behov for arbeidskraft med teknisk kompetanse. For de nye verdikjedene er det et særlig stort behov for tekniske fagarbeidere og fagskoleutdannede, ingeniører som kan drifte og utvikle nye prosesser og maskiner, samt spisskompetanse innenfor aktuelle teknologier. I etableringsfasen vil det også være behov for betydelig arbeidskraft innenfor bygg og anlegg. Omstilling av eksisterende bransjer innebærer i hovedsak en videreføring av dagens kompetansebase, men også et økt behov innenfor enkelte kompetanseområder, for eksempel knyttet til nye energiløsninger, sirkulærøkonomi og digitalisering.

I tillegg til behov for kvalifisert arbeidskraft, er det også et betydelig kunnskapsbehov i alle bransjer, som vil kreve en stor innsats innen forskning og utvikling av nye teknologier, og videreutvikling og nye anvendelsesområder for eksisterende teknologi. Dette krever tilgang på personer med høy utdanning innen tekniske fag, som kan jobbe med forskning og utvikling både i forskningsinstituttene og i bedriftene.

Basert på analysen av de åtte verdikjedene har vi identifisert en lang rekke yrker som samlet synes særlig sentrale for å dekke kjernevirksomheten i de ulike bransjene. Vi kategoriserer disse i tre hovedgrupper, (i) sivilingeniører og IKT-utviklere, (ii) ingeniører og arbeidsledere og (iii) håndverksyrker og operatører. Statistikken viser at det allerede er et betydelig kompetansegap for disse yrkesgruppene i økonomien som helhet. Virksomhetene i Norge rapporterer også selv om kompetansemangel innen disse yrkesgruppene.

Ambisjoner om etablering av nye næringer, og vekst i etablerte næringer, vil ytterligere forsterke behovet for disse knappe ressursene. I tre ulike scenarier for utvikling av de grønne verdikjedene frem mot 2030 anslår vi et behov for henholdsvis 13 000 (lavscenarier), 64 000 (mellomscenarier) og 115 000 (høyscenario) sysselsatte i 2030 innenfor de utvalgte yrkesgruppene, hvorav 50 prosent er håndverksyrker og operatører, 40 prosent er ingeniører og arbeidsledere og 10 prosent er sivilingeniører og IKT-utviklere. I tillegg til dette behovet kommer sysselsetting til forskning i forskningsinstitusjonene. Sett i lys av dagens kompetansemangel, og dersom vi legger til grunn fortsatt høy aktivitet i økonomien, tyder det på kamp om ressursene for å realisere ambisjonene for grønn omstilling frem mot 2030.

Bakgrunn for utredningen

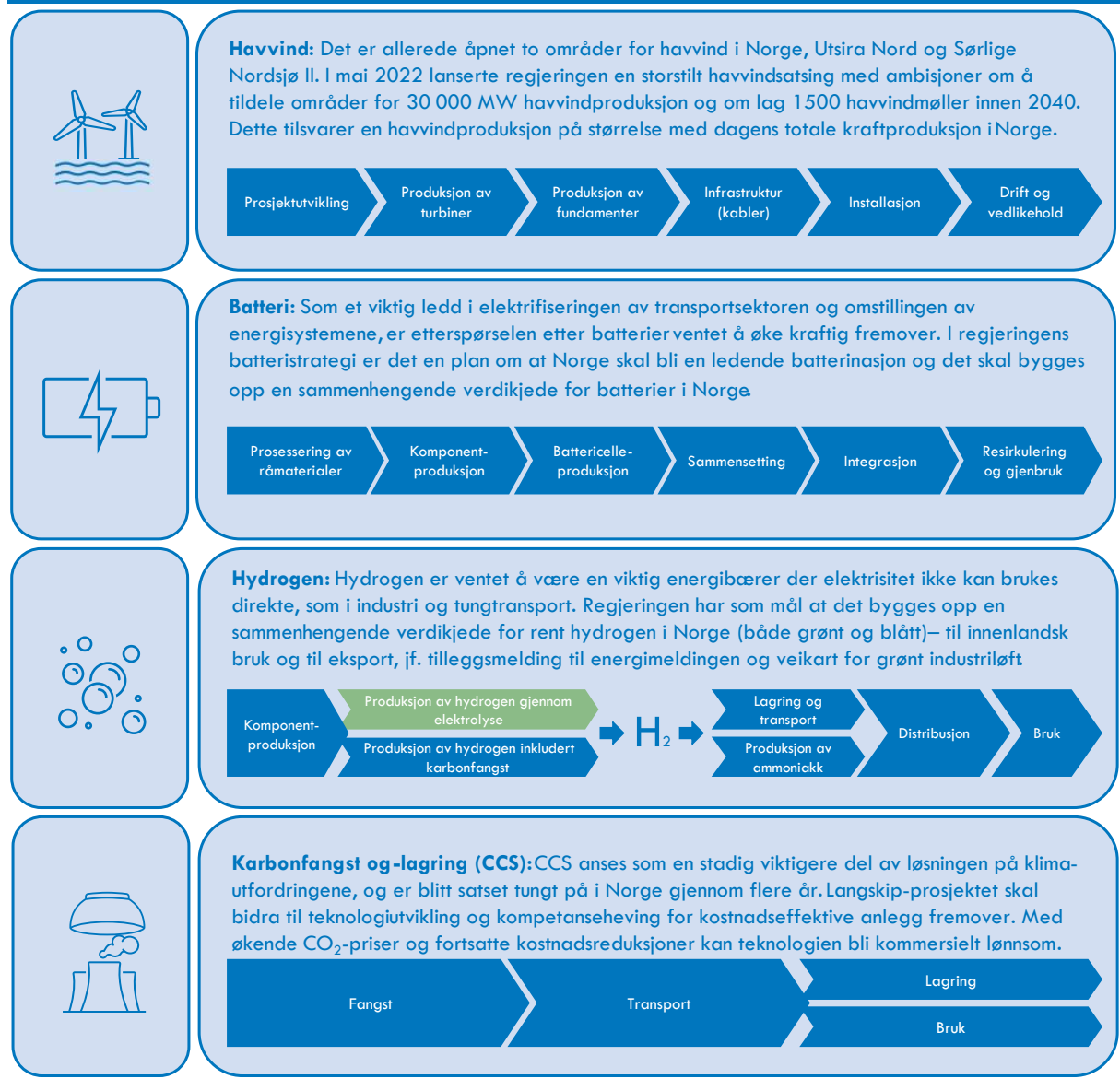
Overgangen til lavutslippssamfunnet gir store muligheter og betydelig sysselsettingspotensial, for nasjoner og aktører som evner å omstille seg. Regjeringen har ambisiøse klimamål og tydelige strategier for omstilling og etablering av nye verdikjeder i Norge. Det er også mange konkrete planer for industrietableringer i Norge, og for elektrifisering og annen omstilling av etablerte verdikjeder. Omstillingen av økonomien innebærer store endringer i etablerte og nye bransjer. Den ønskede utviklingen er betinget av tilgang på nødvendig kompetanse (kompetent arbeidskraft) og kunnskap (forskning og utvikling).

NHO og LO lanserte i 2021 en felles energi- og industripolitisk plattform med formål å sikre Norge et bærekraftig og konkurransedyktig næringsliv gjennom realisering av mer fornybar kraft og klimavennlig industri. Med utgangspunkt blant annet i denne plattformen etterspurte NHO og LO en kartlegging av konkrete kunnskaps- og kompetansebehov innen åtte utvalgte bransjer, der Norge har komparative fortrinn og uttalte ambisjoner om bærekraftig verdiskaping. Rapporten vil være et underlag til NHO og LOs videre arbeid på kompetansefeltet. Hovedfunnene våre er oppsummert i teksten som følger.

Åtte utvalgte bransjer som er sentrale for den grønne omstillingen og der Norge har komparative fortrinn

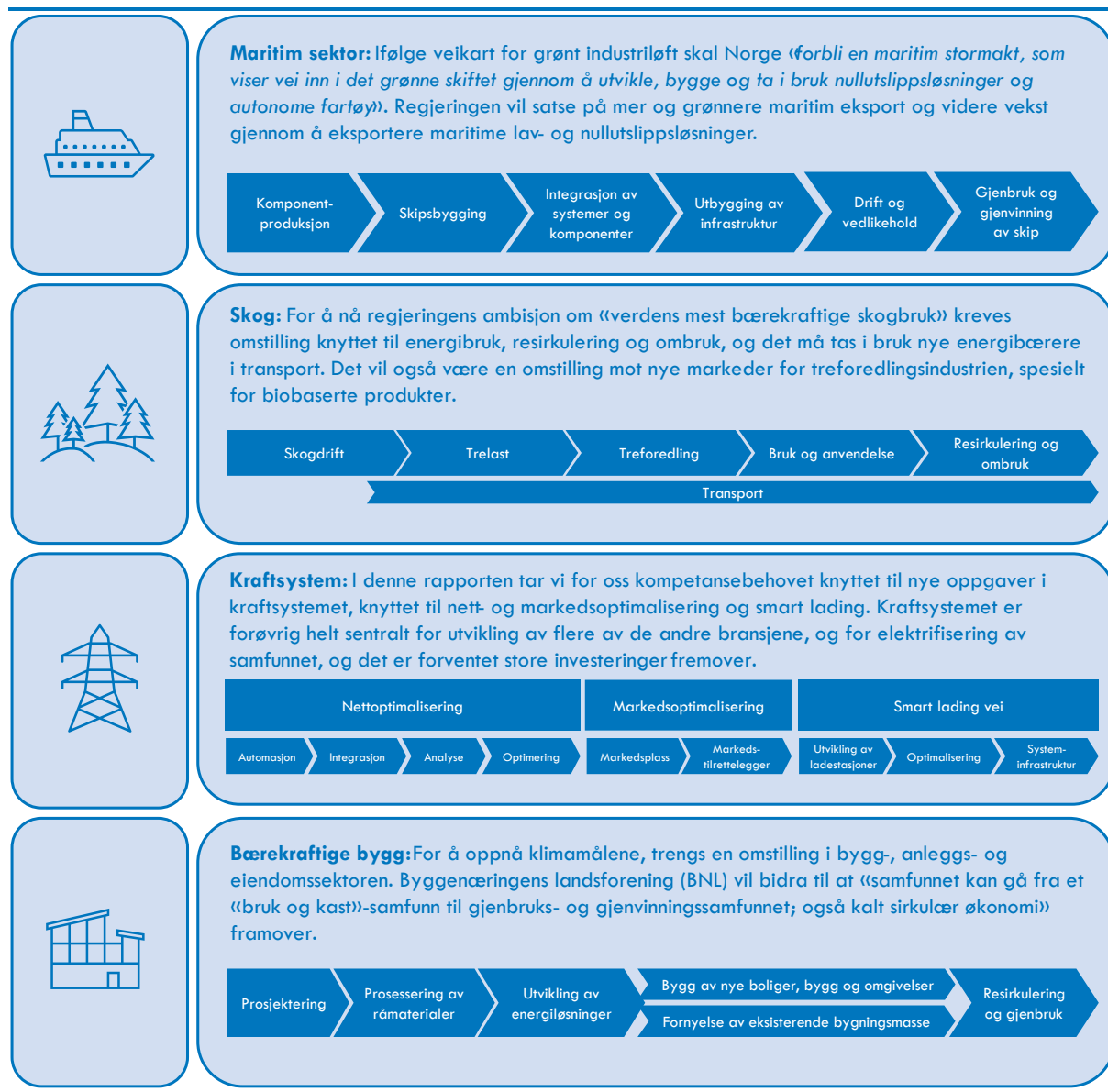
De åtte verdikjedene er illustrert i Figur 1-1 og Figur 1-2, med en kort omtale av ambisjoner for utviklingen.

Figur 1-1: Ambisjoner og verdikjeder i nye bransjer



Illustrasjon: Oslo Economics






Figur 1-2: Ambisjoner og verdikjeder i etablerte bransjer under omstilling



Illustrasjon: Oslo Economics

Det er ulike kompetanse- og kunnskapsbehov gjennom verdikjedene, og avhengig av om verdikjedene er nye bransjer under etablering eller eksisterende bransjer i omstilling. I rapporten beskriver vi kompetanse- og kunnskapsbehov knyttet til kjernevirksomheten i de ulike leddene av verdikjeden. En samlet oppsummering for hver bransje er gitt i Tabell 1-1. Gjennomgående er det et stort behov for ulike typer teknisk fagkompetanse, på alle utdanningsnivå, og kunnskapsutvikling innenfor de samme tekniske fagområdene, både i bedriftene og i forskningsinstitusjonene. I tillegg til spesifikke kompetanse- og kunnskapsområder, ble det i intervju pekt mer overordnet på viktigheten av samarbeids- og kommunikasjonsevner, kritisk tenkning, systemtenkning og strategiske evner inn i det grønne skiftet.

Tabell 1-1: Viktige kompetanseområder og områder for kunnskapsutvikling i utvalgte bransjer

	Kompetanseområder	Kunnskapsområder
		
<p>Havvind</p> 	<ul style="list-style-type: none"> prosjekterings-, prosess- og monteringskompetanse fra operasjoner offshore kompetanse med elektro- og byggfag, samt vindteknikk 	<ul style="list-style-type: none"> standardisering og automatisering i fundamentproduksjon og drift komplekse marine operasjoner kostnadsreduksjon i hele verdikjeden (særlig flytende)
<p>Batteri</p> 	<ul style="list-style-type: none"> prosess- og teknologikompetanse (batteriteknologi) prosjektering og bygg- og anleggskompetanse 	<ul style="list-style-type: none"> nye råmaterialer og bruk av disse som anode og katode integrasjon og bruk av nye materialer og prosesser nye bruksområder og markeder, og mer effektiv bruk gjenbruk av mer/flere komponenter fra batteriene
<p>Hydrogen</p> 	<ul style="list-style-type: none"> prosessautomasjon kjemisk kompetanse digitalisering og analyser sikkerhet og logistikk 	<ul style="list-style-type: none"> energieffektivisering, utnyttelse av overskuddskraft Co2-fangst- og lagring sikkerhet i transport og lagring gjenbruk og sikring av infrastruktur integrasjon i nye prosesser/motorer
<p>CCS</p> 	<ul style="list-style-type: none"> prosessautomasjon energi og kjemi logistikk og transport 	<ul style="list-style-type: none"> flytendegjøring av Co2 effektiv integrasjon i industriprosesser sikker og kostnadseffektiv transport nye transportløsninger både i rør og skip energiøkonomisering og varme- og energiintegrasjon overvåking, måling tiltak mot lekkasje
<p>Maritim sektor</p> 	<ul style="list-style-type: none"> mekanikk- og elektrofag prosessautomasjon materialteknologi og sikkerhet teknisk maritim kompetanse resirkulering 	<ul style="list-style-type: none"> automasjon, digitalisering integrasjon av nye energiløsninger infrastruktur og sikker håndtering av bærekraftige drivstoff utvikling av tjenester til nye markeder gjenvinning og bruk av gjenvunnet materiale
<p>Skog</p> 	<ul style="list-style-type: none"> skog- og trefag tretknologi og treforedling mekanisk og kjemisk kompetanse transport og energisystemer ombruk og resirkulering 	<ul style="list-style-type: none"> teknologi- og prosessutvikling håndtering av klimaendringer og økosystemtjenester nye bruksområder innen treforedlingen nye anvendelsesområder optimalisering av overskudds- og gjenbruksmaterieell nye energisystemer og transportløsninger
<p>Kraftsystem</p> 	<ul style="list-style-type: none"> elkraft, energidisponering, -planlegging og -markeder montører, systemutvikling og operatører IT, statistiske metoder, analyse og maskinlæring 	<ul style="list-style-type: none"> digitale løsninger og optimering utvikling av markeder og nye tjenester
<p>Bærekraftige bygg</p> 	<ul style="list-style-type: none"> byggteknikk material-, prosess- og tretknikk tømmer-, murer-, elektriker- og rørleggerfag digitalisering og elkraft 	<ul style="list-style-type: none"> nye materialer og optimal bruk smarte og effektive energisystemer effektiv fornyelse og sirkulære bygg

Utvalgte yrkesgrupper for det grønne skiftet

På bakgrunn av gjennomgangen av de åtte bransjene, har vi identifisert en lang rekke yrker som virker å samsvare godt med kompetanseområdene det vil være særlig behov for på tvers av bransjene. Dette er i all hovedsak ulike former for teknisk kompetanse, på alle nivå. Disse kan deles inn i tre hovedgrupper; (i) sivilingeniører og IKT-utviklere, (ii) ingeniører og arbeidsledere og (iii) håndverksyrker og operatører (Tabell 1-2).

I alle bransjene er det også behov for en rekke andre yrker, slik som renholdere, vaktmestere og ulike hjelpearbeidere. Vi har imidlertid konsentrert analysen om de tre hovedgruppene i Tabell 1-2, som er sentrale i utøvelsen av kjernevirksomheten i de bransjene vi ser på, og hvor det allerede er stor etterspørsel etter ressursene i dag.

Tabell 1-2: Yrkesgruppene som er sentrale for det grønne skiftet

Hovedgruppe	Yrkesgrupper fra SSBs standard for yrkesklassifisering	Viktige utdanningsnivå innenfor hovedgruppen
Sivilingeniører og IKT-utviklere	Fysikere, kjemikere mv. Sivilingeniører (unntatt elektroteknologi) Sivilingeniører elektroteknologi Programvare- og applikasjonsutviklere/ analytikere Databasedesignere, systemadministratorer mv.	Master- og doktorgrad
Ingeniører og arbeidsledere	Ingeniører Ledere av produksjon, utvinning, bygg og anlegg, transport Arbeidsledere innen bergfag, industri, bygg og anlegg Skipsmaskinister, dekksoffiserer og loser Prosesskontrollører	Bachelorgrad og høyere yrkesrettet utdanning (fagskole)
Håndverksyrker og operatører	Elektrikere mv. Bygningstekniske arbeidere Bygningsarbeidere Mekanikere og reparatører Støpere, sveisere, platemedarbeidere mv. Operatører innen borefag mv. Operatører metallproduksjon Operatører innen produksjon av kjemiske produkter Operatører innen treforedling og trelast Operatører av mobile maskiner mv. Dekks- og maskinmannskap (skip) Montører	Videregående fag- og yrkesopplæring

Kilde: Oslo Economics' analyse av relevante yrker

Målt i antall personer består kompetansetilførselen til de tre yrkesgruppene særlig av fagarbeidere fra videregående opplæring, og deretter av personer med utdanning på bachelor- og masternivå. Fagskolekandidater utgjør i dag en relativt liten gruppe i antall personer, men bidrar med nøkkelkompetanse for virksomhetene, og er en kompetanse som næringslivet samlet sett strever med å få tak i nok av, slik NHOs kompetansebarometer viser.

Det er allerede stor konkurranse om yrkesgruppene i Tabell 1-2 i norsk økonomi. Statistikken viser at en god del i de utvalgte yrkesgruppene har lavere utdanningsnivå enn yrkene tilsi. Virksomhetene i Norge rapporterer også selv om kompetansemangel innenfor disse yrkesgruppene, samtidig som sysselsettingen har økt sterk over tid for flere av yrkene, slik som IKT-utviklere og en rekke håndverksyrker. For noen yrker, særlig bygningsarbeidere, er det en høy andel arbeidsinnvandrere, som er nok en indikasjon på at det allerede er stor konkurranse om kandidater til å dekke dette kompetansebehovet. Vi legger derfor til grunn at det allerede i dag er et betydelig kompetansegap i de relevante yrkene. Ettersom samlet sysselsetting øker fremover i tid, vil også kompetansegapet øke, selv om kompetansegapet som andel av sysselsettingen reduseres noe over tid.

Scenarier frem mot 2030 for de åtte utvalgte bransjene

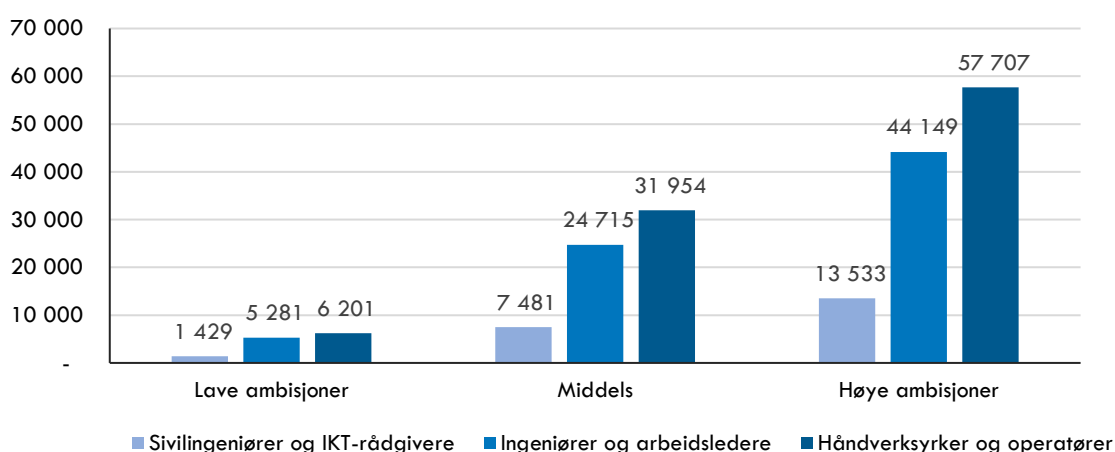
Vi har skissert tre scenarier for ambisjonsnivå og utvikling i de åtte bransjene. Scenarioet «Lave ambisjoner» legger kun til grunn kjente prosjekter i de nye næringene, og ingen behov utover generelle framskrivninger av økonomien i eksisterende næringer. Scenarioet «Høye ambisjoner» legger til grunn optimistiske sysselsettings-

behov og produksjonsnivåer innenfor alle de åtte bransjene. Scenarioet «Middels» legger til grunn at det høyeste scenarioet kan nås på lenger sikt, innen 2040.

Det lave scenarioet og det høye scenarioet er ment å illustrere to ytterpunkter i utviklingen fram mot 2030. Scenarioet «Lave ambisjoner» er sannsynligvis for lavt, fordi dette kun omfatter kjente initiativer som allerede er under utvikling. Samtidig er sannsynligvis scenarioet «Høye ambisjoner» for høyt, fordi dette innebærer svært omfattende etableringer som skal skje innenfor en relativt kort tidsperiode. Bransjene vil også konkurrere om de samme innsatsfaktorene – ikke bare kompetent arbeidskraft, men også andre viktige faktorer som egnede industriarealer med nødvendig infrastruktur, inkludert tilgang til strømmnett, som er en svært knapp faktor i dag. I tillegg vil konjunkturer og store svingninger i markedene påvirke både etterspørsel etter produktene og investeringer i bransjene.

I de tre ulike scenarioene for utvikling av de grønne verdikjedene estimerer vi et behov for henholdsvis 13 000 (lavscenarioet), 64 000 (mellomscenarioet) og 115 000 (høyscenarioet) sysselsatte innenfor de utvalgte yrkesgruppene, hvorav nesten 50 prosent er håndverksyrker og operatører, 40 prosent er ingeniører og arbeidsledere og i overkant av 10 prosent er sivilingeniører og IKT-utviklere (Figur 1-3). I tillegg til dette behovet kommer sysselsetting til forskning i forskningsinstitusjonene.

Figur 1-3: Sysselsettingsbehov i de åtte bransjene i 2030 utover den generelle utviklingen i økonomien, i tre ulike scenarioer, etter yrkesgruppe



Illustrasjon: Oslo Economics

Sett sammen med at de observerte dataene allerede viser mangel på kvalifisert arbeidskraft i de utvalgte yrkesgruppene, tyder analysen på at det vil bli stor kamp om ressursene som trengs til det grønne skiftet i perioden frem mot 2030. Vi antar at behovet knyttet til de nye næringene i liten grad er reflektert i utviklingen frem til i dag, og at dette derfor vil kunne inntreffe som et ekstra etterspørselssjokk i arbeidsmarkedet. Dersom vi antar fortsatt høy aktivitet i økonomien, og samme omstillingstakt i utdanningssystemet som vi har hatt frem til i dag, kan vi forvente at behovet for sysselsetting i de nye næringene i sin helhet vil legge seg på toppen av det kompetansegapet vi har identifisert i de relevante yrkesgruppene.

I analysen har vi også vist at det er et stort kunnskapsbehov i de utvalgte verdikjedene, som også vil måtte dekkes av personer innenfor de samme yrkesgruppene. Deler av det estimerte kompetansebehovet i verdikjedene vil altså være knyttet til personer som driver kunnskaputvikling gjennom forskning, utvikling og innovasjon i bedriftene. I tillegg til dette vil det være behov for høyt utdannet personell som jobber med forskning og utvikling i forskningsinstitusjonene, noe som vil legge et ytterligere press på disse yrkesgruppene. Dette kompetansebehovet er sannsynligvis delvis reflektert i analysen av dagens kompetansegap, der vi ser en stor etterspørsel etter blant annet sivilingeniører og IKT-utviklere.

Etablering av nye industrier vil også kreve investeringer i tilhørende industriell infrastruktur, som vei og kraftledninger, og vil dermed også medføre behov for sysselsetting i disse bransjene. Kompetansebehovene knyttet til slik infrastrukturbygging er ikke inkludert i denne analysen. Imidlertid vil dette bidra til å legge ytterligere press på mange av de samme yrkesgruppene som trengs i de åtte grønne verdikjedene.

Hvordan det økte kompetansebehovet knyttet til de nye næringene vil påvirke det samlede kompetansegapet i de relevante yrkesgruppene i økonomien, vil være avhengig av både utdanningssystemets og økonomiens omstillingsevne og det generelle aktivitetsnivået i økonomien. Dersom ambisjonene for etablering og vekst i de åtte verdikjedene skal nås, vil kompetansebehovet måtte dekkes gjennom en kombinasjon av helt nye kandidater fra utdanningssystemet, etter- og videreutdanning for nåværende sysselsatte, overføring av arbeidskraft fra andre næringer, eller arbeidsinnvandring.

Kompetansegapet vi skisserer vil ikke nødvendigvis realiseres i de utvalgte bransjene, men kan i stedet forplante seg til andre deler av økonomien. Det innebærer i så fall at de utvalgte bransjene tiltrekker seg arbeidskraften de trenger på bekostning av andre næringer. Gitt at det satses på grønn omstilling og at de nye bransjene klarer å utkonkurrere etablerte næringer i etterspørselen etter knappe ressurser, vil det kunne bety at andre næringer får forsinket sin vekst og utvikling. På den annen side kan en slik overføring av kompetanse være en naturlig del av en omstilling, der resultatet er endret næringsstruktur i økonomien.

I hvilken grad det er realistisk at kompetansebehovet kan dekkes gjennom overføring av sysselsatte fra andre næringer vil avhenge av utviklingen i konjunkturer, rammebetingelser og markedsforhold innenfor den enkelte næring og evne til omstilling og effektivisering som kan frigjøre arbeidskraft. Særlig vil utviklingen i petroleumsnæringen kunne ha stor betydning for tilfanget av arbeidskraft med relevant kompetanse til nye næringer. Dersom oppbyggingen av nye næringer sammenfaller med redusert aktivitet i petroleumsindustrien, vil en del av det identifiserte kompetansebehovet kunne dekkes gjennom etter- og videreutdanning av personell herfra. Med fortsatt høyt aktivitetsnivå på norsk sokkel er det sannsynlig at en større andel av det identifiserte behovet legges på toppen av dagens kompetansegap i de aktuelle yrkesgruppene.

I dag står vi også overfor en usikker økonomisk situasjon med utsikter til økende renter og redusert vekst. Det er usikkert hvordan en eventuell nedgangskonjunktur vil kunne påvirke både nye og etablerte bransjer, og påvirkningen kan også slå ut forskjellig mellom bransjer. I alle tilfeller vil konjunkturer ha stor betydning for det totale kompetansebehovet i økonomien, og for muligheten til å hente etterspurt kompetanse til grønn omstilling, fra etablerte bransjer. De sterke driverne for omstilling av økonomien forventes imidlertid å bestå, og innebærer at behovet for grønn kompetanse sannsynligvis vil bli relativt viktigere i tiden fremover, uavhengig av de generelle konjunktorene.

For å kunne dekke både sysselsettingsbehovet til den grønne omstillingen og samtidig behovet ellers i økonomien, kreves trolig på sikt en bredere omstilling i yrkessammensetningen i økonomien, slik at andelen i de utvalgte yrkesgruppene øker, mens andelen i mindre etterspurte yrkesgrupper avtar. En omstilling i yrkessammensetningen avhenger både av endringer i utdanningsvalg over tid, kapasitet i utdanningssystemet, så vel som evne til fleksibel omstilling av arbeidsstyrken gjennom kortere moduler og utdanningsløp.

For utdanningstilbydere, både innen videregående opplæring, høyere yrkesrettet utdanning (fagskole) og universitets- og høyskoleutdanning, innebærer det grønne skiftet et behov for å kontinuerlig holde seg oppdatert (kort sikt). Samtidig må utdanningsinstitusjonene ta hensyn til lengre trender i den strategiske planleggingen. Endringer innen utdanningene krever tett samarbeid mellom myndigheter, utdanningsinstitusjoner og bransjene, særlig innen fag- og yrkesopplæringen og fagskolene.

1. Om oppdraget og gjennomføringen

Overgangen til lavutslippssamfunnet gir store muligheter og betydelig sysselsettingspotensial, for nasjoner og aktører som evner å omstille seg. Regjeringen har ambisiøse klimamål og tydelige strategier for omstilling og etablering av nye verdikjeder i Norge. Det er også mange konkrete planer for industrietableringer i Norge, og for elektrifisering og annen omstilling av etablerte verdikjeder.

Storstilt omstilling av økonomien endrer også næringslivets behov for kompetanse (arbeidskraft) og kunnskap (forskning og utvikling). Hvis grønn kompetanse blir mangelvare, kan det forsinke det grønne skiftet, og svekke norsk konkurransevne og verdiskaping. For å oppnå ønsket utvikling kreves derfor satsing på forskning og innovasjon og oppbygging av nasjonale kompetansemiljøer, gjennom utdanning og ved å bygge videre på eksisterende kunnskap og kompetanse i dagens næringsliv.

NHO og LO lanserte i 2021 en felles energi- og industripolitisk plattform med formål å sikre Norge et bærekraftig og konkurransedyktig næringsliv gjennom realisering av mer fornybar kraft, og klimavennlig industri. Med utgangspunkt blant annet i denne plattformen etterspurte NHO og LO en kartlegging av konkrete kunnskaps- og kompetansebehov innen åtte utvalgte bransjer der Norge har komparative fortrinn og uttalte ambisjoner om bærekraftig verdiskaping. Denne rapporten er vår sluttleveranse til NHO og LO.

Fremgangsmåte

Arbeidet med prosjektet har pågått i perioden mai til september 2022. Innledningsvis i oppdragsperioden hadde vi et oppstartsmøte med NHO og LO, der vi forankret oppdragsforståelsen vår, avgrensninger og forslaget vårt til relevante aktørgrupper for intervju. Vi har i tillegg hatt to statusmøter med oppdragsgiver i prosjektperioden, for å presentere foreløpige funn og diskutere innretning på rapporten.

Beskrivelsene våre av verdikjedene bygger på dokumentstudier og intervjuer med klynger og virksomheter. Vi gir kvalitative beskrivelser av kompetanse- og kunnskapsbehovet, samtidig som vi beskriver etablert eller planlagt aktivitet, så vel som uttalte ambisjoner for veien videre. Vi har i denne

gjennomgangen kommet frem til at det har vært nyttig å skille mellom nye bransjer (etablering og drift) og omstilling av eksisterende bransjer.

Siden vi ikke kan tallfeste brede kompetanseområder, som beskrevet i intervjuer og i dokumentstudien, har vi gått veien via yrkesgrupper i SSBs statistikkbank for å få et bedre bilde av utviklingen. Med utgangspunkt i SSBs standard for yrkesklassifisering, har vi valgt ut en lang rekke yrker, som vi samlet mener samsvarer best mulig med kompetanseområdene som vil være særlig viktig i de utvalgte bransjene.

I den statistiske gjennomgangen av yrkene bygger vi på tall fra SSBs (ssb.no/statbank). Videre har vi benyttet tall fra microdata.no (Sikt/SSB) for å kunne analysere sammenhenger mellom næring, yrke og utdanning, så vel som andel innvandrere. Sammenstilling etter utdanning kan gi en indikasjon på graden av kompetansegap mellom utdanningsnivå og yrkesgruppe. Våre tolkninger av kompetansegap bygger også på intervjuene med utdanningstilbydere.

Videre har vi manuelt hentet ut estimert mangel for hvert av nær 90 yrker fra NAVs bedriftsundersøkelse i åtte ulike år. Dette er sammenstilt for å gi et bilde av hvorvidt det ser ut til å bli kamp om ressursene som trengs i det grønne skiftet.

Vi har knyttet den statistiske gjennomgangen til de åtte utvalgte bransjene ved å sammenstille tall på tvers av relaterte næring, for hver bransje. Dette er igjen koblet til fordelingen mellom yrkesgrupper.

Nærmere om intervjuene

En hovedhensikt med utvalget av informanter har vært å dekke de åtte bransjene og ulike deler av verdikjedene. Samtidig har vi vektlagt informanter som kan bidra med ny innsikt utover den kunnskapen NHO/LO har fra andre, nylige gjennomførte kartlegginger. Intervjuene ble gjennomført digitalt via Teams og hvert intervju varte normalt rundt en time. Det ble ikke gjennomført lydopptak.

Gjennom en periode på litt over to måneder har vi til sammen gjennomført 22 intervjuer, fordelt mellom tre aktørgrupper, som vist i Tabell 1-1. Antall personer intervjuet overgår antall intervjuer, siden noen intervju var gruppeintervju.

Tabell 1-1: Intervjuer i prosjektperioden

Aktørgruppe	Antall intervjuer	Periode for gjennomføring	Overordnede tema
Klynger	8	13. juni – 5. august	Verdikjeder, kompetanse- og kunnskapsbehov
Virksomheter	8	29. juni – 15. august	Verdikjeder, kompetanse- og kunnskapsbehov
Utdanningstilbydere	6	20. juni – 2. september	Kompetanse- og kunnskapstilførsel
Totalt	22		

Merknad: Antall personer intervjuet overgår antall intervjuer, siden noen intervjuer ble gjennomført som gruppeintervju.

Rapportens innhold

Denne rapporten er strukturert som følger:

I kapittel 2 tar vi for oss hver av de åtte utvalgte bransjene. For hver bransje illustreres den aktuelle verdikjeden, bransjen i dag og fremtidsutsikter. For hver del av verdikjeden går vi gjennom kompetanse- og kunnskapsbehovet som er identifisert gjennom utredningen.

I kapittel 3 sammenstiller vi de identifiserte behovene fra kapittel 2. Sammenstillingen skiller mellom kompetansebehov i nye bransjer, eksisterende bransjer og kunnskapsbehovet. I dette kapitlet skisserer vi også tre scenarioer for sysselsetningsbehovet i 2030.

I kapittel 4 trekker vi ut utvalgte yrkesgrupper som vil være på bakgrunn av de foregående kapitlene vurderer vil være sentrale for det grønne skifte. Yrkesgruppene deles i tre: sivilingeniører og IKT-utviklere, ingeniører og arbeidsledere, og håndverksyrker og operatører. For hver av disse yrkesgruppene skisserer vi dagens kompetansegap.

I kapittel 5 skisserer vi mulige utviklinger for de utvalgte yrkesgruppene frem mot 2030. Vi ser dette sammen med scenarioene for kompetansebehov som vil oppstå knyttet til etablering og vekst i de åtte utvalgte bransjene fra kapittel 3.

2. Kunnskap- og kompetansebehov i åtte verdikjeder sentrale for det grønne skiftet

Omstillingen av økonomien innebærer store endringer i etablerte og nye bransjer. Den ønskede utviklingen er betinget av tilgang på nødvendig kompetanse (kompetent arbeidskraft) og kunnskap (forskning og utvikling). De åtte utvalgte verdikjedene er alle unike, med ulike kompetanse- og kunnskapsbehov gjennom verdikjedene, og avhengig av om verdikjedene er i etablering eller drift. Samtidig ser vi mange likhetstrekk i hvilken kompetanse som etterspørres på tvers av verdikjedene, og at det i samtlige verdikjeder også er et behov for økt kunnskap og teknologiutvikling for å oppnå ønsket utvikling.

Omstillingen av økonomien innebærer både omlegging av eksisterende verdikjeder, og etablering av nye. Begge deler innebærer endringer i behovet for kunnskap og kompetanse. Med kompetansebehov menes i denne sammenheng behov for arbeidskraft med en gitt kompetanse. Med kunnskapsbehov menes forskning, utvikling og innovasjon innenfor visse områder, som blant annet kan muliggjøre bruk og videreutvikling av nye teknologier og omlegging og forbedring av prosesser.

I denne rapporten ser vi på åtte ulike verdikjeder som anses som sentrale i det grønne skiftet. Fire av disse kan karakteriseres som nye verdikjeder, som ikke tidligere har vært etablert i Norge. Dette omfatter verdikjeden for (i) havvind, (ii) batteri, (iii) hydrogen og (iv) karbonfangst- og lagring. De øvrige fire er etablerte verdikjeder, som har vært viktige i Norge i lang tid, og som nå er inne i omstilling for å redusere klimautslipp, og/eller som har sentrale roller også for etablering av de nye verdikjedene. Dette omfatter (v) maritim sektor, (vi) verdikjeden for skog, (vii) kraftsystem og smart lading vei, samt (viii) verdikjeden for bærekraftige bygg.

Klassifiseringen av verdikjedene som nye eller etablerte er noe forenklet. For eksempel vil deler av de aktuelle nye verdikjedene representere nye markedsmuligheter for allerede etablerte bransjer. Et godt eksempel på dette er havvind, der maritim sektor og leverandørindustrien til petroleumsindustrien er naturlige leverandører. Dette illustrerer også at det er overlapp mellom enkelte av verdikjedene, slik at utviklingen i disse ikke kan ses helt isolert.

Det er likevel relevant å ta med seg todelingen av verdikjededene inn i analysen av kunnskaps- og kompetansebehov i de ulike bransjene. For det første vil nye verdikjeder først måtte bygges opp, og i denne etableringsfasen vil det oppstå kunnskap- og kompetansebehov som kan være forskjellig fra behovet i driftsfasen. I tillegg kan det være behov for spisskompetanse som i en etableringsfase kun finnes i utlandet. I de etablerte bransjene antar vi derimot at kompetansebehovet i stor grad er reflektert i sammensetningen av dagens arbeidsstyrke i disse bransjene, men med et noe endret kunnskap- og kompetansebehov som følge av omstilling i ulike deler av verdikjedene.

Det er også en noe ulik inngang til kartleggingen av kompetansebehovet for nye og etablerte verdikjeder. For de nye verdikjedene har vi vektlagt kompetansen som behøves for kjernevirksomheten, og slik sett ikke omtalt kompetansebehovet knyttet til støttefunksjoner som økonomi, administrasjon, markedsføring, juridisk kompetanse mm. Videre har vi for etablerte bransjer lagt vekt på kompetansebehovet knyttet til den omstillingen som skjer – og dermed i størst grad beskrevet hvordan kompetansebehovet kan endre seg fra dagens kompetansebase.

Skillet mellom nye og etablerte bransjer er også relevant i vurderingen av det totale kompetansebehovet for det grønne skiftet. Oppbygging av helt nye næringer innebærer et stort behov for arbeidskraft som ikke er reflektert i økonomien i dag. Avhengig av utviklingen i resten av økonomien vil dette behovet legges seg på toppen, eller erstatte kompetansebehovet i andre bransjer. Tendensen til omstilling av eksisterende bransjer vil i større grad synes i dagens økonomi. For eksisterende næringer er det en forventning om en vridning i kompetanse-sammensetningen, heller enn et stort behov for nye sysselsatte.

Vi bruker denne todelingen av bransjene i teksten som følger, jf. Tabell 2-1.

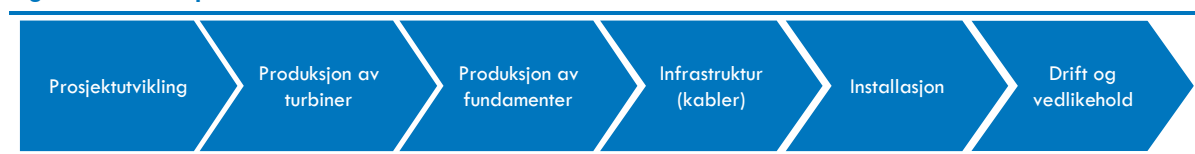
Tabell 2-1: Inndeling av bransjene

Nye bransjer	Omstilling av eksisterende bransjer
<ul style="list-style-type: none">• Havvind• Batteri• Hydrogen (blått og grønt)• Karbonfangs- og lagring	<ul style="list-style-type: none">• Maritim sektor• Skog• Kraftsystem og smart lading vei• Bærekraftige bygg

I det videre følger en nærmere gjennomgang av hver av verdikjedene. Dette inkluderer en kort beskrivelse av leddene i verdikjeden og egenskaper ved disse, status i dag og ambisjoner for videre utvikling i Norge, samt hvilket kompetanse- og kunnskapsbehov som vil oppstå i ulike deler av verdikjeden, både i en etablerings- og en driftsfase. I kartleggingen av kompetansebehov har vi for de nye verdikjedene sett på nye kompetanseområder, utover dagens kompetansebase.

I tillegg til spesifikke kompetanse- og kunnskapsområder, ble det i intervju pekt mer

Figur 2-2: Verdikjeden for havvind



Illustrasjon: Oslo Economics

Prosjektutvikling utgjør første del av verdikjeden. Prosjektutvikling omfatter utvikling av ideer og teknologiske løsninger, og forskning og innovasjon om hvordan nåværende løsninger kan forbedres. I tillegg er en viktig del av prosjektutviklingen å gå fra konsept til levedyktig løsning. Det må utarbeides kostnadsberegninger og prosjektplaner, som grunnlag for en endelig investeringsbeslutning.

Produksjon av turbiner, produksjon av fundamenter og infrastruktur utgjør de tre neste delene i verdikjeden. Disse delene er det som gjør det mulig å produsere energi fra havvind. Disse delene av verdikjeden bygger på og skiller seg fra første del av verdikjeden (prosjektutvikling), ved at det nå forutsettes at teknologien og løsningene for produksjonen allerede er forankret.

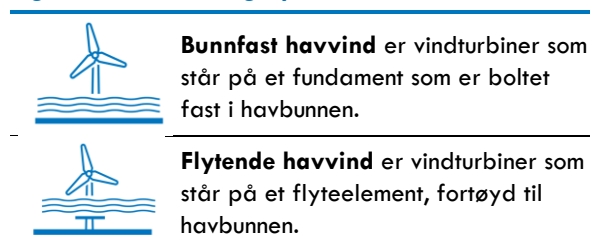
Installasjon er fjerde, og nest siste, del i verdikjeden. Dette dekker transport og installasjon av den etterspurte løsningen på den aktuelle lokasjonen offshore.

overordnet på viktigheten av samarbeids- og kommunikasjonsevner, kritisk tenkning, systemtenkning og strategiske evner inn i det grønne skiftet.

2.1 Havvind

Havvind er raskt voksende og er utpekt på som en svært viktig kilde til ny fornybar kraftproduksjon i Europa. Verdikjedene for havvind er noe ulike avhengig av om det brukes flytende eller bunnfast teknologi, jf. Figur 2-1. Vi skiller ikke på teknologiene i gjennomgangen under, men peker på forskjellene der dette er relevant.

Figur 2-1: Bunnfast og flytende havvind



Illustrasjon: Oslo Economics.

Verdikjeden for havvind er illustrert i Figur 2-2.

Drift og vedlikehold er siste del i verdikjeden. Dette omfatter driften og vedlikehold av konstruksjonen etter at den er installert og produserer energi.

For de tre siste fasene i verdikjeden er skipsfartøy en essensiell innsatsfaktor. Derfor vil også design og konstruksjon av installasjons- og driftsfartøy fremheves i teksten som følger.

2.1.1 Dagens havvindindustri

Teknologien for **bunnfast havvind** er relativt moden, som følge av likheten med allerede etablert teknologi fra landbasert vindkraft (NHO, 2020). Nødvendig kunnskap og teknologi i verdikjeden er dermed i stor grad etablert. Det er kompetansen og kapasiteten til å produsere komponenter og installere konstruksjonene som er den største utfordringen i tiden fremover.

Flytende havvind regnes av NHO fortsatt for å være i en pre-kommersiell fase, selv om teknologien i enkelte markeder er moden for industrialisering og kommersialisering (NHO, 2020). Teknologien og nåværende løsninger er i en overgang fra pilot- og testprosjekter til større pre-kommersielle prosjekter.

Imidlertid vil satsing på bunnfast havvind kunne gi en raskere utvikling i flytende havvind gjennom innovasjon og kompetanseoverføring, ettersom de to verdikjedene er svært like.

Norsk satsning og aktører i Norge

Erfaring og kompetanse fra olje- og gassbransjen er overførbart både til bunnfast og flytende havvind. Overføringsverdien er størst innen flytende havvind, ettersom dette er konstruksjoner som i stor grad vil ligge lengre ut i havet, i likhet med oljeplattformer. Her vil kompetansen i å bygge komplekse skipsfartøy og utføre komplekse operasjoner i krevende forhold komme norske aktører til gode. Norsk Industri estimerer at 30 til 40 prosent av leverandørkjeden fra olje og gass kan anvendes i en satsing på flytende havvind (Norsk Industri, 2021).

Norge har per i dag to bunnfaste havvindmøller i drift (Regjeringen, 2022). Olje- og energidepartementet har foreløpig åpnet opp to områder for havvind i Norge, Utsira Nord utenfor Rogaland og Sørlege Nordsjø II nær Danmark. På lenger sikt er det mål om å åpne opp for ytterligere utbygging på områder 5 til 6 ganger større enn Sørlege Nordsjø II (Regjeringen, 2022).

Flere store aktører er allerede i gang med satsing på havvind i Norge. Equinor er del av en konstellasjon som planlegger utbygging av flytende havvind på Utsira Nord og Sørlege Nordsjø II (Equinor, 2022), mens Agder Energi og Vårgrønn, sammen med Green Investment Group, har sine egne planer på Sørlege Nordsjø 2 (Agder Energi, 2022). I tillegg er for eksempel Nexans Norge AS blant verdens ledende innen offshore-kontrollkabler og høyspent sjøkabelsystemer (Nexans Norge, 2022).

Multiconsult har estimert at vi hadde 2465 årsverk knyttet til havbasert vind i 2019, mens landbasert vindkraft¹ omfattet 2164 årsverk (Multiconsult, 2020).

På forskningssiden er det flere sentrale norske aktører som er tilknyttet bransjen. Dette omfatter Sintef, som har et verdensledende forskningsmiljø innen havvind, spesielt innen kostnadsreduksjoner, verdiskapning samt tiltak og løsninger for å akselerere innovasjonen i bransjen (Sintef, 2022). I tillegg er det FME NorthWind, som er et forskningscenter dedikert til forsknings- og teknologiutfordringene i forbindelse med utviklingen av vindsektoren.

2.1.2 Kompetansebehov

Verdikjeden for havvind vil delvis bestå av allerede etablerte bransjer som retter seg mot nye markeder,

herunder ulike deler av maritim sektor, verftsindustrien og leverandørindustri til olje- og gassvirksomheten.

Prosjektutvikling

Utvikling av havvind er store omfattende prosjekter som innebærer utbygging og installasjon av både vindmøller og infrastruktur. I den første delen av verdikjeden, der prosjektene planlegges og utvikles, vil det særlig være behov for prosjekterende ingeniører, gjerne med erfaring fra prosjektutvikling av havvind i andre land, eller fra liknende bransjer som landbasert vind, eller olje og gasssektoren.

Produksjon av turbiner

Produksjon av turbiner, både til vann- og vindkraft, skjer i dag utelukkende i utlandet. Det er ikke forventet at norske aktører vil etableres seg i dette markedet, og få nevneverdige markedsandeler innen produksjon av turbiner, basert på at dette allerede er en veletablert industri i andre land (McKinsey, 2022).

Produksjon av fundament

Leverandører til bunnfast og flytende fundamenter preges av at monopøler² dominerer det bunnfaste markedet, og at markedet for flytende fundamenter er umodent (Norsk Industri, 2021).

Det er enkelte norske aktører som har få, men definerte produkter, rettet mot bunnfaste fundamenter. Imidlertid viser Norsk Industri til manglende skaleringssevner og argumenterer derfor for at disse leverandørene ikke har potensial for å levere internasjonalt (Norsk Industri, 2021). Basert på dette vurderer vi det som lite rolig at norske leverandører vil kunne bidra nevneverdig i produksjon av fundamenter til bunnfast havvind. Dette er allerede et godt etablert marked, med internasjonale aktører som har stor overføringsverdi av kompetanse fra produksjon av fundament til landfast vind. Vi legger dermed til grunn at det ikke vil være noe kompetansebehov i Norge i forbindelse med produksjon av bunnfaste fundamenter.

For produksjon av fundament til flytende havvind er det estimert at omtrent 70 prosent av etablering og drift fra bunnfast havvind kan overføres til flytende havvind (Norsk Industri, 2021). Vi forventer derfor at leverandørene som lager fundamenter til bunnfast havvind vil ha en stor fordel. Dette omfatter i stor grad utenlandske aktører.

På den andre siden er markedet for fundamenter til flytende havvind svært umodent. Dersom norske aktører klarer å benytte sin erfaring og kunnskap fra relevante bransjer til å tette kompetanse- og kunnskapshull for produksjon av flytende fundamenter,

¹ Vindturbiner konstruert på landområder.

² En monopæl er en enkelt pæl av stål eller annet materiale som bankes eller bores ned i havbunnen.

vil en svakere konkurransekraft gjøre det mulig for norske aktører å ta markedsandeler i dette markedet. På kort og mellomlang sikt krever dette forskning og utvikling av løsninger som gjør det mulig å produsere flytende fundamenter på en kostnadseffektiv måte. Dette vil dekkes under kapittel 2.3.

Dersom norske aktører lykkes med å ta markedsandeler vil det være behov for personer med kompetanse innen konstruksjon og automasjon for å kunne lage konstruksjoner på en standardisert og kostnadseffektiv måte. Gitt overføringsverdien fra bunnfast havvind vil sannsynligvis en del av disse personene komme fra bedrifter innen bunnfast havvind, særlig ingeniører og prosjektledere. I arbeidet med å automatisere og standardisere konstruksjonen vil kompetanse innen elektronikk, mekanikk og bygg, i tillegg til automasjon være viktig.

2.1.3 Infrastruktur (kabler)

Norske aktører har ledende kompetanse innen tilrettelegging av infrastruktur som er relevant for å kunne utnytte havvind, spesielt produksjon av komplekse og dynamiske kabler fra olje- og gassbransjen (NHO, 2020).

Forutsatt at bunnfaste fundamenter vil bestå av monopæler, er norsk industri godt posisjonert til å levere kabler, noe som utgjør omtrent 5 prosent av de totale kostnadene for utbygging av havvindkonstruksjonene (Norsk Industri, 2021). For flytende fundamenter kan norske aktører dra nytte av sin kompetanse fra konstruksjoner av høyteknologiske kabler. NHO trekker imidlertid fem at konkurransekraften kan svekkes i fremtiden som følge av priskrig på bakgrunn av standardisering og billigere arbeidskraft i andre land (NHO, 2020).

Det vil være behov for høyteknologisk kompetanse til å utarbeide løsninger for både bunnfast og flytende havvind. For bunnfast havvind trengs det kompetanse innen automasjon og standardisering for å redusere kostnadene ved produksjon av kabler. For flytende havvind er det i første omgang behov for teknisk kompetanse for å utarbeide løsninger i takt med markedsutviklingen. Noe av kompetansen kan omstilles fra lignende prosjekter innen olje og gass.

Det er også behov for kompetanse om standardisering og automasjon for effektivisering og kostnadsreduksjoner.

Installasjon

Installasjon og ferdigstilling av konstruksjonene er en essensiell del av utviklingen av havvind. Erfaring og kompetanse med å gjennomføre komplekse operasjoner og installasjoner av konstruksjoner for olje- og gassbransjen gjør norske leverandører godt posisjonert for både turbin- og fundamentinstallasjon.

I etableringsfasen må det utvikles nye installasjonsfartøy både for turbin og fundament. Fra intervjuer med aktører innen havvind trekkes det frem at det er fundamentale forskjeller i installasjonsmetodikk for bunnfast og flytende havvind. Bunnfaste konstruksjoner blir installert i sekvens ute på havvindparken, mens flytende konstruksjoner sammenstilles ved land før de slepes ut for installering i havvindparken.

Aktiviteter til havs vil alltid være mer krevende å planlegge og gjennomføre på grunn av sensitivitet for værforhold, og fordi aktiviteter ved land er lettere å optimalisere. På bakgrunn av dette kan det antas at kjennskap til værforhold utenfor norskekysten og erfaring med å gjennomføre komplekse marine operasjoner vil være viktige kompetanseområder i etableringsfasen for installasjoner. I utgangspunktet kan det nødvendige kompetansebehovet hentes fra marine aktører innen olje- og gassbransjen, og tilpasses for installasjoner av havvindprosjekter.

For operasjoner nært land vil det på sikt være et behov for kompetanse innen automasjon og standardisering for å redusere kostnadene. I en driftsfase vil dermed kompetansebehovet skifte fra et behov for utvikling av teknologi, til et behov for ingeniører og automatører som i større grad kan fabrikke og optimalisere prosessene.

Drift og vedlikehold

Etter at vindmøllene er etablert vil det være behov for tjenester til drift og vedlikehold. I likhet med installasjonsfasen vil kompetanse innen offshoredrift og vedlikeholdstjenester fra olje- og gassbransjen og maritim sektor være lett overførbart til gjennomføring av tilsvarende tjenester innen havvind. Dette omfatter kompetanse og erfaring med å utføre komplekse operasjoner i krevende værforhold, samt lokalkunnskap om forholdene ute i Nordsjøen. Norsk Industri fremhever at det er nettopp innen drift og vedlikehold at behovet for arbeidskraft og kompetanse vil være størst (Norsk Industri, 2021).

2.1.4 Kunnskapsbehov

Kunnskapsbehovet i forbindelse med utbygging av havvind vil være forskjellig for flytende og bunnfast teknologi. Teknologien for bunnfast havvind er velprøvd og i ferd med å bli kommersiell lønnsom, mens teknologien for flytende havvind er mindre utprøvd, og svært kostbar. Særlig for flytende havvind er det behov for å få ned teknologi-kostnadene, gjennom videreutvikling, demonstrasjon og investeringer i fullskala anlegg. Dette gjelder de fleste delene av verdikjeden både knyttet til produksjon av fundamenter, installasjon og drift og vedlikehold.

Kunnskapsbehovet omfatter videreutvikling og anvendelse av både teknologi, prosesser og metoder

som kan gjøre det mulig og lønnsomt å etablere og drifte havvindkonstruksjoner. Kunnskapsbehovet er knyttet til alt fra betong- og materialutvinning og tilpasning, til sammenstilling, og teknologi for produksjon av fundamenter, komplekse maritime operasjoner for installasjon og drift og vedlikehold av vindmøllene, og standardisering og automatisering av

det som i dag er kostbare operasjoner. Dette krever anvendt forskning og bedriftsspesifikk teknologi- og prosessutvikling innenfor de ulike delene av verdikjeden – både utviklingsaktiviteter som foregår internt i bedriftene og i samarbeid med tilknyttede forskningsmiljøer.

Tabell 2-2: Kunnskaps- og kompetansebehov i verdikjeden for havvind

	Prosjekt- utvikling	Produksjon av turbiner	Produksjon av fundament	Infrastruktur (kabler)	Installasjon	Drift og vedlikehold
Kompetansebehov i etableringsfasen	Prosjekterfaring offshore	n.a.	Prosjektering, elektro og bygg	Prosjekterfaring offshore, elektro	Offshore, vindteknikk, elektro	Vindteknikere og elektro, maritim
Kunnskapsbehov		n.a.	Prosessautomasjon, standardisering, kostnadsreduksjon		Standardisering maritime operasjoner	Optimering av overvåking, service mm.

2.1.5 Ambisjoner og forventet utvikling

I Hurdalsplattformen satte regjeringen et mål om å «legge til rette for en storstilt satsing på havvind gjennom en ambisiøs nasjonal strategi for havvind som bl.a. inkluderer satsing på norsk leverandørindustri, et godt regelverk og utvikling av nettinfrastruktur på norsk sokkel» I tilleggsmeldingen til energimeldingen³ viderefører Støre-regjeringen Solberg-regjeringens målsetning om lønnsom havvindutbygging, med støttegjennom Enova, og varsler effektivisering av konsesjonsprosessene slik at de første havvindprosjektene vil være i drift før 2030 (Meld. St. 11 (2021-2022), 2022).

I 2020 ble det mulig å søke konsesjon for utbygging av havvind på to områder i Norge, Utsira Nord og Sørilige Nordsjø II, og i 2021 ble rammene for tildelingen satt. Regjeringen legger til rette for å realisere de første 1 500 MW fra Sørilige Nordsjø II med tilknytning til Norge, mens det skal vurderes om hybridkabler til Europa skal brukes for hver av de senere utlysningene (Meld. St. 11 (2021-2022), 2022). Regjeringen tar sikte på å gjennomføre neste runde med tildeling av konsesjoner for nye områder i 2025.

I mai 2022 lanserte regjeringen en storstilt havvind-satsing med ambisjoner om å tildele områder for 30 000 MW havvindproduksjon og om lag 1 500 havvindmøller innen 2040. Dette tilsvarer en havvindproduksjon på størrelse med dagens totale kraftproduksjon i Norge. McKinsey anslår at havvind i et høyscenario vil kunne skape 36 000 årsverk i Norge (McKinsey, 2022).

2.2 Batteri

Batterier vil spille en viktig rolle i elektrifisering av transportsektorene og for å balansere en større mengde uregulerbar kraft, for eksempel sol- og vindkraft. Etterspørselen etter batterier har økt de siste årene og er forventet å øke kraftig framover, fra omtrent 200 GWh i 2019 til mer enn 3 600 GWh i 2030 (McKinsey, 2020). Det finnes i dag et markedspotensial og flere konkurransefortrinn for norske aktører i verdikjeden for batteri (NHO, 2020).

Verdikjeden for batteri består av en rekke ledd, som illustrert i Figur 2-3, og som nærmere beskrevet i teksten som følger. Bruk av batterier til ulike anvendelser er ikke inkludert i verdikjeden.

Figur 2-3: Verdikjeden for batterier



Illustrasjon: Oslo Economics

Utvinning og prosessering av råmaterialer er første ledd i verdikjeden. Dette omfatter mineralutvinning og gruvedrift og forberedende prosessering av mineraler

³ (Meld. St. 36 (2020–2021), 2021)

og kjemikalier for produksjon av pulver og væske for batterier, samt batterikomponenter som grafitt og metallfolie.

Komponentproduksjon er andre ledd i verdikjeden og omfatter produksjon av komponenter som anoder, katoder og elektrolytt.

Celleproduksjon av battericeller er det tredje leddet i verdikjeden, på tvers av design som prismatisk, sylinder og lommeceller.

Sammensetning er fjerde ledd i verdikjeden. I dette leddet monteres flere battericeller sammen til batteripakker. Batteripakkene får også elektronisk styringssystem og systemer som skal styre strøm, lading og temperatur.

Integrasjon er femte ledd i batteriverdikjeden. Dette omfatter integrering inn i transportsektoren eller energisystemet og optimalisering av bruk.

Resirkulering og gjenbruk er det siste leddet i verdikjeden. Batterier samles inn og dekonstrueres for gjenbruk, alternativt forbehandles eller resirkuleres verdifulle metaller og komponenter.

2.2.1 Dagens batteriindustri

Batteriindustrien som har bygget seg opp til nå har i hovedsak vært drevet av Asia, men EU har lagt mer vekt på å utvikle egne strategier for batteriindustri de siste årene (NHO, 2020). Blant EUs initiativer er Europeiske batterialliansen med målsetning om å etablere konkurransedyktige batteriverdikjeder i Europa. EUs satsning er spesielt rettet mot kompetanse og produksjon av bilbatterier og den europeiske bilindustrien.

EUs satsning kan både skape muligheter og stå til hinder for norsk utvikling av verdikjeden for batteri. En generell satsning på verdikjeden vil legge til rette for produksjon i alle leddene av verdikjeden innad i Europa, som kan komme norske produsenter til gode. Samtidig kan EUs handelsavtale med Storbritannia redusere konkurranseevnen til norsk batteriproduksjon. Denne handelsavtalen innebærer at el-biler og batterier som ikke er produsert i EU eller Storbritannia vil ilegges en toll ved salg innad i regionen. Dette vil gi en tollavgift på ti prosent for elbiler med norske batterier som selges fra EU til Storbritannia. Avtalen vil øke prisen på batterier produsert i Norge sammenlignet med i EU og Storbritannia.

Norsk satsning og aktører i Norge

Batteri er trukket frem som en av sju satsningsområder i regjeringens grønne industriløft (Nærings- og fiskeridepartementet, 2022a). I den forbindelse har de også nylig lagt fram en batteristrategi, med en plan om å bli en ledende batterinasjon og bygge opp hele verdikjeden for batteri (Nærings- og

fiskeridepartementet, 2022b). Strategien spenner fra første til siste steg i verdikjeden i Tabell 2-3, fra bærekraftig mineralutvinning til resirkulering av batterier. Strategien legger også vekt på å fremme kompetansetilgang i verdikjeden.

Det finnes i dag flere norske aktører som satser på batteriproduksjon, i alle leddene i verdikjedene (Business Sweden, 2021). Spesielt er det flere store aktører innenfor battericelleproduksjon, blant annet storskalafabrikkene til Freyr i Mo i Rana og Morrow Batteries i Arendal. Beyonder arbeider også med å lage battericeller fra sagflis i Sandnes, mens Aker ønsker å starte fabrikk i Narvik. Batterikonsultasjonen mellom Hydro, Panasonic og Equinor besluttet i 2021 å ikke gå videre med sine planer om batterifabrikk i Norge.

Videre finnes det også norske aktører i de andre delene av verdikjeden. Norsk Hydro er globalt ledende produsent av aluminium, mens Glencore Nikkelverk produserer nikkel, kobber og kobolt i Norge (Business Sweden, 2021), som alt kan brukes som råvarer råmateriale inn i produksjonen. Elkem planlegger fabrikk for produksjon av grafitt som anodemateriale, mens Skaland Grafitt planlegger utvidelse og raffinering av naturlig grafitt for batterikvalitet. Cenate og Elkem ser på mulighetene for å bruke silisium som anodemateriale.

I tillegg er selskaper som Siemens Energy og Corvus Energy allerede verdensledende selskaper innen maritime batterisystemer og har batteripakkeproduksjon i Norge. I integrasjonsleddet finner vi blant annet aktører som ABB, Agder Energi, Elvia og Statkraft (Business Sweden, 2021).

Hydrovolt arbeider med å bygge anlegg for resirkulering av batterier fra elbiler, sammen med Batteriretur. Batteriretur arbeider også med å samle inn og gjenvinne alle typer batterier i Norge.

På forskningssiden er SINTEF og IFE de største aktørene, som begge jobber innenfor hele verdikjeden for batteri. De har kompetanse knyttet til nødvendige råmaterialer, produksjonsteknologi, automatisering og digitalisering, samt gjenvinning og gjenbruk. Gjennom Grønn Plattform har prosjekt «Norwegian Battery Packing Network», et samarbeid mellom Kongsberg Klyngen, ZEM, Nordic Batteries, fått støtte for å utvikle en nasjonal batteriverdikjede for internasjonale markeder. De ønsker å sikre at Norge tar en posisjon i den globale batteriverdikjeden, samt utvikle ny produksjonskompetanse, nye digitale systemer og ny produksjonsteknologi som har positive ringvirkninger for hele verdikjeden i et livssyklusperspektiv. Det finnes også en rekke andre forskningsmiljøer som arbeider med forskning på delere eller hele

verdikjeden for batteri, herunder blant annet NORCE og UiA

2.2.2 Kompetansebehov

Norske industribedrifter produserer allerede innsatsfaktorer, produkter og tjenester for flere av leddene i batteriverdikjeden. I den videre beskrivelsen slås noen av leddene i verdikjeden sammen slik at vi står igjen med 4 overordnede steg:

1. Prosessering av råmaterialer og videreforedling
2. Komponent- og battericelleproduksjon
3. Sammensetning og integrasjon
4. Resirkulering og gjenbruk

Norge har i dag sterke aktører innenfor første, andre og fjerde steg, mens det største kompetansebehovet er knyttet til tredje steg, og spesielt mot målrettet batterikompetanse, som i dag i hovedsak eksisterer i Asia (Norsk Industri, 2021).

For alle stegene vil det være et kompetansebehov i driftsfasen. Der det allerede finnes større aktører i Norge, vil det trolig være behov for å skalere dagens industri og spisse den mer mot batteri spesielt. For battericelleproduksjon krever det også oppbygning av en ny industri som ikke finnes i dag, og det vil derfor i tillegg være et kompetansebehov i en etableringsfase.

Prosessering av råmaterialer og videreforedling

For prosessering og videreforedling av råmaterialer til batteriproduksjon vil det være behov for kompetanse inne metallurgi-, prosess- og materialteknologi. Slik kompetanse finnes allerede i Norge og har vært knyttet til gruvedrift, prosessindustri, vannkraft, olje- og gassindustrien, og offshore og maritim industri.

For denne delen av verdikjeden hentes det i dag kompetanse fra Norge, men også Finland og Canada. De mest relevante studieretningene som finnes i dag for dette steget er materialteknologi og spesielt nanoteknologi som tilbys ved UiO og NTNU (Norsk Industri, 2022).

Battericelleproduksjon

For å **etablere** battericelleproduksjon i Norge er det særlig behov for spesialister innen batteriteknologi. I dag kan den i hovedsak hentes fra utlandet, og mest fra Asia. Dette er stort sett personer med master- eller doktorgradsutdanning kombinert med industrierfaring fra batteriproduksjon. Denne kombinasjonen mangler foreløpig i Norge.

Det finnes noen eksperter i Norge i dag med relevant kompetanse, spesielt innen materialkjemi, men dette er ikke tilstrekkelig for å dekke dagens behov. Det vil også være noen med relevant kompetanse innen legemiddelbransjen, kvalitets- og sikkerhetsarbeid fra

olje og gass og produksjonsteknologi (Norsk Industri, 2021).

I en undersøkelse gjort av Norsk Industri trekkes «relevant batterikompetanse fra skole- og utdanningsløp i Norge» fram som det viktigste område for bedriftene for å kunne rekruttere fra Norge på sikt (Norsk Industri, 2021).

Før etablering av selve fabrikk vil det også være behov for kompetanse innen prosjektering og prosjektledelse, samt bygg og anlegg.

For selve battericelleproduksjonen i **driftsfasen** vil det være behov for operatører og teknikere. Dette vil typisk være personer med fagbrev og/eller fagskole innen prosess- og elektrokjemi, mens det innenfor team vil være noen ingeniører med bachelor- eller mastergrad innen kjemi og energi.

Det finnes allerede relevant kompetanse innenfor eksisterende utdanning, men det er behov for å spisse dette mot skreddersydde batterifagbrev, gjennom for eksempel etterutdanning eller fagbrev. Fra Norsk Industri sin undersøkelse trekkes det spesielt frem at det mangler kompetanse og utdanningsløp knyttet til storskala produksjon.

Innenfor fagopplæring finnes det pågående arbeid på regionalt nivå i samarbeid mellom utdanningsaktører og industrien for å oppskalere eksisterende tilbud og skreddersy nye utdanningsløp for batteriindustri. Aktører har også trukket fram at de ønsker å legge til rette for lærlingplasser fra tidlige faser i driften for å bidra i kompetansebyggingen (Norsk Industri, 2021).

Sammensetning og integrasjon

Viktige kompetanseområder for sammensetning og integrasjon av batterier vil være prosess-automatisering, energisystemer, elkraftteknologi og materialteknologi.

Det eksisterer allerede kompetanse knyttet til sammensetning og integrasjon av applikasjoner i maritim sektor. Sterke industri- og forskningsmiljøer innenfor energi og maritim sektor muliggjør avansert systemintegrasjon og utvikling av dette.

Kompetansen knyttet til integrasjon av batterier, som er bygget opp innenfor maritim sektor vil også være relevant når batterier skal tas i bruk på nye områder. En utvidelse av bransjen knyttet til sammenstilling og integrasjon utover maritim sektor, vil være nødvendig for å bygge ut verdikjeden for ulike typer batterier i Norge.

Resirkulering og gjenbruk

I det siste steget i verdikjeden, knyttet til resirkulering og gjenbruk, er det mange av de samme

kompetanseområdene som er relevante som for de første stegene. Dette gjelder spesielt materialkompetanse og kompetanse fra prosessindustrien. I tillegg kommer fagområder som sirkulærøkonomi og gjenbruk.

I dag er det allerede et betydelig volum av batterier i bruk som gir mulighet til å etablere resirkulering av større volum. Sammen med materialkunnskapen fra prosessindustri utgjør dette et kompetansefortrinn og et komparativt fortrinn for Norge (Norsk Industri, 2021).

2.2.3 Kunnskapsbehov

Kunnskapsbehovet i batteriverdikjeden er i all hovedsak knyttet til bruk av nye råvarer som anode- og katodemateriell og tilpasning i nye battericeller. Et eksempel på dette er Beyonder som skal bruke aktivt karbon fra sagflis som anodemateriale. Flere slike nye karbonkilder til anoder vil bli stadig mer aktuelt etter hvert som det forventes å bli knapphet på råvarene som tradisjonelt har inngått i batteriene, og også med økende oppmerksomhet i Europa mot å redusere avhengighet av import av kritiske innsatsfaktorer fra andre land.

Å ta i bruk nye materialer i komponentproduksjonen vil kreve anvendt forskning og teknologiutvikling både knyttet til prosesseringen av råmaterialene, videreforedlingen og inn i selve battericelleproduksjonen. Her kan det også være behov for mer grunnforskning på materialer, og deres egenskaper, som den

anvendte forskningen kan bygge på. Forskingen og teknologiutviklingen vil måtte foregå både i bedriftene, og i viktige forskningsmiljøer og utdanningsinstitusjonene innenfor batteriteknologi, som SINTEF, IFE, NORCE og Universitetet i Agder m.fl. Noe av kunnskapen og spisskompetansen på batteriteknologi vil også måtte hentes fra utlandet i de første fasene ved oppbygging av næringen.

Batterier skal tas i bruk i flere og større deler av samfunnet, blant annet i ulike former for transport og i energisystemet. Nye og mer effektive batteripakker og bedre integrasjon vil være under stadig utvikling for å utvide bruksområder og optimalisere bruk av batterier på nye områder. Det vil derfor være behov for større FoU-satsninger også i bransjene der batterier kan tas i bruk. Videre er det behov for utvikling av tekniske løsninger, forretningsmodeller og markeds løsninger knyttet til integrasjon og anvendelse av batterier til ulike oppgaver og systemtjenester i energisystemet.

Gjenbruk og resirkulering er i dag et område under utvikling, spesielt når det kommer til større batterier og batteripakker, som inneholder store mengder verdifulle og kappe ressurser. I denne delen av verdikjeden er det et stadig kunnskapsbehov knyttet til hvilke komponenter som kan brukes på nytt, løsninger for å hente ut og gjenbruke mest mulig av dette materialet, mulige avtakere til materialet, og hvordan de resterende delene av batteriene kan resirkuleres.

Tabell 2-3: Kunnskaps- og kompetansebehov i batteriverdikjeden

	Prosessering av råmaterialer og videreforedling	Battericelleproduksjon	Sammensetning og integrasjon	Resirkulering og gjenbruk
Kompetansebehov i etableringsfasen	-	Prosess og teknologi (spess. Batteriteknologi) For etablering av fabrikk: prosjektering, prosjektledelse, bygg og anlegg	-	-
Kompetansebehov i driftsfasen	Metallurgi-, prosess- og materialteknologi (spesielt nanoteknologi)	Prosess- og elektrokjemi, storskala manufacturing Kompetanse innen battericelle, kjemi og kraft	Prosessautomatisering, energisystemer, elkraftteknologi og materialteknologi	Material- og prosess-teknologi, sirkulærøkonomi og gjenbruk
Kunnskapsbehov	Nye råmaterialer og bruk av disse som anode og katode	Integrasjon og bruk av nye materialer og prosesser FoU i bedrifter under etablering	Nye bruksområder og markeder, og mer effektiv bruk	Gjenbruk av mer/flere komponenter fra batteriene

2.2.4 Ambisjoner og mulig utvikling

Som nevnt tidligere er batteriproduksjon et viktig satsningsområde for regjeringen, både gjennom veikartet for grønt industriløft og en egen batteristrategi (Nærings- og fiskeridepartementet,

2022b). I strategiens trekkes det fram mål om å bli en ledene batterinasjon i det europeiske markedet og å bygge opp alle delene av verdikjeden.

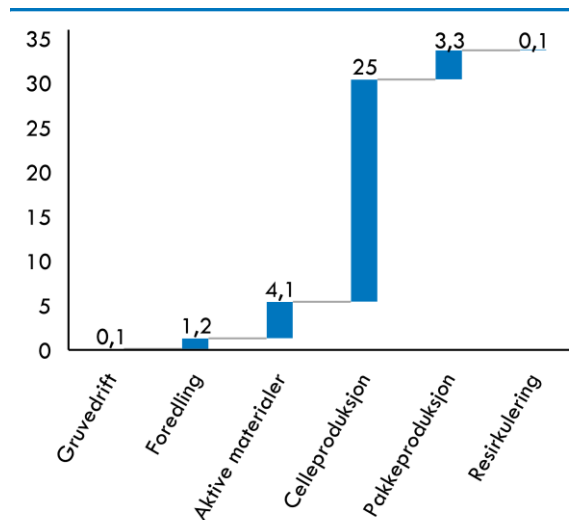
Dagens initiativer til battericelleproduksjon vil produsere opp mot 90 GWh battericeller, og har

estimert sysselsetting i fabrikkene på til sammen 4000–4500 innen 2026. I tillegg vil Vianode produsere avansert batterimateriale på fabrikk i Porsgrunn med omtrent 400 ansatte (Norsk Industri, 2021).

Menon har i sin analyse «Sysselsettingseffekter fra norsk battericelleproduksjon» estimert at den samlede sysselsettingseffekten i bransjen blir omtrent 24 000 i 2030, inkludert indirekte sysselsetting. Indirekte sysselsetting omfatter her både andre deler av verdikjeden og andre tilslørende bransjer. Den direkte sysselsettingen i battericelleproduksjonen er estimert til 8 100 i et basecase scenario, og 13 400 i et høyvekst scenario (Menon, 2022b).

I McKinseys rapport «Norge i morgen» trekkes det fram at en vellykket storsatsing i Norge kan oppnå kapasitet på 200 GWh innen 2030, en ambisjon der Norge har en markedsandel på rundt 20 prosent av europeisk battericelleproduksjon. Dette ambisjonsnivået er også trukket fram i Regjeringens batteristrategi (McKinsey, 2020). Ambisjonen er basert på Europakommisjonen sine scenarioanalyser. Ambisjonen vektlegger at Norge skal være ledende i Europa innen anodeproduksjon (opptil 50 prosent) og være selvforsynt med katoder. I tillegg legger ambisjonen til at Norge skal dekke 15–20 prosent av markedet innen videreforedling av råmaterialer, samt utvikle markedet for gjenvinning av råvarer. Denne satsingen vil kunne gi en sysselsetting på 33 000 personer i Norge på tvers av verdikjeden for batterier (McKinsey, 2022). Fordelingen mellom de ulike delene av verdikjeden er illustrert i Figur 2-4. McKinsey estimerer at det vil være behov for totalt 7000–8000 ingeniører, både fagskoleutdannede og personer med universitets-/høgskoleutdanning, på tvers av verdikjeden dersom ambisjonene skal nås. I tillegg vil det være behov for 16 000 fagarbeidere, yrkes- og fagskoleutdannede, for battericelleproduksjon alene.

Figur 2-4: Bidrag til sysselsetting, 1000 årsverk



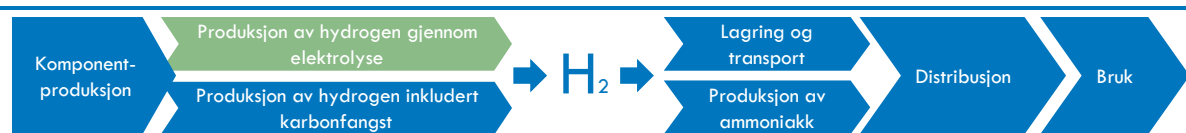
Kilde: McKinsey, 2022.

2.3 Hydrogen

I likhet med elektrisitet, er hydrogen en energibærer, ikke en energikilde, og må derfor produseres. Vi skiller vanligvis mellom blått, grønt og grått hydrogen. Grønt hydrogen er produsert gjennom elektrolyse ved bruk av kraft fra fornybare energikilder, mens blått og grått hydrogen er produsert ved bruk av gass og raffinert brenngass henholdsvis med og uten fangst av CO₂. I det videre vil vi se på og skille mellom grønt hydrogen og blått hydrogen.

Vi vil også skille mellom hydrogen som energibærer, og hydrogen som en innsatsfaktor i produksjon av ammoniakk. For hydrogen som energibærer omfatter verdikjeden også lagring og transport, distribusjon og bruk. Den fullstendige verdikjeden for hydrogen er illustrert i Figur 2-5, inspirert av NHOs tolkning i «Grønne elektriske verdikjeder» (NHO, 2020).

Figur 2-5: Verdikjeden for hydrogen



Illustrasjon: Oslo Economics

Komponentproduksjon er første del av verdikjeden og dekker produksjon av de komponentene som i de kommende delene av verdikjeden ligger til grunn for produksjon av hydrogen. Dette omfatter for eksempel produksjon av elektrolyser, som brukes til å spalte vann til hydrogen og oksygen.

Hydrogenproduksjon er det neste leddet. For grønt hydrogen omfatter produksjonen elektrolyse med fornybar kraft. Ved produksjon av blått hydrogen

spaltes naturgassen (CH₄) ved høy varme til hydrogen, CO₂ og vanddamp. For at prosessen skal klassifiseres som blå må CO₂ fanges og lagres.

Lagring, distribusjon og bruk omfatter de siste leddene i verdikjeden. Her dekkes stegene for lagring og transport av det produserte hydrogenet, eventuelt en omgjøring foredling av hydrogenet til ammoniakk for enklere lagring og transport, og alternativ bruk. Deretter følger distribusjon av hydrogenet og

medfølgende infrastruktur. Bruk av hydrogen er for eksempel bruk av hydrogen som råstoff i eksisterende industri, drivstoff i transportsektoren, eller som energibærer for oppvarming av bygg.

2.3.1 Dagens hydrogenindustri

Teknologien og kunnskapen for produksjon, lagring og utnyttelse av hydrogen deles i en moden del og en umoden del.

Den modne parten omfatter i stor grad produksjon av grått hydrogen direkte som innsatsfaktor i videre industriprosesser. Overgangen fra grått til blått hydrogen vil kreve teknologi for karbonfangst og -lagring, en relativt umoden teknologi som er beskrevet videre i kapittel 5.

Produksjon av grønt hydrogen er en mindre moden teknologi i dag, der løsninger og teknologi fortsatt er i en tidlig fase. NHO fremhever at usikkerheten rundt volum og tid er relativt stor, og avhengig av politiske føringer nasjonalt og internasjonalt (NHO, 2020). Dersom disse rammene er på plass, antar vi at en helhetlig satsing, kombinert med synergieffekter fra utvinning av bedre fornybare energikilder, vil kunne bidra til at det bygges opp gode økosystemer av bedrifter og nettverk for flere markeder.

Det er en rekke hydrogensatsinger innen grønt og blått hydrogen i Norge i dag. Blant annet ga regjeringen, gjennom Enova, mot slutten av 2021 ut en støtte på totalt 1 milliard kroner fordelt mellom tre ulike prosjekter. Prosjektene omfatter bruk av hydrogen som innsatsfaktor i smelteverk for titanoksid (TiZir), lavutslipps ammoniakkproduksjon (Horisont Energi) og utvikling for å erstatte deler av dagens grå hydrogen med grønt hydrogen (Regjeringen, 2021). I tillegg er det en rekke bransjer som kan dra nytte av synergieffekter og benytte hydrogen som innsatsfaktor, for eksempel maritim bransje karbonfangst og fornybare energikilder som havvind.

Som følge av at verden allerede bruker grått hydrogen, finnes det et eksisterende marked for hydrogen. Imidlertid er dette i hovedsak knyttet til bruk i industrielle prosesser. Bruk i transportsektoren er en mindre utviklet teknologi og et marked med lite tilgjengelig infrastruktur. Utvikling knyttet til bruk vil i hovedsak dreie seg om å utnytte hydrogenet bedre, samt videreutvikle infrastrukturen.

2.3.2 Kompetansebehov

Selv om noe av produksjonsteknologien for hydrogen er godt etablert, anslår NHO (2020) at produksjon og bruk av hydrogen til nye formål fortsatt er i en startfase.

I vurderingen av kompetansebehovet i verdikjeden, har vi delt verdikjeden inn i 5 deler:

1. Komponentproduksjon
2. Produksjon av blått hydrogen
 - herunder produksjon av naturgass og fangst av karbonavfallsstoffer
3. Produksjon av grønt hydrogen
 - herunder produksjon av bærekraftig strøm
4. Lagring, transport, distribusjon og bruk av hydrogen
5. Produksjon av ammoniakk

Komponentproduksjon

Innen komponentproduksjon argumenterer NHO for at Norge kan utnytte sin verdensledende kompetanse fra eksisterende industri og forskningsmiljøer, kombinert med tidlig etterspørsel, til å ta markedsandeler (NHO, 2020). Dette gjelder særlig i produksjon av elektrolysører, der flere aktører allerede er i gang med satsinger og leveringer, for eksempel Nel Hydrogen (NEL, 2022).

I en **etableringsfase** vil kompetansebehovet for komponentproduksjon være teknisk kompetanse og automasjonskompetanse for å sette opp produksjonsanlegg. Fra intervjuer med aktører i bransjen trekkes det også frem et behov for kompetanse innen mekanikk og elektronikk, samt fysikk, og personer med kompetanse innen material- og prosess teknologi.

I en **driftsfase** vil det være viktig å tilegne seg kompetanse innen automasjon og personer som kan bidra inn i en standardisering og skalering av produksjonen for å redusere kostnader.

Produksjon av blått hydrogen

Produksjon av blått hydrogen i Norge vil benytte naturgassreforming. Norge har god tilgang på naturgass, og har dermed et svært godt utgangspunkt for produksjon av hydrogen. Produksjon av grå hydrogen er relativt godt etablert, men det vil være den delen av blått hydrogen som er knyttet til karbonfangst som krever mest utvikling. Vi vil dekke dette mer senere i kapitlet.

I Norge produseres det allerede grått hydrogen. Derfor vil ikke naturgassreformingene nødvendigvis kreve noen ny kunnskap. Dette er likevel en bransje som vil vokse mye framover, spesielt som blått hydrogen med produksjon mot nye markeder. Det viktigste kompetansebehovet i hydrogenfabrikker er prosess teknologi, der operatører vil stå for 30–50 prosent av de ansatte. Disse vil i tillegg suppleres av vedlikeholdspersonell og driftsoperatører, med lignende kompetanse som innen gassprosessering.

I kombinasjon med fagarbeidere med prosesskompetanse vil det være behov for kjemikkompetanse. Produksjonen består av

reaksjonskjemi og det vil være nødvendig med spisskompetanse innenfor dette.

Det vil også være behov for noe kompetanse rettet mot delen knyttet til karbonfangst, men dette vil i all hovedsak kunne dekkes av de samme prosessoperatørene som står for den øvrige delen av produksjonen. Etter at teknologien for karbonfangst er integrert, vil det ikke være behov for mange ekstra sysselsatte sammenlignet med grått hydrogen.

Ettersom produksjonen blir mer og mer digital, vil overvåkning i større grad skje ved hjelp av digitale hjelpemidler. Det vil derfor være et økende behov for IT-kompetanse og digitalisering, spesielt i kombinasjon med prosesskompetanse.

Produksjon av grønt hydrogen

For produksjon av grønt hydrogen i Norge er det mest naturlig å benytte vannelektrolyse. Norges tilgang på bærekraftig strøm står i en særstilling på grunn av vannkraft. I tillegg er det en fordel at selskaper som Hydro har lang erfaring med produksjon av hydrogen via vannelektrolyse (Hydro, 2020).

I en **etableringsfase** for produksjon av grønt hydrogen er kompetansebehovet todelt. For selve elektrolyseprosessen vil det være behov for personer med kompetanse innen kjemi som kan drifte og utvikle selve elektrolyseprosessen. I likhet med etablering innen komponentproduksjon trekker aktørene vi har intervjuet frem behovet for kompetanse innen materialteknologi, elektronikk og mekanikk, samt prosess-teknologi.

Det andre kompetansebehovet omfatter utbygging av fabrikker og produksjonsfasiliteter for fornybar kraftproduksjon. Thema (2022) anslår at den totale fornybarkapasiteten i det europeiske kraftmarkedet nesten må doubles dersom kraftbehovet for hydrogen kun skal komme fra grønt hydrogen. Vi holder dette utenfor kompetansebehovet for verdikjeden for hydrogen, men vil omtale forutsetningene i et påfølgende kapittel.

I en **driftsfase** vil kompetansebehovet for grønt hydrogen ligne mye på behovet for blått hydrogen. Hovedvekten vil ligge på prosesskompetanse. I tillegg vil det være behov for kjemikkompetanse, automatører og datakompetanse.

Lagring, transport, distribusjon og bruk av hydrogen

Norge har sterk kompetanse fra eksisterende industri knyttet til produksjon av hydrogen. På bakgrunn av dette mener NHO (2020) at norske aktører kan styrke en allerede ledende teknologiposisjon innen produksjon av hydrogen, hvilket vil gi raske skala- og læringskurveeffekter. I tillegg argumenterer NHO i rapporten for at en høy grad av automatisering og

nødvendighet av kostbare materialer gjør at relativt dyr norsk arbeidskraft i mindre grad reduserer konkurranseevnen internasjonalt.

Det vil også være noen synergieffekter dersom norske aktører lykkes med å ta markedsandeler innen lagring og transport av hydrogen. I et slikt scenario viser NHO (2020) til at de samme aktørene sannsynligvis vil ha noen fordeler i utbygging av systemløsninger, for eksempel fyllestasjoner. Vi antar at bakgrunnen for dette er at en norsk aktør som allerede produserer teknologi for lagring og transport av hydrogen, lettere vil kunne integrere og dra nytte av denne teknologien inn i egenproduserte systemer for fyllestasjoner.

Dersom norske aktører skal lykkes med å etablere seg i dette segmentet, vil det kreve personer med teknisk og kjemisk bakgrunn. Dette omfatter kjemikere, ingeniører og fagarbeidere med teknisk bakgrunn som kan utarbeide og etablere de nødvendige løsningene. Høy grad av automatisering i løsningene gjør at det også vil være nødvendig med IT- og automatiseringskompetanse. For bruk av hydrogen trekker våre informanter også frem et sterkt behov for kompetanse innen motorteknologi, som kan designe og utarbeide systemer som bruker hydrogen som energibærer.

En viktig faktor i forbindelse med lagring, transport og distribusjon av hydrogen som energibærer er sikkerheten. Hydrogen er høyeksplosivt, noe som gir høye krav til rutiner og mekanismer for sikker lagring og transport. Derfor vil det være behov for personer med kompetanse innen sikkerhet og utarbeidelse av sikkerhetsrutiner.

I olje- og offshoreindustrien finnes det gode rutiner og kompetanse på sikkerhetsområdet som kan utnyttes. Imidlertid vil det også kreves ytterligere kompetanse på området for å sikre gode og bærekraftige rutiner.

Norges sterke posisjon i maritim sektor gjør det svært attraktivt for norske aktører å finne løsninger og sette opp prosesser for lagring, transport, distribusjon og bruk av hydrogen innen denne sektoren. I en **etableringsfase** for økt nyttiggjøring av hydrogen i maritim sektor er det nødvendig med kunnskap om hvordan hydrogen kan utnyttes best mulig. Det vil være nødvendig for aktører å samarbeide tett med den maritime sektoren for å sammen utvikle bærekraftige løsninger. Kunnskapsbehovet i forbindelse med dette vil dekkes nærmere i kapittel 4.3.

I en **driftsfase** vil det være behov for å finne løsninger for automatisering og oppskalering av den etablerte driften. I tillegg vil det være nødvendig med kompetanse som kan fortsette å utforske mer effektiv lagring, transport og bruk av hydrogen i hver enkelt sektor. Dette vil kreve teknisk ingeniørkompetanse

samt fagkompetanse innen elektro, bygg, automatikk og mekanikk.

Produksjon av ammoniakk

NHO (2020) fremhever at Norge kan utnytte eksisterende kompetanse, gode fornybarressurser og konkurransedyktige kraftpriser til å produsere ammoniakk til blant annet maritim transport- og gjødselindustri. I tillegg trekker de frem at allerede etablert infrastruktur er et konkurransefortrinn for ammoniakkproduksjon, da eksisterende norskeide produksjonsanlegg i utlandet kan benyttes for storskala produksjon.

Imidlertid trengs det kompetanse på grønn ammoniakkproduksjon, samt kompetanse på logistikk og distribusjon i forbindelse med eksisterende bruk og nye bruksområder for ammoniakk, i tillegg til transport og lagring. I en etableringsfase omfatter dette både forskning, som omtalt i delkapittel 4.3, samt kompetansebehov for ressurspersoner allerede etablert innen ammoniakkproduksjon eller nærliggende bransjer.

I en **driftsfase** av amoniakkproduksjon vil kompetansebehovet være svært likt som øvrig hydrogenproduksjon. Dette omfatter kompetanse innenfor prosessoperasjoner, automasjon og standardisering. Ammoniakkproduksjon vil ofte ikke etableres som et nytt ledd etter hydrogenet er produsert, men heller produseres fra grunn via hydrogen i samme fabrikk. Det vil derfor ikke være behov for en stor økning i sysselsetting sammenlignet med hydrogenproduksjonen.

2.3.3 Kunnskapsbehov

Kunnskaps- og kompetansebehovet for produksjon av hydrogen er differensiert mellom dagens løsninger, som i stor grad dreier seg om grått og blått hydrogen,

og fremtidens løsninger, som i større grad vil kunne omhandle grønt hydrogen.

For produksjon av grått/blått hydrogen finnes det allerede veletablerte løsninger og teknologi basert på mange års produksjon. Det er fortsatt behov for å utvikle mer effektive løsninger og teknologi som i større grad klarer å fange og lagre avfallsstoffene som CO₂. For å lykkes med dette kreves det videreutvikling, testing og optimalisering av de eksisterende løsningene.

Produksjon av grønt hydrogen baserer seg på mer umoden teknologi, og det det stort behov for øke kunnskapen og utvikle mer energi- og kostnads-effektive produksjonsmetoder. Dette spenner fra grunnforskning til anvendt forskning og videreutvikling av dagens løsninger for produksjon av hydrogen ved elektrolyse. Reduksjon av energitapet ved produksjon av hydrogen, muligheter for å utnytte overskuddskraft, og muligheter for utnyttelse av overskuddsvarme fra produksjonen, vil være viktige tema fremover.

I dag produseres hydrogen i all hovedsak til lokal bruk i industrivirksomhet. Fremover er det utsikter til etablering av større og mer sammenhengende markeder med infrastruktur for transport fra produsent til kunde. Ettersom hydrogen er svært eksplosivt, krever dette også kunnskapsbygging knyttet til sikker mellomlagring og transport av hydrogen. Det vil også være forskning og utvikling knyttet til gjenbruk av eksisterende infrastruktur, som gassinfrastrukturen, for transport av hydrogen.

For å realisere et større marked for hydrogen vil det også være behov for utvikling, tilpasning og optimalisering av løsninger for omlegging fra bruk av fossile energikilder, til hydrogen som drivstoff i maritim sektor, i bygg- og anleggssektoren, og som innsatsfaktor i industriproduksjon.

Tabell 2-4: Kunnskaps- og kompetansebehov i hydrogenverdikjeden

	Komponentproduksjon	Produksjon av blått hydrogen	Produksjon av grønt hydrogen	Lagring, transport, distribusjon og bruk av hydrogen	Produksjon av ammoniakk
Kompetansebehov i etableringsfasen	Teknisk- og automasjonskompetanse, bygg og anlegg for å sette opp produksjon	Material- og prosestetnologi	Prosess- og materialteknologi, kjemi	Teknisk- og automasjonskompetanse, bygg og anlegg for å sette opp produksjon	Teknisk- og automasjonskompetanse, bygg og anlegg for å sette opp produksjon
Kompetansebehov i driftsfasen	Prosessautomasjon og standardisering	Prosessteknologi, kjemi-, IT- og digitalisering	Prosessteknologi, kjemi, IT og digitalisering	Prosessautomasjon og standardisering, sikkerhet	Prosessautomasjon og standardisering
Kunnskapsbehov	Standardisering, automatisering, kostnadsreduksjon	Energi-effektivisering, CO ₂ -fangst og -lagring	Energieffektivisering, utnyttelse av overskuddskraft	Sikkerhet, gjenbruk av infrastruktur, effektiv integrasjon i prosesser/motorer	Kostnadsreduksjon, sikker håndtering

2.3.4 Ambisjoner og forventet utvikling

Ifølge Klimakur 2030 er teknologimodenhet og høye kostnader en sentral barriere for bruk av hydrogen i transportsektoren og som innsatsfaktor i industri (Miljødirektoratet, 2020). Solberg-regjeringens hydrogenstrategi satte derfor som mål å øke antall pilot- og demonstrasjonsprosjekter innen hydrogen i Norge (Olje- og energidepartementet & Klima- og miljødepartementet, 2020). Den norske satsingen på hydrogen dekker «rent hydrogen», det vil si hydrogen som er produsert med fornybar kraft eller naturgass i kombinasjon med karbonfangst og -lagring. Hydrogenstrategien ble lansert i etterkant av EUs langtidsbudsjett (MFF), der hydrogen løftes fram blant en rekke satsingsområder.

Støre-regjeringen har videreført satsingen på hydrogen. I tilleggsmeldingen til energimeldingen (Meld. St. 36 (2020–2021)) ble hydrogen trukket fram som en viktig kilde til å lagre energi der elektrisitet ikke kan brukes direkte. Regjeringen trekker fram at de vil bygge opp en sammenhengende verdikjede for hydrogen – både blått og grønt. Produksjon, distribusjon og bruk vil utvikles parallelt. Regjeringen ønsker å bygge opp hydrogen til det norske markedet, samtidig som de bidrar til å utvikle et europeisk marked for hydrogen (Meld. St. 11 (2021–2022)).

Oppbygging av en verdikjede for hydrogen, til nasjonalt bruk og oppbygging av et europeisk

marked, trekkes også fram i regjeringens veikart for grønt industriløft, der hydrogen er et av de særlige innsatsområdene (Nærings- og fiskeridepartementet, 2022a). I statsbudsjettet for 2022 ble bevilgningene til hydrogen økt, og i juni 2022 fikk en rekke hydrogen- og ammoniakkbaserte prosjekter til sammen 1,12 milliarder kroner i støtte fra Enova. Støtten fordelte seg med 669 mill. kroner på fem produksjonsanlegg for fornybart hydrogen og 451 mill. kroner på syv hydrogen- og ammoniakkdrevne fartøy (Enova, 2022).

Dersom norske aktører lykkes med denne satsningen, vil det potensielt skape mange nye arbeidsplasser og behov for kunnskap og kompetanse. Greenstat anslår at produksjon av grønt hydrogen vil kunne sysselsette opp til 15 000 personer (Frihammer, 2022), mens Sintef mener hydrogenproduksjon fra naturgass vil kunne skape mellom 25 000 og 35 000 arbeidsplasser, hvorav halvparten er nye jobber (Sintef, 2018). En del av de sistnevnte arbeidsplassene vil riktignok omfattes av karbonfangstindustrien, men sysselsettingspotensialet for hydrogenproduksjon vil likevel være relativt stort.

2.4 CCS

Verdikjeden for CCS består i hovedsak av tre trinn (Figur 2-6), inspirert av verdikjeden til NHO fra «Grønne elektriske verdikjeder» (NHO, 2020).

Figur 2-6: Illustrasjon av CCS-verdikjeden



Illustrasjon: Oslo Economics

Fangst er første del av verdikjeden. Fangstraten varierer både med fangstmetode og utslippskilder.

Transport er neste del av verdikjeden. Dette omfatter transportering av fanget CO₂ ved bruk av skip eller gjennom rør.

Lagring og bruk er det siste leddet i verdikjeden. Her skiller vi mellom lagring av CO₂ i reservoarer, og bruk av karbonet som en innsatsfaktor i annen industri.

2.4.1 Dagens karbonfangstindustri

Modenheten i verdikjeden for karbonfangst strekker seg fra tidlig utviklingsfase til å være nær kommersiell drift. Relatert til indeks for utvikling innen karbonfangst skårer Norge best i Europa med 67 av 100. Indeksen omfatter politiske tiltak, lover og regler, samt utvikling innen lagring av karbon. (CCS Readiness – Global CCS Institute (co2re.co)).

For fangst av karbon er det variasjon i utviklingen som følge av kompleksiteten av å fange utslipp fra ulike utslippskilder. For transport og lagring er kompleksiteten mer strømlinjeformet, og aktørene kan i større grad benytte seg av løsninger som ligner på hverandre. Imidlertid gjenstår det også her utvikling og innovasjon for å sørge for at effektiviteten i transport og lagring er optimalisert.

Det er i liten grad noen overføringsverdi av kompetanse fra andre eller lignende bransjer. Imidlertid vil det være sterke synergieffekter fra utvikling av for eksempel hydrogen og ammoniakk, der CO₂ er et sentralt avfallsprodukt.

Norge er fullt i gang med prosjekter for karbonfangst og lagring gjennom Langskip-prosjektet. Dette er et fullskalaanlegg for både fangst, transport og lagring av CO₂ i Nordsjøen. Fangstanleggene som er inkludert

i prosjektet er knyttet til Norcems sementfabrikk i Brevik og Hafslund Oslo Celsios avfallsforbrenningsanlegg på Klemetsrud. Transport og lagring skal gjøres av Northern Lights fra mottaksterminal i Øygarden i Vestland.

2.4.2 Kompetansebehov

Fangst

For å **etablere** fangstanlegg vil det være viktig å integrere dette inn i den eksisterende industriprosessen der CO₂ skal fanges. Kompetansen som trengs for dette vil være industrispesifikk, og må i stor grad identifiseres innad i bedriftene.

Der det er behov for å bygge opp nye anlegg tilknyttet industriområdet vil det være behov for prosjektledere og kompetanse innen bygg og anlegg.

Kompetansebehovet for fangst i **driftsfasen** vil være avhengig av industrien karbonet skal fanges fra og kompleksiteten for fangst. Generelt vil det være behov for personer som har kompetanse om hvordan karbonfangst kan løses innen den enkelte industrien, og kjemikkompetanse om flytendegjøring for videre transport og lagring.

Imidlertid blir det trukket frem i intervjuer med aktører i bransjen at karbonfangst i drift i annen eksisterende industri vil integreres såpass godt i den eksisterende prosessen slik at det ikke er behov for ny kompetanse eller nye ansatte. Prosessen vil kunne opereres og overvåkes av de som allerede jobber i industrien.

Transport av fanget karbon omfatter å mellomlagre og transportere karbonet til den lokasjonen der det skal lagres eller brukes. Ofte benyttes transport via rør eller frakt med båt, eller en kombinasjon. Hvilket alternativ som er best, avhenger av mengden som skal fraktes og avstanden. For kortere avstander og større mengder vil rørtransport være best egnet, mens for frakt over lengre avstander eller mindre mengder er skip best egnet. Det kan også være behov for kortere transport i lastebil til kai eller rørinfrastruktur (Norsk Petroleum, 2022).

Multiconsult fremhever at kompetanse og infrastruktur fra petroleumsbransjen kan gi norske aktører konkurransemessige fortrinn i utviklingen av virksomhet knyttet til transport av karbon (Multiconsult, 2020). Selv om noe av denne kompetansen er overførbart, må direkte kompetanse tilegnes gjennom utbygging og prosjektering av løsninger for transport av fanget karbon. Behovet for ny kompetanse vil i størst grad være på kjemikkompetanse, for å best kunne håndtere spesifikke egenskaper ved CO₂ og temperaturer.

Kompetansebehovet i driftsfasen omfatter i stor grad drift av ulike transportløsninger, for eksempel lastebilsjåførere og skipskapteiner, samt logistikk. Det

vil også være behov for kjemi- og prosesskompetanse for transport i rør og temperaturkontroll.

Lagring og bruk

I likhet med transport av karbon vil kompetanse og infrastruktur fra dagens petroleumsbransje være overførbart. Kombinert med en kontinentalsokkel egnet for lagring av karbon, og synergieffekter fra en eventuell oppbygging av transport av karbon, mener NHO at norske aktører har et godt fundament for å kostnadseffektivt kunne lagre karbon (NHO, 2019). Bruk av fanget karbon krever store mengder energi, og i dette segmentet vil det i større grad være viktig å bygge opp kunnskap før man eventuelt kan utnytte karbonet på en effektiv måte. Vi dekker dette mer under omtalen av kunnskapsbehovet i verdikjeden.

Norske aktører er allerede godt i gang med etableringsfasen av CO₂-lagring. Derfor vil kompetansebehovet i stor grad være avhengig av en oppskalering og duplisering av etablering av lignende fullskalaprojekter. Kompetansen vil kunne overføres fra allerede etablerte prosjekter som Mongstad og Langskip, og omfatter driftsledere og personer med erfaring fra prosjektering og logistikk med lagring av CO₂.

For å bygge opp anleggene for mellomlagring vil det være behov for kompetanse innen bygg og anlegg, samt prosjektledelse. For å bygge sikre løsninger for lagring og temperaturkontroll for flytende CO₂ vil det også være behov for kompetanse innen kjemi.

I en driftsfasen vil kompetansebehovet være knyttet til prosessoperatører i kombinasjon med energi og kjemi. I tillegg vil det være et stort behov innen digitalisering og automatisering av prosesser.

2.4.3 Kunnskapsbehov

Fangst

Teknologiene for fangst av karbon har kommet relativt langt, men det gjenstår et stort behov for utprøving og testing av fullskala løsninger. Nødvendige utviklingsaktiviteter vil være avhengig av den spesifikke industrien og produksjonsprosessen som karbonet skal fanges fra. Det er for eksempel behov for mer kunnskap om hvordan prosessene kan gjøres mer energieffektive, hvordan overskuddsvarme fra produksjonen kan brukes inn i fangstprosessen, og hvordan fangst av CO₂ i minst mulig grad skal forstyrre produksjonen. Ettersom utviklingsaktivitetene vil kreve stor innsikt og nærhet til produksjonsprosessene, vil mye av utviklingsarbeidet vil måtte foregå internt i bedriftene, eller som samarbeid mellom forskningsinstitusjoner og bedriften som skal integrere fangsteknologi inn i sine prosesser

Transport

Transport av CO₂ innebærer en reversering av dagens transport av gass fra havbunnen til gass-prosesseringsanlegg på land. CO₂ har også vært transportert ned i reservoarene tidligere, som en del av produksjonsprosessen. Allerede etablert infrastruktur og løsninger for frakt av gass reduserer dermed kunnskapsbehovet i denne delen av verdikjeden. CO₂ har imidlertid enkelte andre egenskaper enn naturgass, som blant annet gjør at sprekkdannelse i rørledningene og lekkasjer, vil gi større konsekvenser. Det er derfor et kunnskapsbehov knyttet til sikkerhet og samtidig kostnadseffektivitet i transport av CO₂. Det vil også være et stadig behov for forbedringer og utvikling av transportløsningene, og eventuelle nye løsninger for transport av karbon, noe som kan kreve både grunnforskning og anvendt forskning på temaet.

Lagring og bruk

Når det gjelder lagring av CO₂, er det behov for kunnskap om sikker og kostnadseffektiv lagring, inkludert løsninger for effektiv utnyttelse av

reservoarer og ulike typer underjordiske formasjoner til lagring av CO₂, og måling og overvåking av eventuelle lekkasjer.

Et alternativ til lagring er å gjenbruke CO₂, og omdanne dette til nye stoffer og produkter som har en anvendelse. Det foregår en rekke forsknings- og utviklingsprosjekter knyttet til å utvikle slike produkter og skape nye karbonverdikjeder. De fleste teknologiene for omdanning av CO₂ til anvendbare produkter er imidlertid svært energikrevende, og et hovedområde for videre forskning og utvikling vil være å finne løsninger eller videreutvikle teknologi slik at energibehovet i prosessene reduseres. Teknologiene er også umodne, og det vil være behov for videreutvikling, demonstrasjon og testing for å redusere kostnader.

Kunnskapen må utvikles både gjennom grunnforskning, anvendt forskning og i utviklingssamarbeid mellom næringslivet og forskningsmiljøene. Geologi, kjemi, energi, prosesskompetanse er grunnleggende kompetanseområder for videreutvikling av næringen.

Tabell 2-5: Kunnskaps- og kompetansebehov i hydrogenverdikjeden

	Fangst	Transport	Lagring og bruk
Kompetansebehov i etableringsfasen	Prosjektledere, bygg- kjemi- og prosesskompetanse	Prosjektledere, materialteknologi, skipsbyggings-, kjemi- og prosesskompetanse.	Prosjektledere, bygg, kjemi- og prosesskompetanse
Kompetansebehov i driftsfasen	Prosessautomasjon, energi, kjemi og standardisering	Logistikk, sjåførere, prosessautomasjon og energi	Prosessautomasjon, energi, kjemi og digitalisering
Kunnskapsbehov	Effektiv integrasjon i industriprosesser, energioptimering	Sikker og kostnadseffektiv transport. Nye transport-løsninger både i rør og skip	Varme- og energiintegrasjon, tiltak mot lekkasje, overvåking, måling, kostnadseffektivitet, energioptimering

2.4.4 Ambisjoner og forventet utvikling

Norge har i flere år satset stort på utvikling av teknologi for CO₂-fangst og -lagring, og i dag gjøres dette spesielt gjennom Langskip-prosjektet (Meld. St. 33 (2019–2020)). Gjennom Langskip skal regjeringen bidra til teknologiutvikling og kompetanseheving innenfor CO₂-håndtering i Norge, som skal legge til rette for kostnadseffektive anlegg fremover. Prosjektet planlegges for å lagre inntil 1,4 millioner tonn CO₂ per år og er unikt globalt. Det vil være det første prosjektet som fanger CO₂ fra prosessindustri og avfallshåndtering, knytter sammen flere utslippskilder, og bruker skip for transport for å forbinde utslippskilde og CO₂-lager. Prosjektet vil også kunne være et første skritt mot etablering av norsk sokkel som storskala sentrallager for CO₂ fra Europa. (Sintef, 2018).

Sintef har anslått at Langskip-prosjektet i seg selv vil kunne sysselsette opp mot 5 000 årsverk, der majoriteten er i Norge (Sintef, 2018). I tillegg mener de at dersom Norge og de norske aktørene lykkes med sine ambisjoner, vil vi i 2050 ha over 10 000 sysselsatte direkte knyttet til CO₂-lagring i Nordsjøen. En del av disse vil være tilknyttet Langskip-prosjektet. Eventuelle ringvirkninger har potensiale til å sysselsette ytterligere 10 000 (Sintef, 2018). I tillegg kommer det indirekte effekter fra produksjon av blått hydrogen, der det vil være nødvendig med karbonfangst.

Med økende O₂-priser og fortsatt teknologiutvikling og kostnadsreduksjon, er det forventet at karbonfangst- og lagring kan bli kommersielt lønnsomt, og få stor utbredelse i årene fremover.

2.5 Maritim sektor

Norge har velutviklet og stor maritim sektor, med ledende posisjoner innenfor flere deler av verdikjeden for maritim transport, spesielt segmenter som preges av høy kompleksitet; digitale teknologier, havteknologier, maritime energisystemer og maritimt

lovverk (Forskningsrådet, 2022). Maritim sektor står overfor en omstilling, både knyttet til omlegging mot bruk av lav- og nullutslipps energibærere, og innretning mot nye markedsmuligheter knyttet til utvikling av havvind, CCS mm. Verdikjeden er illustrert i Figur 2-7, inspirert av NHOs verdikjede fra «Grønne elektriske verdikjeder» (NHO, 2020).

Figur 2-7: Verdikjeden for maritim sektor



Illustrasjon: Oslo Economics.

Komponentproduksjon er den første delen av verdikjeden. Dette omfatter produksjon og konstruksjon av komponenter og deler til skip, samt teknologien for skipenes fremdrift.

Skipsbygging er andre ledd, og omfatter alle komponentene fra forrige ledd som innsatsfaktorer i verftenes arbeid med å designe, prosjektere og gjennomføre skipsbyggingsprosjekter.

Integrasjon av systemer og komponenter er det tredje leddet, og dekker integrasjonen av alle de nye systemene og løsningene som skal gjøre den maritime sektoren grønnere. Dette omfatter digitalisering og automatisasjon av systemer og løsninger slik at både fremdriften er grønnere, og bruken optimalisert.

Utbygging av infrastruktur omfatter utvikling og bygging av infrastrukturen som skal støtte opp under en grønn omstilling av maritim sektor. Dette dekker for eksempel deler av verdikjeden for hydrogen omtalt i kapittel 4, som skal legge til rette for at skip kan få tilgang på hydrogen som drivstoff.

Drift og vedlikehold er neste del i verdikjeden. Dette omfatter den delen av verdikjeden som følger etter at skip og infrastruktur er kommersielt operativt, blant annet eierskap, kommersiell drift og vedlikehold av skipene og tilhørende løsninger.

Gjenbruk og gjenvinning er siste del i verdikjeden. Dette dekker både ombygging av nåværende skip for å møte den grønne omstillingen, og gjenvinning av skip slik at deler kan gjenbrukes inn i bygging av nye skip og infrastruktur.

2.5.1 Dagens maritime sektor

Den maritime sektoren er godt etablert i Norge i dag. Vi har stolte tradisjoner til havs, og verdensledende posisjoner innen flere av komponentene i verdikjeden for maritim sektor, spesielt innen høyteknologiske løsninger og krevende operasjoner til havs (NHO, 2020).

I det grønne skiftet vil den maritime sektoren også dekke nye og umodne bransjer. Dette omfatter bruk av nye løsninger for fremdrift, for eksempel hydrogen, elektrisitet og ammoniakk, og nye operasjoner i utbygging av for eksempel havvind. Disse prosjektene er dekket i øvrige kapitler, og vil ikke bli omtalt her. Vi vil i stedet forsøke å fremheve kompetansebehovet som følge av de nye maritime støttefunksjonene i utbygging av havvind og bruk av hydrogen og andre alternative drivstoff.

2.5.2 Kompetansebehov

I analysen av verdikjeden har vi valgt å slå sammen de tre første leddene i verdikjeden presentert i Tabell 2-7. Bakgrunnen for dette er at norske aktører har best konkurransevne innen utvikling av høyteknologiske og komplekse skip (NHO, 2020). I en bygningsprosess av høyteknologiske skip vil verdikjeden helt fra komponentproduksjon til og med integrasjon av komponentene og deres systemer være svært avhengige av hverandre.

Komponentproduksjon, skipsbygging og integrasjon av systemer og komponenter

Norske verft og aktører har høy kompetanse innen produksjon og integrasjon av komplekse systemer for nærskipfart, og er blant de eneste med eksisterende hydrogen- og batterikonsepter i sene utviklingsfaser for kommersiell drift (NHO, 2020). Fra samtaler med representanter fra bransjen fremgår det også at kompetansen som er nødvendig for komponentproduksjon- og integrasjon innen komplekse fremdriftssystemer i stor grad allerede er til stede hos aktører i den maritime sektoren i Norge. De samme personene anslår at det ikke nødvendigvis vil være behov for en skalering av kompetanse, men heller å overføre og tilpasse eksisterende kompetanse slik at potensialet utnyttes. Imidlertid vil det fortsatt være behov for å utvikle nye løsninger for fremdrift, noe vi vil dekke nærmere i kapittel 2.5.3.

Ettersom de norske aktørene i størst grad er forventet å kunne etablere seg innen produksjon av komplekse

komponenter, vil det være krevende å standardisere prosessene, og derfor ikke være nevneverdig behov for slik kompetanse. Det vil likevel være behov for kompetanse innen automasjon for å kunne automatisere prosessene og dermed spare kostnader. Derfor vil det være nødvendig med kompetanse innen IT og personer som har kunnskap om skjæringspunktet mellom marin sektor og data.

Skipsbygging er sterkt knyttet til komponentproduksjon og integrasjon av systemer. Selve prosjekteringen og gjennomføringen av skipsbygging er allerede godt etablert i Norge, og fra informanter fremgår det at byggingen av skip ikke vil endre seg nevneverdig selv om komponentene er nye. Derfor vil det i liten grad være noe nytt kompetansebehov, selv om det vil være en viss vridning mot kompetanse på bruk av nye energikilder og tilhørende prosesser og -systemer.

Utbygging av infrastruktur

Ved overgang til nye fremdriftsteknologier innenfor maritim sektor vil det også være behov for utbygging av infrastruktur. Dette kan være overlappende med utbygging av infrastruktur innenfor verdikjeden for hydrogen og ammoniakk.

Kompetansebehovet ved utbygging av infrastruktur vil være ulike typer teknologisk kompetanse, automasjon og sikkerhet, inkludert IT-kompetanse for å forbedre og digitalisere løsningene i enda større grad. I tillegg vil det være nødvendig med kjemisk kompetanse for å sikre at løsningene er sikre og tilpasset de nye energibærerne. Dette er omtalt nærmere i verdikjeden for hydrogen.

Drift og vedlikehold

Norske aktører har store eksisterende flåter, og deler av fergene er allerede konvertert til lav- og nullutslipp

(NHO, 2020). Kompetansebehovet til drift og vedlikehold er knyttet til en tilrettelegging for en videre konvertering av flåten til lav- og nullutslippsfartøy. Ettersom en slik konvertering allerede er igangsatt er det naturlig å anta at kompetansen nødvendig for dette allerede eksisterer innad i bedriftene innenfor den maritime sektoren. Konvertering til nye fremdriftsformer vil kreve ny kompetanse innen teknologien, men vil antakelig kunne overføres og integreres fra aktørene som har utviklet de nye komponentene.

Gjenbruk og gjenvinning

Informanter fra bransjen trekker frem viktigheten av å utnytte dagens flåte og forbedre den sirkulære verdikjeden for skip, med utgangspunkt i den store energi- og ressursbruken ved bygging av nye skip. For økt gjenvinning og anvendelse av brukte komponenter er det behov for kompetanse innen mekanikk og elektro, samt materialteknologi og kjemi for å kunne bruke materialet som er gjenvunnet. I tillegg er det en forutsetning at det drives med FoU innad i bedriftene, for å se videre på alternativ bruk av materialene.

2.5.3 Kunnskapsbehov

Forskningsbehovet for å lykkes med en grønn omstilling av maritim sektor handler først og fremst om å lykkes – både teknisk og økonomisk – med å bruke alternative fremdriftssystemer, og sikkerheten rundt disse. Det vil være viktig med ny kunnskap om hvordan nye systemer og løsninger kan integreres og optimeres for å redusere kostnader. Infrastruktur for sikker transport og lagring av alternativt drivstoff må utvikles og bygges ut. Det er også et kunnskapsbehov knyttet til nye markedsmuligheter, og utvikling av tjenester som er rettet mot disse.

Tabell 2-6: Kunnskaps- og kompetansebehov i maritim verdikjede

	Komponentproduksjon, skipsbygging, integrasjon av systemer og komponenter	Utbygging av infrastruktur	Drift og vedlikehold	Gjenbruk og gjenvinning
Kompetansebehov	Teknisk maritim kompetanse, mekanikk, elektro-, prosess- og IT-kompetanse	Byggeteknikk, kjemi- og IT-kompetanse	Mekanikk og elektro, automasjon	Mekanikk og elektro, materialteknologi og automasjon
Kunnskapsbehov	Automasjon, digitalisering, nye energiløsninger	Infrastruktur og sikker håndtering av bærekraftige drivstoff		Bruk av gjenvunnet materiale

2.5.4 Ambisjoner og forventet utvikling

Regjeringen fastslo i Hurdalsplattformen at den vil satse på norske sjøfolk og sikre høy aktivitet, dekarbonisering og digitalisering av den maritime sektoren. Ifølge veikart for grønt industriløft skal Norge forbli en maritim stormakt, som viser vei inn i det grønne skiftet gjennom å utvikle, bygge og ta i

bruk nullutslippsløsninger og autonome fartøy. Regjeringen vil satse på «mer og grønnere maritim eksport» og videre vekst i maritim sektor gjennom å eksportere maritime lav- og nullutslippsløsninger.

I januar 2020 ble strategien Maritim21 lansert, en strategi for forskning, utvikling og innovasjon for

maritim bransje (Forskningsrådet, 2022). Hensikten med strategien er å opprettholde Norges posisjon når bransjen er under endring. I strategien trekkes det blant annet fram at det må satses på lav- og nullutslippsteknologier og -løsninger. Grønt og blått hydrogen og ammoniakk og elektrisitet ses på som de mest aktuelle energikildene. Hybridløsninger mellom disse, og eventuelle andre er også viktig. Maritim sektor vil også inngå som en viktig del av nye verdikjeder, og det vil dermed skje en omstilling mot nye markeder.

På tross av et stort behov for omstilling er det ikke forventet store økninger i sysselsetningen i bransjen. Det grønne skiftet vil innebære en viss endring i kompetansebehov og -sammensetning, men uten noen stor økning i den totale sysselsettingen. I intervjuer fremheves at det per i dag er en utfordrende markedssituasjon, med kapitalbegrensninger og ledig kapasitet i verftsindustrien. Forventninger om økt etterspørsel fra nye markeder – som havvind, anses som nødvendig for å opprettholde verdiskaping og sysselsetting i sektoren fremover.

Dersom det skulle bli en stor etterspørsel fra nye næringer, forventes en potensiell økning i antall sysselsatte å være moderat. Dette er en eksisterende

bransje, og det vil være økonomiske og andre begrensninger for antall båter som kan bygges og omstilles. I et høyscenario har McKinsey anslått at det vil være behov for 10 000 nye årsverk i bransjen i 2030 (McKinsey, 2022). Dette kommer i tillegg til den økte aktiviteten som allerede er beskrevet knyttet til havvind, der maritim sektor også inngår som en viktig del av verdikjeden.

2.6 Skog

«(Norge skal ha verdens mest bærekraftige skogbruk) heter det i Regjeringens veikart for grønt industriløft (Nærings- og fiskeridepartementet, 2022a). For å få til dette må dagens skogsbransje omstilles, spesielt relatert til energibruk, resirkulering og ombruk, og det er behov for å implementere nye energibærere i transportdelene av verdikjeden. Det er også en omstilling mot nye markeder for treforedlingsindustrien, spesielt for biobaserte produkter.

Verdikjeden for skog er illustrert i Figur 2-8, og er fordelt på skogdrift, trelast, treforedling, bruk og anvendelse, og resirkulering og ombruk. Transport går på tvers av de øvrige delene av verdikjeden.

Figur 2-8: Verdikjeden for skog



Illustrasjon: Oslo Economics.

Skogdrift er den første delen av verdikjeden for skog og omfatter forvaltning av skogressurser fra små planter til hogst. Det skiller mellom tre produkter fra skogdriften: sagtømmer, massevirke og energivirke (Norsk Industri, 2017). Sagtømmer er det som kan brukes direkte til å skjæres til planker og bord. Massevirke er de delene av tømmeret som ikke kan brukes til sagtømmer (for eksempel korte, tynne eller krokete stokker). Energivirke er de øvrige formene for mindreverdige tømmer som kan brukes til brensel.

Trelast er neste ledd i verdikjeden. Trelastindustrien kjøper sagtømmer fra skogeierne. Dette er tømmerstokker som er lange, tykke og rette, og som videre skjæres til planker og bord (trelast, skurlast) i et sagbruk.

Treforedling følger som neste ledd.

Treforedlingsindustrien består av produksjon av papirmasse, papir og papp, finérplater og andre fiberplater, organiske kjemiske råvarer og uorganiske kjemikalier (bioraffinering). Industrien kjøper massevirke fra trelastindustrien som sitter med overskuddsflis og direkte fra skogeiere.

Bruk og anvendelse er neste ledd. Produktene fra trelast- og treforedlingsindustrien har bruk og anvendelse innen en rekke bransjer. Trevirke fra trelastindustrien brukes inn i byggebransjen til både nye bygg og restaurering av eksisterende bygg. Denne delen av bruken er beskrevet i mer detalj under «Bærekraftige bygg». Videre brukes papir fra treforedlingsindustrien til blant annet avis, magasiner og emballasje, mens produkter fra bioraffinering for eksempel brukes som drivstoff, dyrefôr og mat, eller plast og tekstiler.

Resirkulering og ombruk av overskuddsmateriell gjøres i dag allerede til noen grad. For eksempel brukes en del av overskuddsmateriale fra trelastindustrien inn i treforedlingen. Papp og papir gjenvinnes og resirkuleres også i stor grad i Norge i dag. Det er likevel potensiale til resirkulering og ombruk i enda større grad. Dette gjelder både overskuddsmateriell gjennom verdikjeden, og spesielt ombruk og resirkulering av sluttproduktene fra trelast- og treforedlingsindustrien.

Transport er en viktig del på tvers av verdikjeden for skog, både transport fra skogeier til trelast, og videre

gjennom verdikjeden til bruk av blant annet tømmer, papir eller biodrivstoff. I dag foregår transport både på veg, jernbane og med skip.

2.6.1 Dagens verdikjede skog

Skog- og trebransjen er en godt etablert bransje i Norge i dag. Bransjen har også et økende potensial i overgang til bærekraftige løsninger og utslippsreduksjon i andre verdikjeder. Skogs- og trebransjen og øvrig bioøkonomi trekkes fram som et av sju innsatsområder i Regjeringens veikart for grønt industriløft. Det trekkes spesielt fram at regjeringen skal arbeide med å bruke bioressurser til klimavennlige og lønnsomme produkter, inkludert biodrivstoff (Nærings- og fiskeridepartementet, 2022a).

Bionova skal støtte klimatiltak i jordbruket og bidra til at skogsbransjen øker videreforedlingen av biomasse i Norge. Målet er at Bionava skal være operativt fra 2023. Det skal også utvikles en transportstrategi i arbeidet med ny Nasjonal transportplan for å redusere klimagassutslipp fra treforedlingsindustrien.

Trebaserte bygningsmaterialer etterspørres i større grad med økt behov for klimavennlige løsninger. Dette er den viktigste verdidriveren i dag, og det vil også kunne øke framover (Nærings- og fiskeridepartementet, 2022a). Det er også økende etterspørsel etter biomasse og biobaserte produkter som for eksempel biodrivstoff og cellulose. Markedspotensialet og produksjonsmulighetene fra bioraffinering er et område i stadig utvikling i dag, spesielt ledet av Borregaard (Norsk Industri, 2017).

Industrien selv arbeider med mer energieffektiv produksjon og bedre utnyttelse av både restprodukter og overskuddsvarme. Dagens treforedlingsindustri har allerede god utnyttelse og har arbeidet for å effektivisere energibruken gjennom flere år. Norske Skog har blant annet redusert elkraftforbruket per tonn produsert papir gjennom produksjon av bioenergi fra bark, flis og annet restavfall fra produksjonen (Norsk Industri, 2017).

Det pågår også arbeid for å effektivisere transportleddet i verdikjeden, spesielt transport av tømmer. Økt lastemulighet gjennom lengre vogntog og høyere vekt er eksempler på hvordan denne delen kan effektiviseres, i sammenheng med overgang til biodrivstoff eller strøm for å kutte utslipp (Treindustrien, 2022).

Flere prosjekter arbeider for en sirkulær treindustri, herunder blant annet forskningsprosjektene sirkTRE, og SmartForest som begge er støttet av forskningsrådet. SirkTRE arbeider for at returtre brukes på nytt i byggeprosjekter og inngår som råstoff i dagens treindustri, med mål om å utnytte treavfall i større

grad. SmartForest arbeider med digital transformasjon og effektivisering av skogbransjen. NTNU har også nylig gjennomført en pilot med verdikjeden «fra skog til ferdig trebasert produkt».

2.6.2 Kompetansebehov

Skogdrift og trelast

Skogdriften og trelastbransjen vil være mest lik dagens bransje. Hovedvekten av kompetansebehov er knyttet til skog- og trefag, både som fag- og yrkesutdanning og høyere utdanning (Treindustrien, 2016). I trelastindustrien er det også behov for mekanisk kompetanse på alle nivåer og operatører innen treforedling.

Skog- og trefaget må innrettes mot dagens marked og behov, spesielt knyttet til nye markeder innen bioprodukter, og samtidig robusthet til klimaendringer. Det vil også være behov for enkelte med forskerkompetanse på områder som skog og klimautfordringer og effektiv skogproduksjon og -drift.

For utvikling av dagens industri vil det være behov for teknisk kompetanse blant annet relatert til teknologiske og automatiserte løsninger, prosessforbedring og logistikk.

Treforedling og bruk

Treforedlingen og bruk av tre-, fiber- og bioprodukter er det området av verdikjeden med størst utviklingsmuligheter framover, spesielt relatert til utvikling av nye produkter og anvendelse av dette. Det vil samtidig være et stort behov for operatører tilsvarende som i dagens industri.

For bruk av trebaserte produkter i bygg vil det være behov for kompetanse innen bygg og anlegg, samt fag innen treteknologi og trebyggeri. Fra aktører legges det også vekt på at det er behov for høyere utdanning knyttet til foredling og bruk av tre (Treindustrien, 2016). Anvendelse av tre i bygg er dekket i større grad i kapitlet om «Bærekraftige bygg»:

For treforedling mot biobaserte produkter er det spesielt behov for kjemisk kompetanse på ingeniør- og sivilingenørnivå. Det gjelder spesielt kompetanse om fiberoppbygging, fiberstruktur og fiberkemi.

Omstilling mot nye markedsområder vil også kreve forskerutdannede innen blant annet treprodukter i bygg og innen fiber- og bioraffineriområdet.

I en teknologisk omstilling av de fleste bransjer vil det også være behov for etterutdanning knyttet til teknologiske løsninger. Elektro og automatiserings-systemer er også relevant kompetanse innenfor treforedling og bruk for å optimalisere produksjonen.

Resirkulering og ombruk

Det bør være en høy gjenvinningsandel gjennom hele verdikjeden. På denne måten vil råstoffenes verdi utnyttes bedre, og kan gjøre nytte for seg flere ganger (Treindustrien, 2016). For å oppnå dette, er det et generelt behov relatert til sirkulærøkonomi, avfallshåndtering og ombruk.

Å utnytte ressursene flere ganger vil også kreve lignende type kompetanse som i de tidligere leddene i verdikjedene. Det vil for eksempel være behov for skog- og trefag og mekanisk og kjemisk kompetanse. En del av overskuddsproduktene fra treforedlingsindustrien kan også brukes til å produsere bioenergi som kan erstatte energibehovet i produksjonen. For å utnytte denne muligheten, vil det også være behov for elkraftkompetanse.

Transport

Transportdelen av verdikjeden vil ha tilsvarende behov som det som allerede finnes i dag knyttet til transportarbeidere.

Det vil også være behov for utvikling mot nye energibærere og implementering av disse. For denne utviklingen er det behov for kompetanse knyttet til energisystemer og elkraftteknologi.

2.6.3 Kunnskapsbehov

Det er flere kunnskapsbehov i verdikjeden for skog knyttet til omstilling av dagens bransje. Blant annet er det behov for prosessforbedringer og utvikling av nye produkter for å få størst mulig verdi ut av ressursene. Anvendelse av tre i bygg og klimavennlig fornying av bygg er også et viktig kunnskapsbehov som er dekket i kapittel 9 (Treindustrien, 2022).

Innenfor skogdriften er det viktig med langsiktig forskning og kunnskapsbygging. Produksjon ses ofte i et perspektiv på 100 år fra planting til hogst. For denne delen av verdikjeden vil det være behov for økt kunnskap knyttet til robusthet for endringer i klima over tid, og ivaretagelse av økosystemtjenester (Treindustrien, 2016).

Treforedlingsindustrien jobber kontinuerlig med prosessforbedringer og utvikling av nye produkter for å øke anvendelsen og verdien av trevirket. Potensialet for utvikling av nye produkter basert på biomasse, krever både investeringer i forskning og utvikling og kunnskap om nye markedsmuligheter. Eksempler på nye anvendelsesområder er bruk og produksjon av fiberbaserte produkter til bygg, eller erstatningsalternativer til plast, enten ved emballasje av tre eller bioplast. Et annet eksempel er utvikling av trebasert fôr til både oppdrett og husdyr, som vil ha behov for nye fôrprodukter (Norsk Industri, 2017). Det vil være ulike muligheter for teknologisk tilnærming innen fiber- og bioraffineriområdet og det er behov for mer forskning og utvikling på dette området (Treindustrien, 2016).

Det er også behov for kunnskap om effektiv resirkulering og ombruk og bedre utnyttelse av reststrømmer. I tillegg til utvikling av nye produkter som utnytter slike reststrømmer, vil det være behov for kunnskap om optimalisering av overskudds- og ombruksmaterialer. For transportdelen av verdikjeden vil kunnskapsbehovet særlig være knyttet til overgang til nye energikilder (elektrisitet og hydrogen) og transportløsninger.

For å lykkes med omstillingen og teknologiutvikling er det behov for et sterkt FoU-miljø i næringslivet og et tett samarbeid med de større forskningsmiljøene.

Tabell 2-7: Kunnskaps- og kompetansebehov i verdikjeden for skog

	Skogdrift og trelast	Treforedling og bruk	Resirkulering og ombruk	Transport
Kompetansebehov	Skog- og trefag Teknikk, automatikk, prosess	Bygg og anlegg Treteknologi, trebyggeri, treforedling, fiberkjemi, bioraffinerig, mekanikk	Sirkulærøkonomi, avfallshåndtering og gjenbruk, Skog og trefag Mekanisk og kjemisk kompetanse Elkraftteknologi	Transportarbeidere Energisystemer og elkraftteknologi
Kunnskapsbehov	Prosessutvikling, nye energiløsninger, klimatilpassing og økosystemtjenester	Produktutvikling, nye bruksområder for biomasse, utnyttelse av reststrømmer	Nye anvendelsesområder Optimalisert bruk av overskudds- og ombruksmateriell	Omlegging av energiløsninger og transportløsninger

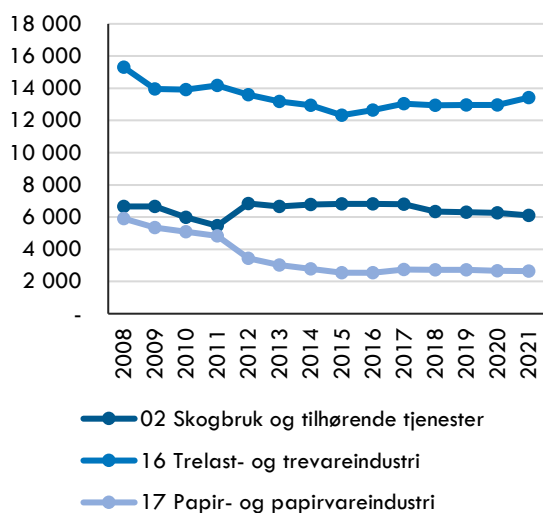
2.6.4 Ambisjoner og forventet utvikling

På 1950-tallet var det 55 000 ansatte i skogindustrien (trelast, trevare og papir) og 30 000 ansatte i skogbruket. Dette var redusert til 16 100 i

skogindustrien i 2021, fordelt på 13 400 i trelast- og trevareindustrien og 2 600 i papir- og papirvareindustrien, og 6 100 sysselsatte i skogbruket (Figur 2-9). Papirindustrien hadde et fall i sysselsettingen på

nesten 25 prosent i 2012 som følge av redusert etterspørsel etter papir. I samme periode økte sysselsettingen i trelast- og trevareindustrien. Sysselsettingen i skogbruket falt mellom 2008 og 2016, før det har vært noe økende fram til 2021.

Figur 2-9: Sysselsatte per 4. kvartal i skogrelaterte bransjer



Kilde: SSB tabell 08536

Noen deler av den kjemiske treforedlingen er ikke inkludert i statistikken, og kommer i tillegg. Det er i hovedsak Borregaard som opererer i dette segmentet, som i 2021 hadde de omtrent 800 ansatte i Norge (Borregaard, 2022).

Basert på samtaler med industriaktører innenfor skognæringen er det i dag få eller ingen forventninger om store endringer i verdikjeden for skog som vil føre til betydelige økninger eller reduksjoner i sysselsettingen. Samtidig har regjeringen ambisjoner om at bransjen skal vokse, blant annet gjennom veikart for grønt industriløft (Nærings- og fiskeridepartementet, 2022a). Ambisjonene er knyttet til økende etterspørsel etter nye bærekraftige produkter fra treforedlingen, samt trebasert bygningsmasse.

I dag går omtrent 1/3 av hogstvolumet i Norge til eksport (SSB, 2022b). En økning i videreførdlingen er antatt å gå på bekostning av eksport av heltre, fremfor å føre til en netto økning av produksjon i bransjen. Næringen kan derfor gå mot produksjon av produkter med høyere verdi, med en tilhørende økning i omsetning i verdikjeden, men med en omtrent lik sysselsetting.

Enkelte skisserer mulige scenarier for vekst i næringen, blant annet har SINTEF illustrert fire scenarier for utvikling i bioøkonomien i Innlandet i 2050 (Hatling, Vik, & Sandberg, 2018). Innlandet er det største skog-fylke i Norge, og hadde i 2017 omtrent 40 prosent av avvirket skog i Norge i verdi, og 30 prosent av sysselsettingen. Analysen til SINTEF tar for seg bioøkonomi som helhet, som omfatter både jord- og skogbruk, fiskeri og havbruk, næringsmiddelindustri, skogsindustri og bioenergi. I det høyeste og mest optimistiske scenarioet «Bio-vally» skisserer SINTEF en boom i bioøkonomien med en økning i sysselsetting på omtrent 2 000 både i primærnæringen (jord- og skogbruk, fiske, fangst og oppdrett) og bionæringer (biobaserte produkter), i tillegg til rundt 6 700 innenfor bygg og anlegg, varehandel og transport. Det mest pessimistiske scenarioet skisserer på motsatt siden en nedgang i bionæringer på opp mot 1 000 sysselsatte.

Både med ytterligere vekst i næringen og dersom sysselsettingen forblir stabil kan det være noen endringer i sammensetningen. Endringene kan være mellom de ulike delene av verdikjeden, som fallet i papirindustrien i 2012 er et eksempel på. I tillegg vil det være et skifte i kompetansebehovet med mer digitale og teknologiske prosesser, og økende kompetansebehov innenfor disse fagområdene.

2.7 Kraftsystem og smart lading vei

Kraftsystemet som helhet er en samfunnskritisk infrastruktur og verdikjede som i hovedsak består av kraftproduksjon, salg (marked), distribusjon (kraftnett) og bruk. Kraftsystemet er helt sentralt for flere av de andre verdikjedene som er analysert her, og knytter flere av disse sammen. Utviklingen i de andre verdikjedene vil derfor påvirke utviklingen i kraftsystemet, og motsatt. Dette gjelder spesielt kraftnettutbygging og kraftproduksjon. Det vil være et stort behov for utbygging av nett og økt kraftproduksjon dersom de andre verdikjedene skal kunne realiseres. Det samme gjelder verdikjeder som innebærer stort kraftforbruk, som batteri- og hydrogenproduksjon, og karbonfangst og lagring.

I rapporten «Grønne elektriske verdikjeder» ble deler av denne verdikjeden trukket ut til selve analysen. Begrunnelsen for utvalget var at man så store markeder der man har eller kan utvikle konkurransemessige fortrinn. Dette resulterte i at «optimalisering av kraftsystemet» (nett- og markeds optimalisering) og «smart lading vei» ble analysert videre (NHO, 2020). Den samme inndelingen er brukt i denne rapporten, som illustrert i Figur 2-10.

Figur 2-10: Verdikjede for optimalisering av kraftsystemet og smart lading vei



Illustrasjon: Oslo Economics.

Hvert av de tre områdene er igjen delt opp i flere delsegmenter som er beskrevet i mer detalj i teksten som følger.

Nettooptimalisering er første del og omfatter skytjenester som selges til nettoperatører. Slike tjenester vil bidra til gunstigere investeringer i nett og mer optimal drift. **Automasjon** omfatter utvikling av smart utstyr, automasjonsutstyr og kommunikasjonsutstyr til nettet. Videre skal dette **integres** i dagens nett for å koble sammen ulike data, fagsystemer og sensorer. Data **analyseres** ved hjelp av programmer til for eksempel feillokalisering, spenningskoordinering eller kapasitetsprognoser. Disse analysene brukes inn i **optimeringen**, der optimeringsverktøy og store datamengder fra kraftsystemet kombineres for å velge de beste og billigste ressursene først. Disse verktøyene kan også brukes til å optimere investeringer.

Markedsoptimalisering blir stadig viktigere med et desentralisert, fornybart og digitalisert energisystem, og markedsplasser spiller en viktig rolle for å håndtere og tilby fleksibilitet. Denne verdikjeden omfatter først drift av **markedsplasser** både for handel av strøm, samt leveranse av systemer og tjenester til disse. Del to av verdikjeden handler om **markedsstilrettelegging** gjennom formidling av kraftavtaler (Power purchase agreement (PPA)), forvaltning av produksjon (for eksempel Virtual power plants (VPP)), eller fleksibelt forbruk. I tillegg kommer systemer og tjenester til aktører innenfor dette området.

Smart lading vei omfatter **utvikling av ladestasjoner**, **optimalisering** av stasjoner og ulike typer anlegg, og **systeminfrastruktur** gjennom blant annet flåtestyring, ladeplattformer og betalingsløsninger. Dette segmentet tar for seg systemer som styrer og koordinerer ladeinfrastruktur og kjøretøyflåter for å sørge for effektiv utnyttelse av denne infrastrukturen og optimalisering opp mot resten av kraftsystemet.

2.7.1 Et energisystem i endring

Utviklingen av disse tre segmentene vil ikke kreve oppbygning av helt nye verdikjeder, men heller utvikling og bruk av nye systemer og løsninger i dagens energisektor. I en utviklingsperiode kan det være behov for ny arbeidskraft, men nye løsninger og

systemer vil også ta over noen av arbeidsoppgavene som finnes i dagens energisektor.

Utviklingen av et voksende energisystem i endring vil være viktig for å realisere energi- og klimapolitiske mål om redusert klimagassutslipp, industrialisering og kostnadseffektiv utnyttelse av våre energiresurser. Både i Norge, Europa og resten av verden pågår det elektrifisering og utfasing av ikke-fornybare energikilder. Gjennom høsten 2021 og fram til i dag har Norge og Europa også vært preget av høye strømpriser som følge av høye gasspriser, lav magasinffylling og Russlands invasjon av Ukraina (SSB, 2022a). Dette har ført til at effektive energisystemer og optimalisering har fått mer oppmerksomhet, både politisk og i samfunnet generelt.

ENERGIX er regjeringens forskningsprogram på fornybar energi, effektiv energibruk, energisystemer og energipolitikk. Programmet skal blant annet bidra til at forskningsstrategien Energi21 implementeres. I Energi21s reviderte strategi i 2022 vektlegges spesielt økt forskning og innovasjon innenfor satsningsområdene «integreerte og effektive energisystemer» og «energimarkeder og regulering» (Energi21, 2022). Innenfor dette finner vi blant annet digitale løsninger og optimering.

Det finnes i dag flere store forskningsprosjekter knyttet til energisystemet som helhet eller delsegmenter av dette. SINTEF har blant annet et eget senter for intelligent elektrisitetsdistribusjon (CINELDI) som blant annet arbeider med digitale og fleksible løsninger for distribusjon og kraftnett. Posten Norge har et pilotprosjekt gående på smart lading av sin kjøretøyflåte, støttet av Enova (Enova, 2021).

2.7.2 Kompetansebehov

I gjennomgangen av kompetansebehovet i energisystemet skiller vi mellom de tre delsegmentene. Der det er ulike behov i verdikjedene innenfor disse delsegmentene kommenteres dette. Kompetansebehovet som er trukket fram her ser på utviklingen av bransjen, og tar derfor ikke for seg kompetanseområdene som allerede er en del av bransjen og som vil ha tilsvarende behov framover.

Nettooptimalisering

Utvikling av nettooptimalisering vil ha behov for generell elkraftteknologi og energidisponering på alle

nivåer fra fagarbeidere til sivilingeniører. For automasjon og integrasjon av nye systemer i kraftnettet vil det være behov for ingeniører og IT-kompetanse for utvikling av digitale løsninger og montører for å integrere de nye løsningene. For analyse og optimering vil det være spesielt viktig med IT- og digital kompetanse og kompetanse knyttet til statistiske metoder og analyser på høyere utdanningsnivå.

Markedsoptimalisering

Innenfor optimalisering av markeder vil det være behov for både økonomisk og teknisk kompetanse, sammen med kompetanse knyttet til energiplanlegging og energimarkeder. Innenfor markedsplasser vil det være behov for teknisk kompetanse, systemutvikling og operatører. Spesielt knyttet til markeds-tilrettelegging vil det være behov for høyere økonomisk kompetanse, spesielt knyttet til finans og markedsøkonomi, samt juridisk kompetanse knyttet til kontrakter.

Smart lading vei

Ladeinfrastruktur har allerede bygget seg opp i hele landet i tråd med den stadige økningen av el-biler. For mer effektive ladestasjoner og optimal utnyttelse av disse vil det i hovedsak være behov for teknisk kompetanse på høyere nivå (master og ph.d.) innenfor både IT, produktutvikling, maskinlæring og energidisponering.

2.7.3 Kunnskapsbehov

For alle delene av energisystemet som er inkludert i denne analysen vil det være et kunnskapsbehov knyttet til nye digitale løsninger og optimering. Kunnskapsutviklingen innenfor energisystemet må ses i sammenheng med de andre bransjene og utvikles tett sammen. Behovet for kunnskap er derfor dels omtalt under de andre næringene. Det vil for eksempel være behov for kunnskap knyttet til integrering av batterier og hydrogen i dagens energisystem, samt mer effektiv og optimal utnyttelse av energisystemet i maritim bransje og smarte bygg.

Tabell 2-8: Kunnskaps- og kompetansebehov i utviklingen av energisystemet

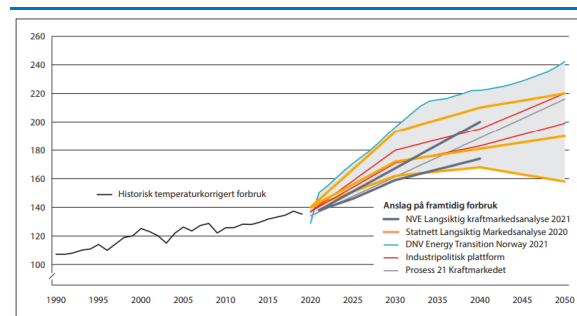
	Nettoptimalisering	Markedsoptimalisering	Smart lading vei
Kompetansebehov	Elkraft og energidisponering IT- og digital kompetanse Montører Statistiske metoder og analyser	Energiplanlegging og -markeder Teknisk kompetanse Systemutvikling og operatør Finans- og markedsøkonomi Juridisk kompetanse	Energidisponering IT Maskinlæring
Kunnskapsbehov	Digitale løsninger og optimering	Digitale løsninger og optimering	Digitale løsninger og optimering

2.7.4 Forventet utvikling i bransjen

Mange deler av samfunnet må elektrifiseres som en overgang fra fossile energikilder, dersom klimamålene skal nås. Dette har allerede resultert i stor økning i etterspørselen etter kraft, og nettilgang. Som det fremgår av Strømnettutvalgets utredning (NOU 2022: 6), viser alle prognoser forventninger om en markant økning av forbruket i Norge, som vist i Figur 2-11. Forbruksøkningen er knyttet til elektrifisering og planer om ny industri.

Det er stor usikkerhet i anslagene, men alle anslag viser altså en markant vekst i kraftforbruket (NOU 2022: 6). NVE anslo i 2021 at kraftforbruket i Norge vil øke fra 138 TWh til 174 TWh i 2040 (NVE, 2021).

Figur 2-11: Ulike anslag for kraftbehovet framover



Figur 5.1 Ulike aktørers anslag på kraftbehovet framover
Kilde: SSB (2022), NVE (2021), Statnett (2020), Prosess 21 (2020), LO et al (2020) og DNV (2021)

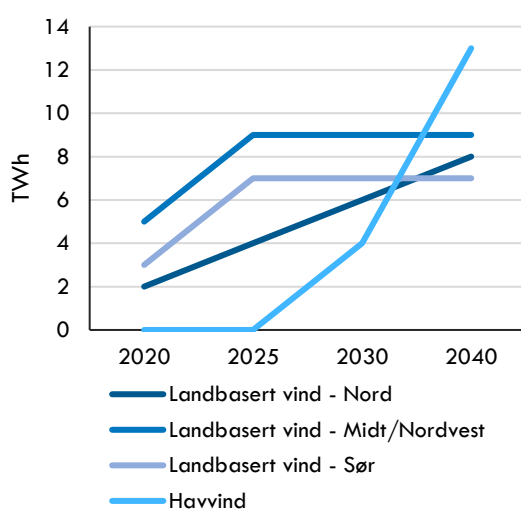
Kilde: Strømnettutvalget

For å møte den kraftige veksten i etterspørselen, er det også et behov for utbygging av strømnett og kraftproduksjon. Nettkapasiteten er i dag begrenset og etterspørselen etter nettilknytning hos nettselskapene har økt kraftig. Mellom 2018 og 2021 har Statnett behandlet tilknytningssaker på 26 000 MW forbruk og produksjon. Nesten 90 prosent av sakene er relatert til industri, hydrogenproduksjon, datasenter, batteriproduksjon, petroleum og oppdrettsbransjen (Statnett, 2021 b). I dag ser vi

initiativer over hele landet, og særlig i kystnære og befolkningstette strøk der det er mange planer for elektrifisering og etablering og ny industri.

I tråd med økt etterspørsel etter kraft, er det også planlagt økt kraftproduksjon, selv om planene for produksjon ikke er like store som forbruket. I Norge vil mye av økningen i kraftproduksjon komme fra vindkraft, og da særlig havvind. Forventet utvikling i vindkraftproduksjon fram mot 2040 i Statnetts langsiktige markedsanalyse er illustrert i Figur 2-12. Noe mer landbasert vind vil settes i drift fram mot 2025, men etter det står havvind for den store økningen fram mot 2040 (Statnett, 2020a)

Figur 2-12: Vindkraftproduksjon i norske regioner

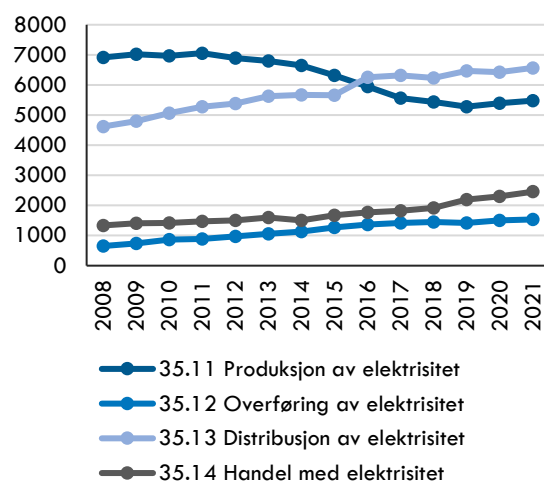


Kilde: Statnett

I tillegg til vindkraft, er prognosene at det vil bygges ut noe mer vannkraft i Norge, samt solkraft mot 2030 og 2040. Statnett legger til grunn en økning på 12 TWh vannkraft mot 2040 og 10 TWh solkraft. Til sammen estimerer Statnett at kraftproduksjonen i Norge vil øke fra 152 TWh i 2020 til 193 TWh i 2040 og videre til 206 TWh i 2050 (Statnett, 2021a).

Syssetningen tilknyttet kraftforsyning er illustrert i Figur 2-13, delt inn i produksjon, overføring, distribusjon og handel av elektrisitet. Den totale syssetningen har vært jevnt økende fra 2008 til i dag. I samme periode har det vært økende syssetning knyttet til både overføring, distribusjon og handel, mens syssetningen i produksjonen har falt. Syssetningen i produksjon av kraft er i all hovedsak tilknyttet vannkraft.

Figur 2-13: Syssetting (15-74 år), etter bransje. 4. kvartal 2008 – 4. kvartal 2021



Kilde: Registerbasert statistikk, SSBs statistikkbank, tabell 13470.

I NHOs rapport «Grønne elektriske verdikjeder» ble det skissert et omsetningspotensiale på 3 milliarder euro per år i 2030 og 9 milliarder euro per år i 2050 innenfor de samme delene av verdikjeden som er sett på her (NHO, 2020). Kraftsektoren er en av de mest produktive bransjene i Norge, etter olje og gass. Energi Norge estimerte i Fornybarometeret 2020 en omsetning på 10 millioner kroner per sysselsatte i kraftsektoren (Energi Norge, 2020). Dersom denne faktoren brukes på estimatene fra NHO vil dette kunne gi 3 000 årsverk i 2030 og 9 000 årsverk i 2050 innenfor de delene av kraftsektoren som er inkludert i denne analysen. Kraftproduksjonen, som ikke er inkludert her, er lite arbeidsintensiv og kan trekke opp estimatet på produktiviteten i bransjen som helhet. Det er derfor mulig at omsetningen i disse segmentene av bransjen vil kunne generere enda flere årsverk.

2.8 Bærekraftige bygg

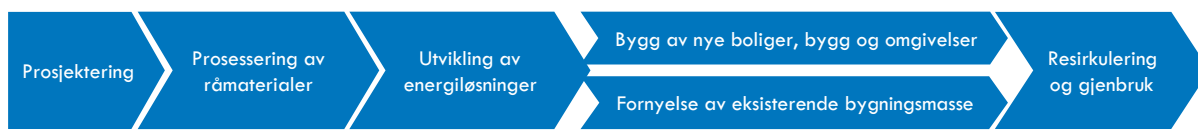
Byggenæringens landsforening (BNL, 2016) skriver at eierne og aktørene i byggesektoren «har et spesielt ansvar for å bidra til det grønne skiftet». Dette er forklart med at bygg- anleggs- og eiendomssektoren på verdensbasis bruker nær 40 prosent av alle ressurser og at 36 prosent av klimagassutslippene globalt «kan skrives tilbake til sektoren».

BNL vil bidra til at «samfunnet kan gå fra et «bruk og kast»-samfunn til gjenbruks- og gjenvinningssamfunnet; også kalt sirkulær økonomi» (BNL, 2016). BNLs delmål knytter seg til henholdsvis global oppvarming, sirkulær økonomi og klimatilpasning. Disse målene vil kreve en omstilling av en allerede godt etablert bransje.

Verdikjeden for bærekraftig bygg er illustrert i Figur 2-14 og består av prosjektering, prosessering av

råmaterialer, utvikling av energiløsninger, bygg av nye boliger eller fornyelse av eksisterende, og resirkulering og gjenbruk.

Figur 2-14: Verdikjede bærekraftige bygg



Illustrasjon: Oslo Economics

Prosjektering omfatter alt som ligger i forkant av selve utbyggingen, men som er knyttet til lokasjon og søknadsprosessen for byggesaken. Dette er blant annet å finne tomter og vurdere kapasitet spesielt knyttet til reguleringsbestemmelser. Reguleringer kan for eksempel være knyttet til hvor mye som kan bygges, hvor høyt og hva som skal bygges på tomten. Arkitektarbeid knyttet til å tegne skisser, plan-tegninger og fasader er også en del av prosjekteringen. Dette forarbeidet resulterer i en søknad til kommunen.

Uavhengig av hva som skal bygges eller fornyes vil det være behov for materialer. Dette kan være enten trevirke, betong, stein eller andre materialer. Hva som inngår i verdikjeden i dette leddet, avhenger derfor i stor grad av hva som skal bygges og hvordan. Det samme gjelder utvikling av energiløsninger, som vil være avhengig av formål, lokasjon og andre faktorer ved bygget. Hensikten med dette leddet i verdikjeden er den økende oppmerksomheten på effektive energiløsninger som en del av det bærekraftige bygget.

Det neste leddet i verdikjeden er selve byggingen, enten det er bygg av nye boliger eller fornyelse av eksisterende. Til slutt er det et resirkuleringsledd, hvor det viktigste er å kartlegge hva som kan brukes igjen, hva som kan resirkuleres for å brukes til andre formål og hva som må kastes.

2.8.1 Dagens bransje

Byggebransjen er en etablert bransje, som er inne i en omstilling mot bruk av nye materialer og energi-effektive løsninger. Resirkulering, gjenbruk og fornyelse av eksisterende bygningsmasse blir også en viktigere del av verdikjeden. Det er også økende oppmerksomhet om helhetlig utvikling av byer og områder, der større boligområder og dets omgivelser og infrastruktur ses under ett.

I 2013 sysselsatte bygg-, anlegg- og eiendomsbransjen som helhet nær 323 000 personer fordelt på nesten 90 000 aktive selskaper. Dette var rundt 20 prosent av den totale sysselsetningen i norsk næringsliv på fastlandet. (Espelien, Theie, & Byggballe, 2015).

2.8.2 Kompetansebehov

Kompetansebehovet fremover vil i stor grad kunne reflekteres gjennom de som arbeider innenfor bransjen i dag, men med økt behov for enkelte nye kompetanseområder, og sannsynligvis også etter- og videreutdanning som følge av omstillingen.

Prosjektering

Prosjektering innebærer et behov for ingeniører innenfor byggteknikk og arkitektur. Omstillingen vil kreve at disse har økende kompetanse innenfor nye materialer, gjenbruk og effektiv fornyelse av bygg. Samtidig vil det være et nytt og økende behov for miljørådgivere og modellering (BIM – bygningsinformasjonsmodellering).

Det er også et større behov for tverrfaglig kompetanse og samarbeid i prosjekteringsfasen når det er større oppmerksomhet rundt et helhetlig område og ikke kun ett enkelt bygg. Dette gjelder blant annet samarbeid med personer med kompetanse innen landskapsarkitektur og byplanlegging, og geologi og økologi.

Prosessering av råmaterialer

Prosessering av råmaterialer vil også i hovedsak kreve den samme kompetansen som i dag, men med mer kompetanse innfor optimalisering av materialer, effektiv bruk og kjennskap til ulike anvendelser og bruksområder. Det er viktig med generell kompetanse innen materialteknologi på ingeniørnivå for å utnytte materialene mer effektivt og tilpasset formålet.

Hva slags spisskompetanse som er nødvendig avhenger av hva slags materialer som skal brukes, for eksempel om det er trevirke eller betong. Dette vil blant annet ha overlappende kompetanseområder som allerede er dekket i kapitlet om verdikjeden for skog, som treteknikk og trebyggeri.

Utvikling av energiløsninger

For å utvikle nye, smarte og effektive energiløsninger vil det være et stort behov for kompetanse innen energisystemer og elkraft, i sammenheng med digitalisering og optimalisering.

Ettersom dette er et område i stadig endring, vil det være nødvendig å tilegne seg ny kompetanse, integrere dette i eksisterende systemer og utvikle nye. Eksempler på slike nye systemer er for eksempel knyttet til smart hus-teknologi eller integrasjon, bruk og salg av egen energiproduksjon.

Bygg og fornyelse

Ved bygg av nye boliger eller fornyelse av eksisterende bygningsmateriell vil det være behov for ingeniører og prosjektledere, samt en rekke fagarbeidere med kompetanse som tømrer, murer, elektriker og rørlegger etc.

Samtidig som det er behov for kompetanse som allerede finnes i dag vil det være behov for etter- og videreutdanning. Dette er spesielt nødvendig for å ha kompetanse knyttet til miljø, nye materialer, sirkulære løsninger og nye energisystemer.

Resirkulering og gjenbruk

For å arbeide med resirkulering og gjenbruk fra eksisterende bygg er det viktig med en

grunnleggende materialkompetanse, både generelt og spesielt knyttet til materialene som er brukt, for eksempel trevirke eller betong. Det er også viktig med prosesskompetanse for å kunne anvende materialene på nytt. Videre vil det være behov for generell kompetanse knyttet til både sirkulærøkonomi, avfall og gjenbruk.

2.8.3 Kunnskapsbehov

Kunnskapsbehov i verdikjeden er knyttet til utvikling av nye, smarte og effektive energisystemer og -løsninger, nye materialer og resirkulering og gjenbruk. Dette er områder som vil være i kontinuerlig utvikling, og der det vil være behov for både grunnforskning, anvendt forskning og teknologiutvikling i bedriftene.

Det er for tiden stor utvikling i metoder for bærekraftvurderinger og livsløpsanalyser/ klimafotavtrykk – og økte krav og forventninger om å gjennomføre slike vurderinger. Det er et fortsatt kunnskapsbehov knyttet til hvordan ulike materialvalg og løsninger i bygg påvirker energibruk og klimautslipp, og andre bærekraftkriterier.

Tabell 2-9: Kunnskaps- og kompetansebehov i bærekraftige bygg

	Prosjektering	Prosessering av råmaterialer	Utvikling av energiløsninger	Bygg og fornyelse	Resirkulering og gjenbruk
Kompetansebehov	Byggteknikk og arkitektur Digitalisering og modellering (BIM) Landskapsarkitektur og byplanlegging Geologer og økologer	Materialteknikk Treteknikk og trebyggeri	Ergisystemer og elkraft Digitalisering og optimalisering	Prosjektledelse Tømrer, murer, elektriker og rørlegger	Materialkompetanse Prosesskompetanse Sirkulærøkonomi, avfall og gjenbruk
Kunnskapsbehov		Nye materialer og optimal bruk	Smarte og effektive energisystemer	Bærekraftvurderinger	Effektiv fornyelse og sirkulære bygg

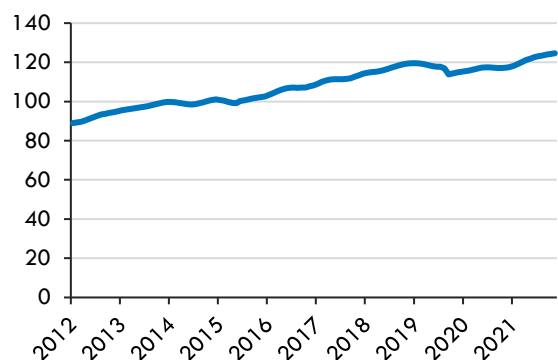
2.8.4 Utvikling og prognoser

Utviklingen i verdikjeden for bærekraftige bygg er forventet å være relativt lik utviklingen i bransjen de siste årene. SSBs framskrivninger fra 2020 viser at bygg og anlegg, spesielt arbeidskraft med videregående fagutdanning, er en av bransjene der etterspørselen vokser klart sterkere enn arbeidsstyrken fram mot 2040 (Cappelen, Dapi, Gjefsen, & Stølen, 2020). Samtidig anslår våre informanter at det vil være en vridning av kompetansebehovet mot mer digital kompetanse i alle leddene av verdikjeden.

Produksjonsindeksen for bygg- og anleggsvirksomheter de siste 10 årene er illustrert i Figur 2-15. Indeksen måler utviklingen i aktiviteten i bransjen på månedlig basis, og er beregnet på grunnlag av timeverk. Statistikken tar for seg bygg- og anleggsvirksomhet, herunder oppføring av bygg, anleggsvirksomhet og spesialisert bygge- og

anleggsvirksomhet. Økning i indeksen viser til økt sysselsetting i bransjen gjennom de siste 10 årene, sett bort i fra en knekk i 2020.

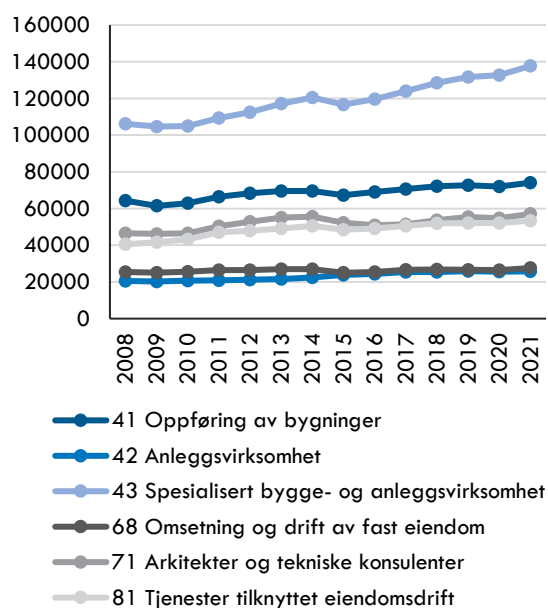
Figur 2-15: Produksjonsindeks for bygg- og anleggsvirksomhet 2012-2022



Kilde: SSB, 13430. Merk: denne figuren tar for seg hele bygg- og anleggsbransjen.

Utvikling i sysselsetting fra 2008 til i dag i utvalgte bransjer som er relatert til verdikjeden er illustrert i Figur 2-16. De fleste bransjene har hatt en økning i sysselsettingen gjennom perioden. Spesialisert bygge- og anleggsvirksomhet står for den største delen av sysselsettingen.

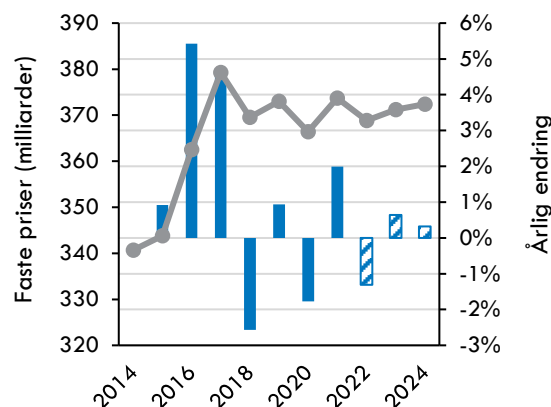
Figur 2-16: Sysselsetting i ulike deler av bransjen



Kilde: SSB, 08536

Prognosesenteret lager årlig prognoser for bygg- og anleggsmarkedet. Den nyeste prognosen er vist i Figur 2-17. Figuren viser faktisk utvikling i faste priser og årlig endring fra 2014 til 2021, samt prognose for 2022-2024. Den sterkeste veksten er ventet i 2022, men med lavere vekst enn 2021. Veksten er også ventet å flate ut mot 2024 (Prognosesenteret, 2022). Prognosesenteret presenterer ikke tilsvarende tall for utvikling og prognoser for vekst i årsverk.

Figur 2-17: Verdi og endring i bygg- og anleggsmarkedet 2014-2021, prognoser 2022-2024



Kilde: Prognosesenteret. Merk: denne figuren tar for seg hele bygg- og anleggsbransjen.

Fafo skisserte i 2021 to scenarier for byggenæringens utvikling fram mot 2035 utover SSBs framskrivninger (Fafo, 2021). Det første scenarioet, «Koronanedtur» legger til grunn et kraftig fall i næringen etter koronapandemien og fram til 2026. Etter 2026 følger utviklingen SSBs referansebane. I dette scenarioet gir et fall i sysselsettingen på omtrent 20 000 sammenlignet med 2020, eller 50 000 færre sysselsatte enn SSBs framskrivninger for 2035. Det andre scenarioet i FAFO sin rapport, «Vi bygger landet» legger til grunn en kraftig økning i byggenæringen, som følge av mindre påvirkninger av pandemien og strengere politisk regulering for innleie. Dette scenarioet gir en økning i sysselsettingen i næringen på omtrent 75 000 sammenlignet med 2020, eller 45 000 ekstra sysselsatte utover SSBs framskrivninger (Fafo, 2021).

3. Samlet kompetanse- og kunnskapsbehov

Oppbygging av nye verdikjeder og omstilling av eksisterende innebærer et stort behov for arbeidskraft med teknisk kompetanse. For de nye verdikjedene er det et stort behov for tekniske fagarbeidere og fagskoleutdannede, ingeniører som kan drifte og utvikle nye prosesser og maskiner, samt spisskompetanse innenfor aktuelle teknologier. I etableringsfasen vil det også være behov for betydelig arbeidskraft innenfor bygg og anlegg. Omstilling av eksisterende bransjer innebærer i hovedsak en videreføring av dagens kompetansebase, men også et økt behov for enkelte kompetanseområder, spesielt innen sirkulærøkonomi, energibruk og digitalisering. I tillegg er det et betydelig kunnskapsbehov i alle bransjer, som vil kreve en stor innsats på forskning og utvikling av nye teknologier og utvikling av eksisterende teknologi, både i bedriftene og i forskningsmiljøene.

Vi har i kapittel 2 gjennomgått kompetanse- og kunnskapsbehovet i åtte utvalgte verdikjeder som er sentrale for det grønne skiftet. I dette kapitlet oppsummerer vi kompetanse- og kunnskapsbehovet i de åtte verdikjedene, og trekker ut et samlet behov. Vi skiller på kompetansebehovet i nye og etablerte bransjer. For nye næringer omtaler vi også kompetansebehovet i en etableringsfase.

3.1 Kompetansebehov i nye verdikjeder

Etablering av de nye verdikjedene vil innebære store investeringer i bygg, maskiner og tilhørende infrastruktur. I en slik etableringsfase vil det både være et stort behov for arbeidskraft innenfor bygg og anlegg og for kompetanse knyttet til den aktuelle teknologien som skal tas i bruk eller den prosessen som skal etableres. Dette omfatter et stort behov for fagarbeidere og fagskoleutdannede, samt personer med universitets- og høyskoleutdanning og spisskompetanse på aktuelle teknologier.

Bygg- og anleggskompetanse

Store ambisjoner for etablering av nye næringer, vil kreve et stort antall bygg- og anleggsarbeidere, for bygging av fabrikkene og anleggene. Videre vil det

være et betydelig kompetansebehov knyttet til prosjektering og prosjektledelse for oppføring av bygninger. Dette omfatter et stort antall tekniske fagarbeidere og fagskoleutdannede, samt personer med universitets- og høyskoleutdanning innenfor bygg og tekniske fag.

I tillegg vil det være behov for kompetanse knyttet til produksjon av varer og innsatsfaktorer til bygg og anleggssektoren, spesielt ny kompetanse knyttet til høyteknologiske bygningsartikler, sikkerhet og avanserte elektriske systemer. Dette omfatter i stor grad personer med teknisk fagskoleutdanning, og personer med universitets- og høyskoleutdanning innen digitalisering og teknologi. Dette kompetansebehovet er omtalt under verdikjede for bygg.

Etablering av industriene vil også kreve investeringer i tilhørende industriell infrastruktur, som vei og kraftledninger. Dermed vil det også medføre behov for sysselsetting i disse bransjene. Kompetansebehovene knyttet til slik infrastrukturbygging er ikke inkludert i denne analysen. Imidlertid vil dette bidra til å legge ytterligere press på mange av de samme yrkesgruppene som trengs i de åtte grønne verdikjedene.

Teknologi og- bransjespesifikk kompetanse

Den andre delen av kompetansebehovet i etableringsfasen av nye bransjer er særlig spisskompetanse innen den gitte teknologien. I tillegg til de som bygger fabrikkene og anleggene kreves personer som kan arbeide med å utvikle og implementere teknologien som skal tas i bruk i produksjonen. Dette vil særlig omfatte arbeidskraft med master- og doktorgradsutdanning, men også spesifikk fagskole- eller yrkesfagbakgrunn og relevant realkompetanse innenfor de ulike teknologiene.

Hva slags spisskompetanse som er nødvendig vil variere mellom verdikjedene, men felles for flere av dem er at det vil være kompetanse som kombinerer prosesseteknologi og kjemi, prosjektledelse og erfaring fra liknende produksjons- eller driftsprosesser. Eksempler på denne spisskompetansen er batteriteknologi for å etablere battericellefabrikker og kjemisk kompetanse for å starte hydrogenproduksjon. Innenfor karbonfangst er det nødvendig med sammensatt kompetanse som muliggjør integrasjon av fangstteknologi i den enkelte industriprosessen som utslipp skal fanges fra.

Etterspurt kompetanse kan til en viss grad hentes og overføres fra etablerte verdikjeder i Norge, men i enkelte verdikjeder der produksjon til nå har foregått i andre deler av verden – som batteriproduksjon – vil

det være nødvendig for å importere spisskompetanse fra utlandet i en etableringsfase.

Tabell 3-1 oppsummerer kompetansebehovet i etableringsfasen for de nye bransjene. En mer detaljert gjennomgang av behovet i alle delene av hver verdikjede er beskrevet i kapittel 2.

Tabell 3-1: Kompetansebehov i etableringsfasen av nye bransjer

Bransje	Kompetanseområder
Havvind	<ul style="list-style-type: none"> prosjekterings-, prosess- og monteringskompetanse fra operasjoner offshore kompetanse med elektro- og byggfag, samt vindteknikk
Batteri	<ul style="list-style-type: none"> prosess- og teknologikompetanse (batteriteknologi) prosjektering og bygg- og anleggskompetanse
Hydrogen	<ul style="list-style-type: none"> bygg og anleggsfag automasjon, material- og prosesssteknologi kjemisk kompetanse
CCS	<ul style="list-style-type: none"> bygg og anlegg kjemi, prosess- og materialteknologi prosjektledelse

Etter at fabrikkene er etablert og produksjonen er startet vil det være et kontinuerlig kompetansebehov i **driftsfasen** for de nye bransjene. I alle bransjene vil det være et stort behov for operatører som drifter maskiner og følger produksjonen. Dette vil være operatører med ulik kompetanse innen metallurgi, borefag og kjemi. I produksjonen vil det også være behov for enkelte med samme kompetanse kombinert med mellomleder- eller prosjektlederkompetanse for å lede og organisere team. I enkelte av bransjene, spesielt verdikjeden for havvind, vil det også være behov for montører. Alle disse behovene bør kunne dekkes av personer med fagskoleutdanning og fagbrev, supplert med enkelte personer med universitets- og høyskoleutdanning i faget.

Med økende grad av automatiserte prosesser og systemer vil det være behov for kompetanse innen digitale systemer, optimalisering og automasjon. Denne kompetansen vil kombineres med operatørkompetanse for å håndtere nye systemer og utnytte disse best mulig. Til disse arbeidsoppgavene vil det være behov for både fagskoleutdannede og personer

med teknologisk og digital utdanning fra universitet/høyskole, som jobber sammen om å drifte og utvikle løsningene.

Alle de nye bransjene som er inkludert i analysen har nær tilknytning til energisystemet, enten i form av å produsere energi eller energibærere, eller i form av å være industri med energi som en svært viktig innsatsfaktor. Det vil derfor være et generelt behov for kompetanse innen energisystemer og elkraft på tvers av bransjene. Dette omfatter både personer med fagbrev innen elektro, samt personer med høy utdanning innenfor elektrofeltet.

Innenfor flere av bransjene vil det være behov for kompetanse knyttet til sikkerhet, spesielt knyttet til kjemiske prosesser og transport av gasser. Spørsmål knyttet til sikkerhet ved transport og lagring av hydrogen og CO₂ er en av utfordringene bransjene må løse for at helhetlige verdikjeder skal etableres. Kombinert med kjemis kompetanse for å overholde sikkerhet, vil det være behov for kompetanse innen logistikk for å transportere og lagre disse produktene. Her finnes allerede mye kompetanse i petroleumsvirksomheten, men det vil være behov for omstilling og videreutdanning for å håndtere nye stoffer og produkter med andre egenskaper enn naturgassen. Det vil også være behov for høyere utdanning innenfor kjemi, og andre tekniske fag for å utvikle og videreutvikle løsninger, jf. også oppsummering av kunnskapsbehov.

Når man ser på hele verdikjeder, vil det være behov for kompetanse knyttet til gjenbruk og gjenvinning. En generell materialkompetanse vil være nødvendig for å kunne ta i bruk deler av produkter på nytt. I tillegg vil det være behov for spesifikk materialkompetanse mot enkelte materialer og råvarer i de ulike produktene som produseres. Dette omfatter personer fra alle utdanningsnivåer.

Oppsummerende kompetansebehov i driftsfasen fordelt på de fire nye verdikjedene er vist i Tabell 3-2.

Tabell 3-2: Kompetansebehov i driftsfasen for nye bransjer

Bransje	Kompetanseområder
Havvind	<ul style="list-style-type: none"> • prosessautomasjon og standardisering • maritim transport • vindteknikk og elektro • digitalisering og optimalisering
Batteri	<ul style="list-style-type: none"> • metallurgi, prosess- og materialteknologi • storskala manufacturing • elektrokjemi og kraft • automatisering • gjenbruk og resirkulering
Hydrogen	<ul style="list-style-type: none"> • prosessautomasjon • kjemisk kompetanse • digitalisering og analyser • sikkerhet og logistikk
CCS	<ul style="list-style-type: none"> • prosessautomasjon • energi og kjemi • logistikk og transport

3.2 Endret kompetansebehov i eksisterende bransjer

I verdikjedene som omfatter eksisterende bransjer vil det i hovedsak være en videreføring av dagens kompetansebase. Innenfor maritim sektor vil det være behov for verftkompetanse, prosessautomasjon, mekanikere og automatører. Innen skog vil det være behov for kompetanse innen skog- og trefag, og kjemisk og mekanisk kompetanse. Optimalisering av kraftsystemet vil medføre behov for kompetanse innen elkraft, energidisponering, -planlegging og -markeder, samt systemutvikling, operatører og montører. Innenfor bærekraftige bygg vil det være behov for kompetanse innen prosjektering, bygg- og materialteknikk, samt tømmer-, murer- og elektrofag. Avhengig av hva slags ambisjoner og planer som legges til grunn for utviklingen i bransjen, vil det være behov for flere eller færre sysselsatte med denne kompetansebasen. Kompetansebasen omfatter alle utdanningsnivåene, relativt jevnt fordelt mellom fag- og yrkesopplæring, fagskoleutdanning, bachelor og master.

Omstilling av bransjene vil i tillegg til den eksisterende kompetansebasen skape behov for nye kompetanseområder, spesielt innen sirkulærøkonomi og digitalisering. Verdikjedene ses i større grad i et helhetlig og sirkulært perspektiv der materialer og produkter gjenbrukes eller resirkuleres. Tilknyttet

denne delen av verdikjeden vil det være et økende behov for material- og prosesskompetanse, og kompetanse knyttet til avfallshåndtering, gjenvinnings-systemer og sirkulærøkonomi. Dette omfatter teknisk fagskoleutdannede, og personer med høy akademisk kompetanse innen materialteknologi og kjemi.

Digitalisering og digitale løsninger blir i økende grad en del av alle leddene i verdikjedene. Eksisterende kompetansebase vil derfor ha behov for å kombineres med digital kompetanse for å håndtere nye systemer og løsninger i produksjon eller drift. Digital kompetanse som er viktig inn i bransjene er blant annet digitalisering og optimalisering, maskinlæring og analyser, og krever personer med høy akademisk utdanning innenfor feltet.

Oppsummerende kompetansebehov i omstilling av eksisterende bransjer fordelt på hver av de fire bransjene er vist i Tabell 3-3.

Tabell 3-3: Kompetansebehov i omstilling av eksisterende bransjer

Bransje	Kompetanseområder
Maritim sektor	<ul style="list-style-type: none"> • mekanikk- og elektrofag • prosessautomasjon • materialteknologi og sikkerhet • teknisk maritim kompetanse • resirkulering
Skog	<ul style="list-style-type: none"> • skog- og trefag • trefteknologi og treforedling • mekanisk og kjemisk kompetanse • transport og energisystemer • gjenbruk og resirkulering
Kraftsystem	<ul style="list-style-type: none"> • elkraft, energidisponering, -planlegging og -markeder • montører, systemutvikling og operatører • IT, statistiske metoder, analyse og maskinlæring
Bærekraftig bygg	<ul style="list-style-type: none"> • byggeteknikk • material-, prosess- og trefeknikk • tømmer-, murer-, elektriker- og rørleggerfag • digitalisering og elkraft

3.3 Kunnskapsbehov i nye og eksisterende bransjer

I tillegg til behovet for ny kompetanse, er det også et tydelig kunnskapsbehov i alle de åtte bransjene. Skal

man realisere ambisjonene om etablering av nye verdikjeder og omstilling av eksisterende, vil en satsing på kunnskapsutvikling, i form av forskning og utvikling, være en avgjørende forutsetning for å lykkes. Uten den nødvendige utviklingen i kunnskap vil ikke et dekket kompetansebehov føre til store forandringer.

I realiteten vil en del av det omtalte kompetansebehovet i både de nye og etablerte industriene også omfatte et kunnskapsbehov. I alle verdikjedene er det behov for å ta i bruk ny teknologi og løsninger som er mindre modne enn de konvensjonelle løsningene. En viktig del av arbeidet til de som jobber i de aktuelle verdikjedene vil være å utvikle, integrere, teste og implementere ny eller forbedret teknologi, med prosessforbedringer, kostnadsreduksjon og videre teknologiutvikling som viktige mål. Kunnskapsbehovet knyttet til nye og etablerte næringer – og særlig det som vil dekkes gjennom innsatser i bedriftene, er derfor også omtalt under 3.1, 3.2, og 3.3.

I tillegg til utviklings- og innovasjonsaktivitetene som foregår internt i bedriftene vil det være et behov for at forskningsmiljøene bidrar med grunnforskning og anvendt forskning, innenfor relevante fagfelt og i samarbeid med næringen. Den doble omstillingen – både mot en mer bærekraftig og digital økonomi, krever en forsterket innsats innenfor flere tematiske områder. De ulike verdikjedene har kunnskapsbehov både knyttet til alt fra råmaterialer, produksjonsprosesser, optimering og digitalisering av drift, og nye produkter, tjenester og forretningsmodeller.

De ulike verdikjedene baserer seg på teknologi med ulik modenhet, og med ulikt potensiale for kostnadsreduksjoner og videre teknologiutvikling. Innenfor karbonfangst- og lagring, grønt hydrogen og flytende havvind er det for eksempel stort behov for utviklingsaktiviteter som kan bidra til kostnadsreduksjoner og kommersialisering av løsningene. Teknologiutvikling vil også kunne bidra til optimering av prosesser og kostnadsreduksjon for alle bransjene.

Innenfor batteriproduksjon vil det være et kunnskapsbehov knyttet til nye råmaterialer som anode- og katodemateriell. Et eksempel på slik utvikling er Beyonder, som skal bruke aktivt karbon fra sagflis som anodematerialet i battericellene sine. I verdikjeden for bærekraftige bygg vil det også være et kunnskapsbehov knyttet til å ta i bruk nye råmaterialer, for eksempel bedre utnyttelse av trevirke eller resirkulert materiale. I verdikjeden for skog vil utgangspunktet fremdeles være tre, men det

vil være behov for forskning og innovasjon innen nye produksjonsprosesser og produkter for anvendelse både i tremekanisk industri og kjemisk treforedling og bioraffinering.

Flere av bransjene vil også stå overfor en omstilling med mål om å redusere utslipp, elektrifisere og/eller effektivisere energibruken i produksjon og i transport. Dette skaper et stadig kunnskapsbehov knyttet til energisystemer og bruk av nye energikilder og energibærere, samt infrastruktur for disse. Kunnskapsbehovet vil være relatert både til utvikling av nye løsninger, integrering og optimalisering av disse løsningene, energieffektivisering og utnyttelse av overskuddsvarme. I alle deler av næringslivet vil også digitalisering og automatisering av prosesser og tjenester være en viktig komponent i omstillingen

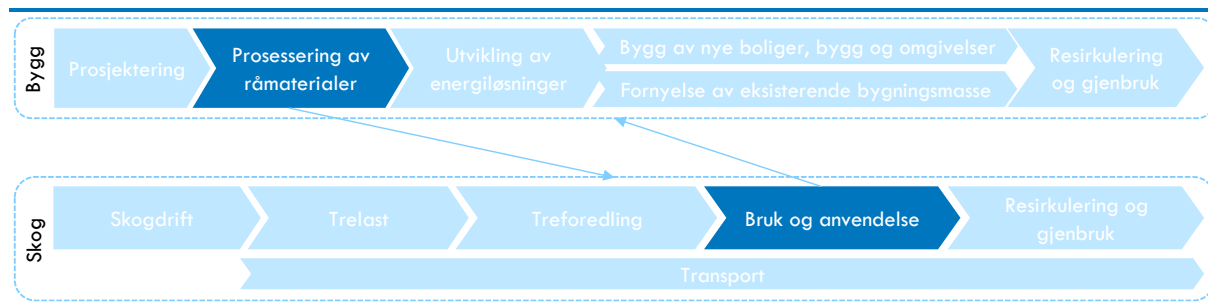
Kunnskapsutviklingen vil påvirke kompetansebehovet på kort og lang sikt, både i positiv og negativ retning. Forsknings- og utviklingsaktiviteter vil for det første kreve arbeidsinnsats fra personer med høy relevant utdanning eller betydelig realkompetanse. I en fase med etablering av flere nye industrier og stor omstillingsaktivitet i Norge er det naturlig å anta at behovet for slik kompetanse vil øke. Videre vil kunnskapsutvikling også kunne redusere behovet for kompetanse, for eksempel gjennom implementering av ny teknologi og digitale løsninger som innebærer at behovet for arbeidskraft reduseres.

3.4 Overlapp mellom verdikjedene

I vurderingen av det samlede behovet for arbeidskraft med riktig kompetansesammensetning i alle de åtte bransjene er det viktig å se sammenhengen mellom verdikjedene. Flere av verdikjedene inngår i hverandre på ulike vis, eller påvirker hverandre. Disse sammenhengene er viktig å ha med seg inn i en total vurdering for å (i) unngå dobbelttelling når vi aggregerer behov og (ii) fordi omfanget av utvikling i en bransje kan være avgjørende for hvor stort omfanget er i andre bransjer.

Et eksempel på sammenhenger mellom verdikjedene finnes mellom verdikjeden for skog og bærekraftig bygg, som illustrert i Figur 3-1. «Bruk og anvendelse» i verdikjeden for skog kan for eksempel være som materialer inn i bygg eller fornyelse av bygningsmasse. Samtidig kan «Prosessering av råmaterialer» i verdikjeden for bærekraftige bygg være aktiviteter i skogverdikjeden dersom trevirke brukes som materiale.

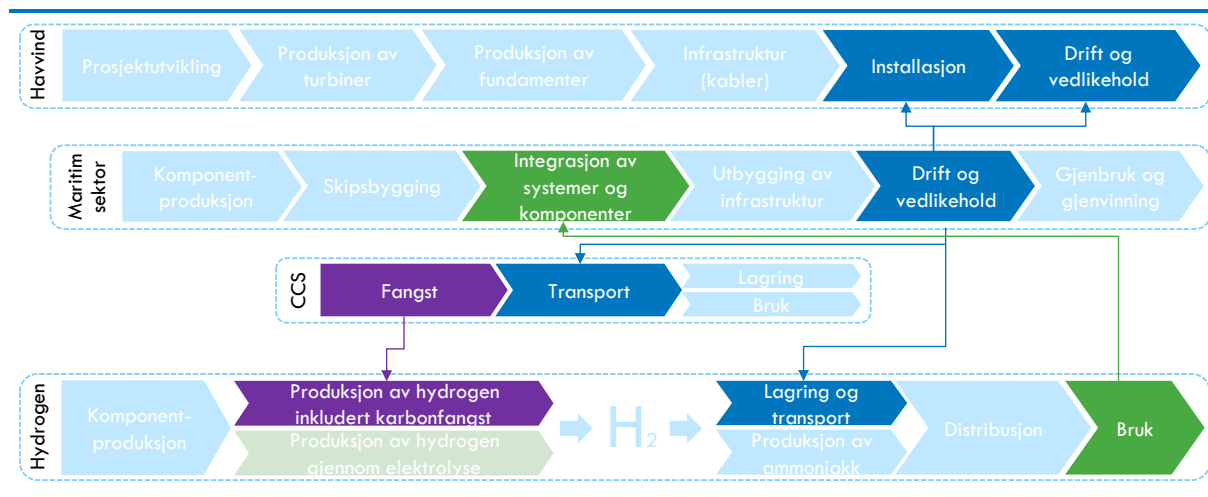
Figur 3-1: Overlapp mellom verdikjeden for bygg og skog



Det er også sammenhenger mellom flere av de andre verdikjedene. Ser man havvind, maritim sektor, karbonfangst og -lagring og hydrogenproduksjon under ett, finnes det en rekke koblinger, som illustrert i Figur 3-2. For det første må fangst av CO₂ i karbonfangstverdikjeden brukes for å produsere blått hydrogen. Videre vil et viktig område for bruk av

hydrogen være maritim sektor, som da trenger integrerte systemer for dette. Til slutt vil også omstillingen av maritim sektor tilpasses flere nye markeder, både installasjon, drift og vedlikehold av havvind, transport av fanget karbon, og transport av hydrogen. Både hydrogen og fanget karbon vil være aktuelt å frakte både med skip og i rørledninger.

Figur 3-2: Tett sammenheng mellom flere av verdikjedene



Disse sammenhengende mellom verdikjedene er viktig å ha i bakhode når vi videre skal sette opp scenarier for utvikling i det totale sysselsettingsbehovet i bransjene som helhet.

3.5 Scenarier for utvikling i sysselsetting og kompetansegap i bransjene

For å illustrere det totale sysselsettingsbehovet i bransjene som er analysert, har vi skissert to scenarier for ambisjonsnivået som vil definere utviklingen mot 2030. Scenariene danner ytterpunktene for sysselsettingen i 2030 – med lave og høye ambisjoner for utvikling i bransjene. Scenariene viser den totale sysselsettingen som kan komme i tillegg til dagens sysselsetting i den enkelte bransje. Dette omfatter alle typer yrker, og ikke bare

sysselsettingen innenfor kjernevirksomheten, som er vektlagt i analysen av den enkelte verdikjede. Forutsetningene for begge scenariene er beskrevet i Tabell 3-4, og mer detaljert beskrivelse av hva som ligger bak disse argumentene er beskrevet i Vedlegg B. Sysselsettingen i de ulike bransjene i scenariene er illustrert i Figur 3-3.

For de nye bransjene bygger scenarioet «lave ambisjoner» på planer som allerede er relativt etablerte og som med stor sikkerhet vil gjennomføres. «Høye ambisjoner» er basert på ambisjonene for 2030, slik McKinsey har illustrert i rapporten «Norge i morgen». I rapporten trekker de inn ambisiøse ambisjoner for havvind, batteri, hydrogen og karbonfangst og -lagring. Rapporten tar også i noen grad hensyn til overlapp mellom verdikjeder, i anslagene på behov for sysselsatte, blant annet rollen til maritim sektor inn i andre verdikjeder.

Det er ikke lagt til grunn ytterligere vekst i de eksisterende bransjene under «lave ambisjoner»: En tilsvarende vekst som de siste årene vil likevel legges til grunn når vi framskriver kompetansegapet i den

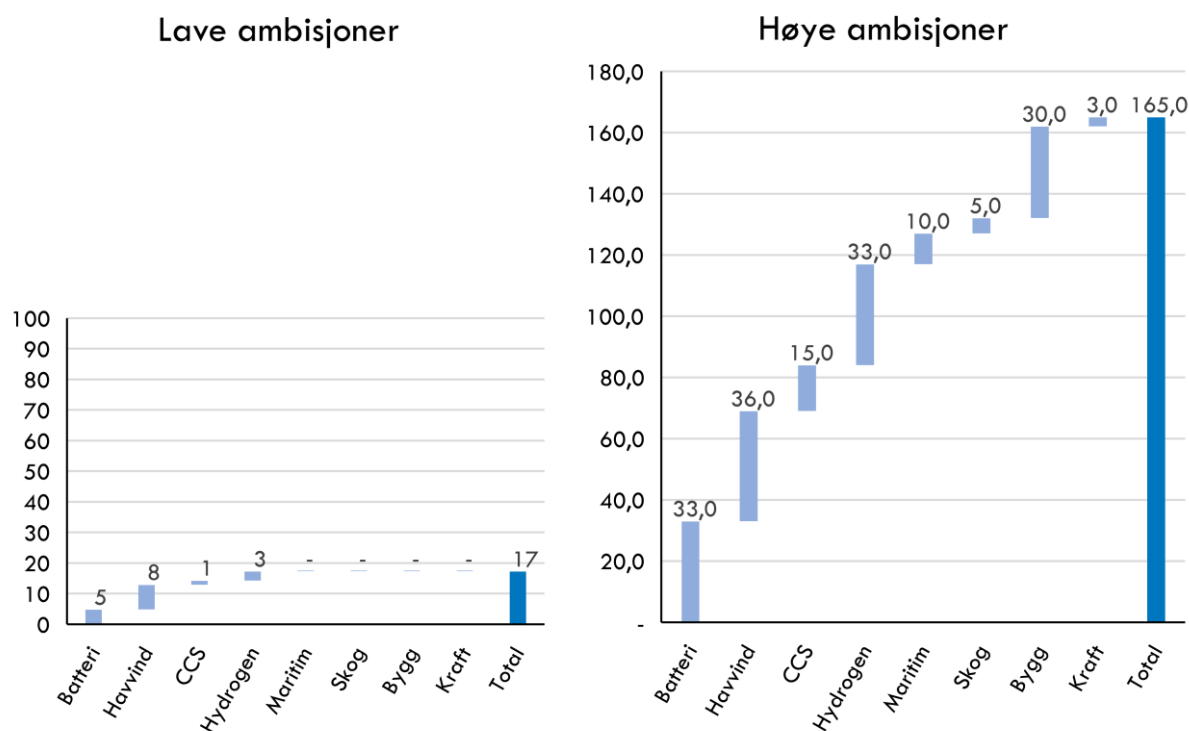
generelle økonomien i kapittel 4. «Høye ambisjoner» for eksisterende bransjer legger til grunn vekst i de etablerte verdikjedene utover den generelle veksten i økonomien.

Tabell 3-4: Scenarier for sysselsetting i 2030 utover generelle framskrivninger

	Bransje	Lave ambisjoner*		Høye ambisjoner**	
		Sysselsetting	Forutsetning	Sysselsetting	Forutsetning
Nye bransjer	Havvind	8 100	Installert kapasitet på 4,5 GW	36 000	Installert kapasitet på 20 GW
	Batteri	4 750	Produksjon av 90 GWh	33 000	Produksjon av 200 GWh
	Hydrogen	3 000	Produksjon av 250 000 tonn	33 000	Produksjon av 2,8 millioner tonn
	CCS	1 400	Lagret 0,8 MtCO ₂	15 000	Lagret 60 MtCO ₂
Omsifling av eksisterende bransjer	Maritim sektor	<i>Ikke ytterligere vekst i sysselsettingen enn generelle framskrivninger i økonomien.</i>		10 000	50 % grønne fartøy for norskregistrerte båter
	Skog			5 000	Kraftig satsning på bransjen
	Kraftsystemet			30 000	Kraftig satsning på bransjen
	Bærekraftige bygg			3 000	Kraftig satsning på bransjen

*Estimatene for produksjon og sysselsetting i scenarieret med lave ambisjoner er basert på dagens planer og tilhørende sysselsettingstall fra bransjeaktører. **Estimatene for produksjon og sysselsetting i scenarieret med høye ambisjoner er basert på McKinsey, 2022: Norge i morgen (for nye bransjer) og andre optimistiske framstillinger.

Figur 3-3: Sysselsetting (i 1000) i 2030 i scenarierne



3.5.1 De to scenarierne kan representere forventet utvikling på kort og lang sikt

De to scenarierne er ment å illustrere to ytterpunkter i utviklingen fram mot 2030. Scenarioet «Lave ambisjoner» er konservativt, fordi dette kun omfatter kjente initiativer som allerede er under utvikling. Det finnes allerede en rekke planer og initiativer i tidlige faser som kan bli realisert før 2030. Det er likevel et stort spørsmål om utviklingen i disse nye bransjene vil komme på toppen av annen aktivitet i økonomien, eller om dette vil fortrenge deler av aktiviteten i andre bransjer. Tilgangen på kompetent personell vil være en av de viktige faktorene som påvirker dette. Dersom noe av aktiviteten i de nye verdikjedene fortrenger annen aktivitet, vil det samlede kompetansebehovet kunne være lavere enn illustrert her.

Scenarioet «Høye ambisjoner» innebærer svært store etableringer som skal skje innenfor en relativt kort tidsperiode, og vår vurdering er at scenarioet sannsynligvis viser en for høy utvikling. Dette gjelder selv om kompetanse- og kunnskapsbehovet ikke skulle være begrensende. Disse bransjene konkurrerer om en rekke av de samme knappe innsatsfaktorene, både kompetanse, men også kraft og arealer. Det er derfor

⁴ Regjeringen har ambisjoner om å redusere barrierene knyttet til nett- og krafttilgang, for å legge til rette for ny industri i Norge. Et av grepene i regjeringens batteristrategi er å «legge til rette for mer fornybar krafttilgang». I regjeringens veikart til grønt industriløft pekes det på at

ikke sannsynlig at de høye ambisjonene innenfor alle bransjene kan realiseres samtidig.

I dag er det knapphet på nettkapasitet i store deler av landet, og det er ikke utsikter til at dette bedrer seg før Statnett har gjennomført store investeringer i transmissjonsnettet. Slike investeringer tar tid, og selv med foreslåtte tiltak til effektivisering av prosessene er det forventet at det vil være begrenset nettkapasitet til nye industrietableringer frem mot 2030-tallet.

Et viktig fortrinn for Norge i etablering av ny industri, har også vært relativt lave kraftpriser, og tilgang på gode langsiktige kraftavtaler. Økt etterspørsel etter kraft som følge av nyetableringer og elektrifisering vil også kunne materialisere seg i høyere kraftpriser, dersom utviklingen ikke motsvares av investeringer i produksjon. Flere av de analyserte bransjene er kraftkrevende, og kraftprisen vil spille inn på investeringsbeslutninger. Høyere priser og forventinger om høy fremtidig kraftpris kan både redusere mengden nyetableringer og omfanget av omstilling til elektrifisering.⁴

Nyetableringer er også plasskrevende og avhengig av egnede og regulerte arealer. Etablering er også

norsk industri skal ha tilgang til ren og rimelig fornybar energi og at den fornybare kraftproduksjonen derfor må økes. Regjeringen ønsker at krafttilgangen i Norge skal fortsette å være et konkurransefortrinn for norsk industri internasjonalt.

avhengig av at arealene har god krafttilgang og annen nødvendig industriell infrastruktur som for eksempel havner og større veier. Etablering av industri har store konsekvenser for areal og miljø i områdene hvor det lokaliseres, og kommer gjerne i konflikt med andre interesser som ønsker alternativ bruk av arealene. Det er derfor relativt omfattende prosesser for regulering av områder til industriformål og for industrien har det derfor en verdi at prosessene allerede er gjennomført. Nyetableringer i tilgjengelige områder vil dermed hindre annen etablering i dag eller senere.

I tillegg til disse faktorene kan altså tilgangen på kompetanse og kunnskap være en begrensende faktor. Vi har pekt på at de ulike bransjene konkurrerer om den samme tekniske kompetansen, både fagarbeidere, ingeniører og forskere. Det finnes i dag relevant kompetanse i Norge, spesielt innenfor prosess- og petroleumsindustrien, med stor overføringsverdi til de nye bransjene som er analysert her. Samtidig er denne kompetansen altså bundet opp i allerede lønnsomme næringer. Selv med betydelig satsing på utdanning og etterutdanning, vil utviklingen i petroleumsindustrien sette rammer for hvor mye kompetanse som vil være tilgjengelig for andre bransjer. Fortsatt høye olje- og gasspriser og høy aktivitet på sokkelen vil bremse utviklingen, mens en nedgang vil kunne øke tilgang på kompetent arbeidskraft som kan bidra i utvikling av nye bransjer.

I tillegg til flere begrensende faktorer som bransjene konkurrerer om, vil generelle konjunkturer og større svingninger i markedene påvirke omfanget av vekst i både nye og eksisterende bransjer. I lavkonjunkturer faller både etterspørselen etter sluttprodukter og investeringene i produksjonen, og produksjonsnivåene vil falle som et resultat. Slike fall er spesielt synlige i

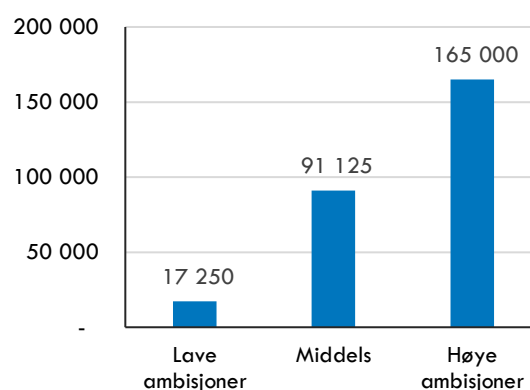
større globale økonomiske kriser, som for eksempel finanskrisen i 2008.

Med 2030 som tidshorisont, vurderer vi det som sannsynlig at vi ligger nærmere det lave enn det høye scenarioet. Det høye scenarioet kan heller, etter vår vurdering, illustrere en ønsket utvikling enda lenger frem i tid.

3.5.2 Scenario «Middels»

For å illustrere en mellomting mellom de to scenarioene som skisserer hvert sitt ytterpunkt har vi lagt til et «Middels»-scenario, som vil være mer realistisk i et perspektiv mot 2030. Scenarioet ligger midt mellom scenarioene for lave og høye ambisjoner. Dette skisserer et scenario der de høye ambisjonene kan oppnås på lengre sikt, innen 2040, men der deler omtrent halvparten av denne veksten ikke kommer før etter 2030. Det totale sysselsettingsbehovet i 2030 for de utvalgte bransjene i de tre scenarioene er illustrert i Figur 3-4.

Figur 3-4: Totalt sysselsettingsbehov i 2030 innenfor åtte utvalgte bransjer i tre scenarioer



4. Utvalgte yrkesgrupper som er sentrale for grønn omstilling

Basert på analysen av de åtte verdikjedene har vi identifisert en lang rekke yrker som samlet synes særlig sentrale for å dekke kjernevirksomheten i de ulike bransjene. Vi kategoriserer disse i tre hovedgrupper, (i) sivilingeniører og IKT-utviklere, (ii) ingeniører og arbeidsledere og (iii) håndverksyrker og operatører. Statistikken viser at en god del i de utvalgte yrkesgruppene har lavere utdanningsnivå enn yrkene skulle tilsi. Virksomhetene i Norge rapporterer også selv om kompetansemangel innenfor disse yrkesgruppene. For noen yrker, særlig bygningsarbeidere, er det en høy andel arbeidsinnvandrere, som er nok en indikasjon om at det allerede er stor konkurranse om kandidater til å dekke dette kompetansebehovet.

I dette kapitlet går vi gjennom sysselsettingsutviklingen i yrkesgruppene som vi har vurdert som sentrale for utviklingen i de åtte verdikjedene. Vi ser også på utdannings sammensetningen i de aktuelle yrkesgruppene, for å analysere i hvilken grad næringslivet i dag får tak i kvalifisert arbeidskraft, så vel som innrapporterte tall for mangel på arbeidskraft i de relevante yrkene.

Gjennom disse statistiske øvelsene kan vi få innsikt i dagens situasjon når det gjelder tilgjengelighet av etterspurt kompetanse. Tallene presentert i dette kapitlet gjelder for hele økonomien, og er ikke avgrenset til de åtte bransjene. I neste kapittel ser vi nærmere på kompetansebehovet innenfor de samme yrkene i de åtte utvalgte bransjene.

4.1 En tredeling av yrkesgruppene

Basert på analysen av de åtte utvalgte verdikjedene i kapittel 2, oppsummerte vi i kapittel 3 kompetanseområder som virker særlig relevante. Disse kompetanseområdene er beskrevet ut fra informasjonsinnhenting gjennom intervjuer og dokumentstudiet, men er ikke å gjenfinne i SSBs statistikk. For å få innsikt i sysselsettingsutviklingen innenfor disse yrkene i Norge, har vi derfor valgt følgende tilnærming, der vi ser på tall for hele økonomien og ikke avgrenset til de utvalgte bransjene:

- Vi har identifisert en lang rekke yrker fra SSBs standard for yrkesklassifisering, som vi vurderer

at sammenfaller best mulig med kompetanseområdene kartlagt gjennom intervjuer og dokumentstudiet (kapittel 3).

- Yrkene deles inn i tre kategorier, som illustrert i Tabell 4-1. For de tre kategoriene benytter vi som en forenkling betegnelse (i) sivilingeniører og IKT-utviklere (ii) ingeniører og arbeidsledere og (iii) håndverksyrker og operatører. Betegnelsene er ment å være mest mulig beskrivende for hovedvekten av yrkene innenfor den enkelte kategori.
- Vi beskriver sammensetningen av yrkesgrupper og antall sysselsatte per yrkesgruppe over tid (2015–21).
- Kategoriene baserer seg på SSBs standard for yrkesklassifisering, og sier i utgangspunktet ikke noe om utdanningsbakgrunnen til de som jobber innenfor kategorien. Vi beskriver derfor også utdanningssammensetningen blant de sysselsatte innad i den enkelte kategori. Der vi ser at utdanningen er lavere enn forventet for de aktuelle yrkene (for relativt unge arbeidstakere), kan dette gi en indikasjon på et kompetansegap, ved at det er mistilpasning mellom utdanningsnivå og type arbeidsoppgaver.
- Vi sammenstiller tall for estimert mangel på arbeidskraft for hver kategori, basert på NAVs bedriftsundersøkelse (2015–2022). Dette estimatet er en sum av (i) ubesatte stillinger og (ii) stillinger som er besatt, men av personer med lavere eller annen formell kompetanse enn det virksomheten søkte etter.
- Vi viser til NHOs kompetansebarometer for å illustrere hvilket utdanningsnivå NHOs virksomheter særlig etterspør blant nytilsatte.
- Vi beskriver andel arbeidsinnvandrere i de aktuelle yrkene over tid (2015–2021), som indikerer behovet for arbeidskraft som ikke dekkes av kandidater utdannet i Norge.

Tabell 4-1: Tredeling av yrkesgrupper

Felles-benevning	Yrkesgrupper fra SSBs standard for yrkesklassifisering
Sivilingeniører og IKT-utviklere	Fysikere, kjemikere mv.
	Sivilingeniører (unntatt elektroteknologi)
	Sivilingeniører elektroteknologi
Ingeniører og arbeidsledere	Programvare- og applikasjonsutviklere/analytikere
	Databasedesignere, system-administratorer mv.
	Ingeniører
Ingeniører og arbeidsledere	Ledere av produksjon, utvinning, bygg og anlegg, transport
	Arbeidsledere innen bergfag, industri, bygg og anlegg
	Skipsmaskinister, dekksoffiserer og loser
Håndverksyrker og operatører	Prosesskontrollører
	Elektrikere mv.
	Bygningstekniske arbeidere
Håndverksyrker og operatører	Bygningsarbeidere
	Mekanikere og reparatører
	Støpere, sveisere, platemedarbeidere mv.
Håndverksyrker og operatører	Operatører innen borefag mv.
	Operatører metallproduksjon
	Operatører innen produksjon av kjemiske produkter
Håndverksyrker og operatører	Operatører innen treforedling og trelast
	Operatører av mobile maskiner mv.
	Dekks- og maskinmannskap (skip)
Håndverksyrker og operatører	Montører

Illustrasjon: Oslo Economics.

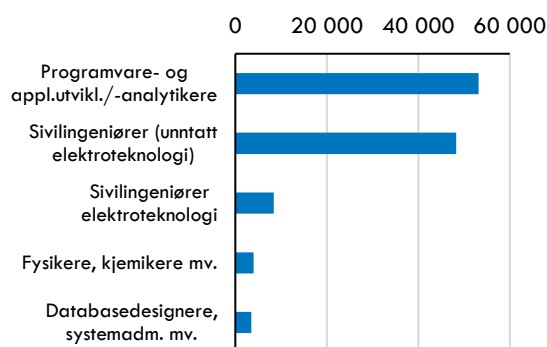
Yrkesgruppen 'sivilingeniører og IKT-utviklere' inkluderer 23 yrker, yrkesgruppen 'ingeniører og arbeidsledere' inkluderer også 23 yrker, mens yrkesgruppen 'håndverksyrker og operatører' inkluderer hele 42 yrker. Siden det til sammen er nærmere 90 yrker som inngår, har vi i Tabell 4-1 i høyre kolonne tatt utgangspunkt i et grovere aggregeringsnivå fra SSBs standard for yrkesklassifisering.

4.2 Sivilingeniører og IKT-utviklere

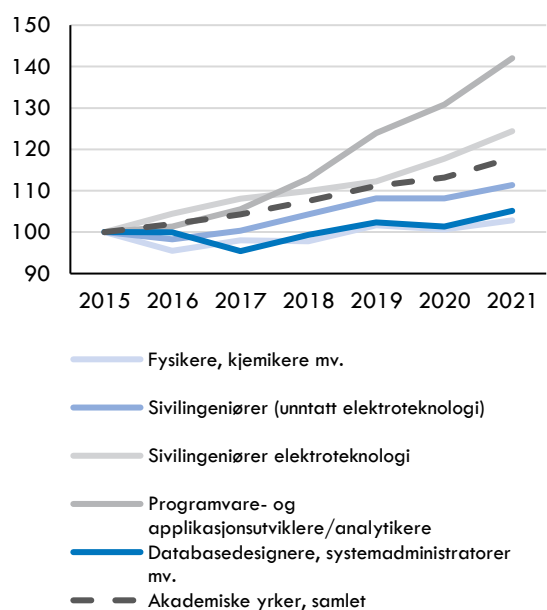
Gruppen vi forenklet kaller 'sivilingeniører og IKT-utviklere' omfatter programvare- og apputviklere/analytikere, databasedesignere, sivilingeniører, fysikere og kjemikere. Den største gruppen blant disse er programvare- og applikasjonsutviklere/analytikere, sammen med sivilingeniører unntatt elektroteknologi, med henholdsvis rundt 53 200 og 48 300 sysselsatte i 4. kvartal 2021 (Figur 4-1).

Det har siden 4. kvartal 2015 vært en kraftig vekst i 'akademiske yrker' (SSBs betegnelse), som er yrkesfeltet disse yrkesgruppene hører inn under i SSBs

oversikter: Antall sysselsatte i 4. kvartal 2021 er 18 prosent høyere enn i 4. kvartal 2015. De to største yrkesgruppene vi ser på, blant de utvalgte yrkene innen dette yrkesfeltet, har en enda sterkere vekst enn dette. Antall sysselsatte innen yrkesgruppen 'programvare- og applikasjonsutviklere/analytikere' er hele 42 prosent høyere i 4. kvartal 2021 enn i 4. kvartal 2015 (Figur 4-2).

Figur 4-1: Sysselsatte, etter yrkesgruppe. Antall personer. 4. kvartal 2021

Kilde: Registerbasert sysselsetting, SSBs statistikkbank (SSB, u.d.), tabell 12542.

Figur 4-2: Indeksert utvikling i sysselsettingen, etter yrkesgruppe. Tall 4. kvartal (2015 = 100)

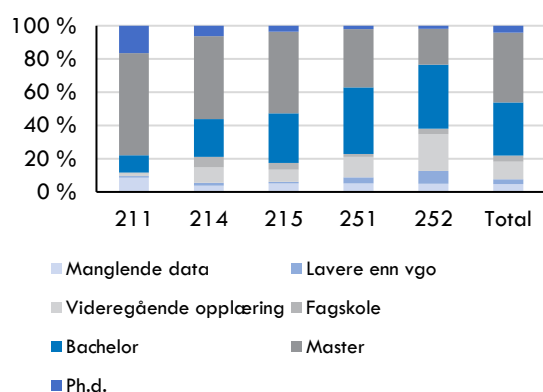
Kilde: Registerbasert sysselsetting, SSBs statistikkbank (SSB, u.d.), tabell 12542.

Vi vil i kapitlet senere se nærmere på kompetansegap, ved å se på koblinger mellom utdanningsnivå og yrkesgrupper. Vi ser derfor her innledningsvis på utdannings sammensetningen, etter nivå, i de utvalgte yrkesgruppene våre.

Når vi kobler yrker og utdanninger, vil det være misvisende å se på hele aldersgruppen samlet for å kunne tolke kompetansegapet. Dette skyldes at eldre arbeidstakere typisk har lavere utdanning enn yngre arbeidstakere, på gruppenivå, men de eldre arbeidstakerne gjerne har høy realkompetanse som følge av lang arbeidserfaring, slik også blant annet SSB peker på (Cappelen, Dapi, Gjefsen, & Stølen, 2020). Det ville da være misvisende å sammenligne en 25-åring med mastergrad med en 60-åring med videregående opplæring, men lang yrkeserfaring, og si at den første har høyere kompetanse enn den andre. Vi ser i neste figur derfor bare på aldersgruppen under 40 år.

I yrkesgruppen 'sivilingeniører og IKT-utviklere' er det en høyere andel sysselsatte under 40 år med mastergrad enn bachelorgrad. I tillegg er det også en liten andel med enda høyere utdanning (ph.d.). Innad i gruppen har yrkesgruppen 'fysikere, kjemikere mv.' den høyeste andelen med lang universitetsutdanning, mens de to yrkesgruppene med IKT-utviklere har en høyere andel med bachelornivå (Figur 4-3).

Figur 4-3: Høyeste fullførte utdanning, etter yrkesområde. Sysselsatte under 40 år. 4. kvartal 2020



211: Fysikere, kjemikere mv.
 214: Sivilingeniører (unntatt elektroteknologi)
 215: Sivilingeniører elektroteknologi
 251: Programvare- og applikasjonsutviklere/analytikere
 252: Databasedesignere, systemadministratorer mv.

Kilde: Tall hentet fra microdata.no (Sikt/SSB), analysert av Oslo Economics. Definisjoner fra SSBs standard for yrkesklassifisering.

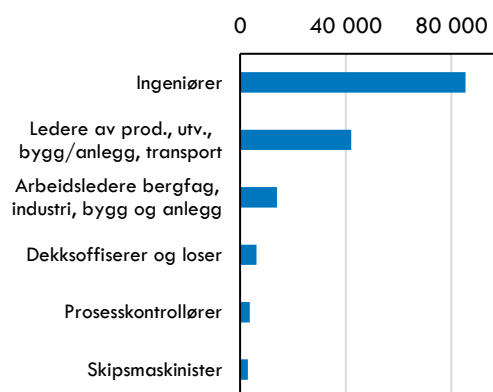
4.3 Ingeniører og arbeidsledere

I yrkesgruppen som vi forenklet kaller 'ingeniører og arbeidsledere' utgjør ingeniører helt klart flest, med rundt 85 300 sysselsatte i 4. kvartal 2021 (Figur 4-4). I tillegg omfatter gruppen ledere og arbeidsledere innen utvalgte områder, prosesskontrollører, dekkoffiserer og loser og skipsmaskinister.

⁵ Unntaket her er Ledere av produksjon, utvinning, bygg og anlegg og transport, som i SSBs klassifisering egentlig hører inn under yrkesfeltet 'Ledere', men som vi i denne

Fra 4. kvartal 2015 til 4. kvartal 2021 har 'høyskoleyrker' (SSBs betegnelse), som er det yrkesfeltet som disse yrkesgruppene i all hovedsak⁵ hører inn under, vokst med nær 4 prosent (Figur 4-5). Ledere av produksjon, utvinning, bygg og anlegg og transport har en sterkere vekst enn dette. De øvrige utvalgte yrkesgruppene har vokst svakere enn 'høyskoleyrker' samlet og innen to av yrkesgruppene (prosesskontrollører og skipsmaskinister/dekkoffiserer/loser) er antall sysselsatte i 4. kvartal 2021 lavere enn i 4. kvartal 2015.

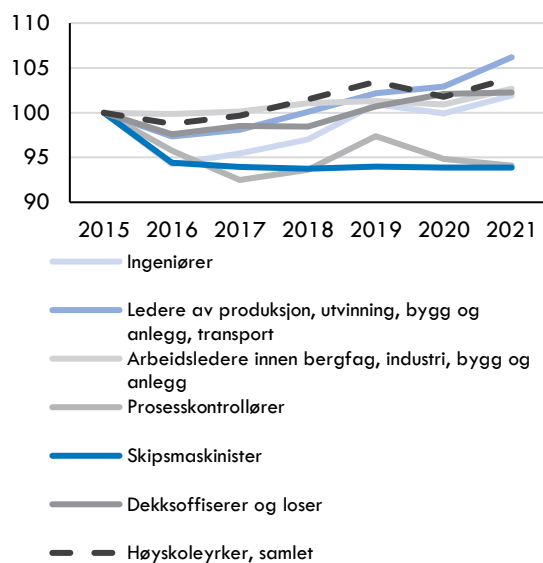
Figur 4-4: Sysselsatte, etter yrkesgruppe. Antall personer. 4. kvartal 2021



Kilde: Registerbasert sysselsetting, SSBs statistikkbank (SSB, u.d.), tabell 12542. Merknad: 'Skip- og dekkoffiserer og loser' er et utdrag av yrker innen en yrkesgruppe, siden de andre yrkene i denne gruppen (flygere, flygeledere og teknikere innen luftfartssikkerhet) ikke er relevante her.

sammenheng vurderer at passer inn i gruppen der vi har plassert dem her.

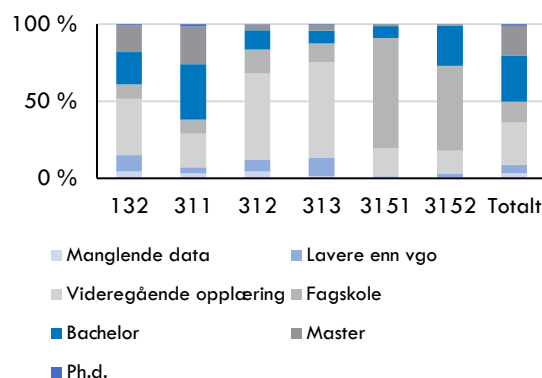
Figur 4-5: Indeksert utvikling i sysselsettingen, etter yrkesgruppe. Tall 4. kvartal (2015 = 100)



Kilde: Registerbasert sysselsetting, SSBs statistikkbank (SSB, u.d.), tabell 12542. Merknad: SSB bruker betegnelsen 'høgskole- og militære yrker', men her har vi manuelt silt bort militære yrker.

Vanligste utdanningsnivå for sysselsatte under 40 år i yrkesgruppen 'ingeniører og arbeidsledere', er høyere utdanning, på fagskolenivå eller høyere. Blant de med høyere utdanning er bachelor vanligste nivå. Når vi ser nærmere innad i hver yrkesgruppe, så er andelen med bachelor høyest for ingeniører, mens andelen med videregående opplæring er høyest for arbeidsledere, prosesskontrollører og ledere. Andelen med fagskolenivå er høyest blant skipsmaskinister, dekksoffiserer og loser (Figur 4-6).

Figur 4-6: Høyeste fullførte utdanning, etter yrkesgruppe. Sysselsatte under 40 år. 4. kvartal 2020



132: Ledere av prod., utvinning, bygg/anlegg og transport
 311: Ingeniører
 312: Arbeidsledere innen bergfag, industri, bygg og anlegg
 313: Prosesskontrollører
 3151: Skipsmaskinister
 3152: Dekkssoffiserer og loser

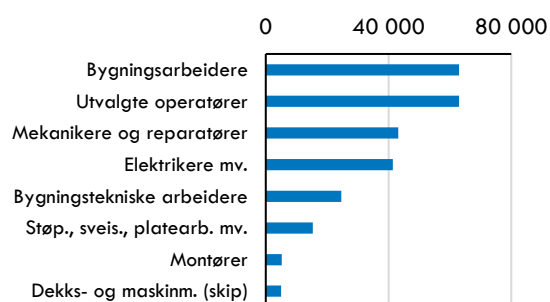
Kilde: Tall hentet fra microdata.no (Sikt/SSB), analysert av Oslo Economics. Definisjoner fra SSBs standard for yrkesklassifisering.

4.4 Håndverksyrker og operatører

Blant håndverksyrker og operatører utgjør bygningsarbeidere flest, med over 63 000 sysselsatte i 4. kvartal 2021 (Figur 4-7). For at figuren ikke skal bli for uoversiktlig, har vi slått sammen de utvalgte operatørene, og samlet utgjør disse omtrent like mange sysselsatte som bygningsarbeiderne.

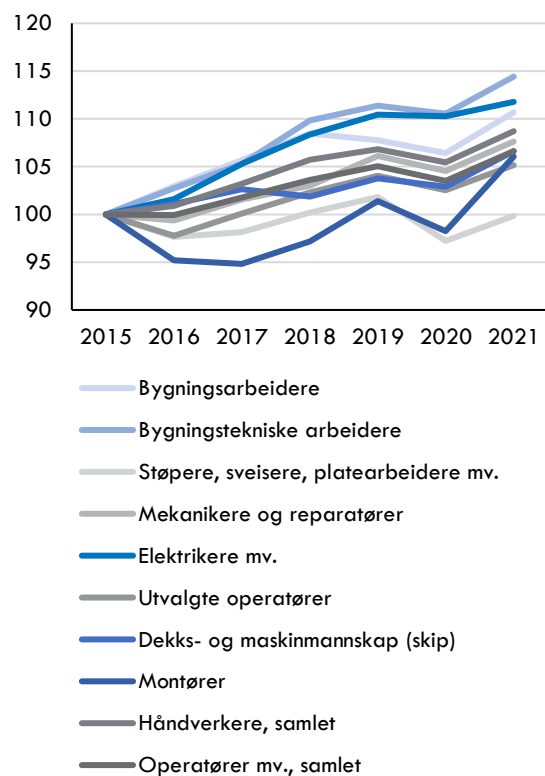
Yrkesgruppene hører inn under to ulike yrkesfelt i SSBs statistikk, henholdsvis 'håndverkere' og 'prosess- og maskinoperatører, transportarbeidere mv.'. Yrkesfeltet 'håndverkere' (SSBs benevning) har vokst med 9 prosent fra 4. kvartal 2015 til 4. kvartal 2021. Bygningstekniske arbeidere, bygningsarbeidere og elektrikere mv. har vokst enda sterkere enn dette. Yrkesfeltet 'prosess- og maskinoperatører, transportarbeidere mv.' (SSBs benevning) har samlet vokst med 7 prosent. Operatører av mobile maskiner mv. har omtrent samme vekst over perioden, mens operatører innen treforedling og trelast har enda sterkere vekst, på rundt 13 prosent. Øvrige yrkesgrupper innen dette yrkesfeltet har svakere utvikling enn dette og operatører innen metallproduksjon har lavere sysselsetting 4. kvartal 2021 enn gruppen hadde i 4. kvartal 2015.

Figur 4-7: Sysselsatte, etter yrkesgruppe. Antall personer. 4. kvartal 2021



Kilde: Registerbasert sysselsetting, SSBs statistikkbank (SSB, u.d.), tabell 12542. Merknad: 'Utvalgte operatører' inkluderer operatører innen (i) borefag mv., (ii) metallproduksjon, (iii) produksjon av kjemiske produkter, (iv) treforedling og trelast og (v) mobile maskiner mv.

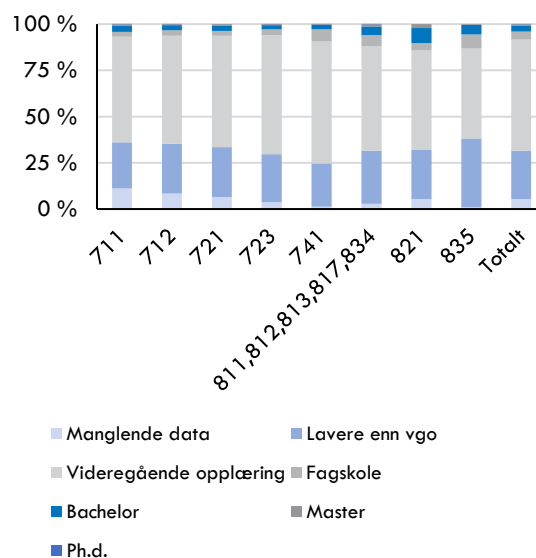
Figur 4-8: Indeksert utvikling i sysselsettingen, etter yrkesgruppe. Tall 4. kvartal (2015 = 100)



Kilde: Registerbasert sysselsetting, SSBs statistikkbank (SSB, u.d.), tabell 12542. Merknad: 'Utvalgte operatører' inkluderer operatører innen (i) borefag mv., (ii) metallproduksjon, (iii) produksjon av kjemiske produkter, (iv) treforedling og trelast og (v) mobile maskiner mv.

'Yrkesgruppen 'håndverksyrker og operatører' har samlet sett en høy andel sysselsatte under 40 år med videregående opplæring som høyeste fullførte utdanning. Andelen med fagskole er høyest for operatører innen borefag mv.

Figur 4-9: Høyeste fullførte utdanning, etter yrkesområde. Sysselsatte under 40 år. 4. kvartal 2020



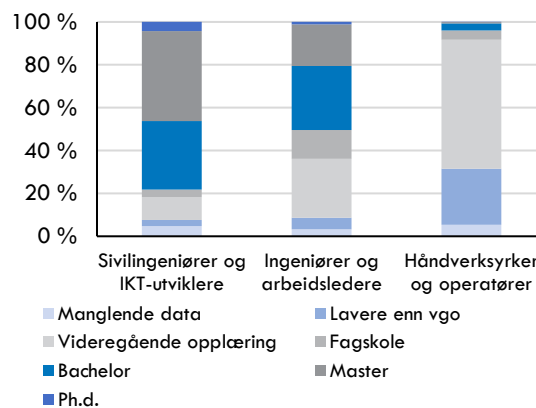
711: Bygningsarbeidere
 712: Bygningstekniske arbeidere
 721: Støpere, sveisere, platemedarbeidere mv.
 723: Mekanikere og reparatører
 741: Elektrikere mv.
 811, 812, 813, 817, 834: Utvalgte operatører
 821: Montører
 835: Dekks- og maskinmannskap (skip)

Kilde: Tall hentet fra microdata.no (Sikt/SSB), analysert av Oslo Economics. Definisjoner fra SSBs standard for yrkesklassifisering.

4.5 Et mål på kompetansegapet

Figur 4-10 oppsummerer figurene i forrige kapittel og viser hvordan utdannings sammensetningen varierer mellom de tre yrkesgruppene, blant sysselsatte under 40 år.

Figur 4-10: Yrkesgruppe, etter utdanningsnivå. Sysselsatte under 40 år. 4. kvartal 2020



Kilde: Tall hentet fra microdata.no (Sikt/SSB), analysert av Oslo Economics.

Siden vi har gjort en aldersavgrensning til sysselsatte under 40 år i Figur 4-10, og dermed ser bort fra sysselsatte med høy realkompetanse fra livslang arbeidserfaring, vurderer vi det som en nokså mild antagelse at kompetansegap vil være representert ved følgende utdanningsnivå

- de med utdanning lavere enn bachelornivå for sivilingeniører og IKT-utviklere, samlet
- de med utdanning lavere enn fagskolenivå for ingeniører og arbeidsledere, samlet
- de med utdanning lavere enn videregående opplæring for håndverksyrker og operatører, samlet

Antagelsene er milde i den forstand at vi ikke har lagt inn et krav om fagområde, kun utdanningsnivå.

Dersom vi i tillegg skulle trekke ut alle fagområder som ikke ga et godt samsvar med arbeidsoppgavene, ville kompetansegapet trolig øke en god del. Dette er imidlertid en for omfattende øvelse for dette prosjektet.

Vår tolkning av kompetansegap er at dette er behov som virksomheten har dekket med et lavere utdanningsnivå enn det vi antar vil være egnet for arbeidsoppgavene. Ut fra denne tolkningen, utgjør kompetansegapet i 4. kvartal 2021 rundt 22 prosent av sysselsettingen blant sivilingeniører og IKT-utviklere, rundt 36 prosent blant ingeniører og arbeidsledere og rundt 31 prosent blant håndverksyrker og operatører.

Det høye kompetansegapet for ingeniører og arbeidsledere skyldes dels at en del ledere innen produksjon, utvinning, bygg- og anlegg og transport har utdanning på videregående nivå. Det kan diskuteres om dette er reelt kompetansegap eller ikke, men hvis vi hadde brukt SSBs nivåinndeling av yrkesfelt som indikator på forventet utdanningsnivå, kunne vi forventet enda høyere utdanningsnivå for disse lederne enn vi har lagt til grunn her.

Det høye kompetansegapet for håndverksyrker og operatører henger blant annet sammen med den nokså høye andelen blant bygningstekniske arbeidere og bygningsarbeidere som har manglende data for utdanning eller en utdanning på lavere nivå enn videregående. Igjen kan det diskuteres om virksomhetene opplever dette som kompetansegap, men dersom virksomheten ønsker å øke andelen fagarbeidere, kan et slikt mål være en nyttig pekepinn på hvor stort omfanget er.

4.6 Virksomhetenes rapporterte kompetansemangel

Virksomhetenes selvoppgitte kompetansegap, som estimert i NAVs bedriftsundersøkelse, er lavere enn vårt mål på kompetansegapet. Dette kan indikere at mange virksomheter vurderer at oppgavene kan eller bør løses av arbeidskraft uten det forventede utdanningsnivået vi har lagt til grunn. Hva det reelle kompetansegapet er, avhenger derfor av hvem som definerer det.

Dersom ambisjonene er at sentrale arbeidsoppgaver skal løses av faglært arbeidskraft, er kompetansegapet betydelig større i Norge enn dersom målet er at en rekke oppgaver i sentrale yrker kan eller bør løses av ufaglært arbeidskraft til en lavere kostnad. Uansett hvilket av de to målene vi bruker, kan vi slå fast at det er kamp om kompetansen i disse yrkesgruppene allerede i dag.

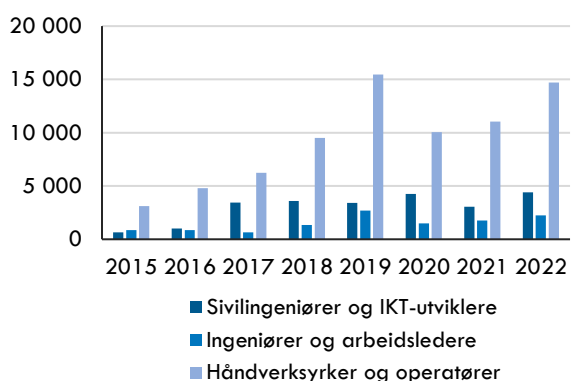
NAV's bedriftsundersøkelse estimerer mangel på arbeidskraft etter yrke. NAV bruker benevnningen 'mangel'. Det er mangel i den forstand at det er mangel på personer med ønsket kompetanse. Mangelen er imidlertid bare dels ubesatte stillinger og inkluderer i tillegg personer som har annen eller lavere kompetanse enn det virksomhetene var ute etter (Myklathun, 2022, s. 9).

Når vi oppsummerer mangelen på arbeidskraft for alle yrker i hver yrkesgruppe, finner vi en stor samlet mangel på yrkesgruppene våre.⁶ Mangelen i yrkesgruppen 'sivilingeniører og IKT-utviklere' er estimert til 4 400 personer i NAV's bedriftsundersøkelse våren 2022, mens mangelen i yrkesgruppen 'ingeniører og arbeidsledere' på samme tid er estimert til 2 250 personer og mangelen i yrkesgruppen 'håndverksyrker og operatører' til 14 700 personer. Det vil si at det til sammen på tvers av yrkesgruppene vi har beskrevet, er en estimert mangel på 21 350 personer våren 2022 (Figur 4-11). Både i antall personer, og som andel av sysselsatte i yrkesgruppen, er mangelen dermed størst for gruppen håndverksyrker og operatører.

⁶ NAV publiserer tall for estimert mangel i de ulike yrkene på sine nettsider (NAV, 2022). Vi har manuelt gått gjennom hvert Excel-ark (et ark per år) og har summert tallene etter

yrkesgruppe i tråd med Tabell 4-1 og underliggende yrker som følger av SSBs standard for yrkesklassifisering (SSB, 2011).

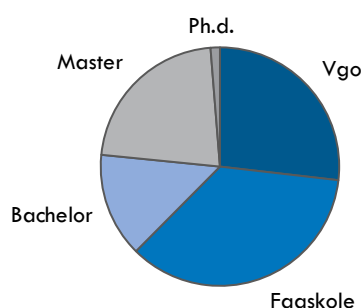
Figur 4-11: Mangel på arbeidskraft, etter yrkesgruppe. NAVs bedriftsundersøkelse. 2015–21



Kilde: Oslo Economics' sammenstilling av NAVs undersøkelser i de ulike årene. Merknad: Yrkesgruppene er våre benevninger.

Mens NAVs bedriftsundersøkelse er rettet mot både offentlige og private virksomheter, gjennomfører NHO årlig sitt eget kompetansebarometer, rettet mot NHO-bedriftene. NIFU, som gjennomfører undersøkelsen for NHO, estimerer at NHO-virksomhetene samlet i 2021 hadde et behov for nær 35 600 nytilsatte. Blant disse, er det størst behov for arbeidskraft med fagskoleutdanning (36 prosent) og videregående opplæring (27 prosent) som illustrert i Figur 4-12

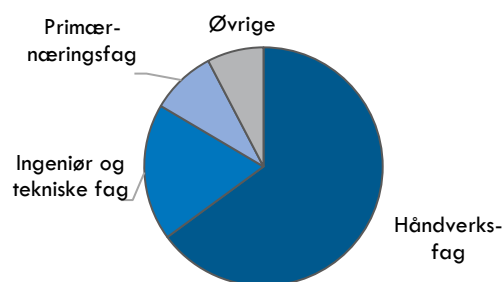
Figur 4-12: Estimert behov for nytilsatte, etter utdanningsnivå, blant NHOs virksomheter. 2021



Kilde: Estimert fra NIFU (Rørstad, Børing, & Solberg, 2022).

Blant de nytilsatte fagskoleutdannede som det er behov for, er det særlig etterspørsel etter fagområdene håndverksfag, ingeniør og tekniske fag og primærnæringsfag (Figur 4-13).

Figur 4-13: Estimert behov for nytilsatte, fagområde blant fagskoleutdannede. NHOs virksomheter. 2021



Kilde: Estimert fra NIFU (Rørstad, Børing, & Solberg, 2022).

Kompetansebehovsutvalget peker på at det er stor vekst i antallet fagskolestudenter de senere årene og at det er tverrpolitisk enighet om videre vekst. Utvalgets vurdering er at «høyere yrkesfaglig utdanning spiller en lite synlig, men viktig rolle for å imøtekomme dagens og morgendagens kompetansebehov» (Kompetansebehovsutvalget, 2022, s. 7). Utvalget skriver videre at deres kunnskapsgrunnlag viser at arbeidslivets etterspørsel etter fagskoleutdannede er stor, og vedvarende høyere enn tilbudet.

Kompetansebehovsutvalget peker på at sentrale utviklingstrekk, deriblant overgangen til et lavutslipps-samfunn, vil gi økt omstillingsbehov, som igjen øker etterspørselen etter fleksible utdanninger som kan møte nye kompetansekrav i arbeidslivet. Også gjennom intervjuer i dette prosjektet, fremheves det at fagskolekandidater på kort tid kan bidra med viktig ny kompetanse inn i virksomhetene, samtidig som de fortløpende kan stå i arbeid.

4.7 Andel innvandrere

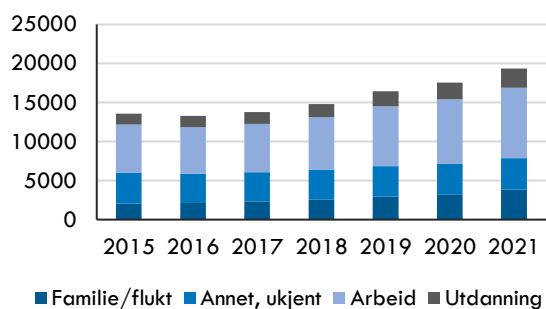
Utover de ulike bedriftsundersøkelsene, er en annen indikator på mangel dersom det er en høy andel arbeidsinnvandrere i en yrkesgruppe.

Samlet sett blant sysselsatte i alderen 20–66 år var det i 4. kvartal 2021 16 prosent innvandrere i yrkesgruppen 'sivilingeniører og IKT-utviklere', 12 prosent innvandrere i yrkesgruppen 'ingeniører og arbeidsledere' og 21 prosent innvandrere i yrkesgruppen 'håndverksyrker og operatører'. Dette er imidlertid alle innvandrere, uavhengig av innvandringsgrunn.

SSBs statistikkbank deler innvandrere etter yrkesgruppe og innvandringsgrunn. Tallene inkluderer da innvandrere, som er lønntakere, i aldersgruppen 20–66 år. Blant innvandrere i yrkesgruppen 'sivilingeniører og IKT-utviklere' utgjorde i 4. kvartal 2021 de som oppga familie og flukt som innvandringsgrunn til sammen 20 prosent, mens de

resterende 80 prosent hadde utdanning, arbeid eller annet/ukjent som innvandringsgrunn. Arbeidsinnvandrere isolert utgjør 47 prosent blant innvandrerne i yrkesgruppen.

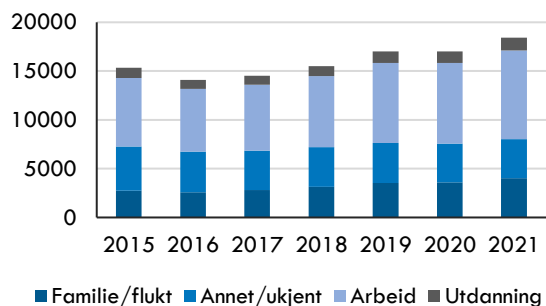
Figur 4-14: Innvandrere 20-66 år (lønnstakere), etter innvandringsgrunn. Sivilingeniører og IKT-utviklere. 4. kvartal 2015-21



Kilde: SSBs statistikkbank, tabell 12693. Merknad: SSB skiller mellom 'familie, flukt', 'familie, ellers' og 'flukt', som vi her har slått sammen til 'familie/flukt'.

Blant innvandrere i yrkesgruppen 'ingeniører og arbeidsledere', hadde 22 prosent familie og flukt som innvandringsgrunn og de resterende 78 prosentene hadde utdanning, arbeid eller annen/ukjent som innvandringsgrunn. Arbeidsinnvandrere isolert utgjør 49 prosent av innvandrerne i yrkesgruppen.

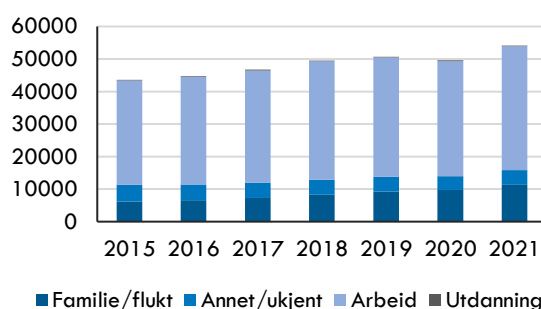
Figur 4-15: Innvandrere 20-66 år (lønnstakere), etter innvandringsgrunn. Ingeniører og arbeidsledere. 4. kvartal 2015-21



Kilde: SSBs statistikkbank, tabell 12693. Merknad: Se forrige figur. Siden statistikken ikke er brutt ned på mer detaljert nivå, har vi i motsetning til tidligere ikke delt opp yrkesgruppe 315.

Blant innvandrere i yrkesgruppen 'håndverksyrker og operatører', hadde 21 prosent familie og flukt som innvandringsgrunn og de resterende 79 prosentene hadde utdanning, arbeid eller annen/ukjent som innvandringsgrunn. Arbeidsinnvandrere isolert utgjør 70 prosent av innvandrerne i yrkesgruppen.

Figur 4-16: Innvandrere 20-66 år (lønnstakere), etter innvandringsgrunn. Håndverksyrker og operatører. 4. kvartal 2015-21



Kilde: SSBs statistikkbank, tabell 12693. Merknad: Se figur 4-16.

En nærmere analyse av tallene (ikke illustrert) viser at andelen innvandrere, og blant disse andelen arbeidsinnvandrere, (som velkjent) er særlig høy for bygningsarbeidere. Dette er en indikasjon om at det ikke utdannes et tilstrekkelig antall norske kandidater til å dekke dette kompetansebehovet.

5. Mulig utvikling i sysselsettingsbehovet frem mot 2030

For de utvalgte yrkesgruppene stiger sysselsettingen samlet over tid, og til dels betydelig. Det er allerede mangel på kvalifisert arbeidskraft i disse yrkene. Ambisjoner om etablering av nye næringer, og vekst i etablerte næringer, vil ytterligere forsterke behovet for disse knappe ressursene. I tre ulike scenarier for utvikling av de grønne verdikjedene estimerer vi et sysselsettingsbehov for henholdsvis 13 000 (lavscenariet), 64 000 (mellomscenariet) og 115 000 (høyscenariet) sysselsatte innenfor de utvalgte yrkesgruppene, hvorav rundt 50 prosent er håndverksyrker og operatører, 40 prosent er ingeniører og arbeidsledere og 10 prosent er sivilingeniører og IKT-utviklere. Sett i lys av dagens kompetansmangel, og dersom vi legger til grunn fortsatt høy aktivitet i økonomien, tyder det på kamp om ressursene for å realisere ambisjonene for grønn omstilling frem mot 2030.

I forrige kapittel identifiserte vi yrker som synes særlig viktig i de åtte grønne verdikjedene, og analyserte de seneste års utvikling i sysselsetting og kompetansegap i disse yrkesgruppene, samlet i norsk økonomi. I dette kapitlet ser vi nærmere på mulige utviklinger for disse yrkesgruppene fremover i tid. Videre beskriver vi ulike scenarier for kompetansebehov som vil oppstå knyttet til etablering og vekst i de åtte utvalgte bransjene. Forutsatt fortsatt høy aktivitet i økonomien, forventer vi at dette behovet kommer på toppen av eksisterende kompetansegap.

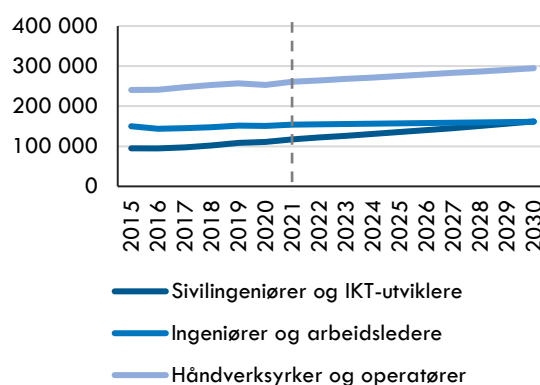
5.1 Utvikling i sysselsetting i de tre yrkesgruppene

I Figur 5-1 har vi fremskrevet utviklingen i sysselsettingen i de tre kategoriene av yrker, ved å forlengte den gjennomsnittlige vekstfaktor for hver yrkesgruppe i perioden 4. kvartal 2015 til 4. kvartal 2021, frem til 2030, nærmere beskrevet i Vedlegg A. Figuren viser her tall for hele landet, ikke avgrenset til de åtte bransjene. Utviklingen for yrkesgruppen

⁷ Slik som i forrige kapittel har vi når vi undersøker kompetansegapet avgrenset beholdningen til de sysselsatte under 40 år, siden det ikke er meningsfylt å sammenligne 'kompetanse' målt etter utdanning på tvers av hele arbeidsstyrken, som følge av at realkompetansen til eldre

'sivilingeniører og IKT-utviklere' har den bratteste helningen, og yrkesgruppen 'håndverksyrker og operatører' vokser også tydelig og fra et høyere utgangspunkt. Yrkesgruppen 'ingeniører og arbeidsledere' har derimot en svært svak helning.

Figur 5-1: Utvikling i sysselsetting frem mot 2030, basert på gjennomsnittlig vekstfaktor for 2015–2021. Hele økonomien, *ikke avgrenset til de åtte bransjene



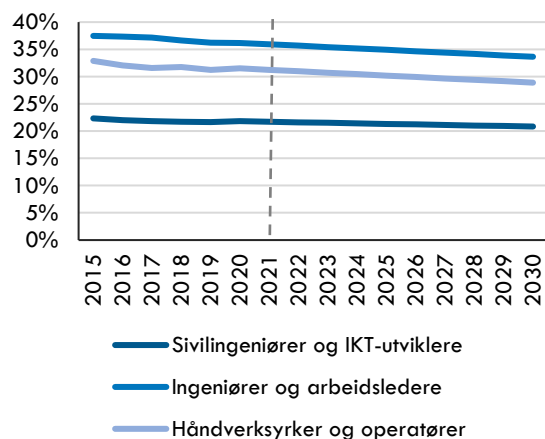
Kilde: Oslo Economics' forlengelse av utviklingen med utgangspunkt i statistikk fra SSBs statistikkbank, tabell 12542.

Kompetansegapet, målt som utdanningsnivå som ikke samsvarer med yrkesgruppen, øker for yrkesgruppen 'sivilingeniører og IKT-utviklere' i antall personer⁷ (Figur 5-2). Målt som andel av sysselsetting, avtar imidlertid kompetansegapet for yrkesgruppen litt over tid.

Kompetansegapet målt som andel av sysselsetting ligger for sivilingeniører og IKT-utviklere gjennom perioden på rundt 1 av 5 sysselsatte. For ingeniører og arbeidsledere faller kompetansegapet, målt som andel av sysselsettingen, mer enn for sivilingeniører og IKT-utviklere. Også for håndverksyrker og operatører faller kompetansegapet, når målt som andel av sysselsetting, over tid. Dette kan, slik som for ingeniører og arbeidsledere, tyde på at det stilles skjerpede kompetansekrav.

arbeidstakere ikke fanges opp. Vi antar at andelen av arbeiderne med mistilpassing mellom utdanning/realkompetanse og yrke er den samme også for de eldre aldersgruppene.

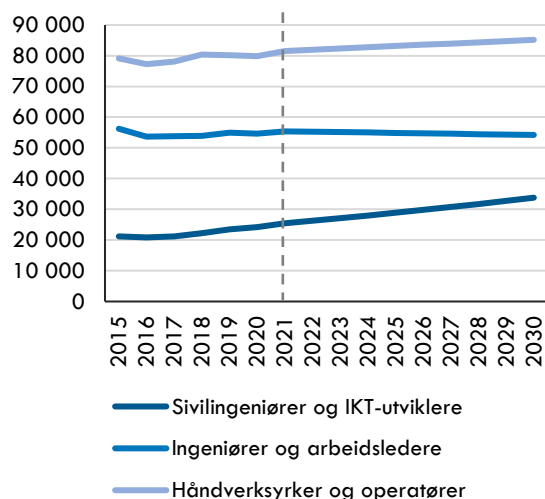
Figur 5-2: Kompetansegap, som andel av sysselsetting innad i hver yrkesgruppe. Observert 2015–21. Fremskrevet til 2030



Kilde: Oslo Economics' analyse med utgangspunkt i tall hentet fra microdata.no (Sikt/SSB).

Dersom vi kombinerer utviklingen i sysselsettingen i antall personer (Figur 5-1) med utviklingen i kompetansegapandelen (Figur 5-2), så får vi utviklingen i kompetansegapet i antall personer (Figur 5-3). Figur 5-3 Kompetansegapet fylles i de observerte dataene med kompetanse på et lavere nivå. Illustrasjonen er på tvers av alle næringer i økonomien, og ikke avgrenset til våre utvalgte bransjer. På toppen av dette kompetansegapet kommer eventuelle ubesatte stillinger.

Figur 5-3: Utvikling i kompetansegap frem mot 2030. Hele økonomien, *ikke begrenset til utvalgte bransjer



Kilde: Oslo Economics' analyse med utgangspunkt i tall hentet fra microdata.no (Sikt/SSB).

5.2 Behov for sysselsetting innenfor nye bransjer

Det ekstra sysselsettingsbehovet fra scenarioene illustrert i kapittel 3.4 kommer i tillegg til gapet i hele økonomien i Figur 5-3.

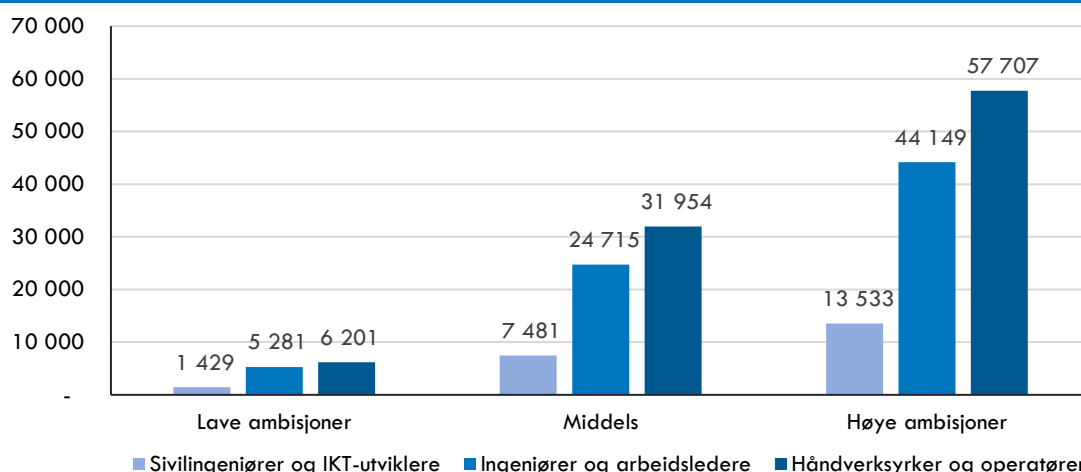
I scenarioet «Lave ambisjoner» er det behov for sysselsetting på totalt 17 250, «Høye ambisjoner» har behov for sysselsetting på 1 65 000, mens «middels» ligger midt mellom. Dette er det totale sysselsettingsbehovet, på tvers av yrkesgrupper. Estimaten inkluderer derfor også sysselsettingsbehov i andre yrker enn de tre yrkesgruppene vi har inkludert i denne analysen. Eksempler på øvrige yrker er renholdere, vaktmestere og ulike hjelpearbeidere.

I det følgende vil vi imidlertid konsentrere analysen om de tre hovedgruppene av yrker fra de foregående figurene, som er sentrale i utøvelsen av kjernevirksomheten i bransjene vi ser på, og hvor det allerede er stor etterspørsel etter ressursene i dag. For å gjøre en slik avgrensning, har vi basert oss på fordelingen av yrkesgrupper i utvalgte næringer i statistikken. For de nye bransjene er det da brukt en kombinasjon av ulike lignende næringer som vi til sammen mener gir et bilde av bransjene, mens for de eksisterende bransjene er de viktigste næringene i statistikken trukket ut. Hvilke næringer som er brukt for hver bransje er vist i Vedlegg B.

Etter at sysselsettingsbehovet er avgrenset til de tre utvalgte yrkesgruppene, (i) sivilingeniører og IKT-utviklere, (ii) ingeniører og arbeidsledere og (iii) håndverksyrker og operatører, er sysselsettingsbehovet i 2030 nedjustert til henholdsvis 13 000 (lavscenarioet), 64 000 (mellomscenarioet) og 115 000 (høyscenarioet) sysselsatte i 2030.

På tvers av alle de nye bransjene vil det være størst behov for yrkesgruppen 'håndverksyrker og operatører', med nesten 50 prosent av behovet. Dette utgjør 32 000 fagarbeidere i «mellom»-scenarioet. Sysselsettingsbehovet blant ingeniører og arbeidsledere står for omtrent 40 prosent av behovet, tilsvarende 24 700 sysselsatte, mens sivilingeniører og IKT-utviklere står for i overkant av 10 prosent, tilsvarende 7 500 sysselsatte i «mellom»-scenarioet (Figur 5-4). Denne fordelingen mellom yrkesgrupper samsvarer med våre inntrykk fra intervjuer med bransjeaktørene.

Figur 5-4: Sysselsettingsbehov i de åtte bransjene i 2030 utover den generelle utviklingen i økonomien, i tre ulike scenarier, etter yrkesgruppe



Illustrasjon: Oslo Economics.

5.3 Sammenstilt behov

Hvordan det økte kompetansebehovet knyttet til de nye næringene vil påvirke det samlede kompetanse-gapet i de relevante yrkene i økonomien, vil være avhengig av både utdanningssystemets og økonomiens omstillingsevne og det generelle aktivitetsnivået i økonomien.

Dersom ambisjonene for etablering og vekst i de åtte verdikjedene skal nås, vil kompetansebehovet måtte dekkes gjennom en kombinasjon av helt nye kandidater fra utdanningssystemet, etter- og videreutdanning for nåværende sysselsatte, overføring av arbeidskraft fra andre næringer, eller arbeidsinnvandring.

Vi vet fra analysen i kapittel 4 at det allerede er mangel på kompetansen som etterspørres og at det også vil være kompetansemangel i 2030, gitt at dagens utvikling fortsetter. Dette ser vi for det første ved bedriftenes egen rapportering om mangler i de utvalgte yrkesgruppene. Av sysselsettingsstatistikken ser vi også at dette er yrkesgrupper med sterk vekst, at en god del av (de unge) sysselsatte i disse yrkesgruppene har lavere utdanning enn yrkene skulle tilsi, samt at deler av sysselsettingen består av arbeidsinnvandrere. Dette tyder også på at kompetansegapet innenfor de utvalgte yrkene i realiteten er høyere enn det bedriftene selv rapporterer.

I analysen av dagens **kompetansebehov** innenfor de relevante yrkene, antar vi at behovet knyttet til nye næringer i liten grad er reflektert. Dette fordi utvikling av næringer som hydrogen, havvind, karbonfangst- og lagring, og batteri har hatt relativt liten effekt på sysselsettingen fra 2015 og frem til 2021 – som er utgangspunktet for framskrivningen frem mot 2030.

Behovet knyttet til de nye næringene vil derfor kunne inntreffe som et ekstra etterspørselssjokk i arbeidsmarkedet. Dersom vi antar fortsatt høy aktivitet i økonomien, og samme omstillingstakt i utdanningssystemet som vi har hatt frem til i dag, kan vi forvente at behovet for sysselsetting i de nye næringene i sin helhet vil legge seg på toppen av dagens kompetansegap i resten av økonomien.

I analysen har vi vist at det også er et stort **kunnskapsbehov** knyttet til oppbygging av nye bransjer, og omstilling av de etablerte. Kunnskapsbehovet er særlig knyttet til å utvikle, integrere og ta i bruk ny teknologi og nye energiløsninger, samt utvikle nye produkter og tjenester i møte med nye markedsmuligheter. Kunnskapsbehovet vil måtte dekkes av personer innenfor de samme yrkesgruppene som vi peker på som sentrale for det grønne skiftet i de utvalgte verdikjedene. Deler av kompetansebehovet innenfor yrkene vil altså være knyttet til personer som driver kunnskapsutvikling gjennom forskning, utvikling og innovasjon i bedriftene. I tillegg til dette vil det være behov for høyt utdannet personell som jobber med forskning og utvikling i forskningsinstitusjonene. Dette kompetansebehovet er sannsynligvis delvis reflektert i analysen av dagens kompetansegap, der vi ser en stor etterspørsel etter blant annet sivilingeniører og IKT-utviklere.

Etablering av nye industrier vil også kreve investeringer i tilhørende industriell infrastruktur, som vei og kraftledninger, og vil dermed også medføre behov for sysselsetting i disse bransjene. Kompetansebehovene knyttet til slik infrastrukturbygging er ikke inkludert i denne analysen. Imidlertid vil dette bidra til å legge ytterligere press på mange av de samme yrkesgruppene som trengs i de åtte grønne verdikjedene.

Noe av behovet vil trolig dekkes av overføring fra andre næringer

Kompetansegapet vi skisserer vil ikke nødvendigvis realiseres i de utvalgte bransjene, men kan i stedet forplante seg til andre deler av økonomien. Det innebærer i så fall at de utvalgte bransjene tiltrekker seg arbeidskraften de trenger på bekostning av andre næringer. Gitt at det satses på grønn omstilling og at de nye bransjene klarer å utkonkurrere etablerte næringer i etterspørselen etter knappe ressurser, vil det kunne bety at andre næringer får forsinket sin vekst og utvikling. På den annen side kan en slik overføring av kompetanse være en naturlig del av en omstilling, der resultatet er endret næringsstruktur i økonomien.

Tall hentet fra microdata (ikke illustrert) viser at næringer som i 4. kvartal 2019 sysselsetter mange personer i de tre utvalgte yrkesgruppene våre, blant annet er utvinning av råolje og tjenester tilknyttet dette, noen næringer innen industrien, ulike deler av bygge- og anleggsvirksomhet, sjøfart, IKT-tjenester, tjenesteyting og offentlig administrasjon og forsvar. Dels er dette næringer som er analysert i denne rapporten, og som vil omstilles i årene fremover som følge av det grønne skiftet, slik som bygge- og anleggsvirksomhet og sjøfart.

Hvorvidt sysselsettingsbehovet vil reduseres i etablerte næringer, som i dag etterspør de samme yrkesgruppene, avhenger blant annet av konjunkturer, utvikling i rammebetingelser og markedsforhold, og evne til omstilling og effektivisering. Et viktig spørsmål er hvordan utviklingen i petroleumssektoren og relaterte næringer vil være – der det i dag jobber et stort antall personer med teknisk kompetanse som kan være overførbare til nye industrier og næringer. Dersom oppbyggingen av nye næringer sammenfaller med redusert aktivitet i petroleumsindustrien, vil en del av det identifiserte kompetansebehovet kunne dekkes gjennom overføring av og etter- og videreutdanning av personell derfra. Med fortsatt høyt aktivitetsnivå på norsk sokkel er det sannsynlig at en større andel av det identifiserte behovet legger seg på toppen av dagens kompetansegap i de aktuelle yrkene.

Effektivisering gjennom blant annet digitalisering og automatisering av oppgaver vil også kunne redusere sysselsettingsbehovet i næringer og i offentlig sektor, som sysselsetter yrkesgrupper som er relevante for de grønne verdikjedene. Samtidig er det ikke nødvendigvis yrkesgruppene vi har analysert som det i så fall etterspørres færre av. For eksempel vil slike effektiviseringstiltak typisk kreve innsatser fra IKT-utviklere, som det er et gjennomgående voksende behov for.

Tilfanget av etterspurt arbeidskraft vil også avhenge av endrede utdanningsvalg, og kapasitet og fleksibilitet i utdanningssystemet

For å kunne både dekke sysselsettingsbehovet til den grønne omstillingen og samtidig behovet ellers i økonomien, kreves trolig på sikt en bredere omstilling i yrkessammensetningen i økonomien, slik at andelen i de utvalgte yrkesgruppene øker, mens andelen i mindre etterspurte yrkesgrupper avtar. SSBs framskrivninger viser, i tråd med vår analyse, stort behov for fagarbeidere fremover, mens behovet for sysselsatte uten fullført videregående opplæring avtar (Cappelen, Dapi, Gjefsen, & Stølen, 2020).

Høyt utdannet arbeidskraft har generelt lav arbeidsledighet, slik blant annet Arbeidskraftundersøkelsen viser (SSBs statistikkbank, tabell 11156). Selv blant nyutdannede masterkandidater, tatt i betraktning at de har hatt kort tid til å etablere seg i arbeidsmarkedet, er arbeidsledigheten lav. Høsten 2021 var 5,2 prosent av nyutdannede masterkandidater arbeidsledige, ifølge NIFUs kandidatundersøkelse (Holtermann, Skjelbred, Wiborg, & Fidjeland, 2022). Andelen varierer etter fagfelt, med høyest andel for de med utdanning innen natur- og realfag (13,5 prosent) og teknologiske fag (8,3 prosent). Dette tyder på at en del med relevant utdanningsbakgrunn for det grønne skiftet trolig kan streve med å raskt finne jobben de ønsker seg. Krüger mfl. (2021, s. 42) argumenterer at mangelen på IKT-arbeidskraft kanskje kan «dels forklares ved at virksomhetene vil ha superkandidater (et begrep NIFU bruker), og at kandidatene vil ha superjobber».

Andelen nyutdannede masterkandidater med «innholdsmisforhold» var samtidig 12,2 prosent. NIFU forklarer at dette er et begrep som fanger opp hvorvidt innholdet i utdanningen passer med jobben. Innholdsmisforhold er med andre ord mer utbredt enn arbeidsledighet blant høyt utdannede nye kandidater på arbeidsmarkedet. Dette tyder, sett i sammenheng med vår analyse, på at det er rom for betydelige forbedringer i både kandidatenes tilpasning i arbeidsmarkedet samtidig som en del virksomheter må konkurrere om å få tak i riktig kompetanse til jobben. Innholdsmisforholdet varierer mellom fagfeltene. Hele 1 av 5 nyutdannede kandidater innen humanistiske og estetiske fag opplevde innholdsmisforhold høsten 2021. Andelen var også høyere enn snittet for de med utdanningsbakgrunn fra natur- og realfag (15,9 prosent) og samfunnsfag (15,2 prosent).

En omstilling i yrkessammensetningen avhenger både av endringer i utdanningsvalg over tid, kapasitet i utdanningssystemet, så vel som evne til fleksibel omstilling av arbeidsstyrken gjennom kortere moduler og utdanningsløp. I intervjuene trekker flere frem at en

videreutdanning blant annet er relevant for de som ønsker å jobbe som prosjektledere og arbeidsledere.

For utdanningstilbydere, både innen videregående opplæring, høyere yrkesrettet utdanning (fagskole) og universitets- og høyskoleutdanning, innebærer det grønne skiftet et behov for å kontinuerlig holde seg oppdatert. Slike oppdateringer kan eksempelvis være deltakelse på kurs og konferanse blant ansatte, endringer i studieplaner eller oppdatering av litteratur, metoder og utstyr og nye løsninger. For å kunne holde tritt med utviklingen er det nødvendig med dialog og samarbeid med bransjene, ikke minst innen fag- og yrkesopplæringen og fagskolene. Samtidig må utdanningsinstitusjonene ta hensyn til lengre trender i den strategiske planleggingen. Avveiningen mellom kort og lang sikt er nødvendig av hensyn til at arbeidsmarkedsutsikter etter endt utdanning kan endre seg over tid, og er samtidig et spørsmål om økonomi og kapasitet.

Det grønne skiftet stiller krav til kompetanseutvikling ikke bare hos elevene og studentene, men ikke minst hos de som underviser disse. En del av avveiningene innen teknologiske utdanninger kan blant annet knytte seg til behovet for kompetanse på tvers av alle emner versus behovet for helt nye emner. Endringer innen utdanningene krever tett samarbeid mellom myndigheter, utdanningsinstitusjoner og bransjene, særlig innen fag- og yrkesopplæringen og fagskolene. Innen fag- og yrkesopplæringen har tilbudsstrukturen nylig blitt endret, noe som er en tidkrevende prosess som involverer mange aktører. Nye tilpasninger til det grønne skiftet innen fag- og yrkesopplæringen vil både måtte skje gradvis fortløpende, men vil også kreve mer langsiktig planlegging og dialog på ulike nivåer.

Begrensninger i vår analyse av kunnskaps- og kompetansebehovet

Vi har, i tråd med oppdragsbeskrivelsen, avgrenset vår analyse til åtte utvalgte bransjer. Dette er dels bransjer som er nye og der det dermed er begrenset relevant statistikk å ta utgangspunkt i. Vi har dermed belaget analysen på dels kvalitative vurderinger, sammenstilt med statistikk fra relaterte næringer. Dette innebærer at analysen er beheftet med større usikkerhet enn dersom vi kunne belage oss på etablerte næringer med observerte data over tid.

Vår analyse har vært overordnet og har ikke beskrevet hvordan kompetansemangelen kan variere regionalt i det grønne skiftet, noe som kunne være en interessant analyse å følge opp med. Dette kan blant annet henge sammen med variasjoner i kompetansetilførselen mellom utdanningsinstitusjonene, så vel som kandidatenes mobilitet regionalt. Et kjennetegn ved flere av de nye industriene og næringene er også at disse gjerne lokaliseres i områder der det er god

tilgang på kraft, noe som oftere er tilfelle i tynt befolkede områder, enn i byområder med effektive arbeidsmarkeder og utviklede kunnskapsmiljøer. Det at nødvendig kunnskap og kompetanse er tilgjengelig i Norge betyr ikke nødvendigvis at denne er tilgjengelig for de relevante virksomhetene.

Av hensyn til rammen for oppdraget, er det gjort større forenklinger i de statistiske øvelsene. I videre forskning og analyse vil det blant annet være relevant å se nærmere på fagbakgrunnen innenfor de ulike utdanningsnivåene og hvordan denne vurderes å samsvare med behovet for arbeidsoppgavene som skal utføres. Det kan også være relevant å se nærmere på stillingsutlysninger og hvilken kompetanse som etterspørres der, slik blant annet dokumentasjons- og analysesenteret Cedefop (u.d.) har gjort. Slik Krüger mfl. (2021) peker på, kan tekstanalyser av stillingsutlysninger i Norge fra finn.no, nav.no og LinkedIn bidra til å fange opp endringer i etterspørselen.

Ikke minst ser vi et behov for å diskutere hva som skal vurderes som et 'kompetansegap', det vil si hvilket utdanningsnivå som skal ansees å være i samsvar med det arbeidsoppgavene krever. Slik vi har pekt på, kan svaret avhenge av hvem som vurderer dette, om det eksempelvis er myndighetene eller virksomhetene. NAVs bedriftsundersøkelse, som estimerer mangel på arbeidskraft ut fra virksomhetenes opplysninger, viser betydelig lavere kompetansemangler enn dersom vi ser på statistiske sammenhenger mellom utdanningsnivå og yrke.

Siden usikkerheten fremover i tid er stor og endringer kan skje raskt, bør analyser av kunnskaps- og kompetansebehov oppdateres med jevne mellomrom. I dag står vi overfor en usikker økonomisk situasjon med utsikter til økende renter og redusert vekst. Det er usikkert hvordan en eventuell nedgangskonjunktur vil kunne påvirke både nye og etablerte bransjer, og påvirkningen kan også slå ut forskjellig mellom bransjer. I alle tilfeller vil konjunkturer ha stor betydning for det totale kompetansebehovet i økonomien, og for muligheten til å hente etterspurt kompetanse til grønn omstilling, fra etablerte bransjer.

Til tross for forenklinger og stor usikkerhet om fremtidig utvikling, håper vi at vår gjennomgang kan danne utgangspunkt for videre diskusjon på feltet om hvilke kunnskaps- og kompetansebehov som må dekkes i årene fremover for å kunne realisere det grønne skiftet, både innen etablerte bransjer under omstilling og innen helt nye. Vi håper videre at analysen vår kan være et bidrag inn i et større kunnskapsgrunnlag, som samlet sett kan gjøre det enklere å vurdere relevante tiltak for å bedre innøstekomme kunnskaps- og kompetansebehovet.

6. Referanser

- Agder Energi. (2022). *Samarbeider om havvindprosjekt i Norge*. Hentet 2022 fra <https://www.ae.no/aktuelt/pressemeldinger/samarbeider-om-havvindprosjekter-i-norge/>
- BNL. (2016). *GRØNT SKIFTE - byggenæringens bidrag til løsning*.
- Borregaard. (2022). *Annual report 2021*.
- Business Sweden. (2021). *Den nordiska batterivärdekedjan*. Business Sweden på oppdrag for Energimyndigheten.
- Cappelen, Å., Dapi, B., Gjefsen, H. M., & Stølen, N. M. (2020). *Framskrivninger av arbeidsstyrken og sysselsettingen etter utdanning mot 2040*. SSB.
- Cedefop. (u.d.). *Skills intelligence: Skills in online job advertisements*. Hentet fra <https://www.cedefop.europa.eu/en/tools/skills-intelligence/skills-online-job-advertisements>
- Energi Norge. (2020). *Fornybarometeret 2020*.
- Energi21. (2022). *Strategi 2022 - Nasjonal strategi for forskning, utvikling, demonstrasjon og kommersialisering av ny klimavennlig energiteknologi*.
- Enova. (2021). *Smart lading av kjøretøyflåten*. Hentet 07 28, 2022 fra <https://www.enova.no/om-enova/om-organisasjonen/teknologiportefoljen/smart-lading-av-kjoretoyflate/>
- Enova. (2022, Juni 23). *Presse Enova*. Hentet fra Enova støtter hydrogenprosjekter i maritim sektor med 1,12 milliarder kroner: <https://presse.enova.no/pressereleases/enova-stoetter-hydrogenprosjekter-i-maritim-sektor-med-112-milliarder-kroner-3190840>
- Equinor. (2022). *Havvind i Norge*. Hentet 2022 fra <https://www.equinor.com/no/energi/havvind-i-norge>
- Espelien, A., Theie, M. G., & Byggballe, L. (2015). *En verdiskapende Bygg-, Anlegg- og Eiendomsnæring (BAE). Forskningsrapport 1/205*. Handelshøyskolen BI.
- Fafo. (2021). *Arbeidskraftsbehov i bygg mot 2035*. Fafo.
- Forskningsrådet. (2022). *Maritim21-strategi*.
- Forskningsrådet. (2022). *Maritim21-strategi*. Forskningsrådet.
- Frihammer, V. (2022). *Hydrogen kan bli Norges neste industrieventyr*.
- Hatling, M., Vik, L. H., & Sandberg, E. (2018). *Gull i grønne skoger? Analyse av muligheter innen bioøkonomi i Innlandet 2050*. SINTEF.
- Holtermann, H., Skjelbred, S.-E., Wiborg, V., & Fidjeland, A. (2022). *Lettere overgang til arbeidslivet med fersk mastergrad*. NIFU.
- Hydro. (2020). *1919: Research as driving force and inspiration*. Hentet August 9, 2022 fra <https://www.hydro.com/en/about-hydro/company-history/1918---1928/1919-research-as-driving-force-and-inspiration/>
- Kompetansebehovsutvalget. (2022). *Fremtidige kompetansebehov: Høyere yrkesfaglig utdanning for et arbeidsliv i endring*.
- Krüger, I. B., Bjonness-Ekerheim, A. M., & Sundberg, K. (2021). *Behovet for IKT-kompetanse i Norge*. Direktoratet for høyere utdanning og kompetanse.
- McKinsey. (2020). *Powering up sustainable energy*. McKinsey.
- McKinsey. (2022). *Norge i morgen*. Oslo.

- Meld. St. 11 (2021-2022). (2022). *Tilleggsmelding til Meld. St. 36 (2020-2021). Energi til arbeid - langsiktig verdiskaping fra norske energiresurser*. Olje- og energidepartementet.
- Meld. St. 33 (2019-2020). (2020). *Langskip – fangst og lagring av CO2*. Olje- og energidepartementet.
- Meld. St. 36 (2020-2021). (2021). *Energi til arbeid - langsiktig verdiskaping fra norske energiresurser*. Olje- og energidepartementet.
- Menon. (2022b). *Sysselsetting og ringvirkninger av norsk battericelleproduksjon*.
- Miljødirektoratet. (2020). *Klimakur 2030*. Miljødirektoratet.
- Multiconsult. (2020). *Kartlegging av den norskbaserte fornybarnæringen i 2020*.
- Myklathun, K. H. (2022). *NAV's bedriftsundersøkelse 2022 - Stor mangel på arbeidskraft*. NAV.
- NAV. (2022). *Bedriftsundersøkelsen: Årlig spørreundersøkelse*. Hentet fra <https://www.nav.no/no/nav-og-samfunn/kunnskap/analyser-fra-nav/arbeid-og-velferd/arbeid-og-velferd/bedriftsundersokelsen>
- NEL. (2022, August 30). *Nel Hydrogen*. Hentet fra About Nel Hydrogen: <https://nelhydrogen.com/about/>
- Nexans Norge. (2022). *Oversikt - Nexans Norge AS*. Hentet fra <https://www.nexans.no/no/segments/High-Voltage---Projects.html>
- NHO. (2019). *Hvordan gjøre CO2-fangst og -lagring lønnsomt?*
- NHO. (2020). *Norske muligheter i grønne elektriske verdikjeder*. Styringskomiteen for Grønne Elektriske Verdikjeder.
- Norsk Industri. (2017). *Veikart for treforedlingsindustrien - grønn vekst gjennom innovasjon og fornybare råvarer*.
- Norsk Industri. (2021). *BattKOMP - Del 1 Kompetansebehov i batteriindustrien*. Norsk Industri.
- Norsk Industri. (2021). *Leveransemodeller for havvind*.
- Norsk Industri. (2022). *BattKOMP: Del 2 Gap-analyse*. Norsk Industri.
- Norsk Petroleum. (2022). *Fangst, transport og lagring av CO2*. Hentet 2022 fra <https://www.norskpetroleum.no/miljo-og-teknologi/fangst-transport-og-lagring-av-co2/>
- NOU 2022: 6 . (2022). *Nett i tide - om utvikling av strømmettet*. Olje- og energidepartementet.
- NVE. (2021). *Langsiktig kraftmarkedsanalyse*.
- Nærings- og fiskeridepartementet. (2022a). *Veikart for grønt industriløft*.
- Nærings- og fiskeridepartementet. (2022a). *Veikart for grønt industriløft*. Nærings- og fiskeridepartementet.
- Nærings- og fiskeridepartementet. (2022b). *Norges batteristrategi*.
- Olje- og energidepartementet & Klima- og miljødepartementet. (2020). *Regjeringens hydrogenstrategi*. Olje- og energidepartementet og Klima- og miljødepartementet.
- Prognosesenteret. (2022). *Prognosene for bygg- og anleggsmarkedet i årene 2022-24 er oppdatert*. Hentet august 18, 2022 fra <https://blogg.prognosesenteret.no/prognosene-for-bygg--og-anleggsmarkedet-i-aarene-2022-24-er-oppdateret>
- Regjeringen. (2021). *Milliardstøtte til hydrogenprosjekter*.
- Regjeringen. (2022). *Kraftfull satsing på havvind*. Oslo.
- Rørstad, K., Børing, P., & Solberg, E. (2022). *NHOs kompetansebarometer 2021: En kartlegging av NHOs medlemsbedrifters kompetansebehov i 2021*. NIFU.
- Sintef. (2018). *Industrielle muligheter og arbeidsplasser ved CO2-håndtering i Norge*.

- Sintef. (2022). *Havvind*. Hentet 2022 fra <https://www.sintef.no/fagomrader/havvind/>
- SSB. (2011). *Standard for yrkesklassifisering (STYRK-08)*.
- SSB. (2022a, August 15). *Statistisk Sentralbyrå*. Hentet fra Høyeste handelsoverskudd noensinne: <https://www.ssb.no/utenriksokonomi/utenrikshandel/statistikk/utenrikshandel-med-varer/artikler/hoyeste-handelsoverskudd-noensinne-150822>
- SSB. (2022b). *Fakta om skogbruk*. Hentet fra <https://www.ssb.no/jord-skog-jakt-og-fiskeri/faktaside/skogbruk>
- SSB. (u.d.). *SSBs statistikkbank*. Hentet fra <https://www.ssb.no/statbank/>
- Statnett. (2020a). *Langsiktige markedsanalyser Norden og Europa 2020-2050*.
- Statnett. (2021 a). *Langsiktig Markedsanalyse 2020-2050*.
- Statnett. (2021 b). *Nettutviklingsplan 2021*.
- Thema. (2022). *Grønt eller blått hydrogen: Hva betyr det for kraftmarkedet?*
- Treindustrien. (2016). *Veikart for grønn konkurransekraft for skog- og trenæringen*.
- Treindustrien. (2022). *Verdikjeden skog og tre. Utgave 5 - juni 2022*.

Vedlegg A Metode: Generell utvikling

Vedlegg A beskriver statistikk og metoder som ligger til grunn for kapittel 4 og første del av kapittel 5, der vi beskriver utviklingen i sysselsettingen i de utvalgte yrkesgruppene i økonomien som helhet.

Fremskrivninger kan deles inn i **kvalitative** og **kvantitative** fremskrivninger. Kvalitative fremskrivninger er basert på vurderinger og erfaringsbasert kunnskap. Kvantitative fremskrivninger er i stedet basert på data fra tidligere år og en formel eller modell for utviklingen fremover i tid. I denne rapporten bruker vi en kombinasjon av de to. Vi gjør en enkel kvantitativ fremskrivning basert på data og ser dette opp mot anslag fra bransjene og andre rapporter som dels er basert på kvalitative vurderinger.

Kvalitative fremskrivninger er nyttige hvis det mangler data, slik det gjør for de nye bransjene. Kvalitative fremskrivninger er imidlertid vanskeligere å dokumentere, og vi forsøker derfor å se disse vurderingene opp mot statistikk fra nærliggende næringer.

Valg av dataperiode lagt til grunn

I rapporten fremskriver vi sysselsettingen, basert på gjennomsnittlig vekstfaktor i en gitt periode (2015–2021). Vekstfaktoren avhenger av hvilken periode som legges til grunn. Vi har valgt å sette startåret for perioden til 2015. Grunnen til å ikke sette startåret tidligere er av hensyn til større endringer i SSBs yrkesstatistikk fra og med 2015, som gjør at det er et brudd mellom 2014 og 2015.

Pandemien har samlet sett i norsk økonomi bidratt til et fall i sysselsettingen 4. kvartal 2020. Vår tilnærming er imidlertid avgrenset til utvalgte yrkesgrupper. For yrkesgruppe 1 vokser sysselsettingen gjennom hele perioden. Dette henger trolig sammen med at IKT-utviklere ble desto mer etterspurt under den sterke digitaliseringen under pandemien. Når vi forlenger den sterke utviklingen, får vi dermed en svært sterk vekst frem mot 2030.

Valg av fremskrivningsperiode

Fremskrivningsperioden (2022–2030) er omtrent like lang som perioden med observasjoner (2015–21). Valg av fremskrivningsperiode er satt i samråd med Oppdragsgiver. Lengden på fremskrivningsperioden er også i tråd med andre anslag i litteraturen, som gjør det enklere å ta inn disse vurderingene.

Vi vurderer lengden som lang nok til å fange opp ambisjoner i bransjene, samtidig som den er kort nok til at det er mulig å gi en vurdering av mulige utviklinger. Det grønne skiftet innebærer større omstillinger, med mange ukjente faktorer.

Vår analyse slutter i 2030. Det betyr at det ikke er mulig å bare forlenge utviklingen vi har skissert videre til 2040, siden vi ikke gjør noen vurderinger eller analyser så langt frem i tid. I stedet må det da gjøres en ny vurdering om noen år, som strekker seg frem til 2035, og deretter en ny vurdering frem til 2040 og så videre.

Yrke

I vår statistiske gjennomgang tar vi utgangspunkt i beskrivelser av kompetanseområder fra litteratur og intervjuer. Disse beskrivelser knytter seg typisk til de konkrete arbeidsoppgavene eller rollene som skal fylles i det grønne skiftet. Vi valgte derfor å se disse beskrivelsene opp mot SSBs standard for yrkesklassifisering og forsøke å finne yrkesgrupper som samsvarte best mulig med beskrivelsene.

Vår vurdering er at dette er både en enklere og en mer treffsikker tilnærming enn å se kompetansebeskrivelsene opp mot utdanning. Mange utdanninger leder til samme yrke, men også til en rekke andre yrker og tilhørende arbeidsoppgaver og roller. Sysselsetting etter utdanning vil, sammenlignet med sysselsetting etter yrke, i større grad reflektere tilbudet av kompetanse enn etterspørselen.

Bruk av gjennomsnittlig vekstfaktor

Gjennomsnittlig vekstfaktor i perioden 4. kvartal 2015 til 4. kvartal 2021 er 1,036 for sivilingeniører og IKT-utviklere, 1,005 for ingeniører og arbeidsledere og 1,014 for håndverksyrker og operatører. Til sammenligning har økonomien som helhet en gjennomsnittlig vekstfaktor i denne perioden på 1,01.

Ved å legge inn en gjennomsnittlig vekstfaktor for hvert år, ser vi i vår enkle fremstilling bort fra svingninger gjennom perioden. Eksempler på brudd i sysselsettingsutviklingen i den observerte perioden er oljeprisfall og pandemi, med lavere sysselsetting enn tidligere i henholdsvis 4. kvartal 2015 og i 4. kvartal 2020, med påfølgende vekst til året etter.

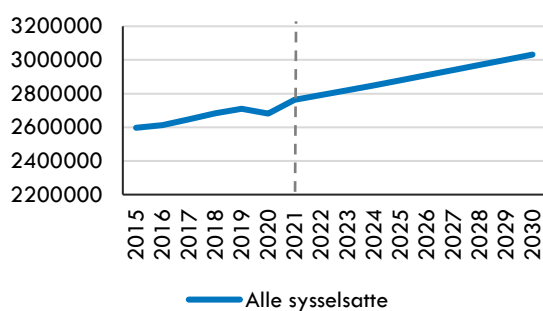
Videre fanger vår fremstilling ikke opp at veksttakten i utviklingen fremover kan endre seg over tid, for eksempel kunne man tenke seg en flatere utvikling i de første årene av fremskrivningene og en brattere

stigning etter hvert. Siden vi basert på vår informasjonsinnhenting, ikke har grunnlag for å vurdere hvordan utviklingstakten eventuelt varierer over framskrivingsperioden, har vi i vår enkle fremstilling ikke lagt inn slike endringer.

Fremskrevne andeler

Antall sysselsatte totalt i økonomien er fremskrevet i Figur 6-1, basert på gjennomsnittlig vekstfaktor i perioden 4. kvartal 2015 – 4. kvartal 2021. Perioden vi legger til grunn har som nevnt hatt gjennomsnittlig vekstfaktor i samlet sysselsetting på 1,01.

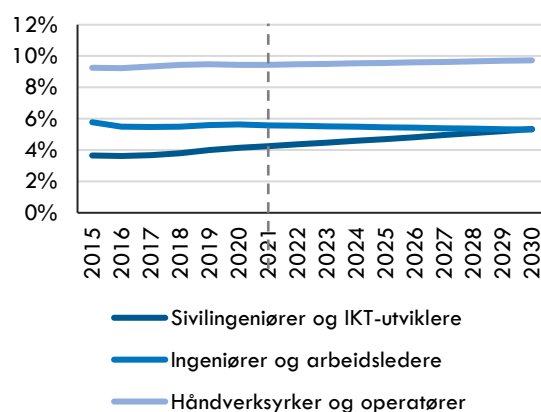
Figur 6-1: Antall sysselsatte totalt i Norge. Observert 4. kvartal 2015–21. Fremskrevet til 2030



Kilde: Observerte tall (2015–21) er hentet fra SSBs statistikkbank, tabell 12542.

Ved å kombinere antall sysselsatte totalt (Figur 6-1) med antall sysselsatte i hver yrkesgruppe (Figur 5-1 i kapittel 5), er andel sysselsatte i de utvalgte yrkesgruppene gitt av Figur 6-2. Andel sivilingeniører og IKT-utviklere vokser i den observerte perioden fra 3,7 prosent til 4,3 prosent. I fremskrivningene har andelen vokst til 5,3 prosent i 2030. Andelen ingeniører og arbeidsledere faller i observerte periode fra 5,8 prosent til 5,6 prosent, og i fremskrivningene har andelen falt til 5,3 prosent i 2030. Andelen håndverksyrker og operatører vokser fra 9,3 prosent til 9,4 prosent i observerte periode, og har i fremskrivningene økt til 9,7 prosent i 2030.

Figur 6-2: Andel sysselsatte i ulike yrkesgrupper. Observert 4. kvartal 2015–21. Fremskrevet til 2030



Kilde: Observerte tall (2015–21) er hentet fra SSBs statistikkbank, tabell 12542.

Vedlegg B Metode: Scenarier for bransjene

Vedlegg B beskriver analysen av kompetansebehov i de åtte utvalgte bransjene, som ligger til grunn for kapittel 3 og siste del av kapittel 5.

B.1 Sysselsetting i scenarioene

Scenariet «Lave ambisjoner»

Scenariet «Lave ambisjoner» bygger på planer som allerede er relativt etablerte og som med stor sikkerhet vil gjennomføres.

Havvind: I scenariet legges det til grunn utbygging av 4,5 GW installert havvindkapasitet, som er størrelsen på dagens to utlysninger ved henholdsvis Utsira Nord og Sørlege Nordsjø II. Dette utbyggingsnivået gir estimert sysselsetting på 8 100.

Batteri: For batteriproduksjon legger scenariet til grunn fullskala battericelleproduksjon på totalt 90 GWh. Dette tilsvarer produksjon fra dagens tre initiativer som har kommet lengst (Freyr, Morrow og Beyond), med tilhørende aktivitet i hele verdikjeden. Summering av tidligere estimater fra bransjeaktører gir en sysselsetting på omtrent 4 750 i dette scenariet.

Hydrogen: DNV har estimert hydrogenproduksjonen for nasjonalt bruk i 2030 til 250 000 tonn, og dette estimatet (uten videre eksport til Europa) er lagt til grunn i scenariet. Basert på estimater gitt av aktører i bransjen i tidligere rapporter, uttalelser og intervjuer er sysselsettingsbehovet satt til 3 000 for hydrogen i dette scenariet. Omfanget vil avhenge av om det produseres blått eller grønt hydrogen, og skalaen på hver enkelt fabrikk.

Karbonfangst og -lagring: Regjeringens Langskip-prosjekt legges til grunn for estimatene for karbonfangst og -lagring i scenariet. Dette omfatter fangst ved Norcems sementfabrikk og Hafslund Oslo Celsios forbrenningsanlegg på til sammen 800 000 tonn CO₂, samt transport og lagring av dette i Nordsjøen. Det er lagt til grunn et sysselsettingsbehov på 1 400 basert på tidligere uttalelser fra aktørene.

Sysselsettingsbehovet i «lave ambisjoner» summerer seg til 17 250 fordelt på de nye bransjene. Vi antar i utgangspunktet uendret aktivitet i den øvrige økonomien, slik at dette er sysselsetting som vil komme på toppen av sysselsettingen i etablerte bransjer.

For de **etablerte bransjene** legger vi ikke til grunn sysselsettingsvekst utover generelle framskrivninger i

økonomien i scenariet «lave ambisjoner». Dette innebærer at vi forventer at det vil være tilsvarende behov for ny sysselsetting i bransjene som det har vært de siste årene, blant annet for å erstatte ansatte som går av med pensjon, eller en kontinuerlig vekst eller reduksjon i sysselsetting. Basert på intervjuer gjennomført med bransjeaktører forventes ikke noe stort behov for økning i produksjon eller antall sysselsatte i disse bransjene. Det vil likevel være et skifte i kompetansesammensetningen med et økende behov for digital kompetanse og automasjon, men dette vil også redusere behovet for arbeidskraft i andre prosesser som automatiseres eller digitaliseres. Omstillingen i bransjene vil også kunne øke behovet for arbeidskraft med høyere utdanningsnivå enn dagens sammensetning, ved at enkle oppgaver automatiseres og det heller trengs kompetanse for å utvikle disse løsningene. Vi legger til grunn at denne utviklingen allerede reflekteres i statistikken for kompetansesammensetningen i disse bransjene.

Scenariet «Høye ambisjoner»

«Høye ambisjoner» er basert på ambisjonene for 2030, slik McKinsey har illustrert i rapporten «Norge i morgen». I rapporten trekker de inn ambisiøse ambisjoner for **havvind, batteri, hydrogen, karbonfangst og -lagring og maritim sektor**, som gir en total sysselsetting på 127 000 i 2030 (McKinsey, 2022). Det er i noen grad tatt hensyn til overlapp mellom verdikjeder, for eksempel mellom maritim sektor og havvind. Omfanget av ambisjonene for hver av disse bransjene i form av antall årsverk og produksjon er beskrevet i Tabell 6-1.

Tabell 6-1: Årsverk i enkelte bransjer som definert av McKinsey

Bransje	Årsverk	Forutsetning
Havvind	36 000	Installert kapasitet på 20 GW
Batteri	33 000	Produksjon av 200 GWh
Hydrogen	33 000	Produksjon av 2,8 millioner tonn
CCS	15 000	Lagret 60 MtCO ₂
Maritim sektor	10 000	50 % grønne fartøy for norskregistrerte båter

Kilde: McKinsey: Norge i morgen.

SINTEFs estimater for utviklingen i bioøkonomien i Innlandet er lagt til grunn for estimatet for

sysselsettingsbehovet i **skogbransjen** (Hatling, Vik, & Sandberg, 2018). I det høyeste scenarioet sitt vil det være sysselsetting på omtrent 10 000 innen både primærnæringen, øvrige bionæringer og bygg og anlegg, varehandel og transport (som også inngår når vi her ser på hele verdikjeden). Skogbruket utgjør omtrent 15 prosent av sysselsettingen i jord- og skogbruket til sammen, og skogbruket i Innlandet står for omtrent 30 prosent av sysselsettingen i bransjen i Norge. Disse andelene er lagt til grunn, og sysselsettingsbehovet i bransjen er estimert til 5 000 i scenarioet.

I rapporten «Norske muligheter i grønne, elektriske verdikjeder» er det estimert et omsetningspotensial på 3 milliarder euro i 2030 for **kraftsystemet og smart lading vei** (NHO, 2020). Energi Norge estimerte i Fornybarometeret 2020 en omsetning på 10 millioner kroner per sysselsatte i kraftsektoren (Energi Norge, 2020). Dersom denne faktoren brukes på estimatene fra NHO vil dette kunne gi 3 000 årsverk i 2030, som er lagt til grunn i scenarioet «høye ambisjoner».

Fafo har tidligere estimert at i et høyt scenario vil veksten i sysselsettingen i **byggebransjen** være dobbelt så høy som SSBs framskrivning, som gir 45 000 flere sysselsatte i 2035 (Fafo, 2021). Dette er veksten i perioden 2020–2035, og to tredjedeler av

dette er lagt til grunn for estimatet i 2030. I scenarioet har vi lagt til grunn et sysselsettingsbehov på 30 000 i byggenæringen, utover SSBs referansebane.

I scenarioet «høye ambisjoner» er det lagt til grunn et totalt sysselsettingsbehov på 165 000 i de utvalgte åtte bransjene, utover veksten vi allerede ser i bransjene.

Årsverk vs. Sysselsetting

Mange av framskrivningene som er brukt for å lage scenarioene ser på årsverk, mens SSBs statistikk ser på antall sysselsatte. I næringene og yrkesgruppene vi ser på er det likevel stor grad av fulltidsstillinger, og vi har derfor lagt til grunn et 1:1 forhold mellom antall årsverk og antall sysselsatte. Det kan likevel være en underestimering av antall sysselsatte i de ulike scenarioene der de fleste tall er basert på årsverk.

B.2 Fordeling i yrkesgrupper

For å fordele sysselsettingsbehovet mellom de tre yrkesgruppene i analysen og øvrige yrkesgrupper, har vi sammenstilt fordelingen i et utvalg lignende næringer. Hvilke næringer som er brukt for hver av våre bransjer er vist i Tabell 6-2.

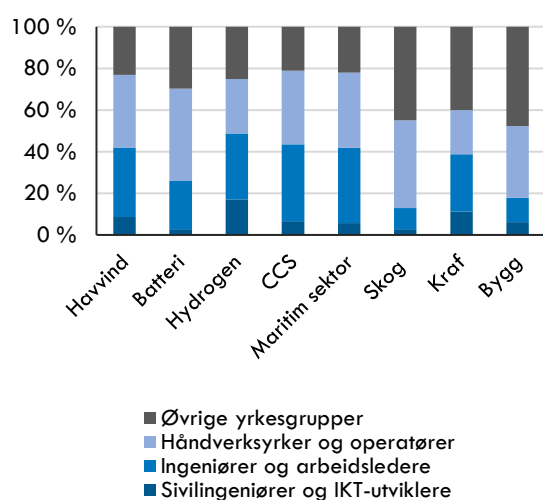
Tabell 6-2: Lignende næringer som de aktuelle bransjene

Bransje	Næringskode	Næring
Havvind	09.10	Tjenester tilknyttet utvinning av råolje og naturgass
	23.61	Produksjon av betongprodukter for bygge- og anleggsvirksomhet
	30.11	Bygging av skip og flytende materiell
	33.14	Reparasjon av elektrisk utstyr
	35.11	Produksjon av elektrisitet
	35.12	Overføring av elektrisitet
	71.122	Geologiske undersøkelser
Batteri	08.91	Bryting og utvinning av kjemiske mineraler og gjødselsmineraler
	21.10	Produksjon av farmasøytiske råvarer
	27.20	Produksjon av batterier og akkumulatorer
	33.12	Reparasjon av maskiner
	33.14	Reparasjon av elektrisk utstyr
Hydrogen	06.20	Utvinning av naturgass
	20.11	Produksjon av industrigasser
	20.15	Produksjon av gjødsel, nitrogenforbindelser og vekstjord
	35.21	Produksjon av gass
	35.22	Distribusjon av gass gjennom ledningsnett
	49.50	Rørtransport
CCS	06.20	Utvinning av naturgass
	09.10	Tjenester tilknyttet utvinning av råolje og naturgass
	49.50	Rørtransport
	50.20	Sjøfart og kysttrafikk med gods
Maritim sektor	09.10	Tjenester tilknyttet utvinning av råolje og naturgass
	30.11	Bygging av skip og flytende materiell
	35.15	Reparasjon og vedlikehold av skip og båter
	50.20	Sjøfart og kysttrafikk med gods
Skog	02	Skogbruk og tjenester tilknyttet skogbruk
	16	Produksjon av trelast og varer av tre, kork, strå og flettematerialer, unntatt møbler
	17	Produksjon av papir og papirvarer
	20	Produksjon av kjemikalier og kjemiske produkter
Kraftsystem	33.14	Reparasjon av elektrisk utstyr
	35.1	Produksjon av elektrisitet
	42.22	Bygging av anlegg for elektrisitet og telekommunikasjon
	73.20	Markeds- og opinionsundersøkelser
Bygg	16	Produksjon av trelast og varer av tre, kork, strå og flettematerialer, unntatt møbler
	22.23	Produksjon av byggevarer av plast
	41	Oppføring av bygninger
	43	Spesialisert bygg- og anleggsvirksomhet
	68	Omsetning og drift av fast eiendom
	71.1	Arkitektvirksomhet og teknisk konsulentvirksomhet
	81	Tjenester tilknyttet eiendomsdrift

Ved å sette sammen hver av næringene som ligner på en bransje, kan vi trekke ut fordelingen mellom de tre yrkesgruppene, og øvrige yrkesgrupper. Denne fordelingen er vist i Figur 6-3. Fordelingen mellom yrkesgruppene slik figuren viser, brukes for å fordele det totale sysselsettingsbehovet i de tre scenarioene mellom yrkesgruppene. Andelen innenfor «øvrige yrkesgrupper» tas ikke med videre i analysen. Dette er andre yrker som også inngår i næringen, som for eksempel resepsjonister, økonomer, eller uoppgitte yrker. I oppbygning av nye bransjer vil det fortsatt være behov for sysselsatte innenfor disse øvrige yrkesgruppene, men de er ikke vurdert som områder med nye eller endrede behov.

Skog, kraft og bygg skiller seg fra de andre bransjene ved å ha en større andel innenfor «øvrige yrkesgrupper». Dette er bransjer med flere nærings-spesifikke yrker, som ikke er definert inn i yrkesgruppene som går på tvers av flere eller alle bransjene i analysen. Det kan likevel være enkelte av disse yrkene som vil være viktig dersom man ser en av bransjene for seg selv, men som ikke vil danne store mangler eller gap når hele økonomien ses under ett.

Figur 6-3: Yrkesgruppe i næringer som samlet ligner bransjene analysert. 4. kvartal 2019



Kilde: Tall hentet fra microdata.no (Sikt/SSB), analysert av Oslo Economics.

oslo**economics**

www.osloeconomics.no

post@osloeconomics.no
Tel: +47 21 99 28 00
Fax: +47 96 63 00 90

Besøksadresse:
Klingenberggata 7A
0161 Oslo

Postadresse:
Postboks 1562 Vika
0118 Oslo