

Rapport

På lag med naturen og samfunnet: utvikling av fremtidens energisystem

OPPDRAKSGIVER

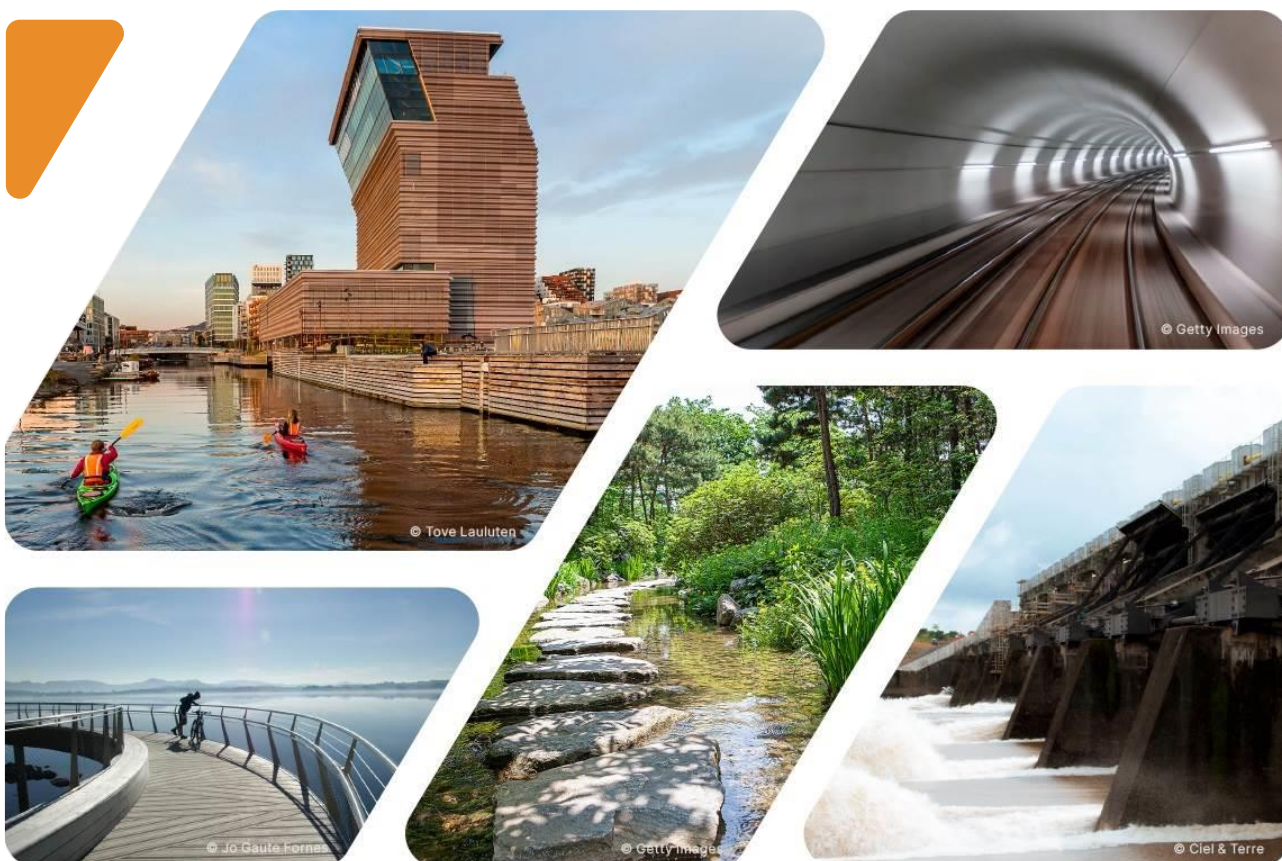
Energi21

EMNE

Prioritering av FoUI-innsats for å sikre nødvendig fornybar kraftproduksjon og overføringsnett med minimale sosiale konflikter og negative konsekvenser for natur og miljø

DATO / REVISJON: 17. februar 2025 / 02

DOKUMENTKODE: 10261074-01-RAP-01



Multiconsult





Dette dokumentet har blitt utarbeidet av Multiconsult og underleverandører på vegne av Multiconsult Norge AS eller selskapets klient. Klientens rettigheter til dokumentet er gitt i den aktuelle oppdragsavtalen eller ved anmodning. Tredjeparter har ingen rettigheter til bruk av dokumentet (eller deler av det) uten skriftlig forhåndsgodkjenning fra Multiconsult med mindre annet følger av norsk lov. Multiconsult påtar seg intet ansvar for bruk av dokumentet (eller deler av det) til andre formål, på andre måter eller av andre personer eller enheter enn det som er godkjent skriftlig av Multiconsult. Deler av dokumentet kan være beskyttet av immaterielle rettigheter og/eller eiendomsrettigheter. Kopiering, distribusjon, endring, behandling eller annen bruk av dokumentet er ikke tillatt uten skriftlig forhåndssamtykke fra Multiconsult eller annen innehaver av slike rettigheter med mindre annet følger av norsk lov.



Forord

På oppdrag fra Energi21 har Multiconsult, NINA og IFE gjennomført utredningsprosjektet «På lag med naturen og samfunnet: utvikling av fremtidens energisystem».

Formålet med prosjektet har vært å styrke kunnskapsgrunnlaget for beslutninger knyttet til prioritering av forsknings- og innovasjonsinnsats innen natur- og miljøkonsekvenser for ulike typer kraftproduksjon med tilhørende infrastruktur.

En av utfordringene ved den klimavennlige energiomstillingen i Norge er å balansere økt kostnadseffektiv utnyttelse av fornybare energiressurser og videreutvikle infrastrukturen opp mot natur- og miljøvern. Det kan bli krevende å realisere Norges energi- og klimamål for 2030 og 2050, dersom denne utfordringen ikke behandles grundig i prosessene knyttet til planlegging, design, bygging og drift av nye energiprojekter.

Energi21 vurderer energieffektivisering som et helt sentralt tiltak på veien mot et lavutslippssamfunn, og prioriterer dette området i gjeldende Energi21 strategi¹. Energi21 har imidlertid i dette prosjektet tatt utgangspunkt i behov for ny produksjon og infrastruktur. Tiltak som følge av energieffektivisering har derfor ikke vært en del av prosjektets faglige mandat.

Energi21 ønsker å takke prosjektteamet hos Multiconsult, NINA og IFE for et godt samarbeid og for meget bra resultat. Det rettes også en stor takk til samtlige aktører, fra FoUI-miljøer, akademisk, myndigheter og NGOer for engasjement og faglig bidrag til prosjektet.

Funn og anbefalinger gitt av prosjektet har stor verdi for videre utvikling av råd om nødvendig forsknings- og innovasjonsinnsats innen natur- og miljøkonsekvenser for ulike typer kraftproduksjon med tilhørende infrastruktur.

Lene Mostue
direktør Energi21



Rapport

OPPDRAG	På lag med naturen og samfunnet: utvikling av fremtidens energisystem	DOKUMENTKODE	10261074-01-RAP-01
EMNE	Prioritering av FoU-innsats for å sikre nødvendig fornybar kraftproduksjon og overføringsnett med minimale sosiale konflikter og negative konsekvenser for natur og miljø	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	Energi21	OPPDRAGSLEDER	Mette Kristine Kanestrøm
KONTAKTPERSON	Lene Mostue	UTARBEIDET AV	Mette Kristine Kanestrøm, Tonje Aronsen, Mari Lyseid Authen, Karianne Thøger Haaverstad, Marte Rødsvik, Sigmund S. Kielland, Kristina Haaskjold, Kari Aamodt Espegren, Helene Figari, Kristin Tolstad Uggen, Thomas Edward Sutcliffe, Anja Valseth
	Ansvarlig enhet		10105050 Naturmangfold, Multiconsult Norge AS

02	17.02.2025	Endelig rapport	MKK, TA, MLA, KTH, MR, SSK, KH, KAE, HF, KTU, TES, AV	MLA, TA, HF	MKK
01	31.01.2025	Rapportutkast	MKK, TA, MLA, KTH, MR, SSK, KH, KAE, HF, KTU, TES, AV	SSK	MKK
00	10.01.2025	Rapportutkast	MKK, TA, MLA, KTH, MR, SSK, KH, KAE, HF, KTU, TES, AV	SSK	MKK
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

Sammendrag

Tiltak for å avkarbonisere energiforbruk, øke fornybar kraftproduksjon og bygging av overføringsnett er drivere for økte miljøinngrep, arealbehov, sosiale konflikter og ubalanse i naturens økosystemer. Sentrale rammebetingelser for politikktutforming og fremtidig energiprojekter bør derfor være å minimere de negative konsekvensene for natur, miljø og samfunnet generelt.

Med bakgrunn i dette har Multiconsult, IFE og NINA på oppdrag fra og i samarbeid med Energi21 gjennomført prosjektet «På lag med naturen og samfunnet: Utvikling av fremtidens energisystem». Formålet med prosjektet har vært å styrke og videreutvikle kunnskapsgrunnlaget for beslutninger knyttet til prioritering av FoUI-innsats for å sikre nødvendig fornybar kraftproduksjon og overføringsnett med minimale sosiale konflikter og negative konsekvenser for natur og miljø.

For å sikre et tilstrekkelig kunnskapsgrunnlag for analyse og drøfting av sentrale FoUI-behov har det blitt gjennomført et grundig litteratursøk, spørreundersøkelse og to innspillmøter med deltakelse fra et bredt spekter av aktører. Med bakgrunn i prosjektets faglige kompleksitet og grenseflater til ulike sektorer har det vært helt sentralt å involvere interessenter utover energisektoren.

Prosjektet har tatt utgangspunkt i behov for ny kraftproduksjon og infrastruktur (overføringsnett). Energieffektivisering er et helt sentralt tiltak i veien mot et lavsutslippssamfunn, men har ikke vært en del av dette prosjektet.

Litteratursøk, dialog og innspill fra aktørene viser at det er store forskjeller når det kommer til virkelighetsforståelse og oppfatning av nødvendighet av utbygging av fornybar energi og utfordringer og løsninger knyttet til miljø- og naturkonsekvenser. De ulike virkelighetsforståelsene kan være et hinder for fremdrift og utvikling i energiprojektene, og reelle barrierer for konstruktive diskusjoner. Ulik forståelse for begreper kan også skape utfordringer. Et konkret eksempel er begrepet «sosial aksept». Dette begrepet er for mange negativt ladet; et tiltak med negative konsekvenser man bare må akseptere. Det anbefales derfor at fremtidig forskning- og innovasjonsarbeid går bort fra bruk av begrepet «sosial aksept», og erstatter det med andre begreper og konsepter som for eksempel «legitimitet» og «sosial bærekraft».

Prosjektets anbefalinger knyttet til FoUI-prioriteringene er delt opp i tre temaer: Integreerte energisystemer, natur og biodiversitet og sosiale dimensjoner. Videre følger en oppsummering av anbefalinger knyttet til FoU-I innsats innen de aktuelle temaene:

For **integreerte energisystemer** er det sentralt å prioritere FoUI-innsats innen samfunnsutvikling og omstillingsbaner som hensyntar natur og sosiale effekter. Det blir viktig å se på ulik grad av vern av natur, ulik politikk f.eks. relatert til gråareal, legitimitet for ulike teknologier og løsninger, samt effekter i Norge knyttet til ulik geopolitisk utvikling. En del av dette arbeidet vil inkludere nye og forbedrede modeller, samt sammenkobling av eksisterende modeller for å øke kunnskapen rundt sumvirkninger og avveininger mellom ulike interesser. Videre er det behov for å innarbeide en standardisert metodikk for verdsetting av sosiale effekter og natur, samt metodikk for inkludering av ikke-monetære verdier i energisystemmodeller og planleggingsverktøy.

Innen **natur og biodiversitet** er det behov for å styrke FoU-I innsatsen om effekter på spesielt sårbare arter og naturtyper. I tillegg til dette er sumvirkninger av energisystemet på natur og biodiversitet, og hvordan fragmenterte landskap påvirker arter, økosystemer, økosystemtjenester og klimagassutslipp et annet sentralt tema. Det er mange ulike hensyn som skal tas, og det er derfor viktig å utvikle metodikk og verktøy for verdsetting av natur. Det er også identifisert kunnskapshull og behov for å utvikle metoder for å gjennomføre og evaluere og utvikle miljøtiltak inkludert restaurering. Under dette punktet er det

viktig å øke kunnskapen rundt hva slags natur og økosystemer det er realistisk å restaurere og også hvordan restaureringstiltak bør gjennomføres på best mulig måte for ulike naturtyper.

Innenfor temaområdet **sosiale dimensjoner** er det nødvendig med et sterkere fokus på beslutningsprosesser som kan sikre legitimitet ved å balansere ulike interesser, og gjennom rettferdig fordeling av byrder og goder. I videre FoU-I-innsats bør det undersøkes hvordan transparente og inkluderende prosesser kan gjennomføres i praksis, med særlig vekt på prosedyrer og rammeverk som forener tidlig og meningsfull deltakelse med behovet for fremdrift og gjennomførbare beslutninger. Både holdninger og de samfunnsmessige konsekvensene av fornybar energiutvikling påvirkes av flere forhold samtidig og endrer seg over tid. Det er derfor behov for mer kunnskap om hvordan sosial respons på fornybar energiutvikling utvikler seg over tid, og hvordan samspillet mellom faktorer som politiske beslutninger, økonomiske insentiver, lokal involvering og miljøpåvirkning former oppfatninger, deltakelse og konfliktlinjer. Samtidig er det behov for flere komparative studier på tvers av geografiske områder og energiformer, for å identifisere hva som hemmer og fremmer sosial bærekraft i ulike kontekster.

På tvers av de tematiske områdene integrerte energisystemer, natur og biodiversitet og sosiale dimensjoner, vil vi løfte frem følgende FoU-I behov:

Sumvirkninger og kumulative effekter: Videreutvikling av metodikk og modeller for å forstå langsiktige og tverrfaglige effekter på energi, natur og samfunn. Det er særlig behov for kunnskap om hvordan hensyn til natur og samfunn påvirker energiproduksjon, og i hvilken grad slike hensyn faktisk begrenser mulighetene for kraftutbygging.

Datadrevne beslutningsverktøy: Bruk av stordata og kunstig intelligens for bedre planlegging og beslutningsstøtte for energisektoren, lokale myndigheter og utbyggere.

Kartbaserte verktøy: Det er et stort behov for å utvikle dynamiske kartverktøy som kan forenkle og forbedre beslutningsprosesser for kommuner, kraftutbyggere og myndigheter, inkludert kommunikasjon og involvering av lokalsamfunn.

Oppsummert har dette prosjektet kartlagt kunnskapsbehov i samfunnet og pekt på sentrale FoU-I-behov for å sikre nødvendig fornybar kraftproduksjon og overføringsnett med minimale sosiale konflikter og negative konsekvenser for natur og miljø. Prosjektet har også gitt innspill til virkemidler og utdanningsbehov som kan være relevante for Energi21 å ha som bakgrunn i sine anbefalinger. I hovedtrekk er det behov for **virkemidler** som tilrettelegger for tverrfaglig samarbeid, og en kombinasjon av kortsiktig og langsiktig forskning. Spesielt for temaene relatert til sosiale dimensjoner og til dels natur og biodiversitet vil det være behov for både grunnforskning og fri og uavhengig forskning på mer anvendte problemstillinger, for å sikre legitimitet og kredibilitet. For temaet integrerte energisystemer finnes det i dag generell metodikk, men det er behov for en forskningsbasert tilnærming for bedre fange opp konsekvenser av natur og sosial bærekraft. Det er også stort behov for å utvikle anvendte løsninger som anvender stordata og modellerte kart som vil gi bedre prognoser på naturpåvirkning fra ulike utbyggingsalternativer. **Utdanning** mot energisektoren har tradisjonelt vært preget av disiplinspesifikke tilnærminger, der ingeniører, økonomer, biologer, miljøforskere og samfunnsvitere ofte har arbeidet innenfor sine egne fagfelt. For å møte dagens komplekse utfordringer er det behov for tverrfaglig kompetanse som kombinerer innsikt i energisystemet med forståelse for hvordan det påvirker økosystemer, arealbruk, klima og lokalsamfunn.



INNHALDSFORTEGNELSE

	Sentrale begreper	8
1	Formål og prosjektgjennomføring	9
2	Rammebetingelser og premissgrunnlag	10
	2.1 Offentlige utredninger og analyser	10
	2.2 Dagens krav og regelverk	11
	2.3 Tverrsektorielle problemstillinger	12
3	Kartlegging av ulike aktørers kunnskapsbehov	13
	3.1 Spørreundersøkelsen	13
	3.2 Oppsummering av kunnskapsbehov	14
4	Kartlegging av kunnskap fra forskning og prosjekter	17
	4.1 Integreerte energisystemer	18
	4.2 Natur og biodiversitet	20
	4.3 Sosiale dimensjoner	23
	4.4 Offentlig finansierte prosjekter	24
	4.5 Utbyggingsprosjekter og anvendelse av kunnskap i energibransjen	25
5	Bakgrunn for anbefalinger	29
	5.1 Integreerte energisystemer	29
	5.2 Natur og biodiversitet	31
	5.3 Sosiale dimensjoner	32
	5.4 Virkemidler for FoU	34
	5.5 Dagens utdanning	35
6	Oppsummering og anbefalinger	37
	6.1 Integreerte energisystemer	37
	6.2 Natur og biodiversitet	37
	6.3 Sosiale dimensjoner	38
	6.4 Tverrgående temaer	39
	6.5 Virkemidler og modenhet	39
	6.6 Utdanningsbehov	40
7	Referanser	41
	7.1 Nettsider som er brukt i rapporten	43
8	Vedlegg	44
	8.1 Vedlegg 1: Krav og regelverk	44
	8.1.1 Vindkraft på land	44
	8.1.2 Vannkraft	45
	8.1.3 Solkraft	46
	8.1.4 Nettanlegg	47
	8.2 Vedlegg 2: Metode og prosess	48
	8.2.1 Metodikk for litteratursøk	48
	8.2.2 Horizon scanning	53
	8.3 Vedlegg 3: Spørreundersøkelse	53
	8.4 Vedlegg 4: Prosjekter finansiert av Forskningsrådet	55
	8.5 Vedlegg 5: EU-prosjekter	55
	8.6 Vedlegg 6: Kartlegging av utdanning og forskningsinstitusjoner	56
	8.7 Vedlegg 7: Tiltakshierakiet	57

Sentrale begreper

Tabell 1 Oversikt over sentrale begreper brukt i rapporten. Begreper som omhandler natur og biodiversitet er hentet fra Norsk handlingsplan for naturmangfold (Meld. St. 35, 2023)

BEGREP	HVA BETYR DET?
Økosystem	Et samfunn av planter, dyr og mikroorganismer og samspillet med miljøet som omgir dem. Økosystemet fungerer gjennom samspill både oppover og nedover i næringskjeden og med det fysiske og kjemiske miljøet som omgir det. Økosystemer kan variere mye i størrelse og kompleksitet.
Biologisk mangfold (biodiversitet)	Mangfoldet av økosystemer, arter og genetiske variasjoner innenfor artene, og de økologiske sammenhengene mellom disse komponentene.
Økosystemtjenester (naturgoder)	Goder og tjenester som vi får fra naturen. Det er fire hovedkategorier av økosystemtjenester. Vi skiller mellom forsynende, regulerende, kulturelle og støttende tjenester.
Energirettferdighet	Et energisystem som rettferdig fordeler både fordelene og kostnadene ved energiproduksjon, og som sikrer inkluderende, representative og upartiske beslutningsprosesser i saker som handler om energi (Sovacool <i>et al.</i> , 2017).
Energifattigdom	Energifattigdom er at mennesker ikke får dekket sine behov for energibruk i hverdagen (https://snl.no/energifattigdom).
Sosial bærekraft	Sosial bærekraft er en sentral del av bærekraftig utvikling, ofte forstått som å sikre velferden til nåværende og fremtidige generasjoner. Temaer som sosial rettferdighet, grunnleggende behov, trivsel, livskvalitet, samhold og inkludering går igjen i litteraturen. Sosial bærekraft regnes som en egen bærekraftsdimensjon, adskilt fra miljømessig og økonomisk bærekraft (McKenzie, 2004).
Horizon scanning	Horisontskanning kan inkludere et sett med ulike metoder som brukes for å gjennomføre evalueringer av nye trender, utfordringer, risikoer og kunnskapshull for å oppnå en form for fremtidsinnsikt på tvers av vitenskapelige, industri, nærings- og politiske grenseland (Foulds <i>et al.</i> , 2019).
Web of Science	En plattform som gir tilgang til ulike databaser som tilbyr referanser og data på siteringer fra vitenskapelige journaler, konferanse artikler og andre akademiske dokumenter (https://en.wikipedia.org/wiki/Web_of_Science).
Integrerte energisystemer	Integrerte energisystemer fanger opp samspillet mellom energibruk, kraftproduksjon, overføring og distribusjon, og tar hensyn til både investerings- og driftsbeslutninger i fremtidens energisystem. Ved analyse av integrerte energisystem er det viktig å hensynta energi- og kostnadseffektivitet, påvirkning på natur og sosiale aspekter.

1 Formål og prosjektgjennomføring

Prosjektet «På lag med naturen og samfunnet: utvikling av fremtidens energisystem» har som mål å styrke og videreutvikle kunnskapsgrunnet for beslutninger knyttet til prioritering av FoUI-innsats for å sikre en bærekraftig utvikling av energiforsyningen i Norge. Hovedspørsmålet er: «*Hvordan sikre nødvendig fornybar kraftproduksjon og overføringsnett med minimale sosiale konflikter og negative konsekvenser for natur og miljø?*»

For å komme frem til prioriterte områder av FoUI-behov på et så utfordrende spørsmål var det viktig med en god struktur på prosjektet og god dialog og tilbakemeldinger med kraftbransjen, miljø- og interesseorganisasjoner, myndigheter, rådgivere, forskning og akademia. I tillegg var det nødvendig å forstå og tydeliggjøre rammene og avgrensningene for prosjektet, kartlegge hvilken kunnskap og forskning som eksisterer, samt forstå ulike interesser og aktørers faktiske kunnskapsbehov. Prosjektet startet derfor med å kartlegge kunnskapsbehovene hos ulike aktører og interesser. Dette ble gjort gjennom en workshop i regi av «Areal – forskningssenter for arealkrevende næringer» (Areal-senteret) og en spørreundersøkelse, oppsummert i kapittel 3.

Parallelt med kartlegging av kunnskapsbehov startet prosjektgruppa med en kartlegging av eksisterende kunnskap, både nasjonalt og internasjonalt. Det ble gjort søk på den akademiske plattformen «Web of Science» for å kartlegge relevant publisert forskning innenfor de ulike utvalgte temaene. I tillegg til dette ble offentlig finansiert prosjekter kartlagt, det ble undersøkt hvordan kunnskapen vi har i dag anvendes i praksis i utbyggingssaker og prosjekter, og det ble gjort en kartlegging av utdanningstilbud. Dette er beskrevet i kapittel 4.

Ut ifra kunnskapen vi samlet fikk vi et bilde av hvilke trender i forskning og prosjekter det historisk sett har vært. En analyse av dette gav oss deretter innsikt i FoUI-behov. Det ble deretter avholdt en ny workshop for å kvalitetssikre foreløpige funn på FoUI-behov, og få innspill til arbeidet.

Resultatene baseres på viktige og gode innspill fra en bredde av aktører fra kraftbransjen, miljø- og interesseorganisasjoner, myndigheter, rådgivere og forskningsmiljøer, samtlige deltok på begge workshop-ene og bidro i spørreundersøkelsen.

Gjennom en grundig bearbeidelse og prioritering av informasjon (funn) og innspill i prosjektet har prosjektgruppa drøftet og kommet frem til anbefalingene i kapittel 5 og oppsummert de mest sentrale områdene for fremtidige FoUI-behov i kapittel 6. Innspill og resultater er oppsummert innenfor følgende tre temaer:

- Integrerte energisystemer
- Natur og biodiversitet
- Sosiale dimensjoner

Prosjektgruppa har også beskrevet nødvendige virkemidler/tiltak samt styrket utdanningsbehov for å dekke kunnskapsbehovet og realisere forsknings- og innovasjonsinnsatsen.

Prosjektet er ledet av Multiconsult, med tett samarbeid med NINA og IFE, i regi av Areal-senteret. Prosjektet har løpende hatt dialog med Energi21, og vi har også underveis fått innspill til arbeidet gjennom en styringsgruppe med medlemmer fra Energi21-styret. Prosjektgruppen takker også for mange verdifulle innspill fra alle aktører som har vært involvert og engasjert i prosjektgjennomføringen.

2 Rammebetingelser og premissgrunnlag

En viktig forutsetning for å kunne svare ut oppgaven og hovedspørsmålet: «*Hvordan sikre nødvendig fornybar kraftproduksjon og overføringsnett med minimale sosiale konflikter og negative konsekvenser for natur og miljø?*» er å ta hensyn til de rammene som ligger til grunn.

Dette kapitlet oppsummerer relevante dokumenter, slik som NOU-er (Norges offentlige utredninger) og analyser av kraftmarkedet, dagens sentrale krav og regelverk, samt tverrsektorielle problemstillinger for å forstå konteksten rundt hovedspørsmålet.

2.1 Offentlige utredninger og analyser

De siste årene har den geopolitiske situasjonen, spesielt med krig i Europa, skapt usikkerhet og bidratt til høye kraftpriser, samtidig som klimaendringer og naturkrisen merkes godt. Det er utarbeidet flere NOU-er for å få opp kunnskapen om kraftsituasjonen i Norge og for å rette søkelys på hvordan kraft-, natur-, klima- og miljøutfordringene skal håndteres. Offentlige utredninger og analyser om fremtidig kraftproduksjon, forbruk og prisprognoser er viktige rammer for denne oppgaven.

Krafttterspørsel og produksjon

I 2023 kom Energikommisjonen med sin rapport «Mer av alt-raskere» (NOU 2023:3, 2023). I rapporten vises det til at kraftbehovet i Norge forventes å vokse med 21-35 TWh innen 2030. For å sikre forutsigbar krafttilgang og konkurransedyktige priser anbefaler Energikommisjonen et mål på minst 40 TWh økt kraftproduksjon innen 2030. Dette kan sammenlignes med Miljødirektoratets prognose for 2035 (Miljødirektoratet, 2024), som anslår at det trengs 43 TWh ny kraft kun for avkarbonisering for å nå våre klimamål. I 2024 utviklet NVE to scenarier for kraftforbruk i Norge, og i begge scenarioene oppnås det utslippskutt tilstrekkelig for å oppfylle Norges klimaforpliktelser for 2030 og kraftbehovet øker med 37-43 TWh i 2030 (Ådnes et al., 2024). Til tross for enighet om at kraftforbruket i Norge er forventet å øke betydelig de neste 5-10 årene, er det fortsatt stor usikkerhet i omfang knyttet til elektrifiseringsgrad, utslippskutt og industriutvikling. I NVE sine analyser forventes lite ny kraftproduksjon mot 2030 (+8 TWh fra 2022), mens større utbygging er forventet mot 2035 (+24 TWh fra 2022), noe som vil gi et kraftunderskudd på mellom 8 og 14 TWh. Dette betyr at Norge vil være avhengig av import av kraft fra Europa, hovedsakelig fra Sverige, som gjør at norske kraftpriser øker.

Oppsummert viser offentlige analyser og utredninger at det er et behov for utbygging av mer fornybar energi for å nå klimamålene og bidra til etablering av ny grønn industri.

Natur og klima

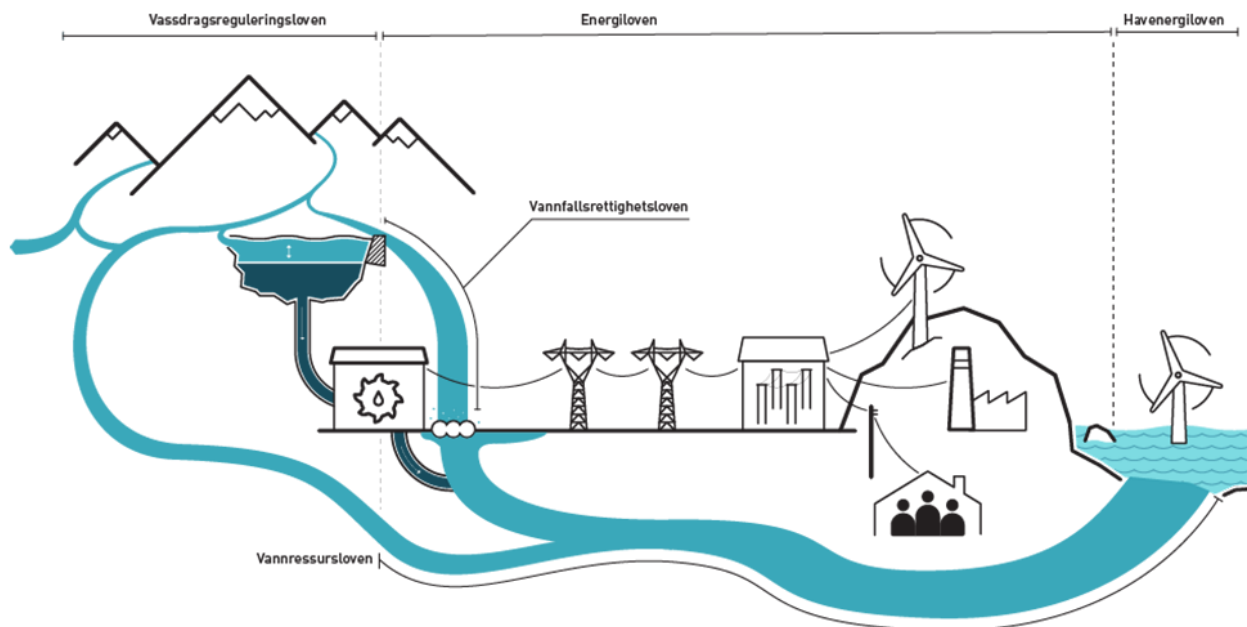
Energikommisjonens rapport anerkjenner videre at det vil være en utfordring å øke produksjonen av fornybar energi og samtidig ta vare på naturen. Dette dilemmaet blir også beskrevet i Klimautvalgets rapport (NOU 2023:25) og i «Norsk handlingsplan for naturmangfold» (Meld. St. 35, 2023). Norge har lovfestet et mål om å bli et lavutslippssamfunn innen 2050 (NOU 2023:25, 2023), og for å få til dette må det bygges ut nok fornybar energi og andre utslippsfrie løsninger til at fossile energikilder kan erstattes. En av Klimautvalgets hovedvurderinger er samtidig at «Det er også vesentlig at klimapolitikken ses i sammenheng med naturkrisen og politikk for bærekraftig bruk av arealer både på land og til havs» (NOU 2023:25). Norge har via naturavtalen forpliktet seg til målene om å stanse tap av natur («Convention on Biological Diversity (CBD),» 2022). Både FNs klimapanel og Naturpanelet fremhever at intakt natur og økosystemer i god tilstand trengs for å bremse klimaendringene og gjøre naturen mer motstandsdyktig mot klimaendringer (Pörtner et al., 2021; Intergovernmental Panel On Climate Change (Ipcc), 2023). I 2024 leverte Naturrisikoutvalget sin rapport «I samspill med naturen» (NOU 2024:2, 2024). Naturrisiko defineres i rapporten som «Faren for negative konsekvenser for aktører og samfunn ved tap og forringelse av natur og naturmangfold». Utvalget gir konkrete anbefalinger både på nasjonalt nivå og til

offentlig og privat sektor om hvordan naturrisiko kan håndteres. Utvalget mener blant annet at større bevissthet rundt naturrisiko vil styrke evnen til å gjennomføre grønn omstilling i privat og offentlig sektor.

I tillegg til NOU-ene som fokuserer på energi, klima, miljø og natur finnes det flere NOU-er som fokuserer på lokaldemokrati, urfolks rettigheter, samspill og levekår (NOU 1997:5, 1997; NOU 2003:19, 2003; NOU 2005:6, 2005; NOU 2006:7, 2006; NOU 2020:16, 2020). Det eksisterer ikke, etter vår kjennskap, NOU-er med fokus på trivsel- og helsepåvirkninger knyttet til utbygging av fornybar energi. Ei heller NOU-er med fokus på hensyn til sosial bærekraft opp mot miljømessig bærekraft.

2.2 Dagens krav og regelverk

Et omfattende lovverk legger juridiske rammevilkår for energisektoren, der hovedformålet med regelverket er å sikre at beslutningene kan fattes basert på et tilstrekkelig kunnskapsgrunnlag, at alle interesser blir hørt og vurdert, og at det settes nødvendige vilkår for å ivareta de ulike interessene. Søknad om utbygging av fornybar kraftproduksjon og overføringsnett behandles etter ulike lover avhengig av hvilke type anlegg det er snakk om: vannfallrettighetsloven, vassdragsreguleringsloven, vannressursloven, energiloven, havenergilova og elsertifikatloven.



Figur 1: Det juridiske rammeverket. Kilde: Energifakta Norge

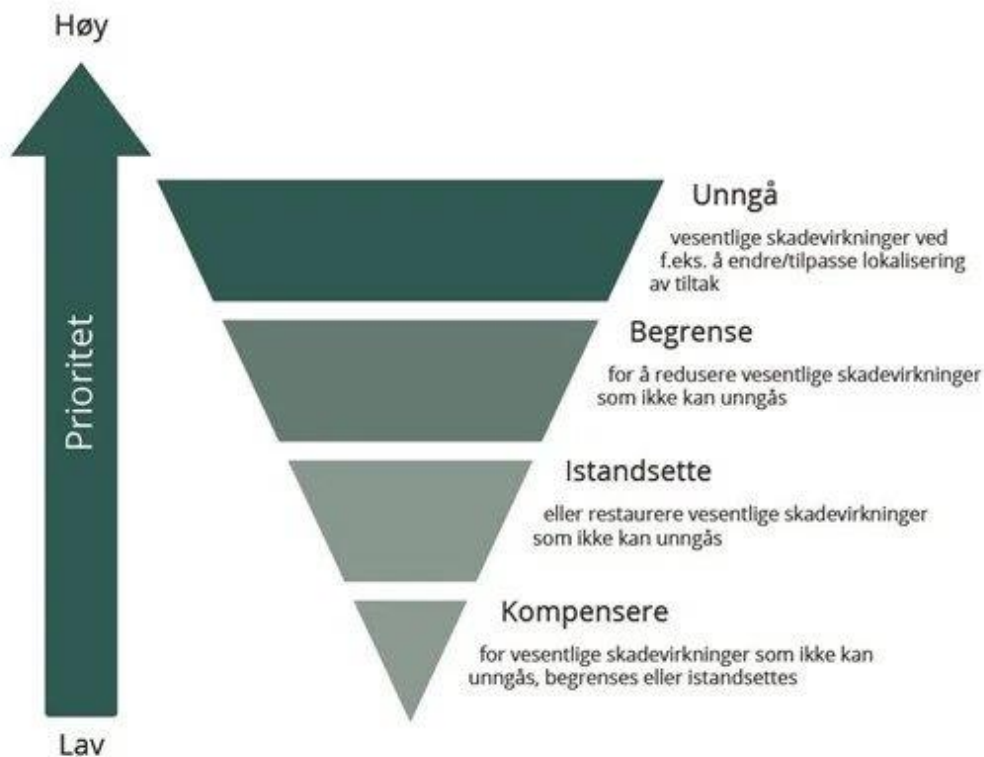
En rekke andre lover har også betydning for energisektoren, og blant annet plan- og bygningsloven og naturmangfoldloven er viktige lovverk å nevne i sammenheng med klima- og miljøvennlig utvikling av fremtidens energisystemer. Plan- og bygningslovens kapittel 14 stiller krav til konsekvensutredninger (KU-er) for tiltak som kan få vesentlige virkninger for miljø og samfunn. KU skal beskrive de tiltakene som er planlagt for å unngå, begrense, istandsette og om mulig kompensere vesentlig negative virkninger for miljø og samfunn (tiltakshierarkiet), både i bygge- og driftsfasen (se Figur 2 nedenfor).

Konsesjonspliktige vindkraftanlegg på land krever områderegulering etter plan- og bygningsloven før NVE kan gi konsesjon. Naturmangfoldloven gjelder for alle sektorer, og anlegg for produksjon og overføring av energi må derfor vurderes etter prinsippene i naturmangfoldloven når tiltaket berører natur.

For å kunne bygge vindkraftanlegg, solkraftanlegg eller kraftledninger må tiltakshaver søke konsesjonsmyndigheten om konsesjon (tillatelse) etter energiloven. Konsesjonsmyndigheten er

ansvarlig for behandling av konsesjonssøknader og tildeling av konsesjoner. Energilovens hovedformål er å sikre at blant annet produksjon og overføring av energi foregår på en samfunnsmessig rasjonell måte. I vurderingen står samfunnsøkonomiske beregninger sterkt, men hensyn som natur og miljø skal også vektlegges.

I Vedlegg 1: Krav og regelverk gjennomgås regelverket i all enkelthet for noen av de ulike konsesjonstypene (vindkraft på land, vannkraft, solkraft og nettanlegg).



Figur 2 Tiltakshierarkiet.

2.3 Tverrsektorielle problemstillinger

Det er behov for areal i ulike sektorer innen den offentlige forvaltningen i Norge (f.eks. samferdsel, fornybar energi, forsvar, eiendomsutvikling og jordbruk). Klima- og miljø er et selvstendig sektoransvar, det vil si at alle offentlige aktører har et ansvar for å ta hensyn til klima og miljø. Det innebærer at hver sektor har ansvar for å legge miljøhensyn til grunn i sin virksomhet, ha oversikt over og vurdere miljøkonsekvensene av sine inngrep og aktiviteter. I dag finnes det ingen krav om samordning av arealbruk mellom sektorene.

Hensyn til klima og miljø kan komme i målkonflikt med andre målsettinger de ulike sektorene har, som for eksempel å bygge mest mulig veg for pengene, å bygge ut fornybar energi i verdifulle naturområder eller bygge ut natur for å tilrettelegge for næringsliv og flere arbeidsplasser. I Norge er det kommunene som er den viktigste arealforvalteren – da all natur ligger i en kommune og de aller fleste beslutningene knyttet til arealbruk skjer der.

Det er viktig at utvikling av metodikk, veiledning, regelverk og krav for saksbehandling av saker i den offentlige forvaltning koordineres på tvers av ulike sektorer

3 Kartlegging av ulike aktørers kunnskapsbehov

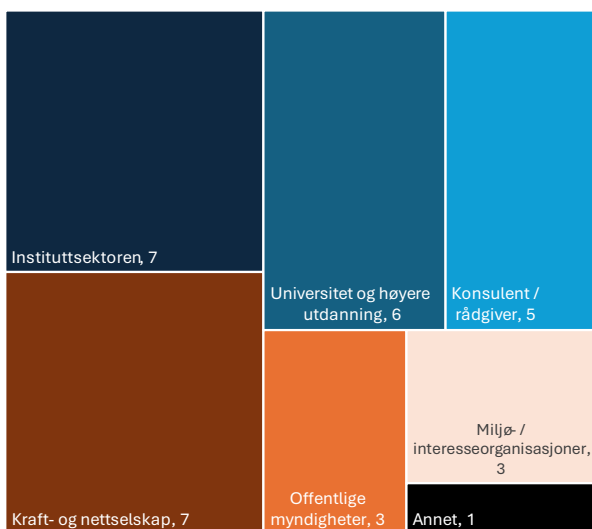
For å identifisere kunnskapsbehov har vi utført en horisontskanning (Horizon scanning). Denne metodikken brukes for å gjennomføre evaluering av nye trender, utfordringer, risikoer og kunnskapshull for å oppnå fremtidsinnsikt. Vår tilnærming besto av to workshoper og en spørreundersøkelse med et bredt spekter av aktører, med god deltagelse fra myndigheter, kraftbransjen, industri, konsulent- og rådgiverbransjen, forskning og akademia og ulike interesseorganisasjoner. Metodikk for spørreundersøkelse og workshop-er er beskrevet i Vedlegg 2: Metode og prosess.

Oppsummert ser vi at det gjennomgående temaet handler om behovet for hvordan styring og forvaltningsregimer kan organiseres slik at klima, natur, samt sosial- og økonomisk bærekraft sikres.

3.1 Spørreundersøkelsen

Her oppsummeres og utdypes resultatene fra spørreundersøkelsen, ytterligere detaljer om undersøkelsen kan finnes i Vedlegg 3: Spørreundersøkelse.

Undersøkelsen ga oss en systematisk innsamling av innspill som reflekterer ulike behov hos ulike aktører. Vi mottok 32 svar på undersøkelsen fordelt på en rekke ulike aktører, som oppsummert i Figur 3.



Figur 3 Sektorfordeling i spørreundersøkelsen

Spørreundersøkelsen hadde følgende hovedspørsmål: *Med din erfaring, sektor og stilling som bakgrunn, hva mener du er de mest sentrale kunnskapshullene innen følgende områder? Vennligst spesifiser om disse kunnskapshullene er spesifikke for din sektor eller mer generelle.*

I tillegg til hovedspørsmålet, var vi ute etter å innhente perspektiver og refleksjoner på de tre følgende temaene:

- 1) *Når det gjelder å sikre nødvendig fornybar kraftproduksjon og overføringsnett,*
- 2) *Når det gjelder å sikre nødvendig fornybar kraftproduksjon og overføringsnett ved å minimere sosiale konflikter i prosessen, og*
- 3) *Når det gjelder å sikre nødvendig fornybar kraftproduksjon og overføringsnett uten negative konsekvenser for natur og miljø.*

Til slutt stilte vi følgende spørsmål: *Med din erfaring, sektor og stilling som bakgrunn, hva mener du er de viktigste spørsmålene/forskningsspørsmålene som bør adresseres fremover for å sikre nødvendig fornybar kraftproduksjon og overføringsnett uten å skape eller forsterke sosiale konflikter og negative konsekvenser for natur og miljø? Formuler minst tre spørsmål.*

Oppsummering og utdyping av sentrale funn fra spørreundersøkelsen

Mange svar pekte på et behov for en tidligere, reell og mer meningsfull involvering av ulike samfunnsaktører i utbyggingsprosesser. Et eksempel her er konsekvensutredninger (KU-er) for å sikre legitimitet, spesielt i lokalsamfunn. Dette innebærer å forbedre dialogen med lokalsamfunn, minoriteter og urfolk for å sikre stabile og transparente rammer og tydelige krav til KU-er. I forlengelse



av dette er det et ønske om å unngå konflikter ved at innspill på utbyggingsplaner og protester mot disse integreres i planarbeid og KU-prosesser. Behovet for anerkjennelse av tradisjonell og erfaringsbasert kunnskap fra urfolk er også et tema som kom opp i spørreundersøkelsen.

Et annet sentralt tema som løftes av flere aktører handler om behovet for å oppnå aksept for utbygging av infrastruktur knyttet til fornybar energi, kraftproduksjon og overføringsnett som ligger geografisk nært befolkningen. Svarene fra spørreundersøkelsen peker på et behov for pedagogiske metoder for formidlingen av kunnskap om kraftbehov og naturpåvirkning i tillegg til kraftsystemets funksjon i samfunnet. Videre er det et behov for verktøy som kan analysere sosiale og miljømessige konsekvenser av kraftutbygging samt kartfestet kunnskap om naturmangfold og naturverdier som kunnskapsgrunnlag for planlegging. Spesielt kartbaserte verktøy kan også brukes for å forbedre og forenkle kommunikasjonen mellom ulike aktører.

Sosial og økonomisk rettferdighet er et annet felles tema blant respondentene. Det trengs kunnskap om hvordan aktører som profiterer og drar nytte av kraftutbygging kan kompensere aktører som bærer de lokale kostnadene som kraftutbyggingen har. Disse kostnadene kan for eksempel være naturinngrep, også på områder hvor energiselskapene ikke har direkte rettigheter, støy, forurensing og tap av rekreasjonsverdier. Hvordan sikre rimelig energi og forebygge energifattigdom for alle innbyggere er også pekt ut som viktig. Behovet for undersøkelser og utredninger av hvordan store aktører påvirker lokalsamfunn og legitimiteten til energisystemet er også identifisert.

Et gjentakende behov uttrykt av respondentene er en mer helhetlig kunnskap. Dette innebærer for eksempel:

- sammenhenger mellom internasjonal og norsk kraftproduksjon og behov,
- sammenkobling av naturhensyn og klima for energiprojekter,
- konsekvenser av tap av natur og biologisk mangfold i energisektoren må vurderes opp mot øvrig arealbruk, som samferdsel, hytteutbygging mm,
- overordnet plan for arealbruk og tilpasning til lokale reguleringsplaner,
- kunnskap om potensialet for utbygging som ikke krever inngrep i urørt natur.

Helhetlig energiplanlegging vil kreve metodikk for best mulig lokalisering av fornybar kraftproduksjon med hensyn til både natur og sosiale dimensjoner. Spesielt er det viktig med mer kunnskap om hvordan man kan balansere samfunnsnytte, privat lønnsomhet, miljøkonsekvenser og bedre samhandling mellom energi-, klima- og arealpolitikk.

3.2 Oppsummering av kunnskapsbehov

Oppsummert ser vi at det gjennomgående temaet, spesielt blant alle svarene i spørreundersøkelsen, handler om behovet for og hvordan styring og forvaltningsregimer kan organiseres slik at sosial-, økonomisk-, miljø-, klima- og naturmessig bærekraft sikres. Dette krever utvikling av metoder som kan vurdere og håndtere samlet belastning av kraftutbygging og arealinngrep i kommuner og regioner. Det er også et behov for utvikling av metoder for avbøtende tiltak og måling av effektene og verktøy som kan vekte alternativer for energiutbygging basert på naturpåvirkning, nytteverdi og sosiale hensyn. Behov for felles metodikk for naturregnskap og kunnskap om hvordan kulturelle og menneskelige aspekter i tillegg til naturverdier kan verdsettes er innspill som mange av respondentene er enige om. Andre behov som er identifisert i spørreundersøkelsen er kartlegging og kartfesting av gråarealer, naturtyper og natur som kan restaureres.

Tabell 2 og Tabell 3 viser en oppsummering av hvilke kunnskapsbehov som er identifisert fra både spørreundersøkelsen og workshopene, hvor Tabell 2 viser hvilke kunnskapsbehov aktørene er enige om, mens Tabell 3 trekker frem viktige forskjeller mellom aktørene.



Tabell 2 Oppsummering av kunnskapsbehov der det er stor enighet blant de ulike aktørene som har gitt innspill

Oppsummering av kunnskapsbehov det er enighet om blant ulike aktører
Demokratisk deltagelse og transparente KU-prosesser: Tidligere involvering av aktører og inkludering av lokal/tradisjonell kunnskap Analyse av hvem som planlegger/tar beslutninger, og hvordan dette påvirker beslutningene Stabile, transparente og inkluderende prosesser, tydelige krav i KU-prosesser Kunnskap om maktforhold mellom små kommuner og store aktører Forskning på prosessen rundt utbygging av fornybar energi Utvikle pedagogiske metoder for formidling uavhengig av perspektiv Økt forståelse og kompetanse i lokalsamfunn, industri og beslutningstakere om kraftbehov, miljø og kraftsystem (felles kunnskapsgrunnlag)
Integrerte energisystemer: Identifisere og optimalisere lokalisering av fornybar kraftproduksjon/ metodikk for helhetlig energiplanlegging Verdsetting av ikke-monetære verdier (sosiale dimensjoner og natur) Mer kunnskap om potensialet i grå-arealer for utbygging Samspill og konkurranse mellom ulike energikilder
Natur og biodiversitet: Behov for kartfestet kunnskap om naturverdier og naturmangfold Verktøy for analyser av både miljømessige og sosiale konsekvenser av utbygging Kunnskap om effekten av miljøtiltak-hva fungerer når og over hvor lang tid Kunnskap om miljøeffekter av nyere fornybarteknologier Omforent metodikk for naturregnskap på prosjektnivå Metodikk for å inkludere økosystemtjenester i konsekvensutredninger
Sosiale perspektiver: Hvordan oppnå lokal legitimitet, via insentiver og dialog Hvordan kompensere lokalsamfunn og fordele kostnader og fordeler Forebygging av energifattigdom, sikre at befolkningen har tilgang til energi Utredning av aktørers påvirkning på lokalsamfunn og legitimiteten til kraftsystemet



Tabell 3 Oppsummering av kunnskapsbehov der ulike aktører trekker frem ulike kunnskapsbehov som spesielt viktige.

Oppsummering av kunnskapsbehov der det er forskjeller mellom ulike aktører
Kraftbransjen Fremhever nødvendigheten av aksept og kunnskap i befolkningen rundt behovet for utbygging av fornybar energi
Miljø-/interesseorganisasjoner Fremhever nødvendigheten av å utrede alternative løsninger til utbygging (f.eks. ENØK og prosjekter knyttet til oppgradering og utvidelse av eksisterende kraftverk)
Offentlige myndigheter Trenger kunnskap om gunstig plassering og planlegging av kraftproduksjon Metoder for å beregne og håndtere samlet belastning av arealinngrep Hvordan redusere energi og effektforbruk i størst mulig grad gjennom energieffektivisering og lagring Kunnskap om maktforhold mellom små kommuner og store aktører Forskning på prosessen rundt utbygging av fornybar energi
Forskning Forbedring av konsekvensutredninger (tydelige krav), vektning av naturverdier Kunnskap om sammenhenger mellom norsk og internasjonal kraftproduksjon Utvikling av kriterier og virkemidler for arealbruk Kunnskap om hvordan kraftproduksjon og -overføring fragmenterer landskap og påvirker økosystemer og økosystemfunksjon (total belastning) Inkludering av klimaperspektivet når det forskes på miljøeffekter av fornybar energi Kunnskap om spesielt sårbare, sjeldne arter og naturtyper Mer kunnskap om potensielt bidrag og kostnader ved desentralisert produksjon Mer kunnskap om lønnsomhet ved mer skånsom design av energiproduksjon Konsekvensen av å si nei til utbygging Komparative studier på tvers av energiformer og geografiske områder Kunnskap om hvordan holdninger utvikler seg og den samlede effekter på helse og velferd.
Konsulenter/rådgivere Behov for helhetstenking og overordnet plan for arealbruk Hvordan balansere nasjonale og lokale perspektiver i kraftutbygging Verdsetting av naturverdier

4 Kartlegging av kunnskap fra forskning og prosjekter

For å få en oversikt over eksisterende kunnskap har vi gjort et litteratursøk i den akademiske plattformen Web of Science. I tillegg er prosjekter finansiert av Forskningsrådet og EU (til norske miljøer), kartlagt. Det er også gjennomført møter med Forskningsrådet for å fange opp evt. hull i prosjektporteføljene. Dette komplementeres videre av spesifikk prosjekterfaring, for å forstå hvordan denne kunnskapen brukes i energibransjen i dag.

For å få en god oversikt over kunnskapsstatus fra den fagfellevurderte litteraturen i løp av prosjektets tidshorisont ble det gjennomført «rapid scoping review». En detaljert forklaring på gjennomføringen av litteratursøket og de ulike gjennomførte søkene, samt treffresultatet fra søket for hvert av hovedområdene finnes i Vedlegg 2: Metode og prosess. Kort forklart ble det gjennomført søk innen tre brede tematiske områder natur og biologisk mangfold, integrerte energisystemer og sosiale dimensjoner. Søket fulgte en PEO (Populasjon/Problem (Population), Eksponering (Exposure), Utfall (Outcomes)) struktur. Et eksempel på et slikt søk var: P= Ecosystems OR biodiversity OR species) AND E = ("renewable energy" OR "wind energy" OR "solar energy" OR "hydropower" OR "bioenergy") AND O = ("environmental impact" OR "biodiversity loss" OR "ecosystem services"). Søket ble gjort på den akademiske plattformen Web of Science. Søketreff som ble merket som systematic reviews, meta-analyser eller systematic maps ble lastet ned og lest manuelt for å sjekke om kunnskapshull var beskrevet eller nevnt. Funnene her ble brukt som basis for å beskrive kunnskapshullene i litteraturen.

Litteratursøket på integrerte energisystemer var utformet for å fange opp den eksisterende forskningen på hvordan ulike energisystem- og kraftsystemmodeller fanger opp arealpåvirkning av ulike fornybare energiteknologier og kraftnett. Søket var begrenset til de mest aktuelle teknologiene, og inkluderte verdsetting av natur, verdsetting av sosiale virkninger og utnyttelse av grå arealer.

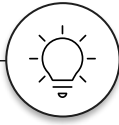
Litteratursøket på natur og biodiversitet var designet for å fange opp den eksisterende forskningen på miljø innen ulike fornybarteknologier og nett. Søket var begrenset til de mest aktuelle teknologiene, miljøpåvirkningene og forvaltningsaspekter (miljøtiltak og verdsetting). Litteratur på arealbruk ble ansett som dekket under integrerte energisystemer og ble utelatt fra søket på natur.

Litteratursøket på sosiale dimensjoner ble utformet for å fange opp et bredt spekter av temaer og forskningsspørsmål knyttet til samfunn og fornybar energi. Søkene var mindre spesifikke og mer mangfoldige enn på de andre områdene. Denne tilnærmingen sikret inkludering av svært mange relevante studier på et nokså uoversiktlig og mangslungent forskningsfelt, men krevde til gjengjeld et større antall søk for å dekke nettopp bredden i forskningen.

Mye av forskningen på nasjonalt nivå er publisert i ulike rapporter til forvaltning og industri og mye av dette er ikke nødvendigvis publisert i vitenskapelige artikler. Det er derfor også henvist til sentral «grålitteratur» der det er relevant.

Når det gjelder den offentlig finansierte prosjektporteføljen er det gjort søk i Forskningsrådets prosjektbank og Cordis som er EUs prosjektbank. Svakheten i disse systemene er at merkene som vi søker på er manuelt registrert av saksbehandlere, og det er derfor store ulikheter i hvordan prosjektene er merket. Vi har derfor i tillegg fått tilsendt bruttolister av prosjekter fra Forskningsrådet som vi har gått gjennom for å supplere mangler. Forskningsrådets egne porteføljeanalyser for Energi, Transport og lavutslipp brukt som sammenligningsgrunnlag

4.1 Integreerte energisystemer



Funn:

- Det er gjort mye forskning på enkeltteknologier, men det er store mangler av mer helhetlige analyser av hvordan energisystemet påvirker og påvirkes av natur og sosiale aspekter
- Det er kunnskapshull knyttet til metodikk for integrering av natur og sosiale påvirkninger i energiplanleggingsverktøy
- Det er behov for ytterligere kartlegging av både teknisk og økonomisk potensial for utbygging på gråareal i Norge
- Det er behov for kunnskap om avveininger mellom kostnadseffektiv ift. samfunnsøkonomisk utbygging av kraft

Energisystemmodeller anvendes i dag av forskingsmiljøer, aktører i energisektoren, og myndigheter. Modellene benyttes til å gi innsikt i overgangen til et bærekraftig energisystem og gir nyttig beslutningsunderlag til beslutningstakere innen politikk og næring. Slike modeller fanger samspillet mellom energibruk, kraftproduksjon, overføring og distribusjon, og tar hensyn til både investerings- og driftsbeslutninger i fremtidens energisystem. Eksisterende energisystemmodeller minimerer systemkostnadene basert på økonomiske, teknologiske, klimatiske og regulatoriske forutsetninger, men de tar de ikke hensyn til aspekter knyttet til biologisk mangfold, økosystemtjenester og sosiale implikasjoner. Dette medfører at det som regnes som «teknø-økonomisk optimale løsninger» kan ha utilsiktede konsekvenser for natur og samfunn som i realiteten gir sub-optimale løsninger. Det er derfor behov for å hensynta naturverdier og samfunnseffekter i energisystemmodeller, slik at man kan gi bedre kunnskapsgrunnlag i beslutningsprosesser for lokalisering og dimensjonering av ny kraftproduksjon og nytt kraftnett. Vi har identifisert en rekke kunnskapshull som må adresseres for å tilrettelegge for slike integreerte energisystemanalyser.

Overordnet finnes det allerede en rekke studier som omhandler fornybar kraftproduksjon og deres påvirkning på natur og samfunn. De fleste studiene fokuserer derimot kun på kortsiktige og lokale påvirkninger av enkeltstående anlegg for fornybar kraftproduksjon. Eksisterende og gjennomførte studier mangler ofte omfattende vurderinger, som ser på de kumulative effektene av storskala utbygging, både på dyreliv og økosystemer, arealbruk og habitatendring, landskapsestetikk og rekreasjonsområder, samt økonomiske og sosiale konsekvenser for lokalsamfunn.

For å oppnå samfunnsgunstige løsninger er det behov for å gå utover enkeltprosjekt og vurdere ny kraftproduksjon i spill med behov og distribusjon av kraft, samt påvirkning på natur og miljø. Slike helhetlige analyser kan utføres ved hjelp av energisystemmodeller, men det er gjort lite forskning på hvordan natur og miljø er hensyntatt, eller kan inkluderes, i slike analyseverktøy. For eksempel viser vårt litteratursøk over 400 000 treff på studier som omfatter energisystemmodeller, men dersom det kombineres med fornybar kraftproduksjon og økosystemtjenester begrenses treffet til kun 150 studier.

I Norge er mesteparten av studiene knyttet til landbasert vindkraft og vannkraft, mens nye teknologier som havvind, bakkemontert sol, flytende sol og tidevannsenergi er mindre studert. Dette kan henge sammen med at teknologiene er relativt nye i Norge, og at det tar tid fra forskning igangsettes til resultater publiseres. Det er et behov for å kartlegge nærmere arealforbruk og miljøpåvirkning fra alle typer kraftproduksjon, samt se nærmere på konkurransen og samspillet mellom ulike kraftkilder i energisystemet. Enkelte studier finnes på europeisk og globalt nivå, og det kan være mulig å identifisere fellesfaktorer og overførbare innsikter fra disse.

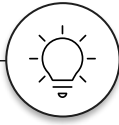
Gjenbruk og samlokalisering av industriområder og annet gråareal er løftet frem som en viktig strategi for å sikre ny kraftproduksjon med minimale miljøeffekter i Norge. Her mangler det kartlegging av både teknisk og økonomisk potensial for utvidelse av ulike energikilder på denne type areal. Søkeresultat viser at overordnet arealbruk er mye diskutert i litteraturen, med over 64 000 søketreff, mens arealbruk tilknyttet fornybar kraftproduksjon kun gir i underkant av 3000 søketreff. Begrenser vi søket til å fokusere på teknisk og økonomisk potensial for kraftproduksjon på gråareal, gjenstår kun 43 studier på verdensbasis. I tillegg er potensialet for gråareal svært stedspesifikk, og det er derfor stort behov for kunnskapsgrunnlag for norske forhold.

Når det gjelder verdsetting av natur, miljø og sosiale påvirkninger er det gjort en del studier knyttet til kostnader av utslipp, men få har forsøkt å kvantifisere kostnadene av å bygge ned natur eller virkninger for lokalsamfunnet. Litteratursøket ga rundt 1700 treff på studier med miljøkostnader knyttet til fornybar energi, rundt 500 treff på studier med sosiale kostnader knyttet til fornybar energi, og 56 treff på studier med naturkostnader knyttet til fornybar energi². Når det gjelder sosiale kostnader har enkelte studier forsøkt å kvantifisere nødvendig kompensasjon for å akseptere kraftanlegg (hovedsakelig vindparker) basert på valgekspesimenter (García et al., 2016; Dugstad et al., 2023), men kostnadene spriker stort avhengig av lokasjon, og påvirkes også av et hypotetisk bias. En annen metodikk som er brukt er analyse av tap i boligverdier som følge av kraftutbygging. (Jensen et al., 2018; Vyn, 2018a, 2018b; Frondel et al., 2019). Det finnes riktignok ingen standardisert metodikk for økonomisk verdsetting av slike virkninger, og det er også mye diskutert hvorvidt det er gjennomførbart å sette en økonomisk verdi på spesifikke natur- og samfunnsverdier. I slike tilfeller kan koblinger mellom tekno-økonomiske modeller og økosystemmodeller være mer hensiktsmessig for å begrense utbygging på enkeltområder. Basert på kartleggingen er det stort behov for ytterligere forskning på dette området.

I forbindelse med nettinfrastruktur finnes det begrenset med studier hvor påvirkning på økosystemtjenester er kartlagt og/eller verdsatt. Videre er det store kunnskapshull rundt virkningene på energisystemet som en helhet dersom natur og lokale virkninger skal hensyntas i utbygging av både distribusjons- og transmisjonsnett. Dette kan i realiteten føre til ytterligere ledetid og økte kostnader for utbygging av nett, som er viktig å hensynta i planleggingsverktøy for energisystemet. For å fange opp slike effekter i energisystemmodeller er det viktig å utvide kunnskapsgrunnlaget rundt kostnadene ved å hensynta natur og lokale virkninger i nettutbygging.

² Litteratursøk på miljø-, sosiale-, og naturkostnader inkluderer alle treff hvor man tillater opptil 2 ord imellom søkeordene. F.eks., for «nature cost» inkluderes treff for «cost of nature», «nature incurred cost», «nature has a cost», osv.

4.2 Natur og biodiversitet



Funn:

- Det finnes omfattende litteratur på miljøeffektene av fornybare energikilder generelt
- Det er en skjevhet i forskningen med stort fokus på enkeltteknologier og enkeltarter, dette indikerer et behov for flere studier som ser på sumvirkningene av energisystemet på natur og biodiversitet på større skala og over lengre tid
- Det er et behov for å integrere kunnskap om naturbaserte løsninger inkludert restaurering i energiforskningen
- Det er begrenset med studier som har sett på effekter av fornybar energi på økosystemtjenester i berørte områder og verdsetting av disse.
- Få studier kombinerer fagfelt innen økologi, samfunnsfag og økonomiske aspekter for å undersøke vektingen mellom ulike hensyn i utbyggingsprosjekter

Generelt om forskning på effekter av fornybar energi på natur og biodiversitet

Vårt mest generelle søk viser at det finnes omfattende litteratur på effektene av fornybare energikilder på natur og biodiversitet (ca. 2000 artikler i vårt søk). Dette er i tillegg til den litteraturen som har sett spesifikt på arealbruk, og som er oppsummert i kapittelet om integrerte energisystemer over. Vi fant også at den eksisterende forskningen på natureffekter av fornybar energi i stor grad har fokusert på enkeltarter og enkeltpåvirkninger, og det er langt mindre kunnskap på hvordan utbygging av fornybar energi påvirker økosystemer og økosystemfunksjon på større skala og på lang sikt. Det er også flest artikler på natureffekter av vannkraft og vindkraft generelt, mens det for nyere teknologier er langt mindre kunnskap. Spesielt har natureffekter relatert til vannkraft og fiskepopulasjoner vært studert i flere tiår både nasjonalt og internasjonalt, se f.eks. (Harper et al., 2022; Bakken et al., 2023). Eksisterende kunnskap er imidlertid ofte begrenset til arter av økonomisk interesse (Algera et al., 2020). Det finnes også mye kunnskap og litteratur på effekter av vindkraft og fugl både nasjonalt og internasjonalt, se f.eks. (Marques et al., 2014; May et al., 2021), samt kraftlinjer og påvirkning på fugl spesielt (Bernardino et al., 2018). Kunnskapen og forskningen på natureffekter av solkraft er økende, men det finnes foreløpig få europeiske studier og de fleste studiene mangler data fra før utbyggingsfasen og fokuserte kun på enkeltprosjekter (Lafitte et al., 2023; Gómez-Catasús et al., 2024). Det finnes også et økende antall studier på natureffekter av havvind, men det er mange kunnskapshull for å forstå effekter av havvind på biodiversitet og økosystemtjenester, se f.eks. (Watson et al., 2024).

En generell betraktning er at mye av forskningen er knyttet til den operative fasen av energisystemene, og det er mindre kunnskap om effekter i byggefasen og enda mindre forskning på tilbakeføring av natur etter den operative fasen. Det finnes noe litteratur fra studier som har modellert balansen mellom tap av biodiversitet og energiproduksjon ved ulike typer teknologier se f.eks. (Santangeli et al., 2016). Disse studiene er gjerne knyttet til spesifikke lokaliteter, men kan være nyttige verktøy for å vurdere balansen mellom utbygging av klimavennlig energi og tap av biodiversitet og natur.

Generelle kunnskapshull uavhengig av fornybar teknologi inkluderer kumulative effekter og langtidseffekter på natur og biodiversitet. Det er også mangel på forskning som integrerer både klima og naturperspektivene (Gorman et al., 2023). Det er få gode systematiske litteraturgjennomganger om kunnskapen som finnes på natureffekter av fornybar energi, og det som finnes er igjen i stor grad begrenset til én teknologi og utvalgte organismegrupper (f.eks. vannkraft og fisk eller vindkraft og fugl).



Det er også få tverrfaglige studier som kombinerer fagfelt innen økologi, samfunnsfag og økonomiske aspekter ved fornybar energi.

Økosystemtjenester, verdsetting og naturregnskap

Det finnes noe vitenskapelig litteratur på fornybar energi og verdsetting av natur og økosystemtjenester (> 50 i vårt søk). Ingen av de vitenskapelige artiklene var fra Norge, og de fleste artiklene var knyttet til vannkraft. Det finnes et stort potensial i å utvikle økosystemtjeneste-tilnærmingen i fornybarprosjekter, og spesielt i en tidlig fase i planleggingen av prosjekter (f.eks. ved konsekvensutredninger), se f.eks. (Espécie et al. 2019).

Vårt søk var designet for å undersøke litteratur på verdsetting av natur og økosystemtjenester direkte knyttet til studier på fornybar energi, og det lave antallet artikler reflekterer ikke nødvendigvis mengden forskning på temaet verdsetting av økosystemtjenester og natur generelt, men kanskje heller et behov for å anvende kunnskapen i energisektoren.

Naturens mangfoldige verdier kan måles ved hjelp av et bredt spekter av biofysiske, monetære og sosiokulturelle indikatorer. Det er imidlertid utfordringer knyttet til å kombinere ulike indikatorer. Verdier er direkte sammenlignbare når de måles med samme måleenhet. For eksempel kan kost-nytte-analyser av infrastruktur- og utviklingsprosjekter, som veier, gruver eller demninger, bruke en monetær indikator for å sammenligne investeringskostnader med markedsmessige og ikke-markedsmessige økonomiske fordeler. På samme måte kan biofysiske målinger brukes for å sammenligne antall hektar med habitat som går tapt på grunn av et utviklingsprosjekt med hektar som blir restaurert for å kompensere for tapet.

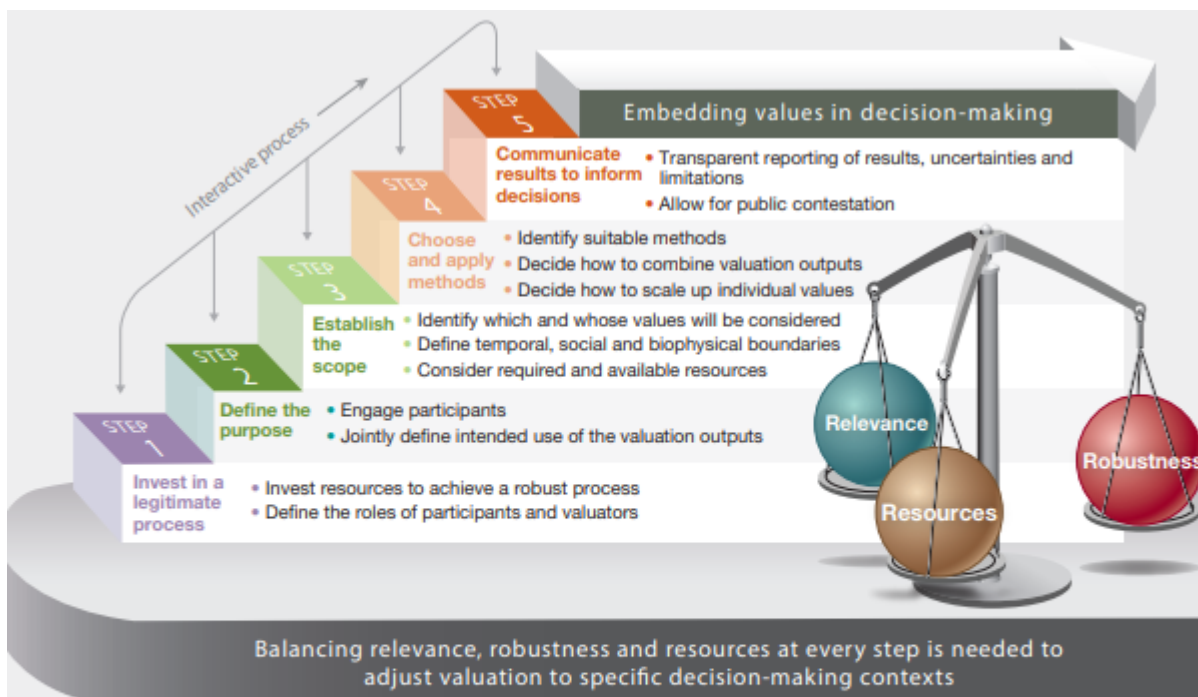


Figure SPM 4 Valuation processes can follow five iterative steps to enhance the quality of valuation outputs for decision-making.

At each step, choices need to be made considering the trade-offs in valuation regarding relevance (ensuring that different values can be considered), robustness (reliable and theoretically consistent evidence following a transparent, and socially inclusive and legitimate value elicitation process), and resource requirements (time, financial, technical and human resources) [3.4.1].

Figur 4 Prosess for å verdsette (måle) og synliggjøre naturverdier. Tatt fra IPBES-rapporten om verdsetting av mangfoldig natur (Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, 2022).

Det Internasjonale Naturpanelet (IPBES) oppsummerer kunnskapsbehovene og gir anbefalinger for videre forskning i sin rapport om verdsetting av mangfoldig natur. Selv om ulike verdier kanskje ikke kan sammenlignes direkte eller gjøres kompatible (og dermed rangeres eller kompenseres for), kan beslutninger likevel ta dem i betraktning parallelt, for eksempel gjennom diskusjoner med berørte parter (Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, 2022) (Figur 4).

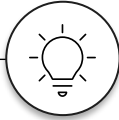
FNs statistiske kommisjon vedtok i 2021 en anbefalt standard for naturregnskap på grov skala (nasjonalt nivå) SESA-EA (United Nations, 2021). Det jobbes i dag også nasjonalt med utvikling av metodikk for naturregnskap også på lokalt (fylke/kommune) nivå og utbyggingsprosjekt-nivå. Kunnskap om økosystemtjenester og verdsetting er nødvendig for å utarbeide naturregnskap av god kvalitet. Det er utarbeidet flere norske rapporter og veiledere som beskriver muligheter og kunnskapsbehov i bruken av naturregnskap i Norge, se f.eks. (Aslaksen et al., 2023; Miljødirektoratet, 2023; Simensen et al., 2024).

Naturbaserte løsninger, miljøtiltak og restaurering

Det finnes noen vitenskapelige artikler som spesifikt omhandler naturbaserte løsninger/restaurering eller miljøtiltak knyttet til fornybar energi (ca. 60 artikler i vårt søk). Se Auestad et al., (2018) for et eksempel på en studie fra Norge knyttet til restaurering og vannkraft. Det begrensede antallet artikler reflekterer sannsynligvis et behov for å integrere kunnskapen på denne tematikken i energiforskningen. Det er sannsynlig at det finnes mange enkeltprosjekter som har utforsket tiltak, restaurering og naturbaserte løsninger for fornybar energi lokalt. Denne anvendte forskningen blir ikke nødvendigvis publisert vitenskapelig, dersom den blir gjort på oppdrag fra forvaltning eller kraftselskaper og dermed blir publisert i rapporter som ikke er omfattet av vårt søk i Web Of Science. Men det kan også være knyttet til at det er få publiserte studier som ser på tilbakeføring av områder etter den operative fasen av et kraftverk/fornybarprosjekt (Dhar et al., 2020). Videre har vårt søk ikke fanget opp all litteraturen på fiskevandringens løsninger som er et eget fagfelt med egen terminologi (se f.eks. Fjeldstad et al., 2018). Det er gjort mye på dette feltet innenfor vannkraft nasjonalt, f.eks. er det utarbeidet en egen håndbok for miljødesign for laks i regulerte vassdrag (Forseth & Harby, 2013) og tiltakshåndbok for bedre fysisk vannmiljø (Pulg et al., 2023).

Dersom vi ikke hadde begrenset søket til litteratur på restaurering spesifikt knyttet til fornybar energi hadde vi funnet langt flere artikler. Det finnes også mye kunnskap i "den grå litteraturen" nasjonalt, Det er f.eks. utviklet en egen håndbok i økologisk restaurering på norsk (Hagen & Skrindo, 2010). Generelt finnes det kunnskapshull relatert til hva slags natur som kan restaureres, hvordan den kan restaureres og hva som kan oppnås på ulike tidsskalaer. Videre har det i liten grad blitt gjennomført etterundersøkelser som vurderer om tiltakene og restaureringen er vellykket fra et økologisk perspektiv. Det er også behov for mer tverrfaglig forskning og samarbeid mellom blant annet økologer, økonomer og interessenter (Farrell et al., 2022).

4.3 Sosiale dimensjoner



Funn:

- Manglende forståelse av samfunnsgruppers respons på og oppfatninger av fornybar energi
- Fortsatt store hull i forståelsen av hvordan fornybare energiprojekter kan påvirke marginaliserte samfunn uforholdsmessig mye
- Det foreligger lite forskning på effektive strategier for kompensasjon til lokalsamfunn som blir berørt av fornybare energiprojekter
- Fravær av integrerte rammer og retningslinjer for forvaltning og beslutningsprosesser
- Det er behov for mer tverrfaglig forskning som bygger bro mellom økologi, ingeniørvitenskap og samfunnsvitenskap

Forskningen på energiforvaltning, sosiale og lokale responser og samfunnseffekter viser at fornybare energiprojekter ofte utløser betydelig sosial og politisk motstand, spesielt i lokalsamfunn (Rule, 2014; Eichenauer & Gailing, 2022). Slike konflikter kan ha ulike årsaker, inkludert mangel på tillit til myndigheter og utbyggere, utilstrekkelig deltakelse i beslutningsprosesser, samt opplevelsen av at prosjekter er påtvunget uten hensyn til lokale interesser (Leiren et al., 2020).

NIMBY (Not In My Back Yard)-fenomenet har vært hyppig brukt for å forklare lokal motstand, men nyere forskning peker på at dette er en forenklet tilnærming (Carley et al., 2020). I stedet har det vist seg at motstand ofte reflekterer mer komplekse forhold knyttet til sosial rettferdighet og oppfatninger om manglende nytte for lokalsamfunnet (Rand & Hoen, 2017).

Studier har også fremhevet hvordan beslutningsprosesser, som "decide-announce-defend", der beslutninger kunngjøres uten reell medvirkning fra lokalsamfunn, bidrar til økt konflikt (Wolsink, 2010). Noen utviklere bruker strategiske verktøy som økonomisk kompensasjon eller "utdanningsprogrammer" for å redusere motstand, men slike tiltak kan ofte oppfattes som bestikkelser eller som en form for "overformynderi" (Leer Jørgensen et al., 2020). Generelt tyder forskning på at effektiv konfliktløsning krever tidlig og genuin involvering av lokale aktører og transparente prosesser som bygger tillit.

Forskning på sosiale dimensjoner ved fornybar energi i Norge har vært dominert av vindkraftstudier. Tidlige undersøkelser på feltet viste at lokalt eierskap og deltakelse reduserte lokal motstand mot vindkraft (Jakobsen, 2008). Senere studier har bekreftet at energiprojekter med lokalt eierskap ofte oppfattes positivt (Rygg et al., 2021). Samtidig har vindkraftutbygging ført til kraftig samfunnspolarisering, påvirket sosiale relasjoner og endret yringsklimaet rundt vindkraft i sterkt berørte lokalsamfunn (Leiren et al., 2020; Figari et al., 2024). Nyere undersøkelser viser stor avstand i holdninger blant nordmenn, og at motsetningene gjenspeiler en dypere verdikonflikt mellom økomodernisme og vekstkritikk (Kaltenborn et al., 2023). Den politiske sprengkraften i denne polariseringen har vært undervurdert i både forskning og politikk. Overordnet viser forskningen fra Norge at miljøpåvirkning og lokale myndigheters holdninger spiller en betydelig rolle i konsesjonsbeslutninger for vindkraftprosjekter her til lands (Inderberg et al., 2020).

I Norge har diskusjonen om rettferdig energiforvaltning blitt preget av Høyesterettsdommen i Fosensaken, der urfolks og samiske rettigheter har kommet i fokus. Forskning på involvering har derfor i tiltakende grad kommet til å handle om å sikre meningsfull deltakelse for urfolksgrupper og ivaretagelse av samisk kultur og rettigheter (Fjellheim, 2023; Karam & Shokrgozar, 2023).

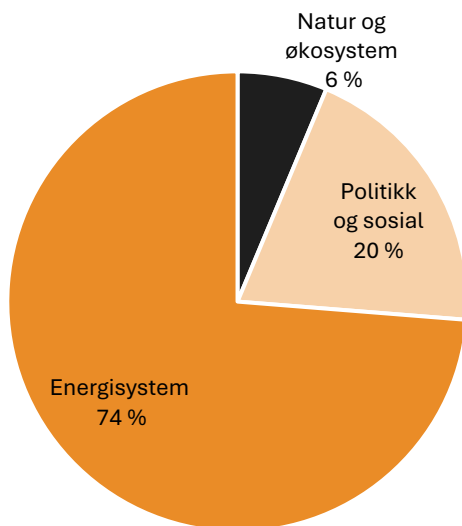
4.4 Offentlig finansierte prosjekter

Det er gjort en kartlegging av relevante prosjekter finansiert av Forskningsrådet og EU for perioden 2004-2024. Forskningsrådets merkesystem er brukt som utgangspunkt for søkene, og det er søkt på de følgende merkene: Miljøvennlig energi, med undermerkinger: Energipolitikk, miljøkonsekvenser og bærekraft; Energisystem, modeller og organisering; Fornybar energi - vind og hav; Fornybar energi – vannkraft; Fornybar energi – sol.

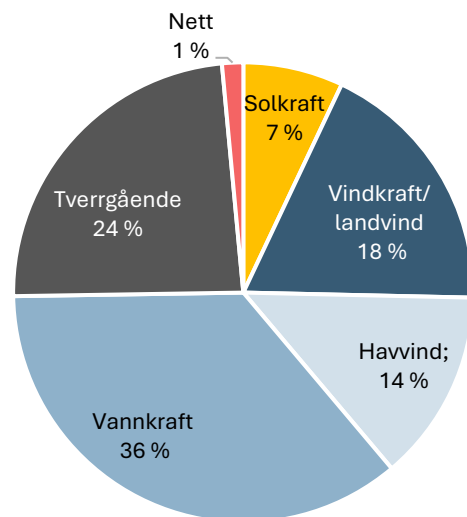
Svakheten med merkesystemet er at det er saksbehandlere som merker prosjektene, og det kan derfor være hull grunnet ulike praksis på tvers av saksbehandlere. For å komplettere søkene har det derfor blitt hentet ut prosjektlister fra de aktuelle saksbehandlerne i Forskningsrådet. Det er viktig å merke seg at det er usikkerhet i datagrunnlaget, men etter diskusjoner med Forskningsrådet er det vurdert at porteføljen kan brukes til å vurdere trender.

Det er totalt identifisert 35 prosjekter med en total bevilgning på 346 Mill kr. Prosjektene er delt inn i de tre analyseområdene «Energisystem», «Politikk og sosial» og «Natur og økosystem».

Grunnbevilgning, retur EU, støtteaktiviteter og forprosjekter er ikke inkludert. I tillegg ble det funnet 11 relevante EU-prosjekter hvor norske aktører deltar.



Figur 5 Fordeling av bevilgning per tematikk



Figur 6 Fordeling av bevilgning per teknologi

Gjennomgangen av statistikken viser at det er finansiert mye forskning på natur og økosystemkonsekvenser av enkeltteknologier, spesielt konsekvenser av vindkraft på fugl, og konsekvens av vannkraft på fisk. Det er finansiert lite på energisystemkonsekvenser av naturinngrep, og lite på naturkonsekvenser av å bygge nett. Sammenlignet med forskning på enkeltteknologier er det også mindre fokus på tverrfaglige og tverrgående prosjekter.

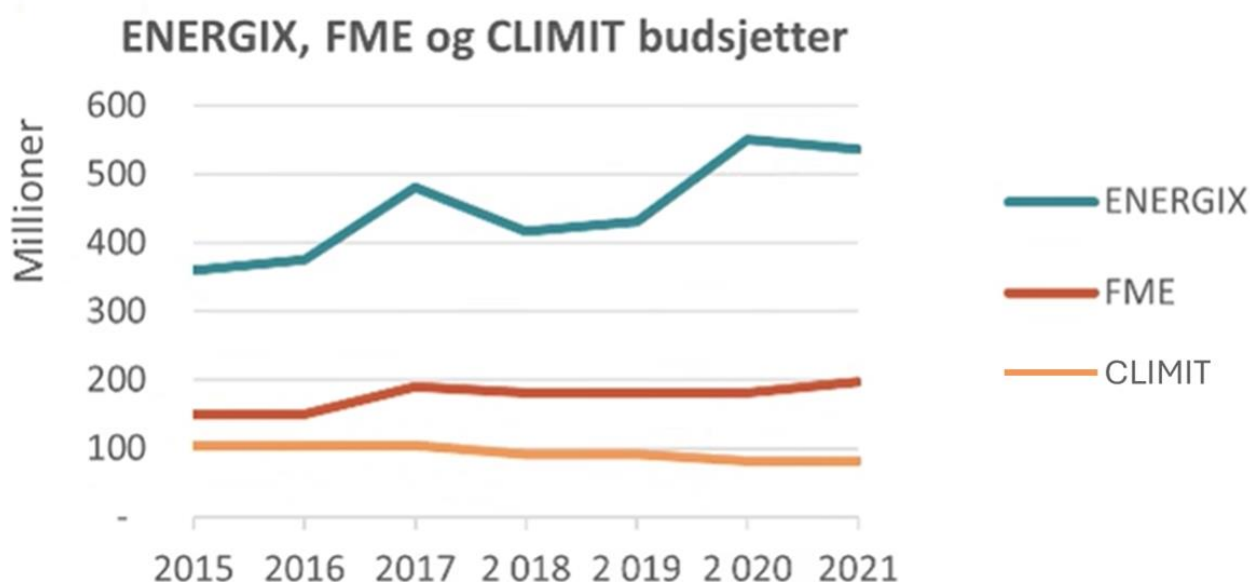
Noen av FME-sentrene omfatter også i større eller mindre grad deler som knytter seg til naturkonsekvenser. Her er trendene de samme, med mye vekt på naturkonsekvenser av enkeltteknologier og lite tverrfaglighet og systemperspektiv. Et unntak fra dette er FME InterPlay (2025-2033) som skal prøve å koble modeller/digitale tvillinger av biodiversitet med energisystemmodeller, og

FME CEDREN (2009-2017) som hadde et mer tverrfaglig perspektiv og ga opphav til miljødesignmetodikken for vannkraft.

Utviklingen over tid viser at finansieringen har økt betydelig etter 2015. Det er noe usikkerhet knyttet til dette, men det kan skyldes en kombinasjon av finansiering til FME CEDREN i perioden 2009-2015, og at den generelle økningen til FoU etter klimaforliket i 2008 og at landbasert vindkraft i Norge først fikk et oppsving rundt 2015-2016 (delvis grunnet elsertifikatordningen mellom Norge og Sverige).

I tillegg til bevilgningene som er vist i figur 5 og 6, er det identifisert 11 relevante EU-prosjekter hvor norske aktører deltar. De aktuelle vektlegger natur og miljø, vannkraft og tverrfaglige initiativer knyttet til politikktutvikling, i tillegg til et par prosjekter som ser på sosial aksept og vindkraft. Innvilget beløp til Norge på disse EU-prosjektene er ca. 56,5 millioner kroner i perioden 2004-2024.

Til sammenligning er det i perioden 2015-2021 totalt bevilget fra i underkant av 600 til i overkant av 800 MNOK per år til energiforskning, altså er det en liten andel av energiforskningsmidlene som har gått til forskning som også inkluderer natur- og sosiale aspekter knyttet til utbygging av fornybar energi.



Figur 7 Budsjettutvikling fra departementene til ENERGIX, FME og CLIMIT

4.5 Utbyggingsprosjekter og anvendelse av kunnskap i energibransjen

I tillegg til hva som er gjort i forskningen har vi analysert hvordan kunnskap anvendes i utbyggingsprosjekter. Dette er basert på prosjektgruppens erfaringer i forbindelse med oppdrag knyttet til fornybar energi. Gjennom arbeid med ulike aktører og prosjekter har prosjektgruppen god erfaring fra utredninger og prosesser i energisektoren, der deler av disse ble validert gjennom innspill fra ulike aktører i både spørreundersøkelsen og workshopene.

Tidligfasevurderinger og tidlig kommunikasjon av prosjektet

Prosjektgruppen erfarer at det er et ønske om mer bruk av tidligfasevurderinger (også kalt miljøscreening eller rød flagg-undersøkelse) i prosjektene. Dette er det sikreste virkemiddelet for å unngå naturskade iht. tiltakshierarkiet, og det er en mulighet for utbygger å kunne vurdere lokasjon eller alternativer så tidlig som mulig, med så lite konsekvenser som mulig. Dersom det ikke er gjort en god nok tidligfasevurdering av alternativer for nettilknytning, er prosjektgruppens erfaring at det fører til konsekvensutredninger av et stort antall alternativer, og dette er lite gunstig samfunnsøkonomisk sett.

For solkraftverk er det per i dag frivillig å gjennomføre melding med forslag til utredningsprogram. Prosjektgruppen erfarer likevel at mange aktører ønsker å bruke melding som et kommunikasjonsverktøy, for å høre NVE og kommunens innspill, kommunisere prosjektet, og for å slippe å ta sjanser og unødvendige kostnader på å sette i gang konsesjonsprosess med full konsekvensutredning i tilfelle prosjektet blir dårlig mottatt. Dette kan også ses i sammenheng med innspill fra tidligere prosesser rundt vindkraft, som har medført stor lokal motstand og sterke motorganisasjoner. Noe av dette kan også tilskrives en suboptimal myndighetsprosess ved datidens satsning på vindkraft på land, med liten forankring lokalt og lite fokus på miljømessige og visuelle virkninger.

Mangler i metodikken

Når det planlegges produksjon av (energi)kraft (for eksempel solkraftverk) vil arealbeslaget og medfølgende tap av natur ikke nødvendigvis være størst som følge av selve kraftverket, men som følge av den nødvendige nettilknytningen. Nettilknytningen er ofte lang og medfører stor påvirkning, både på natur og miljø, og for lokale beboere. Nettilknytningen i seg selv er med andre ord ofte en like vesentlig påvirkning som utbygging av fornybar energi i seg selv. Regelverket oppfattes likevel som uklart relatert til om nettilknytningen skal inkluderes eller ikke, når man utreder fornybar energiproduksjon. I mange tilfeller utredes nettilknytningen separat, og på et senere tidspunkt enn selve anlegget for kraftproduksjon. Prosjektgruppen erfarer at dette også gjelder når det skal søkes om å bygge ny transformatorstasjon. Det resulterer i at natur- og miljøkonsekvensene av transformatorstasjonen utredes på et tidspunkt der nødvendig nettilknytning ikke er avklart eller prosjektert. Dette vil si at konsekvensutredningen handler mest om valg av lokasjon for kraftproduksjonsanlegget og mindre om de faktiske sumvirkningene/samlede belastningen tiltaket har på miljø og samfunn som følge av stasjonens plassering *inkludert* dens nettilknytning. Dette er også problematisk med tanke på at transformatorstasjoner i utgangspunktet kan utredes etter saksgang A, dvs. uten melding og utredningsprogram. En annen utfordring med utredning av nettilknytning er at nettilknytning ofte utredes på et så tidlig tidspunkt i prosjekteringen at det ikke foreligger mastepunkter, mastehøyder, mastetyper eller informasjon om adkomstveier eller anleggsinfrastruktur. Dette medfører at tiltaket som utredes er av generell karakter, og detaljene uteblir.

Tiltakshierarkiet er et godt verktøy, og høyst relevant i energisektoren, men metodikken benyttes i liten grad. Det foreligger per i dag ingen klare lovkrav knyttet til naturrestaurering og/eller økologisk kompensasjon innenfor energibransjen og det mangler systematisk kunnskap om effekten av avbøtende tiltak samt restaurering, istandsetting og øvrig kompensasjon. Eksempelvis er solkraftverk tekniske anlegg som har gode muligheter for å kunne restaureres tilbake til opprinnelig tilstand, men det mangler krav om at kompensasjon eller restaurering skal vurderes i konsekvensutredningen og det mangler et uttalt mål om at solkraftverk skal være så reversibelt som mulig i konsesjonsvedtakene. Sist, men ikke minst, mangler det metodikk for utredning av restaurering eller kompensasjon i konsekvensutredningen.

I konsekvensutredninger er det sjelden krav om utredning av sumvirkninger / kumulative virkninger når flere tiltak planlegges innenfor samme område. Cumulative impact assessments er et utstrakt virkemiddel i store internasjonale energiprojekter, men er ikke et innarbeidet begrep i Norge. Manglene på den samlede belastning gjelder generelt for alle områder innenfor fornybar energi. Det er generelt manglende tydeliggjøring av KU-metodikk innen:

- Sumvirkninger/samla belastning/kumulative effekter, særlig for sumvirkninger/samla belastning av flere prosjekter samlet og særlig mangler dette for alle havvind-kraftverkene som planlegges innen 2040/50.
-



- KU for marint naturmangfold. Metodikken for marin natur er per i dag uklar og utviklet. Det mangler også klargjøring av null-alternativet.
- Kompensasjon, restaurering og istandsetting i KU-sammenheng.
- Utredning på ulike nivå. I dag foreligger det kun metodikk for store prosjekter.

Manglende tilgjengelighet og forståelse av funn fra rapporter

Allmennheten synes å ha utfordringer knyttet til å forstå og få med seg konsekvensutredningsrapporter, konsesjonssøknader etc., særlig i de tilfeller der rapportene er delt opp, omfattende eller omtaler en rekke ulike alternativer. I tillegg er resultatene fra konsekvensutredninger lite tilgjengelige for offentligheten og er ikke en del av et systematisert publikasjonssystem i rapport- eller kartformat. Det bør tilrettelegges for at det i større grad blir registrert og innrapportert resultater fra konsekvensutredninger til offentlige databaser som er tilgjengelig for alle og det bør etableres en offentlig database for konsekvensutredninger hvor alle kart er digitale. Slik det er nå, blir for eksempel artsdataene sendt til artsobservasjoner, men alle vurderingene av påvirkning og konsekvens blir kun liggende i rapporten, som ikke nødvendigvis lagres et kjent sted, og er dermed ikke offentlig tilgjengelig informasjon for senere bruk.

Utfordringer knyttet til valg av lokasjon for kraftproduksjon

Det er et høyt teknisk potensial for utbygging av solkraftverk på grå arealer, men dette kan ofte ikke oversettes til et bedriftsøkonomisk lønnsomt potensial. Konsesjonsprosessen for kraftutbygging er ofte kompliserende og tidkrevende. Dette, samt manglende rammebetingelser, kan føre til at kraftutbygging taper i konkurranse med andre næringer, og de grå arealene er ofte ikke lønnsomme å bygge ut for kraftproduksjon. Disse barrierene kan være kompliserende for en relativt ung bransje med ny fornybar kraftproduksjon, med en stor grad av små selskap med få ansatte. Det stilles samtidig høye krav til profitt og fremdrift og det er tidvis liten forståelse og kunnskap om miljøfagene og –kravene samt myndighetsprosessen sammenlignet med mer etablerte bransjer.

For havvind tildeles arealer ved auksjon uten kvalitative kriterier og med tidsbegrensninger på KU og konsesjonssøknad. Dette skaper en risiko for at utbygger tar snarveier i utredningsarbeidet og gir NVE lite eller ikke noe rom for krav om tilleggsutredninger dersom det er nødvendig. Vi har generelt også lite erfaring og kunnskap om marine løsninger og det finnes lite kunnskap om påvirkninger og sumvirkninger fra fornybar energi samt nettilknytning i form av sjøkabler på marine økosystemer. Å øke kunnskapsgrunnet krever langsiktige kartlegginger, overvåkinger og utredninger utover det som kan kreves i de prosjektspesifikke konsekvensutredningene. Det kreves også omfattende før- og etterundersøkelser av allerede etablerte vindkraftverk samt krav om dette i kommende konsesjoner. Det pågår forskning innen marine næringer og sjøfugl som er viktig fagkompetanse forvaltningsmyndigheten må ha for å kunne forvalte Regjeringens/EUs mål om utbygging av havvind.

Erfaringer med å ta hensyn til lokalbefolkning i forbindelse med kraftprosjekter

Slik prosessen typisk gjennomføres per i dag, er det liten tradisjon for grundig og reell involvering av lokalsamfunn i utbygging av kraftprosjekter. Både litteraturgjennomgangen og funn fra spørreundersøkelsen og workshopene peker på dette som viktige verktøy for å minimere sosiale konflikter. Her er det imidlertid andre bransjer, eller i det minste segmenter av andre bransjer, som har kommet et skritt lenger. Ser man til byutviklingsbransjen for eksempel, virker det som det er sterkere tradisjon for denne typen tidlig og reell involvering her, og særlig i de større kommunene. Prosjektgruppen erfarer at det stadig oftere stilles krav fra kommuner om at ulike deler av befolkningen skal bli hørt, og de skal gis mulighet til å komme med innspill på en måte som tilpasses ulike grupper. Eksempler som ofte trekkes frem i diskusjonen om mangel på reell medvirkning, er at



ikke alle er komfortable med å si sin mening på et offentlig folkemøte. Det er heller ikke alle som får sendt høringsinnspill når planen eller meldingen når den ligger ute på høring, da det kan være vanskelig å forstå og orientere seg på planmyndighetens nettsider. Gjennom de siste årene er det utviklet en rekke medvirkningsverktøy for å også hensynta disse stemmene (f.eks. via Design og arkitektur i Norge (DOGA), men disse verktøyene blir foreløpig lite anvendt i energisektoren sammenlignet med andre bransjer.

Når involvering og hensyn til lokale først gjennomføres i energisektoren, gjøres det ofte *etter* en melding eller et planforslag er utarbeidet. Erfaringsmessig kan det imidlertid være for sent for at innbyggerne skal føle seg hørt. Ved at formatet er slik at innbyggernes rolle er å reagere på et planforslag eller melding, fremfor at også deres interesser hensyntas når premissene settes for hva som skal utredes eller hvordan prosjektet skal utformes, risikerer man at innbyggerne opplever at prosjektet allerede er ferdig bestemt, og at det skjedde over hodene deres. Når det er sagt er det slik prosessene *skal* gjennomføres etter loven. Det å få kunder til nettopp å prioritere tidlig involvering, kan med andre ord være utfordrende ettersom det ikke er et krav.

En annen utfordring med prosessene slik de er i dag, er at det er liten tradisjon for å gjennomføre konsekvensutredninger av prosjektet for lokale, sosiale forhold. Her bør man se til internasjonale eksempler, der gjennomføring av konsekvensutredninger av sosiale forhold (social impact assessments) er mer utbredt (Martinez & Komendantova, 2020; Fois et al., 2022). Eksempelvis ville det vært naturlig, sett fra et samfunnsvitenskapelig ståsted, å utrede konsekvenser av tiltaket for livskvalitet og trivsel i lokalmiljøet. Et KU-tema som kunne fanget dette, er typisk en helsekonsekvensutredning. Slike konsekvensutredninger er det imidlertid liten tradisjon for å gjennomføre, etter prosjektgruppens erfaring, og når de først gjennomføres er de gjerne begrenset til vurdering av somatiske helseeffekter av tiltaket (negativ påvirkning av støy, stråling etc.). Erfaringsmessig utredes ikke faktorer som er viktig for livskvalitet og trivsel, til tross for at også dette er sentrale deler av helsebegrepet (World Health Organization). Da fanges heller ikke temaer som lokal stedstilknytning, lokalt viktige rekreasjonsområder eller lokal stedsidentitet opp, som blant annet kan påvirke livskvalitet og trivsel (Nes et al., 2018). En annen utfordring som påvirker i hvilken grad lokale opplevelser og behov hensyntas i utviklingen, er vektingen som ligger til grunn i KU-metodikken for vurdering av konsekvenser for friluftsliv. Slik metodikken legger opp til, skal det mye til for at et friluftsområde blir vurdert til svært høy verdi, om det ikke er av nasjonal interesse. Med en slik vekting, fanger man ikke nødvendigvis opp viktige områder som kan ha svært stor verdi for trivsel og livskvalitet lokalt.

Prosjektgruppen erfarer også at det er manglende lovkrav eller virkemidler for å ivareta negative visuelle virkninger av tiltak for lokalsamfunn. Eksempelvis er regjeringens retningslinjer for bruk av jord- og sjøkabel, at de åpner for jordkabel der «luftledning vil gi særlig store ulemper for bomiljø og nærfriluftsområder der det er knapphet på slikt areal, eller der kabling gir særlige miljøgevinster», men det legges sjelden opp til bruk av jordkabel som avbøtende tiltak for visuelle virkninger.

5 Bakgrunn for anbefalinger

Basert på en omfattende kartlegging av kunnskapsgrunnlag, kunnskapsbehov, og hvordan kunnskapen best kan tas i bruk, vil følgende kapittel summere opp og drøfte nødvendig FoUI innsats på området. Anbefalingene er basert på funn fra litteratursøket, innspill fra workshops og spørreundersøkelsen som er presentert i de foregående kapitlene, samt forfatterens faglige kompetanse og vurderinger. Bakgrunn og anbefalinger er delt inn i følgende tre hovedkategorier: integrerte energisystemer, natur og biodiversitet og sosiale dimensjoner. For å sette dette i kontekst drøfter vi virkemidler for FoUI i lys av virkemidler for realisering, samt hvordan dagens utdanningsystem bør styrkes for å dekke kunnskapsbehovet.

5.1 Integrerte energisystemer

Det har blitt gjort omfattende forskning og analyser på behovet for kraft i det norske energisystemet frem mot 2030 og 2050. Både forskningssentre (f.eks. NTRANS) og andre aktører (NVE, Statnett, Statkraft, DNV mfl.) har utviklet ulike scenarier for kraftetterspørsel, hvor også anslag for nødvendig kraftproduksjon legges frem. Felles for alle projeksjonene er enighet om økende kraftbehov, men det er ulikheter i både grad og hastighet av ny kraftutbygging. Dette skyldes ofte ulike premisser for analysene, for eksempel knyttet til utslippsmål, utflagging av industri, krafthandel osv. Et tydelig funn i dette prosjektet er imidlertid en betydelig forskjell i virkelighetsforståelse mellom ulike aktører om hvorvidt dette behovet er reelt. Gjennom prosjektets utvikling ble det klart at

Det er sentralt å forstå virkningene økt kraftutbygging vil ha på natur, verdiskapning og samfunnet generelt. Dette krever nye tverrfaglige metoder og verktøy.

ulik forståelse av premissene er en av de største utfordringene for å løse oppgaven og en tydelig kjerne til konflikt. Fra spørreundersøkelse og workshops er det identifisert et stort behov for felles forståelse av det fremtidige kraftbehovet i Norge. Det er stor usikkerhet rundt dette, men det er sentralt å forstå virkningene som kraftutbygging vil kunne ha for samfunnet. Dette inkluderer både effekter på natur og samfunn, men også på verdiskapning, klimamål, kraftpriser og forsynings sikkerhet. Det er viktig å kommunisere hvorfor vi bygger ut kraft – først og fremst for å fase ut bruk av fossile brensler og for å nå utslippsmålene som Norge har forpliktet seg til. Det er også behov for å kommunisere hva effekten vil være dersom vi ikke bygger ut kraft i Norge. I denne sammenheng er også koblingen til Europa svært viktig. Til tross for at det eksisterer mye kunnskap på feltet fra forskning og næring, er det behov for økt kunnskap i samfunnet.

Relatert til behovet for kraft blir det fremhevet nødvendigheten av samfunnsøkonomiske analyser, hvor sektorkobling er sentralt. Både aktører innen næring og forvaltning trekker frem helhetlige analyser som et sentralt virkemiddel for beslutningstaking, hvor man belyser sammenhenger mellom ulike energibærere, på tvers av sektorer. Dette bidrar til bedre koordinering og optimalisering av ressursutnyttelse og kan redusere behov for ny infrastruktur. Energisystemmodeller er et viktig verktøy for helhetlige analyser, og har lenge vært et virkemiddel som brukes både innen forskning, næring og myndigheter. Slike modeller fanger samspillet mellom energibruk, ny kraftproduksjon, overføring og distribusjon, men har tradisjonelt ikke tatt hensyn til påvirkning på natur og samfunn ved ny energiinfrastruktur. For å gi bedre beslutningsstøtte for samfunnsoptimale løsninger er det et behov for å integrere hensyn til naturverdier og samfunnseffekter i energiplanleggingsverktøy. Kartleggingen vår avdekker stor mangel på forskning innen dette feltet, hvor det som finnes hovedsakelig omhandler enkeltprosjekter. Det mangler omfattende vurderinger som ser på de kumulative effektene av storskala utbygging, både på dyreliv og økosystemer, arealbruk og habitatendring, landskapsestetikk og rekreasjonsområder, samt økonomiske og sosiale konsekvenser for lokalsamfunn.

Energisystemmodeller minimerer kostnaden for samfunnet. For å bedre forstå avveiningene mellom ulike interesser er det viktig å verdsette de hensyn som kan gis en monetær verdi. Selv om det finnes enkeltstudier som forsøker å verdsette natur og sosiale hensyn, er det er betydelig variasjon i metodikk og resultater. Eksisterende studier fokuserer i hovedsak på vannkraft og landbasert vindkraft, ofte med et begrenset perspektiv på enkeltarter, og veldig få for norske forhold. Standardiserte metodikker vil bidra til mer konsistente vurderinger og mer transparente prosesser. I denne sammenheng er det også behov for å definere hva som anses som monetære og ikke-monetære verdier, og hvordan disse skal vektas i beslutningene. For å hensynte ikke-monetære verdier kan koblinger mellom ulike modeller være hensiktsmessig, f.eks. mellom energisystemmodeller, økosystemmodeller og agentbaserte modeller.

Et viktig perspektiv som trekkes frem er å identifisere metoder for å bygge ut kraft på en mer bærekraftig måte for både natur, miljø og samfunn. Gråareal, eller nedbygde areal, er ofte diskutert som en mulig løsning for å redusere nedbygging av natur og øke sosial bærekraft. Desentralisert produksjon, som f.eks. solceller på bygg, mindre vindkraftverk i industrialiserte områder eller integrering av energiproduksjon langs veier og broer, kan sikre en bedre utnyttelse av allerede nedbygde arealer og samtidig begrense behovet for nye kraftlinjer. Riktignok kan småskala systemer ha lavere energieffektivitet enn storskala produksjon, oppstartskostnader er ofte høye, i tillegg til at ytterligere kostnader kan forekomme ved behov for oppgradering av distribusjonsnett. Slike barrierer gjør at desentraliserte løsninger i mange tilfeller trenger økonomisk støtte eller andre incentiver for å være lønnsomme. Dette blir blant annet trukket frem i Multiconsult sin kartlegging av det tekniske og økonomiske potensialet for solkraft på nedbygde arealer (Solenergiklyngen, 2024), hvor mange av arealene er for små og ulønnsomme å bygge ut. Kraftprodusenter peker også på en annen viktig utfordring: konkurransen om gråareal med andre interessenter. Utbygging av kraft har ofte lave økonomiske marginer for å sikre lønnsomhet, og konkurrerer med annen kapitalsterk næring om de samme arealene. Andre mer bærekraftige løsninger som understrekes er utvikling av mer skånsom design. Dette kan inkludere f.eks. lavere vindturbiner, fargede/mønstrede turbinblad, flytende turbiner (reduert bunnforankring), eller kombinasjonsløsninger med beite og landbruk, såkalt agrivoltaics. Her er det sentralt å analysere avveininger mellom mulig redusert lønnsomhet og effekter på arealbruk, dyreliv, landskapsestetikk og samfunn.

Det er riktignok ingen tydelig definisjon av hvilke typer areal som defineres som gråareal. Det pågår nå et arbeid i regi av KDD for å komme frem til en slik definisjon. Når denne definisjonen er på plass, bør arealene identifiseres og potensialet for kraftproduksjon tvers av ulike kraftteknologier undersøkes. Det er behov for mer kunnskap om potensialet for grå arealer og desentralisert produksjon i Norge, inkludert vurderinger av avveininger mellom høyere teknologiske kostnader, redusert naturpåvirkning og de samfunnsøkonomiske fordelene sammenlignet med sentralisert produksjon.

Det er riktignok ingen tydelig definisjon av hvilke typer areal som defineres som gråareal. Det pågår nå et arbeid i regi av KDD for å komme frem til en slik definisjon. Når denne definisjonen er på plass, bør arealene identifiseres og potensialet for kraftproduksjon tvers av ulike kraftteknologier undersøkes. Det er behov for mer kunnskap om potensialet for grå arealer og desentralisert produksjon i Norge, inkludert vurderinger av avveininger mellom høyere teknologiske kostnader, redusert naturpåvirkning og de samfunnsøkonomiske fordelene sammenlignet med sentralisert produksjon.

I denne sammenheng kan dynamiske kartbaserte verktøy være et viktig virkemiddel for kraftprodusenter og myndigheter i lokalisering av ny kraftproduksjon, også i tidlig fase av et prosjekt. Til tross for at det i dag eksisterer ulike kartverktøy, er disse ofte statiske, med begrenset dekningsgrad for arter og naturtyper, og manglende evne til å fange opp samlede virkninger av ulike inngrep. Ved å utvikle dynamiske verktøy som sammenkobler kartinformasjon og modeller som viser biodiversitet og

økosystemtjenester, eksisterende infrastruktur og arealbruk, gråarealer, desentraliserte produksjonsområder, nettilgang og fornybare ressurser, kan man identifisere optimale lokasjoner for ny kraftproduksjon og gi et bedre sammenligningsgrunnlag for ulike lokaliseringer. Kartverktøyet skal kunne brukes for å simulere ulike scenarier for utbygging og visualisere konsekvensene av å bygge i bestemte områder. Dette inkluderer også sumvirkninger av utbygging, altså hvordan flere inngrep samlet påvirker et område over tid. For å sikre at kartlagene er oppdaterte og fanger endringer i systemet over tid, vil kunstig intelligens være en viktig ressurs for å analysere data, identifisere mønstre og oppdatere kartene fortløpende.

5.2 Natur og biodiversitet

Det finnes omfattende dokumentasjon på de negative effektene av utbygging av fornybar energi på natur og biodiversitet. Utbygging av fornybar energi er arealkrevende og bidrar til tap av naturareal og arter som lever der, tap og fragmentering av habitat, utfordringer for migrerende arter, fortrenging av arter, direkte dødelighet f.eks. ved kollisjoner med vindmøller og for individer som kommer inn i vannkraftturbiner. Samtidig har Norge både lovfestet et mål om å bli et lavutslippssamfunn innen 2050 for å bidra til å dempe klimaendringene og forpliktet seg til målene om å stanse tap av natur.

Vårt litteratursøk på eksisterende kunnskap på natur og fornybar energi avdekket at vi har mye kunnskap om de negative effektene av ulike typer fornybarteknologier på natur og biodiversitet, men at det er store skjevheter i hvilke teknologier og artsgrupper vi har kunnskap om. Det er også lite forskning på sumvirkninger av energisystemet på økosystemnivå og større skala og det er relativt lite systematisert kunnskap om naturbaserte løsninger/tiltak og restaureringsprosjekter knyttet til fornybar energi. Vårt litteratursøk indikerte også at eksisterende kunnskap om f.eks. restaurering, verdsetting av natur og økosystemtjenester i liten grad er benyttet i energiforskningen.

Det er store skjevheter i hvilke teknologier, påvirkninger og artsgrupper vi har kunnskap om, og vi har økt behov for kunnskap om total belastning av energisystemet på natur og biodiversitet.

Resultater fra spørreundersøkelsen blant ulike aktører og innspill fra de to workshopene gjennomført i prosjektet, peker i likhet med litteratursøket også på at vi har økt behov for kunnskap om total belastning av energisystemet på natur og miljø. Det var også andre kunnskapshull relatert til natur og biodiversitet som ble påpekt i spørreundersøkelsen og workshopene. Disse temaene var i hovedsak relatert til verdsetting av ikke-monetære verdier, verktøy for å identifisere optimal lokalisering av fornybar infrastruktur, behov for å integrere klimaperspektivet i naturforskningen, samt utvikling og anvendelse av ny teknologi for natur- og arealkartlegging. Det er et behov for tverrfaglig forskning for å få til fornybarprosjekter som tar hensyn til sosial og miljømessig bærekraft samtidig. Selv om det generelt er mye forskning på fornybar energi og naturpåvirkning er det mye kunnskap som mangler innen kartlegging av natur og naturverdier, både når det gjelder å kartlegge areal i seg selv, men også kunnskap om artene og naturtypene som finnes i disse arealene. Mye av den forskningen som er gjort har begrenset seg til en art/artsgruppe og en teknologi. Fremover vil det være viktig å benytte den eksisterende grunnkunnskapen til å løfte problemstillingene opp på økosystemnivå, og å belyse kumulative virkninger av energisystemet på arealbruk, habitatfragmentering og økosystemer.

Det er også behov for å videreutvikle eksisterende kunnskap om naturrestaurering, naturbaserte løsninger, økosystemtjenester, naturregnskap og verdsetting av naturverdier bedre innen energiforskningen. For eksempel trengs det metoder for å inkludere økosystemtjenester i konsekvensutredninger. Dette er i tråd med anbefalinger fra Naturrisikoutvalget som blant annet hadde følgende anbefalinger: «det utvikles metoder og data som gir bedre kunnskap for å identifisere norsk

natures bidrag til mennesker (økosystemtjenester) i sektorer, næringer og samfunn for øvrig, og om bidragenes verdier, inkludert de bidragene som ikke er prissatt» (NOU 2024:2, 2024).

Videre trengs det gode kost/nytte-analyser av ulike typer miljøtiltak og naturbaserte løsninger, bedre kunnskap om hvordan man kan gjennomføre miljøtiltak, samt hva slags resultat som kan oppnås med tiltak for ulike naturtyper og på ulike tidsskalaer. Innspill fra workshop nummer to pekte på behovet for å evaluere og gjøre etterundersøkelser i forbindelse med utførte miljøtiltak inkludert restaurering.

Innspill fra spørreundersøkelsen og workshopene peker også på mangler ved systemet og at kunnskap ikke anvendes i beslutningsprosesser. Generelt var det mange innspill som utfordret systemet og kanskje spesielt konsekvensutredningene. Et tiltak for å forbedre prosessene kan være å evaluere utbyggingsprosjekter som har hatt store negative effekter for natur og/eller sosiale dimensjoner. Det er uklart om det er bruken av dagens system og regelverk som er utfordringen eller regelverket i seg selv. Spesielt mangelen på, og bruk av, gode verktøy for å verdsette og skalere sosiale verdier og naturverdier opp mot energiproduksjon fremstår som en barriere for gode gjennomsliktige prosesser. Vi henviser til det Internasjonale Naturpanelet (IPBES) sin rapport om verdsetting av mangfoldig natur og deres anbefalinger om hvordan man kan inkludere ulike typer verdier i beslutninger (Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, 2022).

Spesielt om tiltakshierarkiet

Basert på innspill i spørreundersøkelsen og workshopene med ulike aktører, er det fremdeles store kunnskapshull som fungerer som barrierer for god implementering av tiltakshierarkiet i utbyggingsprosjekter som nevnt i 4.5. For å begrense skadene på naturen blir det blant annet pekt på behov for utvikling av bedre verktøy for «optimal plassering», det er behov for bedre kartverktøy og kunnskap/kartlegging om hva som finnes i ulike arealer og kunnskap om sumvirkninger av energisystemet på naturen og økosystemtjenester. For å istandsette ødelagt natur trengs det mer kunnskap for å identifisere hva slags natur som kan restaureres og med hva slags resultat, samt evaluering og videreutvikling av naturbaserte løsninger/tiltak for å identifisere hva som fungerer når og hvor, og til hvilken kostnad. Det er også behov for klare retningslinjer, terminologi og metodikk for hvordan økologisk kompensasjon kan implementeres med et godt resultat for naturen.

5.3 Sosiale dimensjoner

Litteratursøket ga en oversikt over eksisterende forskning på de sosiale dimensjonene ved fornybar energi, og avdekket et dominerende fokus på aksept, motstand og politiske prosesser knyttet til regulering, motstand og beslutningsmekanismer. Samtidig avdekket søket en mangel på både vitenskapelig litteratur og en dypere forståelse av mekanismene som ligger til grunn for disse prosessene. Dette gjelder særlig hvordan likhet og sosial rettferdighet ivaretas, hvordan kompensasjons- og fordelingsmekanismer påvirker ulike aktører, og hvordan samfunnsaktørers respons på og oppfatninger av fornybar energi formes over tid. Det er også begrenset kunnskap om hvordan institusjonelle og strukturelle faktorer enten fremmer eller hindrer samarbeid på tvers av sektorer og fagområder, samt hvordan fraværet av integrerte rammeverk for forvaltning og beslutningsprosesser påvirker legitimitet og deltakelse.

Konflikter springer ofte ut av opplevd eller faktisk avmakt blant berørte grupper. Økt innsikt i hvordan reell demokratisk deltakelse kan styrkes, er et sentralt og økende kunnskapsbehov.

Det er tematisk overlapp mellom kunnskapshullene i litteraturen og kunnskapsbehovene som aktørene i spørreundersøkelsen pekte på. Forskningen viser at fornybare energiprojekter ofte utløser sosial konflikt og politisk motstand, noe som også reflekteres i funnene fra spørreundersøkelsen. Selv om uenigheter og motstand er grunnleggende trekk ved et demokrati, tyder både forskningen og aktørenes

innspill på at konfliktene ofte oppstår fordi lokalsamfunn opplever liten eller ingen reell mulighet til å medvirke i beslutningsprosesser. Et av de mest sentrale og økende kunnskapsbehovene handler derfor om hvordan demokratisk deltakelse kan styrkes i praksis, slik at ulike samfunnsaktører – særlig grupper som tidligere har vært marginalisert i utbyggingsprosesser og konsekvensutredninger – får en reell stemme i planlegging og gjennomføring av prosjekter.

I Norge har vindkraftutbygging kommet i konflikt med samisk kultur og interesser. Erfaringer fra Fosen-utbyggingen viser at det ofte er uklart hvem som ivaretar samenes interesser, og at kommunepolitikere gjerne oppfatter at dette er et nasjonalt eller fylkespolitisk ansvar. Dette kan føre til at samiske perspektiver ekskluderes fra lokalpolitiske beslutningsprosesser. Slik mangel på inkludering utgjør et potensielt demokratisk problem, ikke minst nå som kommunene har fått økt myndighet til å si ja eller nei til utbygging av fornybar kraft.

I spørreundersøkelsen ble behovet for økt lokal deltagelse og mer demokratiske prosesser koplet til «aksept» som en viktig forutsetning for legitimiteten til fornybare energiprojekter. trukket frem i spørreundersøkelsen som viktig for legitimiteten til fornybare energiprojekter. Noen mente at manglende aksept skyldes at befolkningen har utilstrekkelig kunnskap og forståelse for behovet for fornybar energi. I de oppfølgende workshopene ble bruken av begrepet «aksept» diskutert mer inngående. Flere deltakere påpekte at det kan være uheldig fordi det antyder en instrumentell tilpasning for å få prosjekter gjennomført, snarere enn en reell prosess der ulike interesser og perspektiver blir ivaretatt. De påpekte blant annet at «aksept» kan tilsløre viktige sosiale dimensjoner som rettfærdige prosesser, verdioverføring og meningsfull deltakelse. Diskusjonen understreker behovet for å skifte fokus fra «aksept» til en dypere forståelse av hva som skaper legitimitet lokalt.

Spørreundersøkelsen og workshopene viser at det finnes svært ulike oppfatninger om hva som ligger bak støtte og motstand mot fornybare energiprojekter i Norge. Mens noen ser støtte som et produkt av at prosjektene tjener fellesskapets interesser, for eksempel gjennom styrket lokal økonomi, kople andre støtte primært til individuelle incentiver, som kompensasjon eller naboaksjer, av kulturelle og geografiske kontekster. Uenigheten om hva som driver støtte og motstand reflekterer også skjevheter i forskningen på feltet. Det er omfattende studier av såkalte NIMBY-effekter og motstand mot spesifikke prosjekter, men langt mindre forskning på hvordan sosiale gruppers holdninger og oppfatninger utvikler seg over tid, særlig når prosjekter går fra planleggingsstadiet til operasjonell fase. Det finnes også lite sammenlignende forskning på tvers av kulturelle og geografiske kontekster."

Selv om forskningen på energirettferdighet er økende, peker både eksisterende litteratur og undersøkelsen på et stort kunnskapsbehov knyttet til hvordan fornybare energiprojekter påvirker marginaliserte samfunn. Det er særlig behov for mer forskning på hvordan fordeler og byrder, som jobbskaping, miljøkonsekvenser og energitilgang, kan fordeles rettfærdig. Særlig er det begrenset kunnskap om hvordan økonomisk kompensasjon og lokalt eierskap kan bidra til mer rettfærdige løsninger, og hvordan slike mekanismer best kan utformes i praksis. Deltakere i spørreundersøkelsen pekte blant annet på at casestudier eller analyser av eksisterende modeller som har fungert andre steder kan gi et viktig for å vurdere og sammenligne ulike ordninger. Samtidig er det behov for en bredere forståelse av hvilke styringsmodeller og rammebetingelser som fremmer sosial bærekraft i utbyggingsprosjekter.

Både spørreundersøkelsen og workshopene fremhevet behovet for bedre styrings-, beslutnings- og forvaltningsprosesser. Dette henger tett sammen med de sosiale dimensjonene som er diskutert tidligere. Sentralt her er behovet for en bedre forståelse av hvordan konsekvensutredninger gjennomføres, og hva som skal til for å gjøre dem mer transparente og inkluderende. Dette er også identifisert som viktig under temaet «Natur og biodiversitet». Workshopene understreket også

viktigheten av å forstå hvordan maktforhold mellom små kommuner og store aktører påvirker beslutningene om fornybare energiprojekter.

Spørreundersøkelsen og workshopene pekte videre på behovet for mer kunnskap om de samlede effektene av fornybar energiutvikling, fremfor et ensidig fokus på energiproduksjon. Det er behov for en bredere forståelse av de utvidede konsekvensene for natur og naturmangfold, lokalsamfunn, støy, forurensning, fragmentering av habitater, estetiske hensyn og rettferdighetsaspekter. Dette innebærer også økt kunnskap om tekniske løsninger, som støyreducerende teknologier og aktiv turbinstyring, samt miljø- og sosiale effekter knyttet til kumulative virkninger og totalbelastning på helse, psykososiale forhold, miljø og natur.

De fleste studier fokuserer enten på teknologiske innovasjoner eller sosial aksept, men sjelden på koblingen mellom de to. Forskingen er ofte avgrenset til enten miljømessige eller sosiale aspekter ved fornybare energiprojekter, og det mangler integrerte rammer og retningslinjer for forvaltning og beslutningsprosesser. Det er et behov for styringsmodeller som samtidig adresserer både miljømessig og sosial bærekraft, spesielt for store infrastrukturprosjekter som transmisjonsnett. Samtidig er det identifisert et behov for helhetlige forvaltningsrammer som sikrer at miljømessige og sosiale hensyn ivaretas og integreres i planleggingen.

5.4 Virkemidler for FoUI

Prosjektet har avdekket at det er store kunnskapsbehov i samfunnet, og at det er både forskningsbehov og behov for anvendelse av kunnskap, samt andre barrierer. I denne sammenheng har det derfor også dukket opp innspill til virkemidler som kan være relevante for Energi21 å ha som bakgrunn i sine anbefalinger.

Behovet for kombinasjonen av kortsiktig og langsiktig forskning er tydelig. Industrien ønsker muligheter for raske resultater og kort tidshorisonnt på tilgang av resultater. Dette oppnås på flere måter. Industrien kan stimuleres til mer bruk av Skattefunn, mer egenfinansiert forskning, f.eks. gjennom å gjøre FoU-ordningen for nettselskapene lettere tilgjengelig ved at prosjektene ikke må være funnet støtteverdige av en offentlig tilskuddsordning. Prosjekter med kortere tidshorisonnt, og kortere saksbehandlingstid i Forskningsrådet har også vært pekt på næringslivet (forprosjekter eller lignende).

Samtidig er det avdekket behov for mer tverr- og flerfaglig forskning for å løse komplekse problemstillinger, og tverrfaglig forskning tar ofte tid. En kombinasjon av kortsiktige resultater og langsiktig tverrfaglig forskning får man også ofte gjennom senterordninger. Fleksible budsjetterammer som åpner for å sette i gang prosjekter raskt er etterspurt av brukerne av forskningen, og det finnes gode eksempler på at dette allerede har blitt gjort, f.eks. i forskningssentrene FME NTRANS og FME HydroCen. Forskningssentre som samler ulike interessegrupper, som også har som formål å delta i den offentlige debatten, gi råd til myndigheter, samt bistå med å ta i bruk kunnskapen vil være spesielt relevant innenfor denne tematikken.

Forskning med legitimitet og kredibilitet har også kommet opp som et viktig moment blant de fleste aktører. Legitimitet og kredibilitet kan oppnås på ulike måter. F.eks. ved dialog mellom ulike grupper og gjennom uavhengig forskning. Det har gjennom prosjektet spesielt blitt vist til behovet for uavhengig forskning, og virkemidler som ikke krever brukermedvirkning.

Det har også ved flere anledninger blitt pekt på et ønske om en veikarttilnærming, med tydeligere prioriteringer og anbefalinger fra myndighetene og forskningen for hva som bør prioriteres og i hvilken rekkefølge.

5.5 Dagens utdanning

Dagens masterutdanninger og videreutdanninger med relevans for overgang til fornybar energi ble kartlagt ved hjelp av Direktoratet for høyere utdanning og kompetanses oversikt over utdanninger i Norge. Metode og kartlagte utdanninger ligger i Vedlegg 6: Kartlegging av utdanning. Gjennomgangen viser en klar overvekt av ingeniørfaglige utdanningsmuligheter totalt sett, sammenlignet med andre fagretninger (se figur i vedlegg). Videre ser vi at det er relativt mange tverrfaglige studieretninger som forankres i enten bærekraft, ledelse eller samfunnsvitenskap³. Det er også relativt sett mange utdanningstilbud innen folkehelse, og en god del innen fornybar energi, både generelt og spisset mot spesifikke kraftteknologier. Videre ser vi at det er en del masterutdannelse innen psykologi og andre samfunnsvitenskaper som er mindre utbredt enn ingeniørfaglige utdanninger. Det samme er utdannelsesmuligheter innen økologi og biologi. Basert på erfaringene til prosjektgruppen, kan det virke som det er noe mangel på anvendelsen av økologisk og biologisk kompetanse i prosessene, og særlig mangel på samfunnsvitenskapelig og folkehelsevitenskapelig kompetanse.

Tradisjonelt har energisektoren vært preget av disiplinspesifikke tilnærminger, der ingeniører, økonomer, miljøforskere og samfunnsvitere ofte har arbeidet innenfor sine egne fagfelt. For å møte dagens komplekse utfordringer er det imidlertid behov for tverrfaglig kompetanse som kombinerer innsikt i energisystemet med forståelse for hvordan det påvirker økosystemer, arealbruk, klima og lokalsamfunn. Det er nødvendig med tverrfaglige fagtilbud og utdanningsløp hvor studentene kan utvikle helhetlig forståelse av energiplanlegging og konsekvensanalyser. Slike utdanningsløp bør også legge opp til grunnleggende kompetanse innen maskinlæring og kunstig intelligens, da dette vil være viktige virkemidler for å håndtere og analysere store datamengder på tvers av samfunnsvitenskap, miljøforskning og energisystemer.

Når det gjelder økologisk og biologisk kompetanse erfarer prosjektgruppen at det er en utfordring at flere miljøer i de siste årene har nedprioritert sitt kurstilbud om arts-kunnskap og norsk natur. Det er både behov for et godt spisset tilbud innenfor de klassiske biologifagene, med fokus på en utdanning som gir kompetanse på norske økosystemer, og mer tverrfaglige utdanninger som kombinerer kunnskap om biologi med andre naturvitenskapelige disipliner, samt f.eks. juridisk og teknologisk kompetanse. For å styrke arbeidslivsrelevansen i biologifagene vil det være gunstig om utdanningsinstitusjonene inkluderte forelesere utenfor eget fagmiljø i større grad enn i dag.

Ser vi til samfunnsvitenskapelig kompetanse, er dette etter prosjektgruppens erfaring noe som sjeldent etterspørres, hverken fra utbygger, innad i konsulenthusene, fra planmyndighet eller fra innsigelsesmyndighet i energisektoren. Dette er med unntak av samfunnsøkonomisk kompetanse. Ser vi imidlertid til hele utgangspunktet for prosjektet som blant annet er «(...) å sikre fornybar kraftproduksjon og overføringsnett med *minimale sosiale konflikter (...)*», er det betimelig med en diskusjon om hvorvidt vi har riktig kompetansegrunnlag med i dagens prosesser. Samfunnsvitenskapenes geskjeft er tross alt å studere «(...) forhold ved samfunnet og forbindelser mennesker imellom», i tillegg til studier av enkeltindivider og grupperes atferd og mentale prosesser (sitert hentet fra Store norske leksikon (snl) på snl.no). Vi anser det derfor som særlig viktig å diskutere utfordringer knyttet til implementering av samfunnsvitenskapelig kompetanse, samt utvikling av samfunnsvitenskapelige utdanningsløp som korresponderer med behovene i energisektoren. Noe av denne manglende implementeringen kan komme fra et manglende søkelys på praktisk anvendelse av kunnskap innad i de ulike samfunnsvitenskapelige utdanningene, og at det krever stor egeninnsats av

³ Med samfunnsvitenskap, menes fagene psykologi, sosiologi, sosialantropologi, samfunnsgeografi, samfunnsøkonomi og statsvitenskap.

den enkelte for å vri på dette søkelyset. I grove trekk virker de fleste samfunnsvitenskapelige utdanninger å vektlegge trening i sammenstilling og analyse av store datamengder, beskrivelse av mekanismer og effekter i samfunnsstrukturer, innad i mennesker og mellom menneskegrupper, innsamling av reliabel og valid data om mennesker og samfunnsstrukturer, samt tolkning og analyse av data. Det er i mindre grad fokus på anvendelse av funn for å løse konkrete problemstillinger. Heller ikke samtalemotodikk og konflikthåndtering som kan være vel så relevant i møte med f.eks. berørte parter og lokalsamfunn, virker å være et uttalt fokus i de samfunnsvitenskapelige utdanningene. Unntaket er de som har en helsefaglig profil, som f.eks. profesjonsstudiet i psykologi, eller mastergrader med utpreget anvendt profil som miljøpsykologi og arbeids- og organisasjonspsykolog (f.eks. Universitetet i Innlandet).

Det er med andre ord flere utfordringer med tanke på kompetanse i prosessene. De største, og mest omfattende utfordringene, fremstår som å være mangelen på tverrfaglig forståelig, og kanskje spesielt samfunnsvitenskapelig kompetanse. Videre fører dette til en mangel på samfunnsvitenskapelige utredninger, og manglende mulighet i de samfunnsvitenskapelige utdanningene til å utdanne seg i en retning som er spesifikk og relevant nok for kraftbransjen. Hvis det først etterspørres KU av sosiale forhold, eller folkehelse som også ville vært relevant å involvere samfunnsvitenskapelig kompetanse i, risikerer man derfor at utredningene gjennomføres og gjennomgås av ressurser uten riktig kompetanse til å fange opp viktige forhold.

6 Oppsummering og anbefalinger

Dette kapittelet oppsummerer anbefalingen av prioriteringer av FoUI-temaer som har som mål å bidra til at ny fornybar kraftproduksjon og overføringsnett kan bygges ut med minimale sosiale konflikter og naturpåvirkninger. FoUI-prioriteringene er delt opp i temaene integrerte energisystemer, natur og biodiversitet og sosiale dimensjoner.

6.1 Integrerte energisystemer

Integrerte energisystemer er gjennomgripende for alle områdene. I energisystemmodeller og energiplanleggingsverktøy er det behov for bedre metoder for å hensynta natur og sosiale forhold for å kunne gjøre regionale og nasjonale vurderinger utover det prosjektspesifikke. Det er nødvendig å innlemme kunnskap fra de andre temaområdene (Natur og biodiversitet og sosiale dimensjoner) for å sikre en helhetlig tilnærming til bærekraftig utvikling av energisystemet.

Det er behov for styrket FoUI-innsats innen:

- **Samfunnsutvikling og omstillingsbaner som hensyntar natur og sosiale effekter** og hvor man ser på ulik grad av vern av natur, ulik politikk f.eks. relatert til gråareal, legitimitet for ulike teknologier og løsninger, samt effekter i Norge knyttet til ulik geopolitisk utvikling.
- **Standardisert metodikk for verdsetting av sosiale effekter og natur, samt metodikk for inkludering av ikke-monetære verdier** i energisystemmodeller og planleggingsverktøy. Det er behov for å utvikle dette på ulike nivåer, både internasjonalt, nasjonalt, regionalt og på prosjektnivå. For natur er dette tett koblet til metodikk for verdsetting i naturregnskap. For ikke-monetære verdier må metoder for inkludering av eksternaliteter videreutvikles.
- **Metoder for vurdering av sumvirkninger og avveininger mellom ulike interesser, f.eks. ved kobling av ulike modeller** som energisystemmodeller, natur/areal-modeller, økosystemmodeller, Computable General Equilibrium-modeller og Agent-Baserte modeller. Kobling av modeller er spesielt viktig for å belyse aspekter som er vanskelig å verdsette, og for å analysere virkninger og sammenhenger mellom f.eks. kraftproduksjon og etterspørsel, naturtap og verdiskapning i ulike omstillingsbaner.

6.2 Natur og biodiversitet

Å ivareta intakt natur og økosystemer i god tilstand er også en del av løsningen for å bremse klimaendringene, det er derfor behov for kunnskap for å kunne ta vare på natur og biodiversitet når det bygges ut fornybar energi. For å redusere naturpåvirkningen i utbyggingsprosjekter trengs det mer kunnskap for å gjøre gode beslutninger knyttet til arealbruk og best mulig plassering av infrastruktur, hvordan vi kan utføre tiltak og naturbaserte løsninger/miljøløsninger som fungerer og kunnskap om hvordan vi kan gjennomføre gode prosesser og verdsette/vekte naturverdier. Dette inkluderer kunnskap om arter, økosystemer og økosystemtjenester. Det er behov for styrket FoU-I innsats innen:

- **Sumvirkninger av energisystemet på natur og biodiversitet:** forskning på hvordan kraftproduksjon og -overføring fragmenterer landskap og påvirker arter, økosystemer og evne til å levere økosystemtjenester.
 - **Metoder og kunnskap for å gjennomføre og evaluere miljøtiltak inkludert restaurering:** hva slags natur/økosystemer er det realistisk at vi kan restaurere og hvordan bør restaureringstiltak gjennomføres for ulike naturtyper. Evaluering av gjennomførte tiltak og kost/nytte vurderinger. Hva slags resultat kan oppnås? Hvilken tidsskala vil dette innebære?
-

- **Kunnskap om effekter på spesielt sårbare arter/naturtyper** (f.eks. migrerende arter og sjeldne arter). Mye av den eksisterende kunnskapen er på arter med økonomisk eller kulturell verdi.
- **Inkludering av klimaperspektivet når man forsker på natur.** For eksempel vil både inngrep i naturen og restaurering av natur kunne påvirke klimagassutslipp (i henholdsvis negativ eller positiv retning).
- **Metodikk for å vekte/skalere ulike typer naturverdier og hvordan dette kan inkluderes i forvaltning og planlegging.** For eksempel mer kunnskap om hvordan man kan inkludere økosystemtjenester i konsekvensutredninger og gode prosesser for å kartlegge og verdsette/skalere naturverdier.

6.3 Sosiale dimensjoner

Hva de sosiale dimensjonene ved fornybar energi består i, kan ofte være uklart og vanskelig å avgrense. Dette skyldes at de omfatter komplekse og varierende effekter på mennesker, samfunn og maktrelasjoner, som ofte overses eller forenkles i forskning og politikk. En kombinasjon av tilfeldigheter og en historisk holdning om at folk måtte lære å «akseptere» konsekvensene av slike utbygginger, har sannsynligvis bidratt til at forskning på «sosial aksept» har fått en dominerende posisjon på dette feltet.

Denne tilnærmingen reiser flere etiske utfordringer: Motstand risikerer å bli avskrevet som illegitimt, enkelte grupper kan marginaliseres og behandles urettferdig, uten at det adresseres i tide, og det opprettholdes et kunstig skille mellom «folket» som er for eller mot på den ene siden, og angivelig «nøytrale» aktører som statlige myndigheter og utbyggere på den andre. Videre har dette perspektivet resultert i et snevert forskningsfokus, der oppmerksomheten rettes mot sosiale grupper og steder der motstand oppstår, særlig gjennom lokalsamfunnsstudier. Dette har ført til en mangel på bredere, overgripende studier som trekker lærdom på tvers av tid og sted. Dermed risikerer man å overse viktige sammenhenger som kunne gitt en bedre forståelse av hvordan fornybar energiutvikling kan være sosialt bærekraftig. Det er behov for styrket FoU-I innsats innen følgende problemstillinger og temaer:

- **hvordan beslutningsprosesser kan sikre legitimitet** ved å balansere ulike interesser og fordele byrder og fordeler på en rettferdig måte. Dette inkluderer kritiske analyser av maktrelasjoner og en likeverdig tilnærming til alle aktører. Det siste betyr å anerkjenne at alle aktører, inkludert utbyggere og myndigheter har interesser, verdier og perspektiver som påvirker beslutningsprosessene.
 - **hvordan rettferdige og transparente beslutningsprosesser kan realiseres i praksis**, med vekt på å utvikle prosedyrer og rammeverk som forener tidlig og meningsfull deltakelse med behovet for fremdrift og gjennomførbare beslutninger. Dette innebærer også å legge til rette for grunnleggende samtaler i det offentlige rom om premissene for utvikling av fornybar energi. I tillegg bør det forskes mer på hvordan lokale sosiale relasjoner og overordnede rammevilkår påvirker kommunenes beslutninger om vindkraft.
 - **hvordan sosiale konsekvenser av fornybar energiutvikling samspiller og utvikler seg over tid**, altså hvordan enkeltpersoner, grupper og lokalsamfunn påvirkes av flere sosiale, miljømessige og økonomiske faktorer samtidig, og hvordan dette kan endre seg over tid.
 - **sammenlignende studier på tvers av geografiske områder og energiformer** for å forstå hva som fremmer sosial bærekraft i ulike kontekster, og styrke samfunnsvitenskapelig kompetanse gjennom utdanning og økt involvering i prosjekter om fornybar energi.
-

Overordnet anbefaler vi at man i fremtidig forskning- og innovasjonsarbeid går bort fra å vektlegge begrepet «sosial aksept», og erstatter det med andre begreper og konsepter som for eksempel «legitimitet» og «sosial bærekraft».

6.4 Tverrgående temaer

Prosjektgruppen har også identifisert følgende anbefalinger som går på tvers av de tre temaene over:

- I tillegg til forskning på effekter av energisystemer på natur og biodiversitet og sosiale dimensjoner er det også behov for **kunnskap om hvordan hensyn til natur og samfunn påvirker kraftproduksjon – og i hvilken grad slike hensyn faktisk begrenser mulighetene for kraftutbygging**. En bedre forståelse av disse sammenhengene vil gjøre det lettere å utvikle prosjekter og energisystemer som balanserer hensynet til samfunn, miljø og energiproduksjon.
- **Sumvirkninger:** Det er et gjennomgående kunnskapsbehov å se på overordnede studier med sumvirkningen av arealbruk, samt å vurdere sosiale, miljømessige og økonomiske faktorer samtidig, og også hvordan dette kan endre seg over tid. Dette vil bidra til å løfte frem bredden av tematikker som er relevante, men også til en viss grad sette disse tematikkene opp mot hverandre.
- **Kartbaserte verktøy** for planlegging og beslutningsstøtte for energisektoren og lokale og nasjonale myndigheter. Det er behov for verktøy som visualiserer energi- og naturrelaterte kartlag på energiressurser, energibehov, nettinfrastruktur, økosystemer og arter, samt sosiale forhold. Dynamiske kartbaserte verktøy kan bidra til å identifisere optimal lokalisering av flere prosjekter innenfor en region og redusere samlet belastning. Kartbaserte verktøy som er lett tilgjengelige kan bidra til en felles forståelse av arealbruk, styrke kunnskapsgrunnlaget for både natur- og samfunnshensyn, fremme mer gjennomsiktede prosesser og støtte inkluderende beslutningstaking.
- **Å ta i bruk og utvikle innovative metoder som fjernmåling, genetikk og KI** vil være nødvendig for å sikre rask og kostnadseffektiv kartlegging av f.eks. naturverdier, naturinngrep og sosiale hensyn for arealplanlegging.

6.5 Virkemidler og modenhet

I kartleggingen har det kommet frem behov for ulike typer virkemidler. Hovedtrekkene er at det er behov for virkemidler som tilrettelegger for tverrfaglig samarbeid, og en kombinasjon av kortsiktig og langsiktig forskning. Siden problemstillingen ikke løses med spesifikke teknologiske virkemidler/løsninger, men ved et samspill mellom teknologi, naturvitenskap og samfunnskunnskap kan det heller ikke beskrives hvilke TRL-nivå de ulike problemstillingene ligger på. Generelt er det forsknings- og innovasjonsbehov for alle temaer, 1) Integreerte Energisystemer, 2) Natur og biodiversitet og 3) Sosiale dimensjoner. Spesielt for temaene relatert til sosiale dimensjoner og til dels natur og biodiversitet vil det være behov for både grunnforskning og fri og uavhengig forskning på mer anvendte problemstillinger, for å sikre legitimitet og kredibilitet. For temaet integreerte energisystemer finnes det i dag generell metodikk, men det er behov for en forskningsbasert tilnærming for bedre fange opp konsekvenser av natur og sosial bærekraft.

Når det gjelder kartbaserte verktøy og bruk av teknologi inkludert KI og stordata, som beskrevet over, er dagens tilgjengelige kartverktøy statiske og preget av manglende dekningsgrad for arter og naturtyper. De fanger også i liten grad opp samlet virkning av flere effekter eller potensialet for optimalisering av utbyggingsløsninger i en større region. Det er altså stort behov for å utvikle anvendte løsninger som



anvender stordata og modellerte kart som vil gi bedre prognoser på naturpåvirkning fra ulike utbyggingsalternativer.

6.6 Utdanningsbehov

Som beskrevet under diskusjon om utdanningsbehovet, er det flere punkter som peker seg ut som utfordrende. De viktigste er:

- Tradisjonelt har energisektoren vært preget av disiplinspesifikke tilnærminger, der ingeniører, økonomer, biologer, miljøforskere og samfunnsvitere ofte har arbeidet innenfor sine egne fagfelt. For å møte dagens komplekse utfordringer er det behov for tverrfaglig kompetanse som kombinerer innsikt i energisystemet med forståelse for hvordan det påvirker økosystemer, arealbruk, klima og lokalsamfunn. Det er for eksempel både behov for et godt spisset tilbud innenfor de klassiske biologifagene og mer tverrfaglige utdanninger som kombinerer kunnskap om biologi med andre naturvitenskapelige disipliner, samt f.eks. juridisk, samfunnsvitenskapelig og teknologisk kompetanse. Samtidig er det behov for mer kunnskap om natur og samfunnsvitenskap i ingeniørvitenskapene. Et funn i dette prosjektet var ulik forståelse og betydning av begreper og metoder. En mer tverrfaglig utdanning vil være med på å bryte ned denne barrieren.
 - Det erfares at det sjeldent stilles krav til samfunnsvitenskapelig kompetanse og samfunnsvitenskapelige utredninger i kraftprosjekter, til tross for at disse faggruppene har mer faglig tyngde når det gjelder å både forstå kimer til, men også motvirke, sosiale konflikter i forbindelse med utbygging av fornybar energi. Det erfares at de samfunnsvitenskapelige utdanningsløpene i for liten grad skolerer studenter i anvendelse av faget i møte med reelle utfordringer, som for eksempel overgang til fornybar energi. Det kan bidra til at færre nyutdannede søker seg til energisektoren.
-

7 Referanser

- Ådnanes, O.K., Buvik, M., Kirkerud, J.G., Skaansar, E. & Spilde, D. (2024) *Scenarioer for kraftmarkedet 2024* (No. 18/2024). NVE Rapport.
- Algera, D.A., Rytwinski, T., Taylor, J.J., Bennett, J.R., Smokorowski, K.E., Harrison, P.M., et al. (2020) What are the relative risks of mortality and injury for fish during downstream passage at hydroelectric dams in temperate regions? A systematic review. *Environmental Evidence*, **9**, 3.
- Aslaksen, J., Bye, B., Garnåsjordet, P.A., Grimsrud, K., Randen, T.H.B., Rognerud, L.M., et al. (2023) *Naturregnskap ser økonomi, klima og naturgoder i sammenheng* (No. 4). Samfunnsøkonomen.
- Auestad, I., Nilsen, Y. & Rydgren, K. (2018) Environmental Restoration in Hydropower Development—Lessons from Norway. *Sustainability*, **10**, 3358.
- Bakken, T.H., Harby, A., Forseth, T., Ugedal, O., Sauterleute, J.F., Halleraker, J.H., et al. (2023) Classification of hydropeaking impacts on Atlantic salmon populations in regulated rivers. *River Research and Applications*, **39**, 313–325.
- Bernardino, J., Bevanger, K., Barrientos, R., Dwyer, J.F., Marques, A.T., Martins, R.C., et al. (2018) Bird collisions with power lines: State of the art and priority areas for research. *Biological Conservation*, **222**, 1–13.
- Carley, S., Konisky, D.M., Atiq, Z. & Land, N. (2020) Energy infrastructure, NIMBYism, and public opinion: a systematic literature review of three decades of empirical survey literature. *Environmental Research Letters*, **15**, 093007.
- Convention on Biological Diversity (CBD). (2022) .
- Dhar, A., Naeth, M.A., Jennings, P.D. & Gamal El-Din, M. (2020) Perspectives on environmental impacts and a land reclamation strategy for solar and wind energy systems. *Science of The Total Environment*, **718**, 134602.
- Dugstad, A., Grimsrud, K., Kipperberg, G., Lindhjem, H. & Navrud, S. (2023) Place attachment and preferences for wind energy – A value-based approach. *Energy Research & Social Science*, **100**, 103094.
- Eichenauer, E. & Gailing, L. (2022) What Triggers Protest?—Understanding Local Conflict Dynamics in Renewable Energy Development. *Land*, **11**, 1700.
- Espécie, M.D.A., De Carvalho, P.N., Pinheiro, M.F.B., Rosenthal, V.M., Da Silva, L.A.F., Pinheiro, M.R.D.C., et al. (2019) Ecosystem services and renewable power generation: A preliminary literature review. *Renewable Energy*, **140**, 39–51.
- Farrell, C.A., Aronson, J., Daily, G.C., Hein, L., Obst, C., Woodworth, P., et al. (2022) Natural capital approaches: shifting the UN Decade on Ecosystem Restoration from aspiration to reality. *Restoration Ecology*, **30**, e13613.
- Feinerer, I., Hornik, K. & Meyer, D. (2008) Text Mining Infrastructure in R. *Journal of Statistical Software*, **25**.
- Figari, H., Leiren, M.D. & Krange, O. (2024) After the battle: Emergent norms and the silencing of dissent in a Norwegian wind power community. *Energy Research & Social Science*, **118**, 103765.
- Fjeldstad, H.-P., Pulg, U. & Forseth, T. (2018) Safe two-way migration for salmonids and eel past hydropower structures in Europe: a review and recommendations for best-practice solutions. *Marine and Freshwater Research*, **69**, 1834.
- Fjellheim, E.M. (2023) Wind Energy on Trial in Saepmie: Epistemic Controversies and Strategic Ignorance in Norway's Green Energy Transition. *Arctic Review on Law and Politics*, **14**.
- Fois, V., Lecis, L. & Cocco, D. (2022) Social impact assessment of wind power generation. An innovative method for decision making processes. *Journal of Physics: Conference Series*, **2385**, 012004.
- Forseth, T. & Harby, A. (2013) *Håndbok for miljødesign i regulerte laksevassdrag*. Norsk institutt for naturforskning (NINA).
- Foulds, C., Bharucha, Z.P., Krupnik, S., geus, T. de, Suboticki, I., Royston, S., et al. (2019) An approach to identifying future Social Sciences & Humanities energy research priorities for Horizon Europe. Presented at the Working Group guidelines for systematic Horizon Scanning, Energy-SHIFTS., Cambridge.
- Frondel, M., Kussel, G. & Sommer, S. (2019) *Local Cost for Global Benefit: The Case of Wind Turbines*. RWI, DE.
- García, J.H., Cherry, T.L., Kallbekken, S. & Torvanger, A. (2016) Willingness to accept local wind energy development: Does the compensation mechanism matter? *Energy Policy*, **99**, 165–173.
- Gómez-Catasús, J., Morales, M.B., Giralt, D., Del Portillo, D.G., Manzano-Rubio, R., Solé-Bujalance, L., et al. (2024) Solar photovoltaic energy development and biodiversity conservation: Current knowledge and research gaps. *Conservation Letters*, **17**, e13025.
- Gorman, C.E., Torsney, A., Gaughran, A., McKeon, C.M., Farrell, C.A., White, C., et al. (2023) Reconciling climate action with the need for biodiversity protection, restoration and rehabilitation. *Science of The Total Environment*, **857**, 159316.
- Grün, B. & Hornik, K. (2011) **topicmodels** : An R Package for Fitting Topic Models. *Journal of Statistical Software*, **40**.

- Hagen, D. & Skringo, A.B. (2010) *Håndbok i økologisk restaurering. Forebygging og rehabilitering av naturskader på vegetasjon og terreng*. Forsvarsbygg.
- Hair, K., Bahor, Z., Macleod, M., Liao, J. & Sena, E.S. (2021) The Automated Systematic Search Deduplicator (ASySD): a rapid, open-source, interoperable tool to remove duplicate citations in biomedical systematic reviews.
- Harper, M., Rytwinski, T., Taylor, J.J., Bennett, J.R., Smokorowski, K.E., Olden, J.D., et al. (2022) How do changes in flow magnitude due to hydropower operations affect fish abundance and biomass in temperate regions? A systematic review. *Environmental Evidence*, **11**, 3.
- Inderberg, T.H.J., Theisen, O.M. & Flåm, K.H. (2020) What influences windpower decisions? A statistical analysis of licensing in Norway. *Journal of Cleaner Production*, **273**, 122860.
- Intergovernmental Panel On Climate Change (Ippcc). (2023) *Climate Change 2022 – Impacts, Adaptation and Vulnerability: Working Group II Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. 1st edn. Cambridge University Press.
- Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, I. (2022) *Methodological assessment of the diverse values and valuation of nature of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*. Zenodo.
- Jakobsen, I. (2008) *The road to renewables: a case study of wind energy, local ownership and social acceptance at Samsø*.
- Jensen, C.U., Panduro, T.E., Lundhede, T.H., Nielsen, A.S.E., Dalsgaard, M. & Thorsen, B.J. (2018) The impact of on-shore and off-shore wind turbine farms on property prices. *Energy Policy*, **116**, 50–59.
- Kaltenborn, B.P., Keller, R. & Krange, O. (2023) Attitudes toward Wind Power in Norway—Solution or Problem in Renewable Energy Development? *Environmental Management*, **72**, 922–931.
- Karam, A. & Shokrgozar, S. (2023) “We have been invaded”: Wind energy sacrifice zones in Åfjord Municipality and their implications for Norway. *Norsk Geografisk Tidsskrift - Norwegian Journal of Geography*, **77**, 183–196.
- Lafitte, A., Sordello, R., Ouédraogo, D.-Y., Thierry, C., Marx, G., Froidevaux, J., et al. (2023) Existing evidence on the effects of photovoltaic panels on biodiversity: a systematic map with critical appraisal of study validity. *Environmental Evidence*, **12**, 25.
- Leer Jørgensen, M., Anker, H.T. & Lassen, J. (2020) Distributive fairness and local acceptance of wind turbines: The role of compensation schemes. *Energy Policy*, **138**, 111294.
- Leiren, M.D., Aakre, S., Linnerud, K., Julsrud, T.E., Di Nucci, M.-R. & Krug, M. (2020) Community Acceptance of Wind Energy Developments: Experience from Wind Energy Scarce Regions in Europe. *Sustainability*, **12**, 1754.
- Marques, A.T., Batalha, H., Rodrigues, S., Costa, H., Pereira, M.J.R., Fonseca, C., et al. (2014) Understanding bird collisions at wind farms: An updated review on the causes and possible mitigation strategies. *Biological Conservation*, **179**, 40–52.
- Martinez, N. & Komendantova, N. (2020) The effectiveness of the social impact assessment (SIA) in energy transition management: Stakeholders’ insights from renewable energy projects in Mexico. *Energy Policy*, **145**, 111744.
- May, R., Jackson, C.R., Middel, H., Stokke, B.G. & Veronesi, F. (2021) Life-cycle impacts of wind energy development on bird diversity in Norway. *Environmental Impact Assessment Review*, **90**, 106635.
- McKenzie, S. (2004) SOCIAL SUSTAINABILITY: TOWARDS SOME DEFINITIONS. Hawke Research Institute Working Paper Series.
- Meld. St. 35. (2023) Bærekraftig bruk og bevaring av natur — Norsk handlingsplan for naturmangfold. Miljødirektoratet. (2023) *Etablering av naturregnskap i Norge. Eksisterende data og utviklingsbehov i møte med intrensjonale standarder og krav* (No. M-2599). Miljødirektoratet.
- Miljødirektoratet. (2024) *Klimatiltak i Norge Kunnskapsgrunnlag 2024* (No. M-2760|2024). Miljødirektoratet.
- Nes, R.B., Hansen, T. & Barstad, A. (2018) *Livskvalitet: Anbefalinger for et bedre målesystem* (Helsedirektoratet No. IS-2727).
- NOU 1997:5. (1997) Urfolks landrettigheter etter folkerett og utenlandsk rett.
- NOU 2003:19. (2003) Makt og demokrati.
- NOU 2005:6. (2005) Samspill og tillit — Om staten og lokaldemokratiet.
- NOU 2006:7. (2006) Det lokale folkestyret i endring? — Om deltaking og engasjement i lokalpolitikken.
- NOU 2020:16. (2020) Levekår i byer — Gode lokalsamfunn for alle.
- NOU 2023:3. (2023) Mer av alt – raskere.
- NOU 2023:25. (2023) Omstilling til lavutslipp — Veivalg for klimapolitikken mot 2050.
- NOU 2024:2. (2024) I samspill med naturen — Naturrisiko for næringer, sektorer og samfunn i Norge.
- Pörtner, H.-O., Scholes, R.J., Agard, J., Archer, E., Arneeth, A., Bai, X., et al. (2021) *Scientific outcome of the IPBES-IPCC co-sponsored workshop on biodiversity and climate change*. Zenodo.



- Pulg, U., Barlaup, B.T., Skoglund, H., Velle, G., Gabrielsen, S.-E., Stranzl, S.F., et al. (2023) *Tiltakshåndbok for bedre fysisk vannmiljø*. NORCE Norwegian Research Centre.
- Rand, J. & Hoen, B. (2017) Thirty years of North American wind energy acceptance research: What have we learned? *Energy Research & Social Science*, **29**, 135–148.
- Rule, T.A. (2014) *Solar, Wind and Land*. 0 edn. Routledge.
- Rygg, B.J., Ryghaug, M. & Yttri, G. (2021) Is local always best? Social acceptance of small hydropower projects in Norway. *International Journal of Sustainable Energy Planning and Management*, 161-174 Pages.
- Santangeli, A., Toivonen, T., Pouzols, F.M., Pogson, M., Hastings, A., Smith, P., et al. (2016) Global change synergies and trade-offs between renewable energy and biodiversity. *GCB Bioenergy*, **8**, 941–951.
- Sievert, C. & Shirley, K. (2014) LDAvis: A method for visualizing and interpreting topics. In *Proceedings of the Workshop on Interactive Language Learning, Visualization, and Interfaces*. Presented at the Proceedings of the Workshop on Interactive Language Learning, Visualization, and Interfaces, Association for Computational Linguistics, Baltimore, Maryland, USA, pp. 63–70.
- Simensen, T., Skrindo, A.B., Kolstad, A., Stange, E. & Czúcz, B. (2024) *Naturregnskap på prosjektnivå- En sammenligning mellom metoder for naturregnskap i fin skala og tradisjonelle miljøkonsekvensutredninger som kunnskapsgrunnlag for utbygging av fornybar energi* (No. 2329). NINA Rapport. Norsk Institutt for Naturforskning (NINA).
- Solenergiklyngen. (2024) *Solkraftpotensial på nedbygde areal i Norge* (No. 10260125-01-RISOL-RAP-01). Solenergiklyngen.
- Sovacool, B.K., Burke, M., Baker, L., Kotikalapudi, C.K. & Wlokas, H. (2017) New frontiers and conceptual frameworks for energy justice. *Energy Policy*, **105**, 677–691.
- United Nations. (2021) *System of Environmental-Economic Accounting Ecosystem Accounting-SEEA-EA* (No. 124). Series F. United Nations.
- Vyn, R.J. (2018a) Property Value Impacts of Wind Turbines and the Influence of Attitudes toward Wind Energy. *Land Economics*, **94**, 496–516.
- Vyn, R.J. (2018b) Property Value Impacts of Wind Turbines and the Influence of Attitudes toward Wind Energy. *Land Economics*, **94**, 496–516.
- Watson, S.C.L., Somerfield, P.J., Lemasson, A.J., Knights, A.M., Edwards-Jones, A., Nunes, J., et al. (2024) The global impact of offshore wind farms on ecosystem services. *Ocean & Coastal Management*, **249**, 107023.
- Wolsink, M. (2010) Contested environmental policy infrastructure: Socio-political acceptance of renewable energy, water, and waste facilities. *Environmental Impact Assessment Review*, **30**, 302–311.

7.1 Nettsider som er brukt i rapporten

For definisjonen på energifattigdom:

<https://snl.no/energifattigdom>

For beskrivelsen av Web of Science:

https://en.wikipedia.org/wiki/Web_of_Science

For informasjon om medvirkningsverktøy:

<https://doga.no/verktoy/medvirkning/>

For definisjon på begrepet helse ifølge World Health Organization (WHO):

<https://www.who.int/about/frequently-asked-questions>

For definisjon av samfunnsvitenskapenes geskjeft:

<https://snl.no/samfunnsvitenskap> og <https://snl.no/psykologi>

Beskrivelse av samfunnsvitenskapelige utdanninger:

<https://www.inn.no/studier/vare-studier/master-i-psykologi-spesialisering-miljopsykologi/>



<https://www.uio.no/studier/program/psykologi-master/studieretninger/arbeid-organisasjon/hva-lerer-du/>

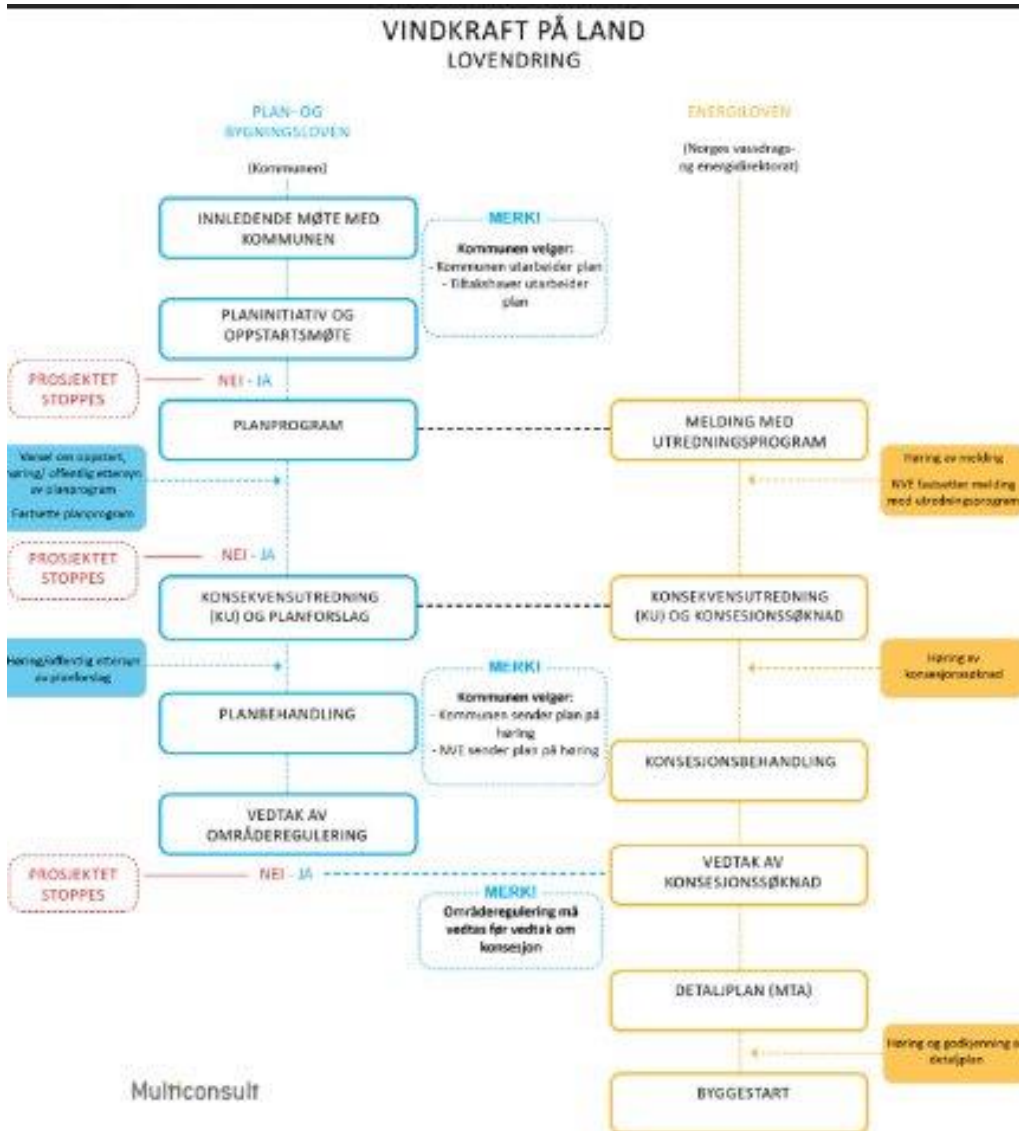
8 Vedlegg

8.1 Vedlegg 1: Krav og regelverk

8.1.1 Vindkraft på land

Vindkraftverk på land må ha konsesjon etter energiloven. NVE er ansvarlig myndighet for å behandle konsesjonssøknader om vindkraftverk, men konsesjonsbehandling av vindkraft på land har vært stanset siden april 2019. I juni 2021 ble det åpnet for å gjenoppta sluttbehandlingen av enkelte saker, dersom vertskommunen anmoder om det. Før nye saker kan tas til behandling, må rammene for framtidig konsesjonsbehandling avklares (kilde: NVE).

Stortinget har vedtatt flere endringer i plan- og bygningsloven og energiloven, som trådte i kraft fra 1.7.2023. Endringene omfatter blant annet at konsesjonspliktige vindkraftanlegg på land krever områderegulering etter plan- og bygningsloven *før* NVE kan gi konsesjon. Lovendringene og myndighetsprosessen for vindkraft på land oppsummeres i figuren nedenfor.



Figur 8: Myndighetsprosess for vindkraftanlegg på land. Kilde: Multiconsult

8.1.2 Vannkraft

Konsesjonsbehandling av vannkraftanlegg avhenger av tiltakets størrelse og hvilket lowerk søknaden skal behandles etter. I hovedsak skilles saksgang A og saksgang B fra saksgang C i figuren nedenfor ved at saksgang C har krav til melding og fastsettelse av utredningsprogram. For konsesjonspliktige anlegg inntil 1 MW er det i hovedsak kommunen som behandler søknadene og fatter vedtak. For kraftverk med installert effekt mellom 1 og 10 MW er det NVE som er konsesjonsmyndighet. Ved høyere installert effekt er Kongen konsesjonsmyndighet. NVE vil da sende en innstilling til Energidepartementet (ED).



Saksgang A →	Saksgang B →	Saksgang C →
Tiltak etter vannressursloven som behandles av NVE:	Tiltak etter vassdragsreguleringsloven som ikke har krav til melding:	Tiltak etter vassdragsreguleringsloven som har krav til melding:
<ul style="list-style-type: none">• Småkraftverk (installert effekt over 1 MW og under 10 MW)• Mini- og mikrokraftverk (installert effekt under 1 MW)• O/U-prosjekter som behandles etter vannressursloven	<ul style="list-style-type: none">• Utbygging av vannkraft med midlere årsproduksjon under 40 GWh• Overføringer og reguleringer (under 10 mill. m³)• O/U-prosjekter som behandles etter vassdragsreguleringsloven	<ul style="list-style-type: none">• Utbygging av vannkraft med årlig produksjon over 40 GWh• Reguleringer over 10 millioner m³

Figur 9: Saksgang etter tiltakets omfang og størrelse. Kilde: nve.no <https://www.nve.no/konsesjon/konsesjonsbehandling-av-vannkraft/behandlingsprosess-for-nye-vannkraftanlegg-og-o-u-prosjekter/>

Oversikt over trinnene i saksgang C, den mest omfattende saksgangen:

- Trinn 1: Melding med forslag til utredningsprogram
- Trinn 2: Høring av melding og offentlig informasjonsmøte
- Trinn 3: NVE fastsetter utredningsprogram
- Trinn 4: Søknad med konsekvensutredning
- Trinn 5: Høring av søknad og offentlig informasjonsmøte
- Trinn 6: Befaring
- Trinn 7: NVEs innstilling
- Trinn 8: Vedtak av Kongen i statsråd
- Trinn 9: Detaljplan

8.1.3 Solkraft

Mindre solkraftverk som kan tilkobles etablerte lavspenningsanlegg trenger ikke konsesjon etter energiloven. Ikke-konsesjonspliktige anlegg må avklares med kommunen i medhold av plan- og bygningslovens bestemmelser. Dersom utbygger eller det lokale nettselskapet må etablere høyspenningsanlegg (spenning over 1 kV) for å få kraften ut på nettet er solkraftverk konsesjonspliktige etter energiloven.

Det er ikke krav om melding ved konsesjonssøknad om solkraftverk, men som en del av konsesjonssøknaden må tiltakshaver fremlegge en utredning av alle konsekvenser tiltaket har for natur og miljø. NVE sender konsesjonssøknaden på høring og fatter vedtak i saken. For konsesjonspliktige solkraftverk er det krav om at det skal utarbeides en detaljplan for anlegget, som må være godkjent før byggingen kan starte.



8.1.4 Nettanlegg

Omsøkte nettanlegg følger ulik saksgang, avhengig av type og størrelse på tiltaket, se figur nedenfor.

Hurtigspor →	Saksgang A →	Saksgang B →	Saksgang C →
Følgende tiltak behandles etter denne saksgangen:	Følgende tiltak behandles etter denne saksgangen:	Følgende tiltak behandles etter denne saksgangen:	Følgende tiltak behandles etter denne saksgangen:
<ul style="list-style-type: none">Små og enkle konsesjonssøknader, som oppfyller gitte krav.	<ul style="list-style-type: none">Ledninger med spenning opptil 132 kV, uavhengig av lengdeLedninger med spenning 132 kV eller mer, med lengde under 15 km i ny traséTransformator-/koblingsstasjon etc.Andre mindre tiltak på eksisterende ledninger og stasjoner	<ul style="list-style-type: none">Ledninger med spenning 132 kV eller mer, og lengde over 15 km i ny trasé.	<ul style="list-style-type: none">Ledninger med spenning 300 kV eller mer, og lengde over 20 km. Les mer for unntak fra hovedregelen.

Figur 10: Saksgang etter tiltakets omfang og størrelse. Kilde: NVE <https://www.nve.no/konsesjon/konsesjonsbehandling-av-nettanlegg/behandlingsprosess-for-nettanlegg/>

Hurtigspor innebærer rask behandling av godt forberedte konsesjonssøknader som medfører små virkninger for allmenne og private interesser. NVE er konsesjonsmyndighet. Saksgang A innebærer konsesjonssøknad med konsekvensutredning, høring av denne og at NVE fatter vedtak. Saksgang B innebærer i tillegg melding, høring av melding og at NVE fastsetter et utredningsprogram. NVE fatter konsesjonsvedtak eller sender innstilling til Energidepartementet. Saksgang C, den mest omfattende saksgangen, innebærer følgende trinn:

Trinn 1: Konseptvalgutredning

Trinn 2: Melding med forslag til utredningsprogram

Trinn 3: Høring av melding

Trinn 4: NVE fastsetter utredningsprogram

Trinn 5: Søknad med konsekvensutredning

Trinn 6: Høring av søknad

Trinn 7: NVE sender innstilling til energidepartementet

Trinn 8: Behandling i energidepartementet og vedtak

Trinn 9: Detaljplan

For saksgang C sender NVE innstilling til ED.



8.2 Vedlegg 2: Metode og prosess

8.2.1 Metodikk for litteratursøk

Å utarbeide en fullstendig systematisk kunnskapsoversikt er svært arbeids- og tidkrevende. For å få en god oversikt over kunnskapsstatus fra den fagfelleverderte litteraturen har vi derfor gjennomført en «rapid scoping review». Søkestrategien ble utarbeidet gjennom en iterativ prosess og fokusert på tre brede temaer; natur og biodiversitet, integrerte energisystemer og sosiale dimensjoner. Søket fulgte en PEO (Populasjon/Problem (Population), Eksponering (Exposure), Utfall (Outcomes)) struktur.

Det var stort sammenfall i populasjonen blant de tre temaene, og ordene var assosiert med fornybar energi; fornybar energi (renewable energy), ren energi (clean energy), grønn energi (green energy), bærekraftig energi (sustainable energy), alternativ energi (alternative energy), lavkarbon energi (low-carbon energy), solkraft (solar power), vindkraft (wind power), vannkraft (hydropower), hydroelektrisk energi (hydroelectric energy), geotermisk energi (geothermal energy), bioenergi (biomass energy, bioenergy), bølgekraft (wave energy), tidevannsenergi (tidal energy).

Søket ble gjort på den akademiske plattformen Web of Science med databaselisensene til NINA (WOS.SCI: 1987 to 2024; WOS.AHCI: 1987 to 2024; WOS.ESCI: 2019 to 2024; WOS.SSCI: 1987 to 2024). Alle resultater ble lastet ned som .RIS (Research Information Services format) filer og overlapp i resultatene ble vurdert ved å bruke CiteSource-pakken i RStudio (<https://github.com/ESHackathon/CiteSource>). Deduplisering av funn ble også gjort ved bruk av funksjoner fra ASySD (Hair et al., 2021) i CiteSource.

Gitt dette prosjektet tids og ressursbegrensninger har det vært umulig å lese gjennom alle relevante treff fra søket. Vi har derfor brukt en maskinlæringsteknikk for naturlig språk («Topic Modelling») for å dele søketreffene inn i tematiske grupper ved hjelp av R-pakkene «tm» (Feinerer et al., 2008)(Feinerer & Mayer, 2008) og «topicmodels» (Grün & Hornik, 2011) (Grün & Hornik, 2011). Visualisering av resultatene er gjort med R-pakken «LDavis» (Sievert & Shirley, 2014) (Sievert & Shirley 2015). Søkeresultatene ble lastet ned som “RIS filer” (Research Information Services format) og overlapp ble vurdert ved bruk av CiteSource pakkene i RStudio (<https://github.com/ESHackathon/CiteSource>). Fjerning av overlap ble også utført ved bruk CiteSource med funksjonene fra ASySD (Hair et al. 2021).

Søketreff som ble merket som systematic reviews, meta-analyser eller systematic maps ble lastet ned og lest manuelt for å sjekke om kunnskapshull var beskrevet eller nevnt. Funnene her ble brukt som basis for å beskrive kunnskapshullene i litteraturen.

Tabell 4 Oversikt over spørsmål med tilhørende søkeord i PEO-struktur for litteratursøk på integrerte energisystemer, med resultater "antall treff" i databasen Web of Science Core Collection

NB! all search terms combined with the exposure terms: "(TS=(“Renewable Energy” OR “Clean Energy” OR “Green Energy” OR “Sustainable Energy” OR “Alternative Energy” OR “Low-carbon Energy” OR “Solar Power” OR “Wind Energy” OR “Hydropower” OR “Hydroelectric Energy” OR “Geothermal Energy” OR “Biomass Energy” OR “Bioenergy” OR “Tidal Energy” OR “Wave Energy”))"

Search terms	Number of records
Area utilization	2877



Brownfield sites Degraded areas <i>and</i> Technical potential Economic potential	43
Nature cost Nature cost (2 words)	3 56
Environmental cost Environmental cost (2 words)	1670 194
Social cost Social cost (2 words)	494 228
Ecosystem services	1713
Ecosystem services <i>and</i> energy system models	150

Alle søk etter litteratur innen temaet natur og miljø inneholdt søkeord på de ulike typene fornybare teknologier kombinert med søkerord relatert til natur og miljø: "Renewable energy", "wind energy", "solar energy", "hydropower", "bioenergy"). Det mest generelle søket inneholdt også søkeordene knyttet til natur (Ecosystems, biodiversity, species) og miljøeffekter («environmental impact", "biodiversity loss", "ecosystem services»). Vi gjorde også mer spesifikke søk knyttet til tiltak og restaurering (nature-based solutions", "ecosystem-based adaptation", "mitigation measures", "biodiversity protection», «habitat restoration») og verdsetting (economic valuation", "natural capital valuation", "ecosystem services valuation", "cost-benefit analysis", ecosystem services).

Tabell 5 Oversikt over spørsmål med tilhørende søkeord i PEO-struktur for litteratursøk på miljø, med resultater "antall treff" i databasen Web of Science Core Collection.

Spørsmål	Søkeord	Antall treff
What is the state of the knowledge about the effect of renewable energy on biodiversity and ecosystem services (environmental impacts)?	P (Ecosystems OR biodiversity OR species) AND E ("renewable energy" OR "wind energy" OR "solar energy" OR "hydropower" OR "bioenergy") AND O ("environmental impact" OR "biodiversity loss" OR "ecosystem services")	2309



What are the nature based solutions and mitigation measures to reduce the impact of renewable energy on nature?	P ("renewable energy" OR "wind energy" OR "solar energy" OR "hydropower") AND E ("nature-based solutions" OR "ecosystem-based adaptation" OR "mitigation measures" OR "biodiversity protection") AND O ("environmental impact" OR "biodiversity conservation" OR "habitat restoration")	59
What methods are used to assign an economic value to nature in renewable energy?	P ("renewable energy" OR "wind energy" OR "solar energy" OR "hydropower") AND E ("economic valuation" OR "natural capital valuation" OR "ecosystem services valuation" OR "cost-benefit analysis") AND O ("biodiversity" OR "ecosystem services" OR "nature")	96

Samfunnsvitenskap legger vekt på sammenhenger, prosesser og mekanismer. PEO-strukturen passer ofte dårlig til å fange opp samfunnsvitenskapelige litteraturoversikter fordi den forenkler komplekse og kontekstavhengige forskningsspørsmål. Den håndterer også dårlig uklare begreper, tverrfaglige perspektiver og heterogene datakilder. Et alternativ er å bruke korte tematiske beskrivelser, slik vi her har gjort, for å utforme søkestrenger. Eksempler på slike korte beskrivelser er «regional differences in public perception and acceptance of renewable energy infrastructure» eller «impact of renewable energy projects on local place identity». Slike beskrivelser muliggjør mer fleksible søkestrategier som inkluderer et bredt spekter av studier uten å snevre inn for mye. Ulempen er at man må øke antallet søk betraktelig for å sikre at man fanger opp bredden av temaer og forskningsspørsmål.

Tabell 6 Oversikt over korte tematiske beskrivelser med tilhørende søkeord for litteratursøk på miljø, med resultater "antall treff" i databasen Web of Science Core Collection

Tematisk beskrivelse	Søkeord	Antall treff
Methods defining disamenity costs of new renewable energy developmentexpansion:	Search terms: "renewable energy" AND "disamenity costs" OR "negative externalities" AND "economic valuation" AND "developmentexpansion" OR	131



	“installations” OR “infrastructure” OR “construction” OR “project” AND "method*" dology"	
Regional differences in public perception and acceptance of renewable energy infrastructure:	Search terms: "renewable energy" AND "public perception" OR "social acceptance" OR “attitudes” OR “opposition” OR “social response” AND "regional differences" OR "geographic variability" OR “spatial differences” OR “regional disparities” AND “development” OR “installations” OR “infrastructure” OR “construction” OR “project” "infrastructure"	3057
Influence of gender and other demographic factors socioeconomic background on the societal impacts of renewable energy expansion development:	Search terms: "renewable energy" AND "societal impact" OR “social impact” OR “social consequences” OR “community impact” OR “social effects AND "gender" OR “social class” OR "demographic factors" OR “socioeconomic status” OR “ethnicity” OR “educational level” OR “income level” AND "expansion" “development” OR “installations” OR “infrastructure” OR “construction” OR “project”	337
Impact of renewable energy projects on public health and well-being:	Search terms: "renewable energy" AND "public health" OR "well-being" OR "health impacts" OR “quality of life” OR “outdoor recreation” OR “physical activity” OR “access to nature” “quality of life” AND “development” OR “installations” OR “infrastructure” OR “construction” OR “project” "health impacts" AND "projects"	3271
Impact of renewable energy projects on local place identity:	Search terms: "renewable energy" AND "place attachment" OR "sense of place" OR “place identity”	6958



	AND "place loss" OR "place grief" OR "acceptance" OR "resistance"	
Impact of local participation in renewable energy projects on local acceptance	Search terms: "renewable energy" AND "participation" OR "participatory planning" og "transparency" OR "transparent decision making" AND "conflict" OR "acceptance" OR "resistance" AND "project"	325
Impact of renewable energy expansion on employment, income distribution, and local economies:	Search terms: "renewable energy" AND "employment" OR "income distribution" AND "local economies" OR "economic impact" AND "expansion"	60
Socio-economic benefits of renewable energy expansion versus other types of area usage:	Search terms: "renewable energy" AND "socio-economic benefits" OR "land use" OR "area usage" OR "indigenous territories" OR "Sami territories" AND "comparison"	691
Use of research on societal and nature impacts of renewable energy expansion in policy development:	Search terms: "renewable energy" AND "societal impacts" OR "environmental impacts" AND "policy development" OR "regulation" OR "law"	5513
Factors influencing people's responses and attitudes toward renewable energy projects:	Search terms: "renewable energy" AND "public response" OR "attitudes" OR "social attitudes" AND "factors" OR "drivers"	946
Conflicts in renewable energy project development and driving factors:	Search terms: "renewable energy" AND "project conflicts" OR "development conflicts" AND "drivers" OR "causes"	264
Impact of renewable energy projects on different stakeholders, including indigenous peoples:	Search terms: "renewable energy" AND "stakeholders" OR "indigenous peoples" OR "Sami population" OR "communities" AND "project impact"	1342
Responses and solutions to renewable energy conflicts:	Search terms: "renewable energy" AND "conflict resolution" OR "conflict management" OR "solutions" AND "projects"	2579

8.2.2 Horizon scanning

I tillegg til litteratursøket, har vi gjennomført det som kalles for en “Horizon scanning”. Horisontskanning kan inkludere et sett med ulike metoder som brukes for å gjennomføre evalueringer av nye trender, utfordringer, risikoer og kunnskapshull for å oppnå en form for fremtidsinnsikt (Foulds *et al.*, 2019) på tvers av vitenskapelige, industri, nærings- og politiske grenseland. Formålet med denne metoden i dette prosjektet er å supplementere litteratursøket med innsikter fra et bredt spekter av aktører fra kraft- og nettselskap, offentlige myndigheter, forskningsinstitusjoner og universiteter, entreprenører og konsulent- og rådgiveraktører.

Det første steget involverer å etablere en ekspertgruppe som inkluderer prosjektdeltakere med kompetanse på natur, sosiale dimensjoner, energi og fornybare energiteknologier for å sikre og ivareta mangfoldet av perspektiver. Siden prosjektet allerede er godt representert med denne brede kompetansen angitt i forfatterlisten på rapporten fra Multiconsult, IFE og NINA, vil disse utgjøre denne ekspertgruppen.

Horisontskanningen involverer en innledende fase der en spørreundersøkelse utformes og distribueres til en utvidet ekspertgruppe som inkluderer representanter fra ulike sektoraktører som er en del av senteret for arealkrevende næringer. Dette inkluderer sektorer som kraft- og nettselskaper, offentlige myndigheter, konsultantselskaper, interesse- og miljøorganisasjoner, forskning, universitet og høyere utdanning og entreprenører. Gruppen bes om å identifisere eksisterende kunnskapshull og forskningsprioriteter, samt minst tre spørsmål som de mener er viktigst å adressere fremover (Se Vedlegg 2). Dette er grunnlaget for den neste fasen som er et arbeidsverksted der ekspertene kommer sammen og diskuterer de midlertidige funnene i spørreundersøkelsen og diskuterer videre hvilke utfordringer og/eller kunnskapsbehov/hull som finnes.

8.3 Vedlegg 3: Spørreundersøkelse

Invitasjon til å delta i spørreundersøkelse om Klima- og miljøvennlig utvikling av fremtidens integrerte og effektive energisystemer.

Som en del av et utredningsprosjekt som tar sikte på å belyse hvordan vi kan utvikle et integrert og effektivt energisystem for fremtiden, inviterer vi deg til å delta i en spørreundersøkelse. Spørsmålet vi ønsker å belyse er:

Hvordan kan vi sikre nødvendig fornybar kraftproduksjon og overføringsnett uten å skape eller forsterke sosiale konflikter eller påføre naturen og miljøet negative konsekvenser?

Prosjektet skal utrede og beskrive dagens kunnskapsgrunnlag og fremtidens kunnskapsbehov. I tillegg skal vi komme med forslag til virkemidler og tiltak som kan bidra til å dekke kunnskapsbehovet, og drive forsknings- og innovasjonsinnsatsen fremover.

Dette arbeidet skal delvis gjennomføres under ledelse av “Areal – forskningssenter for arealkrevende næringer”. Senteret ble opprettet i kjølvannet av et avslag på en såkalt FME-søknad (Forskningssenter for miljøvennlig energi), og består av en bred gruppe samarbeidspartnere fra forskningsinstitusjoner, energi- og nettselskaper, konsulenter og entreprenører. Senteret ble lansert i august, og arbeidet starter opp høsten 2024.

Det er frivillig å delta i undersøkelsen. Dersom du velger å svare, vil dine innspill bidra til å peke ut sentrale temaer for forskning og innovasjon når fremtidens energisystemer skal utvikles.

Spørreundersøkelsen tar ca. 5-10 minutter.

Del 1: Bakgrunn



1. Hvilken sektor jobber du i?

- Instituttsektoren (forskning)
- Universitet- og høyere utdanning
- Kraft- og nettselskap
- Entreprenør
- Konsulent/rådgiver
- Offentlig myndighet (kommune, fylkeskommune, direktorat og statsforvalter)
- Annet

2. Hva er din stilling/tittel?

Del 2: Identifisering av kunnskapshull

3. Med din erfaring, sektor og stilling som bakgrunn, hva mener du er de mest sentrale kunnskapshullene innen følgende områder? Vennligst spesifiser om disse kunnskapshullene er spesifikke for din sektor eller mer generelle.

Når det gjelder å sikre nødvendig fornybar kraftproduksjon og overføringsnett.

Når det gjelder å sikre nødvendig fornybar kraftproduksjon og overføringsnett ved minimere sosiale konflikter* i prosessen. *Med sosiale konflikter mener vi konflikter med f.eks. lokalsamfunn, urfolk eller andre berørte parter i utbyggingsprosessen.

Når det gjelder å sikre nødvendig fornybar kraftproduksjon og overføringsnett uten negative konsekvenser for natur og miljø.

4. Med din erfaring, sektor og stilling som bakgrunn, hva mener du er de viktigste spørsmålene/forskningsspørsmålene som bør adresseres fremover for å sikre nødvendig fornybar kraftproduksjon og overføringsnett uten å skape eller forsterke sosiale konflikter og negative konsekvenser for natur og miljø?

Formuler minst tre spørsmål.

8.4 Vedlegg 4: Prosjekter finansiert av Forskningsrådet

Prosjektnr	Program	År	Statår	Tittel	Total bevilgning for prosj.	Organisasjon	Klassifisering	Teknolog
158973	ENERGIX-Sto	2004-2013	2004	Not in my nature? The contro	NOK 1 198 000,00	NORGES TEKNISK-NATURVITEN	Natur og økosystem	Vindkraft
176303	NATURAER	2006-2011	2006	Miljøeffekter av småskala vai	NOK 4 393 000,00	NORSKOG	Natur og økosystem	Vannkraft
177893	RENERGI-Fre	2007-2012	2007	Inngår i 201779: Increased pc	NOK 7 369 000,00	STIFTELSEN NORSK INSTITUTT F	Natur og økosystem	Vannkraft
215934	ENERGIX-Sto	2012-2017	2012	Improved development and n	NOK 10 400 000,00	SINTEF ENERGI AS	Natur og økosystem	Vannkraft
244050	ENERGIX-Sto	2015-2019	2015	Sustainable governance of riv	NOK 13 000 000,00	SINTEF ENERGI AS	Natur og økosystem	Vannkraft
244104	ENERGIX-Sto	2015-2020	2015	Sustainable design and oper.	NOK 12 331 000,00	NORGES TEKNISK-NATURVITEN	Natur og økosystem	Vannkraft
244109	ENERGIX-Sto	2015-2020	2015	Towards sustainable renewa	NOK 8 122 000,00	NORGES TEKNISK-NATURVITEN	Natur og økosystem	Tverrgående
244109	ENERGIX-Sto	2015-2020	2015	Towards sustainable renewa	NOK 8 122 000,00	NORGES TEKNISK-NATURVITEN	Natur og økosystem	Tverrgående
255777	MILJØFORSK	2016-2021	2016	COAST-BENEFIT: Ecosystem S	NOK 8 075 000,00	UNIVERSITETET I STAVANGER	Natur og økosystem	Vindkraft
267909	ENERGIX-Sto	2017-2022	2017	WINDLAND: Spatial assessm	NOK 10 988 000,00	STATISTISK SENTRALBYRÅ	Energisystem	Vindkraft
280902	ENERGIX-Sto	2018-2024	2018	WINDPLAN: Public participat	NOK 9 056 000,00	UNIVERSITETET I AGDER	Politikk og sosial	Vindkraft
294742	ENERGIX-Sto	2019-2024	2019	Hydropower induced supersa	NOK 11 074 000,00	NORCE NORWEGIAN RESEARCH	Natur og økosystem	Vannkraft
300641	ENERGIX-Sto	2020-2024	2020	Contributing to sustainable e	NOK 5 148 000,00	NORGES TEKNISK-NATURVITEN	Natur og økosystem	Nett
308747	ENERGIX-Sto	2020-2024	2020	A new technological solution	NOK 14 000 000,00	NORGES TEKNISK-NATURVITEN	Natur og økosystem	Vannkraft
308789	ENERGIX-Sto	2020-2024	2020	Enabling the green transition	NOK 16 800 000,00	QCERO SENTER FOR KLIMAFOR	Politikk og sosial	Tverrgående
309622	ENERGIX-Sto	2020-2023	2020	Nye miljørestriksjoner – sam	NOK 5 700 000,00	FORNYBARAKADEMIET AS	Natur og økosystem	Vannkraft
319925	KLIMAFORSK	2021-2026	2021	Footprint and Impacts of Ren	NOK 25 423 000,00	STIFTELSEN NORSK INSTITUTT F	Natur og økosystem	Tverrgående
320481	KLIMAFORSK	2021-2026	2021	Land-use change and changi	NOK 9 216 000,00	FRIDTJOF NANSEN STIFTELSEN I	Politikk og sosial	Vindkraft
320700	ENERGIX-Sto	2021-2026	2021	Turbulent eddies to create pa	NOK 15 100 000,00	STIFTELSEN NORSK INSTITUTT F	Natur og økosystem	Vannkraft
320726	ENERGIX-Sto	2021-2025	2021	Influence of Hydropower on L	NOK 9 347 000,00	NORCE NORWEGIAN RESEARCH	Natur og økosystem	Vannkraft
320812	ENERGIX-Sto	2021-2025	2021	CIVIC Renewables: Developm	NOK 12 853 000,00	STIFTELSEN RURALIS INSTITUTT	Politikk og sosial	Tverrgående
326985	ENERGIX-Sto	2021-2025	2021	MARINE SPATIAL PLANNING A	NOK 23 860 000,00	STIFTELSEN NORSK INSTITUTT F	Natur og økosystem	Havvind
333224	FORSTERK-F	2022-2023	2022	Dissemination of results fron	NOK 479 000,00	SINTEF ENERGI AS	Natur og økosystem	Vannkraft
336258	ENERGIX-Sto	2023-2027	2023	Functional fish habitats in hy	NOK 13 331 000,00	STIFTELSEN NORSK INSTITUTT F	Natur og økosystem	Vannkraft
336334	ENERGIX-Sto	2023-2027	2023	Effects of floating wind farms	NOK 11 996 000,00	HAVFORSKNINGSINSTITUTTET	Natur og økosystem	Havvind
336457	ENERGIX-Sto	2023-2026	2023	Visualizing avian migration a	NOK 14 003 000,00	STIFTELSEN NORSK INSTITUTT F	Natur og økosystem	Vindkraft
344126	ENERGIX-Sto	2023-2027	2023	Impacts of wind turbines on f	NOK 10 800 000,00	NORGES MILJØ- OG BIOVITENSK	Natur og økosystem	Vindkraft
344206	ENERGIX-Sto	2023-2027	2023	Out of the shade? Solar devel	NOK 10 297 000,00	FRIDTJOF NANSEN STIFTELSEN I	Politikk og sosial	Solkraft
344258	ENERGIX-Sto	2023-2027	2023	WINDREG - Offshore wind an	NOK 10 779 000,00	UNIVERSITETET I AGDER	Politikk og sosial	Havvind
344392	ENERGIX-Sto	2023-2027	2023	EnergyWise: Integrated mode	NOK 10 801 000,00	STATISTISK SENTRALBYRÅ	Energisystem	Tverrgående
344440	ENERGIX-Sto	2023-2027	2023	Considering the Environment	NOK 14 000 000,00	INSTITUTT FOR ENERGIETNIKK	Natur og økosystem	Solkraft
344509	ENERGIX-Sto	2023-2027	2023	Adapting hydropower to futur	NOK 7 600 000,00	SINTEF ENERGI AS	Natur og økosystem	Vannkraft
352938	ENERGIX-Sto	2024-2027	2024	SKARV: Active wind turbine cc	N/A	SINTEF ENERGI AS	Natur og økosystem	Vindkraft
353053	ENERGIX-Stort program energi			Offshore wind farm wake effe	N/A	N/A	Natur og økosystem	Havvind
353075	ENERGIX-Stort program energi			Biodiversity-energy nexus: Pr	N/A	N/A	Natur og økosystem	Vannkraft
				SUM	NOK 345 661 000,00			

8.5 Vedlegg 5. EU-prosjekter

Prosjektnr	Prosjektkortnr	Prosjektnavn	Prosjektsammendrag	Innvilget beløp til Norge NOK(merke)
101083460	WIMBY	Wind In My Backyard: Using f	Wind power is one of the fa	2 992 870
101084137	WENDY	Multicriteria analysis of the te	WENDY aims at unravelling	5 816 165
101122167	iAMP-Hydro	intelligent Asset Managemer	The iAMP-Hydro project will	3 745 162
764717	WinWind	Winning social acceptance fo	The overall objective of Win	2 956 105
826025	Energy-SHIFT	Energy Social sciences & Hu	Energy-SHIFTS “Energy So	1 305 922
101086297	PERMAGOV	Multi-layer governance perfor	PERMAGOV aims to contrik	2 400 702
101086379	SBEP	A climate neutral, sustainabl	The Sustainable Blue Ecor	4 610 965
101122167	iAMP-Hydro	intelligent Asset Managemer	The iAMP-Hydro project will	3 745 162
727830	FIThydro	Fishfriendly Innovative Techn	FIThydro addresses the de	10 674 199
778602	ECO-DRILLIN	Environmentally efficient full p	The overall vision of the EC	18 285 499
	REHYDRO			
			SUM	56 532 751

8.6 Vedlegg 6: Kartlegging av utdanning og forskningsinstitusjoner

Det er kartlagt en rekke FoU- og utdanningsorganisasjoner innenfor relevante fagområder som teknologi, natur, samfunnsfag, økonomi mm. Dette er hovedsakelig for å vise frem bredden i norske forskningsmiljøer, og er ikke en uttømmende liste.

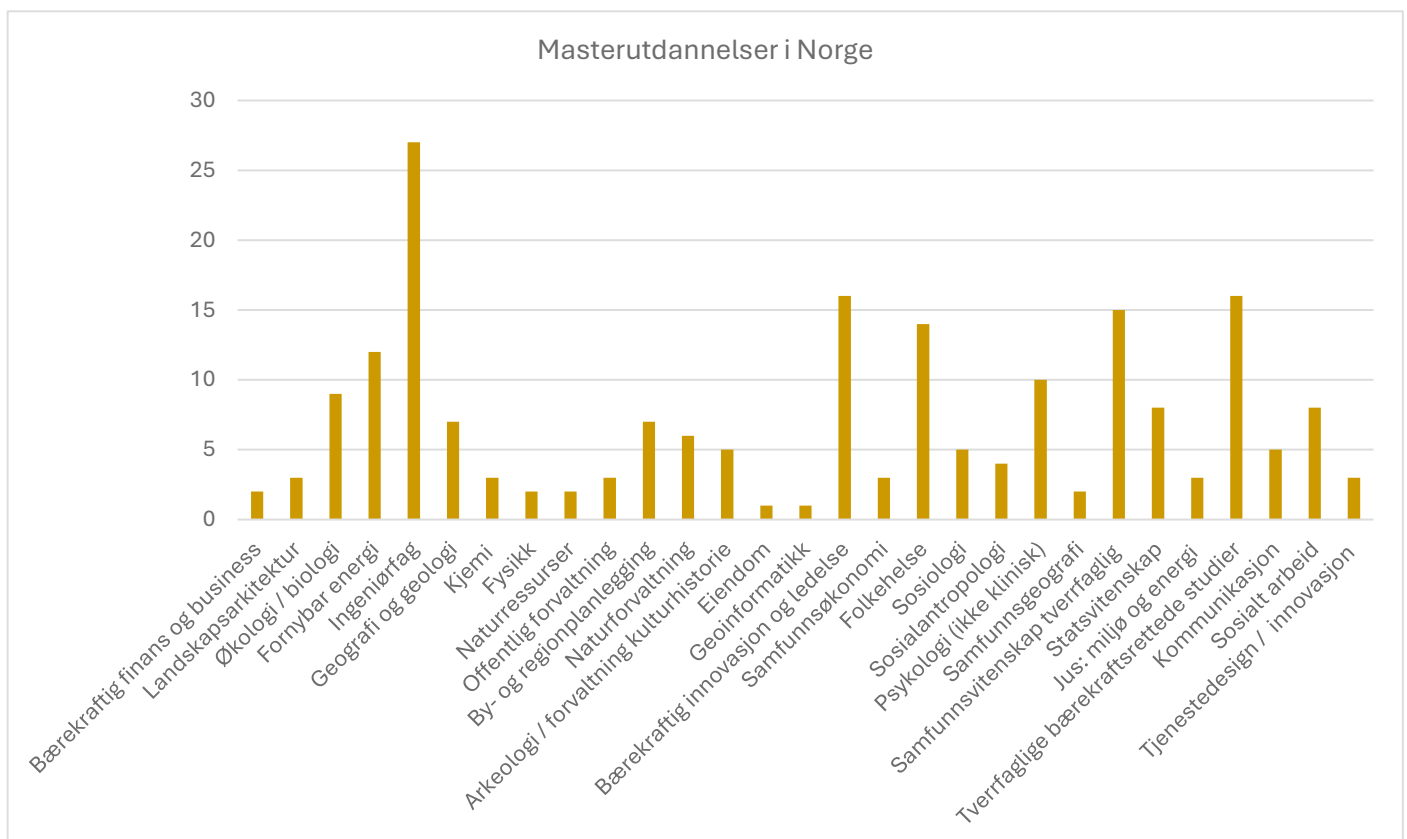
FoU-miljøer som er identifisert innenfor natur er Norges tekniske og naturvitenskapelige universitet (NTNU), Universitetet i Oslo (UiO), Norsk Institutt for Naturforskning (NINA), Norges Miljø og biovitenskapelige universitet (NMBU), Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO), NORCE, Norsk institutt for vannforskning (NIVA), Havforskningsinstituttet, Universitetet i Bergen, Nord Universitet og Universitetet i Tromsø, Sintef Energi, Nordlandsforskning, Vestlandsforskning, NORSUS, Universitetet i Agder (UiA) og Universitetet i Stavanger (UiS).

Det er noen færre forskningsmiljøer som jobber med integrerte energisystemer, men de største fagmiljøene som er identifisert er Norges tekniske og naturvitenskapelige universitet (NTNU), Norges Miljø og biovitenskapelige universitet (NMBU), Universitetet i Oslo (UiO), Sintef Energi og Institutt for energiteknikk (IFE).

Når det gjelder den sosiale og samfunnsmessige påvirkningen av fornybar energi har vi også identifisert en rekke forskningsaktører som Fritjof Nansen Institutt (FNI), Universitetet i Oslo (UiO), Statistisk Sentralbyrå (SSB), Universitetet i Bergen (UiB), Vestlandsforskning, Norges tekniske og naturvitenskapelige universitet (NTNU), og Norsk Institutt for Naturforskning (NINA).

For å kartlegge utdanningstilbud ble studiesteder på utdanning.no gjennomgått. Nettstedet eies av Kunnskapsdepartementet og drives av Direktoratet for høyere utdanning og kompetanse. Utdanning.no gir en oversikt over mer enn 8000 utdanninger i Norge, fra videregående opplæring til høyere utdanning. Fagskoler, folkehøgskoler, og etter- og videreutdanninger er også en del av samlingen. Hvorvidt nettstedet er oppdatert med de siste endringene for hvert studiested, har det imidlertid ikke vært mulig å undersøke innenfor rammene til prosjektet. For å identifisere utdanningstilbud brukte vi funksjonen «finn lærested» på utdanning.no, og valgte «universiteter og høgskoler». Deretter snevret vi søket inn til «mastergrad eller høyere». Søket inkluderer dermed mastergrader og profesjonsutdanninger, men ikke doktorgradsutdannelse. Det inkluderer heltids- og deltidsstudier.

Ikke alle studieretninger eller studiesteder ble inkludert i oversikten. Det skyldes at det var behov for å gjøre en avgrensning grunnet rammene til prosjektet. Vurderingen av hvilke studieretninger som ble inkludert og ikke, ble gjort av prosjektteamet. Her er det imidlertid mulig at noen med andre ekspertområder ville sett relevansen til også andre studieretninger som dette prosjektteamet ikke valgte å inkludere. De studieretningene og studiestedene som ikke vises i oversikten nedenfor. Videre er det inkludert enkelte studieretninger, som for mange kanskje ikke er relevante for utbygging av fornybar energi. Dette gjelder for eksempel utdanninger innen sosialt arbeid, psykologi, sosiologi, sosialantropologi, tjenstedesign og kommunikasjon for å nevne noen. Disse studieretningene er inkludert, fordi det nettopp er studieretninger som gir kompetanse som det kan være viktig å inkludere i større grad enn hva som gjøres i dag, for å nettopp sikre en overgang til fornybar energi som minimerer særlig sosiale konflikter.



Figur 11 Oversikt over antall studiesteder som tilbyr enten masterutdanning eller videreutdanninger innenfor ulike temaer

Innhold i samlebetegnelser:

Samfunnsvitenskap tverrfaglig: inneholder utdanninger som bl.a. MA assessment, measurment, evaluation, MA developement, environment and cultural change, MA teknologi, innovasjon og kunnskap og MA human rights policy and practice.

Tverrfaglige, bærekraftsrettede studier: inneholder studier som bl.a. MA international environmental studies, MA naturbasert reiseliv, MA Landscape Architecture for Global Sustainability og MA samfunnsøkonomi og bærekraft.

8.7 Vedlegg 7: Tiltakshierakiet

Prinsippene i tiltakshierakiet (Unngå-begrense-istandsette-kompensere) skal bistå utbyggere med å ta hensyn til naturen og minimere negative konsekvenser på det biologiske mangfoldet i ulike stadier i



planprosessene (se kapittel 2.2). For at tiltakshierarkiet skal fungere som et virkemiddel for å redusere naturpåvirkningen i utbyggingsprosjekter, må det finnes tilstrekkelig med kunnskap for å gjøre gode beslutninger knyttet til arealbruk og best mulig plassering av infrastruktur knyttet til fornybarutbygging. Dette inkluderer kunnskap om arter, naturverdier, økosystemer og økosystemtjenester. Videre må det finnes kunnskap om hvordan skadevirkningene kan minimeres, avbøtende tiltak (miljøløsninger/naturbaserte løsninger) og restaurering av naturen (inkludert hva slags natur/økosystemer som det er realistisk at vi kan restaurere og hva slags tidsskala dette vil innebære). Kompensering (godtgjøring for skader på naturen som ikke kan gjenopprettes et annet sted enn der inngrep skjedde) skal være en siste løsning. Energisektoren er per 2023 unntatt fra regler om økologisk kompensasjon, og økologisk kompensasjon er et relativt nytt tema i Norge. Basert på innspill i spørreundersøkelsen og workshopene med ulike aktører er det fremdeles stor kunnskapshull som fungerer som barriere for god implementering av tiltakshierarkiet i utbyggingsprosjekter. For å begrense skadene på naturen blir det blant annet pekt på at det er behov for utvikling av bedre verktøy for «optimal plassering», det er behov for bedre kartverktøy og kunnskap/kartlegging om hva som finnes i ulike arealer og kunnskap om sumvirkninger av energisystemet på naturen. For å istandsette ødelagt natur trengs det mer kunnskap for å identifisere hva slags natur som kan restaureres og med hva slags resultat, samt evaluering og videreutvikling av naturbaserte løsninger/tiltak for å identifisere hva som fungerer når og hvor (og til hvilken kostnad).
